Z TYM NUMEREM W PREZENCIE KALENDARZ ASTRONOMICZNY

Urania

Postępy Astronomii

1/2017 (787)
Tom LXXXVII

ukazuje się od 1920 r.

Cena 12,90 zł
w tym 5% VAT

www.urania.edu.pl

Z pyłu powstałeś...

Amatorskie obserwacje tranzytów planet pozasłonecznych

Smog wawelski przesłania gwiazdy

ISSN 1689-6009 indeks 401323

Sky-Watcher BKP15075EQ3-2

Sky-Watcher BKP15075EQ3-2 to najbardziej uniwersalny teleskop w cenie do 2000 zł, który z powodzeniem posłuży zarówno do nauki astrofotografii, jak i do obserwacji wizualnych. Sprawdzony **montaż EQ3-2** ze stalowymi łożyskami i mosiężnymi przekładniami nie tylko oferuje znakomitą precyzję działania, ale także stabilność. Istnieje możliwość rozbudowy montażu o zestaw akcesoriów, taki jak statyw stalowy, lunetka biegunowa, napęd w 1 lub w 2 osiach, a także o system SynScan GO-TO aktywnie wyszukujący i śledzący obiekty. Lekka, metalowa tuba optyczna systemu Newtona posiada paraboliczne zwierciadło główne o światłosile F/5 i aperturze 150 mm, które jest zamontowane w celi umożliwiającą precyzyjną kolimację. Tubę wyposażono w pająk lustra wtórnego minimalizujący dyfrakcję. Dwucalowy wyciąg okularowy Crayforda z redukcją 1,25" posiada nośność 1 kg.

PROMOCJA DLA CZYTELNIKÓW URANII*

1399,-

~~1799,-~~

*promocja ważna do 28 lutego 2017 na hasło „**Urania0217**"

Specyfikacja:

- Średnica zwericiadła: 150 mm
- Ogniskowa: 750 mm
- Maksymalne użyteczne powiększenie: 225x
- Wyposażenie: okulary 25 mm, 10 mm, szukacz 6x30, Barlow 2x
- Montaż paralaktyczny EQ3-2
- Statyw aluminiowy

Sky-Watcher® | DELTA® optical

Infolinia: 801.011.337 lub 25 786.05.20

www.deltaoptical.pl * facebook.com/Delta.Optical.Polska

URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Od ponad miesiąca, wieczorami, gdy jest choć trochę bezchmurnego nieba, za oknem widzę jaskrawo lśniącą Gwiazdę Wieczorną — Wenus. Praktycznie widać ją dobrze tuż po zachodzie słońca, ale nic nie stoi na przeszkodzie, by wypatrywać jej jeszcze, zanim nasza dzienna gwiazda schowa się całkiem pod horyzont. Kilkanaście miesięcy temu, goszcząc u Stacha Jachymka w Guciowie na Roztoczu, miałem okazję widzieć ją gołym okiem w środku dnia! Niezapomniane przeżycie. W zagrodzie Stacha odbywał się właśnie nieformalny zlot meteoryciarzy (sam gospodarz ma imponującą prywatną kolekcję meteorytów, którą udostępnia zwiedzającym). Była godzina jedenasta z minutami, a jeden z uczestników, Jerzy Strzeja, intensywnie wpatrywał się w pustkę czystego błękitu nieba tuż nad dachem zagrody. — *I co tam takiego ciekawego widzisz*? — zapytałem. — *Zobacz, o tam, nad samym szczytem dachu Wenus widać. Tu jest krystalicznie czyste powietrze. U mnie na Śląsku to wielka rzadkość, aby ją tak w dzień zobaczyć* — odpowiedział. Jerzyk mieszka niedaleko Katowic i problem zanieczyszczenia atmosfery (także sztucznymi światłami) jest mu bardzo dobrze znany. Na łamach „Uranii" publikowaliśmy jego teksty i zdjęcia dotyczące tego problemu.

Ostatnio, podczas niedzielnego spaceru z żoną w święto Trzech Króli, z satysfakcją zobaczyłem, że i na warmińskim niebie też można bez żadnych przyrządów dostrzec Wenus na dziennym niebie. Akurat była dokładnie pośrodku Księżyca w pierwszej kwadrze i zbliżającej się do zachodniego horyzontu złocistej tarczy Słońca. Coś pięknego! Gdy Słońce schowało się całkiem pod horyzont, Wenus wręcz iskrzyła białym światłem, przywodząc w pamięci prześliczne zdjęcie Piotra Potępy „Królowa Nocy". Po chwili zwróciłem uwagę na lekki łuk różowej poświaty oddzielającej błękit nieba od ciemnego obszaru tuż nad wschodnim horyzontem. To majestatycznie uwidaczniał się cień Ziemi, któremu Piotr poświęcił uwagę w swym kąciku astropejzażysty z poprzedniego numeru „Uranii". Wszystko to udało mi się zarejestrować na zdjęciach, a gdy je umieściłem na swym fejsbukowym profilu, niestrudzony popularyzator astronomii Janusz Bańkowski przypomniał, że ten różowy pas w tradycji nosi nazwę… Pasa Wenus!

Wenus, jak wiedzą wtajemniczeni, ma ścisły związek z gwiazdą Pitagorejską, czyli pentagramem. Jedna z uczestniczek kółka astronomicznego, jakie okazjonalnie prowadzę, za pomocą programu Stellarium pokazała mi ostatnio, że co osiem lat wieczorna Wenus swymi elongacjami wschodnimi wyznacza na kole zodiaku pentagram odwrócony, ale jak połączymy odcinkami punkty elongacji zachodnich porannej Wenus, to otrzymamy pentagram prosty. Pewnie dlatego Wenus często symbolizowana jest pięcioramienną gwiazdą — pentagramem. Tak jak na flagach Turcji czy Maroka. Zaproponowałem jej, aby przygotowała o tym referat. Wszak OMSA tuż tuż…

Z ciekawości zajrzałem do Wikipedii, co tam jest napisane o genezie gwiazdy przy sierpie Księżyca w tureckim godle i, o zgrozo, przeczytałem, że wg legendy, to Gwiazda Polarna (*sic*!) tak jasno oświetlała wraz z Księżycem skąpane we krwi (stąd czerwony kolor tła flagi) pole bitewne na Kosowym Polu, gdzie 16 czerwca 1389 r. wojska Imperium Osmańskiego pokonały połączone siły Serbów i wojsk Zachodu. Jeśli jakieś ciało niebieskie miałoby wraz z Księżycem oświetlać pobitewną scenerię, to w rachubę wchodzi tylko Wenus lub Jowisz. Można sprawdzić, że obie te planety gościły wówczas na niebie: Jowisz wieczorem, a Wenus przed świtem. No, cóż, Wikipedia nie jest najlepszym źródłem informacji. Na szczęście jest edytowalna i zanim ten numer dotrze do Czytelników, hasło „Flaga Turcji" zostanie poprawione.

Nota bene, pięcioramienną gwiazdą uzyskaną z pentagramu znaczą się największe armie świata. Ponoć tak jest dlatego, że starożytny, dalekowschodni odpowiednik bogini Wenus — Isztar — była boginią miłości i… wojny!

Jacek Drążkowski
w Lidzbarku Warmińskim, 20 stycznia 2017 r.

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

styczeń–luty 2017

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**" (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1920 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii".

Nakład: 3000 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Sylwester Kołomański, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Sebastian Soberski, Robert Szaj, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 509 44 17 17
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
http://www.urania.edu.pl

Dystrybucja, sekretariat:
Joanna i Ernest Świerczyńscy,
tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł
Prenumerata roczna 60 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

Prenumerata sponsorowana czasopisma „Urania — Postępy Astronomii" dla szkół finansowana w ramach umowy 886/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18,
00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35,
31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

*** ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA * MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA * ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW * PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI * OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW * REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM ***

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

Dawno temu w… „Uranii”

Obserwacje jasnych meteorów w lecie 1936 r.

Redakcja Uranii otrzymała od czytelników zawiadomienia o obserwacjach bardzo jasnych meteorów. Zawiadomienia te podajemy niżej w porządku chronologicznym.

Obserwacja meteoru.
Dnia 20 czerwca 1936 o godzinie 20 minut 59 (czas śr. eur.) zauważyłem na północno-wschodnim niebie bardzo jasny meteor. Meteor zablysnął w gwiazdozbiorze Aquila i przesuwał się wolno poniżej gwiazdozbioru Cygnus, zostawiając za sobą jasną smugę, widoczną przez kilka sekund. W ostatniej części swej drogi meteor przedstawiał się jak jasny płomień 1 metrowej długości. Z przedniej, najjaśniejszej części meteoru, sypały się dwiema smugami iskierki o zabarwieniu czerwonym. Poniżej gwiazdozbioru Cepheus rozprysnął się meteor, detonacji żadnej nie słyszałem. Całe zjawisko trwało ca 10 sekund.
Brzeszcze, dnia 21 czerwca 1936.
Rudolf Pečenik,
członek pozn. oddziału P.T.P.A.

Dnia 23 lipca 1936 roku o godzinie 19 min. 26,5 pojawił się na południowo-wschodniej stronie horyzontu, na wysokości około 70° nad nim, meteor, który szybko przesuwał się w kierunku południowo zachodnim, pozostawiając za sobą warkocz barwy czerwonej, długości około 6 tarcz Księżyca. Sam meteor przedstawiał się jak gwiazda przewyższająca blaskiem planetę Wenus, przy czym zabarwienie jego było wyraźnie biało zielone. Po przeleceniu meteoru, warkocz trwał jeszcze prawie 4 sek. Na wysokości 40° nad horyzontem meteor pękł, rozpryskując się na bardzo wiele części. Po rozpadnięciu się jego w mniej więcej 70 sekund potem usłyszano huk. Meteor ten obserwowany był przeze mnie, moja żonę i licznych letników w Myczkowie powiat Lesko.
M. Wojtowicz

Pan Władysław Białobrzeski (Ropienka) pisze:
W dniu 25 lipca 1936 r. około godz. 17 zaobserwowałem przelot nad Ropienką dużego meteoru. Zjawisko trwało około 15 sek. Meteor był bardzo jasny o świetle białym (jak Syriusz). Pozorna jego średnica wynosiła ok 1/4 pozornej średnicy tarczy Księżyca. W czasie przelotu z głowy meteoru oderwały się w kierunku ogona trzykrotnie jego części, które zaraz zgasły. Detonacji żadnej nie słyszano.

Jasny meteor.
W dniu 19 sierpnia 1936 r. o $21^h\ 5^m$ czasu śr.-europ. obserwowałem na przystanku kolejowym Hołosko koło Lwowa ($\lambda = -1^h\ 36^m$ $\varphi = +49°\ 54'$. Według mapy 1:100000) jasny meteor, który biegł nisko nad horyzontem ze wschodu na zachód. Przybliżone współrzędne początku zjawiska będą $\alpha = 17^h$, $\delta = -25°$. Meteor biegł równolegle do horyzontu w kierunku α Librae i zapewne zagasł na zachód od tej gwiazdy. Końca zjawiska nie widziałem, gdyż zasłonił mi go nadjeżdżający w tej chwili pociąg. Meteor

W AKTUALNYM NUMERZE

Dawno temu w… „Uranii” 4

Kronika

Odkrycia i wydarzenia astronomiczne 6
Misje i badania kosmiczne 8

Darek Lis, Agata Karska, Ewine van Dishoeck 10
Narodziny światów
Czy skomplikowane molekuły potrzebne do powstania życia utworzyły się już w chmurach kosmicznego pyłu? Czy wodę na Ziemię dostarczyły komety w okresie wielkiego bombardowania? Jeśli tak, to może życie nie jest aż taką rzadkością we Wszechświecie?

Czytelnicy obserwują

Gabriel Murawski, Adam Tużnik 18
Obserwacje tranzytów planet pozasłonecznych
Astronomowie odkryli już bardzo wiele pozasłonecznych planet. Część tych obiektów ma orbity tak nachylone, że są możliwe fotometryczne obserwacje tranzytów tych planet na tle swojej gwiazdy. Czy miłośnicy astronomii też mogą pokusić się o takie obserwacje?

100 lat PTMA

Andrzej Kajetan Wróblewski 20
Komety z epoki kamienia łupanego
Wspomnienia redaktora naczelnego „Uranii” sprzed blisko 6 dekad! O tym jak obserwacje komet z warszawskiego podwórka trafiały do naukowych biuletynów.

W kraju

OFAFA 2016 zakończona! 25

Astropodróże

Księżycowy skarbiec 26

Ciekawe strony internetowe:
360° albo panorama inaczej 28

Nie tylko teleskopy

Filozofia Hellera w opinii młodych intelektualistów 15
Almanach astronomiczny na rok 2017 29

Sylwetki

Uśmiech Profesora (Hieronim Hurnik) 16
John Glenn — pierwszy Amerykanin na orbicie 30

W skrócie

Międzynarodowa Unia Astronomiczna zaakceptowała oficjalnie 227 nazw gwiazd 31
Szybkie błyski radiowe: nieco bliżej rozwiązania piętnastoletniej zagadki 38
Polacy odkryli pierwszą supernową w roku 2017 39

Astrofotografia amatorska: *Blisko Księżyca* 32

Ciemne niebo

Pył zasłania gwiazdy 33

Młodzi badacze

Jak ciemne jest niebo nad naszym miastem? 34
XLIII OMSA — zaproszenie 52

Szkoła astropejzażu

Filtry gwiazdkowe (dyfrakcyjne) w astropejzażu 40

CYRQLARZ No 219

Podstawy nauki o meteorytach 43

Komeciarz

Rok komet krótkookresowych 46

Kącik olimpijczyka

Międzynarodowy sukces polskiej reprezentacji 50
Rozwiązanie zadania teoretycznego X Międzynarodowej Olimpiady Astronomii i Astrofizyki (IOAA) 51

Kalendarz astronomiczny: *marzec — kwiecień 2017*

Niebo nad Polską w marcu i kwietniu 2017 54
Z dala od Drogi Mlecznej 58

Astronomia i muzyka

Odyseja kosmiczna Bowiego 59

Konkurs na fotki z Uranią 59

Obserwator Słońca

O Słońcu nad jeziorem Bachotek 60
***Raport:* listopad — grudzień 2016** 61

Relaks z Uranią (krzyżówka, astrożarty) 62
Poczta, zaproszenia 63

był jaskrawo zielono-biały, biegł wolno, ruchem falistym i ciągnął za sobą długi na jakieś 10° ogon purpurowo-czerwony, przy tym dwa razy silnie rozbłysnął. Jasność w chwilach rozbłyśnięcia zapewne przekraczała jasność Księżyca w kwadrze, poza tym była o kilka wielkości gwiazdowych mniejsza. Całe zjawisko trwało około 3—4 sekund.
J. Mergentaler

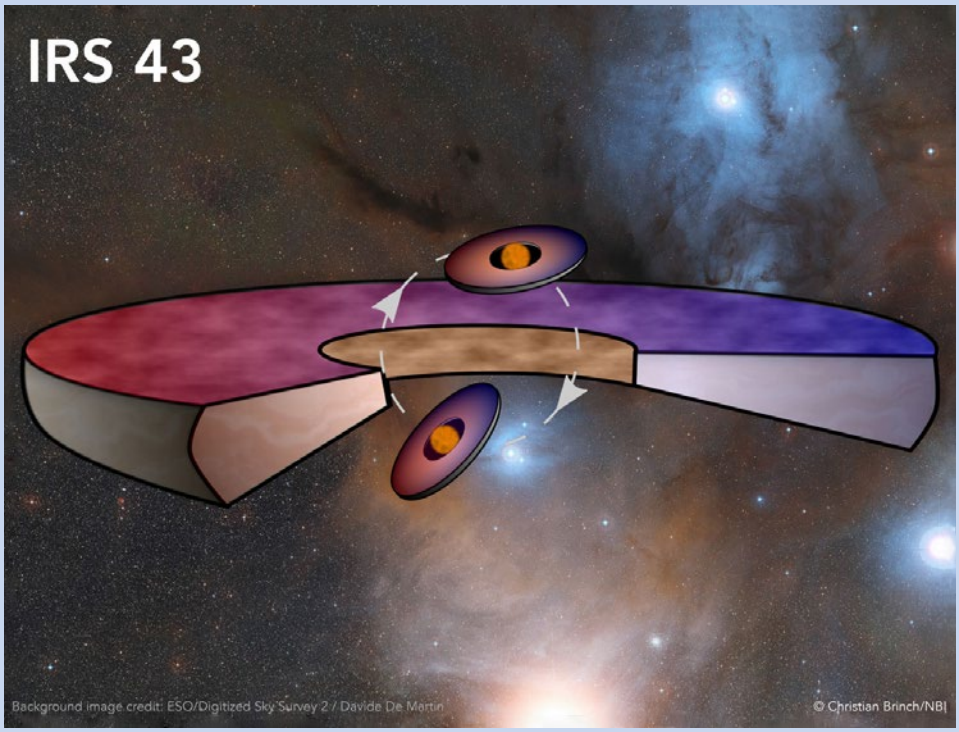
Niezwykłe zjawisko meteoru.
Wieczorem 10 sierpnia 1936 r., o godz. 21 min. 5 czasu śr.-europ. obserwując gwiazdy, ponieważ wieczór był pogodny, zauważyłem nagły blask i na sklepieniu niebieskim ukazała się kula ognista „meteor". Światło meteoru było białe i oślepiające. Pojawił się on w gwiazdozbiorze „Wagi" i posuwał się z południa na północ przez zachód, pozostawiając po sobie ślad w postaci smugi światła. Zjawisko pojawienia się meteoru jest o tyle ciekawe, że towarzyszyły mu jeszcze dwa następne wybuchy, po których można słyszeć było głuchy huk. Wybuchy te podrzucały meteor do góry, wskutek czego zakreślił on trzy nierówne łuki. Po ostatnim wybuchu meteor zakreślił łuk a następnie w gwiazdozbiorze „Panny" rozprysł się na kilka części, przybrał barwę światła czerwonawą i zgasł na wysokości około 30° od horyzontu. Całe zjawisko trwało około 15 sekund, a wybuchy następowały po sobie dość regularnie prawie co 4 sekundy. Zjawisko opisanego meteoru zaobserwował razem ze mną kadet Korpusu Kadetów M. J. P. Krepel Tadeusz. Prócz tego kilku mieszkańców miasta Kałusza również widziało wspomniane zjawisko meteoru.
T. Mykietka

Urania 4/1936, pisownia oryginału.

NA OKŁADCE

Na pierwszym planie powierzchnia komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko sfotografowana w barwach naturalnych przez sondę Rosetta z odległości zaledwie 29 km. Wyżej Kosmiczne Obserwatorium Herschela. Oba urządzenia zostały skonstruowane przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA). W tle fragment obrazu Drogi Mlecznej autorstwa Michała Żołnowskiego z ciemnymi mgławicami pyłowymi. Właśnie tu, na powierzchni ziaren pyłu międzygwiazdowego i brudnych powierzchniach komet, możemy znaleźć ślady kilkuset znanych, kosmicznych molekuł. Piszą o tym Darek Lis, Agata Karska i Ewine van Dishoeck w artykule na s. 10 wewnątrz numeru

PAŹDZIERNIK 2016



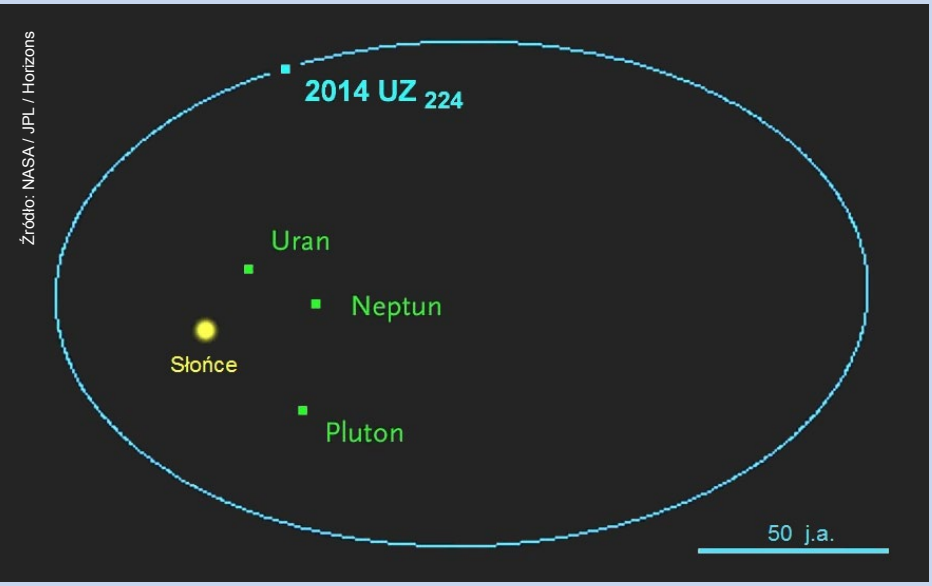
2 X — Wykonano nie pierwszą w historii, lecz bezprecedensowej jakości mapę rozkładu wodoru neutralnego na całym niebie. Ukazuje struktury, jakich wcześniej nie widziano. Złożyły się nań tysiące godzin pracy dwóch największych, w pełni sterowalnych radioteleskopów na świecie: 100-m w Effelsbergu (Niemcy) i 64-m w Parkes (Australia) oraz tysiące godzin pracy komputerów, o wysiłku 20-osobowego zespołu badaczy nie zapominając (por. „Urania" 6/2016, s. 29).

8 X — Stwierdzono istnienie periodycznych zmian magnetycznej aktywności Proximy, podobnych do 11-letniego cyklu słonecznego, tyle że u Proximy ten okres wynosi 7 lat. Dotychczas sądzono, że karły typów późniejszych niż M3.5 (Proxima jest M5.5), w których energia jest przenoszona przez konwekcję w całej objętości, nie powinny wytwarzać takich cykli. Teoretycy pokazali, że jednak jest to możliwe, o ile tylko gwiazda jest dość stara i skutkiem tego rotuje wolno. Tak właśnie jest w przypadku Proximy. Jeden jej obrót trwa 83 dni (por. „Urania" 6/2016, s. 31).

9 X — W wieku 97 lat zmarł prof. Hieronim Hurnik, wychowawca pokoleń poznańskich astronomów, współtwórca Obserwatorium w Borówcu (szerzej: ten numer „Uranii", s. 16).

11 X — Wyznaczono orbitę planetki 2014 UZ_{224} (rys. niżej). Będąc obecnie w odległości 92 j.a. od Słońca, jest trzecim najdalszym znanym ciałem Układu Słonecznego. Dalej są tylko V774104 — 103 j.a. i Eris — 96 j.a. Jej okres obiegu wynosi 1140 lat. Do peryhelium (38 j.a. od Słońca) doczłapie się za 126 lat, ale może nie będziemy musieli czekać tak długo, żeby poznać jej średnicę, która może się okazać większa od 1000 km. A wtedy trzeba będzie zaliczyć ją do planet karłowatych.

11 X — IRS 43 jest znanym od dawna układem dwóch młodziutkich (100–200 tys. lat) protogwiazd. Istnienie gazowo-pyłowych dysków wokół takich obiektów to nic nadzwyczajnego. Ale tym razem natura dała wyjątkowy popis fantazji. Każda z gwiazd ma swój własny dysk protoplanetarny, a wszystko to razem siedzi w oku trzeciego dysku. Na dodatek każdy z dysków jest inaczej ułożony w przestrzeni (rys. wyżej). Skąd taki chaos? I co się z niego wykluje?



13 X — Porównując szczegółowe zdjęcia powierzchni Księżyca, wykonane na przestrzeni paru lat przez sondę *Lunar Reconnaissance Orbiter*, obliczono, że przeciętnie Księżyc jest trafiany 180 razy rocznie przez bryły o średnicy co najmniej 0,5 m, wybijające przynajmniej 10-m kratery. W ten sposób zewnętrzne 2 cm księżycowego gruntu jest całkowicie przeorywane w ciągu 81 000 lat. Po takim więc czasie (statystycznie rzecz ujmując) znikną z Księżyca ślady ludzkich stóp.

21 X — Osiemnaście lat temu odkryto, że ekspansja Wszechświata przyspiesza. Ma być za to odpowiedzialny tajemniczy czynnik, poetycko nazwany „ciemną energią". Pięć lat temu przyznano za to Nagrodę Nobla. Jednak zaczynają pojawiać się wątpliwości. Dokonano wyrafinowanej analizy statystycznej 740 supernowych typu Ia — to baza danych kilkanaście razy większa od dostępnej przed 18 laty. Efekt: przyspieszenia ekspansji właściwie nie widać. Czyżby „ciemna energia" miała wylądować na śmietniku nauki, obok eteru i planety Wulkan?

27 X — Znamy już 15 000 obiektów bliskich Ziemi (*NEO — near Earth objects*), czyli takich planetoid i komet, których peryhelia znajdują się nie dalej niż 1,3 j.a. od Słońca. Liczba odkryć w ostatnich latach rośnie lawinowo (rys. na stronie obok), jednak jest jeszcze wiele do zrobienia: szacuje się, że choć znamy już 90% ciał większych od 1 km, to już tylko 10% ponad 100-metrowych i zaledwie 1% ponad 40-metrowych.

LISTOPAD 2016

Źródło: NASA/JPL-Caltech/MSSS

1 XI — Supermasywne czarne dziury królują w centrach odpowiednio pokaźnych galaktyk. Ale znalazł się wyjątek, król bez królestwa — radioźródło B3 1715+425 jest supermasywną czarną dziurą, otoczoną zaledwie marną mgiełką, którą można uznać jedynie za galaktykę karłowatą. Bliskie sąsiedztwo innej ogromnej galaktyki i szybka ucieczka tego obiektu od niej podpowiadają, co się stało. Swego czasu również ta czarna dziura miała swoją własną, słusznych rozmiarów galaktykę, ale przeszła zbyt blisko ogromnej sąsiadki i została przy tym odarta z niemal całego otoczenia. Za jakiś czas straci również tę resztkę i pozostanie już całkiem naga.

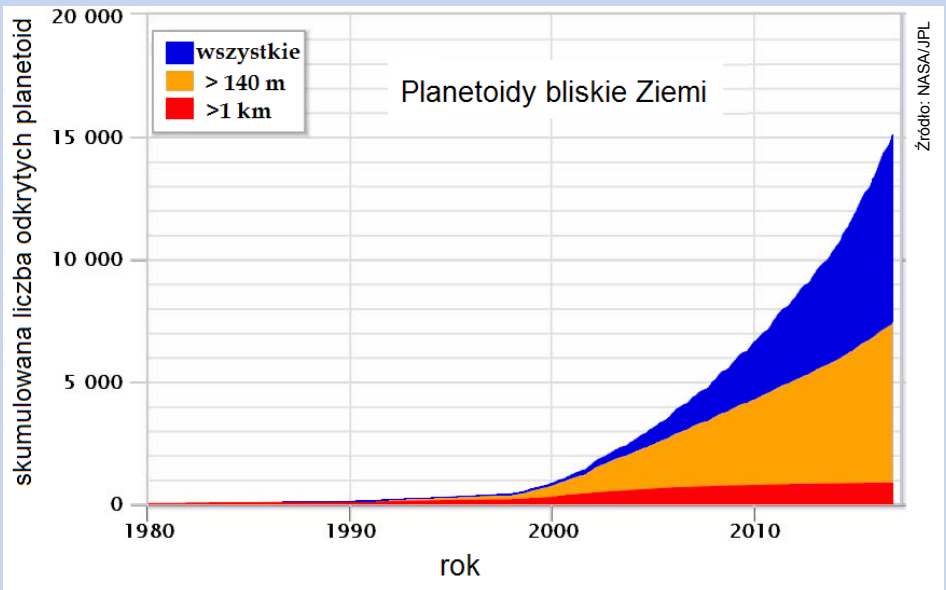
2 XI — Meteoryty oczywiście spadają również na Marsa. W tamtejszej rzadkiej i nieagresywnej chemicznie atmosferze, te z gatunku żelaznych bardzo długo zachowują świeży blask, przez co łatwo wpadają w „oczy" marsjańskich łazików. Już w ubiegłych latach natknęły się one na 3 sztuki, ale dopiero czwarty meteoryt, ostatnio znaleziony przez łazik Curiosity (fot. obok) został przeanalizowany chemicznie. Odkryto żelazo, nikiel i fosfor, z domieszkami innych pierwiastków. Sensacji więc nie ma, to typowy meteoryt żelazny (por. „Urania" 6/2016, s. 28).

11 XI — Szybkie wybuchy radiowe (*FRB — fast radio burst*), milisekundowe rozbłyski nieznanego pochodzenia, widuje się (jak nazwa wskazuje) na falach radiowych. Dostrzeżenie któregokolwiek z nich w innej dziedzinie widma powinno zbliżyć nas do wyjaśnienia ich natury. Niestety, niekoniecznie. W tym samym czasie i miejscu, gdzie pojawił się rozbłysk FRB 131104, rejestrujący promieniowanie γ satelita Swift coś zobaczył. Prawdopodobieństwo identyczności obu źródeł jest 99%. Ale w takim razie ten obiekt wyświecił w dziedzinie γ miliard razy więcej energii niż na falach radiowych. Żadna z licznych hipotez usiłujących wyjaśnić zjawisko FRB nie radzi sobie z taką zagadką (zob. też: ten numer „Uranii", s. 38).

14 XI — Odkryto najsłabszą znaną galaktykę. Nazywa się Virgo I i jest satelitą Drogi Mlecznej. Jej wizualna jasność absolutna wynosi zaledwie -1^m (pojedyncze gwiazdy bywają znacznie jaśniejsze), jednak jest galaktyką karłowatą, a nie np. gromadą kulistą. Jej odkrycie wzmacnia podejrzenie, że obecnie znane 54 galaktyki satelickie Drogi Mlecznej to zaledwie wierzchołek góry lodowej i setki podobnych mogą krążyć wokół nas.

16 XI — Do listy kosmicznych rekordów wypada dopisać gwiazdę KIC 11145123 — najdoskonalszą kulę, jaką spotkaliśmy w naturze. Choć jest ponad 2 razy większa od Słońca, to różnica pomiędzy jej promieniem biegunowym a równikowym wynosi tylko 3 km! Jej spłaszczenie (stosunek różnicy promieni do promienia równikowego) wynosi 2×10^{-6}. Dla porównania: Altair — 0,14; Saturn — 0,10; Ziemia — 0,003; Słońce — 9×10^{-6}. Sama wolna rotacja (okres obrotu 100^d) zdaje się tego nie wyjaśniać. Jakąś rolę pewnie odgrywa tu pole magnetyczne (por. „Urania" 6/2016, s. 29).

16 XI — Raczej nie wypada już wątpić w istnienie pod lodową skorupą Plutona oceanu ciekłej wody (z domieszką jakiegoś przeciwzamrażacza, np. amoniaku). Jest on niezbędny, by wyjaśnić położenie Równiny Sputnika (*Sputnik Planitia*, gładka część słynnego „serca" — zob. „Urania" 4/2015, s. 14). Ten krater uderzeniowy powstał bardziej na północ niż jest teraz. Lód azotowy i woda właśnie, które zebrały się pod nim, stworzyły koncentrację masy, a ta z kolei wymusiła obrót całej skorupy tak, by Równina Sputnika znalazła się na równiku, naprzeciwko Charona.



Źródło: NASA/JPL

22 XI — Od 40 lat domyślamy się, że impulsem, który zainicjował powstanie Słońca i Układu Słonecznego 4,6 mld lat temu był wybuch supernowej typu II. Teraz pojawiają się fakty świadczące na korzyść tej hipotezy. Z jednej strony mamy dane o składzie izotopowym pierwotnej materii Układu Słonecznego, zawartej w niektórych meteorytach. Z drugiej strony są rachunki dotyczące syntezy różnych izotopów w supernowych. Jedno nareszcie zaczyna pasować do drugiego. To mogła być supernowa, ale słaba i o małej masie — ok. 12 $M_\odot$.

Wybrał i skomentował: Marek Muciek

PAŹDZIERNIK 2016

5 X — Firma Blue Origin, przeprowadziła udany test ucieczki swojej załogowej kapsuły podczas startu. Pomimo obaw, uciekający statek nie zniszczył rakiety i ta wylądowała cała po wykonaniu lotu. Jest to ważny krok w drodze do pierwszych suborbitalnych lotów turystycznych rakietą New Shepard. Firma planuje rozpocząć świadczenie takich usług już w 2017 albo 2018 r.

5 X — Korea Południowa wykonała próbne odpalenie na hamowni silnika górnego stopnia rozwijanej rakiety KSLV-2. KSLV-2 to przyszła trzystopniowa rakieta nośna będąca zdolna wynieść prawie dwutonowe ładunki na niską orbitę okołoziemską. Jej pierwszy test suborbitalny wykonany zostanie pod koniec 2017 r.

7 X — Misja NASA OSIRIS-REx — sondy na asteroidę Bennu z powrotem próbek na Ziemię przeszła testy instrumentów i dokonała korekty trajektorii. Sonda wystartowała 8 września 2016 r. OSIRIS-REx w 2020 r. wejdzie na orbitę wokół planetoidy. Następnie pobierze z niej próbki, a powróci na Ziemię z materiałem w 2023 r. Zespół opiekujący się sondą poinformował, że nie ma z nią żadnych problemów.

Artystyczna koncepcja kontaktu sondy OSIRIS-REx z asteroidą Bennu za pomocą przyrządu TAGSAM. Źródło: NASA Goddard Space Flight Center

17 X — Do lotów powróciła amerykańska rakieta Antares firmy Orbital ATK. Przestój w lotach trwał dwa lata i był spowodowany katastrofą w październiku 2014 r. Śledztwo wykazało, że jej przyczyną była awaria turbopompy jednego z silników. Odnowiona wersja rakiety z nowymi rosyjskimi silnikami RD-181 zaliczyła udany debiut i wyniosła na orbitę statek zaopatrzeniowy Cygnus do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

Obraz Jowisza wykonany przez instrument JunoCam na sondzie Juno. Przedstawia siódmą z ośmiu "pereł" tworzących charakterystyczny łańcuch masywnych wirów burzowych na południowej półkuli planety. Zdjęcie zostało wykonane 11 grudnia 2016 r. Fot.: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS

19 X — NASA poinformowała o odwołaniu manewru redukcji orbity sondy jowiszowej Juno. Sonda miała odpalić swój silnik w celu zmniejszenia apocentrum orbity i ustawienia się na optymalnej dla swoich badań orbicie o okresie obiegu dwóch tygodni. Przyczyną opóźnienia było wykrycie problemu z dwoma zaworami głównego silnika podczas testów przed manewrem. Postanowiono więc, że odwołanie manewru będzie okazją do wykonania pomiarów naukowych. Jednak i to nie doszło do skutku. Oprogramowanie wprowadziło orbiter w tryb awaryjny i bliski przelot przez peryjowium odbył się bez naukowych pomiarów. Następna okazja do manewru zmniejszenia orbity będzie mieć miejsce w grudniu, po wykonaniu kolejnego pełnego obrotu wokół gazowego olbrzyma.

19 X — Rakieta Soyuz FG z powodzeniem wyniosła na orbitę nową załogę Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Dowódca misji Sergiej Ryżikow (Rosja) oraz inżynierowie lotu Andrej Borisenko (Rosja) i Shane Kimbrough (Stany Zjednoczone) będą żyli i pracowali na orbicie przez 130 dni w ramach Ekspedycji 49. i 50.

LISTOPAD 2016

Rakieta Długi Marsz 5 stojąca na stanowisku startowym przed swoim pierwszym lotem. Fot.: CCTV

3 XI — Swój pierwszy udany lot wykonała rakieta Chang Zheng 5 (Długi Marsz 5). Jest to jedna z najcięższych obecnie latających rakiet nośnych na świecie. Rakieta posłuży wynoszeniu ciężkich satelitów geostacjonarnych, misji planetarnych, a także modułów planowanej chińskiej stacji orbitalnej, której budowa rozpocznie się w 2018 r. Ładunkiem pierwszej misji rakiety był Shijian-17 — eksperymentalny statek, demonstrujący użycie napędu elektrycznego do manewrów na orbicie geostacjonarnej.

10 XI — Nowa chińska lekka rakieta nośna Długi Marsz 11 wyniosła na orbitę grupę niewielkich satelitów demonstracji technologii nawigacji pulsarowej XPNAV-1. Jest to pierwszy dedykowany nawigacji przy pomocy pulsarów satelita. System ten ma używać regularnych emisji promieniowania rentgenowskiego, pochodzącego z wybranych pulsarów do celów nawigacyjnych. Taka technologia znacząco usprawni zdolności nawigacyjne statków wysyłanych poza otoczenie Ziemi. Dotychczas sondy wysyłane w kierunku innych ciał niebieskich korzystały z pomiarów radarowych względem stacji na Ziemi. Problemem w wykorzystaniu pulsarów była miniaturyzacja urządzeń zdolnych do wykrywania tych emisji. Testowanie tej technologii jest możliwe tylko na orbicie, gdyż promieniowanie rentgenowskie jest pochłaniane przez atmosferę ziemską.

11 XI — Z bazy Vandenberg w Kalifornii wystartowała rakieta Atlas V. Na jej pokładzie znalazł się satelita obserwacji Ziemi WorldView 4 — obecnie najnowocześniejszy tego typu satelita komercyjny. Z usług obrazów rejestrowanych przez satelity firmy GlobalView, która zamówiła także tego satelitę, korzysta m.in. Google w swoich dobrze znanych produktach Google Maps i Google Earth. Potężny, wysoki na 5 metrów satelita został wyposażony w system obrazujący GIS-2 produkcji ITT Exelis. GIS-2 używa 1,1-metrowego teleskopu z zaawansowanym systemem orientacji w stronę celu. System może wykonywać obrazy panchromatyczne w rozdzielczości 31 cm oraz kolorowe (z dostępnym pasmem bliskiej podczerwieni) w rozdzielczości 1,24 m. Oprócz świetnej rozdzielczości i możliwości pokrywania bardzo dużego obszaru podczas jednego przelotu (66,5×112 km) WorldView-4 został wyposażony w bardzo wysokiej dokładności systemy geo-

lokacyjne pozwalające ustalać położenie fotografowanych obiektów z błędem do 4 m.

11 XI — Chińska rakieta Długi Marsz 2D wysłała na orbitę satelitę pogodowego Yunhai 1. Jest to pierwszy satelita nowej chińskiej konstelacji satelitów meteorologicznych ustawionych na orbicie polarnej. Niewiele wiadomo o orbiterze. Zgodnie z oficjalnymi komunikatami satelita zostanie użyty do obserwacji atmosferycznych, środowiska morskiego oraz kosmicznego, łagodzeniu i prewencji katastrof naturalnych oraz eksperymentów naukowych.

17 XI — Z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie trójka astronautów: Rosjanin Oleg Nowicki, Amerykanka Peggy Whitson oraz reprezentant Europejskiej Agencji Kosmicznej, Francuz Thomas Pesquet polecieli rakietą w statku Sojuz MS-03 do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Na pokład stacji weszli 19 listopada po dwudniowej podróży. Nowa załoga wejdzie w skład Ekspedycji 50. i 51. Spędzą w kosmicznym laboratorium 178 dni, podczas których odbiorą w grudniu przylot bezzałogowego statku zaopatrzeniowego HTV oraz rosyjskiego statku Progress, a w przyszłym roku przeprowadzą dwa spacery kosmiczne wymieniające zewnętrzne baterie zasilania. W tej chwili załoga stacji składa się z sześciu osób. Planowany powrót przybyłego niedawno trio odbędzie się w maju 2017 r. (chociaż może to ulec zmianie).

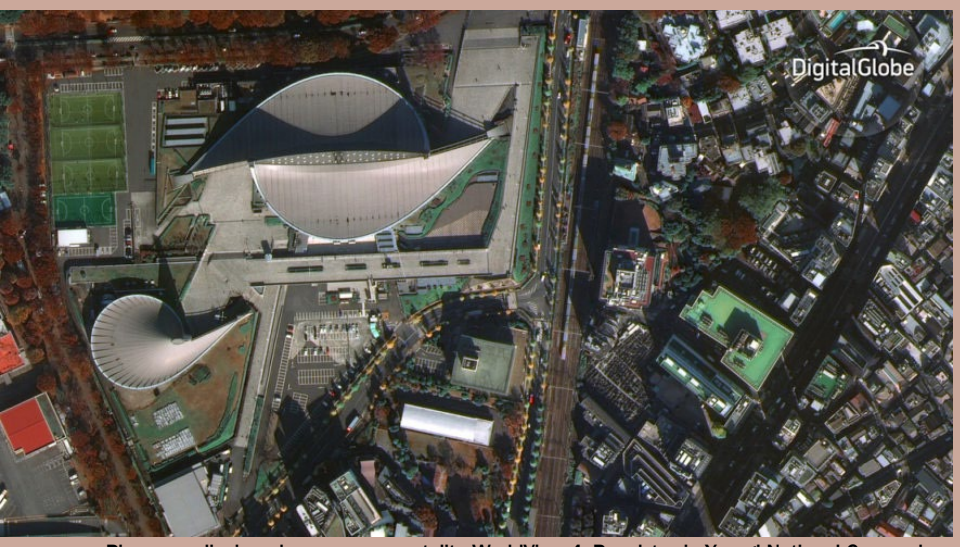
17 XI — Z Gujany Francuskiej w Ameryce Południowej wystartowała europejska rakieta Ariane 5. Na jej szczycie przeniosła czwórkę satelitów europejskiego systemu nawigacyjnego Galileo. Po czterogodzinnym locie, satelity umieszczone zostały na docelowych orbitach. W tej chwili wokół Ziemi krąży już 18 satelitów konstelacji. Galileo ma uniezależnić Europę od amerykańskiego systemu GPS. Docelowo system składać się będzie z 24 satelitów na trzech różnych orbitach. Udostępni dokładniejsze usługi nawigacyjne instytucjom rządowym oraz komercyjnym klientom. Użytkownicy prywatni będą mogli korzystać z mniej dokładnego serwisu.

18 XI — Dwójka chińskich astronautów: Jing Haipeng oraz Chen Dong powrócili w statku Shenzhou 11 z rekordowej, ponad miesięcznej misji orbitalnej. W połowie września Chińczycy wysłali na orbitę laboratorium Tiangong 2 — ostatni krok przed budową własnej dużej stacji modułowej. Pierwsza od trzech lat chińska misja załogowa rozpoczęła się startem 17 października na szczycie rakiety Długi Marsz 2F. Dzień później statek przycumował do modułu orbitalnego. Chińczycy udowodnili tym samym zdolność wykonywania misji długoterminowych. Zdobyli cenne doświadczenie na tym polu. W przyszłym roku do stacji Tiangong 2 przyleci jeszcze bezzałogowy pojazd zaopatrzeniowy Tianzhou 1. Przetestowany zostanie wtedy m.in. transfer paliwa ze statku do stacji — manewr krytyczny dla działania przyszłej stacji. Główny moduł Chińskiej Stacji Kosmicznej ma zostać wyniesiony w 2018 r. przy pomocy rakiety Długi Marsz 5.

Rakieta Atlas V z satelitą GOES-R przygotowywana do startu ze stanowiska w Cape Canaveral na Florydzie. Fot.: NASA

19 XI — Rozpoczął się nowy rozdział w światowej meteorologii. Na orbitę przy pomocy rakiety Atlas V poleciał satelita GOES-R. 5-tonowy satelita jest obecnie najnowocześniejszą sondą meteorologiczną na świecie. Został wyposażony w sześć urządzeń, z czego najważniejsze to: Zaawansowane Urządzenie Obrazujące ABI — do pozyskiwania obrazów na potrzeby meteorologii, Instrument Rejestrujący Wyładowania Atmosferyczne GLM czy słoneczny teleskop pasma ultrafioletowego SUVI.

22 XI — Czwarty satelita systemu przekazu danych Tianlian-1 trafił na orbitę po półgodzinnym locie rakietą Długi Marsz 3C. Swoim zastosowaniem przypomina amerykański system TDRSS. Konstelacja komunikacyjna będzie pośredniczyć w komunikacji pomiędzy chińskimi satelitami na niskiej orbicie okołoziemskiej, a stacjami naziemnymi. Ostatnia chińska misja załogowa Shenzhou 11 korzystała z dobrodziejstw systemu. Tajkonauci znajdujący się przez miesiąc na stacji Tiangong 2, za pośrednictwem satelitów Tianlian pozostawali w kontakcie wizualnym i głosowym z zespołem na Ziemi oraz swoimi rodzinami.



Pierwsze zdjęcie wykonane przez satelitę WorldView 4. Przedstawia Yoyogi National Gymnasium — halę sportową w Tokio, gdzie w 1964 roku odbywały się konkurencje Letnich Igrzysk Olimpijskich w 1964 r. Fot.: DigitalGlobe

29 XI — Europejski orbiter TGO operuje już na orbicie wokół Marsa. Wykonał także pierwsze naukowe pomiary. Trace Gas Orbiter to główna część europejsko-rosyjskiej misji ExoMars 2016. Lądownik Schiaparelli, który mu towarzyszył był prototypem, który miał zademonstrować technologię lądowania. Towarzyszący mu lądownik Schiaparelli rozbił się jednak na Czerwonej Planecie. Przyczyną okazała się usterka oprogramowania, która sprawiła, że komputer pokładowy myślał, iż lądownik jest już blisko ziemi i przedwcześnie wyłączył silnik.

Wybrał i skomentował:
Rafał Grabiański

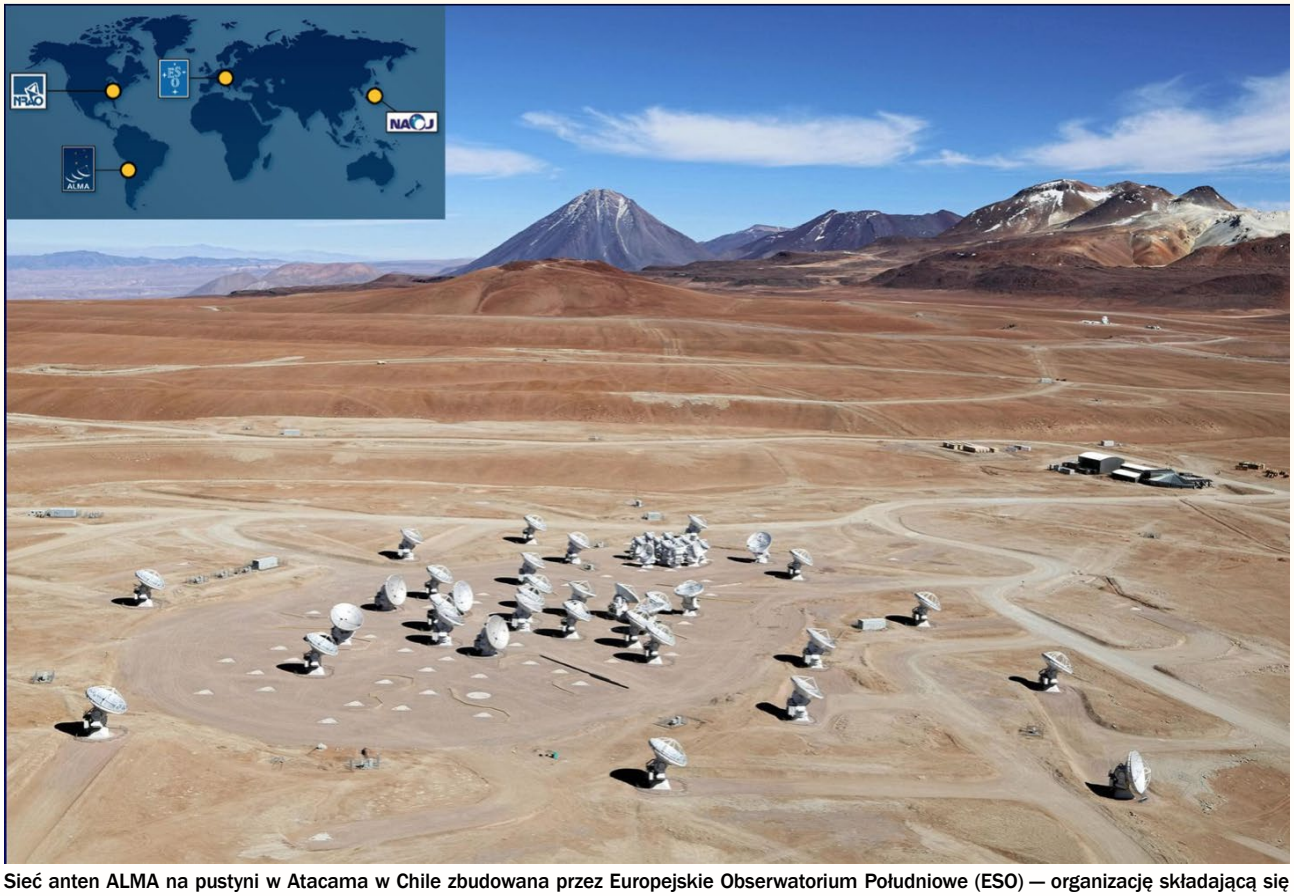
Z prochu powstałeś… czyli chemia kosmosu

Narodziny światów

Darek Lis
Agata Karska
Ewine van Dishoeck

Od XVIII wieku wiemy, że Droga Mleczna jest galaktyką, a od czasów Edwina Hubble'a, że nie jest ona jedyną. Dziś szacujemy, że we Wszechświecie istnieje kilkaset miliardów galaktyk i każda z nich zawiera kilkaset miliardów gwiazd. Żyjemy zatem na małej planecie, krążącej wokół przeciętnej gwiazdy położonej na obrzeżach Galaktyki i od wielu lat zadajemy sobie pytanie: czy nasz Układ Słoneczny jest jakimś zjawiskiem wyjątkowym we Wszechświecie?

Dziś w pewnym sensie znamy już odpowiedź na to pytanie. Teleskop kosmiczny Kepler odkrył ponad 2 tysiące planet pozasłonecznych (egzoplanet). Planety te są jednak inne niż planety Układu Słonecznego. Są większe i krążą bliżej swoich gwiazd niż planety Układu Słonecznego wokół Słońca. Wynika to do pewnego stopnia z ograniczeń dostępnych obecnie instrumentów. Odkrywamy planety głównie poprzez obserwacje efektu



Sieć anten ALMA na pustyni w Atacama w Chile zbudowana przez Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) — organizację składającą się z 16 krajów członkowskich, w tym Polski (od 2015 r.). ALMA umożliwia bezpośrednie obserwacje gazu i pyłu w dyskach protoplanetarnych wokół pobliskich gwiazd. Źródło: ESO

Dopplera, czyli zmian w częstotliwości linii widmowych spowodowanych ich ruchem wokół gwiazdy. Obserwujemy również zaćmienia, gdy planeta przechodzi przed tarczą gwiazdy. W obu przypadkach z natury rzeczy dużo łatwiej jest nam wykryć duże, masywne towarzyszki gwiazd. Niemniej jednak z każdym rokiem nasze możliwości instrumentalne są coraz większe i mamy już dziś kilka kandydatów na egzoplanety w tak zwanej „strefie mieszkalnej" (znanej naukowcom jako „habitalna"), gdzie woda może występować w stanie ciekłym.

Aby zrozumieć proces powstawania gwiazd, planet i składników życia we Wszechświecie, musimy badać materię międzygwiazdową. W zakresie fal optycznych przestrzeń między gwiazdami wydaje się pusta. Kiedy popatrzymy na niebo w ciemną, bezksiężycową noc, widzimy właściwie tylko gwiazdy, źródła punktowe. Okazuje się jednak, ze przestrzeń między gwiazdami jest wypełniona bardzo rozcieńczonym gazem i pyłem. I właśnie z tego gazu powstają nowe generacje gwiazd. Dobrze opisał to William Herschel, który kiedyś powiedział, że materia międzygwiazdowa to „chaotyczny budulec przyszłych słońc".

Obserwacje materii międzygwiazdowej

Dzięki badaniu materii międzygwiazdowej wiemy, że gwiazdy powstają w ciemnych obłokach, złożonych głównie z wodoru molekularnego (H_2) z dodatkiem innych molekuł, takich jak tlenek węgla (CO), woda (H_2O) i amoniak (NH_3). W takich obłokach znajdują się również małe ziarnka pyłu, które skutecznie blokują promieniowanie w zakresie fal optycznych. A zatem, aby zobaczyć jak powstają gwiazdy, musimy prowadzić obserwacje w dalekiej podczerwieni, gdzie promieniowanie jest w stanie penetrować centralne obszary obłoków międzygwiazdowych. Utrudnieniem jest ziemska atmosfera, która blokuje znaczną część promieniowania podczerwonego z powodu obecności m.in. sporej ilości pary wodnej. Z tego powodu niezbędne jest korzystanie z teleskopów kosmicznych. W latach 90. przełomowych danych dostarczyło Podczerwone Obserwatorium Kosmiczne (ang. *Infrared Space Observatory*, ISO), a od 2003 r. Spitzer, mimo że ich zwierciadła były dość niewielkie, poniżej 1 m. W ostatnich latach działał z kolei kosmiczny teleskop Herschela (2009–2014), którego duże, 3,5-m zwierciadło dostarczyło obserwacji o znacznie większej czułości i precyzji.

Obserwacje przy użyciu Herschela pozwoliły po raz pierwszy zobrazować strukturę obłoków, w których powstają gwiazdy. Ten dział astronomii rozwinął się w ciągu ostatnich 30–40 lat dzięki niesamowitemu postępowi technicznemu w budowie detektorów pracujących w podczerwieni. Pierwsze obserwacje obłoków w latach 70. ukazywały jedynie kilka źródeł punktowych. Natomiast najnowsze obserwacje z Herschela uwidaczniają skomplikowaną strukturę obszarów formowania gwiazd.

Do badań obłoków wykorzystuje się również wielkie teleskopy naziemne, takie jak 8-metrowy Bardzo Duży Teleskop (ang. *Very Large Telescope*, VLT) w Chile, dziesięciometrowe teleskopy Kecka na Hawajach, a w przyszłości także Ekstremalnie Wielki Teleskop Europejski (ang. *European Extremely Large Telescope*, E-ELT) nowy teleskop o średnicy zwierciadła 39 m, obecnie w trakcie budowy w Chile.

W zakresie bardzo krótkich fal radiowych — częstotliwości 1000–10000 razy wyższe niż radio FM — mamy również nowy, wspaniały instrument, który rewolucjonizuje astronomię w tym zakresie fal: ALMA (ang. *Atacama Large Millimeter / submillimeter Array*). Nie jest to pojedynczy teleskop, ale sieć 66 teleskopów położonych na wysokości 5 km nad poziomem morza na pustyni Atakama w Chile. Tereny płaskowyżu Chajnantor, gdzie od kilku lat pracuje ALMA, to niesamowite środowisko przypominające bardziej Marsa niż powierzchnię Ziemi. Na wysokości 5 km nad poziomem morza nie jest łatwo oddychać, bo zawartość tlenu w powietrzu jest niska. W momencie kiedy wykonujemy prace fizyczne przy teleskopie (np. uzupełniamy ciekły azot), poziom tlenu w naszej krwi szybko spada i nawet bardzo sprawne osoby łapią zadyszkę.

Składniki obłoków międzygwiazdowych

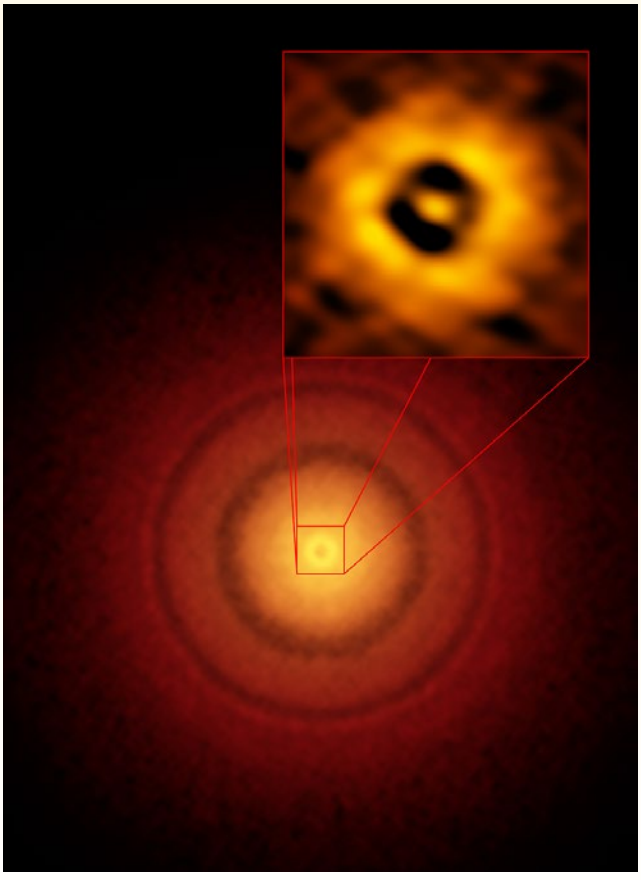
Astronomiczna tablica Mendelejewa jest w istocie bardzo prosta. Głównymi składnikami obłoków międzygwiazdowych są wodór (ok. 90%) i hel (ok. 10%). Inne pierwiastki: tlen (O), azot (N), węgiel (C) są obecne na bardzo niskim poziomie kilku atomów na 10 000 atomów wodoru. Okazuje się jednak, że te śladowe ilości ciężkich pierwiastków są bardzo istotne, ponieważ w wyniku reakcji chemicznych tworzą one dziesiątki i setki molekuł. Tak więc ośrodek międzygwiazdowy emituje cały las linii widmowych, które możemy obserwować, używając teleskopów takich jak Herschel czy ALMA. Z obserwacji tych linii widmowych możemy wywnioskować, jakie warunki panują w obłokach molekularnych: jaka jest tam gęstość, temperatura, natężenie promieniowania ultrafioletowego, promieniowania X. I to jest właśnie zaleta dalekiej podczerwieni: dzięki niej możemy badać obiekty, które wyglądają jak „worki węgla" w zakresie optycznym.

Do dnia dzisiejszego odkryliśmy prawie 200 molekuł w przestrzeni międzygwiazdowej. Niektóre z nich są proste, znane z życia codziennego, takie jak amoniak, woda, formaldehyd (H_2CO). Inne są bardziej egzotyczne: jony niosące ładunek elektryczny, długie łańcuchy węglowe. Słowem, nietypowe molekuły, rzadko spotykane na Ziemi. Jedną z molekuł odkrytych w przestrzeni międzygwiazdowej jest alkohol etylowy. Tego typu odkrycia zawsze spotykają się z dużym zainteresowaniem mediów. Rok temu opublikowaliśmy (D. L.) artykuł opisujący odkrycie prostego cukru i alkoholu w komecie Lovejoy. Dziennikarze byli zafascynowani faktem, że z tej komety parowało aż 500 butelek wina na minutę. To odkrycie wylądowało na przykład na pierwszej stronie francuskiego tygodnika satyrycznego „Le canard". W swobodnym tłumaczeniu: „Alkohol i cukier zaobserwowane na komecie. Jesteśmy tego pewni? Nikt nie bawił się obiektywem po ostatniej imprezie?"

Wśród cząsteczek odkrytych w przestrzeni międzygwiazdowej są również pierwsze cegiełki w syntezie skomplikowanych związków organicznych o dużym znaczeniu dla organizmów żywych. Niedawno odkryty w obszarach formowania gwiazd tlenek fosforu (PO) jest istotny przy przenoszeniu energii w komórkach, a również pełni ważną funkcję przy tworzeniu szkieletu kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA). Z kolei sonda Rosetta odkryła w komie komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko glicynę (NH_2CH_2COOH) — naj-

2 atomy	3 atomy	4 atomy	5 atomów	6 atomów	7 atomów	8 atomów	9 atomów	10 atomów	11 atomów	12 atomów	>12 atomów
H_2	C_3	c-C_3H	C_5	C_5H	C_6H	CH_3C_3N	CH_3C_4H	CH_3C_5N	HC_9N	c-C_6H_6	$HC_{11}N$?
AlF	C_2H	l-C_3H	C_4H	l-H_2C_4	CH_2CHCN	$HC(O)OCH_3$	CH_3CH_2CN	$(CH_3)_2CO$	CH_3C_6H	n-C_3H_7CN	C_{60}
AlCl	C_2O	C_3N	C_4Si	C_2H_4	CH_3C_2H	CH_3COOH	$(CH_3)_2O$	$(CH_2OH)_2$	C_2H_5OCHO	i-C_3H_7CN	C_{70}
C_2	C_2S	C_3O	l-C_3H_2	CH_3CN	HC_5N	C_7H	CH_3CH_2OH	CH_3CH_2CHO	$CH_3OC(O)CH_3$	$C_2H_5OCH_3$?	C_{60}^+
CH	CH_2	C_3S	c-C_3H_2	CH_3NC	CH_3CHO	C_6H_2	HC_7N	CH_3CHCH_2O 2016			
CH^+	HCN	C_2H_2	H_2CCN	CH_3OH	CH_3NH_2	CH_2OHCHO	C_8H				
CN	HCO	NH_3	CH_4	CH_3SH	c-C_2H_4O	l-HC_6H	$CH_3C(O)NH_2$				
CO	HCO^+	HCCN	HC_3N	HC_3NH^+	H_2CCHOH	CH_2CHCHO (?)	C_8H^-				
CO^+	HCS^+	$HCNH^+$	HC_2NC	HC_2CHO	C_6H^-	CH_2CCHCN	C_3H_6				
CP	HOC^+	HNCO	HCOOH	NH_2CHO	CH_3NCO 2015	H_2NCH_2CN	CH_3CH_2SH (?)				
SiC	H_2O	HNCS	H_2CNH	C_5N		CH_3CHNH					
HCl	H_2S	$HOCO^+$	H_2C_2O	l-HC_4H							
KCl	HNC	H_2CO	H_2NCN	l-HC_4N							
NH	HNO	H_2CN	HNC_3	c-H_2C_3O							
NO	MgCN	H_2CS	SiH_4	H_2CCNH(?)							
NS	MgNC	H_3O^+	H_2COH^+	C_5N^-							
NaCl	N_2H^+	c-SiC_3	C_4H^-	HNCHCN							
OH	N_2O	CH_3	HC(O)CN								
PN	NaCN	C_3N^-	HNCNH								
SO	OCS	PH_3	CH_3O								
SO^+	SO_2	HCNO	NH_4^+								
SiN	c-SiC_2	HOCN	H_2NCO^+ (?)								
SiO	CO_2	HSCN	$NCCNH^+$ 2015								
SiS	NH_2	H_2O_2									
CS	H_3^+	C_3H^+									
HF	SiCN	HMgNC									
HD	AlNC	HCCO 2015									
FeO ?	SiNC										
O_2	HCP										
CF^+	CCP										
SiH ?	AlOH										
PO	H_2O^+										
AlO	H_2Cl^+										
OH^+	KCN										
CN^-	FeCN										
SH^+	HO_2										
SH	TiO_2										
HCl^+	C_2N										
TiO	Si_2C 2015										
ArH^+											
N_2											
NO^+ ?											

Tabela związków chemicznych zaobserwowanych w ośrodku międzygwiazdowym z podziałem na ilość atomów tworzących molekuły. Źródło: CDMS, http://www.astro.uni-koeln.de/cdms/



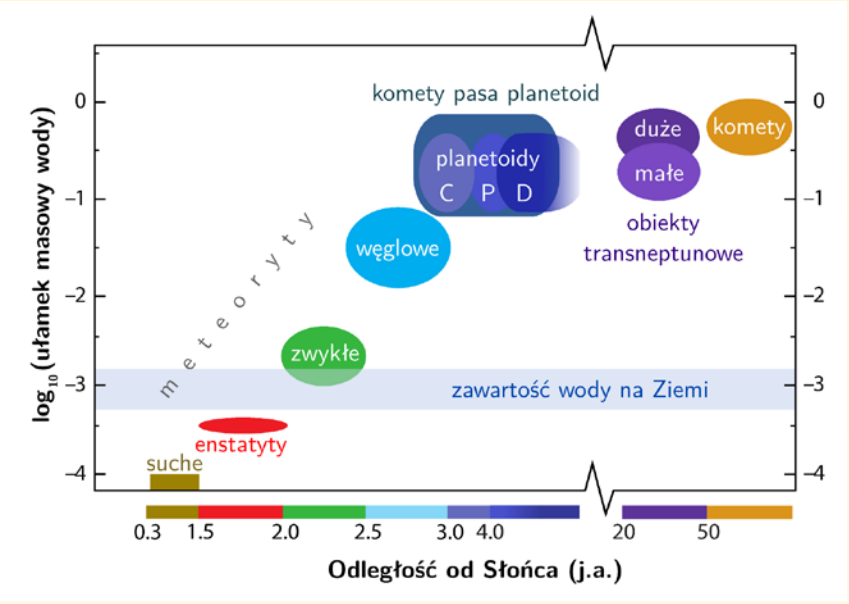
Dysk protoplanetarny wokół TW Hydra, młodej gwiazdy podobnej do Słońca widziany okiem sieci anten ALMA. Powiększenie przedstawia wewnętrzny obraz dysku z widoczną pustą przestrzenią, przerwą, znajdującą się w odległości 1 jednostki astronomicznej. Pozostałe pierścienie przedstawiają bardziej oddalone miejsca, gdzie być może powstające planety „oczyszczają" dysk z gazu i pyłu. Źródło: S. Andrews (Harvard-Smithsonian CfA), ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

prostszy z aminokwasów białkowych, związany z obecnością kwasu rybonukleinowego (RNA). Obliczenia teoretyczne pokazują, że detekcja glicyny już niedługo powinna być możliwa przy pomocy radioteleskopu ALMA w obszarach tworzenia gwiazd o małych masach. Z pewnością otworzy to nową erę w badaniach z zakresu astrobiologii.

W przestrzeni międzygwiazdowej istnieją również bardzo duże związki węglowe, takie jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (ang. *policyclic aromatic hydrocarbon*, PAH) czy też fuleryny, cząsteczki tworzące zamkniętą, pustą w środku bryłę, za odkrycie których Harry Kroto otrzymał Nagrodę Nobla w 1996 r. Powszechność występowania PAH-ów jest zaskakująca, biorąc pod uwagę ich skomplikowaną strukturę. Są one szczególnie użyteczne przy badaniu obszarów silnie oświetlanych przez promieniowanie ultrafioletowe (tzw. obszary fotodysocjacyjne), ponieważ w odróżnieniu od prostszych związków chemicznych nie ulegają łatwo fotodysocjacji.

Zasadniczym pytaniem jest więc, jak te wszystkie cząsteczki powstają w przestrzeni międzygwiazdowej? Jakie reakcje chemiczne mają kluczowe znaczenie w obszarach o temperaturze rzędu 10 stopni powyżej absolutnego zera i gęstości tysiące razy niższej niż najlepsza próżnia w naszych laboratoriach? Okazuje się, że tak zwana „chemia powierzchniowa" dominuje w obszarach powstawania gwiazd. Ziarenka pyłu pokrywają się bardzo szybko otoczkami lodu, w którym zachodzą skomplikowane reakcje chemiczne. O istnieniu tego lodu wiemy również z obserwacji w podczerwieni w trochę krótszym zakresie fal, rzędu kilku mikrometrów, gdzie możemy obserwować pasma absorpcyjne lodu. W 2018 r. jest planowane wystrzelenie Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba, przystosowanego do tego rodzaju badań i prawdopodobnie przyniesie on przełom w badaniu różnorodności lodu w różnych obiektach astrofizycznych.

Można więc podsumować, że obłoki międzygwiazdowe mają skomplikowany skład chemiczny, a złożone związki organiczne zostały odnalezione niemal we wszystkich obszarach powstawania gwiazd. Najprostsze składniki życia są powszechne w kosmosie.



Zawartość wody w różnych ciałach Układu Słonecznego w czasie powstawania Ziemi w funkcji odległości od Słońca. Chondryty enstatytowe, które są grupą meteorytów kamiennych pochodzących z obszaru odległego o 1,8 j.a. od Słońca, zawierają bardzo mało wody. Z kolei chondryty węgliste, które pochodzą z zewnętrznego pasa planetoid, zawierają ok. 5–10% wody, a komety i obiekty transneptunowe nawet więcej. Źródło: van Dishoeck et al. 2014 (PPVI)

Powstawanie gwiazd i planet

Ważną rolą obserwacji astrochemicznych opisanych powyżej jest odpowiedź na pytanie, w jaki sposób powstają gwiazdy i układy planetarne. Dziś wiemy, że wszystko zaczyna się od zapadania się obłoków pod wpływem siły grawitacyjnej. Jeśli obłok jest wystarczająco gęsty, rozpoczyna się kolaps grawitacyjny, który prowadzi do powstawania jednej lub kilku tzw. protogwiazd — gwiazd w „wieku przedszkolnym". Kluczowym etapem w tym procesie jest powstawanie dysków protoplanetarnych. To bardzo ważny krok, ponieważ właśnie w tych dyskach w następnym etapie powstają planety. ALMA umożliwia obserwacje o rozdzielczości niezbędnej do bezpośredniego zobrazowania takich dysków. Z obserwacji — głównie w podczerwieni — wiemy, że wszystkie młode gwiazdy na pewnym etapie swojej ewolucji są otoczone dyskami. Ich rozmiary są porównywalne do rozmiaru naszego Układu Słonecznego, a ich masy wystarczające do utworzenia systemu planetarnego. A zatem składniki do tworzenia planet są również powszechne i nie jest zaskoczeniem, że Kepler odkrył już kilka tysięcy egzoplanet.

Pytanie tylko, jak w praktyce malutkie ziarnka pyłu o rozmiarze 1/10 mikrometra, 1000 razy mniejsze niż średnica ludzkiego włosa, mogą urosnąć 13 rzędów wielkości do rozmiarów rzędu 1000 km w ciągu kilkudziesięciu milionów lat? Okazuje się, że ten sam lód, który był istotny dla aspektów chemicznych w kontekście chemii powierzchniowej, jest tu również bardzo pomocny. Każde dziecko wie, jak zrobić bałwana ze śniegu. Trochę trudniej jest go zrobić z suchego piasku na plaży. Śnieg się lepi, a piasek nie za bardzo. Na tej samej zasadzie, dzięki wodnym, lodowym otoczkom pokrywającym ziarenka pyłu w dyskach możliwe jest zatem szybkie tworzenie większych struktur, takich jak planetozymale (proces ten nazywa się koagulacją).

Bardzo istotnym pojęciem jest tak zwana „linia śniegu", która oddziela ciepłą, suchą, środkową część dysku od jego mokrej, zewnętrznej, zamrożonej części. Tego typu linie śniegu istnieją nie tylko dla wody, ale również dla innych molekuł i ALMA jest teraz w stanie obserwować je bezpośrednio. Na przykład w dysku wokół pobliskiej gwiazdy w gwiazdozbiorze Hydry widzimy bezpośrednio linię śniegu tlenku węgla (CO). Pozwala na to rozdzielczość ALMA, która dla pobliskich obiektów wynosi kilka jednostek astronomicznych (1 j.a. to odległość Ziemi od Słońca). Dzięki tym bezpośrednim obserwacjom nie trzeba odwoływać się do skomplikowanych modeli dynamicznych, ale można po prostu zobaczyć strukturę dysków, pierścienie i przerwy tworzone w nich przez powstające tam młode planety.

Różnorodność planet i pochodzenie wody na Ziemi

Warto zadać pytanie, skąd bierze się różnorodność egzoplanet odkrytych przez Keplera. Okazuje się, że jest to w pewnym sensie proces losowy, który zależy od specyficznych warunków początkowych w czasie powstawania planet w dyskach. Na przykład od tego, czy na początkowych etapach powstanie bardzo duża planeta, taka jak Jowisz. Aby odpowiedzieć na to pytanie, potrzebne są więc precyzyjne symulacje, modele komputerowe. Oczywiście kluczowym aspektem jest tu istnienie tak zwanej „strefy mieszkalnej", gdzie woda może istnieć w stanie ciekłym.

Nasz własny Układ Słoneczny dostarcza również dużo istotnych informacji. Na przykład komety (tak zwane „brudne kule śniegu") są reliktami z początkowej fazy powstawania Układu Słonecznego, 4,5 mld lat temu. Ich skład chemiczny i izotopowy jest wyznaczany i porównywany do składu lodu w ośrodku międzygwiazdowym. Przełomowe znaczenie miała w ostatnich latach sonda Rosetta, która dostarczyła niewyczerpanej ilości informacji o wyglądzie i składzie chemicznym komety 67P. Zdjęcia przesłane przez kamerę Osiris są fantastycznej jakości. Pokazują istnienie wydm, klifów i wąwozów.

Badania komet są bardzo istotne w kontekście zrozumienia, skąd pochodzi woda na Ziemi. Stosunek tak zwanej „ciężkiej" wody (HDO), w której jeden z atomów wodoru został zastąpiony deuterem, do normalnej wody (H_2O) jest tu kluczowym parametrem. Z obserwacji Herschela wiemy, że przynajmniej jedna kometa, Hartley 2, ma dokładnie taką samą wodę jak ziemskie oceany.

Woda jako rozpuszczalnik jest oczywiście konieczna do rozwoju życia w takiej formie, jaką znamy tu, na Ziemi. Chociaż 70% powierzchni Ziemi jest pokryte wodą, całościowo (objętościowo) nie jest jej znowu tak wiele. Gdybyśmy zrobili z tej wody kulę, byłaby ona z grubsza wielkości Stanów Zjednoczonych w kierunku północ-południe, od Kanady do Meksyku.

Rezerwuary wody w Układzie Słonecznym znajdują się daleko od Słońca — głównie tam, gdzie jest zimno. Ziemia zawiera jednak 10 razy więcej wody niż meteoryty w odległości 1 j.a. od Słońca. Z tego powodu uważamy, że pierwotna woda na Ziemi po prostu wyparowała, a obecna woda musiała zostać dostarczona ponownie później, przez planetoidy lub komety.

Obiecująca przyszłość

Mimo że w ciągu ostatnich kilkunastu lat poziom naszej wiedzy o powstawaniu gwiazd, planet, naszego Układu Słonecznego i składników życia niesamowicie się zwiększył, na wiele pytań wciąż nie znamy odpowiedzi. Na szczęście nowe, potężniejsze teleskopy kosmiczne i naziemne są obecnie w trakcie budowy. James Webb, nowy teleskop kosmiczny NASA, będzie w szczególności wspaniałym instrumentem do badania składu lodu w przestrzeni międzygwiazdowej i w obiektach Układu Słonecznego. Nowe odbiorniki na ALMA już w tym roku umożliwią obserwacje wody o bardzo dużej precyzji z powierzchni Ziemi, oczywiście przy szczególnie korzystnych warunkach pogodowych.

Podsumowując, składniki chemiczne potrzebne do powstania życia są szeroko rozpowszechnione we Wszechświecie i związane z obszarami powstawania gwiazd. Układy planetarne mogą powstawać wokół większości gwiazd. Dotychczas odkryte układy planetarne są jednak odmienne od naszego Układu Słonecznego. Struktura i skład chemiczny tych obszarów są obecnie badane bezpośrednio w skalach Układu Słonecznego przy pomocy najnowszych instrumentów. Bez wątpienia astrochemia i astrobiologia będą jednymi z najbardziej dynamicznie rozwijających się dziedzin astronomii w XXI wieku. ■

Profesor Darek Lis jest dyrektorem laboratorium LERMA w Obserwatorium Paryskim, od wielu lat związany z Kalifornijskim Instytutem Technologii (Caltech), gdzie w latach 2009–2014 był zastępcą dyrektora Caltech Submilimeter Observatory. Zainteresowania naukowe Darka Lisa obejmują spektroskopię molekularną wysokiej rozdzielczości obiektów Układu Słonecznego oraz ośrodka międzygwiazdowego, od Drogi Mlecznej do najdalszego Wszechświata. Punktem wyjścia do powstania artykułu był wykład popularnonaukowy wygłoszony w Ratuszu Staromiejskim w Toruniu 15 września 2016 r. w ramach konferencji o międzygwiezdnych szokach.

Dr Agata Karska jest adiunktem w Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, laureatką Nagrody Naukowej „Polityki" w 2015 r. Już w szkole zdradzała nieprzeciętną pasję badawczą, a studia na swojej dzisiejszej uczelni ukończyła z tytułem najlepszego absolwenta. W latach 2009–2014 pracowała w Instytucie Maxa Plancka ds. Fizyki Pozaziemskiej (MPE) w Garching w grupie astrochemicznej prof. Ewine van Dishoeck. Na co dzień wykorzystuje związki chemiczne widoczne w fazie gazowej do badania procesu powstawania gwiazd.

Profesor Ewine van Dishoeck pracuje na Uniwersytecie w Lejdzie w Holandii oraz w MPE w Niemczech. Od 2016 r. pełni funkcję prezydenta-elekta Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Jest jednym z najbardziej cytowanych astrofizyków na świecie, a także promotorem 43 obronionych prac doktorskich. Zajmuje się obserwacjami, modelowaniem i badaniami laboratoryjnymi gazu i pyłu na różnych etapach powstawania gwiazd i planet. W ostatnich latach kierowała grupą „Water in star forming regions with Herschel" (WISH), w której pracował Darek Lis i Agata Karska.

Niezwykła trylogia księdza profesora — szlagier wydawniczy w księgarni „Uranii”

FILOZOFIA HELLERA

w opinii młodych intelektualistów

Dlaczego wszystko, co się wydarza, wydarza się? Co rządzi naszym losem? Czy to możliwe, że jedynym źródłem przypadku we Wszechświecie jest nasza ignorancja?

FILOZOFIA PRZYPADKU

CCPress 2013, stron 332

„Filozofia przypadku” autorstwa ks. prof. Michała Hellera to książka niezwykła. „Kosmiczna fuga” zaczyna się spokojnie, od przybliżenia historii tytułowego zagadnienia. Obszerne preludium wyjaśnia, jak wielkie znaczenie w ukształtowaniu pojęcia prawdopodobieństwa miały religia, polityka, a również gry hazardowe. Czytelnik żądający konkretnej, matematycznej wiedzy dostanie solidną porcję definicji i naukowych faktów. Występują takie pojęcia, jak ruchy Browna, teoria miary, uogólnione rachunki prawdopodobieństwa. Wielki finał stanowi kluczowe pytanie: „Bóg czy przypadek?”, a próba znalezienia odpowiedzi prowadzi do zaskakującej teorii wyjaśniającej wcale nieprzypadkowe miejsce przypadków we Wszechświecie.

Temat jest poważny, całość jednak czyta się lekko. Autor zręcznie wplata w treść anegdoty z życia uczonych i liczne ciekawostki. Pokazuje chociażby, jaki związek mają kreacjoniści i zwolennicy Inteligentnego Projektu z doktryną manicheizmu oficjalnie uznaną za herezję już w pierwszych wiekach istnienia chrześcijaństwa, a także stawia niecodzienne pytania, takie jak „czy w całce jest więcej tajemnicy niż w różniczce?”.

Profesor Heller przedstawia cały problem przypadkowości, patrząc przez pryzmat kosmicznej ewolucji i dociera do nieprzeciętnych wniosków. „Filozofia przypadku” to pozycja, którą powinien przeczytać każdy, kto kiedykolwiek zastanawiał się nad tym, co kieruje biegiem zdarzeń we Wszechświecie.

Miriam Kosik

FILOZOFIA NAUKI

CCPress 2016, stron 200

Niekwestionowane sukcesy nowożytnych nauk ścisłych od dziesięcioleci pobudzają umysły filozofów, kierując ich w stronę rozważań nad matematyczno-empiryczną metodą poznania świata. Jaki jest związek teorii naukowej z rzeczywistością? Czy ewolucja nauki jest procesem racjonalnym? Czy metoda naukowa ma granice? Refleksję nad tymi zagadnieniami podejmuje ks. prof. Michał Heller w swojej książce pt. „Filozofia nauki”.

Pozycja ta pojawiała się jako efekt wieloletniej działalności dydaktycznej ks. prof. Hellera i stanowi zwięzły wstęp do filozofii nauki. Autor znakomicie wykorzystuje swoje wykształcenie, rozważając zawartość, ewolucję i granice nauki na przykładzie fizyki jako dyscypliny naukowej o największym stopniu dojrzałości metodologicznej. Krótki, lecz rzeczowy i przejrzysty opis bogactwa problemów filozofii nauki jest zdecydowanym atutem dzieła. Oprócz przedstawienia najbardziej wpływowych idei Kuhna, Poppera, Lakatosa i innych wybitnych myślicieli, ks. Heller prezentuje własne poglądy, m.in. nieliniowy model ewolucji nauki oparty na teorii układów dynamicznych.

Język w „Filozofii nauki” obfituje w specjalistyczne pojęcia z zakresu filozofii i fizyki, lecz autor zadbał o ich dokładne wyjaśnienie, co sprawia, że książka jest obowiązkową pozycją dla każdego, kto jest zainteresowany filozoficzną refleksją nad fenomenem nauki.

Kamil Bonna

FILOZOFIA KOSMOLOGII

CCpress 2013, stron 168

Wydawać by się mogło, że filozofia i kosmologia nie mają ze sobą nic wspólnego. To wrażenie jest jednak mylne, a ks. Michał Heller w swojej książce pokazuje, jak kosmologia z dyscypliny filozoficznej, jaką była na początku XX wieku, wyewoluowała w dojrzałą naukę fizyczno-astronomiczną.

Pierwsze dwa rozdziały są wstępem historycznym i pokazują proces kształtowania się kosmologii, zaczynając od klasycznych paradoksów Olbersa i Seelingera, przez zagadnienia termodynamiki Wszechświata i teorię względności do odkrycia mikrofalowego promieniowania tła i tworzenia modelu kosmologicznego. Kolejny rozdział przynosi pytania natury filozoficznej: czy kosmologia jest nauką? Czym jest Wszechświat przez nią opisywany? Potem profesor Heller przedstawia problem osobliwości początkowej i wtedy właśnie najsilniej widać związek filozofii z kosmologią. W ostatniej części autor dyskutuje metody badawcze kosmologii, problem unikalności Wszechświata, a nawet dotyka metafizyki.

Ks. Heller zwraca uwagę na to, że dostępne na rynku wydawnictwa o podobnej tematyce to najczęściej książki popularnonaukowe, które obok pouczających rozważań są pełne pseudonaukowych stwierdzeń. Swoją publikację określa mianem *wstępnego przetarcia drogi*. Autor zmusza czytelnika do wysiłku intelektualnego, ale kluczowe rozważania przedstawia w jasny sposób, a poprzez intrygujące konkluzje potrafi rozbudzić jego ciekawość. To wszystko sprawia, że książka jest zdecydowanie warta polecenia każdemu zainteresowanemu tematem kosmosu.

Maria Sztymelska

Wszystkie opisane tu książki dostępne są w naszym sklepiku internetowym: https://sklep.pta.edu.pl/

PROMOCYJNA CENA EKSKLUZYWNEGO KOMPLETU 97,70 ZŁ

Hieronim Hurnik 1919–2016

Uśmiech Profesora

Źródło: Archiwum OA UAM

Prof. Hieronim Hurnik (1919–2016)

Przedstawiamy sylwetkę poznańskiego astronoma, Hieronima Hurnika, który zakończył swoją wędrówkę po Ziemi 9 października 2016 r., dożywając 97 lat. Profesor wyróżniał się szerokim wachlarzem zainteresowań i na stałe był związany z poznańską Alma Mater. Hieronim Hurnik trwale zapisał się w annałach astronomii Grodu Przemysła.

Młodość

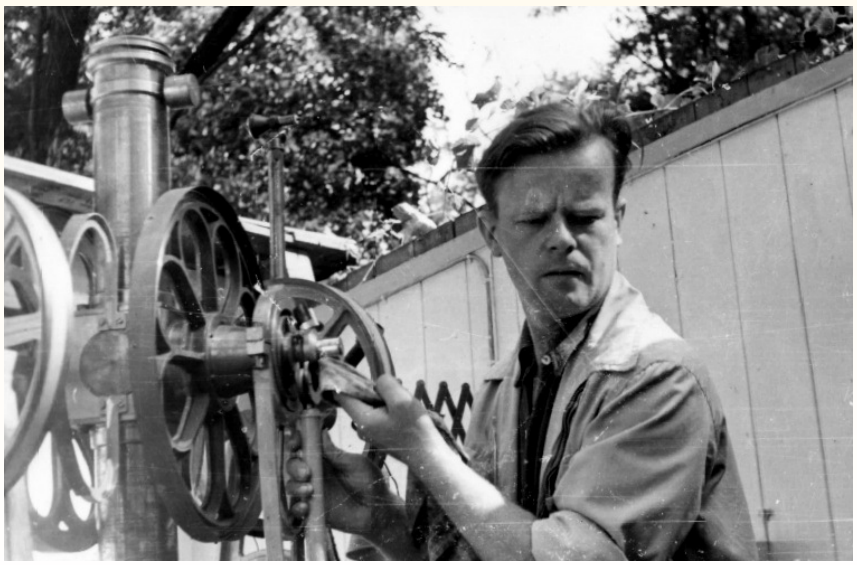
Hieronim Hurnik urodził się 6 października 1919 roku w Poznaniu. Tak się więc złożyło, że został rówieśnikiem swojej przyszłej uczelni — Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza. Należąc do sześcioosobowej rodziny, utrzymywanej przez pracującego jako stolarz ojca, nie miał wielkiego wyboru i musiał uczyć się pilnie, gdyż tylko bardzo dobre wyniki zapewniały obniżenie czesnego w gimnazjum o połowę. Mimo notorycznych kłopotów z językiem niemieckim, radził sobie nieźle i z dumą wspominał, że nie tylko znalazł się wśród trójki uczniów, którzy dotarli do matury bez powtarzania klasy, ale nawet mógł dorobić sobie udzielaniem korepetycji.

Wielu z nas, astronomów lubi podkreślać, że zamiłowanie do spraw kosmicznych towarzyszyło im od najmłodszych lat, wspominać pierwsze amatorskie obserwacje i pochłaniane lektury. Tymczasem profesor Hurnik zawsze opowiadał, z rozbrajająca szczerością, że skoro miał dobrą ocenę z matematyki na świadectwie maturalnym, to wraz z trójką kolegów z klasy, którzy wypadli równie dobrze, wstąpił w roku 1937 na Wydział Matematyczno-Przyrodniczy Uniwersytetu Poznańskiego. A tam, mając do wyboru wykłady z krystalografii i z astronomii, wybrał ten drugi, podobnie jak większość studentów postawionych wtedy przed takim wyborem. Tylko skutki tego popularnego wyboru okazały się daleko poważniejsze niż u większości kolegów i koleżanek: cierpliwa Urania zagięła parol na młodego studenta.

Już na pierwszym wykładzie profesor Józef Witkowski żalił się, że przestało działać astronomiczno-geofizyczne koło naukowe. Wkrótce potem koło reaktywowano, a Hieronim Hurnik został jego wiceprezesem. Niedługo później znalazł się wśród kilku studentów zatrudnionych do prac rachunkowych oraz obserwacyjnych i jako obserwator stał się współautorem dwóch prac poświęconych fotometrii gwiazd zmiennych (Rocznik Astronomiczny Obserwatorium Krakowskiego) oraz astrometrii komety i planetoid (Acta Astronomica).

Niestety, jesienią roku 1939, zamiast Gaudeamus zabrzmiały marsze i zaczęło się pięć lat wojennej poniewierki: chaotyczna ewakuacja, obozy przejściowe, odłączenie od rodziny, przesiedlenie pod Siedlce i wreszcie niewolnicza praca w gospodarstwie rolnym w Prusach Wschodnich. Ostatni etap tułaczki zaczął się od rycia okopów na Litwie, po czym nastał czas rozgardiaszu, kolejne ewakuacje, przeprawa po lodzie Zalewu Wiślanego i pierwsze czołgi z czerwoną gwiazdą napotkane już pod Słupskiem. Te kilka miesięcy pod Słupskiem wspominał profesor Hurnik z osobliwym uśmiechem, gdyż wtedy zasłużył sobie na tytuł Pierwszego Kowboja Astronomii Polskiej: odpowiadał za stado krów, a o broń bywało wtedy łatwiej niż o jedzenie. Kiedy jednak kazano mu popędzić stado pod kuratelą krasnoarmiejców i w kierunku zupełnie przeciwnym niż ku Rio Grande, zemknął dyskretnie pod Bydgoszczą i w końcu powrócił do rodzinnego miasta.

W poznańskim obserwatorium zastał profesora Witkowskiego, który nakłonił go do kontynuowania studiów i zatrudnił na bliżej nieokreślonym etacie z symboliczną pensją (a czasy były takie, że sam kierownik łatał sobie budżet sprzedażą warzyw uprawianych w obserwatoryjnym parku). Jego pierwszym obowiązkiem było skatalogowanie biblioteki. Powstanie tego katalogu zasługuje na wpis do Księgi Guinessa — sam profesor przyznawał, że na maszynie stukał jednym palcem, a pokusa, żeby bliżej zapoznać się z katalogowaną książką bywała przemożna i rzadko jej się opierał. Wkrótce do obowiązków doszły pozycyjne obserwacje fotograficzne, redukcja wyników zakryć gwiazd przez Księżyc, służba czasu, zaopatrzenie i sekretarzowanie (w tym



Źródło: Archiwum OA UAM

Mgr Hieronim Hurnik w Obserwatorium Astronomicznym UAM w 1950 r.

wystukiwanie na maszynie listów w nieznanych językach). W tym natłoku zajęć udało się jednak ukończyć studia i w roku 1948 obronić pracę magisterską na temat badania optyki obiektywu Steinheila. Zatrudniony na etacie starszego asystenta, związał się już na stałe z Obserwatorium Astronomicznym UAM.

Na szczeblach kariery naukowej

W zespole doktora Fryderyka Koebcke zajął się konstruowaniem zegarów kwarcowych, co było — jak na warunki polskie — pracą nowatorską, choć prowadzoną w warunkach, które dziś zwykło się nazywać „garażowymi". Prace zakończyły się sukcesem i profesor lubił o nich opowiadać barwnie, dźwiękonaśladowczo i z gestykulacją. Ktokolwiek słuchał lub czytał wspomnienia prof. Hurnika, musi zauważyć, że na każdy rok jego pracy przypada po kilka wątków. Cokolwiek można by mu zarzucić, na pewno nie będzie to brak pracowitości. Lata pięćdziesiąte to dla magistra Hurnika nie tylko zegary kwarcowe, lecz również czas pracy nad organizacją i budową Obserwatorium PAN w Borówcu i przygotowania rozprawy doktorskiej poświęconej rozkładowi kierunków peryheliów komet. A i to tylko „między innymi".

Rok 1957 był podwójnie znaczący dla Hieronima Hurnika: pracę doktorską udało się po drobnych perypetiach obronić, a wokół Ziemi zaczął krążyć Sputnik 1, zapowiadając nowe obowiązki i wyzwania. Do jego zainteresowań naukowych dołączyły obserwacje sztucznych satelitów i budowa kolejnych instrumentów z tym związanych — najpierw kamer fotograficznych, a wiele lat później dalmierzy laserowych. Pozostał jednak wierny tematyce kometarnej i pracę habilitacyjną , obronioną w roku 1964, poświęcił analizie ruchu Słońca względem statystycznej chmury komet (pozostając wówczas zwolennikiem hipotezy o ich międzygwiazdowym pochodzeniu).

Jedną z cech, która wyróżniała profesora Hurnika spośród innych postaci polskiej astronomii, był imponujący zakres zainteresowań naukowych: obserwacje gwiazd, małych ciał, satelitów, meteorów, budowa i badanie instrumentów najrozmaitszego rodzaju (astrografy, kamery satelitarne, dalmierze laserowe, zegary, piony elektroniczne — w tym jeden, który miał działać na powierzchni Księżyca) czy wreszcie „wykopki" w rejonie spadku meteorytu Morasko i analiza chemiczna uzyskanych granulek, w której wspierała go pracująca na Wydziale Chemii żona Bogusława. W tych dziedzinach dochodziła do głosu jego „żyłka majsterkowicza" — może wsparta trochę ojcowskimi genami. Ale był też niezłym teoretykiem, a w każdym razie solidnym rachmistrzem, czego dowodzą choćby prace kometarne.

Kopernikański profesor

Tytuł profesorski, który otrzymał w kopernikańskim roku 1973, zawdzięczał nie tylko badaniom naukowym, lecz również pracy ze studentami i doktorantami. Dość wspomnieć, że wypromował 17 doktorów i przez 7 lat

Z żoną Bogumiłą w 2016 r. Fot. Magdalena Polińska

był prodziekanem do spraw studenckich. Dzięki jego staraniom astronomia stała się jedną ze specjalizacji studiów fizyki na UAM, co było ważnym etapem na drodze do samodzielnego kierunku studiów.

Kiedy w roku 1967 objął stanowisko Kierownika Obserwatorium Astronomicznego UAM, zadbał o zrównoważony rozwój zarówno obserwacji, jak i teorii. Wbrew pojawiającym się czasem sugestiom, nie wygasił tematyki małych ciał Układu Słonecznego w czasach, gdy wydawała się mało atrakcyjna i musiał odczuwać satysfakcję, gdy problematyka planetoid i komet wróciła nie tylko do głównego nurtu astronomii, lecz i na łamy gazet, a nawet ekrany kin. Przeprowadził Obserwatorium przez trudne lata osiemdziesiąte i kiedy odchodził na emeryturę w roku 1990, byliśmy gotowi na nowe czasy i żegnaliśmy go z szacunkiem.

Żegnaliśmy wtedy kierownika, ale nie astronoma i starszego kolegę. Profesor miał mieszkanie służbowe w Obserwatorium i widywaliśmy go codziennie. Mimo słabnącego słuchu, nie opuszczał cotygodniowych seminariów i często dorzucał swój komentarz do wyświetlanych slajdów. Wychowany na ręcznych arytmometrach, nie obraził się na nadejście ery komputerowej i nie poddawał się nawet kolejnym wersjom „okienek", z którymi walczył, redagując książki popularnonaukowe w ostatnich dekadach swojego życia. Z roku na rok dreptał po schodach z coraz większym wysiłkiem, ale uśmiechał się przy tym tak pogodnie, że jego widok poprawiał atmosferę pracy. Mieliśmy nadzieję, że pobije rekord długowieczności profesora Opolskiego. Nie udało się. Szkoda.

Sławomir Breiter

Prof. Hieronim Hurnik na uroczystości swoich 95 urodzin w OA UAM. Fot. Magdalena Polińska

16 września 2017: wszystkie teleskopy na HD189733b!

Obserwacje tranzytów planet pozasłonecznych

Gabriel Murawski

Adam Tużnik

Astronomowie zawodowi odkryli już bardzo wiele planet. Część tych obiektów ma orbity tak ustawione względem nas, że są możliwe obserwacje osłabień blasku gwiazdy na skutek przejścia przed nią planety. Tego typu obserwacje są obecnie także w zasięgu sprzętu, którym dysponują miłośnicy astronomii. Zachęcamy do własnych prób obserwacji tranzytów dla znanych egzoplanet!

Dzięki badaniu zmian jasności odległych gwiazd uczeni są w stanie obserwować przejścia odległych planet na tle macierzystych gwiazd, tzw. tranzyty. Pierwszą planetą pozasłoneczną, dla której naukowcy zaobserwowali tranzyt, jest HD 209458 b. Nastąpiło to w 1999 r. Astronomom amatorom udało się powtórzyć te obserwacje bardzo szybko, kilku obserwatorów z Finlandii dokonało tego w 2000 r. W Polsce pierwsze amatorskie obserwacje tranzytów egzoplanet nastąpiły dość późno — pierwszy był Marcin Wardak, który w 2009 r. dokonał pomyślnej obserwacji tranzytu planety XO-2 b. Do tej pory niewielu miłośników astronomii w Polsce obserwowało z przydomowego ogródka tranzyty egzoplanet. Jednym z nich jest 19-latek Gabriel Murawski, najmłodszy z polskich obserwatorów tranzytów, współautor niniejszego tekstu, któremu udało się zaobserwować przejścia planet HD 189733 b i HD 209458 b (szczegóły w ramce).

Planeta pozasłoneczna HD 189733 b znajduje się w odległości około 63 lat świetlnych od nas. Została odkryta w 2005 r. i należy do kategorii tzw. gorących jowiszów. Ma masę około 1,16 masy Jowisza, a średnicę 1,14 średnicy Jowisza. Dzięki użyciu Kosmicznego Teleskopu Spitzera, w lipcu 2007 r. naukowcy stwierdzili, że w atmosfera egzoplanety HD 189733 b prawdopodobnie zawiera parę wodną. Z kolei druga z obserwowanych przez nas planet, czyli HD 209458 b, znana jest od 5 listopada 1999 r. Planeta posiada masę 0,69 masy Jowisza. Warto także wspomnieć, że jest to pierwsza planeta pozasłoneczna, u której zaobserwowano atmosferę i co ciekawe nawet zbadano już jej skład chemiczny, dzięki czemu wykryto proste molekuły, takie jak NH3, Na, CO, K, czy HCN.

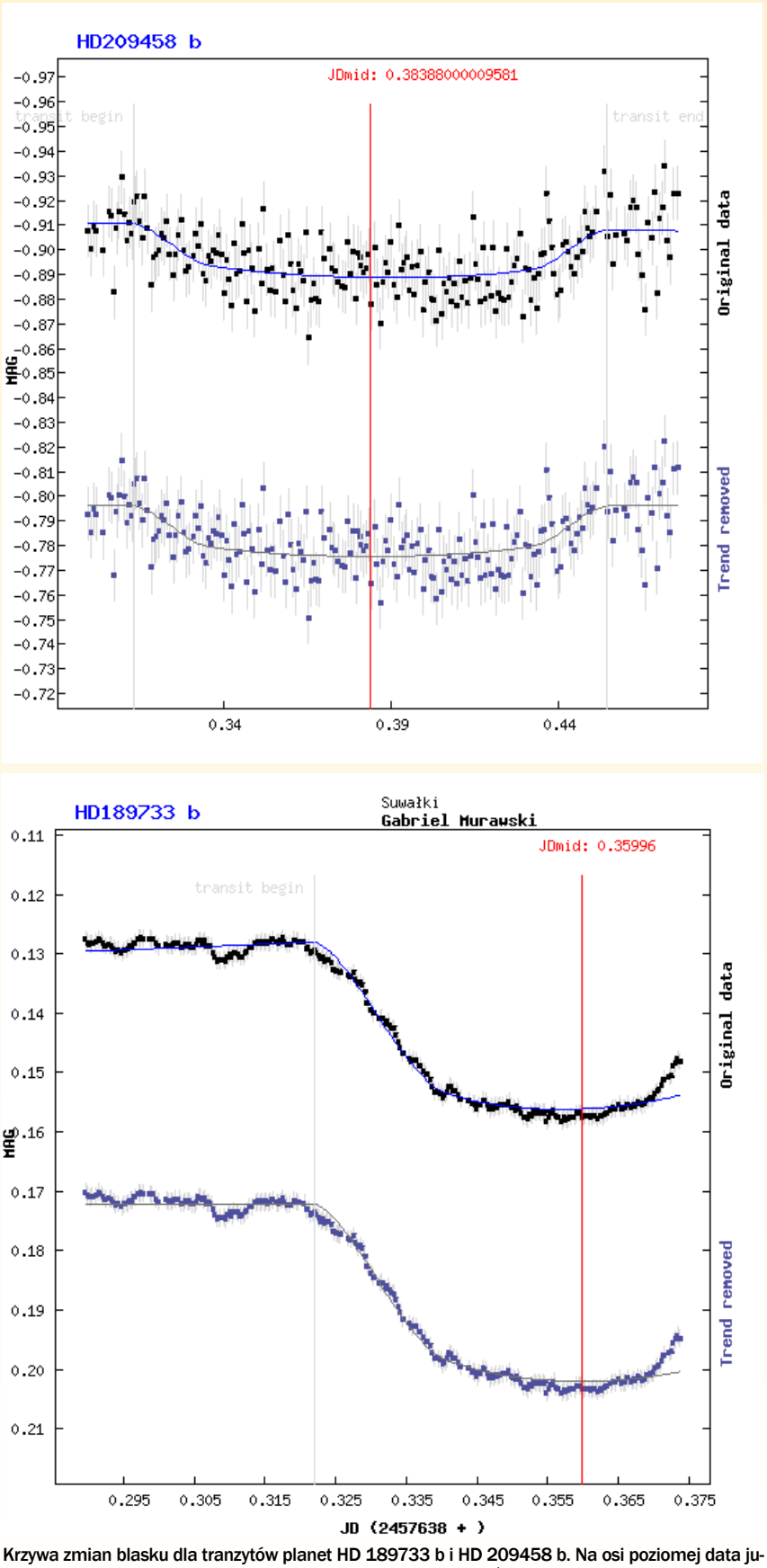
Oprócz opisanych powyżej tranzytów dwóch planet pozasłonecznych, prawdopodobnie udało się zarejestrować również trzy inne: CoRoT-2 b oraz dwukrotnie WASP-33 b. Dopiero późniejsza obróbka danych (w styczniu 2017 r.) dzięki nabytemu doświadczeniu pozwoliła wykazać, że spadek jasności na krzywej blasku jest widoczny, jednak materiał zbierano zbyt krótko w celu potwierdzenia obserwacji, stąd określenie „prawdopodobnie".

Projekt związany z obserwacją tranzytów egzoplanet będzie kontynuowany latem bieżącego roku. Próby rejestracji tranzytów (samodzielnych i nie tylko) można śledzić m. in. na kanale YouTube i Facebooku o nazwie „1000 ciekawostek astronomicznych". W 2017 r., podczas jesiennego zlotu astronomicznego StarParty (organizowany przez forum Astropolis.pl), jest planowana pierwsza grupowa wspólna obserwacja tranzytu w Polsce. Celem jest HD 189733 b, której przejście na tle swojej gwiazdy nastąpi wieczorem 16 września 2017 r.

Od Redakcji:

Wszystkim potencjalnym obserwatorom zwracamy uwagę, że obserwacje tranzytów mają dwie współrzędne. Jedna to oczywiście jasność i tu obserwujemy niewielki, wywołany tranzytem spadek blasku (brawo!). Ale jest też druga współrzędna, czas! Może nawet ważniejsza, bo z chronometrażu tranzytów można np. wnioskować o obecności innych planet w układzie. Dbajmy zatem o służbę czasu z równie wielką pieczołowitością jak o jasności. Jeśli nawet to będzie ułamek daty juliańskiej z przejściem do barycentrum Układu Słonecznego, zawodowy astronom już sobie poradzi.

■



Krzywa zmian blasku dla tranzytów planet HD 189733 b i HD 209458 b. Na osi poziomej data juliańska, a na osi pionowej zmiana jasności w magnitudo (V-C). Źródło: Exoplanet Transit Database

Dla obserwatorów tranzytów planet może być przydatna strona internetowa Exoplanet Transit Database (ETD), dostępna pod adresem http://var2.astro.cz/ETD/d

Początki nie są łatwe!

W jaki sposób udało mi się zaobserwować tranzyty? Zaczęło się od stworzenia akcji obserwacyjnej, której celem było przeprowadzenie grupowej obserwacji tranzytów kilku egzoplanet podczas transmisji internetowej. Najpierw dokonaliśmy wielu testów za pomocą lustrzanki Canon EOS 60D oraz kamery planetarnej Altair GPCAM2 IMX224. Po pięciu nieudanych próbach w końcu się udało. Pierwszy potwierdzony tranzyt planety pozasłonecznej HD 189733 b miał miejsce w nocy z 28 na 29 sierpnia 2016 r. A właściwie zarejestrowaliśmy go dwukrotnie — to samo przejście o amplitudzie $0{,}028^{m}$ zarejestrowały dwa detektory jednocześnie! Na kolejną pozytywną obserwację nie było trzeba długo czekać — 2/3 września uchwyciliśmy kolejną planetę. Tym razem HD 209458 b — tranzyt o głębokości 0,016 magnitudo. Kolejny tranzyt udało się dostrzec podczas prowadzenia transmisji internetowej. W nocy 6/7 września 2016 r., na kanale „1000 ciekawostek astronomicznych" na YouTube można było obejrzeć przebieg rejestracji tranzytu HD 189733 b. Była to pierwsza tego typu transmisja internetowa na żywo w Polsce i trzecia na świecie.

Gabriel Murawski

Gabriel Murawski (na zdjęciu po lewej) — student kierunku lekarsko-dentystycznego w Białymstoku. Interesuje się astrofotografią, fotometrią (dział zjawisk zakryciowych) i popularyzacją astronomii.
Adam Tużnik — student astronomii na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie oraz współpracownik portalu Uranii. Interesuje się kometami, planetami pozasłonecznymi i popularyzacją astronomii, prowadząc stronę na Facebooku pt. „Blisko Wszechświata".

Komety z epoki kamienia łupanego

Andrzej Kajetan Wróblewski

W 1995 r. ukazał się pierwszy numer biuletynu PTMA „Komeciarz" pod redakcją Tomasza Ściężora i Janusza Płeszki. Ostatni, 48. numer był dodatkiem do jednej z ubiegłorocznych „Uranii". Od kilku numerów „komeciarskie" strony znajdujemy w każdym. Historia obserwacji komet przez członków Towarzystwa jest jednak o wiele dłuższa.

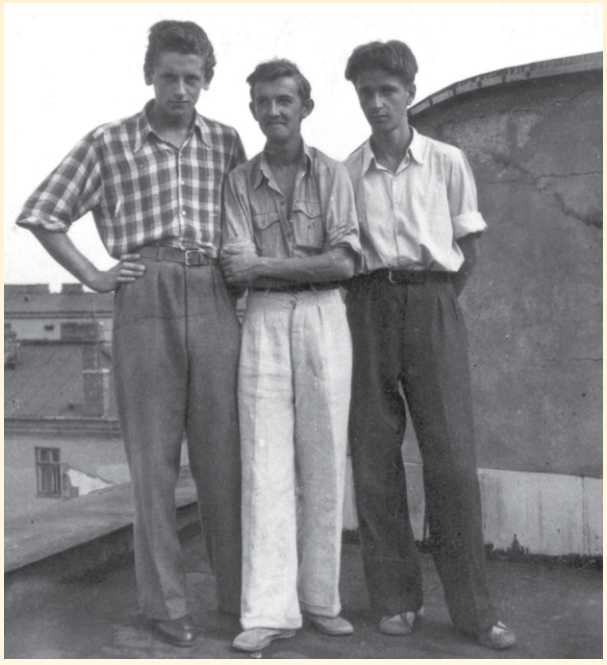
Z zaciekawieniem i uznaniem śledzę poczynania i osiągnięcia obecnych obserwatorów Słońca, gwiazd, komet i meteorów zrzeszonych w PTMA. Czasem jednak się dziwię. W „Podsumowaniu IX Konferencji SOK PTMA" (Urania 5/2016) przeczytałem właśnie o prelekcji dr. Tomasza Ściężora pt. „30 lat zorganizowanych obserwacji komet w Polsce". Dowiedziałem się, że ten wieloletni koordynator SOK-u przedstawił historię Sekcji, wyodrębniając sześć epok historycznych, w tym: prehistorię (1985–1989), obejmującą pierwsze polskie akcje obserwacyjne przed założeniem Sekcji Obserwatorów Komet, starożytność (1989–1992)… itd.

Z lektury wspomnianego tekstu wywnioskowałem, że dla obecnego pokolenia obserwatorów historia obserwacji komet w PTMA zaczyna się w 1985 roku, a więc właściwie dopiero całkiem współcześnie, a wiedza o dziejach dawniejszych w zasadzie nie istnieje.

Przed prehistorią, jak wiadomo, była epoka kamienia łupanego. Jako „relikt" z tej epoki chcę więc przypomnieć, że już na długo przed „prehistorią" były w Polsce szeroko zakrojone, zorganizowane obserwacje komet. Był to okres dla obecnego pokolenia trudny do wyobrażenia: bez komputerów, internetu, telefonów komórkowych, a nawet telefony stacjonarne bywały rzadkością. Działała za to bardzo sprawnie Poczta Polska. Koordynacja działań obserwatorów PTMA odbywała się właśnie przy użyciu listów i telegramów.

Sekcja Obserwacyjna przy Oddziale Warszawskim PTMA powstała w 1950 r. Najpierw prowadził ją Krzysztof Serkowski (1930–1981), który został znanym astronomem. Po nim Sekcję przejąłem ja. Do PTMA wstąpiłem w 1948 r. Najstarsze zachowane w moich papierach zawiadomienie o zebraniu Oddziału pochodzi z 1949 r.; wcześniejsze gdzieś mi przepadły. Do najstarszych członków Sekcji należał Andrzej Kruszewski, który nawet opisał w „Uranii" (1–2/1951) wyniki swoich obserwacji gwiazd zmiennych. Szybko jednak zmienił zainteresowania — obecnie jest emerytowanym profesorem astronomii Uniwersytetu Warszawskiego. Wśród najstarszych członków Sekcji byli ponadto moi gimnazjalni koledzy Andrzej Marks (1932–2006) i Bohdan Szczepkowski (1934–2016). Potem dołączali kolejni, także spoza Warszawy. Prowadziliśmy na dużą skalę obserwacje gwiazd zmiennych, głównie długookresowych i zaćmieniowych, publikowane czasem w „Uranii", a potem w kolejnych obcojęzycznych „Dodatkach do Uranii" [„Annual Scientific Supplement to Urania", których ukazały się cztery numery: nr 1, Kraków 1956; nr 2, Warszawa 1959; nr 3, Warszawa 1961, i nr 4, Warszawa 1963]. Osobną działalność w ramach Sekcji — obserwacje rojów meteorów i przelotów bolidów — prowadził Andrzej Pacholczyk (1936–2015), który wyemigrował do USA i był potem profesorem astronomii w Uniwersytecie Arizony.

Szybko jednak zorientowaliśmy się, że gwiazdy zmienne są obserwowane systematycznie przez bardzo wielu amatorów, w tym przez członków sławnego masowego stowarzyszenia AAVSO — American Association of Variable Stars Observers. Ówczesny prezes Oddziału Warszawskiego PTMA dr Jan Gadomski, który sam był wytrawnym obserwatorem gwiazd zaćmieniowych, zwrócił naszą uwagę na komety. Tu konkurencja była niewielka i, jak wyjaśnię niżej, udało się nam szybko „wskoczyć" do nielicznego grona, które uzyskiwało liczące się



Trójka ówczesnych zapaleńców, członków Sekcji Obserwacyjnej PTMA: Andrzej Kruszewski (z prawej), Andrzej Marks (w środku) i autor tego artykułu (z lewej). Fotografia wykonana w 1950 lub 1951 roku na dachu domu przy ul. Konopackiej 17 w Warszawie, gdzie mieszkał wtedy Bohdan Szczepkowski

wtedy w świecie wyniki.

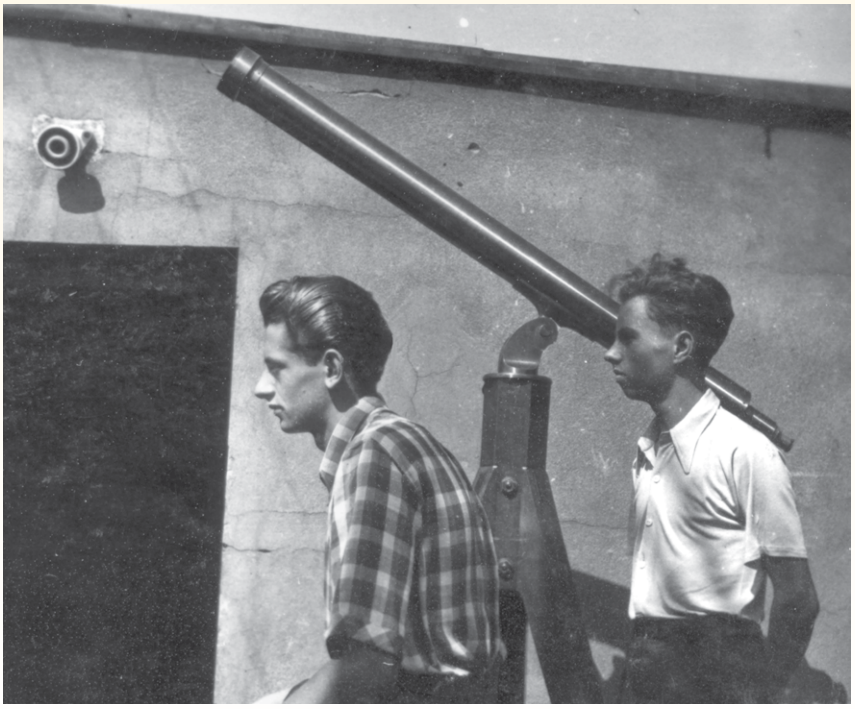
W tej przedinternetowej epoce szybkie informacje o odkryciach i ciekawych wynikach były rozpowszechniane przez Centralne Biuro Telegramów Międzynarodowej Unii Astronomicznej mieszczące się w Obserwatorium Astronomicznym w Kopenhadze. W miarę potrzeby, co parę dni, wysyłano stamtąd pocztą „cyrkularze", w postaci małych pocztówek formatu 14×9 cm. Miały najczęściej 1–2, a czasem 3–4 strony. Nauczyłem się szybko kontaktów z tym Biurem.

Sekcja Obserwacyjna przy Oddziale Warszawskim PTMA miała zasięg ogólnopolski, chociaż większość członków pochodziła z Warszawy i bliskich okolic. Obserwatorami komet byli poza mną wspomniani już wyżej Andrzej Marks i Bohdan Szczepkowski, a także Jerzy Erdman, Włodzimierz Jodłowski, Sławomir Ruciński z Warszawy, Andrzej Biskupski, Zygmunt Kieńć i Henryk Kaczmarek z Łodzi, Leon Wohlfeil z Gdańska, J. Wieczorek i W. Samborski* z Częstochowy.

Byliśmy wtedy wprawnymi obserwatorami i potrafiliśmy oceniać, znaną metodą Argelandera, jasność gwiazd z dużą dokładnością. Podobnie postępowaliśmy w obserwacjach komet, porównując jasność głowy komety i pozaogniskowych obrazów gwiazd porównania. Mieliśmy do dyspozycji niewielkie 7×45 monokulary, które PTMA otrzymało chyba z Polskich Zakładów Optycznych. Nie miały pryzmatów, dawały obraz odwrócony i miały dużą światłosiłę. Wyjątkowo tylko stosowaliśmy większe instrumenty, aż do 25 cm reflektora Oddziału Warszawskiego PTMA. Wykonaliśmy obserwacje jasności następujących komet: Mrkos 1955e, Honda 1955g, Arend-Roland 1956h, Mrkos 1957d, Burnham 1959k, Encke 1960i, Candy 1960n.

Większość naszych ocen jasności wysyłałem bezzwłocznie do Centralnego Biura Telegramów w Kopenhadze. Wyniki były od razu publikowane i rozsyłane w cyrkularzach (nr nr 1516, 1526, 1732, 1757) i dzięki temu weszły do obiegu międzynarodowego. Zauważyłem z satysfakcją, że nasze obserwacje komet cytowali V. Vanýsek i J Rajchl, Publications of the Astronomical Institute University of Brno, No 3 (1956), A. Antalová i M. Antal, Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia, vol. 12, No 2 (1961), a potem rosyjski badacz komet Siergiej Wsiechswiatski (*Fiziczeskie charakteristiki komet nabliudawszich w 1954–1960 godach*, Nauka, Moskwa 1966; s. 51 i 81; tenże: *Komety 1961–1965*, Nauka, Moskwa 1967, s. 11 i 15). Nie robiłem systematycznych poszukiwań oddźwięku naszych wyników, więc przedstawione wyżej dane to zapewne tylko fragment obszerniejszego spisu. Jak na obserwacje amatorskie, wykonywane bardzo prostymi środkami, był to chyba niewątpliwy sukces.

Załączam dla ilustracji skan kopii pierwszych dwu stron cyrkularza nr 1732, w którym opublikowano nasze obserwacje jasności komety Burnhama (1959k). Mam niestety tylko bar-



Bohdan Szczepkowski (z prawej) i autor artykułu z lunetą Fraunhofera, której używaliśmy do obserwacji plam słonecznych. Fotografia pochodzi także z 1950 lub 1951 roku

* Niestety nie zachowały się w moich dokumentach imiona Samborskiego i Wieczorka. Wtedy była jeszcze bardziej niż dziś rozpowszechniona moda na używanie samych inicjałów. Może imiona tych obserwatorów (i paru innych wymienionych pod koniec mojego tekstu) zachowały się gdzieś w archiwach PTMA albo w czyjejś pamięci. Razem z redakcją, chętnie je przekażemy dalszym pokoleniom. (AKW)

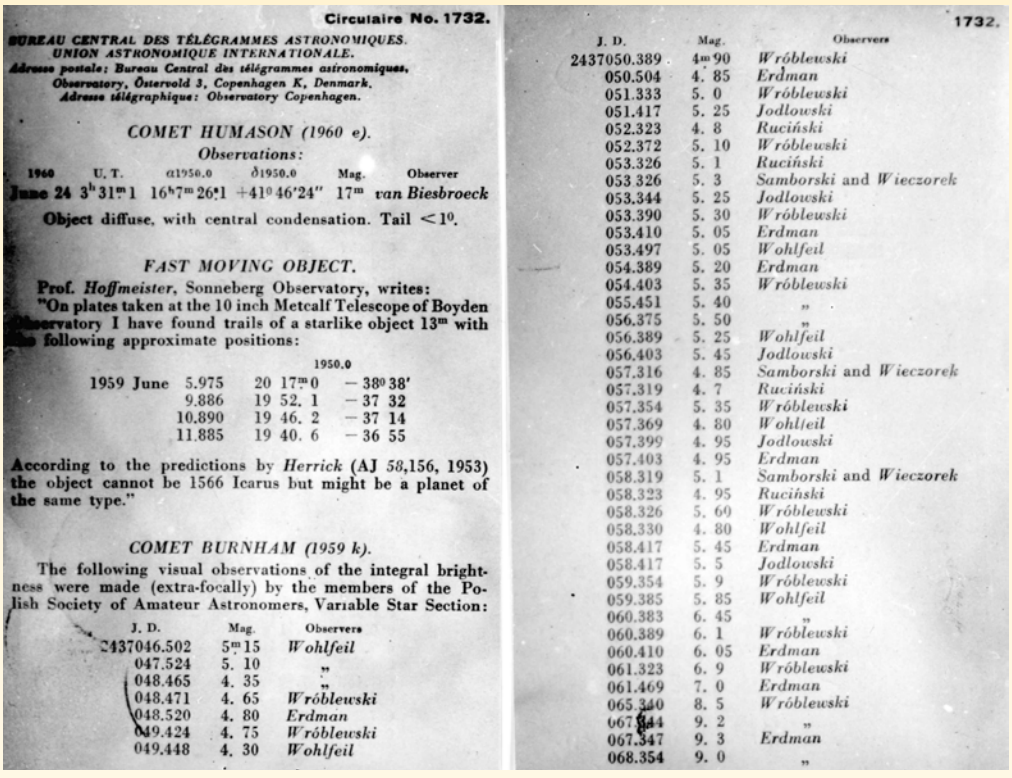
dzo marną kopię tego cyrkularza, stąd marna jakość skanu.

Nasze obserwacje jasności komet podawaliśmy także w „Uranii” (np. 4/1956, 9/1960, 6/1961). Były one również publikowane w „Dodatku do Uranii” nr 3. Poza ocenami jasności wyznaczaliśmy standardowe parametry fotometryczne komet: jasność absolutną H_0 oraz zależność zredukowanej jasności od odległości heliocentrycznej.

W tamtych czasach prasa nie była tak skomercjalizowana jak obecnie i dużo chętniej zamieszczała informacje o wydarzeniach naukowych i zjawiskach astronomicznych. Wykorzystywałem to często. Ukazywał się wtedy poczytny dziennik „Życie Warszawy”, który wbrew nazwie miał zasięg ogólnopolski. Umieściłem w nim np. trzy teksty o komecie Burnhama, ilustrowane mapką nieba z drogą komety i fotografią wykonaną przez Leona Wohlfeila (*Jasna kometa na niebie* — 24 IV 1960; *Kometa Burnhama nad Polską* — 26 IV 1960; *Pożegnanie z kometą* — 9 V 1960)

Dodam na zakończenie, że Sekcja Obserwacyjna PTMA liczyła wtedy znacznie więcej osób (Stanisław Doberski, H. Kacperska, Zofia Maślakiewicz, Stanisław Otwinowski, Zofia Ożdżeńska, A. Szymański), które jednak skupiały się na obserwacjach gwiazd zmiennych, a tylko wyjątkowo obserwowały komety. Najbardziej aktywnym obserwatorem był Andrzej Biskupski z Łodzi, który objął po mnie koordynację Sekcji. Wskutek późniejszych zawirowań i nowych porządków w PTMA działalność Sekcji Obserwacyjnej przy Oddziale Warszawskim osłabła i powoli zanikła. Poproszono nas o zwrot monokularów. Bardzo duża część obserwacji pozostała nieopublikowana.

Życzę gorąco obecnym „komeciarzom”, aby odnosili coraz większe sukcesy na arenie międzynarodowej, ale nie zapominali o swych poprzednikach z czasów przed „prehistorią”. ■



Circulaire No. 1732.

BUREAU CENTRAL DES TÉLÉGRAMMES ASTRONOMIQUES.
UNION ASTRONOMIQUE INTERNATIONALE.
Adresse postale: Bureau Central des télégrammes astronomiques, Observatory, Østervold 3, Copenhagen K, Denmark.
Adresse télégraphique: Observatory Copenhagen.

COMET HUMASON (1960 e).

Observations:

1960	U. T.	α1950.0	δ1950.0	Mag.	Observer
June 24	3h31m1	16h7m26s1	+41°46'24"	17m	van Biesbroeck

Object diffuse, with central condensation. Tail <1°.

FAST MOVING OBJECT.

Prof. *Hoffmeister*, Sonneberg Observatory, writes: "On plates taken at the 10 inch Metcalf Telescope of Boyden Observatory I have found trails of a starlike object 13m with the following approximate positions:

		1950.0	
1959 June	5.975	20 17m0	−38° 38'
	9.886	19 52. 1	−37 32
	10.890	19 46. 2	−37 14
	11.885	19 40. 6	−36 55

According to the predictions by *Herrick* (AJ *58*,156, 1953) the object cannot be 1566 Icarus but might be a planet of the same type."

COMET BURNHAM (1959 k).

The following visual observations of the integral brightness were made (extra-focally) by the members of the Polish Society of Amateur Astronomers, Variable Star Section:

J. D.	Mag.	Observers
2437046.502	5m15	*Wohlfeil*
047.524	5. 10	„
048.465	4. 35	„
048.471	4. 65	*Wróblewski*
048.520	4. 80	*Erdman*
049.424	4. 75	*Wróblewski*
049.448	4. 30	*Wohlfeil*

1732.

J. D.	Mag.	Observers
2437050.389	4m90	*Wróblewski*
050.504	4. 85	*Erdman*
051.333	5. 0	*Wróblewski*
051.417	5. 25	*Jodlowski*
052.323	4. 8	*Ruciński*
052.372	5. 10	*Wróblewski*
053.326	5. 1	*Ruciński*
053.326	5. 3	*Samborski and Wieczorek*
053.344	5. 25	*Jodlowski*
053.390	5. 30	*Wróblewski*
053.410	5. 05	*Erdman*
053.497	5. 05	*Wohlfeil*
054.389	5. 20	*Erdman*
054.403	5. 35	*Wróblewski*
055.451	5. 40	„
056.375	5. 50	„
056.389	5. 25	*Wohlfeil*
056.403	5. 45	*Jodlowski*
057.316	4. 85	*Samborski and Wieczorek*
057.319	4. 7	*Ruciński*
057.354	5. 35	*Wróblewski*
057.369	4. 80	*Wohlfeil*
057.399	4. 95	*Jodlowski*
057.403	4. 95	*Erdman*
058.319	5. 1	*Samborski and Wieczorek*
058.323	4. 95	*Ruciński*
058.326	5. 60	*Wróblewski*
058.330	4. 80	*Wohlfeil*
058.417	5. 45	*Erdman*
058.417	5. 5	*Jodlowski*
059.354	5. 9	*Wróblewski*
059.385	5. 85	*Wohlfeil*
060.383	6. 45	„
060.389	6. 1	*Wróblewski*
060.410	6. 05	*Erdman*
061.323	6. 9	*Wróblewski*
061.469	7. 0	*Erdman*
065.340	8. 5	*Wróblewski*
067.344	9. 2	„
067.347	9. 3	*Erdman*
068.354	9. 0	„

Skan pierwszych dwóch stron Cyrkularza nr 1732 Centralnego Biura Telegramów Międzynarodowej Unii Astronomicznej mieszczącego się w Kopenhadze

Profesor Andrzej Kajetan Wróblewski, wybitny i zasłużony fizyk, „legendarny” Redaktor Naczelny Uranii z lat 1958–1963 jak sam pisze w pozdrowieniach dla współczesnych czytelników. Jako historyk nauki opisał m.in. pierwsze osiemdziesiąt lat astronomii z Uranią w numerze 1/2003. Liczymy na stulecie!

PRENUMERATA 2017

Wybierz wariant odpowiedni dla siebie!

Prenumerata roczna (6 numerów + kalendarz) — 60 zł
Prenumerata roczna + kalendarz + książka — 80 zł

Prenumerata sponsorowana przez MNiSW dla szkół i nauczycieli — 30 zł
na rok szkolny 2016/17 lub rok kalendarzowy 2017
wystarczy wypełnić formularz zgłoszeniowy na www.urania.edu.pl (zakładka prenumerata) — tamże szczegóły, jak również w „Uranii" 6/2016 s. 76, zapytania tel. 698 556161 i 509 441717

Prenumerata roczna dla członków PTMA + kalendarz
(przysługuje po uregulowaniu składek w oddziale):
— wysyłka na adres indywidualny — 40 zł
— wysyłka na adres oddziału PTMA (co najmniej 5 egzemplarzy) — 30 zł
— promocyjny zakup książki jak w przypadku zwykłych prenumerat
— zalecamy wpłaty w oddziałach i przelewy zbiorowe
— przy indywidualnych przedłużeniach prenumeraty na konto 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241 prosimy podać nazwę swojego oddziału PTMA — sami sprawdzimy składki

Szczegóły prenumeraty na www.urania.edu.pl (zakładka prenumerata)

Dodatkowe pytania: tel. 698 556161

Oferta dotycząca kalendarza i książki ważna do 28 lutego lub do wyczerpania zapasów.

Bieżące numery „Uranii" do kupienia w salonach EMPiK, wybranych salonikach Relay, Inmedio i RUCH, a także w wybranych planetariach i w naszym sklepie internetowym.

rabat na czapki

cena tylko 29 zł!

SKLEP INTERNETOWY URANII

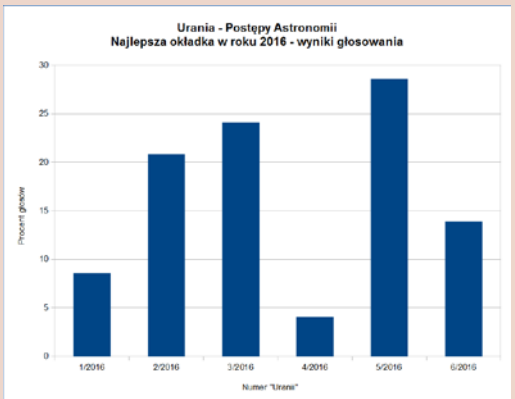
www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

– prenumerata „Uranii" i ciekawe książki
– numery bieżące i archiwalne „Uranii"
– niezwykły parasol, dzięki któremu możesz mieć rozgwieżdżone niebo nad sobą, nawet gdy pada deszcz
– praktyczna czapka z latarką, do wyboru światło czerwone lub białe

wygodny sposób zakupów – częste promocje i rabaty – możliwość płatności kartą oraz przelewem

Czytelnicy wybrali najlepszą okładkę URANII w roku 2016

W naszym portalu internetowym przeprowadziliśmy plebiscyt na najlepszą okładkę czasopisma „Urania” z numerów wydanych w roku 2016. Wśród osób, które wzięły udział w głosowaniu, rozlosowaliśmy dziesięć nagród niespodzianek. Czytelnikom najbardziej spodobała się okładka numeru 5/2016, na której wykorzystano fragment wizualizacji powierzchni planety pozasłonecznej Proxima b. Okładka uzyskała 28,6% głosów. Na drugim miejscu okładka numeru 3/2016 z przejściem Merkurego na tle tarczy słonecznej (24,1% głosów), a na trzecim okładka zdobiąca numer 2/2016 z wizualizacją fal grawitacyjnych (20,8% głosów). Zdecydowanie najmniejsze uznanie wzbudziła okładka numeru 4/2016 ze zdjęciem obłoków srebrzystych.



WIERNYM PRENUMERATOROM PRZYPOMINAMY O ODNOWIENIU PRENUMERATY! ZAPRASZAMY DO PRENUMERATY DAWNYCH I NOWYCH CZYTELNIKÓW!

Opłata

Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy

Podpis

Opłata

Tytułem

Imię, nazwisko, adres wpłacającego

kwota

Odbiorca

POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
BARTYCKA 18
00-716 WARSZAWA

nr rachunku odbiorcy c.d.

5530 5241

nr rachunku odbiorcy

44 1160 2202 0000 0000

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

tytułem

Prenumerata Uranii od nr 2/2017, dodatkowo zamawiam

imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora

dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.

dokładny adres wysyłki prenumeraty

kwota słownie (wpłata)

waluta

PLN

WP*

kwota

i.k.

nr rachunku odbiorcy

44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

nazwa odbiorcy cd.

UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA

nazwa odbiorcy

POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE

OFAFA 2016 zakończona!

Zakończył się organizowany przez Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, II Ogólnopolski Festiwal Amatorskich Filmów Astronomicznych (OFAFA 2016). W tym roku w trwającej 3 dni imprezie, udział wzięło kilkudziesięciu autorów prezentujących swoje filmy w konkursie. Zakwalifikowane do ścisłego finału 20 filmów można było oglądać w ciągu pierwszych dwóch dni festiwalowych. Głównym celem Festiwalu jest promowanie i popularyzacja tematyki astronomicznej.

W Festiwalu mogą wziąć udział filmy, których głównym motywem są zagadnienia związane z astronomią i ciekawymi zjawiskami na niebie. Film na pierwszy rzut oka wydaje się tylko ciągiem obrazów i dźwięków, za pośrednictwem których opowiadana jest pewna historia. Praktycznie wystarczy mieć kamerę i ją włączyć. Jeżeli temat wpada nam sam przy okazji jakiegoś zjawiska astronomicznego lub gotowego pomysłu, film w zasadzie staje się faktem. Wystarczy odpowiedni montaż, dobór ścieżki dźwiękowej i gotowe. W prezentowanych filmach widzimy opowieści o astronomii, pojawiają się aktorzy, słyszymy muzykę i dźwięki, a nawet lektora. Oglądając film, patrzymy na efekt długotrwałych i skomplikowanych prac na ogół jednej osoby. Szczególnie dotyczy to timelapsów, które wymagają olbrzymiej ilości czasu nie tylko na ich opracowanie, ale również na samo zarejestrowanie materiału.

Choć poziom festiwalu był zróżnicowany, udało się wyłonić najlepsze filmy. W tym roku nowością były dwie kategorie filmowe — „timelapse" i „astronomia ogólna". W każdej kategorii można było zdobyć nagrody pieniężne: 1000 zł za miejsce pierwsze, 750 zł za miejsce drugie, 500 zł za trzecie miejsce oraz 300 zł za każde z wyróżnień.

Jury oceniało walory artystyczne, edukacyjne, temat, oryginalność, estetykę i jakość wykonania.

Jury w składzie: Andrzej Cichocki (przewodniczący), prof. Maciej Mikołajewski, dr Henryk Brancewicz, mgr Sebastian Soberski wyłoniło następujących laureatów:

W KATEGORII ASTRONOMIA OGÓLNA:

miejsce 1 — Grażyna Lachendro i uczniowie kl. 5b Szkoła Podstawowa nr 2 w Brzeszczach za film pt. „Jak Węgielek z Brzeszcz chciał zostać astronomem"

miejsce 2 — Kinga Mroziewicz za film pt. „Zanieczyszczenie świetlne — sonda"

miejsce 3 — Małgorzata Kurcab za film pt. „Astronomy is my life"

W KATEGORII TIMELAPSE:

miejsce 1 — Szczepan Skibicki za film pt. „Sklepienie Niebieskie"

miejsce 2 — Piotr Potępa za film pt. „W poszukiwaniu gwiazd"

miejsce 3 — Szczepan Skibicki za film pt. „Astrofotografowie"

oraz przyznało następujące wyróżnienia

Ireneusz Nowak za film „From spring till spring, from dusk till dawn"

Marek Młynarczyk za film „Kampinos National Park"

Mariusz Grabowski za film „Amatorzy Nocnego Nieba"

Sławomir Matz za film pt. „Tranzyt Merkurego — 9 maja 2016 — Wspomnienie zjawiska"

Mariusz Grabowski za film „Zaćmienie na końcu świata"

Weronika Skupień za film pt. „Ponad horyzontem"

Podczas konkursu oprócz filmów festiwalowych można było obejrzeć filmy pozakonkursowe. Były to:

„Las cieni" — Andrzej Cichocki,

„Aurora Borealis Iceland 2016 in 4K" — Marek Substyk,

„Astronarium" — najnowszy odcinek,

„Ewolucja gwiazd" — Bartosz i Piotr Bartos,

„Całkowite zaćmienie Słońca 2016 w Indonezji" — Sebastian Soberski i Małgorzata Radomska-Misiak.

Bardzo ciekawym punktem były warsztaty filmowe przeprowadzone przez reżysera Andrzeja Cichockiego, podczas których uczestnicy mogli uzyskać wiedzę reżyserską i scenopisarską. Całość odbyła się w oparciu o wzorcowy film „Wszystko może się przytrafić" w reżyserii Marcela Łozińskiego.

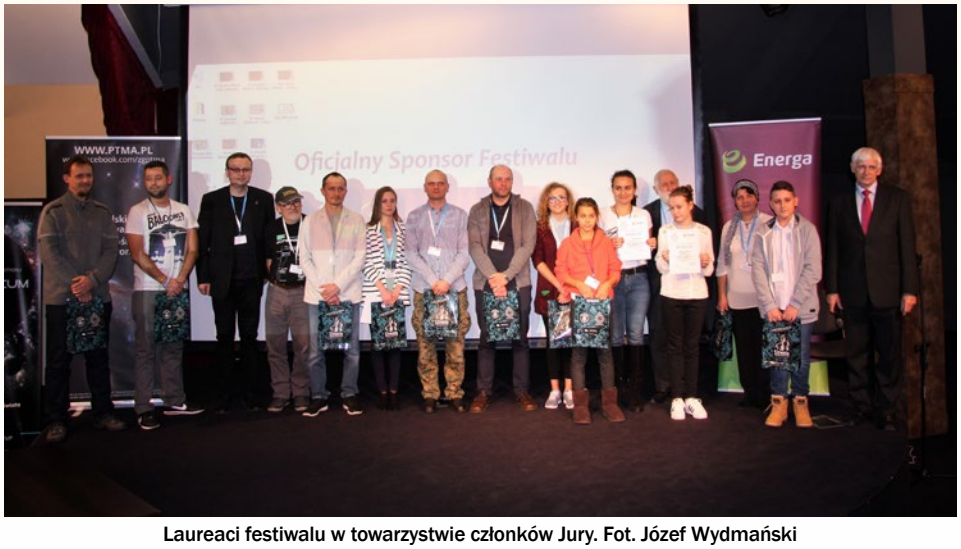
Uczestnicy mogli również skorzystać z objazdowego kina 7D oraz pokazu w Planetarium w Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym w Niepołomicach.

Zapraszamy do udziału w kolejnej edycji Festiwalu już za rok!

Wszystkie filmy można obejrzeć na stronie
http://goo.gl/vpsGBi

Festiwal odbył się dzięki dofinansowaniu przez Grupę ENERGA, której Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii przyznało tytuł Sponsora II Ogólnopolskiego Festiwalu Amatorskich Filmów Astronomicznych.

Marek Substyk



Laureaci festiwalu w towarzystwie członków Jury. Fot. Józef Wydmański

Alpejska niespodzianka

Księżycowy skarbiec

Liechtenstein jest jednym z najmniejszych państw świata. To niewielkie księstwo, zagubione między alpejskimi szczytami Austrii i Szwajcarii, zawdzięcza swój byt kilku zbiegom okoliczności i woli jednego z najbogatszych rodów szlacheckich dawnej monarchii Habsburgów. Skrywa też mało znany, kosmiczny sekret.

Liechtenstein, ot taka mała ciekawostka, państewko wielkości przeciętnej polskiej gminy. Położone wśród pięknych alpejskich widoków, nie wyróżniających się jednak niczym szczególnym od innych górskich dolin i szczytów szarosrebrzystego alpejskiego łuku rozciągającego się od Wiednia po Niceę. Jedynie nieliczni mają powód, by obrać ten kraj jako swój główny cel podróży — czy to ze względów biznesowych, rodzinnych albo kulturowych. Kraik przyciąga jednak turystów, tych zwiedzających pobliską Austrię, Szwajcarię lub południe Niemiec, a zaintrygowanych „egzotyką" jednego z najmniejszych państw świata.

Tak małe państwa jak Liechtenstein mają rzeczywiście w sobie coś przyciągającego — w krótkim czasie można je dobrze poznać. Są jak miła drobnostka, na przykład filiżanka herbaty z ukochaną osobą, spojrzenie w rozgwieżdżone niebo, po którym przemknie lśniący meteor, albo widok gór księżycowych w lornetce: niby nic szczególnego, a potrafi sprawić dużą radość. Tak samo Liechtenstein jest niepozorny, możemy go zwiedzić w jeden dzień: zajrzeć do muzeów w Vaduz, stolicy księstwa, podejść pod zamek książęcy górujący nad miasteczkiem, przespacerować się wzdłuż Renu, zajść do średniowiecznej fortecy w Balzers i zrobić kilkugodzinną wędrówkę po okolicznych górach. Zaledwie kilka dni jest potrzebnych, by dotrzeć do każdego zakątka państewka, wejść na niemal każdą górę, odwiedzić każdy zabytek. To samo w Polsce zajęłoby dekady.

Księstwo składa się z dwóch historycznych regionów, Unterlandu i Oberlandu, do dziś stanowiących odrębne okręgi wyborcze. Były to terytoria niewyróżniające się od setek podobnych maleńkich kraików rozsianych po tej części Europy i tylko szczególne położenie — kilkadziesiąt kilometrów Austrii i Szwajcarii jakie oddzielają je od Niemiec — sprawiły, że ten geopolityczny relikt przeszłości przetrwał do dziś. Oba terytoria przejął i zjednoczył na początku XVIII stulecia bogaty ród Liechtensteinów po to, by zaspokoić swoje ambicje posiadania tytułu książęcego, uprawniającego do miejsca w Sejmie Rzeszy. Przez dziesięciolecia Vaduz z okolicą były jednak wyłącznie tytułem dla kilku magnatów posiadających dużo większe i bardziej dochodowe majątki w Austrii, Czechach i na Śląsku. Czasy zaczęły się jednak zmieniać, a Liechtensteinowie stopniowo zainteresowali się swoją domeną, ostatecznie osiedlając się w niej na stałe w 1938 r.

Do kraju dotarła też rewolucja przemysłowa, która zmieniła jego oblicze. Początkowo — dość niepozornie. Tu i ówdzie zaczęły przenikać zmiany zachodzące w sąsiednich krajach: pojawiły się maszyny w zakładach, wybudowano linię kolejową, założono pierwszy bank, dotarli pierwsi nowocześni turyści. Później, w XX w. rozwój przyspieszył, a księstwo zaczęło przyciągać inwestorów niskimi podatkami i bezpiecznym położeniem w samym środku Europy.

W tym miejscu tej krótkiej opowieści czas wprowadzić sprawczynię kosmicznego zamieszania w Liechtensteinie — założoną tuż po II wojnie światowej firmę Balzers, która zwróciła na siebie uwagę NASA i to w samym środku zimnej wojny.

Miejscowość Balzers, od której pochodzi nazwa firmy, jest najbardziej na południe wysuniętą osadą w księstwie. Nad wsią góruje, otoczona malowniczymi winnicami średniowieczna forteca, dziś mająca otwarte bramy dla każdego ciekawskiego podróżnika. Latem jest to iście przyjemny widok: biały zamek otacza zieleń krzewów winnych, a w tle rozpościera się błękitne niebo i widok na zbocza potężnych Alp oraz okoliczne miejscowości. Zamek pełnił przez stulecia ważną dla Habsburgów rolę w ich wojnach z niepokornymi Szwajcarami, które ostatecznie przegrali, musząc zaakceptować niezależność górali.

Firmę założył profesor Max Auwärter, z pochodzenia Niemiec, przy wsparciu księcia Franciszka Józefa II i szwajcarskiego przemysłowca Emila Georga Bührle. Nowe przedsiębiorstwo zajmowało się uprzemysłowieniem mało wówczas znanej technologii próżniowego nakładania ultracienkich powłok. Nowo opracowane metody okazały się sukcesem i znalazły różne zastosowania w elektrotechnice i optyce. Jednym z najważniejszych kontrahentów w historii była NASA.

Amerykanie docenili znaczenie liechtensteinskiej technologii, gdy rywalizowali z Sowietami w wyścigu na Księżyc. Misje Apollo były jednym z największych osiągnięć nie tylko astronautyki, ale bez wątpienia ludzkości. Między 1969 a 1972 rokiem dwunastu mężczyzn spędziło łącznie około 80 godzin na Księżycu i zebrało 2196 próbek gruntu i skał księżycowych. Są one bezcenne.

Astronauci symbolicznie wyrazili wdzięczność za pomoc uzyskaną z małego alpejskiego kraju, zabierając ze sobą w trakcie misji Apollo 11 i 17 niewielkie flagi Liechtensteinu. Prezydent Stanów Zjednoczonych, Richard

Nixon, przekazał je później wraz z pięcioma fragmentami skał księżycowych władcy księstwa.

Misja Apollo 17 była ostatnią, w której człowiek stanął na Srebrnym Globie. Ludzie odpowiedzialni za eksplorację kosmosu uznali, że dużo efektywniejsze są misje bezzałogowe, a efekt propagandowy został osiągnięty. W ciągu kolejnych dekad wiele się wydarzyło w świecie nauki, zmienił się też układ sił między mocarstwami, mający tak duży wpływ na dzieje podboju kosmosu. Ludzie jednak wciąż marzą, by polecieć dalej, by uczynić kolejny „mały krok".

Dużo się też zmieniło w alpejskim księstwie. Firma Maksa Auwärtera wprowadziła nowe produkty na rynek, została też kupiona przez szwajcarskiego potentata na rynku technologii, koncern Oerlikon. Władzę objął po ojcu Hans Adam II, a przy głównej ulicy Vaduz, stolicy państewka, wyrosły postmodernistyczne budynki firm i instytucji państwowych. Wyremontowano też główną uliczkę Städtle, przy której rozgościły się muzea, galerie sztuki, sklepy z pamiątkami czy kawiarnie, a na bardziej aktywnych turystów czeka kilkaset kilometrów szlaków turystycznych po szczytach i dolinach liechtensteinskich Alp.

Historia tego felietonu zaczęła się w pochmurny, październikowy dzień, przez którego szarość przebijały się jedynie jaskrawozielone autobusy, tak charakterystyczne dla małego księstwa. Zapewniają one sprawny transport po całym kraju, a także dowóz do głównych węzłów przesiadkowych w Szwajcarii i Austrii. Moim celem były góry, dominujące nad wszelkimi oznakami działalności ludzkiej. Przez moje myśli przebiegały wątpliwości, czy na wyżej położonych terenach zastanę zapowiadaną przez serwisy meteorologiczne słoneczną pogodę.

W ciągu kilku chwil, jakie miałem w oczekiwaniu na autobus, mający mnie zabrać do punktu startowego mojej wędrówki, mogłem przejść się po Städtle i wstąpić do książęcego skarbca — masywnego beżowego budynku, współdzielonego z muzeum pocztowym. Prezentuje on jedynie niewielką część zbiorów bogatego rodu książęcego. Turysta, jaki skieruje swoje kroki do tego muzeum, może zobaczyć choćby idylliczne malunki księstwa sprzed industrializacji, pisanki malowane przez księżniczki czy bogato ozdobioną broń, która raczej nigdy nie została użyta do innych celów niż dekoracyjnych. Miłośników historii nauki zainteresuje zapewne zabytkowy „wieczny kalendarz" z końca XVI stulecia, trochę przypominający astrolabia.

Długa i ciemna sala skarbca, ozdobiona podświetlonymi, błyszczącymi skarbami, przywodzi na myśl teatralną estetykę barokowych kontrastów. Na jej końcu znajduje się dość niepozorne stanowisko, dwa prostokątne pudła wyraźnie oddzielone od reszty eksponatów. Skrywają one, wystawiony wolą księcia, księżycowy skarb państwa — pięć małych kamieni i dwie niebiesko-czerwone flagi z koroną, jakie odwiedziły Księżyc. Większość turystów rzuca na nie okiem przez krótką chwilę, skupiając się na bardziej okazałych przedmiotach ozdabiających ściany i gabloty pomieszczenia. Nie dotyczy to jedynie niewielkiej grupy odwiedzających — tych, dla których astronomia to coś więcej niż ciekawostka zasłyszana czasem w mediach czy od znajomego pasjonata. Szkoda jedynie, że nie wolno fotografować wystawionych przedmiotów, czego skrzętnie pilnuje strażnik skarbca.

Niestety, wydaje się, że dla włodarzy skarbca księżycowe skrawki są również tylko gadżetem. Jedyną konkretną informacją, jaką udało mi się zdobyć, jest rozmiar odłamków: przekazane w 1969 r. cztery okruchy przywiezione z misji Apollo 11 mają około 3 mm średnicy, zaś kamień otrzymany przez księstwo cztery lata później jest większy i ma około 14 mm średnicy.

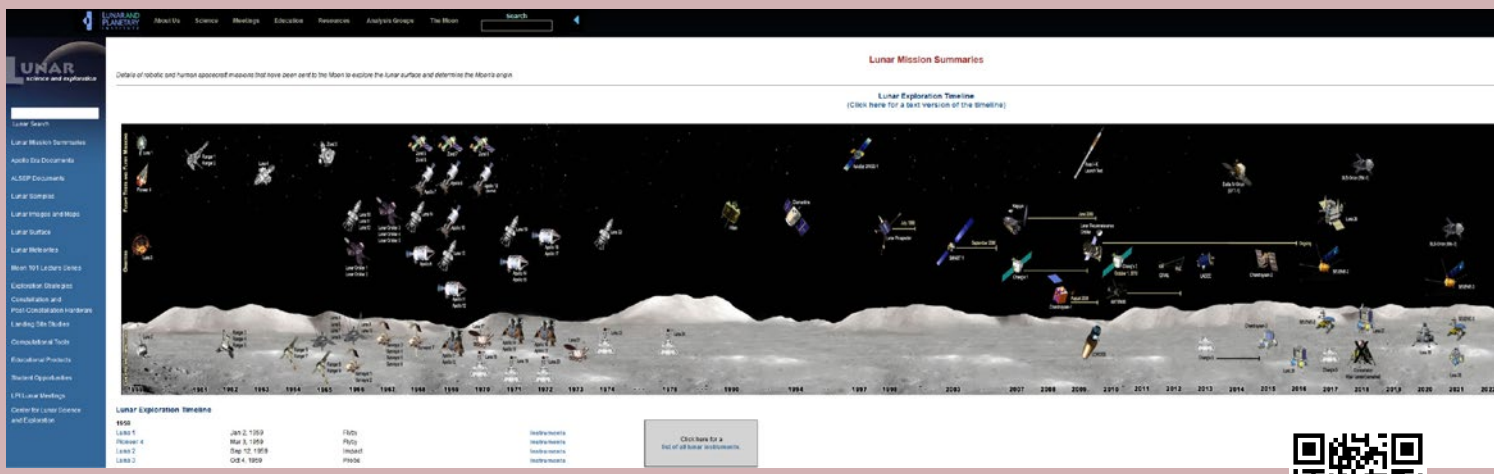
Odkrycie kamieni księżycowych w skarbcu książęcym było intrygujące — skromny Liechtenstein miał najwyraźniej udział w jednej z największych przygód w historii ludzkości! Powłoki ochronne firmy Balzers, choć są jedynie anegdotą w dziejach nauki i techniki, to się zapisały na karcie dziejów tego niewielkiego państewka. Dzięki tej historii bodaj każdy miłośnik astronomii znajdujący się w pobliżu Vaduz ma powód, by odwiedzić domenę książąt *von und zu Liechtenstein*.

Z tego małego odkrycia płynie dla mnie jeszcze jeden wniosek — nawet w najmniej oczekiwanych miejscach można znaleźć jakąś astrociekawostkę umilającą podróże. Usiany jest nimi cały świat, a niekiedy stanowią one piękne karty w księdze dziejów lokalnych społeczności. Postaram się wam niektóre z nich opisać w kolejnych odcinkach „Uranii–Postępów Astronomii". Astropodróże czas zacząć!

Wieńczysław Bykowski

Typowy krajobraz Liechtensteinu

Autorowi pogoda w górach dopisała



360° albo panorama inaczej

Koniec roku zwykle jest czasem podsumowań tego, co sie udało, czego spodziewamy się w nowym roku, czasem tego, o czym zapomnieliśmy…

W zeszłym roku w numerze 5/2016 proponowałem zajrzeć do Biuletynu Lunar and Planetary Institute. Portal jest mocno rozbudowany i zawiera odnośniki do wielu ciekawych informacji. Jednym z nich jest adres http://www.lpi.usra.edu/lunar/missions/ dotyczący chronologii misji kosmicznych związanych z Księżycem — mamy wszystko w jednym miejscu, po kolei, każdej zakończonej misji przyporządkowane są krótkie notki.

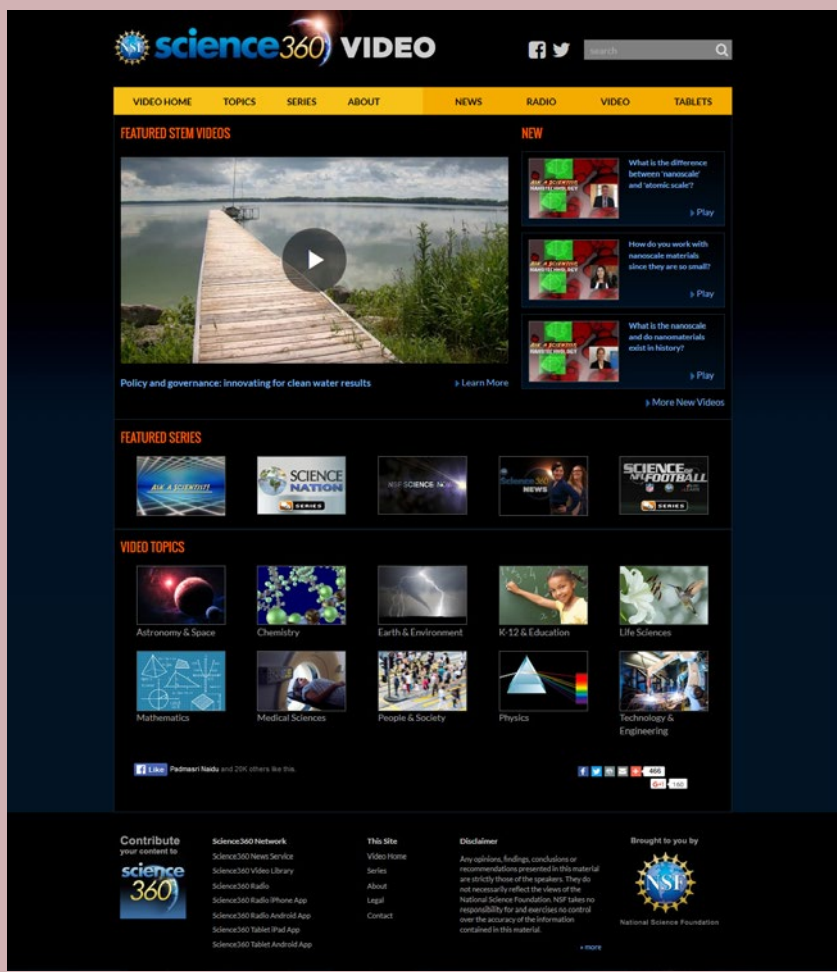
Ale dzisiaj proponuję udanie się do kina (również bardziej niecierpliwym Czytelnikom, bo filmy są krótkie, kilkuminutowe). Pod adresem https://science360.gov/files/ znajdziemy materiały związane z różnymi dziedzinami nauk ścisłych (stąd pewnie skrót „360”), w tym również z astronomią i badaniami kosmicznymi. Filmy dotyczą popularyzacji aktualnych badań — z ostatnich wydarzeń mamy np. obserwacje fal grawitacyjnych czy szybkich błysków radiowych, z wcześniejszych wyładowania atmosferyczne na Saturnie.

Oddzielnym elementem jest „NSF science360 Radio” — 24/7 strumień udostępniający audycje związane z nauką wybrane spośród więcej niż stu różnych programów. Tutaj mamy już większą rozpiętość w czasach trwania. Wiele audycji daje się odsłuchać z udostępnionych archiwów niektórych programów.

Do wspomnianych materiałów (w tym i radia) można również dostać się poprzez aplikacje pracujące pod kontrolą Androida czy systemu iOS — korzystając z telefonu czy tableta.

Portal sygnowany jest przez amerykańską NSF (National Science Foundation).

Roman Schreiber



Almanach Astronomiczny na rok 2017

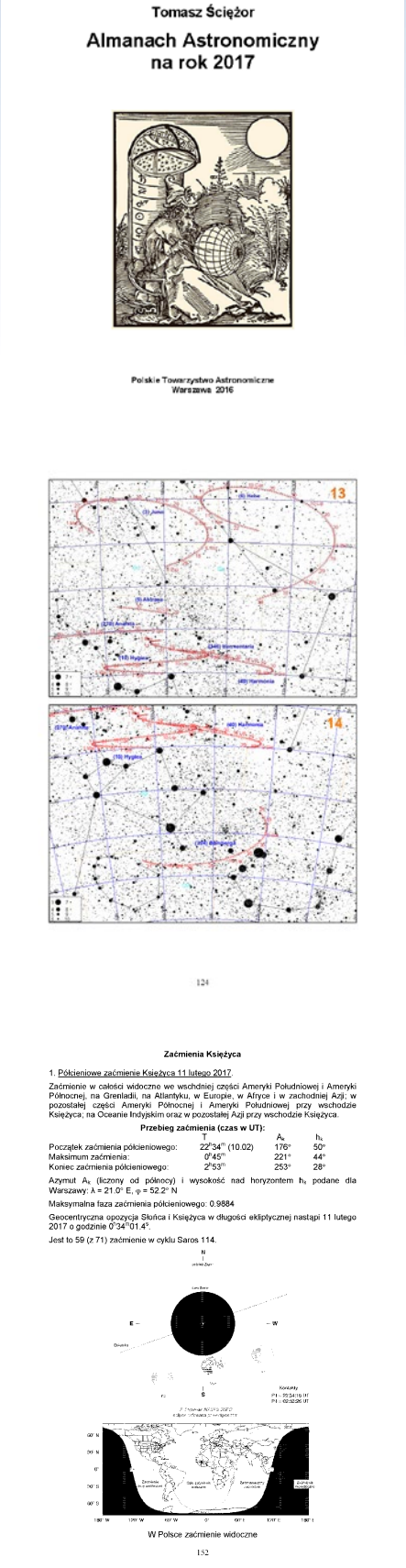
„Almanach Astronomiczny" jest od 2015 r. wydawany przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne. Wcześniej wydawcą był Klub Astronomiczny „Regulus", a formuła wywodzi się z „Kalendarza astronomicznego" wydawanego przez Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii.

Dane zawarte w Almanachu wykorzystują nie tylko miłośnicy astronomii oraz studenci tej dziedziny i nauk pokrewnych, ale także biolodzy, żeglarze i — co ciekawe — misjonarze. Potrzeby odbiorców, jak również możliwości wydania elektronicznego, sprawiły, że wydawnictwo w kolejnych latach ewoluowało — poszczególne efemerydy są aktualizowane w ciągu roku, pojawiają się nowe rozdziały, a większość map, ilustracji i wykresów jest barwna. Na życzenie czytelników, od minionego roku na początku wydawnictwa jest zamieszczany spis najważniejszych świąt religijnych w ciągu roku w trzech głównych religiach monoteistycznych. W porównaniu z poprzednimi wydaniami znacznie poszerzono również opis problematyki czasu w astronomii,

Almanach jest umieszczony w internecie w dwu wersjach: w postaci pojedynczego, niezmiennego pliku PDF, jak również w postaci bloków tematycznych. Niektóre z tych bloków w ciągu roku są aktualizowane w miarę pozyskiwania nowych danych — dotyczy to w szczególności efemeryd gwiazd zmiennych długookresowych (miryd). Dzięki temu „Almanach Astronomiczny" zachowuje aktualność w ciągu roku. Dodatkowo jest dostępny także w systemie Google Play, co ułatwia korzystanie z niego na urządzeniach takich jak smartfony i tablety (np. łatwiej mieć go wtedy zawsze pod ręką).

W „Almanachu Astronomicznym na rok 2017" znaleźć można m.in. szczegółowe efemerydy Słońca, Księżyca i planet, zarówno podstawowe (jak np. ich współrzędne równikowe), jak i poszerzone (np. współrzędne prostokątne Słońca czy też tabele do obserwacji fizycznych szczegółów na powierzchni wybranych ciał niebieskich, w tym nawet niedocenianego Merkurego). Podane są również efemerydy planet karłowatych, kilkudziesięciu jaśniejszych planetoid oraz najjaśniejszych komet — dla tych klas obiektów załączono mapy ich tras na niebie. Dołączono też szczegółowy atlas Księżyca, uzupełniony o rozdział opisujący tzw. „zjawiska sporadyczne" występujące na jego powierzchni. Podany jest również spis wszystkich znanych rojów meteorów, z zaznaczeniem rojów aktywnych oraz wyróżnieniem tych, których obserwacja jest szczególnie w danym roku pożądana. Szczegółowo opisane i zilustrowane są wszystkie widoczne na Ziemi zaćmienia Słońca i Księżyca. Osobny dział stanowią tabele i diagramy ułatwiające obserwacje naturalnych satelitów Jowisza, Saturna, Urana, Neptuna i (dla zaawansowanych) Plutona. Podane są również efemerydy kilkudziesięciu gwiazd zmiennych zaćmieniowych oraz cefeid, gwiazd typu RR Lyr i miryd. Zjawiska zakryciowe są reprezentowane przez efemerydy zakryć jasnych gwiazd przez Księżyc, podane dla 12 miast w Polsce i prognozy potencjalnie widocznych z terenu Polski zakryć gwiazd przez planetoidy. Układy podwójne gwiazd, opisane w rozdziale „Gwiazdy podwójne do testu rozdzielczości", mogą służyć zarówno do testowania jakości posiadanego sprzętu obserwacyjnego, jak również sprawdzania lokalnych warunków obserwacyjnych. Dzięki podaniu typów widmowych składników tych układów oraz załączonej barwnej skali porównawczej można zaplanować pokaz szczególnie urokliwych układów. W rozdziale poświęconym ocenom zanieczyszczenia świetlnego można zapoznać się z metodami pozwalającymi na samodzielne określenie poziomu tego czynnika, skutecznie przeszkadzającego w wykonywaniu obserwacji, nie tylko amatorskich. Na końcu wydawnictwa znajdują się tabele zawierające aktualne dane o planetach i ich naturalnych satelitach.

Tomasz Ściężor


Tomasz Ściężor

Almanach Astronomiczny
na rok 2017

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Warszawa 2016

124

Zaćmienia Księżyca

1. Półcieniowe zaćmienie Księżyca 11 lutego 2017.

Zaćmienie w całości widoczne we wschodniej części Ameryki Południowej i Ameryki Północnej, na Grenlandii, na Atlantyku, w Europie, w Afryce i w zachodniej Azji; w pozostałej części Ameryki Północnej i Ameryki Południowej przy wschodzie Księżyca, na Oceanie Indyjskim oraz w pozostałej Azji przy wschodzie Księżyca.

Przebieg zaćmienia (czas w UT):

	T	A_k	h_k
Początek zaćmienia półcieniowego:	22^h34^m (10.02)	176°	50°
Maksimum zaćmienia:	0^h45^m	221°	44°
Koniec zaćmienia półcieniowego:	2^h53^m	253°	28°

Azymut A_k (liczony od północy) i wysokość nad horyzontem h_k podane dla Warszawy: $\lambda = 21.0°$ E, $\varphi = 52.2°$ N.

Maksymalna faza zaćmienia półcieniowego: 0.9884

Geocentryczna opozycja Słońca i Księżyca w długości ekliptycznej nastąpi 11 lutego 2017 o godzinie $0^h34^m01.4^s$.

Jest to 59 (γ 71) zaćmienie w cyklu Saros 114.

W Polsce zaćmienie widoczne

152

John Glenn (1921–2016) — pierwszy Amerykanin na orbicie

John Glenn w stanie nieważkości podczas misji Friendship 7. Źródło: NASA

8 grudnia 2016 r. w wieku 95 lat zmarł John Glenn — bohater narodowy USA, pierwszy Amerykanin na orbicie wokółziemskiej oraz wieloletni senator. 36 lat po swoim historycznym locie stał się też najstarszą osobą, jaka kiedykolwiek znalazła się w przestrzeni kosmicznej.

John Glenn urodził się 18 lipca 1921 r. w Cambridge w stanie Ohio. Uczęszczał do szkoły podstawowej i średniej w New Concord — parutysięcznym mieście, położonym kilkanaście kilometrów od rodzinnego Cambridge. Tam też rozpoczął studia inżynierskie.

W wieku 21 lat, po tym gdy Stany Zjednoczone przyłączyły się do II wojny światowej, Glenn zaciągnął się do programu kadetów lotnictwa marynarki wojennej Stanów Zjednoczonych. W 1943 został przyłączony do Korpusu Piechoty Morskiej. Po odpowiednim szkoleniu dołączył do Eskadry 155, gdzie spędził rok, latając myśliwcem F-4U i wykonując w sumie 59 misji wojskowych. Po zakończeniu wojny został przeniesiony do Eskadry 218, stacjonując w bazie marynarki na wyspie Guam. Później szkolił pilotów w Teksasie. Podczas wojny koreańskiej brał udział w 63 misjach w ramach Eskadry 311. W czasie ostatnich 9 dni walk nad rzeką Yalu zasłynął zestrzeleniem trzech wrogich myśliwców MiG.

Po wojnie rozpoczął karierę pilota testowego w Patuxent River. W latach 1956–1959 zaangażował się w prace projektowe w Biurze Broni Marynarki Wojennej w Waszyngtonie, podczas których studiował na Uniwersytecie Maryland. W lipcu 1957 r., będąc kierownikiem projektu myśliwca F-8U Crusader ustanowił rekord prędkości na dystansie transkontynentalnym pomiędzy Los Angeles i Nowym Jorkiem. Lot trwał 3 godziny i 23 minuty.

W 1959 r., jako znany i doświadczony pilot, zgłosił swoją kandydaturę do pierwszego naboru kandydatów na astronautów. Został członkiem elitarnej grupy, tzw. „Siódemki programu Mercury". Glenn pełnił rolę dublera Alana Sheparda, gdy ten jako pierwszy Amerykanin poleciał w kosmos w misji suborbitalnej 5 maja 1961 r.

20 lutego 1962 r. John Glenn na pokładzie statku Friendship 7 wykonał historyczną misję, wprowadzającą pierwszego Amerykanina na orbitę wokół Ziemi. Przed nim było tylko dwóch rosyjskich kosmonautów. Dwóch Amerykanów było już w przestrzeni kosmicznej przed Glennem, jednak żaden nie osiągnął prędkości pozwalającej orbitować wokół Ziemi.

Misja Glenna wystawiła jednak na próbę jego doświadczenie i opanowanie. Podczas lotu przestał działać system automatycznej kontroli położenia i Glenn musiał przejąć nad nim ręczne sterowanie. Dodatkowo, w trakcie ponownego wchodzenia w atmosferę, systemy statku wskazywały utratę osłony termicznej. Zdecydowano się pozostawić przypięte do kapsuły silniki deorbitujące, gdyż być może tylko one utrzymywały osłonę, chroniącą statek przed ekstremalnymi temperaturami.

John Glenn w wahadłowcu Discovery podczas eksperymentu z badaniem osteoporozy na orbicie. Glenn podczas misji STS-95 stał się najstarszym człowiekiem uczestniczącym w misji kosmicznej. Źródło: NASA

Dwa lata po pamiętnym locie, John Glenn zrezygnował z zawodu astronauty. Krótko po tym zaangażował się w politykę. W 1974 r. został senatorem, zdobywając wszystkie z 88 hrabstw w głosowaniu powszechnym. Dzięki swojej pracy i zaangażowaniu został wybrany w 1980 r. na kolejną kadencję, bijąc przy tym rekord stanu w liczbie uzyskanych głosów. Podobnie było w kolejnych latach. John Glenn został znowu wybrany w 1986 oraz 1992 r. Stał się w ten sposób pierwszym senatorem z Ohio, który wygrał cztery razy z rzędu wybory powszechne. W Senacie USA uchodził za jednego z największych ekspertów od spraw naukowych i technicznych. Był szanowany za swoją pracę na rzecz zapobiegania rozprzestrzenianiu broni masowej zagłady.

W 1998 r., po 36 latach od lotu kapsułą Mercury, John Glenn po raz kolejny znalazł się w statku kosmicznym. Poleciał wahadłowcem Discovery w ramach misji STS-95, stając się najstarszym człowiekiem, który kiedykolwiek orbitował wokół Ziemi. Glenn podczas 9-dniowej misji badał wpływ warunków mikrograwitacji na procesy starzenia.

John Glenn zapisał się w historii astronautyki jako jeden z jej największych bohaterów. Tworzył historię, gdy trzy razy okrążył Ziemię w statku Mercury, przecierając nieznane wtedy zupełnie szlaki misji załogowych. Zasłużył się nie tylko w astronautyce, ale również w nauce, rozwoju technologii kosmicznych i polityce. Prywatnie był zabawną osobą o łagodnym usposobieniu.

Zmarł w Centrum Medycznym Uniwersytetu Stanowego Ohio w Columbus, mając 95 lat.

Rafał Grabiański

Międzynarodowa Unia Astronomiczna zaakceptowała oficjalnie 227 nazw gwiazd

Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) postanowiła ujednolicić stosowane różnorodne nazewnictwo gwiazd i oficjalnie zaaprobowała nazwy dla 227 gwiazd.

W tym celu w maju 2016 r. została powołana grupa robocza ds. nazw gwiazd (Working Group on Star Names — WGSN). Ośmioro astronomów miało za zadanie przeanalizować stosowane od wieków nazwy gwiazd pod kątem historycznym i kulturowym, zebrać wersje stosowane w różnych krajach, a następnie ustalić jednolitą ich pisownię. Później zostanie opracowana także procedura i kryteria nadawania nowych nazw słownych gwiazdom.

Przypomnijmy, że w grudniu 2015 r. Międzynarodowa Unia Astronomiczna nadała oficjalne nazwy 14 gwiazdom posiadającym planety pozasłoneczne, wyłonione w ramach ogólnoświatowego plebiscytu (zagłosować mógł każdy internauta, zob. „Urania" nr 1/2016). Teraz wykonuje kolejny krok i próbuje usystematyzować stosowane historycznie nazwy także innych gwiazd. Na opublikowanych w czerwcu i listopadzie 2016 r. listach zaaprobowanych nazw jest m.in. Proxima Centauri, czyli najbliższa gwiazda względem Słońca (niedawno ogłoszono odkrycie planety wokół niej, zob. „Urania" nr 4/2016 i 5/2016). Zaakceptowano także nazwy dla kilku innych gwiazd z planetami: Algieba (Gamma-1 Leonis), Hamal (Alfa Arietis), Muscida (Omicron Ursae Majoris). Z kolei dla gwiazdy Alfa Centauri zaaprobowano stosowaną w starożytności nazwę Rigil Kentaurus.

Oficjalne przyjęcie nazw słownych nie zmienia jednak nic w procedurze stosowanej na co dzień przez astronomów. W katalogach są spisane miliony gwiazd. Większość z nich nie ma nazw słownych, a identyfikuje się je ciągami liter i cyfr. Jedna gwiazda może mieć wiele różnych tego typu oznaczeń, w zależności od tego, w ilu katalogach została uwzględniona. Dla przykładu Syriusz, najjaśniejsza gwiazda nocnego nieba, ma także oznaczenia, takie jak HD 48915, HIP 32349, LHS 219, IRAS S06429-1639 czy AKARI-FIS-V1 J0645085-164258.

Przypomnijmy, że w latach 20. ubiegłego stulecia Międzynarodowa Unia Astronomiczna ujednoliciła nazwy gwiazdozbiorów, a przy okazji także ich granice na mapach nieba. Od tamtej pory na niebie mamy 88 gwiazdozbiorów i taki podział obowiązuje do dzisiaj.

Przy okazji przestrzegamy przed kupowaniem nazw gwiazd. Proceder sprzedaży nazw gwiazd działa na świecie, w tym Polsce. Ale kupiona w ten sposób nazwa to jedynie uzgodnienie pomiędzy daną firmą sprzedającą usługę a jej klientem. Nikt inny takiej nazwy nie uznaje, ani naukowcy, ani żadne oficjalne instytucje na świecie. Według nas szkoda pieniędzy na tzw. „certyfikat" do powieszenia na ścianie w ramce, a w praktyce nic nie znaczący świstek papieru. Znacznie taniej wyjdzie wydrukowanie takiego „dyplomu" samodzielnie, a zaoszczędzone pieniądze można przeznaczyć np. na zakup sprzętu lub literatury astronomicznej.

Międzynarodowa Unia Astronomiczna zrzesza zawodowych astronomów z całego świata, należy do niej ponad 10 tys. naukowców. Jest jedynym podmiotem mogącym nadawać uznawane oficjalnie na świecie nazwy obiektom astronomicznym. Przy czym wychodzi z założenia, że piękno kosmosu i nocnego nieba nie jest na sprzedaż i nie prowadzi sprzedaży nazw gwiazd.

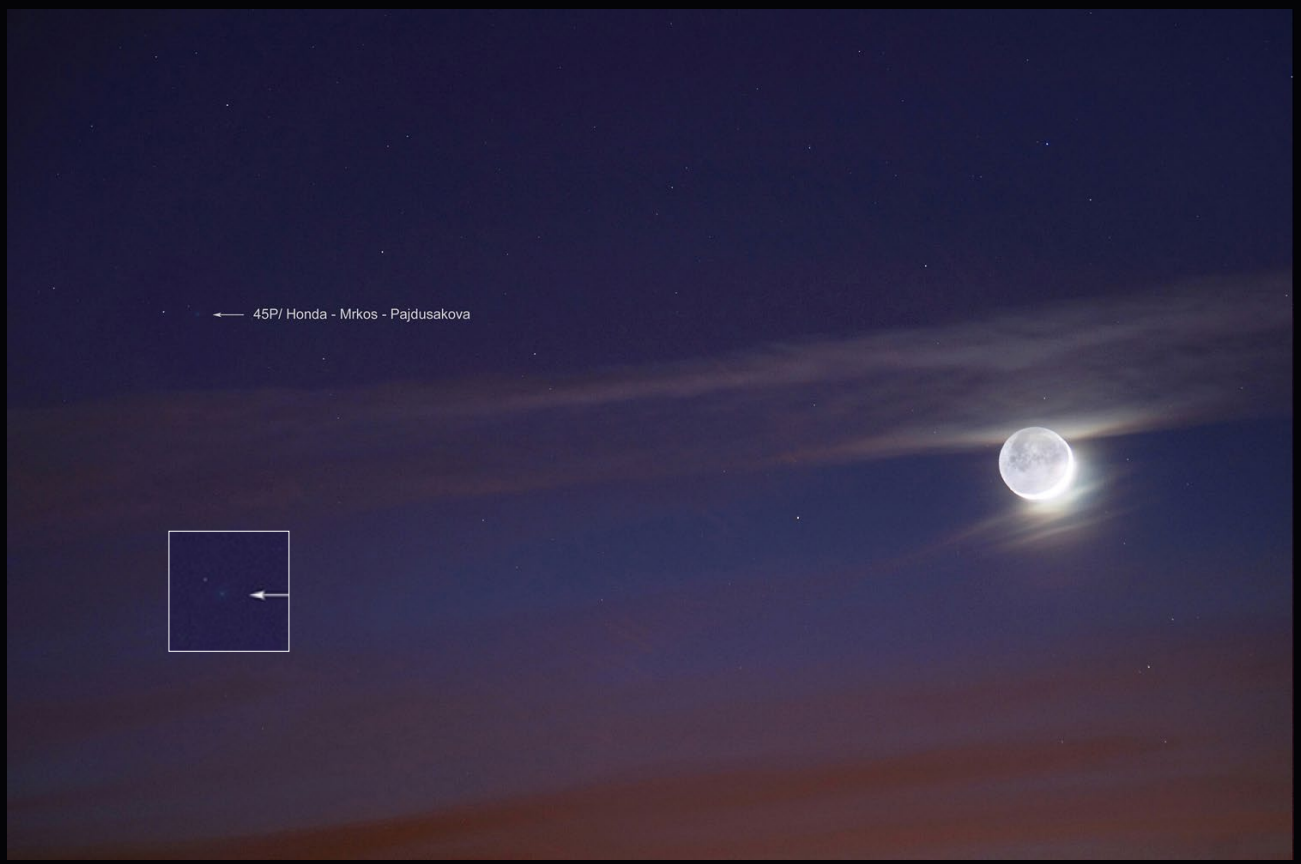
Krzysztof Czart

Lista wybranych gwiazd, dla których Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) oficjalnie zaaprobowała nazwy słowne. Źródło: IAU

Nazwa	Oznaczenie	Oznaczenie	Wielkość gwiazdowa m_v (mag)	Data uznania nazwy	Stosowane w Polsce nazwy (jeśli się różnią) lub inne uwagi
Polaris	α UMi	HR 424	1,97	2016-06-30	Gwiazda Polarna
Rigil Kentaurus	α Cen A	HR 5459	-0,01	2016-11-06	Alfa Centauri
Proxima Centauri	α Cen C	GJ 551	11,01	2016-08-21	Najbliższa gwiazda względem Słońca
Copernicus	55 Cnc	HR 3522	5,95	2015-12-15	Posiada planety pozasłoneczne
Lich	…	PSR B1257+12	…	2015-12-15	Pulsar z planetami pozasłonecznymi odkrytymi przez prof. Aleksandra Wolszczana
Sirius	α CMa	HR 2491	-1,44	2016-06-30	Syriusz, najjaśniejsza gwiazda nocnego nieba
Vega	α Lyr	HR 7001	0,03	2016-06-30	Wega
Betelgeuse	α Ori	HR 2061	0,45	2016-06-30	Betelgeza
Dubhe	α UMa	HR 4301	1,81	2016-06-30	Wchodzą w skład Wielkiego Wozu
Merak	β UMa	HR 4295	2,34	2016-06-30	
Phecda	γ UMa	HR 4554	2,41	2016-07-20	
Megrez	δ UMa	HR 4660	3,32	2016-06-30	
Alioth	ε UMa	HR 4905	1,76	2016-06-30	
Mizar	ζ UMa	HR 5054	2,23	2016-06-30	
Alkaid	η UMa	HR 5191	1,85	2016-06-30	
Alcor	80 UMa	HR 5062	3,99	2016-06-30	Alkor, tworzy gwiazdę wizualnie podwójną z Mizarem

Pełną listę nazw dla 227 gwiazd znajdziemy w biuletynie nr 2 wydanym przez Grupę Roboczą ds. Nazw Gwiazd działającą w ramach Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Biuletyn dostępny jest pod adresem: https://www.iau.org/static/science/scientific_bodies/working_groups/280/WGSN_bulletin2.pdf

Natalia Nienartowicz z Kuźni Raciborskiej sfotografowała 2 grudnia 2016 r. o godz. 16.40 przelot samolotu na tle cienkiego sierpu młodego Księżyca (aparat Kodak EasyShare Z812 IS, przesłona f/4.8, ISO 64, ogniskowa 70 mm, czas eksp. 1/40 s)



W ostatni dzień 2016 roku na wieczornym niebie można było sfotografować koniunkcję Księżyca 2 doby i 9 godzin po nowiu, wraz z kometą 45P/Honda–Mrkos–Pajdusakova. O godzinie 17.00 odległość kątowa między Srebrnym Globem a kometą wynosiła 5,7°. Księżyc był wówczas odległy od Ziemi o 391 400 km a kometa o 104 377 000 km. Parametry: 2016.12.31 godz. 17.01–17.15 CSE. Sigma 4–5.6/70–300DG APO,(150 mm, f4.5) + N.D300. Eksp. 6×20 s. ISO1000, 1×10 s. ISO200. Fot. Mariusz Świętnicki

Pył zasłania gwiazdy

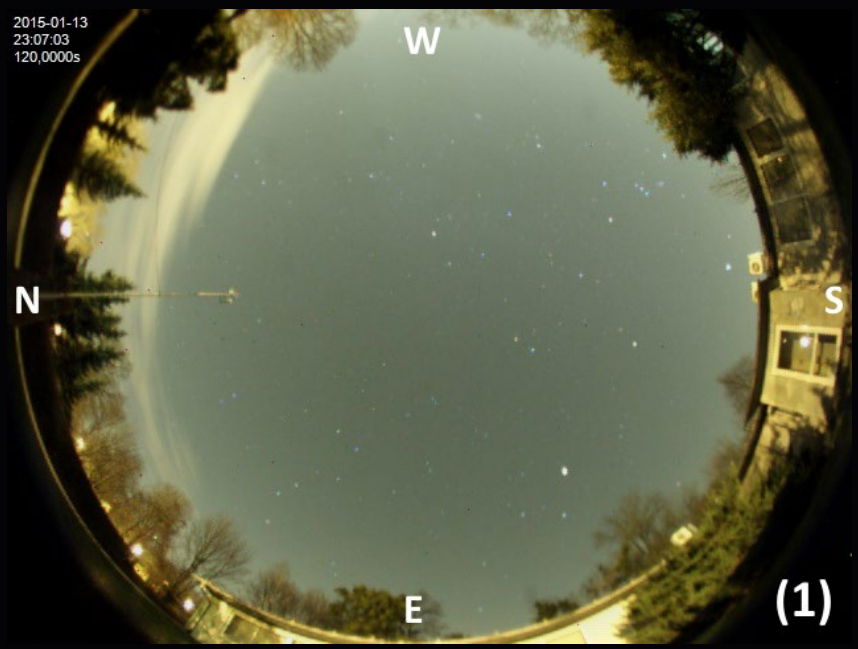
Ostatnio coraz więcej się mówi o miejskim smogu. I dobrze. Stężenie pyłów zawieszonych (PM10 i PM2.5) w okresie zimowym w polskich miastach często przekracza poziom dopuszczalny. Znane są przyczyny tej sytuacji i negatywne skutki zdrowotne oddychania zanieczyszczonym powietrzem. Duże stężenie pyłów zawieszonych ma też inny aspekt, astronomiczno-kulturowy.

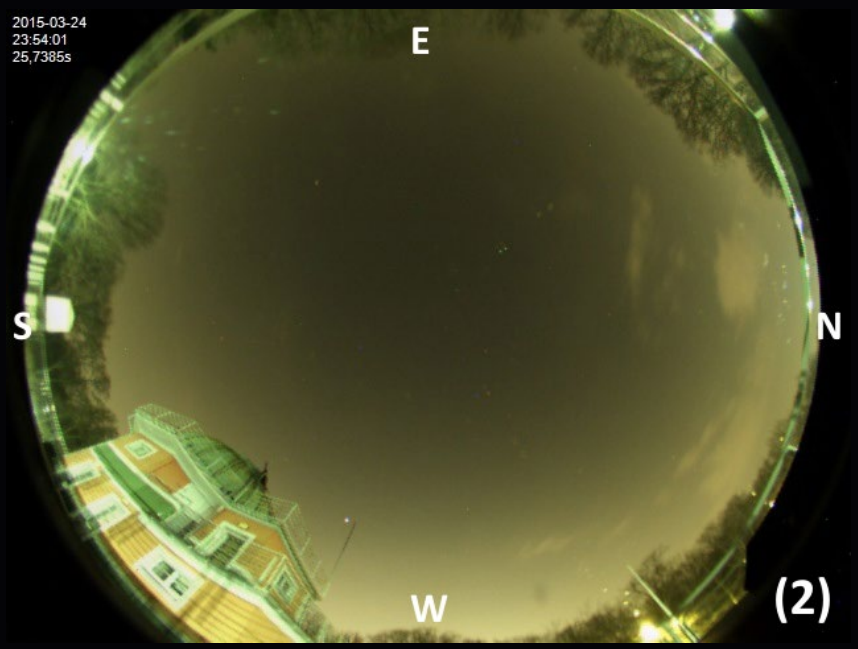
Im więcej pyłów PM, tym mniejsza przezroczystość atmosfery i tym więcej nocnego „miejskiego" światła rozprasza się w powietrzu, co powoduje wzrost jasności nieba. A im bardziej rozjaśnione niebo nocne, tym mniej gwiazd i innych obiektów astronomicznych na nim widać. A w dodatku pył częściowo blokuje światło tych obiektów. I tak zła sytuacja, wynikająca z dużego zanieczyszczenia światłem w miastach, staje się jeszcze gorsza. Ilustracją mogą być dwa zamieszczone obok zdjęcia. Oba zostały wykonane za pomocą tzw. kamery całego nieba z terenu Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego. Instytut znajduje się ok. 3,5 km od wrocławskiego Rynku. W obu przypadkach Księżyc znajdował się pod horyzontem, a zachmurzenie było bardzo małe.

Na pierwszym zdjęciu (1), pomimo wyraźnie jasnego nieba, widocznych jest sporo gwiazd. Z łatwością odnajdziemy na nim Wielki Wóz i Oriona. Stężenie PM2.5 wynosiło w tym czasie tylko 20 mikrogramów na m^3. Na drugim zdjęciu (2) niebo jest bure i praktycznie bezgwiezdne. Jedynym obiektem astronomicznym, który łatwo można dostrzec, jest Jowisz widoczny w lewej dolnej części zdjęcia. Stężenie PM2.5 tamtej nocy wynosiło aż 100 mikrogramów na m^3. To czterokrotnie więcej niż poziom dopuszczalny dla stężenia średniorocznego.

Tak zasnute pyłem zimowe noce nie są rzadkością. Mieszkańcom polskich miast pył nie tylko zabiera zdrowie i życie, ale też resztki rozgwieżdżonego nieba. Na myśl przychodzi tu fragment wiersza Norwida „Wspomnienie wioski".

Miasto — to ciemny, nieczysty przedsionek,
Którego niebo, dymem okopcone,
Nie zna jutrzenki, nie zna wschodu słońca…





A my możemy dodać do tego, *…nie zna rozgwieżdżonego nieba*.

O wpływie pyłów na jakość nocnego nieba (i nie tylko) znajdziecie, Drodzy Czytelnicy, w publikowanym w tym numerze „Uranii" artykule „Jak ciemne jest niebo nad naszym miastem?".

Artykuł opisuje obserwacje wykonane przez uczennice z I LO w Sulęcinie. Ich praca zajęła IV miejsce w Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w roku 2016.

Sylwester Kołomański

Zanieczyszczenie światłem w Sulęcinie dokładnie zmierzone

Jak ciemne jest niebo nad naszym miastem?

Jerzy Baranowski, Klaudia Koczara, Alicja Ciechocka

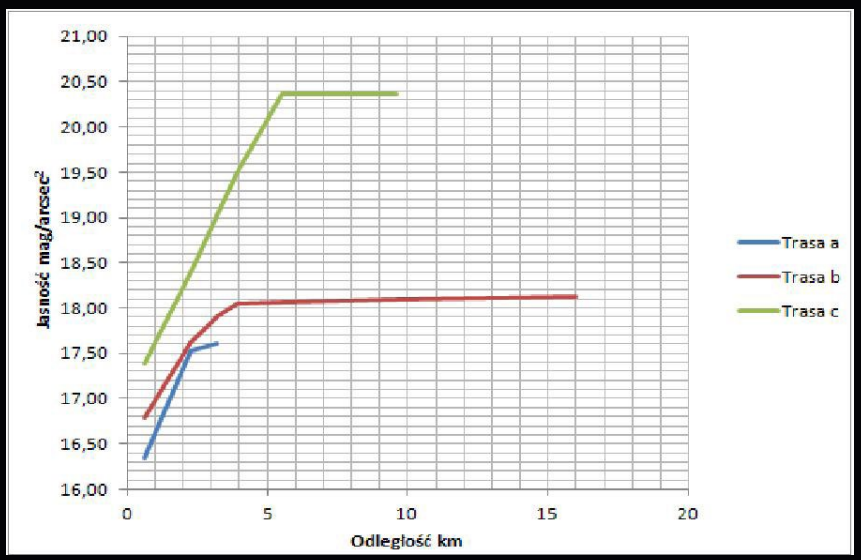
Uczniowie z I LO w Sulęcinie pod opieką swojego nauczyciela przeprowadzili kampanię obserwacyjną, której celem było wyznaczanie poziomu zanieczyszczenia światłem w ich mieście i w okolicy. Duża liczba zebranych obserwacji pokazała, jak zanieczyszczenie to zachowuje się w różnych warunkach meteorologicznych i jak zmienia się w czasie.

Przygoda z ciemnym niebem zaczęła się od liczenia gwiazd

Przygoda uczniów kółka astronomicznego przy I Liceum Ogólnokształcącym w Sulęcinie (woj. lubuskie) z pomiarami jasności nocnego nieba zaczęła się w roku szkolnym 2011/12. Wtedy to na stronie Izerskiego Parku Ciemnego nieba zauważyliśmy instrukcję „Liczenie gwiazd metodą tuby”[1]. Rozpropagowaliśmy wśród uczniów informacje o tym sposobie określania jasności nieba i zaczęły do nas spływać raporty od uczniów z miasta Sulęcina i okolicznych miejscowości. Akcja nabrała rozpędu jesienią 2012 r., kiedy raporty dostarczyło 69 uczniów. Wysyłaliśmy je sukcesywnie do Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego. Na podstawie obserwacji poznaliśmy średnią liczbę gwiazd widocznych z terenu miasta Sulęcina — wynosiła około 1000. Liczba gwiazd widocznych z miejsc poza Sulęcinem wynosi około 1400.

Prace dotyczące zanieczyszczenia światłem, oparte na zliczeniach gwiazd, były przedstawiane na konkursach szczebla wojewódzkiego. Nasza uczennica Adrianna Szymczak pracą „Liczenie gwiazd” napisaną w oparciu o pomiary wykonane przez 69 uczniów sulęcińskich szkół średnich, zdobyła IV miejsce w XL OMSA (2014 r.) w Grudziądzu. Jednocześnie nasze starania zostały dostrzeżone przez IA Uniwersytetu Wrocławskiego i zostaliśmy zaproszeni do udziału w Szkolnych Warsztatach Astronomicznych (www.swa.edu.pl) organizowanych w Orlu (Izerski Park Ciemnego Nieba). Tam uczniowie poznawali pozostałe metody pomiarów zanieczyszczenia światłem nocnego nieba.

[1] Dokładny opis metody zliczania gwiazd można znaleźć na stronie www.wygasz.edu.pl/index.php/tuba.html



Zależność jasności nieba od odległości od Sulęcina

Nasza kampania pomiarowa z SQM-L

We wrześniu 2015 r. wypożyczyliśmy z Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego miernik SQM-L, aby zmierzyć zanieczyszczenie światłem w okolicy Sulęcina. Pomiar z wykorzystaniem tego miernika w odróżnieniu od pozostałych metod (np. zliczania gwiazd) nie zależy od wzroku obserwatorów. Jest metodą instrumentalną, a nie wizualną. Od momentu otrzymania miernika staraliśmy się wykorzystać każdą sprzyjającą noc na wykonywanie pomiarów, aby potem móc porównać wyniki uzyskane w różnych warunkach obserwacyjnych. Z każdego naszego wyjazdu obserwacyjnego sporządzaliśmy raport.

Mierzona przez SQM-L jasność powierzchniowa podawana jest w mag/arcsec^2 — magnitudo na sekundę łuku do kwadratu. Jasność mierzyliśmy po pięć razy w czterech głównych kierunkach geograficznych na wysokości 60 stopni nad horyzontem oraz zenicie. Następnie wyniki pomiarów uśrednialiśmy[2]. Poniżej przedstawiamy wyniki naszych obserwacji. Nazwy miejsc obserwacji są umowne a ich współrzędne geograficzne podane w raportach. Większość obserwacji przeprowadziliśmy w 3 miejscach: Jaśko to punkt położony 0,6 km od centrum Sulęcina, Baseny — 2,3 km oraz Brzeźno — 3,2 km od centrum. Informacje o stopniu zapylenia pochodzą z pomiarów z mobilnej stacji monitoringu zanieczyszczenia powietrza w Sulęcinie. Temperaturę i wilgotność odczytywaliśmy z czujnika w telefonie. Kierunki świata ustalaliśmy za pomocą kompasu.

[2] Metoda pomiaru z wykorzystaniem SQM-L opisana jest na stronie www.wygasz.edu.pl/index.php/sky-quality-meter.html

Na podstawie ponad 30 raportów udało się dokonać analizy otrzymanych wyników w zależności od odległości od centrum Sulęcina, widoczności Księżyca, stopnia zachmurzenia, stopnia zapylenia i obecności pokrywy śnieżnej. A także porównać wyniki z SQM-L z wynikami z innych metod pomiarowych i z przewidywaniami modeli numerycznych.

Im dalej tym ciemnej

Zależność jasności nieba od odległości od Sulęcina wyznaczaliśmy na trzech trasach:

a) Jaśko Sulęcin, Baseny, Brzeźno, Żubrów

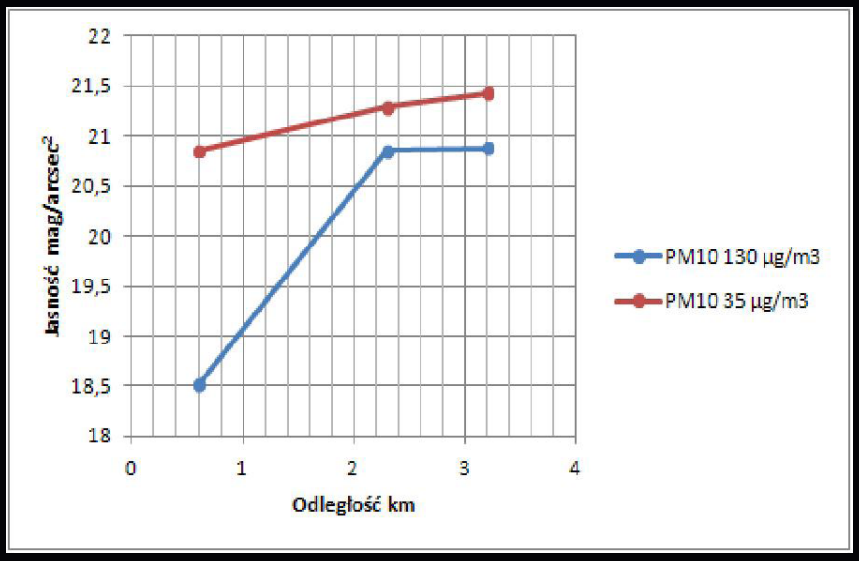
b) Jaśko Sulęcin, Długoszyn, Krzeszyce

c) Jaśko, Żubrów, Miechów.

Jasność mierzyliśmy po pięć razy w czterech kierunkach geograficznych pod kątem 60 stopni oraz zenicie. Następnie wyniki pomiarów uśredniliśmy. Z powyższych wykresów wynika, że jasność nieba w odległości powyżej 4–5 km od Sulęcina utrzymuje się na prawie jednakowym poziomie (poziom ten jest różny dla tych tras, ponieważ inne były warunki pogodowe). Wynik ten oznacza, że tzw. wyspa świetlna Sulęcina ma rozmiar około 4–5 km i aby uniknąć wpływu świateł miejskich na nocne niebo, powinniśmy się oddalić na co najmniej taką odległość.

Śnieg rozjaśnia niebo

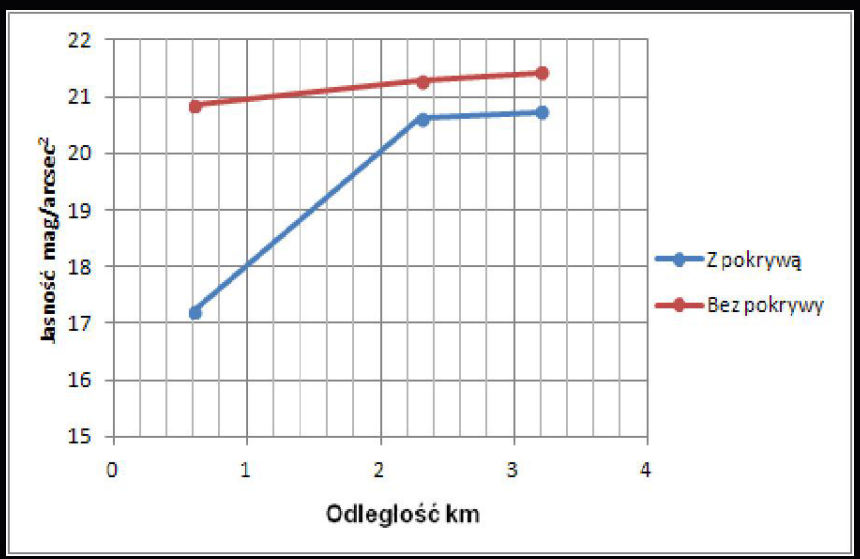
Aby wykonać pomiary udało się nam „upolować" kilka dni, w których na polach leżał śnieg i niebo było w miarę bezchmurne. Porównanie dni ze śniegiem i bez wypadło interesująco. Na podstawie przedstawionych danych możemy wyraźnie zauważyć różnicę w wynikach szczególnie w mieście. W Sulęcinie jasność przy obecności śniegu wzrasta o ponad 3 mag/arcsec^2 do wartości około 17–18 mag/arcsec^2, a poza miastem o mniej niż 1 mag/arcsec^2. Związane jest to z faktem, że gdy powierzchnia ziemi przykryta jest śniegiem, to więcej światła lamp ulicznych odbija się do góry w niebo, zwiększając jego jasność. Poza miastem tych źródeł światła nie ma, dlatego praktycznie od odległości 2 km od Sulęcina obecność śniegu nie jest tak bardzo widoczna.



Zmiana jasności nieba spowodowana pyłem zawieszonym P10

Pył zawieszony — szkodliwy nie tylko dla zdrowia

W czasie naszych pomiarów sprawdzaliśmy stopień zanieczyszczenia pyłem PM 10. Tu przedstawiamy pomiary jasności nieba wykonane przy dwóch skrajnie różnych poziomach zapylenia: 35 µg/m^3 (niskie zapylenie) i 130 µg/m^3 (wysokie zapylenie). Stopień zapylenia pyłem zawieszonym PM10 ma istotny wpływ na warunki obserwacji astronomicznych. Przejrzystość powietrza zależy od ilości pyłów i aerozoli. Im bardziej przejrzyste powietrze, tym słabiej rozprasza się w nim światło oświetlenia ulicznego, a tym samym jasność nieba jest mniejsza. Szczególnie jest to widoczne na terenie miasta. W odległości powyżej 2 km wpływ zapylenia jest już mniej widoczny. Na terenie Sulęcina nie ma większych zakładów przemysłowych, więc zapylenie jest skutkiem palenia w piecach gospodarstw domowych oraz kotłowni i wraz z odległością od centrum miasta maleje.



Zmiana jasności nieba spowodowana obecnością pokrywy śnieżnej

Księżyc w pełni

Obecność Księżyca może zwiększyć jasność nieba nawet dziesiątki razy. Trudno się temu dziwić, skoro Księżyc w pełni ma jasność –12,7 mag. Różnica ta jest bardzo widoczna. Z naszych raportów wynika, że dla Księżyca w pełni średnia jasność nieba wynosi ok. 17 mag/arcsec^2, a dla nieba bez obecności Księżyca około 21 mag/arcsec^2. Jest to ok. 40-krotna różnica jasności. Poprawa ciemności nieba wraz z odległością widoczna na wykresie wynika z faktu oddalania się od źródła zanieczyszczenia świetlnego, czyli miasta.

Nocą zachmurzone niebo jaśniejsze niż bezchmurne

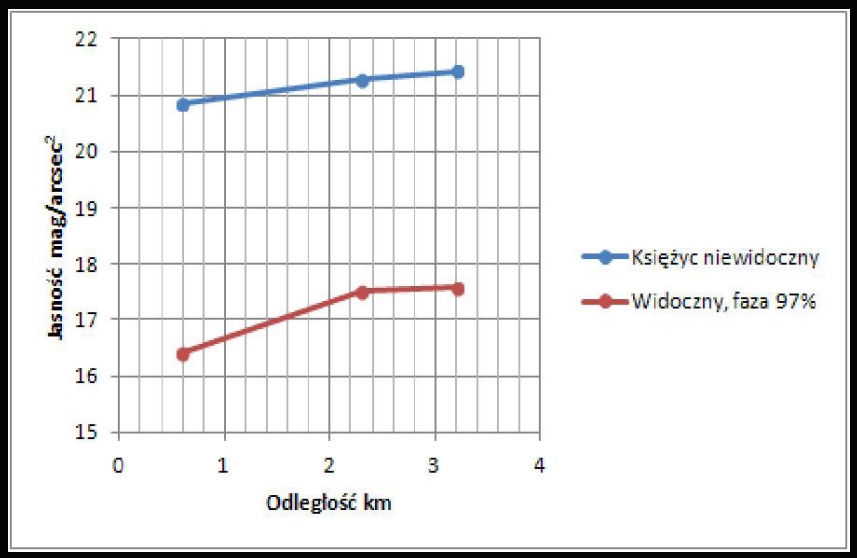
Zachmurzenie ma istotny wpływ na jasność nocnego nieba. Chmury odbijają sztuczne światło miasta z powrotem do ziemi. Stąd też duża różnica w jasności nieba pomiędzy zerowym i znacznym zachmurzeniem na obszarze Sulęcina i dużo mniejsza w odległości 3 km.

Porównujemy SQM-L i inne metody

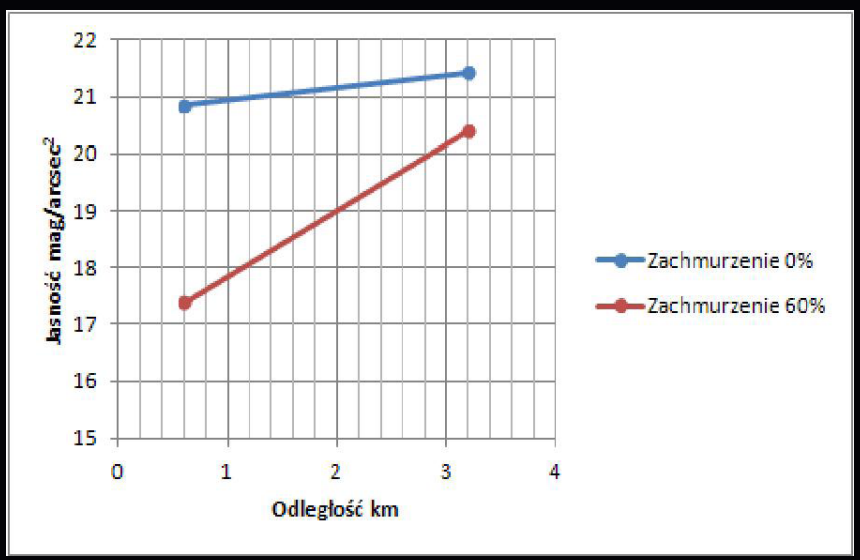
Do porównania naszych wyników z innymi metodami pomiaru jasności nieba użyliśmy tylko tych wyników otrzymanych przy braku Księżyca, zerowym zachmurzeniu, małym zapyleniu i braku pokrywy śnieżnej. Średnia jasność powierzchniowa nieba dla takich warunków zanotowana w czasie naszych pomiarów wynosi 20,86 mag/arcsec^2 dla Jaśko Sulęcin oraz 21,29 mag/arcsec^2 dla naszego stałego miejsca obserwacji tzw. Basenów i utrzymuje się ona wraz z oddalaniem w kierunkach miejscowości Brzeźno i Żubrów. Pomiary prowadzone były kilkakrotnie w pięciu kierunkach a następnie uśrednione.

Wynik otrzymany miernikiem SQM-L, 21,29 mag/arcsec^2, dla naszego stałego miejsca obserwacji odpowiadałby ilości 1400 gwiazd naliczonych metodą przez tubę. Jednocześnie taki wynik jasności powinien odpowiadać 4 klasie nocnego nieba w skali Bortle'a [3], czyli niebu wiejskiemu przechodzącemu w podmiejskie. Znalazło to potwierdzenie w naszych spostrzeżeniach. Obserwując niebo w czasie naszych pomiarów, widzieliśmy łunę światła pochodzącą od Sulęcina czy w innym przypadku Krzeszyc. Pojawiające się obłoki w pobliżu tych łun były dość wyraźnie oświetlone. Droga Mleczna była widoczna najwyraźniej w zenicie, w pobliżu horyzontu nieco gorzej. Te warunki odpowiadają właśnie niebu wiejskiemu przechodzącemu w podmiejskie. Jasność naszego nocnego nieba odpowiada również 3 poziomowi w skali Berry'ego ([3]), tzn.

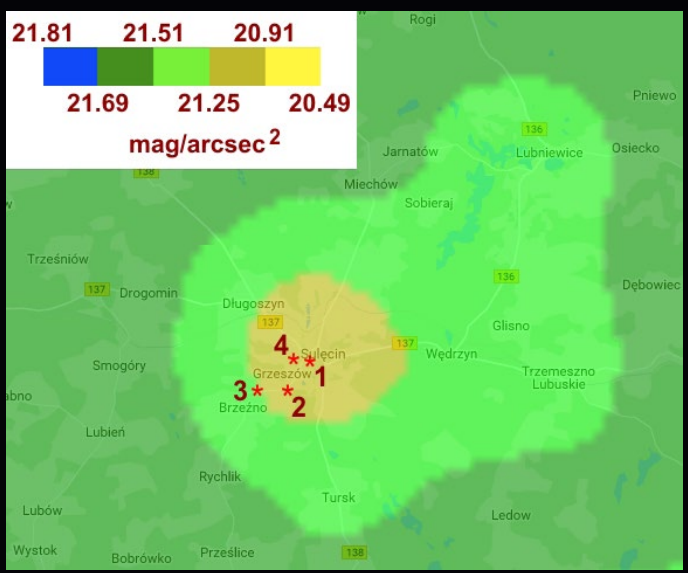
[3] Więcej informacji na temat skal Bortle'a i Berry'ego można znaleźć na stronach ciemneniebo.pl/pl/aktualnosci/22-artykuly-i-publikacje/179-skala-bortlea oraz lightpollution.pk.edu.pl/SOCN/metody.php



Zmiana jasności nieba spowodowana obecnością Księżyca



Zmiana jasności nieba spowodowana zachmurzeniem



Fragment mapy jasności nocnego nieba z Light Pollution Atlas 2006 dla okolic Sulęcina. Jasność nieba podaje skala barwna. Zaznaczone są miejsca wykonywania pomiarów: 1 — Jaśko Sulęcin, 2 — Baseny, 3 — Brzeźno oraz nowo powstałe osiedle — 4

Droga Mleczna nisko nad horyzontem jest słabo widoczna lub niewidoczna, chmury są szare w zenicie, natomiast jasne przy horyzoncie.

Podczas obserwacji szacowaliśmy również jasność nieba na podstawie widoczności gwiazd w pobliżu gwiazdozbioru Małej Niedźwiedzicy. Stosując metodę zerkania, oszacowaliśmy jasność graniczną na 6,2 mag (średnia dla trzech najlepszych obserwatorów), co według opisu skali Bortle'a odpowiada wynikowi uzyskanemu miernikiem SQM-L. Powyższe porównania dotyczą Basenów, czyli naszego stałego miejsca obserwacji.

Tabela: porównanie wyników pomiarów z Light Pollution Atlas 2006

Miejsce	Pomiar SQM-L mag/arcsec^2	Pomiar SQM-L przeliczony do V mag/arcsec^2	Wartość z atlasu mag/arcsec^2
Jaśko Sulęcin	20,86	20,69	20,91 — 21,25
Baseny	21,29	21,12	20,91 — 21,25
Brzeźno	21,43	21,26	21,25

Porównujemy nasze wyniki z modelem numerycznym

Nasze wyniki porównywaliśmy również z modelem numerycznym zanieczyszczenia nieba Light Pollution Atlas (djlorenz.github.io/astronomy/lp2006), który powstał na podstawie obserwacji satelitarnych z 2006 r. W momencie powstawania naszej pracy był to najnowszy dostępny atlas zanieczyszczenia światłem.

Obliczenia do Atlasu wykonano dla zenitu, zerowego zachmurzenia, dobrej przejrzystości powietrza, braku Księżyca i śniegu. U nas przy takich warunkach wyniki wynoszą:

- Jaśko Sulęcin 20,86 mag/arcsec^2;
- Baseny 21,29 mag/arcsec^2;
- Brzeźno 21,43 mag/arcsec^2.

Podczas naszych obserwacji Droga Mleczna przechodziła przez zenit, co podnosi jasność zmierzoną przez SQM-L. Aby zmniejszyć wpływ Drogi Mlecznej, do porównania z Atlasem użyliśmy znowu średniej wyznaczonej z pięciu kierunków.

Jasności w Atlasie są podane w mag/arcsec^2, czyli takich jak odczyty z miernika SQM-L, ale dla filtra astronomicznego V, więc w nieco innym zakresie widma. Każdą ze zmierzonych przez nas wartości trzeba pomniejszyć o 0,17 mag/arcsec^2, aby przejść do wyników w paśmie V[4]. W Atlasie nasze miejsca mają odpowiednio jasności: Jaśko Sulęcin i Baseny — między 20,91 a 21,25 mag/arcsec^2, Brzeźno — 21,25 mag/arcsec^2 (leży na granicy dwóch obszarów, patrz mapa). Porównanie wyników naszych pomiarów i danych z Atlasu przedstawia tabela.

Z tego zestawienia wynika, że nasz pomiar trochę różni się od wyniku zanotowanego w Atlasie. W mieście Sulęcin (Jaśko) jasność jest nieco większa, natomiast na Basenach i w Brzeźnie zaświetlenie nieba pozostaje praktycznie bez zmian. Od momentu stworzenia ww. Atlasu do dnia dzisiejszego upłynęło 10 lat. W tym czasie wzrosła liczba latarń ulicznych w Sulęcinie, a w kierunku zachodnim od centrum powstało nowe osiedle domków jednorodzinnych. To wpłynęło na wzrost zanieczyszczenia światłem i tłumaczyłoby większą jasność nieba zaobserwowaną przez nas w Sulęcinie. Natomiast w pozostałych dwóch miejscach zmiany w infrastrukturze oświetleniowej w Sulęcinie nie wpłynęły istotnie na jasność nocnego nieba.

* * *

W ubiegłorocznym XLII Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym Alicja Ciechocka i Klaudia Koczara z referatem pt. „Pomiar zanieczyszczenia światłem nocnego nieba w pobliżu miasta Sulęcin" zajęły IV miejsce.

Od lewej Alicja Ciechocka, Klaudia Koczara, Jerzy Baranowski

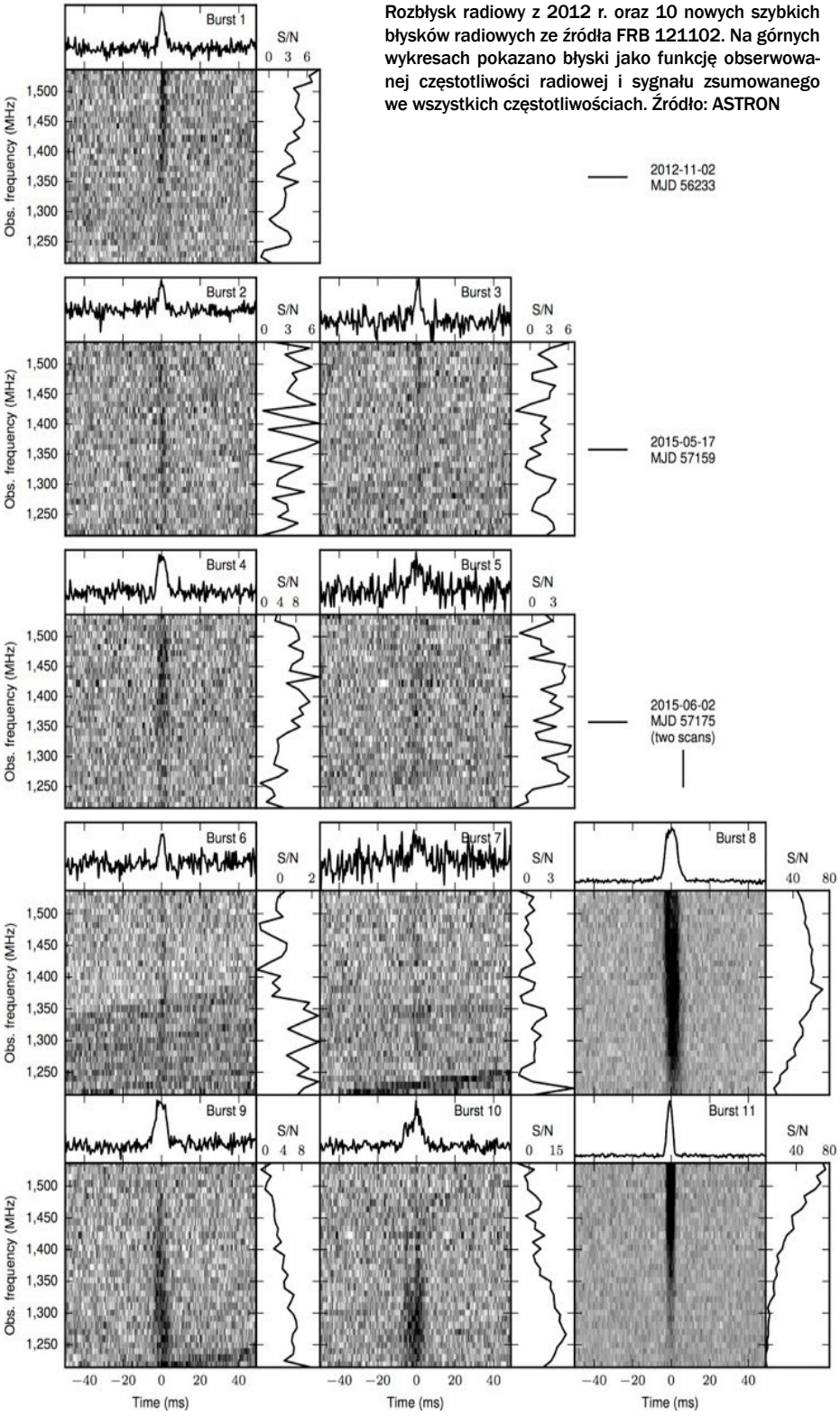
Klaudia Koczara — uczennica drugiej klasy I Liceum Ogólnokształcącego w Sulęcinie. Oprócz astronomii interesuje się architekturą i sztuką. Jej hobby jest rysowanie oraz malarstwo. Po maturze zamierza studiować architekturę.
Alicja Ciechocka — uczęszcza do klasy maturalnej w I LO w Sulęcinie. Interesuje się fizyką i astronomią. Chciałaby studiować na Politechnice we Wrocławiu. Poza zainteresowaniami naukowymi, dużo czasu poświęca muzyce i działalności w ZHP. Samorozwój stawia na pierwszym miejscu.
Jerzy Baranowski — nauczyciel fizyki w I LO im. A. Mickiewicza w Sulęcinie. Autor i koordynator projektu „Klub Miłośników Fizyki" finansowanego z EFS, w ramach którego został zakupiony do szkoły m.in. teleskop. Uczniowie zajmowali czołowe lokaty w ogólnopolskich konkursach fizycznych i astronomicznych (m.in. Ogólnopolskie Seminarium Astronomiczno-Astronautyczne, Ogólnopolski Konkurs „A jednak się kręci" na najlepsze kółko astronomiczne).

[4] Wyrażenie umożliwiające przeliczanie jasności między SQM a filtrem V jest podane w raporcie Cinzano (2005) dostępnym na stronie producenta SQM www.unihedron.com/projects/darksky

Szybkie błyski radiowe: nieco bliżej rozwiązania piętnastoletniej zagadki

Szybkie błyski radiowe (ang. Fast Radio Bursts, FRBs) są dla astronomów wielką zagadką. Nie znamy ich źródeł ani mechanizmów odpowiedzialnych za olbrzymie ilości generowanej podczas nich energii. Jeszcze do niedawna nie wiedzieliśmy nawet, czy pochodzą z, czy spoza naszej Galaktyki. Są zjawiskami krótkotrwałymi i nieprzewidywalnymi. Jednak rok 2016 był dla zajmujących się nimi naukowców wyjątkowo łaskawy — możemy zaryzykować stwierdzenie, że rąbek tajemnicy został niedawno uchylony.

Co na pewno wiemy o szybkich błyskach radiowych? Odkryto je po raz pierwszy w 2001 r. Ściślej mówiąc, astronomowie analizujący obserwacje archiwalne zebrane w obserwatorium Parkes w 2001 r. pod kierownictwem D. R. Lorimera natrafili w nich sześć lat później na wyjątkowo gwałtowny rozbłysk emisji radiowej. Trwał on zaledwie kilka milisekund, ale jego energia była porównywalna z energią emitowaną przez Słońce w ciągu miesiąca. Strumień radiowy wynosił aż 30 Jy. Czegoś takiego nigdy wcześniej nie zaobserwowano! Ewenement ten znany jest dziś pod nazwą błysk Lorimera lub FRB 010724.



Rozbłysk radiowy z 2012 r. oraz 10 nowych szybkich błysków radiowych ze źródła FRB 121102. Na górnych wykresach pokazano błyski jako funkcję obserwowanej częstotliwości radiowej i sygnału zsumowanego we wszystkich częstotliwościach. Źródło: ASTRON

Błysk zdawał się pochodzić z okolicy Małego Obłoku Magellana, ale pewne cechy związanej z nim emisji radiowej wyraźnie wskazywały na to, że musiał powstać poza Drogą Mleczną. Na jego pozagalaktyczne pochodzenie wskazywała dyspersja — sygnał natrafił na swej drodze na duże i liczne skupiska elektronów. Skoro jednak mimo to dotarł do ziemskich radioteleskopów, nie rozpraszając się na tak dużej odległości, musiał pochodzić z niezwykle silnego źródła. Co więcej — sygnał ten był pojedynczy, można więc było założyć, że wygenerowało go pojedyncze, jednorazowe zjawisko typu kataklizmicznego, takie jak np. wybuch supernowej.

Problemem dla astronomów był brak wystarczającej ilości danych obserwacyjnych. Trudno było konstruować teorie na bazie jednej tylko obserwacji, więc od roku 2007 intensywnie poszukiwano kolejnych szybkich rozbłysków. Victoria Kaspi, profesor astrofizyki na Uniwersytecie McGilla w Montrealu, oszacowała dzienną ilość błysków na całym niebie na kilka tysięcy, zatem było czego szukać!

Do dziś znamy ich kilkanaście. Na jeden z nich natrafiono w roku 2012. Uchwyciła go 300-metrowa antena z Arecibo. Nadano mu nazwę FRB 121102 — zgodnie z datą pierwszej detekcji. Przełom miał jednak miejsce dopiero w listopadzie 2015 r., gdy doktorant z Uniwersytetu McGill wykrył RFB w danych

zarejestrowanych kilka miesięcy wcześniej przez radioteleskop Arecibo. Były to powtarzające się błyski radiowe związane z tym samym kierunkiem na niebie, z którego pochodziły znane wcześniej FRB z roku 2012! Miały bardzo podobne widma i inne właściwości. Innymi słowy — było to najprawdopodobniej to samo powtarzające się zjawisko. Obserwacje te pociągały za sobą ciekawy wniosek: szybkie rozbłyski niekoniecznie są efektem pojedynczych i bardzo gwałtownych zdarzeń kataklizmowych, ponieważ po pierwszym z błysków nadal pozostawało coś, co było w stanie go powtórzyć. Możemy zatem mieć do czynienia z powracającym mechanizmem ich generowania.

Błyski radiowe z 2012 i 2015 r. wykazywały dyspersję fal radiowych trzykrotnie większą niż w przypadku fal generowanych przez źródła z naszej Galaktyki. Pomiar dyspersji pozwala na odróżnienie naturalnych, kosmicznych fal radiowych od tych emitowanych przez urządzenia na Ziemi lub też pochodzących ze stosunkowo bliskich odległości. Gdy promieniowanie radiowe podróżuje w przestrzeni kosmicznej, międzygwiazdowe elektrony zakłócają je tak, że fale o niższych częstotliwościach przemieszczają się nieco wolniej. Powstaje wówczas charakterystyczny wzorzec w ich obserwowanym widmie. Naukowcy są już więc pewni, że obiekt emitujący powtarzalne FRB znajduje się poza Drogą Mleczną.

Interferometr radiowy VLA zaobserwował w 2016 r. łącznie aż dziewięć błysków pochodzących z regionu „pierwotnego" FRB 121102. Obserwacje te znacznie zawężały zakres współrzędnych, z jakich mógł on pochodzić, wciąż jednak nie wiedzieliśmy, czym one są i co je powoduje. Próbujące je wyjaśnić hipotezy były bardzo różne: powoływano się na krótkotrwałe błyski gamma, zapadające się czarne dziury, supernowe, magnetary, a nawet — działalność pozaziemskich cywilizacji. Badacze z grupy pod kierownictwem Laury Spitler z Max-Planck-Institut für Radioastronomie w Bonn jeszcze do niedawna liczyli na to, że z czasem uda się im zidentyfikować galaktykę macierzystą któregoś FRB. Problemem były ograniczenia techniczne — aby móc zobaczyć tak odległy obiekt, konieczne jest obserwowanie danego wycinka nieba za pomocą wielu radioteleskopów jednocześnie. Mowa tu o technice interferometrii radiowej, która pozwala uzyskać zdolność rozdzielczą pojedynczego radioteleskopu o średnicy równej odległości pomiędzy skrajnymi radioteleskopami układu.

4 stycznia 2016 r. na 229. zebraniu Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego ogłoszono pierwsze w historii „namierzenie" miejsca pochodzenia jednego z szybkich błysków radiowych. Źródłem błysku jest niewielka, karłowata galaktyka odległa od nas o około 2,5 mld lat świetlnych, leżąca w granicach gwiazdozbioru Woźnicy. Obserwacje ujawniły dodatkowo obecność źródła stałej emisji radiowej, położonego w odległości 100 lat świetlnych od dokładnej lokalizacji RRB 121102. Obie te emisje radiowe — wybuchowa i spokojna — mogą stanowić rezultat tego samego procesu fizycznego albo też promieniowanie stałe może być z nim tylko w pewien sposób związane. To mogą wyjaśnić dopiero dalsze badania.

Zatem to jeszcze nie koniec piętnastoletniej zagadki FRB. W minionym roku naukowcy uczynili ogromny krok naprzód, ale nie wiedzą nadal, co dokładnie wywołuje błyski — mogą jednak nieco lepiej zweryfikować wcześniejsze teorie na ten temat. Dwa najchętniej przyjmowane dziś wyjaśnienia to efekty związane ze zmiennością gwiazdy należącej do nieznanego nam jeszcze, egzotycznego typu, np. silnie namagnesowanej gwiazdy neutronowej, lub procesy zachodzące w otoczeniu supermasywnej czarnej dziury znajdującej się w galaktyce macierzystej błysku FRB 121102. Jeśli FRB faktycznie powstają podczas tworzenia się czarnej dziury, mogą być one pierwszym zaobserwowanym efektem związanym z kwantową grawitacją.

Elżbieta Kuligowska

Polacy odkryli pierwszą supernową w roku 2017

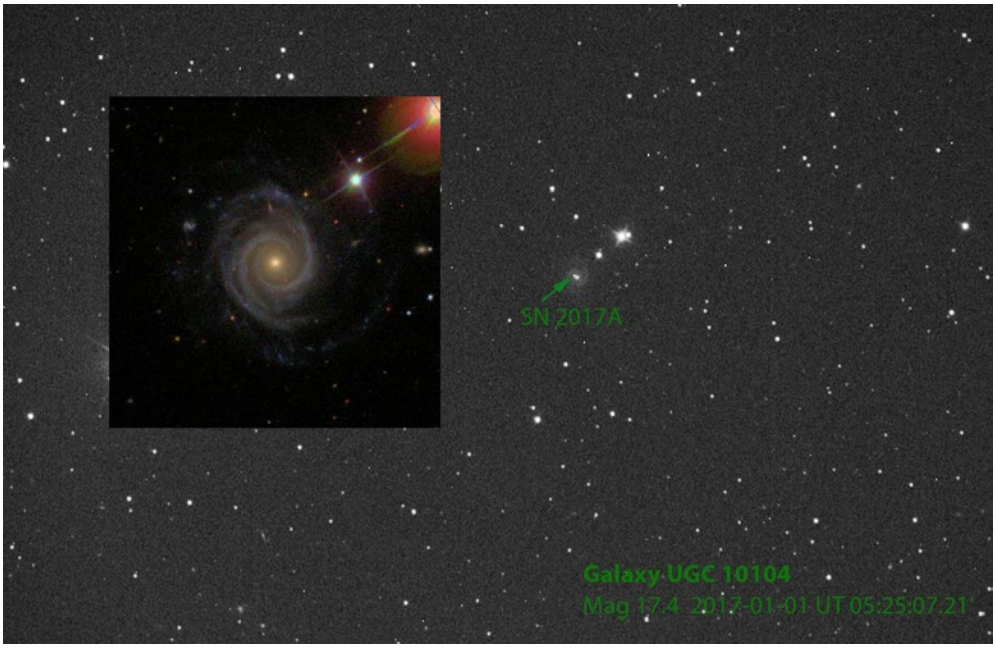
Dwóch polskich miłośników astronomii odkryło 1 stycznia 2017 r. supernową. Ponieważ jest to pierwsza supernowa odkryta w tym roku, otrzymała ona na razie oznaczenie AT 2017A, a po potwierdzeniu będzie ją można nazywać SN 2017A.

Michał Żołnowski i Grzegorz Duszanowicz dokonali odkrycia przy pomocy teleskopu w obserwatorium Ratinga we Włoszech. Jest to prywatne obserwatorium należące do Żołnowskiego. 1 stycznia o godz. 5.25 czasu uniwersalnego Polacy uruchomili automatyczny teleskop, który wykonał serię zdjęć. Na ostatnim ze zdjęć dostrzegli obiekt, którego nie było na starszych fotografiach galaktyki UGC 10104 — supernową o jasności 17,4 magnitudo. Galaktyka UGC 10104 znajduje się na niebie w gwiazdozbiorze Korony Północnej.

Jest to trzecia supernowa odkryta przez zespół Żołnowski-Duszanowicz. Natomiast sam Duszanowicz, polski miłośnik astronomii mieszkający w Szwecji, ma na swoim koncie już 10 odkrytych supernowych.

Kolejne odkrycie dokonane przez polskich miłośników astronomii nie jest przypadkowe. Oczywiście trzeba mieć trochę szczęścia, aby sfotografować supernową, ale jest to także efekt wielu obserwacji: systematycznego fotografowania setek galaktyk właśnie w celu natrafienia w którejś z nich na supernową.

Krzysztof Czart



Supernowa AT 2017A (SN 2017A) odkryta przez Polaków. Fot. Grzegorz Duszanowicz i Michał Żołnowski / SLOAN

Filtry gwiazdkowe (dyfrakcyjne) w astropejzażu

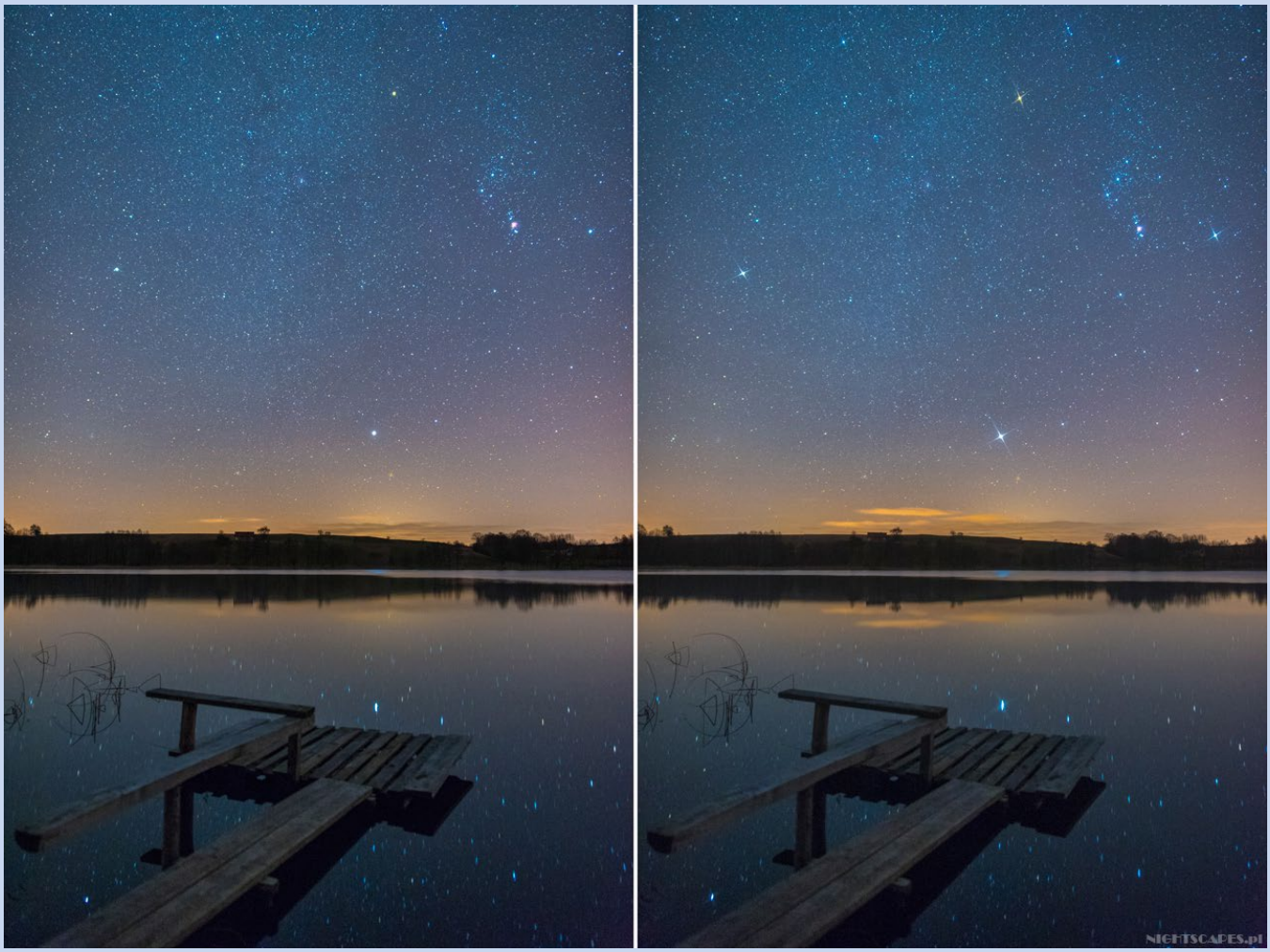
Czasami z zazdrością patrzymy na zdjęcia, na których jasne gwiazdy pięknie wyróżniają się efektownymi promieniami, podczas gdy u nas to tylko mniej lub bardziej okrągłe plamki. Jest jednak i na to sposób...

Filtry w fotografii nocnej

W fotografii nocnej, a więc również astrokrajobrazowej, raczej nie zwykło się stosować filtrów podczas fotografowania. Są oczywiście wyjątki. Jednym z nich są filtry, które służą do ochrony soczewek obiektywów. To wszystkie neutralne filtry oraz UV, które nie powinny w żaden sposób wpływać na fotografowany obraz. Z tym jednak różnie bywa. Te gorsze filtry potrafią wprowadzać zafarb lub być przyczyną powstawania flar i odblasków na zdjęciach. Na szczęście większość z nich jest jednak praktycznie neutralna. Wszystkie za to mają jedną ogromną zaletę. Dzięki nim możemy się zdecydowanie mniej martwić o stan przedniej soczewki obiektywów. Możemy je praktycznie bezkarnie przecierać, co w nocy przy osiadającej parze wodnej jest raczej nieuniknione. Czasem jednak nawet w nocy warto sięgnąć po inne filtry.

Spajki, czyli efekt dyfrakcji

Jednymi z takich filtrów są filtry gwiazdkowe, zwane również dyfrakcyjnymi. To właśnie dzięki zjawisku dyfrakcji (i interferencji) promieni świetlnych powstają na zdjęciach w miejscu punktowych źródeł światła charakterystyczne gwiazdki. Jednak aby otrzymać ten efekt, tak naprawdę wcale nie jest potrzebny żaden filtr. Dyfrakcja jest zjawiskiem naturalnym i zachodzi zawsze. To, jak będą wyglądały na zdjęciach gwiazdki, w dużej mierze zależy tego, jak mocne jest źródło światła oraz od budowy obiektywu, a w szczególności jego przesłony. Jak intensywny będzie to efekt, zależy od tego, jak



Efekt zastosowania filtra gwiazdkowego (dyfuzyjnego). Po lewej bez filtra, po prawej z nakręconym filtrem czteroramiennym

mocno taką przysłonę przymkniemy. Nie wdając się w szczegóły, to im większy ustawimy otwór przysłony, tym słabszy otrzymamy efekt. A im bardziej przymkniemy przysłonę, zmniejszając otwór, przez który przechodzą promienie świetlne, tym bardziej okazałe gwiazdki wygenerujemy na zdjęciu. Tyle teorii. W praktyce, gdy robimy zdjęcia astropejzażowe, najczęściej korzystamy z niskich wartości przysłon. Jest to jak najbardziej zrozumiałe, bo chcemy „złapać" jak najwięcej słabego gwiezdnego światła. Dlatego zazwyczaj nie obserwujemy charakterystycznego efektu gwiazdki zwanego potocznie w astrofotografii spajkiem. Chcąc go wygenerować na bardzo słabych źródłach światła, jakimi są gwiazdy, musimy się posłużyć stosownym filtrem.

Filtry gwiazdkowe

Filtr gwiazdkowy to tak naprawdę nic innego niż zwykłe szkiełko z regularnymi rysami na jego powierzchni. To właśnie ta regularna siatka rys odpowiada za wzmocnienie efektu dyfrakcji i generowanie promieni na każdym źródle światła, nawet bardzo słabym tak jak nasze gwiazdy. To, ile ramion będą miały gwiazdki, zależy od konstrukcji filtra, a dokładniej od układu siatki nacięć. W sprzedaży są dostępne filtry pozwalające wygenerować gwiazdki o 4, 6, 8 czy nawet 48 ramionach. Niektóre filtry gwiazdkowe mają konstrukcję po-

Filtry gwiazdkowe dyfrakcyjne

zwalającą, podobnie jak to ma miejsce w przypadku filtrów polaryzacyjnych, na obracanie powierzchni z siatką nacięć. Pozwala to na łatwe ustawianie kierunków, w jakich mają się ustawić promienie gwiazd na zdjęciach. To tak naprawdę detal, który można łatwo obejść, lekko odkręcając filtr, który takiej opcji nie posiada.

Po co nam te gwiazdki?

Charakterystyczny efekt gwiazdek ma swoich zwolenników jak i przeciwników, ma swoje plusy i minusy. Jedno jest pewne, użycie filtra nadaje zdjęciom bajkowy charakter. Filtr świetnie podkreśla słabsze gwiazdy. Jaśniejsze gwiazdy jeszcze bardziej dominują w kadrze. Filtr gwiazdkowy jest idealnym rozwiązaniem, gdy chcemy uwypuklić na niebie całe gwiazdozbiory, tak aby te charakterystyczne układy gwiazd były widoczne nawet dla osób, które nie interesują się astronomią. Kolejną zaletą jest podkreślenie naturalnej kolorystyki gwiazd, bowiem generowane spajki są w kolorach źródeł światła.

Wszystko z umiarem

Używając filtra gwiazdkowego, powinniśmy pamiętać o kilku rzeczach. Musimy unikać innych niż gwiazdy źródeł światła w kadrze. Najlepiej gdybyśmy w kadrze nie mieli niczego świecącego poza gwiazdami. O ile bardzo słabe światła gdzieś daleko na horyzoncie mogą pozostać niezauważone, to każde inne znajdujące się bliżej obiektywu źródło światła wygeneruje ogromną gwiazdę, która może zajmować sporą część kadru. Jednak nie tylko na sztuczne światła powinniśmy uważać. Użycie filtra należy również rozważyć, gdy w kadrze chcemy umieścić Wenus. Planeta jest na tyle jasnym i punktowym obiektem, że nawet bez filtra potrafi generować efekt gwiazdy. Z filtrem możemy uzyskać efekt mocno przesadzony, który może bardziej psuć zdjęcie niż dodawać mu uroku. Podobnie jest z Księżycem. Potrafi on generować na zdjęciu gwiazdę, nawet gdy sam jest poza kadrem!

Piotr Potępa

Efekt użycia rożnych filtrów gwiazdkowych na jasną Wenus. U góry filtr czteroramienny, niżej filtr ośmioramienny

Podstawy nauki o meteorytach

Niniejszy tekst powstał w oparciu o „Handbook for Meteor Observers", podręcznik wydany w 2008 r. przez International Meteor Organization, będący dość aktualnym i przystępnym wprowadzeniem w świat współczesnej nauki o meteorach. Tym razem kilka słów o meteorytach.

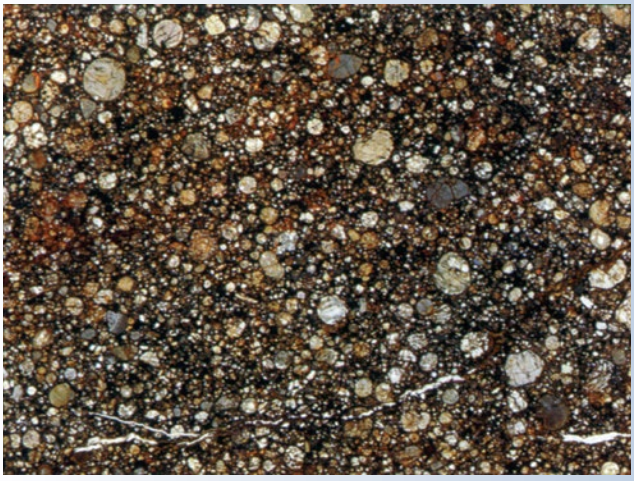
Meteoryty

Ziemska atmosfera stanowi potężną barierę dla materii, która przypadkowo spotyka się z Ziemią na swojej orbicie. Większość materii wpadającej w atmosferę odparowuje, a tylko nieliczne fragmenty spadają jako meteoryty. Z tego powodu zdobycie materiału do bezpośrednich badań laboratoryjnych jest bardzo trudne. Duża część materii dociera do powierzchni globu pod postacią mikrometeorytów. Jest to drobny pył meteorytowy, który choć na pozór niedostrzegalny, osiada na Ziemi w ilościach rzędu 10 tys. ton rocznie. Tego typu materiał został odnaleziony w osadach na dnie morza po roku 1880 r., a w późniejszych latach odnajdowano mikrometeoryty na pustyniach czy też na lądolodzie zalegającym na obu biegunach. Próbowano również pozyskiwać tak drobną materię przy pomocy balonów stratosferycznych i rakiet do sondowań atmosferycznych. Wśród cząsteczek pochodzenia kosmicznego można znaleźć zarówno mikroskopijne zlepki drobnych ziaren tworzące nieco porowate struktury, jak i przetopione cząsteczki o sferycznych kształtach, z których większość może być produktem ablacji meteoroidów w atmosferze. Ich rozmiary zawierają się w zakresie od kilku do około 100 mikrometrów. W latach 70. zebrano próbki pyłu meteorytowego, używając samolotów osiągających znaczny pułap. Na podstawie badań składu stwierdzono, że 60% materii składa się z żelaza, magnezu, krzemu, węgla, siarki, wapnia, niklu i innych pierwiastków. W skład mikrometeorytów wchodzi również węgiel w postaci prostych związków organicznych. 30% materii składało się z żelaza, niklu i siarki, przy czym zawartość niklu była stosunkowo niewielka, natomiast 10% mikrometeorytów składało się wyłącznie z żelaza i magnezu. Powtarzane w ostatnich latach badania potwierdzają wcześniejsze doniesienia o składzie drobnej materii meteorytowej.

Oprócz mikrometeorytów do dyspozycji badaczy są też znajdowane na powierzchni Ziemi meteoryty. Jest to materiał rzadki i stosunkowo trudno dostępny, pochodzący z największych meteoroidów, innych niż te, które wywołują widoczne każdej nocy meteory. Ciała, które dają spadki w postaci meteorytów, przed wejściem w atmosferę muszą być znacznych rozmiarów. Muszą również posiadać skład chemiczny umożliwiający przetrwanie części materii w drastycznych warunkach przelotu przez atmosferę. Pod względem składu chemicznego są zauważalne jednak znaczne podobieństwa do mikrometeorytów.

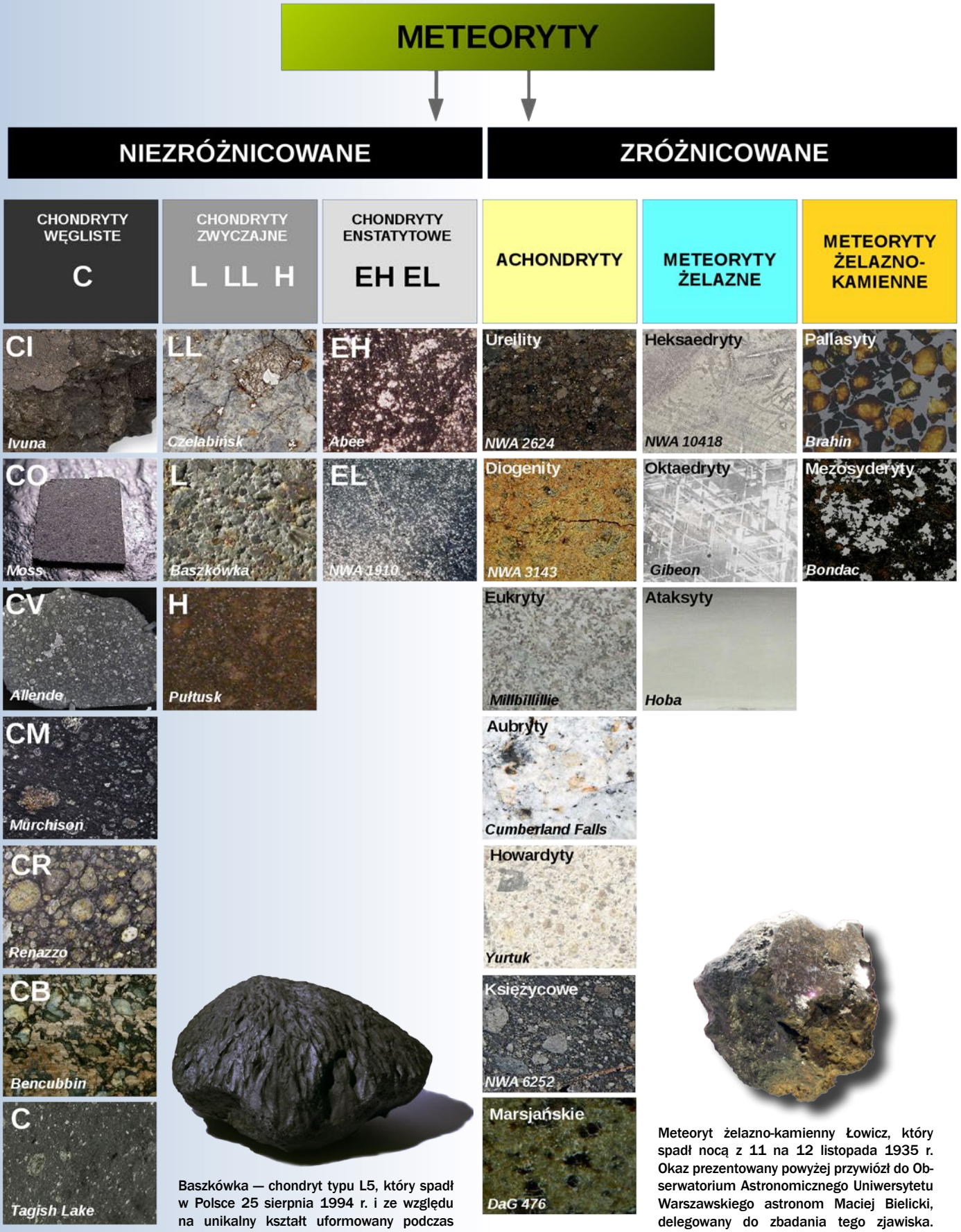
Podstawą klasyfikacji meteorytów jest ich skład chemiczny i występujące w nich charakterystyczne minerały. Pod względem zawartości pierwiastków rozróżniamy meteoryty kamienne, których głównym budulcem są różnego rodzaju krzemiany, często z dodatkiem metali; meteoryty żelazne, które najprościej opisać jako stop żelazowo-niklowy oraz meteoryty żelazno-kamienne zawierające ziarna krzemianowe w otoczeniu materiału żelazowo-niklowego. Stosowany jest też inny, zdaniem wielu badaczy bardziej praktyczny podział na meteryty zróżnicowane i niezróżnicowane. Meteoryty niezróżnicowane wydają się być tylko nieznacznie zmienione od czasów formowania Układu Słonecznego. Wszystkie meteoryty niezróżnicowane są meteorytami kamiennymi. Tego typu meteoryty dotarły do nas w postaci prawie niezmienionej, a działanie atmosfery ziemskiej podczas spadku spowodowało tylko minimalne zmiany w strukturze takiego ciała. Wszystkie meteoryty, które doświadczyły znaczących zmian fizykochemicznych w okresie późniejszym, zaliczają się do meteorytów zróżnicowanych. Meteoryty te często pochodzą z ciał, które uległy wewnętrznemu przetopieniu i zróżnicowaniu. Do meteorytów zróżnicowanych zaliczamy wszystkie meteoryty żelazne i żelazno-kamienne jak też pewną część meteorytów kamiennych.

Większość meteorytów kamiennych zawiera niewielkie sferyczne twory zwane chondrami. Chondry zazwyczaj widoczne są pod mikroskopem, choć niekiedy dają się dostrzec gołym okiem. Meteoryty zawierające chondry nazywamy chondrytami. Większość meteorytów znajdowanych na Ziemi jest zaliczana do tej grupy obiektów. Pod względem chemicznym chondryty są podobne do pierwszej spośród opisywanych uprzednio grup mikrometeorytów. Pewna niewielka część chondrytów ma mniejszą gęstość od przeciętnej, jest znacznie wrażliwsza mechanicznie i zawiera znaczne ilości związków węgla. Tego typu meteoryty nazywamy chondrytami węglistymi. Na uwagę zasługują też rzadko spotykane chondryty enstatytowe. Występują w nich znaczne ilości żelaza w postaci kamacytu, obecny jest też siarczek żelaza, czyli troilit. W meteorytach tych obserwujemy chondry enstatytowe zawierające krzemian magnezu zwany właśnie enstatytem, przy zupełnym braku oliwinu.



Przekrój chondrytu zwyczajnego z widocznymi chondrami

Na powierzchni chondrytów, bezpośrednio po upadku, można zaobserwować cienką i dość ciemną skorupę obtopieniową powstałą podczas ablacji i zastygłą niemal natychmiast podczas ciemnej fazy lotu (ostatni odcinek podróży meteorytu w dolnej warstwie atmosfery). Skorupa taka w warunkach ziemskich ulega szybkiemu utlenianiu, wietrzeniu i po stosunkowo krótkim czasie upodabnia się nieco do ziemskich kamieni. W warunkach wysokiej wilgotności materia chondrytowa w ciągu setek czy tysięcy lat może ulec całkowitej erozji. Szybkie zmiany zachodzące po spadku meteorytu



Baszkówka — chondryt typu L5, który spadł w Polsce 25 sierpnia 1994 r. i ze względu na unikalny kształt uformowany podczas orientowanego przelotu przez atmosferę został uznany za najpiękniejszy polski meteoryt

Meteoryt żelazno-kamienny Łowicz, który spadł nocą z 11 na 12 listopada 1935 r. Okaz prezentowany powyżej przywiózł do Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego astronom Maciej Bielicki, delegowany do zbadania tego zjawiska. Po wojnie udało się odnaleźć ten meteoryt w gruzach zniszczonego obserwatorium

są powodem, dla którego poszukiwania takich obiektów powinny być organizowane w możliwie jak najkrótszym czasie. Świeże meteoryty jest łatwiej odnaleźć, a zebrany materiał będzie naukowo cenniejszy, mniej zmieniony przez warunki środowiskowe.

Istnienie chondr ma związek z niecałkowitym przetopieniem się materii podczas formowania się meteoroidu. W przypadku, gdy doszło do całkowitego przetopienia się materii, mamy do czynienia z ciałami niezawierającymi chondr i takie obiekty nazywamy achondrytami. Tylko około 5% meteorytów kamiennych to achondryty, różniące się często od siebie składem, ale mające dość podobną do siebie strukturę. Niewielka część achondrytów ma skład bardzo podobny do materii księżycowej zebranej podczas misji Apollo, a jeszcze mniejsza część ma własności, które sugerują ich marsjańskie pochodzenie.

Meteoryty żelazne są znacznie odporniejsze na warunki ziemskie i dają się odnaleźć w dobrym stanie nawet po tysiącach lat od upadku. Pomimo że meteoryty żelazne stanowią tylko niewielki odsetek wszystkich spadających meteorytów, to ze względu na ich znacznie mniejszą podatność na wietrzenie i wysoką magnetyczność są odnajdowane bardzo często. W większości to meteoryty, które spadły na powierzchnię Ziemi bardzo dawno, a ich upadki nie zostały nigdzie odnotowane. Meteoryty żelazne w rzeczywistości nie składają się z samego żelaza, bardzo charakterystyczna dla nich jest obecność niklu. Obserwuje się tutaj wyrazistą strukturę krystaliczną będącą efektem bardzo wolnego schładzania płynnej mieszaniny metali. Charakterystyczne jest występowanie tzw. figur Widmanstättena, linii widocznych po przecięciu meteorytu i wytrawieniu rozcieńczonym kwasem azotowym. Figury te są utworzone przez naprzemiennie ułożone belki kamacytu (z niewielką zawartością niklu) i taenitu (z wyższą zawartością niklu). Meteoryty, w których widoczne stają się linie Widmanstättena, nazywamy oktaedrytami, składają się one z taenitu i kamacytu. Niekiedy trafiają się meteoryty żelazne, które składają się głównie z uboższego w nikiel kamacytu. Wówczas przy wytrawianiu nie powstają linie Widmanstättena, natomiast widoczna staje się inna struktura, zwana liniami Neumanna. Takie meteoryty nazywamy heksaedrytami. Istnieją też meteoryty żelazne o dużej zawartości taenitu, niewykazujące widocznej struktury krystalicznej. Takie meteoryty nazywane są ataksytami.

Meteoryty żelazno-kamienne są zdecydowanie najrzadsze. Składają się z mniej więcej porównywalnych ilości krzemianów i metalu. Istnieją dwa podstawowe typy meteorytów żelazno-kamiennych. Niezwykle efektowne pallasyty posiadają liczne kryształy oliwinu wbudowane w żelazowo-niklową otoczkę. Zarówno część żelazna, jak i oliwinowa ulegała bardzo powolnemu chłodzeniu w procesie formowania, przez co kryształy oliwinu są duże, a na wytrawionych powierzchniach żelazowo-niklowych widać figury Widmanstättena. Drugim typem są mezosyderyty, w których znajdujemy dość chaotycznie wymieszany materiał żelazowo-niklowy oraz krzemianowy. Często znajdujemy tam szkliwo, jak też żyły metalu. Taka budowa sugeruje znacznie bardziej burzliwy proces formowania się tego typu ciał.

Figury Widmanstattena widoczne po wytrawieniu powierzchni meteorytu żelaznego

Meteoryty mogą być w przybliżeniu datowane. Możliwe jest określenie momentu, w którym doszło do zestalenia się materii meteoroidu, jak też określenie czasu, przez jaki meteoroid był wystawiony na działanie promieniowania kosmicznego. Dla większości meteorytów wiek określony jest na około 4,5 mld lat, co w przybliżeniu zgadza się z wiekiem Układu Słonecznego. Analiza orbit dla nielicznych przypadków, w których obserwowano wejście ciała do atmosfery, wskazuje na planetoidalne pochodzenie meteorytów. W niektórych wypadkach meteoryty mogą pochodzić z wnętrza dużych obiektów, gdzie doszło do pełnego przetopienia materii. Dotyczy to meteorytów żelaznych, które mogą pochodzić z jąder dużych planetoid. Również achondryty pochodzą z wnętrza planetoid, które mogły mieć średnice większe niż 200 km. Dla chondrytów węglistych skład chemiczny może sugerować pochodzenie kometarne. Wiek achondrytów księżycowych ocenia się na 3,9 mld lat, natomiast dla meteorytów marsjańskich wiek jest znacznie niższy.

Indochinit — tektyt pochodzący z Półwyspu Indochińskiego

Obok meteorytów na Ziemi spotykamy też pewien niezwykły typ obiektów bezpośrednio związanych z uderzeniami większych, kraterotwórczych meteorytów. Te obiekty to tektyty — niewielkie kamienie o szklistej powierzchni. Tektyty różnią się kolorami, spotykamy tu różne odcienie zieleni, brązu, często bywają czarne i nieprzezroczyste. Spotykane są na pewnych konkretnych obszarach i zazwyczaj można je powiązać z istniejącymi na Ziemi strukturami uderzeniowymi. Skład chemiczny tektytów jest w przybliżeniu zgodny ze składem chemicznym ziemskich skał. Tektyty powstają przy uderzeniu dużego ciała z prędkością wielu kilometrów na sekundę. Tego typu uderzenia powodują powstanie kraterów, dochodzi do częściowego odparowania lub też roztopienia materiału skorupy ziemskiej w miejscu uderzenia. Drobiny roztopionej materii wyrzucane na odległości setek kilometrów są błyskawicznie schładzane, przyjmując postać szkliwa, które następnie opada pod postacią tektytów. W Europie największe ilości tektytów znajduje się w Czechach i na Morawach. Znajdowane tam tektyty nazywa się mołdawitami, pochodzą one sprzed 14 mln lat, kiedy to wskutek uderzenia planetoid o rozmiarach 1,5 km i 100 m doszło do powstania kraterów Nördlinger i Riess w południowych Niemczech.

Przemysław Żołądek

Rok komet krótkookresowych

Rok 2017 zapowiada się wyjątkowo ciekawie dla obserwatorów komet. Po nierozpieszczającym nas 2016 r., kiedy na niebie panowała tylko jedna stosunkowo jasna kometa (opisywana na łamach poprzedniej „Uranii"), najbliższe miesiące dają szansę na nieporównywalnie większe widowisko. W pierwszej połowie roku będziemy mogli zobaczyć aż 5 komet przy użyciu jedynie lornetki! Będzie to rok komet krótkookresowych, spośród których na największą uwagę zasługuje 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova, zaliczająca ostatni tak korzystny powrót w ciągu najbliższych lat, a także nieprzewidywalna 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak, która jeszcze nigdy nie była obserwowana podczas tak bliskiego przelotu koło Ziemi. A jeśli po raz kolejny dojdzie do jej wybuchu, może osiągnąć nawet 0 mag! Poza tym po raz kolejny powróci do nas kometa Enckego, a późną wiosną pojawi się interesująca kometa jednopojawieniowa.

45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova

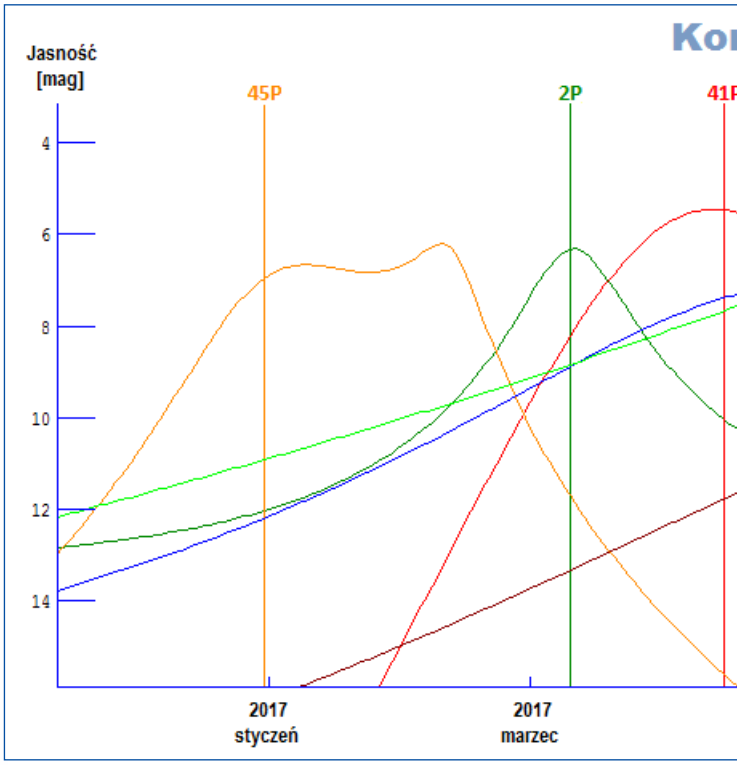
31 grudnia 2016 r. przez peryhelium przeszła pierwsza wyjątkowo ciekawa kometa — 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova. Znana od 1948 r., należy do grupy obiektów bliskich Ziemi (NEO) i w swoim ruchu orbitalnym powraca w pobliże Słońca systematycznie co ok. 5,25 roku, zbliżając się do niego na odległość ok. 0,53 au. Od momentu odkrycia była odnajdywana podczas każdego kolejnego powrotu za wyjątkiem roku 1959. Pierwsze obserwacje z Polski w czasie obecnego, czternastego powrotu pojawiły się już w połowie grudnia. Jako pierwszy wypatrzył ją Piotr Guzik 17 grudnia z okolic Krakowa. Miała wówczas ok. 9 mag. Jednak z biegiem czasu jej jasność rosła i pod koniec ubiegłego roku osiągnęła ok. 7 mag, a w pierwszych tygodniach roku 2017 była nawet o 1 wielkość gwiazdową jaśniejsza. Dotychczas warunki do obserwacji 45P nie były najlepsze — kometa pojawiała się nisko nad południowo-zachodnim horyzontem niedługo po zachodzie Słońca. Realnie patrząc, obserwatorzy mieli najwyżej ok. 30–40-minutowe okienko obserwacyjne umożliwiające wyłuskanie rozproszonego obiektu z wciąż jasnego tła nieba, zanim 45P zaszła pod horyzont. Zatem aby z powodzeniem móc dostrzec tę kometę na przełomie grudnia i stycznia, należało mieć łut szczęścia — sukces w dużej mierze zależał od przejrzystości powietrza i odpowiedniego miejsca obserwacji z niezaświetlonym, „czystym" niebem aż po horyzont. Wprawdzie do Sekcji Obserwatorów Komet PTMA dotarło kilkanaście obserwacji, lecz ich liczbę należy uznać za stosunkowo małą, patrząc na to, jak jasna była wówczas kometa. Taki stan rzeczy to z pewnością skutek bardzo trudnych warunków obserwacyjnych.

Po pierwszej dekadzie stycznia 45P przestała być widoczna z terenów Polski, zbliżając się do Słońca i zachodząc praktycznie wraz z naszą Dzienną Gwiazdą. Po koniunkcji ze Słońcem pod koniec stycznia, kometa oddala się od niego, co z czasem przełoży się na poprawę warunków obserwacyjnych. Po raz kolejny zagości na niebie (tym razem porannym) początkiem lutego i będzie to wyjątkowo ciekawy okres dla obserwatorów. Jej wysokość nad horyzontem będzie szybko wzrastać, a jednocześnie sama kometa powinna wciąż być bardzo jasnym obiektem, bez trudu widocznym w niewielkich lornetkach. Jej jasność na początku lutego może wynieść ok. 6–7 mag. Za wciąż utrzymującą się dobrą jasność i szybki ruch na niebie odpowiedzialna będzie jej niewielka odległość od Ziemi w tamtym czasie. 11 lutego dojdzie do największego zbliżenia. Wówczas 45P przemknie w odległości niespełna 0,09 au (ok. 12,5 mln km) od Ziemi. Możemy więc spodziewać się, że jej głowa osiągnie wówczas duże rozmiary kątowe i będzie mocno rozproszona. To wymaga od obserwatorów wybrania się w pozamiejskie niebo z małym zanieczyszczeniem świetlnym. W przeciwnym razie dostrzeżenie tak rozmytego obiektu może okazać się niemożliwe. Zachęcam do wykorzystania pogodnego nieba w lutym, ponieważ najprawdopodobniej już miesiąc później wypatrzenie 45P wizualnie przez amatorskiej wielkości lornetki i teleskopy będzie graniczyło z cudem ze względu na szybko spadającą jasność komety. Pod koniec lutego osiągnie ona prawdopodobnie ok. 10 mag, a w marcu pozostanie widoczna już wyłącznie w większych teleskopach.

Już teraz możemy powiedzieć, że to jeden z najlepszych powrotów 45P, a z pewnością jest tak, jeśli chodzi o jej jasność. Podczas swoich najkorzystniejszych powrotów (1975, 1996, 2011) osiągała ok. 7,5 mag lub nieznacznie przekraczała granicę 7 mag, jak przed sześcioma laty. Na początku bieżącego roku jasność w granicach 6,2–6,5 mag utrzymywała się dosyć stabilnie i mając na uwadze bliskie spotkanie Ziemi z kometą w lutym, prawdopodobnie podobne wartości pozostaną w pierwszych dniach jej widoczności na porannym niebie. Należy dodać, że do takiego spotkania już długo nie dojdzie i następnym razem kometę 45P w tak bliskim sąsiedztwie Ziemi będą gościć już przyszłe pokolenia…

41P/Tuttle-Giacobini-Kresak

Niedługo po 45P na niebie pojawi się kolejna jasna kometa okresowa. Będzie to 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak — prawdopodobnie najcenniejsza ozdoba koronna spośród tegorocznych komet. W okolice Słońca powraca ona co ok. 5,42 roku, zbliżając się do niego na niewiele ponad jednostkę astronomiczną. Jak większość komet o podobnym okresie



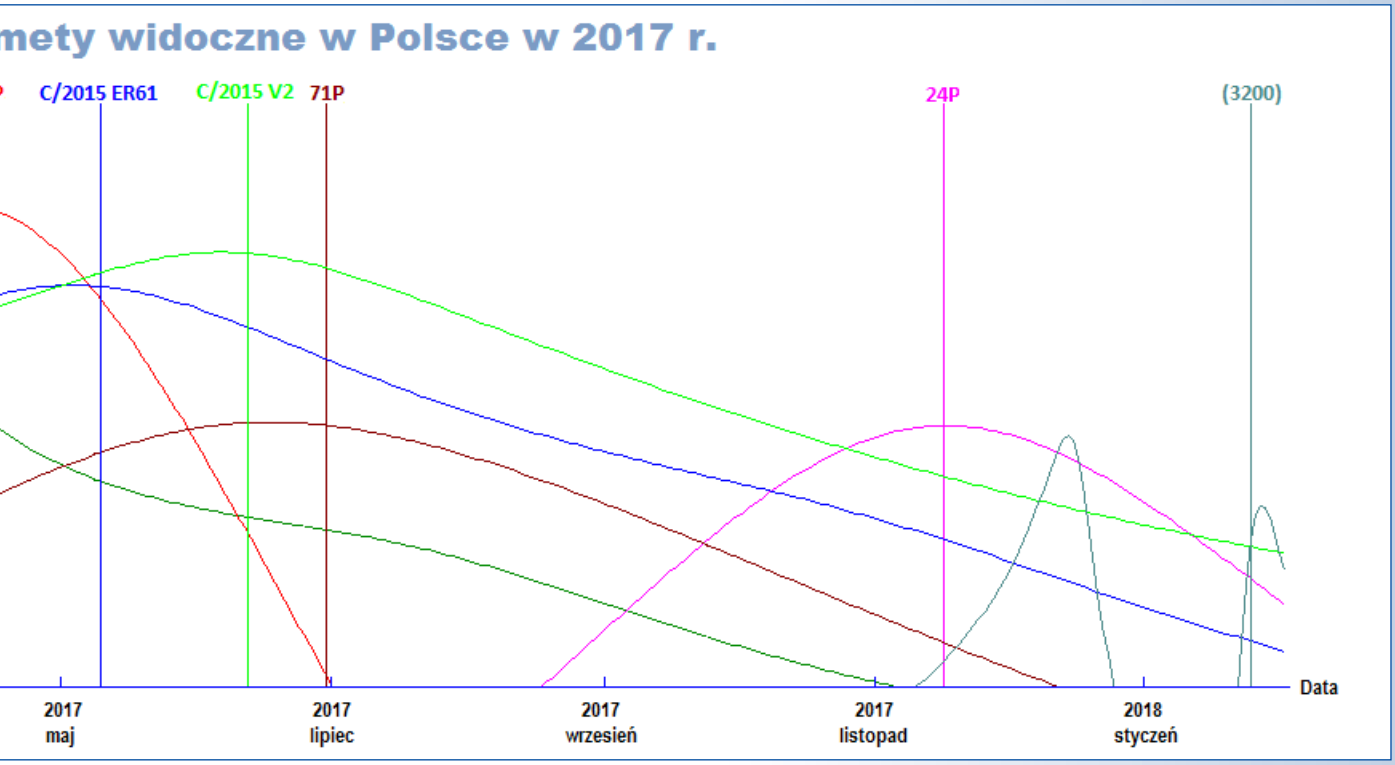
orbitalnym, charakteryzuje się szybkim wzrostem jasności w okolicach peryhelium i gwałtownym jej spadkiem wraz z oddalaniem się od Słońca. Jednak cechą, która wyróżnia ją na tle innych komet z rodziny Jowisza, jest jej nieprzewidywalna, nieco „porywcza" natura. 41P na ogół jawi się jako dosyć słaby obiekt — na tyle słaby, że od chwili odkrycia w 1858 r. została zagubiona już kilkukrotnie. Powtórnego odkrycia dokonano w 1907 r., a na kolejne jej obserwacje trzeba było czekać aż do roku 1951 (stąd w oznaczeniu nazwiska aż trzech odkrywców, z których każdego kolejnego dzieli niecałe pół wieku lub — jak kto woli — dwa pokolenia). Wygląda na to, że odkąd znamy tę kometę, więcej razy ludzkość ją „przegapiła" niż miała okazję zaobserwować. Nie dostrzeżono jej nawet podczas ostatniego, bardzo niekorzystnego powrotu w 2011 r. Od razu uspokajam — podczas obecnego powrotu została już odnaleziona i w grudniu 2016 r. miała ok. 15 mag. Z pewnością jeszcze więcej dogodnych okazji do jej zobaczenia będziemy mieli wiosną. Na czym może polegać „porywczość" tak, wydawałoby się, niepozornego obiektu? Od przeszło 40 lat znamy ją z nieco innej strony. W 1973 r. zupełnie niespodziewanie kometa osiągająca zwykle jasności rzędu 10 mag w sprzyjających warunkach, nagle stała się obiektem widocznym gołym okiem, w przeciągu tygodnia zwiększając swą jasność o około 10 wielkości gwiazdowych! W maksimum osiągnęła wtedy imponujące 4 mag, jednak jasność szybko spadała do normalnego poziomu. Niewiele ponad miesiąc później doszło do kolejnego równie dużego wybuchu, po którym 41P przez moment miała 4,5 mag.

Jednak już kolejny powrót nie był tak zadziwiający — nie odnotowano żadnych nieprzewidywanych zachowań komety i ostatecznie nie uzyskała ona nawet prognozowanych 15 mag (nie był to zbyt korzystny powrót). Sytuacja po raz kolejny zmieniła się w roku 1995, kiedy to 41P była wyraźnie jaśniejsza od prognoz. Prawdopodobnie i wtedy doszło do wybuchu. Choć sam powrót nie należał do najkorzystniejszych, kometa uzyskała ok. 8 mag. Do kolejnych dwóch wybuchów doszło podczas następnego powrotu w 2000 r. Wówczas w niespełna miesięcznym odstępie od siebie jej jasność wzrosła dwukrotnie o ok. 5 wielkości gwiazdowych. Ówczesne maksimum blasku było najlepszym obserwowanym do tej pory, nie licząc rekordowego z 1973 r. W grudniu 2000 r. 41P zbliżyła się do 7,5 mag. Tamten powrót, jak również kolejny z roku 2006, były odnotowane przez obserwatorów SOK PTMA. Czego możemy się spodziewać po obecnym? Trudno jednoznacznie to stwierdzić. W ciągu najbliższych tygodni będziemy świadkami najkorzystniejszego powrotu 41P w historii. 27 marca zbliży się ona do Ziemi na niespotykaną do tej pory odległość 0,14 au i będzie widoczna przez większą część wiosny jako spory kątowo obiekt, którego jasność może dojść do ok. 6 mag w maksimum. Co, jeśli po ponad 16 latach uśpienia, na tegoroczny powrót przypadnie kolejny wybuch? Jeśli byłby tak silny jak pięć wcześniejszych, z pewnością czekałoby nas wspaniałe widowisko. Jej jasność mogłaby przez kilka dni wzrosnąć do ok. 3 mag, a jeśli rozbłysk byłby tak silny jak ten z 1973 r., mogłaby uzyskać jasność bliską nawet 0 mag! Kiedy ostatnio obserwowaliśmy tak jasną kometę? Nawet jeśli podczas tegorocznego powrotu nie przydarzy się nic tak nadzwyczajnego, to wciąż 41P ma realne szanse na tytuł najjaśniejszej komety roku.

C/2015 V2 (Johnson)

Tymczasem na miano najciekawszej nieokresowej komety roku z całą pewnością pracować będzie C/2015 V2 (Johnson), odkryta 3 listopada 2015 r. w ramach przeglądu nieba Catalina Sky Survey. Amerykanin Jess Johnson wypatrzył ją jako obiekt 17. wielkości gwiazdowej, posługując się 27" teleskopem Schmidta-Cassegraina. Po przejściu przez peryhelium 12 czerwca, kometa rozpocznie podróż poza Układ Słoneczny po hiperbolicznej orbicie o mimośrodzie 1,0009. Każda kometa jednopojawieniowa to wielka zagadka, więc przyjdzie nam ze zniecierpliwieniem czekać na rozwój sytuacji, której kulminacja powinna nastąpić w połowie roku.

Pierwsze polskie obserwacje pojawiały się już w połowie ubiegłego roku, kiedy C/2015 V2 była słabym obiektem



(ok. 13 mag). Obecnie jej jasność to około 11 mag i w najbliższych tygodniach powinna stopniowo rosnąć. Zimą i przez większą część wiosny będzie położona w dogodnym miejscu na niebie, wysoko ponad horyzontem i jej dostrzeżenie w ciągu niemal całej nocy nie powinno sprawić większych trudności posiadaczom niedużych teleskopów. W marcu będzie widoczna także w obiektywach lornetek. W połowie kwietnia, kiedy uzyska ok. 8. wielkość gwiazdową, znajdzie się w odległości nieco ponad 20 stopni od komety 41P, której w tamtym momencie przypadnie maksimum blasku. W maju i czerwcu kometa Johnson będzie stanowić stosunkowo jasny obiekt lornetowy i w miarę zbliżania się do Słońca, w połowie czerwca może uzyskać nawet ok. 6,5 mag, będąc oddalona o 0,81 au od Ziemi i 1,64 au od Słońca. Tak długi okres obserwacyjny i utrzymująca się stale duża jasność to spora przewaga nad kometami krótkookresowymi. Nawet jeśli nie będzie od nich jaśniejsza, są spore szanse, że paradoksalnie w „roku komet krótkookresowych" to właśnie ją należałoby nazwać największą atrakcją dla obserwatorów. Pozostaje jedynie spędzić wiosenne noce na jak największej liczbie obserwacji. Po peryhelium okres jej widoczności będzie się zmniejszał, aż na początku lata ograniczy się zaledwie do pory wieczornej. W połowie lipca przestanie być widoczna z naszego kraju.

2P/Encke

Jeszcze zanim przyjdzie czas na 41P, najjaśniejszą kometą na niebie będzie przez chwilę krótkookresowa 2P/Encke — obiekt o najkrótszym okresie orbitalnym wśród komet i jednocześnie rekordzistka pod względem liczby obserwowanych przez ludzkość powrotów. Ostatni raz mieliśmy okazję zobaczyć ją pod koniec 2013 r., kiedy to przeszła przez peryhelium na tydzień przed budzącą skrajne emocje „kometą stulecia" C/2012 S1 (ISON). W tym roku pojawia się w towarzystwie dwóch innych wyjątkowo ciekawych komet okresowych. Jest to obiekt dosyć dobrze znany, przewidywalny i raczej niezawodzący obserwatorów.

Kometa Enckego ma w swojej naturze gwałtowny wzrost jasności w miarę zbliżania się do peryhelium i stosunkowo szybki spadek wraz z oddalaniem się od Słońca. Przed peryhelium potrafi przez kilka tygodni utrzymywać stale wysoką jasność. Bieżący powrót 2P jest umiarkowanie korzystny. 10 marca kometa zbliży się do Słońca na odległość 0,34 au. Może wtedy osiągnąć ok. 7 mag, jednak już od początku lutego należy się spodziewać, że będzie jaśniejsza od 10 mag. Odnajdziemy ją wieczorem dosyć nisko nad zachodnim horyzontem — w pierwszym tygodniu lutego będzie to 20 stopni, z każdym kolejnym dniem coraz mniej. Prawdopodobnie będzie można ją dostrzec do końca lutego, kiedy jej jasność będzie największa i jednocześnie będzie to mniejszy kątowo, bardziej skupiony obiekt, co jest związane z oddalaniem się od Ziemi. Choć w ostatnich dniach miesiąca obserwacje 2P mogą oznaczać zmaganie się z dosyć mocno rozjaśnionym tłem nieba, z pewnością taką próbę warto podjąć. Początkiem marca niewielka odległość od Słońca skutecznie uniemożliwi jej wypatrzenie. Potem kometa nie będzie widoczna na półkuli północnej.

C/2015 ER61 (PANSTARRS)

Jednym z ciekawszych, choć stosunkowo słabych obiektów jest kometa C/2015 ER61 (PANSTARRS). Odkryta 15 marca 2015 r. została uznana za planetoidę należącą do Centaurów. Dopiero przed rokiem sklasyfikowano ją jako kometę o niezwykle ekscentrycznej orbicie i czwartym największym aphelium spośród znanych małych ciał w Układzie Słonecznym. Na przebieg jej orbity duży wpływ miało zbli-

Mapy pozycyjne

Aktualne mapy pozycyjne i efemerydy widocznych komet gotowe do wydruku znajdują się na stronie SOK PTMA: www.sok.ptma.pl

żenie do Jowisza w marcu ubiegłego roku. Prawdopodobnie wcześniejsze zbliżenie do gazowego olbrzyma przyczyniło się do przyjęcia przez nią tak odległej orbity, spychając ją w głąb Obłoku Oorta.

Na początku roku kometa miała ok. 12 mag, jednak już w kwietniu powinna być jaśniejsza od 10 mag. W połowie tego miesiąca nastąpi największe zbliżenie do Ziemi — odległość, jaka będzie nas wówczas dzielić, to ok. 1,2 au. Miesiąc później, 9 maja, przejdzie przez peryhelium w odległości ok. 1,05 au od Słońca. Wtedy też jej jasność powinna być największa — w maksimum osiągnie prawdopodobnie ok. 8 mag. Warunki obserwacyjne aż do końca czerwca będą wyjątkowo trudne. Kometa będzie wschodzić tuż przed świtem i nie wyłoni się na więcej niż 10 stopni ponad horyzontem, zanim niebo stanie się za jasne na prowadzenie obserwacji. Dostrzeżenie jej będzie łatwiejsze w okolicach majowego maksimum i jeśli jasnością zbliży się do poziomu prognozowanych 8 mag, z pewnością będzie widoczna w większych lornetkach mimo niskiego położenia na niebie. Do poprawy sytuacji dojdzie w lipcu, kiedy kometa nie będzie co prawda już tak jasna (ok. 9,5–10 mag), za to wschodzić będzie coraz wcześniej.

71P/Clark

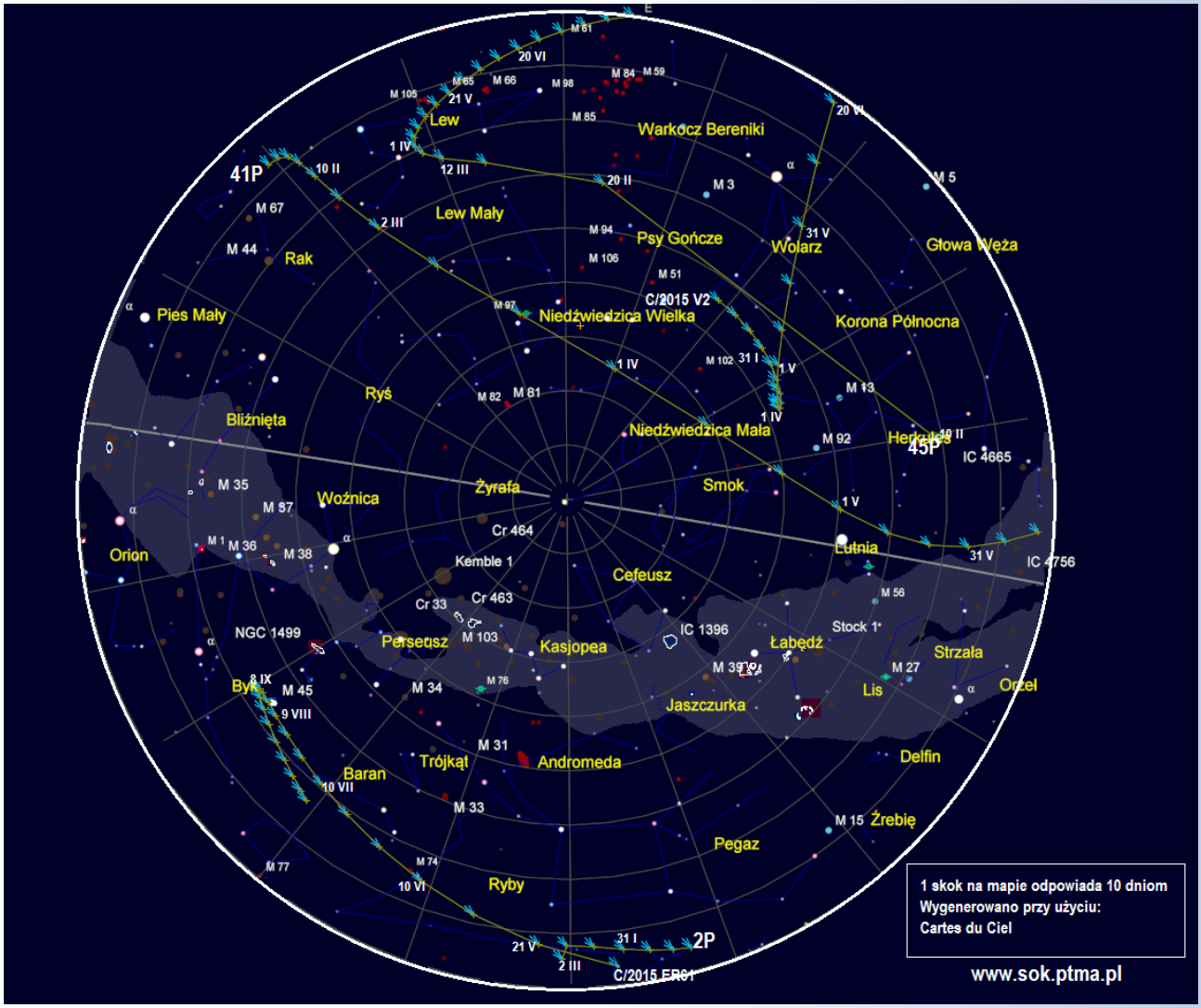
Kolejną z grona słabszych komet jest krótkookresowa 71P/Clark, powracająca w okolice Słońca co ok. 5,53 roku. Jest to dopiero jej ósmy powrót od czasu odkrycia w 1973 r. Do tej pory osiągała maksymalnie ok. 10 mag i okres jej największej jasności przypadał w przeciągu miesiąca od największego zbliżenia do Słońca. Tegoroczne peryhelium będzie miało miejsce 30 czerwca i prawdopodobnie kometa zachowa się podobnie, utrzymując jasność ok. 10–11 mag od drugiej połowy czerwca przez kolejny miesiąc. Jednak dostrzeżenie jej z terenów Polski może okazać się trudne — latem będzie ona widoczna wieczorem nisko nad południowym horyzontem.

24P/Schaumasse

Tegoroczny festiwal komet krótkookresowych dopełni końcem roku 24P/Schaumasse. Jej ostatni powrót w 2009 r. nie był korzystny, co ostatecznie sprawiło, że został przegapiony przez obserwatorów. Zwykle osiąga ona ok. 10 mag, choć zdarzały się takie wyjątki jak rok 1993 (ok. 7 mag) czy w końcu najkorzystniejszy w historii obserwacji 1952 r. (6 mag). Tym razem jej jasność wyniesie ok. 10 mag w listopadzie. Pierwsze próby dostrzeżenia 24P można podjąć na przełomie września i października, kiedy osiągnie ona ok. 12 mag. Warunki do obserwacji przez cały okres widoczności będą dobre — zobaczymy ją w drugiej części nocy, przemieszczającą się z Lwa do Panny, gdzie 17 listopada przejdzie przez peryhelium, zbliżając się do Słońca na odległość ok. 1,2 au. Będzie widoczna jako niewielki i raczej skupiony obiekt. Do końca roku jej jasność spadnie poniżej 12 mag.

(3200) Phaethon

Przegląd ciekawych komet na najbliższy rok zakończymy… planetoidą. Tak, w tym zestawieniu opisywałem już eksplanetoidę, teraz nadszedł czas na taką prawdziwą. A być może ekskometę? (3200) Phaethon jest bowiem obiektem



nietuzinkowym i szczególnie w tym roku zasługuje na specjalną uwagę. Porusza się po orbicie przecinającej orbity Marsa, Ziemi, Wenus i Merkurego, zbliżając się do Słońca na odległość zaledwie 0,14 au w peryhelium. Wówczas poddawana jest ogromnej temperaturze, dochodzącej do 1500 K. Do tak gorących zbliżeń dochodzi co ok. półtora roku. Tak krótki okres orbitalny sprawia, że na nagrzewającym się obiekcie praktycznie nie ma możliwości odnalezienia lodu, charakterystycznego dla komet. Jednak ogrzewanie powierzchni skutkuje naprężeniami termicznymi, które powodują kruszenie skał i powstawanie warkocza pyłowego za planetoidą. Taką aktywność kometarną obserwowano już podczas powrotów w 2009 r. i 2012 r. Dzięki warkoczowi (3200) zyskała przydomek „skalistej komety". Być może jest ona pewnego rodzaju formą przejściową, brakującym ogniwem pomiędzy kometami i planetoidami? Nierzadko przekonujemy się, jak wiele wspólnego mają ze sobą te dwie grupy, co może rodzić nawet problemy ze sklasyfikowaniem małego ciała po jednej ze stron. Wyjątkowo korzystny powrót Phaethona oznacza, że może ona osiągnąć nawet 10 mag w połowie grudnia. 16 grudnia dojdzie do zbliżenia planetoidy do Ziemi na odległość zaledwie 0,066 au! Jej ruch na niebie będzie wtedy wręcz ekspresowy — dziennie przemieszcza się o ponad 10 stopni. Jasność na poziomie 10–12 mag powinna utrzymać się w pierwszej połowie miesiąca, potem prognozowany jest bardzo szybki spadek. Co ciekawe, wraz z największą aktywnością (3200) Phaethon, na niebie pojawią się Geminidy — jeden z największych rojów meteorów w ciągu roku, powstały właśnie z materii pozostawianej przez tę „skalistą kometę". Z Polski przestanie być widoczna w ostatnim tygodniu roku.

Oczywiście opisane prognozy nie uwzględniają pojawienia się na niebie zupełnie nowej jasnej komety, która jeszcze nie została odkryta. Możliwe jest również, że któraś ze znanych nam już komet sprawi jakąś niespodziankę. Jedno jest pewne: przed nami wyjątkowo interesujący rok dla każdego komeciarza!

Mikołaj Sabat

Errata

W „Uranii" 6/2016 ukazał się artykuł „Obserwacje C/2013 US10 (Catalina)" z załączonymi czterema wykresami. W wyniku błędu nie zostały one ponumerowane, choć w tekście znajdują się odwołania do wykresów o danych numerach. Prawidłowa kolejność wykresów (patrząc od góry) jest następująca:

Wykres 1. — obserwowana jasność

Wykres 3. — jasność heliocentryczna w zależności od log r

Wykres 2. — przewidywana jasność

Wykres 4. — rzeczywista średnica gazowej otoczki.

Międzynarodowy sukces polskiej reprezentacji

Polscy uczniowie kolejny rok z rzędu przywieźli medale zdobyte na Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki. Zachęcamy do zapoznania się z relacją z ich indyjskiej przygody.

W dniach od 9 do 19 grudnia w Bhubaneswar na wschodzie Indii odbyła się 10 Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki. W tym roku w konkursie udział brało 234 uczniów z 42 krajów. Polską reprezentację, jak co roku, stanowili laureaci Olimpiady Astronomicznej na szczeblu krajowym. Nasza reprezentacja zdobyła w sumie trzy medale i dwa wyróżnienia. Srebra zdobyli: Zofia Kaczmarek z Liceum Akademickiego w Toruniu, Mateusz Bronikowski, absolwent I LO im. Powstańców Śląskich w Rybniku, brązowy krążek przywiózł Patryk Rachwał z III LO im. Adama Mickiewicza we Wrocławiu, natomiast wyróżnienia: Cyryl Waśkiewicz — absolwent XIV LO w Warszawie i Michał Wójcik z III LO w Tarnowie.

Poniżej prezentujemy relację z olimpiady widzianej oczami uczestniczki i srebrnej medalistki.

Lądowanie w innym świecie

Na lotnisko Biju Patnaik Airport przybyliśmy rano 9 grudnia. Od razu powitał nas upał, gwar, śmiech i… kamery. Reporterzy IOAA mieli towarzyszyć nam przez całe zawody. Zapytani, co dziwi nas najbardziej, bez wahania odpowiadaliśmy: Hindusi w bluzach, a nawet wełnianych czapkach! No tak, w końcu przyjechaliśmy zimą — w Bhubaneswarze w dzień było „tylko” 25 stopni.

Po odrobieniu straconych godzin snu w swoich nowych pokojach wyruszyliśmy po pyszne indyjskie jedzenie. Obserwowaliśmy niebo nad Indiami i w ciszy kontemplowaliśmy wschód bieguna ekliptycznego (jak bohater naszego ulubionego zadania z IOAA). Poznaliśmy naszego wolontariusza („team guide’a”), Dheeraja. Od razu nauczyliśmy go kilku polskich słów i zaśpiewaliśmy mu nasze piosenki. To był krótki dzień, ale zdecydowanie pełen wrażeń.

Jak o punkty upominać się…

Już nazajutrz spotkaliśmy się wszyscy na ceremonii otwarcia. W końcu nadszedł ten dzień — zawodnicy musieli z bólem serca oddać telefony liderom, aby na tydzień odciąć się od zewnętrznego świata. Przed nami były wielodniowe zmagania.

Jak zwykle, zadania na olimpiadzie podzielono na trzy części. Na początku czekał nas dzień wypełniony testami znajomości nieba. Rano poszukiwaliśmy supernowych w planetarium, po ołudniu kreśliliśmy po mapie nieba, a wieczorem stanęliśmy przed teleskopami. Następny był 5-godzinny test teoretyczny, w którym znalazły się takie zagadnienia, jak fale grawitacyjne czy różne metody poszukiwania egzoplanet. Wszystko zakończyła analiza danych. Na teście teoretycznym można było zdobyć 300 punktów, a na obu częściach praktycznych — po 150.

Zadania obserwacyjne były łatwiejsze, niż się spodziewaliśmy, i mimo wieczornej mgły przebiegły zgodnie z planem. Na kolejnych testach głównym utrudnieniem było mordercze tempo — teksty wszystkich zadań teoretycznych zajęły 10 stron! Jednak zadania były ciekawe i związane z bardzo aktualnymi problemami dzisiejszej astronomii.

„The singing and dancing Poland”

Nie samą astronomią człowiek żyje — organizatorzy zadbali więc o to, żebyśmy dobrze wypoczęli między zadaniami i przywieźli do domu wspomnienia z kawałka Indii.

Przygotowano dla nas kilka wycieczek. Chodziliśmy po pięknych, starych świątyniach w mieście Bhubaneswar. Zobaczyliśmy świątynię Słońca w Konaraku, zbudowaną w formie wielkiej karety, której koła służyły jako zegary słoneczne. Wybraliśmy się też do Nadankanan Zoo, w którym zobaczyliśmy wiele lokalnych zwierząt — węże, krokodyle, niedźwiedzie himalajskie czy rzadkie białe tygrysy. Najgroźniejsze okazały się jednak… małpy, skaczące swobodnie po parku i szczerzące zęby na nieostrożnych fotografów (ze szczególnym zamiłowaniem atakowały Patryka).

Posmakowaliśmy różnorodnej i barwnej indyjskiej kultury. Obejrzeliśmy taneczną interpretację Ramajany, a na campusie spotykaliśmy plakaty dotyczące starożytnej hinduskiej astronomii. Powitano nas tradycyjnym indyjskim tańcem, a pożegnano — przy dźwiękach sitaru.

Wiele można opowiadać o zajęciach, które wypełniały nam czas na olimpiadzie, jednak trudno oddać naprawdę wyjątkowy klimat IOAA. Dużą jego część budowało śpiewanie — śpiewaliśmy przede wszystkim w autokarze, gdzie przez całą podróż drużyny prezentowały swoje lokalne piosenki.Od razu rozrywana stała się reprezentacja Portugalii, posiadająca własną gitarę. Wyjazd zaowocował

Reprezentacja Polski na 10 IOAA. Od lewej: Michał Wójcik, Zofia Kaczmarek, Patryk Rachwał, Cyryl Waśkiewicz, Mateusz Bronikowski

Rozwiązanie zadania teoretycznego X Międzynarodowej Olimpiady Astronomii i Astrofizyki (IOAA)

Treść zadania:

Prędkość molekuł gazu w atmosferze planet może przyjmować dowolną wartość z szerokiego zakresu. Jeśli prędkość przeciętnej cząsteczki jest większa od 1/6 prędkości ucieczki, większość gazu ucieknie po pewnym czasie z planety. Jaka jest minimalna masa atomowa A_{min} w gazie jednoatomowym aby atmosfera Tytana była stabilna?

Dane: masa Tytana M_T = 1,23×10^{23} kg, promień Tytana R_T = 2575 km, temperatura gazu na powierzchni Tytana T_T = 93,7 K.

Rozwiązanie:

Z kinetycznej teorii gazów wiemy, że średnia energia kinetyczna ruchu postępowego cząsteczek gazu o temperaturze T wynosi $3kT/2$, gdzie k to stała Stefana-Boltzmanna. Zatem średnia energia kinetyczna E_k opisanych w zadaniu cząstek gazu w atmosferze Tytana wynosi (1):

$$E_k = \frac{3}{2}kT_T \quad (1)$$

Jako że $E_k = mv^2/2$, to można obliczyć średnią (tzw. średnią kwadratową) prędkość cząsteczek owego gazu (jeśli A to masa jego cząsteczek):

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{A}} = \sqrt{\frac{3kT_T}{A}} \quad (2)$$

Prędkość ucieczki v_{II} z powierzchni Tytana jest równa:

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2GT_T}{R_T}} \quad (3)$$

Gdzie G to stała grawitacji. Atmosfera będzie stabilna wtedy i tylko wtedy kiedy prędkość z równania (2) będzie stanowiła mniej niż 1/6 prędkości z równania (3), czyli będzie spełnione:

$$\sqrt{\frac{3kT_T}{A}} < \frac{1}{6}\sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}} \quad (4)$$

Co po przekształceniu i podstawieniu danych liczbowych daje nam:

$$A > \frac{54k_T R_T T_T}{GM_T} = 2{,}192\cdot 10^{-26}\ \text{kg} = 13{,}2\ \text{u} \quad (5)$$

Oznacza to, że minimalna masa atomowa gazu w atmosferze Tytana to 13,2 u (jednostki masy atomowej), co kończy zadanie.

Wynik warto porównać z masami atomowymi kilku typowych gazów, jak wodór (2 u), hel (4 u), metan (16 u), amoniak (17 u), neon (20 u), azot (28 u), tlen (32 u). Tłumaczy to, dlaczego w atmosferze Tytana nie ma gazów lżejszych od metanu — zdążyły się już dawno ulotnić, a nie powstają na nowo.

Patryk Rachwał

Autor jest brązowym medalistą 10 Międzynarodowej Olimpiady z Astronomii i Astrofizyki oraz laureatem IV miejsca LIX Olimpiady Astronomicznej. Uczy się w III LO im. Adama Mickiewicza we Wrocławiu.

IOAA to nie tylko okazja do rywalizacji, ale również do nawiązania przyjaźni z rówieśnikami z całego świata

między innymi astronomiczną wersją „Branki" — „marynarzy floty wojennej", wysłanych na morskie bitwy, zastępowali „astronomowie reprezentacji", walczący o punkty na swojej misji w Bhubaneswarze.

Byliśmy zgraną i radosną drużyną, a Dheeraja obwołaliśmy najlepszym na świecie team guide'em. Wyróżnialiśmy się przede wszystkim czerwonymi kowbojskimi kapeluszami, które czasem uznawano za tradycyjne polskie nakrycie głowy! Inny wolontariusz napisał później o nas „the singing and dancing Poland". Nawzajem wyciągaliśmy się z przedzadaniowego stresu, wieczorami siedzieliśmy razem nad mapkami nieba, a gdy skończyły się zadania — nad talią kart.

Powrót do domu

Na ceremonię zamknięcia przyszliśmy w powiększonym składzie —z kupionym w Konaraku tygryskiem Odim, który miał przynieść nam szczęście. Rozmowy z liderami i kolejne śpiewanki szybko ustąpiły miejsca pełnemu napięcia oczekiwaniu na wyniki… Na szczęście tygrys dobrze się spisał i w tym roku cała reprezentacja wróciła z nagrodami: przywieźliśmy dwa srebra, brąz i dwa wyróżnienia. Polska odniosła na tej IOAA także inny sukces — Grzegorz Stachowski wygrał wybory na nowego prezydenta olimpiady!

A więc to tak szybko zleciało? — zadawało sobie pytanie wielu uczestników. Wszyscy chętnie zostalibyśmy jeszcze trochę w Indiach, nacieszylibyśmy się niezwykłością tego miejsca, ciepłem, niespotykanym u nas niebem — Kanopusem czy Księżycem w zenicie, a przede wszystkim cudowną atmosferą. Cóż — trzeba było wsiąść w samolot i wrócić do naszego świata: śniegu, świątecznych piosenek i rodziny, spragnionej opowieści o naszej astronomicznej przygodzie.

Zosia Kaczmarek

Autorka relacji z tygryskiem Odim i Cyrylem Waśkiewiczem na uroczystości zakończenia olimpiady

XLIII OMSA — zaproszenie

Wszystkich uczniów szkół średnich i gimnazjów zapraszamy do zgłoszenia swojego referatu na XLIII Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne im. Prof. Roberta Głębockiego (OMSA). Pracę w formie pisemnej, o objętości od 4 do 10 stron formatu A4 należy do 6 lutego przesłać do organizatorów wojewódzkich, których adresy można znaleźć na oficjalnej stronie konkursu, pod adresem: www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie.

Najlepsze prace zostaną zaprezentowane w formie 15-minutowej prelekcji na Wojewódzkich Młodzieżowych Seminariach Astronomicznych. Laureaci czterech pierwszych miejsc etapu wojewódzkiego zapraszani są na finał ogólnopolski, który odbędzie się w Grudziądzu w dniach od 23 do 25 marca br.

Tymczasem przypominamy wyniki poprzedniego finału, który odbył się w dniach od 7 do 9 kwietnia 2016r.

Nagrody jury		
M-ce	**Uczestnik**	**Temat referatu**
I	**Zofia Kaczmarek,** GiLA w Toruniu	*Zaćmienie Słońca 2015.*
II	**Mikołaj Sabat,** VI LO w Kielcach	*Komety — co o nich wiemy, patrząc w niebo?*
II	**Małgorzata Kurcab,** I LO w Gorlicach	*Moje poszukiwania gwieździstego nieba — o zanieczyszczeniu światłem i sposobach jego pomiaru.*
III	**Karolina Jarosik,** V LO w Krakowie	*Poszukiwanie krótkookresowych zmian w krzywej blasku cefeidy karłowatej XX Cygni.*
IV	**Dorota Skowronek,** ZST w Ostrowie Wlkp.	*Przepis na domowego badacza Wszechświata.*
IV	**Klaudia Koczara** i **Alicja Ciechocka** I LO w Sulęcinie	*Pomiar zanieczyszczenia światłem nocnego nieba w pobliżu miasta Sulęcin.*
V	**Edyta Misarko,** II LO w Tczewie	*Wyznaczanie struktury spiralnej Drogi Mlecznej z rozkładu wodoru neutralnego.*
VI	**Krzysztof Lisiecki,** ZS w Radziejowie	*Amatorskie obserwacje radioastronomiczne najbliższych i najsilniejszych źródeł radiowych.*
VII	**Bartosz Dzięcioł,** ZSO nr 7 w Szczecinie	*Amatorskie pomiary wykorzystujące zjawisko zaćmienia Księżyca.*
Nagroda publiczności		
I	**Bartłomiej Prowans,** VI LO w Szczecinie	*Anatomia nieba.*
II	**Piotr Onyszczuk,** I LO w Siedlcach	*Moja stacja bolidowa.*
II	**Dorota Skowronek,** ZST w Ostrowie Wlkp.	*Przepis na domowego badacza Wszechświata.*
Nagroda dla najmłodszego referującego:		
-	**Bartosz Stec,** Gimnazjum nr 2 w Stalowej Woli	*Życie, rozwój i śmierć gwiazd.*

Uranią
POSTĘPY ASTRONOMII

Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

PLANETARIUM
I OBSERWATORIUM
ASTRONOMICZNE
W GRUDZIĄDZU

OMSA

Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne

Największy taki konkurs organizowany w Polsce od 1974 roku

Astronomia to Twoja pasja?

Opisz swoją astronomiczną pracę badawczą: obserwacje nieba, program komputerowy, opracowanie wybranego zagadnienia.

Opowiedz o niej w 15 minut!

NAUKOWA PRZYGODA
ATRAKCYJNE NAGRODY - TELESKOPY 8"-12"
ASTRONOMICZNE PRZYJAŹNIE
PUBLIKACJE W URANII

www.planetarium.grudziadz.pl/omsa

Nadsyłanie prac pisemnych (3-10 stron)
1 stycznia - 6 lutego 2017
INFO: www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie

Finały wojewódzkie
13 - 28 lutego 2017
INFO: www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie

Finał ogólnopolski
23 - 25 marca 2017
Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne w Grudziądzu

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

OLSZTYŃSKIE PLANETARIUM I OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE

WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

URZĄD MIEJSKI w Grudziądzu

Krajowy Fundusz na rzecz Dzieci

Fundacja Astronomii Polskiej

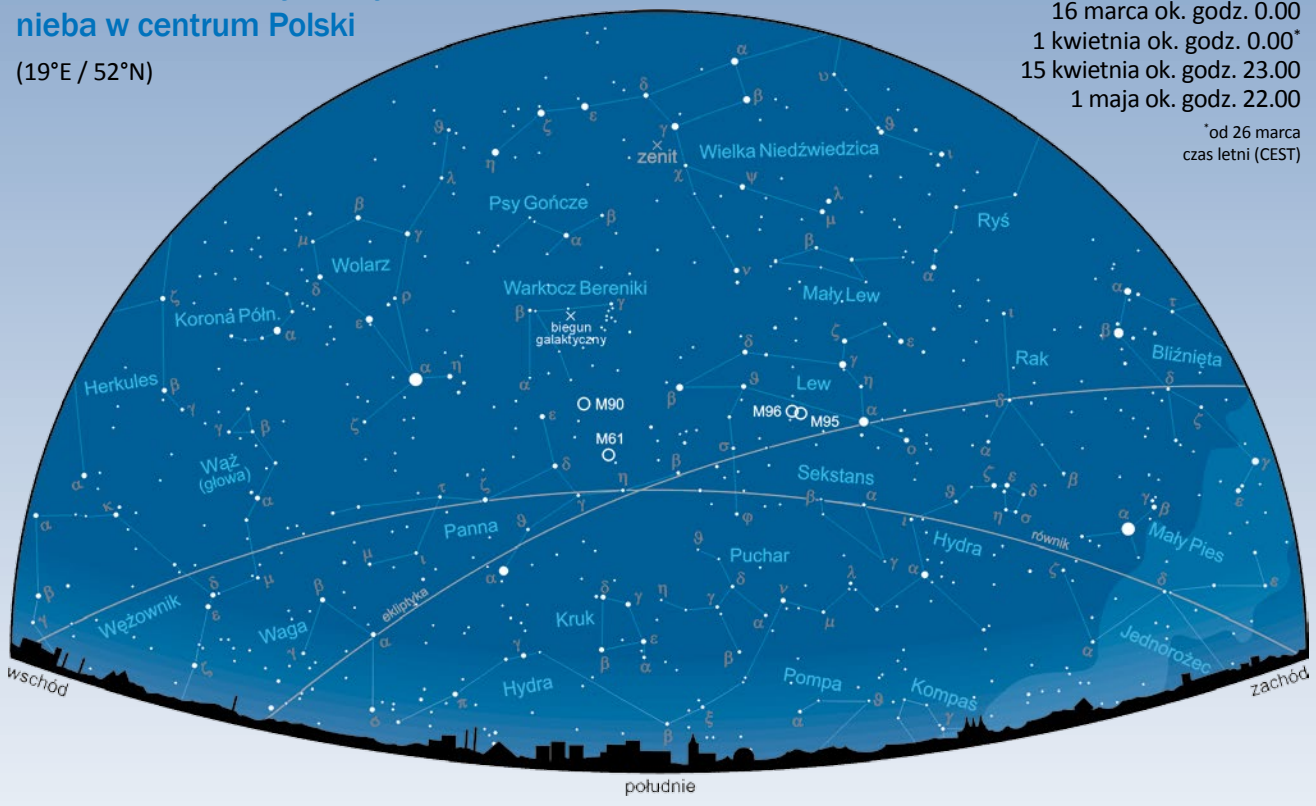
Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 marca ok. godz. 1.00
16 marca ok. godz. 0.00
1 kwietnia ok. godz. 0.00*
15 kwietnia ok. godz. 23.00
1 maja ok. godz. 22.00

*od 26 marca
czas letni (CEST)



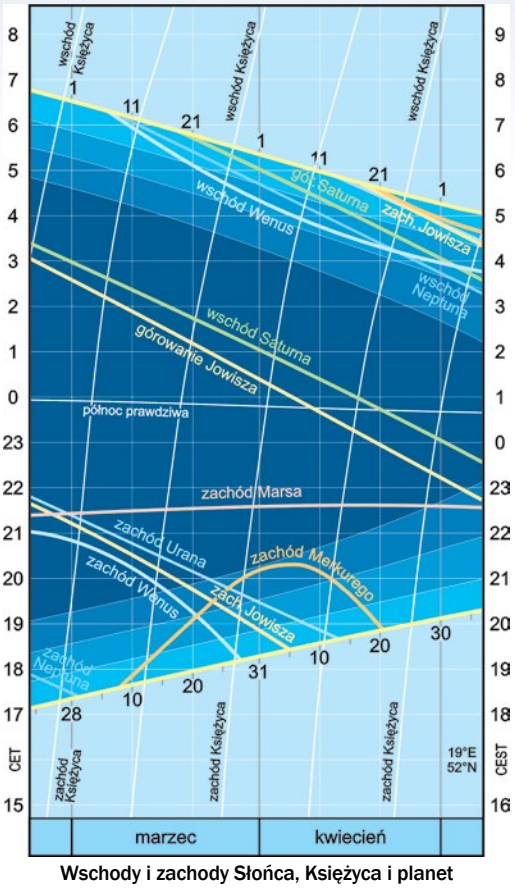
Niebo w marcu i kwietniu 2017

Kolejne dwa miesiące roku, okres przełomu zimy i wiosny, to czas najszybszego narastania dysproporcji pomiędzy długością dnia i nocy. Przez cały marzec i kwiecień dnia przybywa od 3 h 35 min na południu do 4 h 28 min na najdalej na północ wysuniętych terenach Polski.

Podczas jednak wciąż długich nocy nadal możemy odnaleźć na niebie gwiazdozbiory wszystkich pór roku. Z początkiem marca, po zmierzchu Trójkąt Letni jest już wprawdzie niemal w całości pod zachodnim horyzontem, jednak już 3 godziny przed świtem znów pojawia się, tym razem w całej okazałości, na wschodzie. Również jesienne konstelacje są już wieczorem w odwrocie, z Pegazem tuż nad zachodnim horyzontem. A że to jeszcze zima, na wieczornym niebie nadal dominują Byk, Woźnica, Bliźnięta, Mały i Wielki Pies oraz Orion, dopiero około północy zaczynające kryć się pod horyzontem. Druga połowa nocy należy już do wiosennych konstelacji, których trzy najjaśniejsze gwiazdy — Regulus z Lwa, Arktur z Wolarza i najjaśniejsza w Pannie Spika — układają się w gwiezdny symbol nadchodzącej pory roku, Trójkąt Wiosenny.

W miarę jak noce stają się coraz krótsze, stopniowo zmniejsza się ten gwiezdny repertuar. Pod koniec kwietnia, już godzinę po zmierzchu pierwsze zimowe konstelacje zaczynają kryć się pod horyzontem, a południową stronę nieba zawojowują wiosenne — Hydra, Lew, Wolarz i Panna. Jeszcze przed świtem najwyżej wznosi się Trójkąt Letni, swą najjaśniejszą i najwyżej położoną gwiazdą — Wegą z Lutni, sięgając zenitu.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie marcowych i kwietniowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarza. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.



Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

Wszystkie momenty podano w obowiązującym w Polsce czasie urzędowym — do 25 marca w czasie środkowoeuropejskim (CET), a od 26 marca w środkowoeuropejskim letnim (CEST).

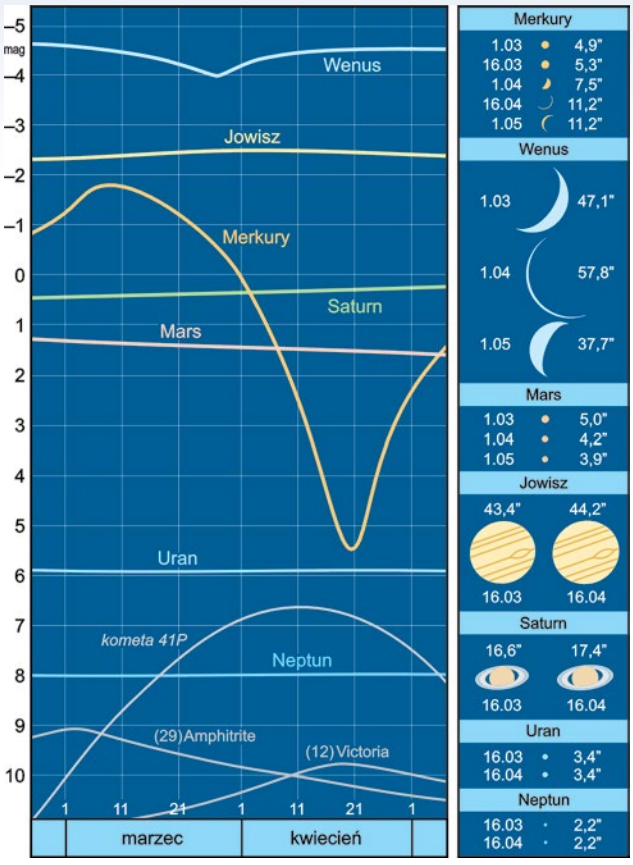
Słońce

W marcu i kwietniu Słońce wędruje od centralnych rejonów konstelacji Wodnika, by przez gwiazdozbiór Ryb dotrzeć do centrum Barana, w ciągu 61 dni pokonując łącznie dystans 60,2°. Niemal w samym środku omawianego okresu, 3 kwietnia wieczorem Ziemia osiąga średnią odległość od Słońca, równą dokładnie 1,000 au, tym samym wykazując średnią prędkość swego ruchu obiegowego wokół centralnej gwiazdy.

Poruszając się w omawianym okresie na tle trzech zodiakalnych gwiazdozbiorów (od Wodnika do Barana), Słońce biegnie również przez trzy znaki zodiaku, rozpoczynając wędrówkę od 16,4° znaku Barana, dalej pokonując cały znak Byka, a kończąc na 10,5° znaku Bliźniąt. Przez cały ten czas nadal wzrasta deklinacja Słońca, które 20 marca w środku dnia osiąga jeden z punktów przecięcia ekliptyki z równikiem niebieskim — punkt Barana, czyli punkt równonocy wiosennej. Zgodnie ze stosowaną w naszych czasach metodą wyznaczania wschodów i zachodów Słońca (a więc również długości dnia) od pojawienia się nad horyzontem pierwszego rąbka słonecznej tarczy, aż do zniknięcia ostatniego rąbka — a nie względem środka tarczy, faktyczne wiosenne zrównanie długości dnia i nocy ma miejsce 2,5 doby wcześniej. W tym roku noc z 17 na 18 marca będzie trwała dokładnie 12 godzin, podczas gdy poprzedzający ją dzień będzie jeszcze krótszy o 2 minuty, a kolejny już o 2 minuty dłuższy od nocy.

Księżyc

Marcowo-kwietniową trasę, młody Księżyc 2,5 doby po nowiu, w kształcie wąskiego sierpa oświetlonej w 7% tarczy, rozpoczyna tym razem w północno-zachodnim zakątku Wieloryba (9,8°



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia marca i kwietnia 2017

marzec

1	3.54	koniunkcja Księżyca 9,8°S z Wenus
1	19.27	koniunkcja Księżyca 3,4°S z Uranem
1	22.47	koniunkcja Księżyca 4,1°S z Marsem
2	3.43	Neptun w koniunkcji ze Słońcem
3	8.39	perygeum Księżyca, 369 061,2 km od Ziemi
3	18.02	opozycja planetoidy (29) Amphitrite, 1,60 au od Ziemi
4	9.35	Wenus rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
4	22.02	zakrycie $3{,}7^m$ γ Tauri przez Księżyc, do 22.52
5	12.32	pierwsza kwadra Księżyca
7	1.49	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +18°52'
7	5.46	koniunkcja górna Merkurego ze Słońcem (1,7°S)
11	5.17	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 153°09'
12	7.47	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Ryb; λ = 351,7°
12	15.54	pełnia Księżyca
14	22.51	koniunkcja Księżyca 2,3°N z Jowiszem
18	18.24	apogeum Księżyca, 404 651,9 km od Ziemi
20	11.29	Słońce wstępuje w znak Barana; λ = 0°
20	11.37	koniunkcja Księżyca 3,4°N z Saturnem
20	16.58	ostatnia kwadra Księżyca
21	6.24	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –18°55'
25	11.17	koniunkcja dolna Wenus ze Słońcem (8,3°N)
25	16.41	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 332°53'
26	10.22	bardzo bliska koniunkcja Księżyca 0,3'S z Neptunem
26	17.05	koniunkcja Merkurego 2,1°N z Uranem
27	21.58	koniunkcja Księżyca 1,7°S z Wenus
28	4.57	nów Księżyca
29	7.14	koniunkcja Księżyca 3,4°S z Uranem
29	13.32	koniunkcja Księżyca 6,3°S z Merkurym
30	14.34	perygeum Księżyca, 363 856,0 km od Ziemi
30	17.48	koniunkcja Księżyca 5,3°S z Marsem

kwiecień

1	12.17	maks. elongacja Merkurego, 19,0°E od Słońca
3	8.14	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +18°59'
3	20.40	pierwsza kwadra Księżyca
6	6.55	Saturn rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
7	11.14	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 152°25'
7	23.38	Jowisz w opozycji do Słońca, 4,455 au od Ziemi
10	0.50	Merkury rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
11	0.57	koniunkcja Księżyca 2,1°N z Jowiszem
11	8.08	pełnia Księżyca
14	2.07	zakrycie $3{,}9^m$ γ Libris przez Księżyc, do 3.18
14	7.29	Uran w koniunkcji ze Słońcem
15	11.52	Wenus powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
15	12.05	apogeum Księżyca, 404 382,7 km od Ziemi
16	20.25	koniunkcja Księżyca 3,2°N z Saturnem
17	15.16	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°06'
18	20.55	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Wodnika; λ = 28,7°
19	4.46	opozycja planetoidy (12) Victoria, 1,28 au od Ziemi
19	11.57	ostatnia kwadra Księżyca
19	23.27	Słońce wstępuje w znak Byka; λ = 30°
22	0.30	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 331°18'
22	~14.00	maksimum aktywności roju meteorów Lirydy
22	21.56	bliska koniunkcja Księżyca 11'S z Neptunem
23	~17.00	maksimum aktywności roju meteorów pi-Puppidy
23	23.34	koniunkcja Księżyca 4,9°S z Wenus
25	20.03	koniunkcja Księżyca 3,5°S z Uranem
25	22.29	koniunkcja Księżyca 4,3°S z Merkurym
26	13.19	nów Księżyca
27	18.17	perygeum Księżyca, 368 822,0 km od Ziemi
28	11.15	koniunkcja Księżyca 5,7°S z Marsem
28	20.22	zakrycie $0{,}9^m$ Aldebarana przez Księżyc, do 20.06
30	15.34	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°11'

znaku Barana). Dokonawszy prawie 2,3 obiegów całego nieba, z końcem tego okresu, w 4,5 doby po kwietniowym nowiu oświetlony w 27%, dotrze do południowo-wschodnich rejonów Bliźniąt (12,6° znaku Raka), w sumie pokonując 818,8° wędrówki na tle gwiazd. W tym czasie, jak zwykle dwukrotnie Księżyc spotka się z każdą z planet, tym razem szczególnie wyróżniając aż trzy — Wenus, Marsa i Urana, z którymi trzykrotnie znajdzie się koniunkcji.

Warto wspomnieć o kolejnych z serii bardzo bliskich koniunkcji Księżyca z Neptunem, skutkujących zakryciami planety przez księżycową tarczę. Pierwsza z nich — 26 marca rano, przy zaledwie 17" kątowej odległości między Neptunem a środkiem tarczy Księżyca, będzie najbliższą, kolejne koniunkcje będą na powrót stopniowo coraz dalsze. Niestety, żadnej z nich nie będzie można obserwować w Europie.

Podczas pierwszego z trzech w omawianym okresie przejść Księżyca na tle gromady gwiazd Hiady w Byku, późnym wieczorem 4 marca, około 20° nad zachodnim horyzontem będziemy mogli obserwować, trwające 50 minut zakrycie gwiazdy gamma Tauri (Hyadum I), pierwszej z jasnych gwiazd gromady, wyobrażających głowę Byka, przez oświetloną w 42% księżycową tarczę, Pozostałe dwa przejścia przez Hiady będą miały miejsce w niedogodnych u nas dla obserwacji warunkach. Trudniejsze do obserwacji z racji oświetlonej w 93% tarczy 3 dni po pełni, choć również efektowne będzie, trwające ponad 70 minut, zakrycie przez Księżyc gwiazdy gamma Libris (Zuben Elakrabi) w Wadze, nocą z 13 na 14 kwietnia, podczas górowania Księżyca 23° nad południowym horyzontem.

Planety i planetoidy

Na przełomie marca i kwietnia przypada najdogodniejszy w tym roku czas dla obserwacji Merkurego na wieczornym niebie. Pomiędzy 20 marca a 13 kwietnia Merkury zachodzi ponad godzinę po Słońcu, jednak jego jasność w tym czasie niemal 50-krotnie maleje. Najdłużej, do prawie 2 godzin po zachodzie Słońca, a więc blisko 1,5 h po zmierzchu, gościć będzie na niebie 1 i 2 kwietnia, przy całkiem jeszcze przyzwoitej, zerowej wielkości gwiazdowej. Od 10 kwietnia aż do pierwszych dni maja, poruszając się wstecz, Merkury kreślić będzie pierwszą część planetarnej pętli, tym razem o zygzakowatej formie.

Dominujący na wieczornym niebie, zwłaszcza na przełomie roku, planetarny duet Wenus i Marsa, już w pierwszych dniach marca ulega rozpadowi, gdy Wenus przestaje nadążać za Marsem, rozpoczynając zataczanie swojej zamaszystej pętli, wysoko ponad ekliptyką, w zachodniej części gwiazdozbioru Ryb, którą domknie dopiero pod koniec kwietnia. Mars, choć na krótko, gościć będzie po zmierzchu na niebie jeszcze do połowy czerwca. Natomiast czas wieczornej widoczności Wenus gwałtownie skraca się już w drugiej dekadzie marca, jednak w tym samym czasie pojawia się ona również o świcie w roli Gwiazdy Porannej. Około 2-tygodniowy okres zarówno wieczornej, jak i porannej widoczności Wenus zawdzięczamy wyjątkowo dużej odległości kątowej planety od Słońca (8,3°N) podczas koniunkcji 25 marca., Obydwie planety ponownie spotykać się będą na porannym niebie po półrocznej separacji, 6 października zbliżając się do siebie na zaledwie 1/3 stopnia.

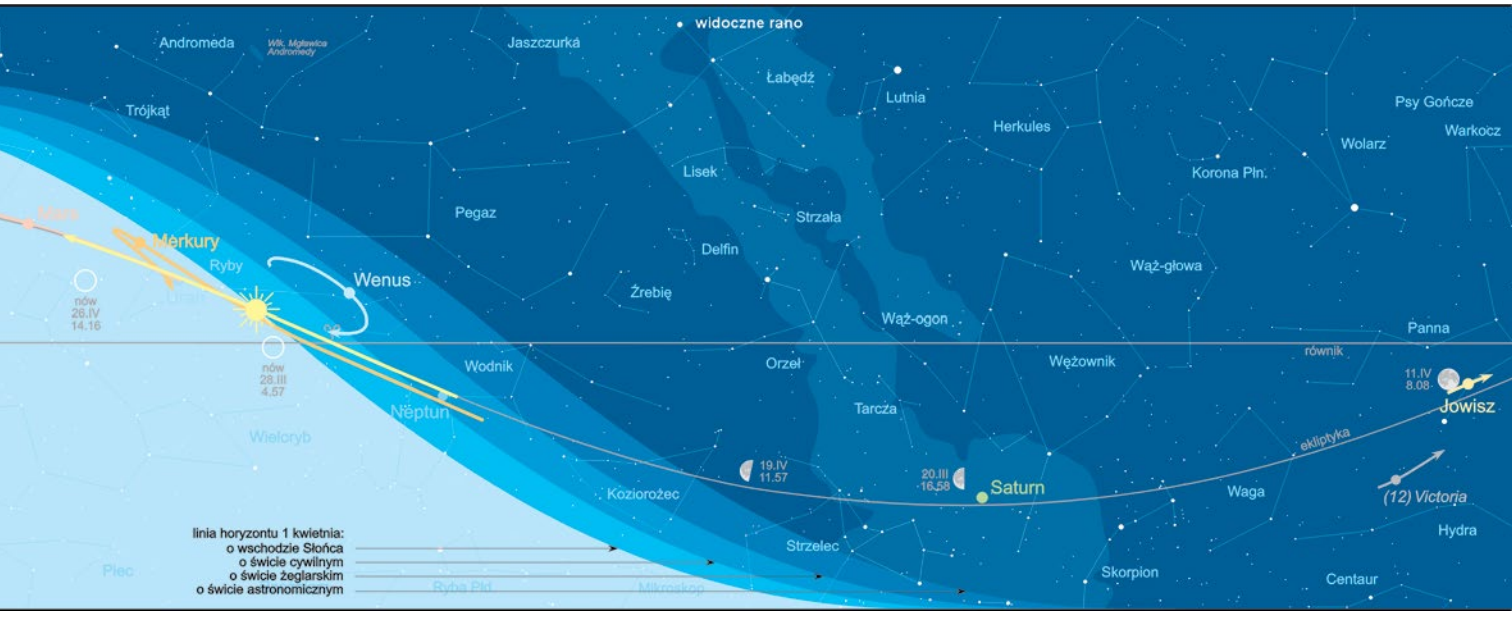
Od ponad pół roku coraz wcześniej witamy na wieczornym niebie Jowisza w Pannie, w drugiej połowie omawianego okresu widocznego już od zmierzchu aż po świt, przy największej jasności, w związku z przypadającą 7 kwietnia opozycją planety. W podobnym tempie wydłuża się również czas widoczności Saturna w południowej części gwiazdozbioru Wężownika, który na przełomie kwietnia i maja wschodzi już krótko przed północą.

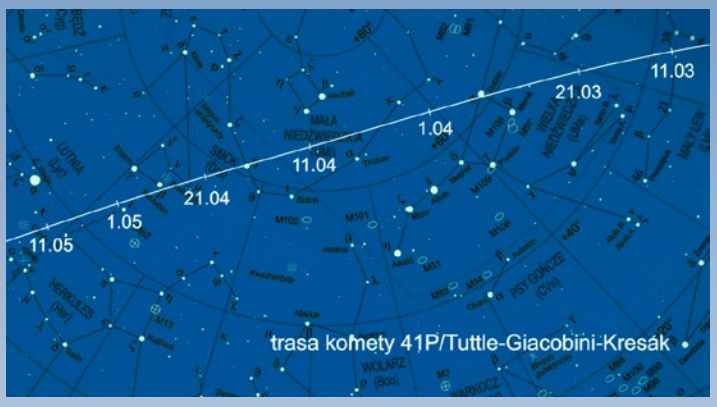
Marzec i kwiecień to w tym roku najgorszy czas na obserwacje Urana i Neptuna, ponieważ obie kolejno — 2 marca Neptun, a 14 kwietnia Uran — mają koniunkcje ze Słońcem. W przypadku ciemniejszego Neptuna, którego dostrzeżemy dopiero przez dobrą lornetkę, skutkuje to około dwumiesięczną niewidocznością, a na w pełni ciemnym niebie po zmierzchu astronomicznym — nawet do połowy lipca. Urana w idealnych warunkach można dostrzec, choć z trudem, nawet gołym okiem. Ale te idealne warunki potrwają co najwyżej do końca marca, bo przez cały kwiecień będzie zachodził już o zmierzchu albo wschodził dopiero o świcie.

W omawianym okresie brak opozycji szczególnie jasnych planetoid, jednak godne uwagi są dwie — jaśniejsza (29) Amphitrite, kończąca pętlę na tle Lwa, o opozycji 3 marca oraz prawie dwukrotnie ciemniejsza, wędrująca ruchem wstecznym pomiędzy Hydrą i Panną (12) Victoria, której opozycja przypada 19 kwietnia.

Komety

Pierwsza i druga dekada kwietnia to czas sprzyjający obserwacjom okresowej komety 41P/Tuttle-Giacobini-Kresák, powracającej w okolice Słońca co 5,42 roku. Tym razem peryhelium komety przypada 14 kwietnia, tydzień wcześniej przeleci zaledwie 0,150 au od Ziemi. Na naszym niebie, przez cały ten czas kometa wędrować będzie na tle okołobiegunowych konstelacji Smoka i Małej Niedźwiedzicy, więc będzie ją można obserwować





przez całą noc, pewnym utrudnieniem jednak może być pełnia Księżyca 11 kwietnia. Wobec przewidywanej maksymalnej jasności komety 6,7 mag, do obserwacji konieczne będzie użycie dobrej lornetki, która również w znacznym stopniu odseparuje nas od księżycowego blasku.

Roje meteorów

W okresie od 16 do 25 kwietnia przypada okres aktywności meteorów z roju Lirydów, z radiantem na pograniczu konstelacji Herkulesa i Lutni. Obserwowane były już w starożytności, a w bliższych nam czasach szczególnie obfite maksima, w postaci tzw. deszczów meteorów, odnotowano w latach 1803 i 1922, z częstością około 1800 meteorów na godzinę. Źródłem materii tych dość szybkich, białych meteorów jest, odkryta podczas ostatniego przelotu w pobliżu Słońca, długookresowa kometa C/1861 G1 (Thatcher), powracająca co 415 lat. Tegoroczne maksimum Lirydów przypada 22 kwietnia około godz. 14.00, zatem najlepsze warunki ich obserwacji będą w drugiej połowie nocy 21/22 i 22/23 kwietnia, we wschodniej stronie nieba, przy niewielkich utrudnieniach ze strony malejącego do nowiu Księżyca. Zazwyczaj podczas maksimum można spodziewać się do 18 przelotów meteorów tego roju w ciągu godziny.

Znacznie trudniejsze będzie z terenu Polski zaobserwowanie meteorów dość licznego roju pi-Puppidów, z daleko na południe usytuowanym radiantem. Aktywny w drugiej połowie kwietnia, tegoroczne maksimum — do 40 meteorów na godzinę — osiąga 23 kwietnia około godz. 17.00, jeszcze przed zachodem Słońca, gdy widoczna u nas północna część gwiazdozbioru Rufy (*Puppis*) wznosi się najwyżej ponad horyzont.

Gwiazdy zmienne

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech różnego typu gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

marzec	kwiecień
3, 18.17	7, 5.08
18, 2.22	10, 1.46
20, 23.11	12, 22.34
23, 20.00	30, 3.23

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

marzec		kwiecień
2, 0.18	18, 2.53	14, 0.18
12, 18.03	28, 21.40	30, 2.59

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

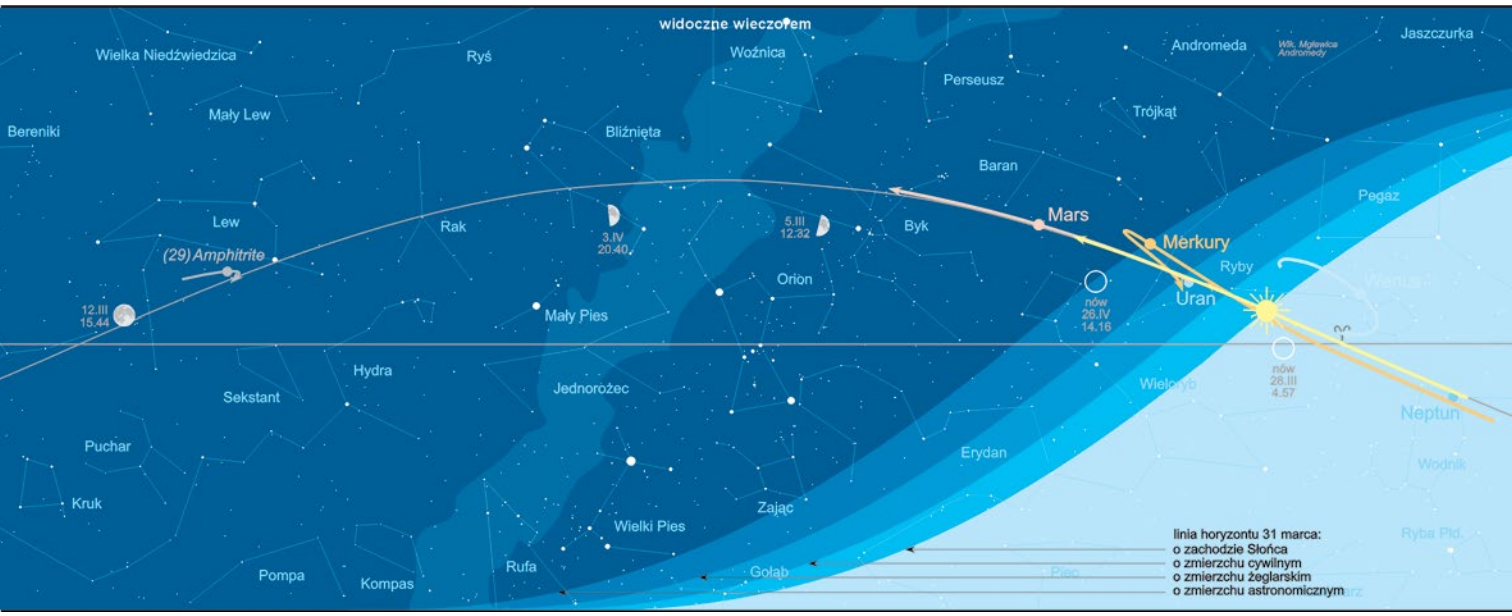
marzec		kwiecień
6, T Her 8,0^m	4, R Sgr 7,3^m	18, R Dra 7,6^m
9, T Hya 7,8^m	7, S Vir 7,0^m	19, R Cas 7,0^m
15, R Cyg 7,5^m	9, U Ori 6,3^m	20, R Peg 7,8^m
31, RR Sg 6,8^m	9, W Cet 7,6^m	22, R LMi 7,1^m
	9, RS Lib 7,5^m	25, U Cet 7,5^m
	14, S CMi 7,5^m	28, SS Vir 6,8^m
	15, X Oph 6,8^m	30, R Leo 5,8^m

Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY
TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://www.urania.edu.pl/almanach

ROCZNIK ASTRONOMICZNY
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII
http://www.igik.edu.pl/

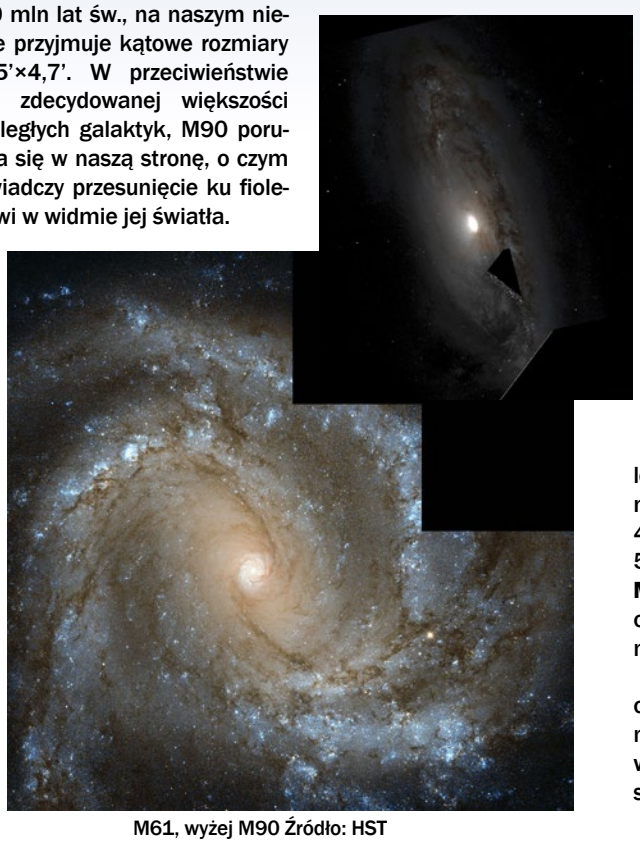


Z dala od Drogi Mlecznej

W przeciwieństwie do konstelacji nieba zimowego i letniego, przez które przebiega mglista wstęga oglądanej od wewnątrz naszej Galaktyki, czyli Droga Mleczna, położony z dala od niej obszar nieba wiosennego zawiera północny biegun galaktyczny. Usytuowany jest on w pobliżu gwiazdy 31 Com w północnej części gwiazdozbioru Warkocza Bereniki. Kierując na te okolice nieba obiektywy teleskopów, możemy — bez większych przeszkód ze strony bliżej położonych obiektów, należących do naszej Galaktyki — spojrzeć najdalej w głąb Wszechświata. Już w II połowie XVIII wieku odkrywano tam liczne galaktyki, które zresztą jeszcze przed stu laty uważane były za mgławice. Dopiero dostrzeżenie, w latach 20. ubiegłego wieku przez Edwina Hubble'a, pojedynczych gwiazd w galaktykach, pozwoliło właściwie zinterpretować te obiekty jako odległe skupiska materii, podobne do naszej Drogi Mlecznej.

Ogromne skupisko galaktyk znajduje się na sąsiadujących ze sobą obszarach gwiazdozbiorów Panny i Warkocza Bereniki, pod nazwą Gromada w Pannie lub Gromada Virgo. Zawiera ona około dwóch tysięcy galaktyk o różnej budowie. Wyraźne, choć nie aż tak liczne gromady galaktyk odnajdziemy w zachodniej połowie gwiazdozbioru Lwa. Przyjrzyjmy się nieco bliżej kilku najjaśniejszym spośród nich, wpisanym do, zawierającego ponad 100 pozycji, XVIII-wiecznego „Katalogu mgławic i gromad gwiazd" Charlesa Messiera — oczywiście jako mgławice, jak wówczas sądzono.

Odkryta przez w 1781 roku samego Messiera, malownicza galaktyka spiralna z poprzeczką **M 90**, usytuowana w „gąszczu" galaktyk niemalże na granicy konstelacji Panny i Warkocza Bereniki, to największa i jedna z najjaśniejszych (9,5^m) galaktyk w Gromadzie Virgo. Przy rzeczywistej średnicy około 160 tysięcy lat świetlnych, widziana pod kątem około 45° z odległości 60 mln lat św., na naszym niebie przyjmuje kątowe rozmiary 9,5'×4,7'. W przeciwieństwie do zdecydowanej większości odległych galaktyk, M90 porusza się w naszą stronę, o czym świadczy przesunięcie ku fioletowi w widmie jej światła.



M61, wyżej M90 Źródło: HST

Znacznie mniejszą, również na naszym niebie, choć tylko nieznacznie ciemniejszą (9,7^m), jest kolejna galaktyka spiralna z poprzeczką **M 61**, usytuowana 8,5° na południe od poprzedniej, 1,2° ponad gwiazdą 16 Vir. Odkryta również w 1781 roku przez Messiera, początkowo uznana została przez niego za kometę. Dzięki ustawieniu ku nam jednym z biegunów, galaktyka ta ukazuje w pełni swą spiralną strukturę, z bardzo jasnym jądrem. Przy rzeczywistej średnicy 94 tysięcy lat św., z odległości 50 mln lat św., na naszym niebie widzimy ją jako obiekt o kątowych wymiarach 6,0'×5,5'.

M95 i M96. Źródło: ESO

Kolejne dwie galaktyki — również spiralne z poprzeczką — odnajdziemy w konstelacji Lwa, tuż poniżej linii łączącej jej najjaśniejsze gwiazdy Regulusa i Denebolę (α i β Leo), 1,5° na północny zachód od gwiazdy 53 Leo. Te, odkryte również w 1781 roku przez Pierre'a Méchaine'a, asystenta Messiera, galaktyki umieszczone w katalogu pod symbolami M 95 i M 96, mają bardzo podobną strukturę i wygląd. Obydwie należą do niezbyt licznej gromady galaktyk Leo I. Średnica **M 95**, mniejszej i ciemniejszej (9,7^m) z nich, o kątowych rozmiarach 4,4'×3,3', oglądanej z odległości 33 mln lat św., wynosi około 50 tys. lat św. Na niebie odległą od niej zaledwie 0,7° na wschód **M 96**, od nas oddaloną 31 mln km, widzimy jako nieco jaśniejszy obiekt (9,2^m) o wymiarach 7,6'×5,2'; jej rzeczywista średnica wynosi około 100 tys. lat św.

Podobnie jak w naszej Galaktyce, również w tych odległych obserwuje się co jakiś czas wybuchy supernowych. Rekordzistką, nie tylko w tej grupie, jest pod tym względem galaktyka M 61, w której odnotowano już 7 takich zdarzeń, w M 95 i M 96 zaobserwowano dotąd po jednym wybuchu supernowej.

Jan Desselberger

Odeseja kosmiczna Bowiego

Rok temu odszedł do gwiazd człowiek, który w jednej ze swych słynnych scenicznych kreacji wyśpiewywał, że właśnie stamtąd przybył na Ziemię (*Starman*, *Ziggy Stardust*). Swą ziemską wędrówkę zakończył wspaniałym pożegnaniem ze słuchaczami — bogatym w wieloznaczną symbolikę albumem *Blackstar**.

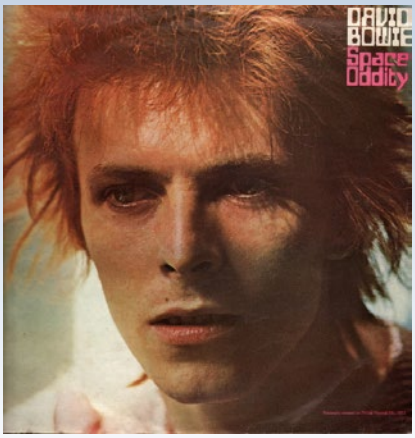
Jedną z najbardziej znanych jego kompozycji i pierwszym jego wielkim przebojem jest *Space Oddity* (*Kosmiczna osobliwość*) z wydanego w 1969 r. albumu pod takim samym tytułem. Utwór niewątpliwie powstał z inspiracji słynnym filmem Stanleya Kubricka „2001: Space Odyssey", który wszedł rok wcześniej na ekrany kin. W warstwie słownej opowiada o astronaucie majorze Tomie, jego podróży w kosmos i tajemniczym zaginięciu. Bywała interpretowana jako opowieść o wyobcowaniu i autodestrukcji. Oto ostatnie słowa majora Toma wysłane do kontroli lotów:

Choć przebyłem sto tysięcy mil, to czuję, jakbym stał w miejscu, i wydaje mi się, że mój statek kosmiczny sam wie, którędy lecieć. Powiedzcie mojej żonie, że bardzo ją kocham — po czym traci kontakt z Ziemią.

Światło na właściwą interpretację utworu rzucił sam Bowie w utworze *Ashes to Ashes* (z albumu *Scary Monsters* wydanego w 1980 r.), w którym zagubiony wcześniej astronauta wysyła wiadomość, że żyje i ma się dobrze. Fakt, iż album *Scary Monsters* został wydany po wygranej przez artystę walce z narkotykami, wiele osób zaczęło postrzegać *Space Oddity* jako alegorię utraty możliwości komunikowania się z innymi ludźmi w wyniku narkotykowego uzależnienia.

Finał historii majora Toma następuje w teledysku do tytułowego utworu z ostatniego albumu *Blackstar*. Martwego astronautę znajduje kobieta, przedstawicielka obcej cywilizacji, a następnie jego ciało zostaje wyrzucone tam, skąd przybyło — w przestrzeń kosmiczną…

* W okładce winylowego wydania wycięta jest pięcioramienna gwiazda (pentagram — patrz: wstępniak na s. 3).



Utwór *Space Oddity* doczekał się wielu wykonań. Pasjonaci astronautyki, śledzący wydarzenia na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, zapewne widzieli i słyszeli go w dosłownie kosmicznym wykonaniu astronauty Chrisa Hadfielda. Kto tego jeszcze nie widział, niech koniecznie zobaczy! Obok zamieszczam QR-kod do filmiku w serwisie YouTube. Miłego oglądania i słuchania.

Jacek Drążkowski

Konkurs na fotki z Uranią

Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z Uranią lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres portal@urania.edu.pl z tytułem „Fotki z Uranią" lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami **#fotkizurania** i **#urania** (dodatkowo może być też **#podrozujzurania**). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Urani" — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania

Urania kirgiska

Zdjęcie przysłała nam Ewelina Grądzka. Jej relację z realizowanych w Kirgistanie projektów nasi Czytelnicy mieli okazję przeczytać w „Uranii" nr 1/2015.

O Słońcu nad jeziorem Bachotek

I Zjazd Sekcji Obserwacji Słońca PTMA, po jej reaktywacji w 2013 r., odbył się w dniach 9–11 września 2016 r. w Ośrodku Szkoleniowo-Wypoczynkowym UMK w Bachotku k. Brodnicy. Wybór miejsca przeuroczy: cisza, spokój, las, jezioro to warunki idealne na spotkanie miłośników astronomii i obserwacji Słońca.

Zjazd odbył się dzięki dofinansowaniu przez Grupę ENERGA, której Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii przyznało tytuł Sponsora I Zjazdu Sekcji Obserwacji Słońca PTMA. Bardzo pomógł w organizacji Zjazdu redaktor naczelny URANII, Maciej Mikołajewski, częsty bywalec w tym ośrodku. Prezes PTMA, Janusz Jagła sprawował pieczę nad stroną finansową konferencji oraz wypełnianiu wszystkich wymagań sponsora. Do Ośrodka w Bachotku przyjechało 25 uczestników z całego kraju, miłośników, którzy swoją pasję poświęcają całkowicie Słońcu. W sposób systematyczny obserwują Słońce, skrupulatnie zapisując w dziennikach obserwacyjnych ilość grup i plam słonecznych, wyznaczając aktywność słoneczną na każdy, pogodny dzień. Swoje miesięczne obserwacyjne raporty wysyłają do Sekcji Obserwacji Słońca. Efektem ich prac jest sporządzany wykres aktywności naszego Słońca zamieszczany na żółtej stronie każdego numeru URANII.

Uczestnicy Zjazdu w większości znali się jak na razie tylko z Facebooka, mając ze sobą kontakt bardziej wirtualny. Zjazd SOS PTMA umożliwił nam spotkanie się w sposób bezpośredni. Uczestnicy wymieniali doświadczenia na temat własnych metod obserwacji: projekcyjnej, wizualnej i fotograficznej. Koordynator Sekcji zaprezentował swój teleskop, przez który może obserwować Słońce, nie używając ciemnego filtra. Teleskop wzbudził ogólne zainteresowanie; tajemnica tkwi w wytrawieniu zwierciadła i lustra wtórnego. Przez okular teleskopu bez przeszkód można było zaobserwować grupę plam słonecznych, a w niej liczne plamy i plamki.

W sobotę 10 września od godziny 10.00 rozpoczęła się I Sesja Zjazdu. Pierwsze wystąpienie miał Marcin Jeziorny, który w swoim referacie omówił sposób pozyskiwania funduszy unijnych w celu rozpowszechniania astronomii. Ciekawy wykład wzbogacony slajdami na temat aktywności słonecznej wygłosił Maciej Mikołajewski Wykład uzmysłowił nam, jak zróżnicowany jest jej obraz. Na sferze niebieskiej Słońce to tylko pozornie ognista, jasna kula, ogrzewająca nas swoim promieniowaniem. W rzeczywistości poznanie jego tajemnic prowadzi do zrozumienia, jakie jeszcze procesy tam zachodzą. W szczególności, w jaki sposób poprzez generowane na Słońcu pola magnetyczne i wypływy materii, wpływają na Ziemię i cały Układ Słoneczny.

Po tym wykładzie, o godz. 12.30 wszyscy uczestnicy udali się do Brodnicy w celu zwiedzenia tzw. astrobazy przy tamtejszym Liceum Ogólnokształcącym, czyli szkolnego obserwatorium, gdzie regularnie odbywają się pokazy nieba, Słońca i różnych zjawisk astronomicznych. Przewodniczką po astrobazie była Agnieszka Sternicka.

Po powrocie z Brodnicy, o godz. 17, uczestnicy Zjazdu przystąpili do II Sesji. Rozpoczął ją Janusz Bańkowski prezentacją programu Astro-Excel i napisanych właśnie w Excelu programów CANON i FAZA do obliczeń zaćmień Słońca. Następnie koordynator SOS PTMA przedstawił historię reaktywacji Sekcji i jej strony internetowej: www.sos.poa.pl. Zapoznawał kolegów i koleżanki, w jaki sposób wypełniać znajdujący się tam raport obserwacyjny.

Z kolei kol. Łukasz Wojtyniak, prezes Poznańskiego Oddziału PTMA, na przykładzie własnych działań omówił popularyzację astronomii w placówkach oświatowych. Bardzo ciekawy wykład wygłosił Dominik Gronkiewicz, prawdziwy heliofizyk. Jego tematyką były naukowe, fotograficzne obserwacje Słońca, szczególnie w rejonie rozbłysków. Rozbłyski słoneczne, jak dowiedzieliśmy się z wykładu, to procesy powstające nagle blisko powierzchni Słońca. Czas trwania tych zjawisk zawiera się między kilkoma minutami do 2 godzin. Podczas rozbłysku, czyli do nagłego pojaśnienia w obszarze niewielkiego fragmentu tarczy słonecznej, są emitowane ogromne ilości energii w postaci przede wszystkim twardego promieniowania elektromagnetycznego. Wykładowca stwierdził, że amator, miłośnik astronomii, bez przeszkód może przeprowadzać obserwacje rozbłysków. Takie obserwacje były szczególnie cenne podczas realizacji projektu F-Chroma, adresowanego m.in. do amatorów. Na koniec zaznaczył, że im zdjęcia „bardziej surowe" i mniej obrabiane w programach komputerowych dla poprawienia ich urody, tym większa może być ich wartość naukowa.

Ostatnim punktem Sesji była prezentacja nowo powstałego Kalendarza Astronomicznego SOS PTMA na 2017 r. Kalendarz jest adresowany głównie do obserwatorów Słońca.

O obserwacjach atmosfery słonecznej opowiada heliofizyk Dominik Gronkiewicz

Można w nim wprowadzać zapiski obserwacji Słońca. Na każdy dzień roku zamieszczony jest kontur tarczy słonecznej, na której można zaznaczać położenia plam słonecznych. W Kalendarzu również znajdują się ciekawe opisy zachodzących zjawisk astronomicznych, m.in. zakrycia jasnych gwiazd przez tarczę Księżyca.

Po zakończonych odczytach, o godz. 21.00 rozpoczęło się spotkanie towarzyskie przy ognisku i grillu. Dyskutowaliśmy na wszelkie możliwe tematy, nie tylko o Słońcu, ale o astronomii jako dziedzinie nauki i jako naszej pasji. Dyskusja na różne zagadnienia astronomiczne trwała do późnych godzin nocnych.

W ostatni dzień Zjazdu, 11 września odwiedziliśmy obserwatorium astronomiczne w Piwnicach pod Toruniem. Radioastronom, dr Paweł Wolak z Centrum Astronomii UMK, pokazywał nam pracę radioteleskopu, natomiast Maciej Mikołajewski oprowadził nas po wszystkich pawilonach z teleskopami optycznymi. Duże wrażenie wywarł na nas wciąż największy teleskop w Polsce. Przy okazji dowiedzieliśmy się, że może on wykonywać swoją prace w dwóch niezależnych systemach: jako teleskop Cassegraina o średnicy zwierciadła głównego 900 mm i ogniskowej 13 500 mm albo kamery Schmidta o średnicy płyty korekcyjnej 600 mm i ogniskowej 1800 mm. Zmiana systemu optycznego wymaga jednak użycia specjalnego, zamocowanego na kopule dźwigu i zwykle trwa około 2 godzin.

O godzinie 15.00 większość uczestników pożegnała się, wyrażając nadzieję, że nie jest to ostatni Zjazd Sekcji. I Zjazd SOS PTMA był dla wszystkich wyjątkowy! Bezpośrednia wymiana doświadczeń i poglądów na zagadnienia związane z tematyką słoneczną sprawiły, że poziom naukowy naszej Sekcji znacząco się podniósł. Była też okazja, aby w sposób bezpośredni nawiązać znajomości z koleżankami i kolegami z całego kraju, którzy fascynują się Słońcem.

Tadeusz Figiel i Janusz Bańkowski

Pamiątkowe zdjęcie pod toruńskim radioteleskopem

Raport nr 11/2016

Aktywność Słońca w listopadzie stała na niskim poziomie i średnia R z 73 obserwacji sekcji wyniosła 15,48. Średnia SN wygenerowana spośród 45 obserwacji wyniosła 11.83. Wszystkim, którzy przysłali swoje raporty, bardzo dziękuję.

Obserwatorzy:

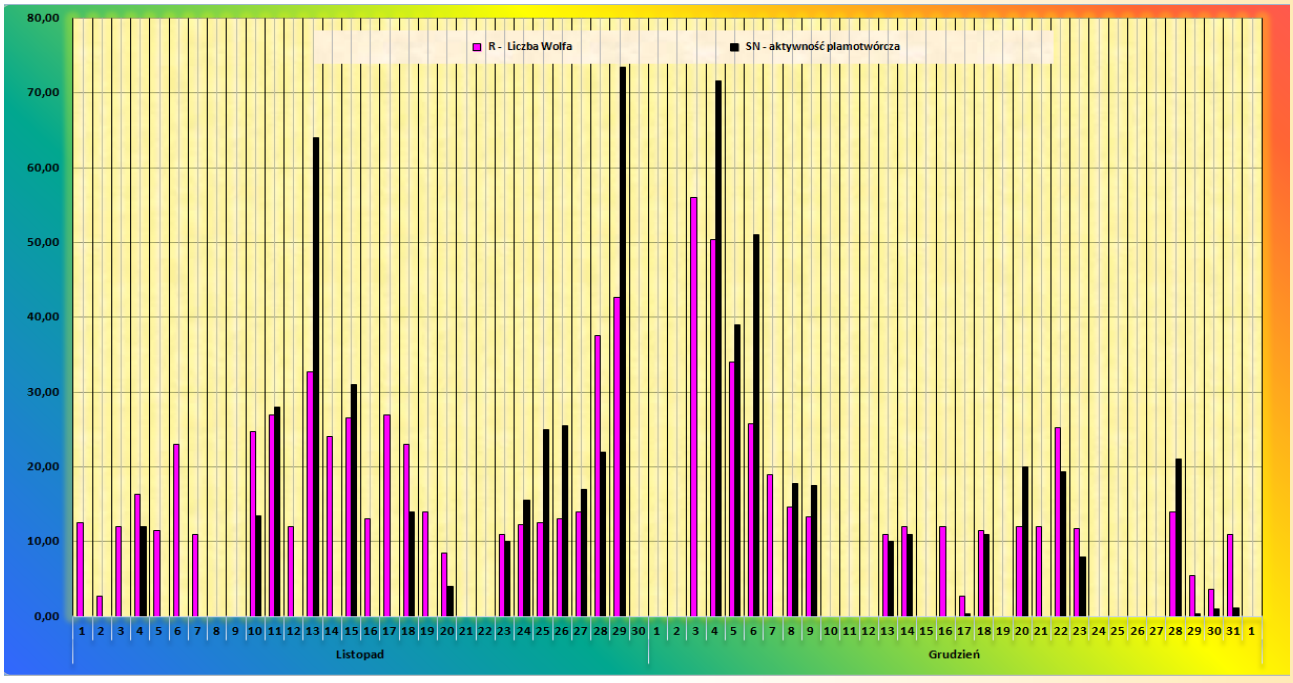
1. Jimenez Francisco	21	5. Raczyński Łukasz	6
2. Zagrodnik Jerzy	13	6. Figiel Tadeusz	5
3. Kucemba Łukasz	13	7. Skorupski Piotr	3
4. Bańkowski Janusz	12		

Raport nr 12/2016

Kończymy rok z niską aktywnością Słońca. Swoje raporty przysłało 9 obserwatorów. Łącznie wykorzystano dla liczby Wolfa 72 obserwacje, a dla plamotwórczej aktywności 47 obserwacji. Średnia liczba Wolfa dla grudnia wyniosła R = 11,83, a SN = 10.Wszystkim obserwatorom dziękuję za przesyłanie swoich obserwacji i życzę w nadchodzącym roku dużo słonecznych dni.

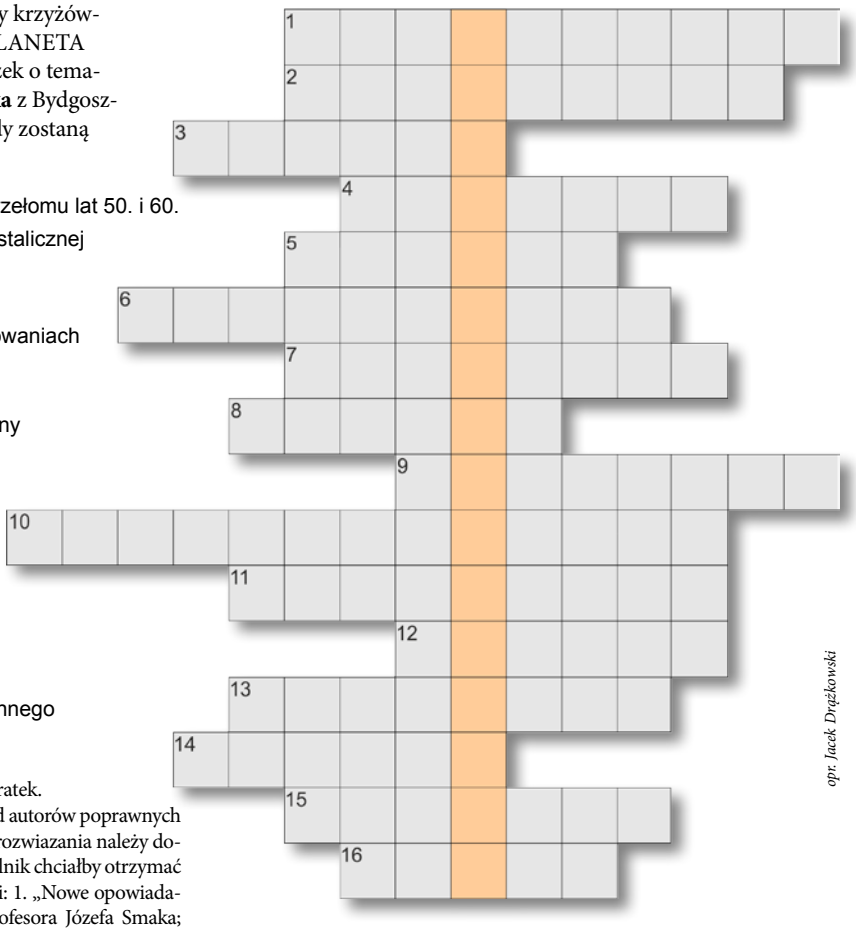
Obserwatorzy:

1. Jimenez Cebrian	23	6. Figiel Tadeusz	4
2. Bańkowski Janusz	14	7. Wirkus Krystyna	3
3. Zagrodnik Jerzy	9	8. Skorupski Piotr	2
4. Kucemba Łukasz	9	9. Bohusz Jerzy	1
5. Raczyński Łukasz	7		



W „Uranii–PA” nr 5/2016 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło PLANETA PROXIMY. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Julia Fabrowska** z Bydgoszczy i **Jacek Włodarczyk** z Rudy Śląskiej. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Legendarny Redaktor Naczelny „Uranii” z przełomu lat 50. i 60.
2. Meteoryt żelazny o widocznej strukturze krystalicznej
3. Jedna z gwiazd Wielkiego Wozu
4. „Skalista kometa”
5. Poznański astronom o rozległych zainteresowaniach
6. Gwiazda 55 Cnc, posiadaczka planet
7. Rocznik, zbiór informacji zawierający dane kalendarzowe i artykuły z określonej dziedziny
8. Była prymuską na toruńskiej uczelni
9. Szybki i radiowy, intryguje badaczy
10. Mały kraj z księżycowymi kamieniami
11. Klejnot polskiej ekipy na międzynarodowej olimpiadzie astronomicznej w Indiach
12. Potępa lubi gwiazdkowe
13. Teleskop z okładki
14. Jeden z gwiazdozbiorów wiosennych
15. Przejście jednego ciała niebieskiego na tle innego
16. Trzeci człowiek na orbicie ziemskiej

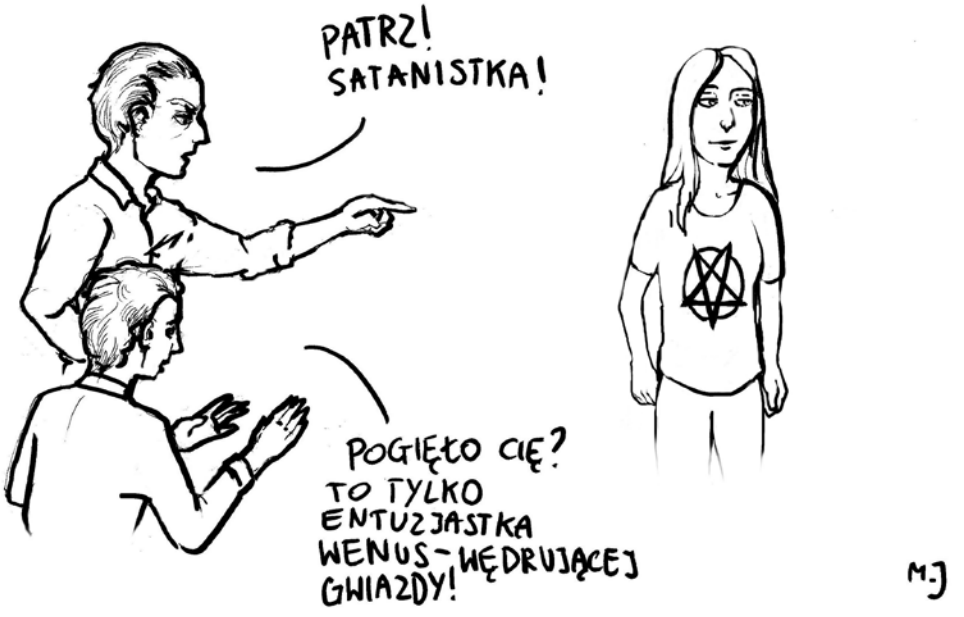


opr. Jacek Drążkowski

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek.
Na rozwiązania czekamy do końca marca 2017 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe. Do rozwiazania należy dodać swój adres oraz tytuł lub numer książki, którą Czytelnik chciałby otrzymać w wyniku losowania spośród następujących propozycji: 1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka; 2. „Relacja pierwsza” („Narratio Prima”) Joachima Retyka, tłumaczenie popularnonaukowego dzieła poświeconego „De Revolutionibus” Kopernika oraz kopia oryginału; 3. „Stworzenie i początek Wszechświata”, nowa ksiażka o ewolucji i kreacjonizmie Michała Hellera i Tadeusza Pabjana. Rozwiązania można przesyłać drogą elektroniczną na adres: urania@urania.edu.pl.

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 5/2016: 1. NEPTUN, 2. PHILAE, 3. RADAJEWSKI, 4. CENTAUR, 5. WENERSKI, 6. ŚWIATOWID, 7. ROLAND, 8. EUROPA, 9. TREPKA, 10. JASIONKA, 11. SPACEX, 12. WILK, 13. GROMADY, 14. BŁYSK.

astrożarty Jacka D.



Narysowała Mirella Jaworska wg pomysłu Jacka D.

ZAPROSZENIA
zloty, obozy, konkursy, spotkania, wykłady, wystawy

Poczta

W znakomitym artykule „Geometria w astronawigacji" napisanym przez kapitana Józefa Gawłowicza („Urania" 5/2016 s. 42–46) jest mała nieścisłość. Wojna z hitlerowcami w Afryce zakończyła się już w 1943, a nie w 1944 r.

Co do astronawigacji, mało kto dzisiaj pamięta, że astronawigacją posługiwano się w tamtych czasach nie tylko w marynarce, ale i w lotnictwie. W bombowcach, np. brytyjskich, z II wojny światowej była przeszklona kopuła na grzbiecie maszyny, z której nawigator dokonywał pomiarów, podobnie jak nawigator na statku. W czasach gdy nikomu nie śniło się o systemie GPS, potrafiono w nocy kierować samolotem do celu odległego o tysiące kilometrów. Podam przykład.

Rok 1944 — Powstanie Warszawskie. Na południu Włoch, w Brindisi, znajdowała się baza lotnicza, skąd polskie załogi dokonywały nocnych lotów z zaopatrzeniem dla walczącej stolicy. Bombowiec startował po zachodzie Słońca. Trasa nocnego lotu wiodła nad Adriatykiem, Jugosławią, Rumunią, Węgrami. Po przelocie nad Karpatami, na wysokości Krakowa, piloci widzieli już łunę płonącej stolicy. Po dokonaniu zrzutu wracali tą samą trasą do Włoch. Taki lot trwał do kilkunastu godzin. W większości przypadków, nasi bohaterscy lotnicy posługiwali się astronawigacją.

Grzegorz Kiełtyka
Krośnieński Oddział PTMA

Red. *Jak zapewnia Marek Szczepański („Urania" 6/2015 s. 13), astronawigacji uczy się na wszystkich uczelniach morskich na świecie, a szczególnie pieczołowicie na uczelniach polskich. Ponoć nie bardzo zdają sobie sprawę z tego sami astronomowie.*

Ciekawe, jak to jest na współczesnych uczelniach lotniczych? Wraz z innymi autorami Astronarium, zamarzył się nam jeden z odcinków przyszłej serii poświęcony właśnie astronawigacji. Oczyma wyobraźni widzieliśmy już nasze kamery na statkach i okrętach, ale być może będziemy musieli się przelecieć F-16?

Maciej Mikołajewski

* * *

Otrzymałam ostatnie dwa numery „Uranii" 4 i 5 jednocześnie, z dużym opóźnieniem i w dodatku dość zniszczone (zwłaszcza numer 4/2016).[…]

* * *

Jak dotąd z rocznika 2016 „Uranii" dotarł do mnie tylko nr 4/2016. […] Zależałoby mi na całym roczniku 2016. […] Jak opłacić składkę 2017 — na konto PTA czy „Uranii"? Oczywiście z nadzieją na otrzymanie nowych numerów.

* * *

Z czym jest związane opóźnienie w wysyłce „Uranii" dla członków PTA? Numer 6/2016 otrzymałem dopiero w połowie stycznia, podczas gdy już prawie miesiąc widziałem go w EMPiK-u. […] Swoje składki opłaciłem za dwa lata z góry podczas ostatniego Zjazdu Towarzystwa w Poznaniu.

Imiona i nazwiska
członków PTA znane Redakcji

Red. *Podobnych zapytań, a zwłaszcza telefonów otrzymałem więcej. W latach 2013–2016 „Urania" realizowała prenumeratę dla kolegów z PTA wyłącznie z własnych środków pozyskanych przez czasopismo. Redakcja nie jest w stanie ponosić dalej takich wydatków, kosztem pozostałych czytelników. Dystrybucję tych egzemplarzy, przejął więc sekretariat PTA.*

Maciej Mikołajewski

* * *

Bardzo ciekawy artykuł, dobrze opisujący lot Apollo 11. Po przeczytaniu mam kilka spostrzeżeń i uwag:

— s. 9, „Do czasu zakończenia programu Apollo odbyło się 13 udanych startów rakiety". Do zakończenia programu odbyło się 12 startów, wszystkie udane. 13 start w 1973 to zmodyfikowany Saturn V, bez członu S-IVB (przerobiony na stację kosmiczną) tzw. Saturn INT-21;

— s. 10, podpisy pod zdjęciami: „Moduł serwisowy programu Apollo". Na zdjęciu jest Command/Service Module (CSM), czyli moduł dowodzenia CM i moduł serwisowy SM (jeszcze w całości). Drugie zdjęcie; „lądownik Eagle zbliża się do modułu CSM, w dole Księżyc, ponad horyzontem Ziemia". Na zdjęciu jest tylko część lądownika, człon wznoszenia. Człon zniżania pozostał na Księżycu. Zdjęcie wykonał Collins z pokładu Apollo;

— s. 11, „Po blisko 22 godzinach ciężkiej pracy na powierzchni Księżyca, astronauci wrócili do lądownika…" Na powierzchni Księżyca astronauci przebywali odpowiednio: Armstrong — 2 godziny i 14 minut (3.56 do 6.10 czasu polskiego); Aldrin — 1 godzinę i 53 minuty (od 4.14 do 5.57 czasu polskiego 21 lipca). Resztę czasu astronauci spędzili w kabinie LM (wielkości windy, z jednym miejscem do siedzenia na pokrywie silnika). Natomiast całkowity pobyt lądownika na Księżycu to 21 godzin i 36 minut. Na Księżycu astronauci pozostawili poza wymienionymi w artykule przedmiotami m.in. miniatury flag 136 państw, 50 stanów amerykańskich, medale z podobiznami poległych astronautów i kosmonautów — Gagarina, Chaffee, Grissoma, Komarowa i White'a. Poza tym masywne tornistry, kamery, łopatki i rękawice;

— s. 12, podpis pod zdjęciem „Prezydent Richard Nixon odwiedza załogę Apollo 11 podczas kwarantanny. Zdjęcie zostało wykonane na pokładzie lotniskowca Hornet, astronauci znajdowali się w kabinie kwarantannowej. Po wodowaniu płetwonurkowie zrzuceni ze śmigłowca podali astronautom specjalne skafandry biologiczne i po przebraniu się w nie, zostali podniesieni do kabiny śmigłowca. Jednocześnie kabina została poddana dezynfekcji. Po przetransportowaniu na pokład lotniskowca selenonauci przeszli do specjalnej kabiny kwarantannowej. W Houston przeszli do stałego pomieszczenia kwarantannowego, gdzie przebywali 18 dni do 11 sierpnia.

Kasper Fabrowski

Red. *Cieszę się niezmiernie, że treść artykułu przypadła Panu do gustu. Pańska rozległa wiedza w temacie i przesłane do Redakcji spostrzeżenia z pewnością dodatkowo uzupełnią jego wartość merytoryczną. W opisywaniu takich faktów jak okoliczności lotów rakiet, lądowań i startów, detali i ciekawostek, zawsze warto ściśle trzymać się faktów, choć czasem trudno o ich jednoznaczną interpretację wynikającą z przyjętej konwencji. W tekście, poza ogólnie pojętą prawdą historyczną, starałem się położyć nacisk na płynność narracji i niewnikanie w aptekarskie szczegóły. Jeżeli kiedykolwiek będę publikował ów tekst w tej lub zmienionej formie, zapewne skorzystam z Pańskich cennych uwag.*

Przemysław Rudź (POLSA)

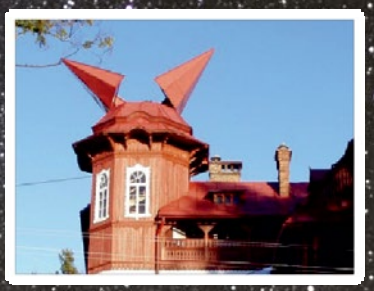
Nagrody PTA

Terminy zgłaszania kandydatów do prestiżowych nagród Polskiego Towarzystwa Astronomicznego:

Nagroda i Medal im. Włodzimierza Zonna „Za popularyzację wiedzy o Wszechświecie" — do 31 marca 2017 r., na adres zarzad@pta.edu.pl

Nagroda Młodych PTA — do 30 czerwca 2017 r., na adres zarzad@pta.edu.pl

Szczegóły i regulaminy: www.pta.edu.pl/nagrody



Unikatowe obserwatorium astronomiczne inspiruje do śmiałych podróży wyobraźni w czasie i przestrzeni.

TRZECIE OKO ZIEMI

• kolonie • obozy • zimowiska •
• wycieczki szkolne • zielone szkoły • wczasy •
• imprezy turystyczne i okolicznościowe •
bieszczady.com.pl

Ośrodek Turystyczny „Czardworek”
Przysietnica 883, 36-200 Brzozów

telefony: 13 434 15 19, 604 266 576
faks: +48 13 434 96 42
info@bieszczady.com.pl • www.bieszczady.com.pl
konto: 50 1020 5558 1111 1343 3520 0053

Bieszczady

KONKURSY ASTRONOMICZNE DLA SZKÓŁ strony 57 i 72

Urania
Postępy Astronomii

2/2017 (788)
Tom LXXXVIII

Cena 12,90 zł
w tym 5% VAT

www.urania.edu.pl

ukazuje się od 1920 r.

7 NOWYCH PLANET SKALISTYCH

POLSKIE PLANETOIDY

SERCE PLUTONA

ISSN 1689-6009 indeks 401323

Sky-Watcher BKP15075EQ3-2

Sky-Watcher BKP15075EQ3-2 to najbardziej uniwersalny teleskop w cenie do 2000 zł, który z powodzeniem posłuży zarówno do nauki astrofotografii, jak i do obserwacji wizualnych. Sprawdzony **montaż EQ3-2** ze stalowymi łożyskami i mosiężnymi przekładniami nie tylko oferuje znakomitą precyzję działania, ale także stabilność. Istnieje możliwość rozbudowy montażu o zestaw akcesoriów, taki jak statyw stalowy, lunetka biegunowa, napęd w 1 lub w 2 osiach, a także o system SynScan GO-TO aktywnie wyszukujący i śledzący obiekty. Lekka, metalowa tuba optyczna systemu Newtona posiada paraboliczne zwierciadło główne o światłosile F/5 i aperturze 150 mm, które jest zamontowane w celi umożliwiającą precyzyjną kolimację. Tubę wyposażono w pająk lustra wtórnego minimalizujący dyfrakcję. Dwucalowy wyciąg okularowy Crayforda z redukcją 1,25" posiada nośność 1 kg.

PROMOCJA DLA CZYTELNIKÓW URANII*

1399,-

~~1799,-~~

*promocja ważna do 31 marca 2017 na hasło „**Urania0317**"

Specyfikacja:

- Średnica zwericiadła: 150 mm
- Ogniskowa: 750 mm
- Maksymalne użyteczne powiększenie: 225x
- Wyposażenie: okulary 25 mm, 10 mm, szukacz 6x30, Barlow 2x
- Montaż paralaktyczny EQ3-2
- Statyw aluminiowy

Sky-Watcher® | DELTA® optical

Infolinia: 801.011.337 lub 25 786.05.20

www.deltaoptical.pl * facebook.com/Delta.Optical.Polska

URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

W jak zawsze gościnnym Planetarium Śląskim w Chorzowie zakończyły się zawody III etapu jubileuszowej 60. Olimpiady Astronomicznej. Uczestnicy mieli do rozwiązania 6 zadań, w tym zadanie polegające na analizie danych fotometrycznych gromady otwartej albo wymagającego znajomości nieba obserwowanego z południowej półkuli… Marsa. Wzorami szczególnej teorii względności trzeba było z kolei posłużyć się, rozwiązując zadanie, nawiązujące do niedawnego odkrycia fal grawitacyjnych. Niestety trzeci rok z rzędu zabrakło bezchmurnej pogody i nie można było przystąpić do zadania obserwacyjnego. Również trzeci raz z rzędu miejsce na „pudle" zdobyła Zofia Kaczmarek z Torunia, która po drugim i pierwszym miejscu w latach ubiegłych, zwyciężyła ponownie, uzyskując rekordową ilość 29 punktów na 30 możliwych. Najstarsi jurorzy Olimpiady nie pamiętają takiego wyniku!

Zadania w opinii uczestników były ciekawe, a poziom zawodów wyjątkowo wysoki. Aż 9 uczestników zawodów uzyskało tytuł laureata Olimpiady, a wszyscy przekroczyli z nawiązką limit punktów uprawniający do uzyskania tytułu Finalisty Olimpiady.

Od lat realizacja Olimpiady jest możliwa dzięki wsparciu Ministerstwa Edukacji Narodowej (olimpiada krajowa) oraz Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (udział polskiej reprezentacji w zawodach międzynarodowych). „Urania" była jednym z głównych fundatorów nagród, obok m.in. Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN, firmy Delta Optical, Copernicus Center Press i Klubu Almukantarat. Najbardziej niezwykłą i całkowicie prywatną nagrodę dla zwyciężczyni Olimpiady przyznali dwaj odkrywcy licznych planetoid oraz komety Polonia Michał Kusiak i Michał Żołnowski. Tuzin odkrytych przez nich planetoid uzyskał wystarczająco precyzyjne efemerydy, by w każdej chwili można je odnaleźć na niebie i tym samym uzyskały numer katalogowy, a odkrywcy uzyskali prawo nadania jej nazwy własnej! Zgodnie z deklaracją obydwu Michałów-odkrywców, tą nazwą ma być „imię i nazwisko zwycięzcy jubileuszowej, 60. Olimpiady". Deklarację tę zgromadzeni pod kopułą Planetarium Śląskiego uczestnicy, organizatorzy i goście przyjęli długą, bardzo długą owacją!

I tylko starego, analogowego projektora Planetarium Śląskiego żal. Jak wspominał najstarszy doświadczeniem uczestnik, organizator i opiekun Olimpiady, Marek Szczepański, to ten rzutnik tworzy niezwykłą magię tego miejsca. Ma wkrótce ustąpić miejsca cyfrowym projektorom 4K, potem pewnie 8K, 16K, 32K itd. Oby dla naszego ukochanego i magicznego, analogowego staruszka znalazła się choć jakaś mała kopułka, gdzie można będzie odpalić jego cudowne niebo, jak na oscarowym *La La Land* w Griffith Observatory. Póki zapasu żarówek wystarczy… A potem? Potem będą żarówki ledowe, a stare projektory wrócą do łask jak czarne, analogowe, winylowe płyty… Za poczwórną cenę!

Disneyowska scena w planetarium w *City of stars*, to niejedyne astronomiczne odniesienie wśród oscarowych produkcji. W końcu główną statuetkę wyrwał w zdumiewających okolicznościach *stricte* astronomiczny tytuł *Moonlight*. A ja żałuję, że nagrody nie otrzymały również kręcone wyraźnie „pod Oscara" *Ukryte działania*, film całkowicie astronautyczny. I to nie z gatunku SF, ale prawie paradokumentalny. Fascynująca historia amerykańskiego wyścigu w kosmos uwieńczona lotem, pożegnanego w poprzedniej „Uranii" (6/2016, s. 30) Johna Glenna. Oczywiście pamiętam to z dzieciństwa.

W tle tych wydarzeń pokazano emancypację płciową i rasową trzech genialnych, pracujących w NASA, Murzynek. Ten sam problem, gdzie kolor skóry zastępuje słowiańskie pochodzenie, usiłuje pokazać również rodzimy filmy o Marii Skłodowskiej-Curie. Jakie fajne mamy czasy, że dopiero co Afroamerykanin był w USA prezydentem i niewiele brakowało, by zastąpiła go kobieta. A nasza Zosia nic takiego w Chorzowie nie musiała już udowadniać.

Dlaczego o tym piszę? Bo też marzę o Oscarze, za… Astronarium. Przecież tam już prawie wszystko było! O planetoidach i kometach Kusiaka i Żołnowskiego w odcinkach 4. i 15. Poetycko o planetariach, w 29. W Parku Griffith w L.A. z mikrofalowym promieniowaniem tła, w odcinku 31. A nawet z Zosią Kaczmarek w Planetarium Śląskim w 23! Wszystko to na www.youtube.com/c/AstronariumPl. A już niedługo nowe odcinki, w internecie i w telewizji.

Chorzów 12 marca 2017 Zwycięzca XVI Olimpiady, Maciej Mikołajewski

Fot. Damian Jabłeka oraz fragment kadru z *La La Land*

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

marzec–kwiecień 2017

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**" (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1920 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii".

Nakład: 3000 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Sylwester Kołomański, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Sebastian Soberski, Robert Szaj, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 509 44 17 17
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
http://www.urania.edu.pl

Dystrybucja, sekretariat:
Joanna i Ernest Świerczyńscy,
tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł
Prenumerata roczna 60 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

Prenumerata sponsorowana czasopisma „Urania — Postępy Astronomii" dla szkół finansowana w ramach umowy 886/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18,
00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35,
31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

*** ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA * MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA * ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW * PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI * OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW * REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM ***

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

Dawno temu w… „Uranii”

Instrukcja dla obserwatorów meteorów

Aby ujednostajnić materiał obserwacyjny oraz uczynić go bardziej przydatnym do wyznaczenia orbit jasnych meteorów (jasnych gwiazd spadających, kul ognistych) prosimy odpowiedzieć w każdym wypadku na poniższe osiem pytań (chociażby tylko częściowo. ale sumiennie) i powstały w ten sposób meldunek przesłać pod adresem naszej redakcji (Lwów, Długosza 8).

1. Obserwator. Nazwisko, zawód, dokładny adres.

2. Czas obserwacji. Dzień, godzina; jeśli możliwe, minuta.

3. Miejsce obserwacji w chwili spadku meteoru. Należy podać możliwie najdokładniejsze wskazówki (najlepiej dołączyć szkic sytuacyjny miejsca. ulic i t. p. z wyraźnym zaznaczeniem punktu, w którym znajdował się obserwator). Kierunek północny należy wyrysować na planie z pomocą mapy lub planu.

4. Punkt końcowy drogi meteoru, t.j. punkt nieba, w jakim meteor zgasł lub znikł. Opis tego n a j w a ż n i e j s z e g o dla meldunku miejsca według jednej lub kilku następujących wskazówek:

a) według przedmiotów ziemskich (dalekich miejscowości, gór, grup drzew, ulic, wież budynków i innych łatwo podpadających przedmiotów), najlepiej ze szkicem; miejsce zgaśnięcia meteoru zaznaczyć silnym punktem.

b) według kierunków świata, Pn, Pd, W, Z, Pn=W, Pd=Z i t. d. i przez ocenienie wysokości jak: „dokładnie w środku, między horyzontem i zenitem”, albo: „dwa razy tak daleko od horyzontu jak od zenitu” albo „prawie dokładnie nade mną, nieco ku zachodowi” i t.p.

c) przez wymierzenie kąta na mapie między kierunkiem ku miejscu zgaśnięcia meteoru a jednym z głównych kierunków, Pn, Pd, Z lub W, z pomocą szkolnego kątomierza. z dokładnością do stopnia. (w razie użycia kompasu, zaznaczyć to) oraz przez pomiar wysokości meteoru w stopniach, również przy pomocy papierowego kątomierza.

Uwaga. Kątomierz do tego celu powinien być inaczej opisany. Zamiast 0 piszemy 90°, i zamiast 90 (u góry) piszemy 0, oraz odpowiednio zmieniamy oznaczenia pośrednie. Jeśli podkleimy go i w punkcie środkowym umocujemy nitkę obciążoną ciężarkiem (pion) będziemy mogli celować wzdłuż jego podstawy jak wzdłuż karabinu ku punktowi mierzonemu. Należy zrobić odczyt raz z jednej strony, następnie po obróceniu przyrządu o 180° i wziąć średnią arytmetyczną z obu odczytów.

d) według gwiazd. Szkic. Jeśli możliwe, podać rektascensję i deklinację według dobrej mapy nieba, w najgorszym razie według Księżyca lub Słońca. Jeżeli meteor przed czasem naturalnego zniknięcia skrył się za górę, domem lub t.p. należy to specjalnie zaznaczyć i ostatni

W AKTUALNYM NUMERZE

Dawno temu w… „Uranii” 4

Kronika

Odkrycia i wydarzenia astronomiczne 6

Misje i badania kosmiczne 8

Krzysztof Czart 10

Gwiazda z siedmioma planetami wielkości Ziemi!

NASA oraz Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) ogłosiły odkrycie niezwykle ciekawego systemu planetarnego w naszym galaktycznym sąsiedztwie. TRAPPIST-1 ma aż siedem planet typu ziemskiego! Czy może istnieć tam życie?

Michał Kusiak 14

Łowcy planetoid

Jak wygląda praca poszukiwacza planetoid i komet? Czy to zajęcie ma jeszcze przyszłość? Jak wiele polskobrzmiących planetoid krąży wokół Słońca?

Planetoidy o polskich korzeniach 17

Przeczytane w *Nature* i *Science*

Serce Plutona 20

Młodzi badacze

Jakub Morawski 24

Z mapą przez Galaktykę

Europejska platforma EU-HOU Radio daje miłośnikom astronomii dostęp do sieci niedużych radioteleskopów. Dzięki kreatywnemu podejściu do danych autorowi udało się stworzyć własną mapę Drogi Mlecznej.

100 lat PTMA

Józef Szudy 30

Nasz Pierwszy Redaktor

Początki „Uranii” były bardzo skromne, jej istnienie zapoczątkowała w roku 1920 trójka uczniów warszawskich gimnazjów, a pierwszym redaktorem został Stanisław Mrozowski. Jak wielu ludzi z jego pokolenia miał bardzo bogaty życiorys, ale nigdy nie zapomniał o astronomii…

Pod kopułą

Z Collinsem na Srebrny Glob 37

Ciemne niebo

Noc nad Polską w odwrocie 38

Przemysław Rudź 50

U stóp Araratu

Armenia jest fascynującym, niewielkim państwem u stóp Małego Kaukazu z wielką historią i wspaniałymi ludźmi; wydała też kilku wybitnych astronomów. Śladami Wiktora Ambarcumiana i Benjamina Markariana podąża autor artykułu.

W skrócie

Planetoidy mogą rozpadać się na dwie części i… rozwijać warkocze 23
ONZ uchwaliła Międzynarodowy Dzień Planetoid 42
Rok 2016 rekordowy pod względem liczby utworzonych parków ciemnego nieba 42
Polscy inżynierowie wezmą udział w konstrukcji elementów największego teleskopu świata 46
Polska utrzymała preferencyjne warunki członkostwa w ESA 46
Indie wysłały 104 satelity za jednym razem 46
NASA udostępniła za darmo kody źródłowe swojego oprogramowania 47
Rozpoczęła się renowacja teleskopu, którym odkryto Plutona 54
Fizycy z Torunia szukają ciemnej materii 54
Trójwymiarowa mapa Wszechświata sprzed 7 miliardów lat 55

Astropodróże

Palec Galileusza 40

Nie tylko teleskopy

Wszechświat dla dzieci 45

Sylwetki

Vera Rubin — pionierka badań nad ciemną materią 44
Eugene Cernan — ostatni człowiek na Księżycu 45

Poradnik obserwatora

Kolimacja teleskopu Newtona 56

CYRQLARZ No 220

Największe zderzenia w historii Ziemi 58
Reaktywacja stacji PFN01 Ostrowik 59

Komeciarz

„Kometa pająk” 60

Młodzi badacze

Nauka (nie) poszła w las 62

Kącik olimpijczyka

Rozwiązanie zadania III stopnia XLIII Olimpiady Astronomicznej 65

Ciekawe strony internetowe 65

Kalendarz astronomiczny: *marzec — kwiecień 2017*

Niebo nad Polską w maju i czerwcu 2017 66
W Wężowniku gromadniej 70

Astronomia i muzyka

Kosmos Murcofa 71

Astrofotografia amatorska: *Układ Słoneczny* 72

Obserwator Słońca

Historia SOS PTMA cz. III 73
Raport: styczeń — luty 2017 73

Relaks z Uranią (krzyżówka, astrożarty) 74
Poczta, zaproszenia 75

widoczny punki jego drogi nad górą, domem etc. równie dokładnie opisać, jak gdyby to był rzeczywisty punkt zniknięcia.
5. Początek drogi meteoru, t. j. punkt nieba. w którym meteor zapłonął albo został po raz pierwszy zauważony. Dokładnie według a) b), c) albo d) opisane w punkcie 4. – Czy meteor biegł przez zenit, ku wschodowi, zachodowi i t. p. od tego ostatniego? Czy pierwszy punkt był punktem rzeczywistego zabłyśnięcia meteoru czy nie?
6. Szkic obserwowanej części drogi. Strzałka, której nachylenie odpowiada obserwacji. Czy cała obserwowana część drogi była tak długa jak Wielki Wóz razem z dyszlem lub 2)-, 3-, razy tak długa albo ½ razy tak długa i t.d.?
Uwaga. Długość sznurka (w centymetrach) trzymanego w wyciągniętej ręce odpowiada w przybliżeniu ilości stopni na niebie. Ta okoliczność może być zużytkowana przy wyznaczaniu punktów drogi meteoru względem horyzontu albo gwiazd i księżyca.
7. Czas trwania zjawiska w sekundach. Najlepiej szacować go w ten sposób, że natychmiast po zaobserwowaniu uzmysławiamy sobie przy pomocy sekundnika na zegarku długość trwania zjawiska. Szczególnie pewne oceny mogą być jako takie oznaczone.
8. Ogólny opis. Głowa meteoru, pozorna wielkość w porównaniu do jasnych gwiazd. ew. księżyca), kształt, zmiany kształtu, barwa, zmiany barwy, jasność, natężenie światła (oślepiająca, słaba) ogon złączony z meteorem, pozostawiony ślad i czas jego trwania, rozpad, detonacja (zjawiska głosowe. Ile minut po zauważeniu światła?), stan pogody (czyste niebo, lekko mgliste, silnie mglisto, miejscami chmury i t.p.) Inne uwagi, (osobiste wrażenie, wrażenia innych osób, ich adresy, wycinki z gazet).
Mamy nadzieję, że ten kwestionariusz przyczyni się do uściślenia i ujednostajnienia danych obserwacyjnych, podawanych jak dotąd, dość chaotycznie. Prosimy kwestionariusz powyższy przechować i w każdym poszczególnym wypadku z niego skorzystać.

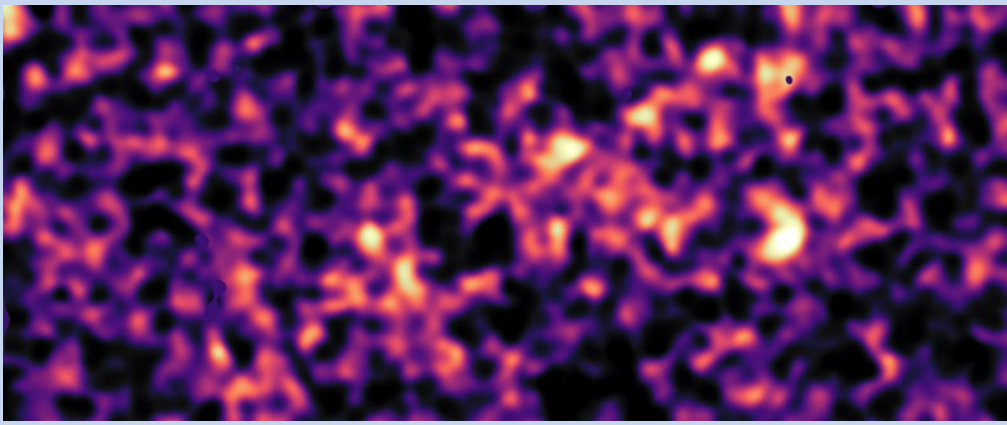
Urania 2/1937, pisownia oryginału

NA OKŁADCE

Źródło: ESO/N. Bartmann/spaceengine.org

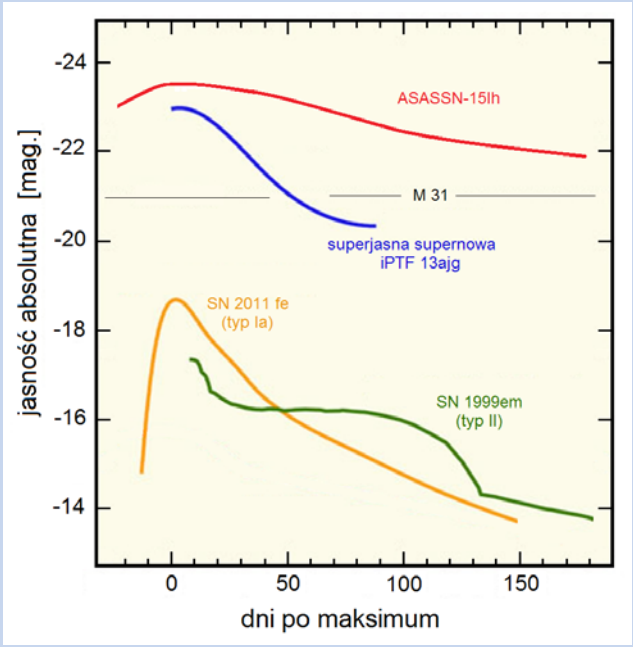
Taki może być widok znad powierzchni jednej ze środkowych planet w systemie TRAPPIST-1, o którym piszemy na s. 10 (wizja artystyczna)

GRUDZIEŃ 2016



Źródło: Kilo–Degree Survey Collaboration/H. Hildebrandt & B. Giblin/ESO

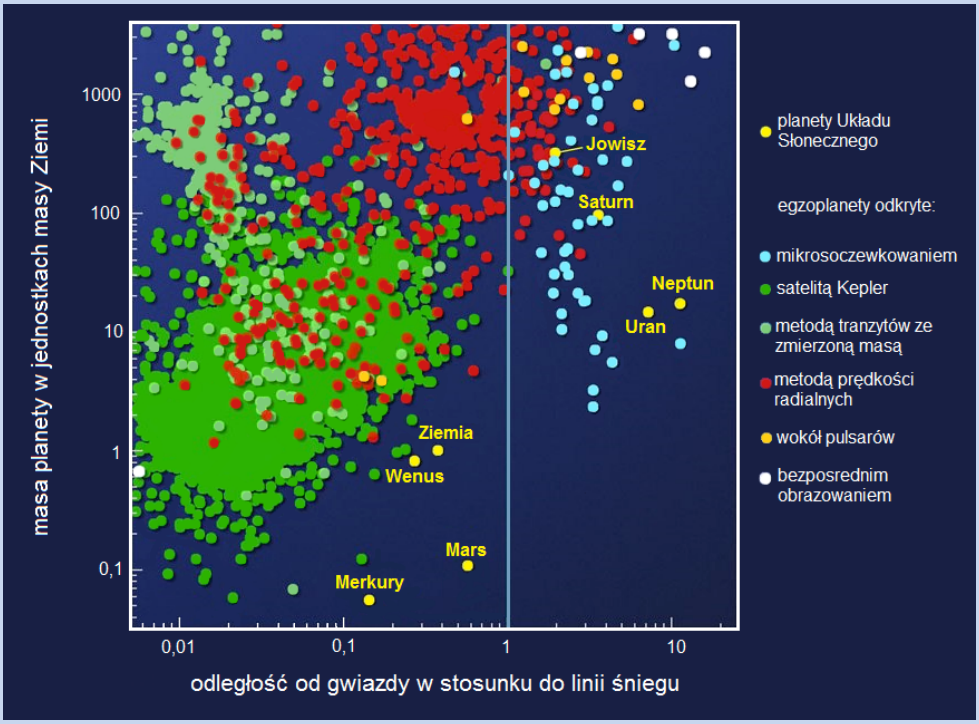
7 XII — Międzygalaktyczna ciemna materia dzięki nierównomiernemu rozłożeniu działa jak zespół soczewek grawitacyjnych, zniekształcając obrazy galaktyk w tle. Badając te zniekształcenia, można więc odtworzyć wielkoskalowy rozkład ciemnej materii. Temu służy m.in. program KiDS (*Kilo–Degree Survey*). Jego pierwsze wyniki — mapy rozkładu ciemnej materii na obszarze 440 stopni^2 (jedna z nich obok) ukazują spodziewany efekt kłaczkowatości, ale… za słaby. Wygląda na to, że ciemna materia jest rzadsza i gładziej rozłożona niż oczekiwano na podstawie niejednorodności materii na początku ewolucji Wszechświata (znanej z promieniowania reliktowego) i naszej wiedzy o jego ekspansji. Jeśli to nie złudzenie, to coś nie gra w naszym pojmowaniu ciemnej materii, ekspansji Wszechświata lub obu.



12 XII — W czerwcu 2015 r. w centrum odległej galaktyki pojawił się obiekt, nazwany ASASSN-15lh. W maksimum blasku osiągnął ogromną jasność absolutną: –23,5^m (25 razy więcej niż cała M31 — rys. obok). Uznano, choć bez przekonania, że była to najjaśniejsza supernowa w historii, z rzadkiego gatunku superjasnych supernowych. Tymczasem nowa analiza obserwacji dostarcza argumentów zwolennikom innego wyjaśnienia — był to efekt rozerwania i pożarcia gwiazdy przez centralną czarną dziurę galaktyki. Problem w tym, że tak masywna czarna dziura (ponad 100 mln $M_\odot$) powinna połykać gwiazdy w całości, bez rozrywania, a więc i bez fajerwerków (por. „Urania" 5/2016, s. 39). Chyba że rotuje dostatecznie szybko, a gwiazda nie jest zbyt mała. Rozstrzygnięcia nie ma i pewnie już nie będzie.

13 XII — Spośród 3500 znanych egzoplanet zaledwie ponad 100 leży za linią śniegu swoich układów (granicą, poza którą w trakcie powstawania planet woda i inne substancje lotne występują jako lód). Tylko ok. 50 z nich odkryto metodą mikrosoczewkowania („Urania" 4/2012, s. 198), jedyną zdolną odkryć planety o masie Ziemi (rys. obok). A jednak próbuje się już robić analizy statystyczne tej grupki. Autorzy najnowszej z nich twierdzą, że najczęściej spotykane w tych odległych rejonach układów planetarnych są planety ok. 20-krotnie masywniejsze od Ziemi, czyli podobne do Neptuna.

Źródło: NASA's Goddard Space Flight Center



15 XII — Lodu na powierzchni Ceres nie widać, choć już wiadomo, że spora jego warstwa znajduje się gdzieś pod skalną skorupą („Urania" 6/12, s. 6). Czujniki sondy Dawn pokazały, że w razie potrzeby nie trzeba będzie głęboko kopać, by się do niego dostać. Jest wszędzie, i to nawet nie głębiej jak 1 m pod powierzchnią, tyle że wymieszany z materiałem mineralnym.

25 XII — W wieku 88 lat zmarła Vera Rubin, której pionierskie badania dynamiki galaktyk doprowadziły do odkrycia ciemnej materii. Uhonorowana na wiele sposobów, jednak Nagrody Nobla się nie doczekała (szerzej na s. 44).

STYCZEŃ 2017

4 I — Znów jesteśmy odrobinę bliżej rozwikłania tajemnicy tzw. szybkich wybuchów radiowych (*FRB — Fast Radio Bursts*) — nieuchwytnych, bo pojawiających się tylko na milisekundy. Obiekt FRB 121102, który jako jedyny z 18 dotychczas odkrytych pojawił się wielokrotnie w tym samym miejscu (zob. „Urania" 3/2016 s. 6), obserwowano siecią radioteleskopów. Przyłapano go na jeszcze 9 wybuchach, co pozwoliło dokładnie określić jego lokalizację. Okazało się, że znajduje się w niepozornej galaktyce, odległej o 2,5 mld lat św. Tak więc przynajmniej on (nie wiadomo, czy inne również) jest na pewno źródłem pozagalaktycznym (por. „Urania" 1/2017, s. 38).

6 I — Po raz pierwszy w historii ktoś odważył się przewidzieć wybuch nowej. Nie klasycznej, lecz tzw. czerwonej nowej, która pojawia się, gdy dwie gwiazdy zlewają się w jedną. To właśnie ma czekać ciasny układ podwójny KIC 9832227. Tworzące go gwiazdy obiegają się teraz co 11 godzin. Okres ten się skraca, więc układ się zacieśnia i to coraz szybciej. Do ostatecznego zetknięcia ma dojść w 2022 r. (±1 rok). Jeśli autorzy prognozy mają rację, to w skrzydle Łabędzia pojawi się wówczas dodatkowe „pióro" o jasności 2^m! Pożyjemy, zobaczymy (lub nie).

11 I — Rozwijająca się technika skłania do badania wciąż na nowo skał księżycowych, przywiezionych ponad 40 lat temu przez misje Apollo. Najnowsza analiza składu izotopowego próbek zebranych przez załogę Apollo 14 pozwoliła ustalić z dokładnością do 10 mln lat czas stwardnienia skorupy Księżyca. Nastąpiło to nie później niż 60 mln lat po powstaniu Układu Słonecznego, czyli 4,51 mld lat temu.

12 I — Podjęto koleją próbę oszacowania masy Galaktyki na podstawie ruchów gromad kulistych. Wyszło, że w promieniu 185 kpc zawarte jest 7×10^{11} $M_\odot$ materii (zwykłej i ciemnej łącznie). To mniej niż wyniki uzyskane przez innych badaczy i tylko trochę ponad połowę masy M31.

23 I — AR Scorpii to układ podwójny z białym karłem „udającym" pulsara (rys. obok, zob. też „Urania" 5/2016, s. 7). Nowe obserwacje dowodzą, że nie jest to żadne udawanie, lecz raczej należy go uznać za pierwszego białego karła wykazującego *typową* akcję pulsarową. Jak w przypadku gwiazd neutronowych, również tu widowisko odbywa się kosztem spowolnienia rotacji białego karła. Już za ok.

Źródło: M. Garlick/University of Warwick/ESO

10 mln lat okres obrotu (obecnie 2 min) zrówna się z okresem obiegu (3,6 godzin). Mamy wyjątkowe szczęście, obserwując ten układ w tej fazie jego ewolucji.

24 I — Trzy lata temu na obrzeżach galaktyki NGC7331 wybuchła supernowa SN2014 C. Początkowo wyglądała jak typowa supernowa typu Ib (bez wodoru i helu w widmie) — efekt kolapsu jądra masywnej gwiazdy, która już wcześniej pozbyła się wodorowo-helowej atmosfery. Jednak po paru miesiącach w jej widmie pojawiły się wąskie linie wodoru, jakby supernowa zmieniła typ z Ib na IIn. To skutek spotkania fali uderzeniowej wybuchu z bogatą w wodór otoczką gwiazdy o masie 1 $M_\odot$, odrzuconą dziesiątki lub setki lat przed wybuchem.

26 I — Trwa spór o wielkość stałej Hubble'a: 67 km/s/Mpc, jak pokazuje promieniowanie tła, czy 73 km/s/Mpc, jak wynika z analizy świec standardowych („Urania" 5/2016, s. 6). Różnica niewielka, ale jeśli okaże się nieusuwalna, to potrzebna będzie jakaś rewizja fizyki. Ostatnio zastosowano trzecią, nową metodę wyznaczenia stałej Hubble'a, z wykorzystaniem odległych kwazarów, dla których soczewki grawitacyjne wytwarzają wielokrotne obrazy. Ponieważ nigdy nie ma idealnej symetrii, a kwazary migocą, więc można zmierzyć różnicę dróg, które przebiega światło tworzące każdy z obrazów. Stąd zaś mamy stałą Hubble'a. Dotychczas przeanalizowano 3 kwazary (rys. niżej). W zależności od przyjętego modelu kosmologicznego uzyskano wyniki od 69 do 79 km/s/Mpc. Ciąg dalszy sporu na pewno nastąpi.

Wybrał i skomentował: Marek Muciek

Źródło: NASA, ESA, Suyu, Auger

GRUDZIEŃ 2016

1 XII — Rosyjska rakieta Sojuz-U wzbiła się w powietrze wraz z kapsułą zaopatrzeniową do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Niestety 3. stopień rakiety nie zadziałał poprawnie i zamiast na orbitę, rakieta z ładunkiem trafiła do lasów w południowej Syberii.

Kapsuła Progress MS-04 była załadowana zapasami dla szóstki astronautów przebywających na orbicie. Oprócz jedzenia, wody, systemów dla stacji oraz rosyjskich eksperymentów stracono pierwszy skafander nowej rosyjskiej serii Orlan-MKS, przeznaczonej do spacerów kosmicznych.

9 XII — Japońska rakieta ciężka H-IIB rozświetliła niebo nad wyspą Tanegashima, wynosząc największy latający do ISS statek towarowy. HTV-6 dostarczył na pokład stacji około 6 ton ładunku. Wśród zasobów wyniesionych przez statek, w jego niehermetyzowanej sekcji przeniesiono pierwszy zestaw sześciu nowych akumulatorów dla stacji. W styczniu zostanie wymieniona część starych baterii niklowo-wodorowych. Docelowo na stacji znajdą się 24 nowe baterie litowo-jonowe, które zastąpią 48 obecnie zasilających systemy stacji.

11 XII — Sonda Juno zakończyła trzeci bliski przelot nad Jowiszem. Juno pozostaje na wstępnej orbicie z powodu problemów z głównym silnikiem. Jak już wiemy, orbiter pozostanie na tej orbicie do końca trwania misji. Będzie to miało wpływ na ilość danych, jakie dostarczy misja. Statek obecnie krąży na eliptycznej orbicie z okresem obiegu wynoszącym ponad 50 dni, miał się jednak znaleźć na tzw. „orbicie naukowej" o okresie 14-dniowym. Nie wpłynie to jednak na jakość uzyskanych danych.

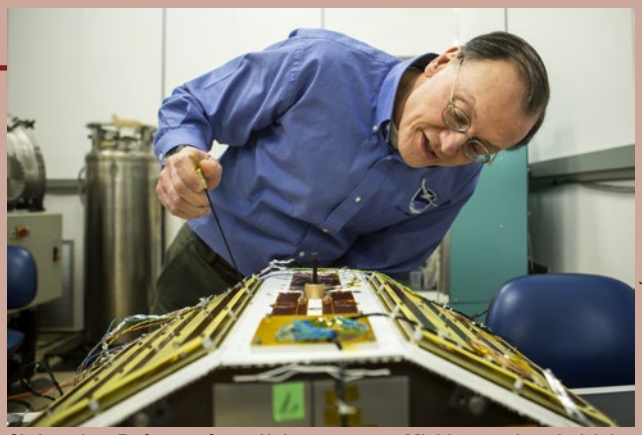
W najbliższych miesiącach powinniśmy oczekiwać pierwszych publikacji naukowych dotyczących odkryć dokonanych przez statek. Sonda dostarczyła niespotykane dotąd zdjęcia różnych obszarów planety. Dowiedzieliśmy się m.in., że zjawiska burz magnetycznych są intensywniejsze niż modelowano, charakterystyczne pasy w atmosferze planety sięgają daleko w jej głąb, a zdjęcia biegunów nie charakteryzują się strefowością, z którą Jowisz jest kojarzony.

NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/John Landino

Koloryzowane zdjęcie wykonane przez sondę Juno 2 lutego 2017 r., gdy ta znajdowała się dokładnie nad biegunem południowym planety. Na fotografii widać jasne chmury dużych wysokości oraz wiele burz w kształcie owali. Wyraźnie widać także terminator — linię dzielącą dzień i noc na Jowiszu

15 XII — Osiem miniaturowych satelitów do badań huraganów zostało wyniesionych przez lekką rakietę Pegasus XL, odpalaną z pokładu samolotu L-1011. Satelity CYGNSS zajmą się obserwacją cyklonów i mają poprawić jakość prognoz ich siły i kierunku.

Misja minisatelitów wykorzystywać będzie sygnały GPS, odbijające się od oceanów. Pozwala to zminiaturyzować urządzenie, gdyż nie potrzebuje ono nadajnika, a jedynie odbiornik, który będzie mierzył zaburzenia powierzchni wody. Na ich podstawie liczona będzie prędkość i kierunek wiatru.



Źródło: Uniwersytet Michigan/Joseph Xu

Christopher Ruf — profesor Uniwersytetu w Michigan, odpowiedzialny za projekt CYGNSS, podczas inspekcji jednego z satelitów konstelacji

15 XII — Europejski system nawigacji satelitarnej Galileo oficjalnie ruszył z komercyjną usługą. Jest to początkowa faza operacyjna systemu. Składa się on obecnie z 18 funkcjonujących satelitów. Do 2020 r. na orbitach ma się znaleźć w sumie 30 satelitów. Wówczas system wejdzie w fazę pełnej operacyjności z dokładniejszymi usługami nawigacji i większą dostępnością.

Programu Galileo nie omijają jednak problemy. Projekt ma już wiele lat opóźnienia, a jego koszty wielokrotnie przekroczyły wstępne założenia. Na dodatek w styczniu Europejska Agencja Kosmiczna poinformowała o masowych problemach z zegarami na satelitach.

Każdy satelita systemu jest wyposażony w cztery zegary — po dwa zegary rubidowe i dokładniejsze pasywne masery wodorowe. Do tej pory stwierdzono problemy z dziewięcioma zegarami. Na razie jednak wszystkie satelity działają prawidłowo. Najbardziej dotknięty orbiter ma nadal dwa zegary sprawne. ESA współpracuje z podwykonawcami w celu rozwiązania problemu. Jeżeli uda się ograniczyć problem, kolejne satelity systemu zostaną wysłane jeszcze w tym roku.

20 XII — Na odnowionej lekkiej rakiecie Epsilon wystartował japoński próbnik ERG, który szczegółowo zbada interakcje wysokoenergetycznych cząstek w pasach Van Allena. ERG przy pomocy sześciu długich anten zbada cząstki i dynamiczne pole magnetyczne otaczające Ziemię. Misja przeznaczona jest do zbadania mechanizmów kreacji, przyspieszania i utraty elektronów, które formują procesy zachodzące w pasach.

Satelita został wyniesiony na eliptyczną orbitę, której apogeum jest na tyle wysokie, by mógł przeciąć zarówno wewnętrzny, jak i zewnętrzny pas radiacyjny Van Allena.

21 XII — Chińska Agencja Kosmiczna wysłała na orbitę, przy pomocy rakiety Długi Marsz 2D pierwszego satelitę przeznaczonego do monitorowania dwutlenku węgla w atmosferze Ziemi. W ramach trzyletniej misji, satelita TanSat będzie pełnił ważną rolę w chińskich planach redukcji emisji gazów cieplarnianych. Orbiter dostarczy danych, określających miejsca wypuszczania gazu do atmosfery, zmian jego koncentracji oraz sposobów naturalnej absorpcji.

Chiny są w tej chwili odpowiedzialne za trzecią część światowej emisji dwutlenku węgla. Przez swoją strukturę, gaz ten jest w głównej mierze odpowiedzialny za globalne ocieplenie — zatrzymując podczerwone promieniowanie od Słońca w dolnych warstwach atmosfery.

23 XII — Amerykańska firma Virgin Galactic przeprowadziła drugi w tym roku lot ślizgowy rakietoplanu SpaceShipTwo.

Firma odbudowuje swoją reputację po katastrofie w 2014 r., w której podczas testów z napędem zginął pilot testowy, a drugi cudem uszedł z życiem.

Podstawowym celem firmy jest rozwój systemu umożliwiającego turystyczne loty suborbitalne. 4 grudnia miał miejsce udany powrót do testów, drugi test bez napędu został wykonany 23 grudnia. W 2017 r. odbędzie się prawdopodobnie kolejna seria testów. Nie wiadomo, kiedy firma wyniesie w lot ponad atmosferę pierwszych turystów.

28 XII — OSIRIS-REx — pierwsza sonda NASA, która ma pobrać próbki z asteroidy i wysłać je na Ziemię, wykonała udany manewr korekty trajektorii. We wrześniu 2017 r. sonda zbliży się do Ziemi, korzystając z jej asysty grawitacyjnej. Do asteroidy Bennu doleci w 2018 r.

Grudniowa korekta trajektorii była pierwszą dużą zmianą prędkości sondy od początku misji. OSIRIS-REx dostał też dodatkowe zadanie. W połowie lutego będzie przelatywał przez punkt libracyjny L4 układu Ziemia-Słońce (jedno z pięciu miejsc równowagi grawitacyjnej między Słońcem, a naszą planetą). Wówczas poszuka on planetoid trojańskich Ziemi. Do tej pory znamy tylko jeden taki obiekt — 2010 TK7, odkryty w 2010 r.

STYCZEŃ 2017

6 I — Dwójka astronautów: Shane Kimbrough oraz Peggy Whitson wyszli na zewnątrz Międzynarodowej Stacji Kosmicznej w celu wymiany akumulatorów na jednej z ośmiu linii zasilających stację.

Zakończył się okres użytkowania baterii niklowo-wodorowych, dlatego rozpoczęto proces ich wymiany na nowocześniejsze baterie litowo-jonowe. Pierwsza partia akumulatorów przyleciała na pokładzie japońskiego zaopatrzeniowca HTV.

Tydzień później miał miejsce kolejny spacer, którego głównym celem była również wymiana akumulatorów. Po drugim udanym wyjściu, już czwarta część baterii stacji została wymieniona. Następne renowacje systemu zasilania odbędą się na początku 2018 r., kiedy to statek HTV przywiezie kolejny komplet baterii.

Źródło: NASA)

Peggy Whitson podczas spaceru kosmicznego na zewnątrz Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Większość wykonanej pracy dotyczyła wtedy wymiany baterii na jednej z linii zasilających kosmiczne laboratorium

9 I — Z kosmodromu Jiuquan w Chinach wystartowała niewielka rakieta Kuaizhou-1A, wynosząc przy tym na orbitę satelitę obserwacyjnego Jilin-1. Jest to już trzeci satelita systemu, który do 2020 r. ma się składać z 60 takich obiektów. Sieć satelitów rejestrować będzie filmy pasa terenu, nad którym przelatuje. Duża liczba satelitów ma zapewnić jak najaktualniejsze dane — każdy punkt globu ma być odwiedzany przez nie przynajmniej co 30 minut.

14 I — Rakieta Falcon 9 firmy SpaceX zaliczyła udany powrót do służby po wrześniowym wybuchu rakiety na stanowisku, podczas przygotowań do startu. Rakieta wyniosła rekordowo ciężki w swojej historii ładunek — zestaw dziesięciu satelitów Iridium-NEXT.

Każdy z satelitów Iridium-NEXT waży 860 kg. Flotylla udostępniać będzie całodobowe komercyjne usługi telekomunikacyjne — przekazywanie połączeń głosowych oraz danych. Oprócz sprzętu telekomunikacyjnego, na każdym z satelitów znalazły się urządzenia monitoringu ruchu morskiego i lotniczego oraz zestaw sensorów do pozyskiwania obrazów planety, pomiaru środowiska kosmicznego, właściwości atmosfery oraz nierównowagi radiacyjnej planety.

W ciągu trzech najbliższych lat zostanie wyniesionych w sumie 72 satelitów, które zastąpią działające obecnie urządzenia poprzedniej generacji.

Oprócz udanego startu dolny stopień rakiety wrócił na Ziemię i w efektowny sposób wylądował na barce.

17 I — Indyjski orbiter marsjański MOM (znany także jako Mangalyaan) wykonał manewr modyfikacji orbity, w celu uniknięcia długich zaćmień Słońca w lutym. Sonda, która miała działać jedynie przez pół roku i być demonstracją możliwości wysłania i operowania przez Indie statkiem kosmicznym wokół innej planety, przekroczyła wszelkie oczekiwania. Statek znajduje się już na orbicie wokół Czerwonej Planety od września 2014 r. i nie wykazuje znacznych śladów degradacji.

Indie stały się tym samym pierwszym krajem, któremu za pierwszym razem udała się misja do Marsa. MOM jest też najtańszą misją międzyplanetarną w historii.

21 I — Amerykańska rakieta Atlas V wyniosła wojskowego satelitę wczesnego ostrzegania SBIRS-GEO 3. SBIRS to jeden z najważniejszych systemów obronnych Stanów Zjednoczonych, pełniący rolę wczesnego ostrzegania przed startującymi pociskami balistycznymi. Nowa sieć ma zastąpić system DSP, użytkowany od lat 70.

Obecnie na orbicie geostacjonarnej znajdują się już trzy satelity systemu, pokrywające wszystkie długości geograficzne. Pod koniec 2017 r. planuje się wysłanie kolejnego satelity serii. Wówczas system będzie już w pełni funkcjonalny.

Wybrał
i skomentował:
Rafał Grabiański

Źródło: ULA

Atlas V wynoszący satelitę wczesnego ostrzegania SBIRS GEO dla Sił Zbrojnych Stanów Zjednoczonych

Czy może istnieć tam życie?

Gwiazda z siedmioma planetami wielkości Ziemi!

Krzysztof Czart

NASA oraz Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) ogłosiły odkrycie niezwykle ciekawego systemu planetarnego w naszym galaktycznym sąsiedztwie. TRAPPIST-1 ma aż siedem planet typu ziemskiego! Dzieli nas od nich zaledwie 40 lat świetlnych.

Historia odkrycia planet wokół gwiazdy TRAPPIST-1 sięga 2015 r. Wtedy to, pod koniec roku, dzięki obserwacjom przy pomocy belgijskiego robotycznego teleskopu TRAPPIST w Obserwatorium La Silla w Chile, udało się odkryć trzy planety. Odkrycie ogłoszono w maju 2016 r. (zob. „Urania" nr 4/2016) i kontynuowano badania. Szczególnego impulsu do dalszych poszukiwań dały obserwacje potrójnego tranzytu planet 11 grudnia 2015 r. dokonane przy pomocy teleskopu VLT w Obserwatorium Paranal. Poszukiwania kolejnych planet odniosły sukces — 22 lutego 2017 r. ogłoszono, iż w systemie znajduje się aż siedem planet o rozmiarach zbliżonych do Ziemi, a część z nich może posiadać oceany wody.

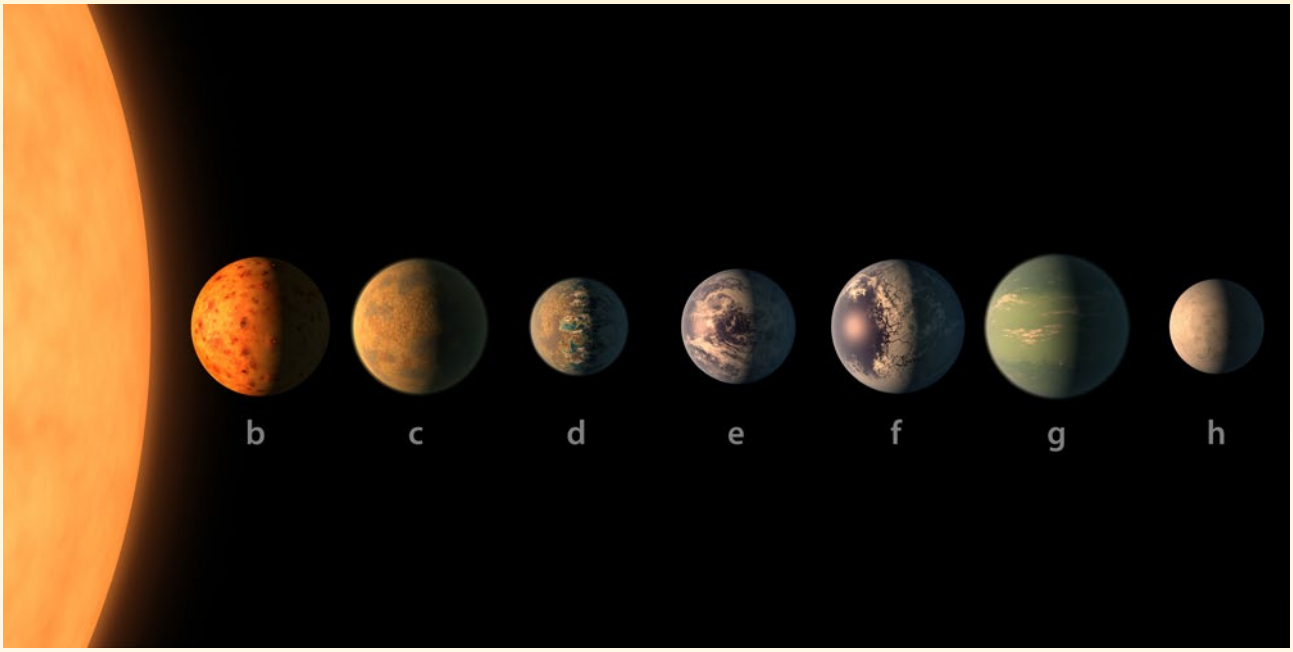
Gwiazda TRAPPIST-1 jest dużo mniejsza niż nasze Słońce, ma zaledwie 8% jego masy i 11% średnicy. Należy do gwiazd zwanych ultrachłodnymi czerwonymi karłami. W zasadzie jest niewiele większa od Jowisza. Jej system planetarny można pod względem skali odległości bardziej porównywać do układu galileuszowych księżyców Jowisza niż do Układu Słonecznego. Wszystkie siedem planet ma orbity znacznie bliżej swojej gwiazdy niż orbita Merkurego wokół Słońca. Okresy orbitalne wynoszą odpowiednio 1,51 dnia, 2,42 dnia, 4,05 dnia, 6,10 dnia, 9,20 dnia, 12,35 dnia i około 14–25 dni (okres najdalszej planety nie został jak na razie dokładnie ustalony).

Planety otrzymały standardowe oznaczenia, czyli do nazwy gwiazdy dodano kolejne litery alfabetu zaczynając od „b". Mamy więc planety od TRAPPIST-1 b aż do TRAPPIST-1 h. Wszystkie mają rozmiary podobne do Ziemi oraz Wenus lub nieco mniejsze.

Czy można łatwo dostrzec gwiazdę TRAPPIST-1? Niestety nie – jest poza zasięgiem małych amatorskich teleskopów, jej wielkość gwiazdowa to V = 18,8 mag.

Co ciekawe, temperatury panujące na planetach są całkiem obiecujące, patrząc z punktu widzenia temperatur występujących na Ziemi. Co prawda planety krążą bardzo blisko swojej gwiazdy, ale jest ona bardzo słaba. Dlatego ilości otrzymywanej przez nie energii mieszczą się w przedziale od 0,13 do 4,30 tego, co Ziemia otrzymuje od Słońca. Przy czym planety TRAPPIST-1 c, d oraz f dostają tyle energii ile odpowiednio Wenus, Ziemia i Mars.

Naukowcy wskazują, że wszystkie siedem planet może potencjalnie posiadać na powierzchni wodę w stanie ciekłym, ale obliczenia dla założonych modeli klimatycznych sugerują, że najlepsze warunki dla posiadania wodnych oceanów mają planety TRAPPIST-1 e, f oraz g. Planety bliższe są przypuszczalnie zbyt ciepłe, a najdalsza zbyt zimna. Chociaż nie można wykluczyć, iż w przypadku planet b, c oraz d woda jednak występuje na niewielkich fragmentach powierzchni, a planeta h — jeśli zachodziłby jakiś dodatkowy



Porównanie rozmiarów planet w systemie TRAPPIST-1. Planety pokazano w kolejności rosnącej odległości od gwiazdy (bez zachowania skali odległości). Powierzchnie planet to artystyczne wizje ich potencjalnych cech powierzchniowych, w tym wody, lodu i atmosfer. Źródło: NASA / R. Hurt/T. Pyle

Parametry planet w systemie TRAPPIST-1

Planeta	Okres orbitalny (dni)	Odległość od gwiazdy (AU)	Promień (R_{Ziemi})	Masa (M_{Ziemi})
b	1,51	0,011	1,09	0,85
c	2,42	0,015	1,06	1,38
d	4,05	0,021	0,77	0,41
e	6,10	0,028	0,92	0,62
f	9,21	0,037	1,04	0,68
g	12,35	0,045	1,13	1,34
h	~ 14-25	~ 0,06	0,76	?

Źródło: NASA / ESO / *Nature*

Tak może wyglądać planeta TRAPPIST-1 f, jedna z siedmiu planet wielkości Ziemi odkrytych w systemie TRAPPIST-1 (wizja artystyczna). Źródło: NASA/JPL-Caltech

mechanizm jej ogrzewania — również może mieć płynną wodę.

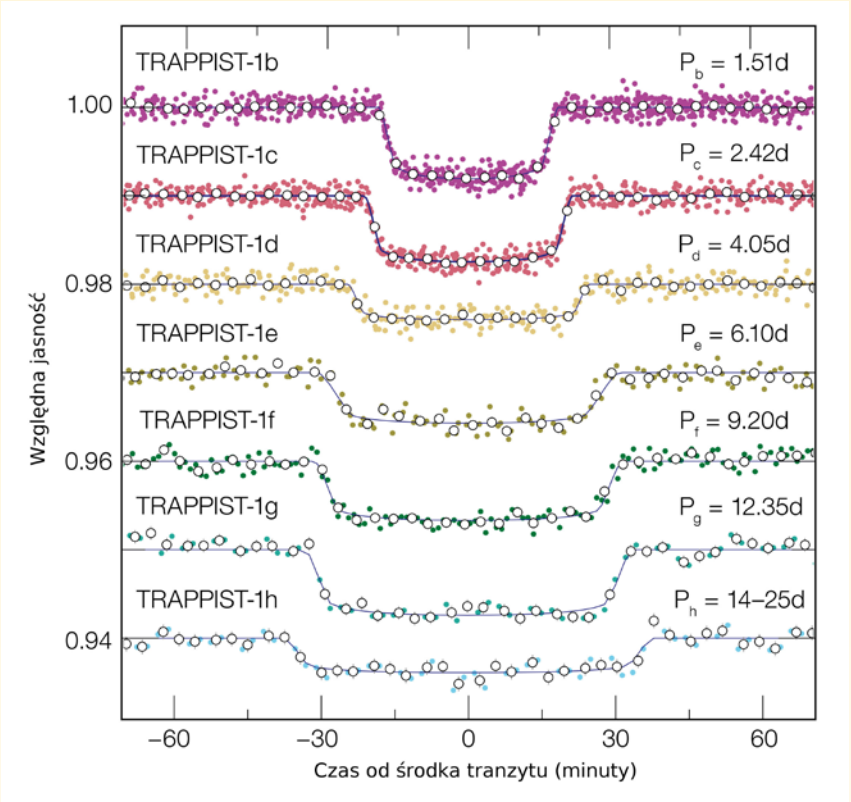
W publikacji w *Nature* wskazano, iż planety e, f oraz g krążą w tzw. ekosferze. Jest to obszar wokół gwiazdy, w którym panują warunki umożliwiające występowanie wody w stanie ciekłym na powierzchni planety. Zapewne będą celem intensywnych badań w kolejnych latach, gdy pracę rozpoczną teleskopy kolejnej generacji, takie jak Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba (następca Kosmicznego Teleskopu Hubble'a) czy budowany przez ESO teleskop E-ELT o średnicy prawie 40 m. Naukowcy będą chcieli sprawdzić, czy planety te posiadają atmosfery oraz poszukać oznak występowania na nich wody.

Odkrycie siedmiu planet było możliwe dzięki obserwacjom przy pomocy Kosmicznego Teleskopu Spitzera (NASA/ESA) oraz licznych teleskopów naziemnych, takich jak 60 cm TRAPPIST–South w Obserwatorium La Silla w Chile, 8-m VLT w Obserwatorium Paranal w Chile, 60 cm TRAPPIST-North w Maroku, 3,8-m UKIRT na Hawajach, 2-m Liverpool Telescope na Wyspach Kanaryjskich, 4-m Teleskop Williama Herschela na Wyspach Kanaryjskich, 1-m teleskop SAAO w RPA.

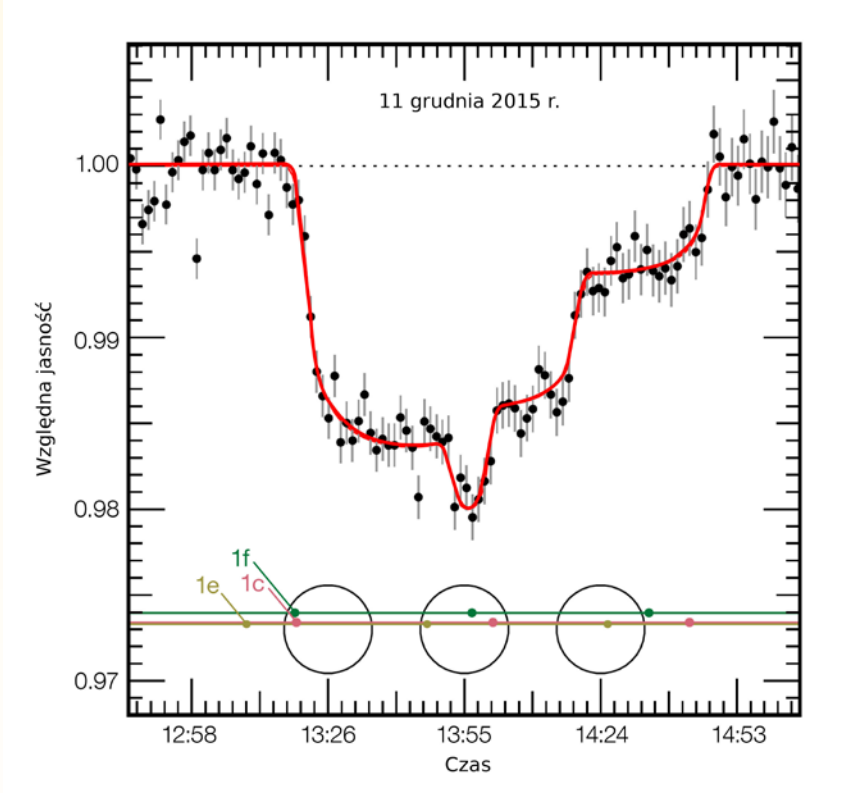
Łącznie w badania zaangażowanych było około 30 astronomów, a grupą badawczą kierował Michaël Gillon z University of Liège (Belgia). W odkryciu udział mają naukowcy z następujących krajów: Belgia, Wielka Brytania, Szwajcaria, USA, Francja, RPA, Arabia Saudyjska i Maroko.

Metoda, jaką zastosowano przy badaniach układu TRAPPIST-1, opiera się na obserwacjach tranzytów planet. Gdy orbita planety jest odpowiednio ustawiona względem naszej linii widzenia, to co pewien czas planeta będzie przechodzić na tle swojej gwiazdy (dokonywać tranzytu). Samej planety nie dostrzeżemy, ale możemy zarejestrować niewielki spadek jasności gwiazdy. Wszystkie siedem planet w systemie TRAPPIST-1 odkryto właśnie w ten sposób.

Wyniki badań opisano w czasopiśmie *Nature*, a oprócz NASA i ESO poinformowało o nich także kilka uniwersytetów i instytutów naukowych, których naukowcy wchodzili w skład zespołu badawczego.

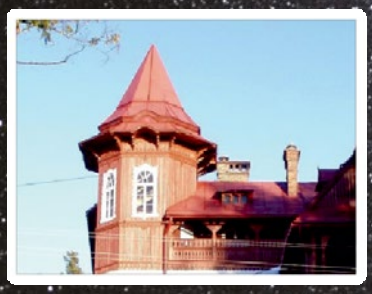


Wykresy zmian blasku gwiazdy TRAPPIST-1, gdy na jej tle przechodzą poszczególne planety, blokując część promieniowania. Im większa planeta, tym bardziej osłabia światło gwiazdy, a im dalsza orbita, tym dłużej trwa tranzyt. Opracowano na podstawie danych z Kosmicznego Teleskopu Spitzera (NASA). Źródło: ESO/M. Gillon et al.



Krzywa zmian blasku gwiazdy TRAPPIST-1 podczas potrójnego tranzytu planet 11 grudnia 2015 r. Obserwacje prowadzono teleskopem VLT. Źródło: ESO/M. Gillon et al.

Najnowsze badania opisywanego układu, niestety, sugerują brak atmosfer na planetach wokół gwiazdy TRAPPIST-1 z powodu jej zbyt intensywnego promieniowania X. Napiszemy o tym szerzej w następnym numerze „Uranii", a już dziś można przeczytać o tym na naszym portalu www.urania.edu.pl



Unikatowe obserwatorium astronomiczne inspiruje do śmiałych podróży wyobraźni w czasie i przestrzeni.

TRZECIE OKO ZIEMI

• kolonie • obozy • zimowiska •
• wycieczki szkolne • zielone szkoły • wczasy •
• imprezy turystyczne i okolicznościowe •
bieszczady.com.pl

Ośrodek Turystyczny „Czardworek”
Przysietnica 883, 36-200 Brzozów

telefony: 13 434 15 19, 604 266 576
faks: +48 13 434 96 42
info@bieszczady.com.pl • www.bieszczady.com.pl
konto: 50 1020 5558 1111 1343 3520 0053

Bieszczady

Ludzie kontra automaty

Łowcy planetoid

Michał Kusiak

Odkrywanie nowych planetoid jest jednym z bardziej wynagradzających zajęć dla astronomów amatorów. Niestety, wraz z nowymi zasadami uznawania odkryć, wprowadzonymi w 2010 r., szanse na sukces zmalały wielokrotnie. Jak się rysuje przyszłość poszukiwań i ile obiektów nosi polskie nazwy?

Wspólnie z Michałem Żołnowskim poruszaliśmy na łamach „Uranii" temat poszukiwań planetoid i komet w obserwatoriach Rantiga oraz Polonia. Postanowiłem to jednak uzupełnić o szereg rezultatów, wniosków oraz problemów, jakie miały miejsce podczas obserwacji, począwszy od 2012 r., kiedy rozpoczęliśmy nasz przegląd nieba. Każdy miłośnik astronomii — łowca komet przyzna rację, że za osiągnięciem sukcesu w prowadzonych obserwacjach, poza regularną, nużącą pracą stoi także szereg korzystnych okoliczności. W przypadku planetoid, o których chciałbym tutaj napisać coś więcej, znaczący wzrost aktywności profesjonalnych projektów przeglądowych realizowanych głównie przez uniwersyteckie placówki w USA znacząco przyczynił się do wykrycia coraz mniejszych i słabszych obiektów w naszym Układzie Słonecznym. Warto zauważyć, że pomimo to amatorzy dzielnie konkurowali z przeglądami LINEAR, NEAT, Spacewatch, Catalina i LONEOS jeszcze w pierwszej dekadzie bieżącego stulecia. W 2010 r. stała się jednak rzecz, która niestety zaważyła na dalszych losach odkrywania planetoid przez amatorów.

Jak odkrywano planetoidy?

Wspominając schyłek lat 90. XX w. i początkowe lata XXI stulecia, poza popularnymi wizualnymi poszukiwaniami komet, miłośnicy astronomii, coraz częściej dysponując większej średnicy instrumentami wraz z aparatami cyfrowymi lub pierwszymi komercyjnymi kamerami CCD, rozpoczęli aktywne poszukiwania planetoid. W tym czasie prym wiodły przede wszystkim dwa projekty przeglądowe: LINEAR i NEAT. Projekty dysponowały teleskopami o średnicy 1–1,3 m średnicy. W zestawieniu tym projekt LINEAR, wykonując stosunkowo krótkie ekspozycje 15–30 s, potrafił w ciągu jednej nocy objąć znaczący fragment nieba, a w ciągu całego tygodnia „przeczesać" niemal cały dostępny mu nieboskłon do elongacji 80 stopni kątowych od Słońca. Na zdjęciach był w stanie wychwytywać planetoidy o jasności +18 do +19 wielkości gwiazdowej. W nieco gorszej efektywności, jeśli chodzi o pokrycie nieba, wypadał projekt NEAT, którego pierwsze działania zainicjowano na Hawajach w obserwatorium na szczycie wulkanu Haleakala. W 2001 r. do dyspozycji projektu NEAT doszedł jeszcze teleskop o średnicy 1,2 m na Mt Palomar. Oba instrumenty, prowadząc swoje poszukiwania, były w stanie uzyskiwać zasięg gwiazdowy pomiędzy +19 a +21 wielkością gwiazdową. W tym samym czasie Lunar and Planetary Laboratory realizował swoje projekty Spacewatch oraz Catalina Sky Survey. Ten drugi, poza teleskopami ulokowanymi w Arizonie, realizował swoje cele, także patrolując południową półkulę nieba teleskopem 0,5-m średnicy przy współpracy z obserwatorium Siding Spring. Wymienione tutaj obserwatoria działały głównie w tzw trybie tygodniowym, mapując niebo i zgłaszając potencjalnych kandydatów na planetoidy, w tym NEO, by następnie po ok. 7 dniach wrócić w miejsce początkowe. Metoda bardzo skuteczna w przypadku zgłaszania szybko poruszających się planetoid NEO, których potwierdzenie i dalsze śledzenie było priorytetem, tutaj też specjalnie stworzono dla nich serwis NEO Confirmation Page ze wstępnymi prowizorycznymi orbitami dla tego typu obiektów. Dzięki temu serwisowi planetoidy bliskie ziemi są w zasadzie potwierdzane przez inne obserwatoria natychmiast po detekcji i śledzone aż do momentu wyznaczenia dokładniejszej orbity.

Astronomowie amatorzy poza wykonywaniem obserwacji astrometrycznych dla takich obiektów, prowadzili oczywiście także własne poszukiwania i pomimo mniejszej efektywności, jeśli chodzi o obszar nieba, jaki byli w stanie przeglądnąć, często dorównywali zasięgiem obserwacyjnym powyższym projektom. Często miłośnik mający doświadczenie w wykonywaniu dokładnych obserwacji astrometrycznych w małym amatorskim obserwatorium był świetnie przygotowany do prowadzenia własnych poszukiwań, a oko-

liczności związane z przyznawaniem odkryć premiowały przede wszystkim skrupulatność, ponowne odszukanie i zaangażowanie w dokładne przebadanie obiektu.

Podstawową oczywiście zasadą, by kandydat na planetoidę został potwierdzony, jest wykonanie dla niego obserwacji przez co najmniej dwie kolejne pogodne noce i jednoznaczne powiązanie, że obserwacje, które wykonaliśmy dotyczą tego samego obiektu. Gdy to się stanie i okaże się, że obiekt nie był wcześniej zgłoszony i oznaczony jako znany w bazie MPC, wówczas planetoida otrzymuje swoje nowe oznaczenie i zainicjowane są pierwsze obliczenia orbitalne. Oznaczenie składa się z dwóch członów: rok oraz okres w roku wraz z kolejnością zgłoszenia obserwacji w danym okresie. Poszczególnym literom alfabetu przydzielone zostały następujące okresy:

A — pierwsza połowa stycznia
B — druga połowa stycznia
C — pierwsza połowa lutego
D — druga połowa lutego
E — pierwsza połowa marca
F — druga połowa marca
G — pierwsza połowa kwietnia
H — druga połowa kwietnia
J — pierwsza połowa maja
K — druga połowa maja
L — pierwsza połowa czerwca
M — druga połowa czerwca
N — pierwsza połowa lipca
O — druga połowa lipca
P — pierwsza połowa sierpnia
Q — druga połowa sierpnia
R — pierwsza połowa września
S — druga połowa września
T — pierwsza połowa października
U — druga połowa października
V — pierwsza połowa listopada
W — druga połowa listopada
X — pierwsza połowa grudnia
Y — druga połowa grudnia

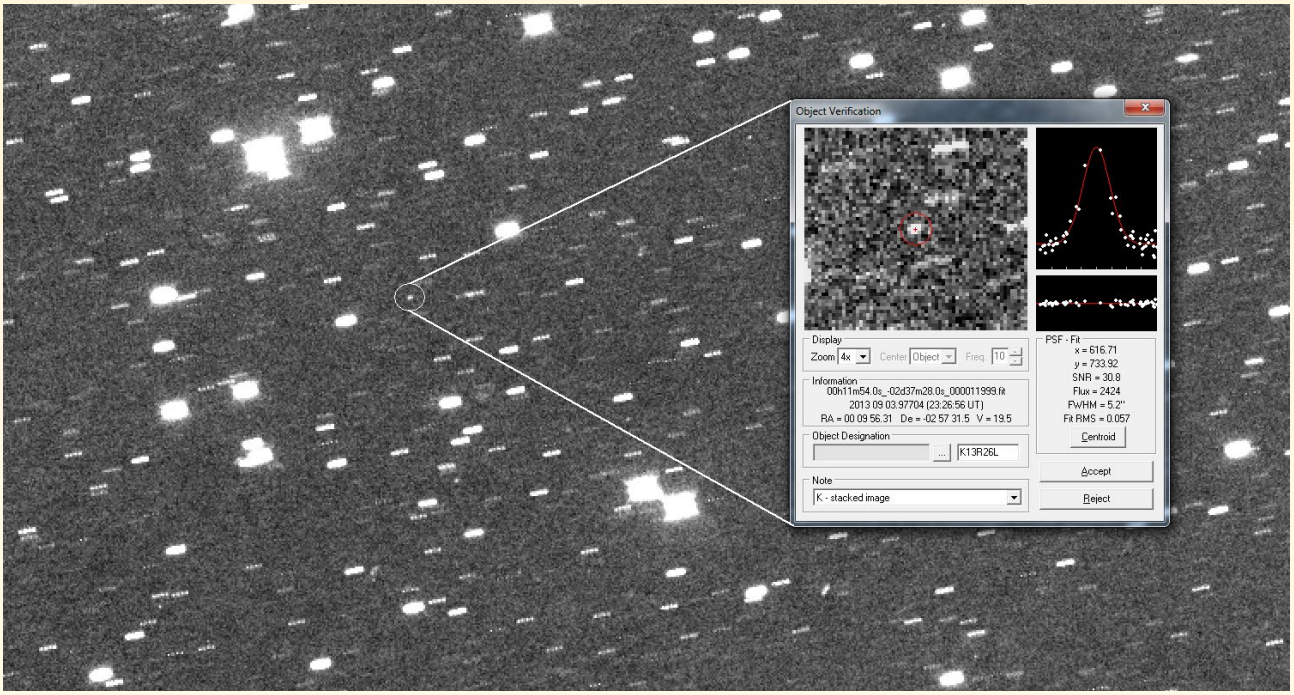
Przyjęcie takiego systemu oznaczeń rozwiązało problem notacji planetoid, jaki pojawił się po wzroście liczby detekcji dokonywanych przez coraz skuteczniejsze projekty. Przykładowo pierwsza planetoida odkryta w pierwszej połowie stycznia 2017 r. otrzymała oznaczenie 2017 AA. Druga planetoida z tego samego okresu otrzymała oznaczenie 2017 AB, kolejna 2017 AC i tak do oznaczenia 2017 AZ. Gdy w podanym okresie wykrytych zostanie więcej potencjalnie nowych planetoid, wówczas kolejnym oznaczeniami w spisie będzie 2017 AA1, 2017 AB1, …, 2017 AZ1, 2017 AA2 itd.

Obserwatorium Polonia, zlokalizowane w San Pedro de Atacama w Chile. Źródło: M. Żołnowski, M. Gędek

Obserwatorium Rantiga zlokalizowane jest na pograniczu Emilii-Romanii i Toskanii we Włoszech. Źródło: M. Żołnowski

W świetle starych reguł odkrywania planetoid obserwator, który dostrzegł nieznany dotąd obiekt i obserwował go przez kolejne noce, otrzymywał dla swoich obserwacji nowe oznaczenie. Dalszy szereg obserwacji prowadzonych przez kolejny miesiąc czy też dłużej pozwalał na stosunkowo dobre sprecyzowanie orbity i jeśli w tym czasie nie udało się powiązać takiego obiektu ze znaną już wcześniej planetoidą — posiadającą również tego typu oznaczenie — wówczas zostawało się jej odkrywcą. Projekty, o których wspomniałem powyżej, wykonując swoje obserwacje, bardzo często w swoim 7-dniowym trybie przeglądu, nie wykonywały obserwacji przez kolejne noce wolno poruszających się planetoid, pochodzących zwykle z pasa głównego, dlatego często obserwacje, które zgłoszono do bazy Minor Planet Center, były archiwizowane i niepowiązane z jakimikolwiek innymi obserwacjami, które pozwalałyby uznać obiekt za prawdziwy i dotąd nieznany.

Dlatego bardzo często zdarzało się, że ktoś kto skrupulatnie wykonał obserwacje swojego obiektu w ciągu jednej opozycji, doprowadził do możliwości powiązania szeregu jednonocnych obserwacji wykonywanych przez projekty „survey" z wcześniejszych lat, a w rezultacie elementy orbitalne były bardzo szybko dokładnie wyznaczone. Posiadanie obserwacji inicjującej wraz z uzyskaniem wstępnego oznaczenia było jednocześnie kryterium do przyznawania odkrycia. W takim stanie rzeczy niejednokrotnie w pierwszym dziesięcioleciu zdarzały się przypadki, kiedy amatorzy realizujący własny



Planetoida 2013 RL26. Planetoida pasa głównego odnaleziona w Obserwatorium Rantiga 3 września 2013 r. W momencie detekcji jej jasność wynosiła około +19,5 magnitudo. To jedna 21 z planetoid wymienionych w spisie, której odkrycie zostanie przyznane polskiemu zespołowi. Źródło: Obserwatorium Rantiga

zorganizowany projekt przeglądu, ostatecznie odkrywali setki, a nawet około tysiąca planetoid rocznie. Stare zasady wyraźnie premiowały odkrywcę jako osobę, która odnajduje i samodzielnie przyczynia się do opisania nieznanego i nieskatalogowanego dotąd ciała.

Nie będziecie odkrywcami

Sytuacja zmieniła się jednak po śmierci Briana Marsdena z końcem 2010 r., gdy wprowadzono nowe zasady dotyczące przyznawania odkryć planetoidom. Spora liczba obserwacji spływających każdej nocy do MPC ze strony projektów „survey" oraz zmiana priorytetu obserwacyjnego skierowanego na obiekty bliskie Ziemi przyczyniła się do uznania przez Minor Planet Center charakteru obserwacji prowadzonych przez duże projekty przeglądowe za uzasadniony, a lobby z ich strony przyczyniło się do zmiany w zapisie definicji odkrywcy planetoidy.

Przede wszystkim, żeby planetoida została uznana za dokładnie przebadaną i ustalono jej odkrywcę, jej orbita musi być dokładnie wyznaczona, co wymaga jej obserwacji przez kilka kolejnych opozycji. W przypadku planetoidy pasa głównego z okresem obiegu ok. 5 lat takie obserwacje muszą być przeprowadzone przez co najmniej 4 opozycje. Wówczas gdy to się stanie, obiekt otrzymuje kolejny numer katalogowy w bazie znanych planetoid i zostaje przyznawane odkrycie.

Nowy zapis jednak zaczął premiować obserwacje, które do tej pory nie były uznawane za odkrywcze. Treść brzmi:

Obserwacją odkrywczą, jest najwcześniej zaraportowana obserwacja, podczas opozycji planetoidy z najwcześniej zaraportowaną obserwacją z drugiej nocy.

Tym samym obserwator nie musi obecnie wykonywać obserwacji przez kolejne noce, by zainicjować pierwsze obliczenia orbitalne. Wystarczy, że tej samej opozycji inne obserwatorium zaobserwuje obiekt niezależnie. Tym samym nowe oznaczenie planetoidy przestało być kluczowe dla uznania odkrycia.

Zapis ten spowodował, że dziś amatorskie odkrycie planetoidy stało się arcytrudnym wyczynem. Gdy weźmiemy np. najprostszy przypadek, gdy planetoida zbliża się dopiero do swojej opozycji i ma jeszcze bardzo małą jasność, jej detekcji może dokonać obecnie któryś z projektów survey nawet na 2–3 miesiące przed amatorską detekcją dokonywaną mniejszym teleskopem. W tym wypadku szereg wykonanych obserwacji przez miłośnika nie zostanie doceniony, a premiowana będzie jednonocna obserwacja wykonana wcześniej przez duży przegląd nieba.

Z taką sytuacją spotkaliśmy się z Michałem Żołnowskim w marcu 2012 r., kiedy znaleźliśmy naszą pierwszą nieznaną planetoidę 2012 FC30 przy jasności 20 wielkości gwiazdowej. Okazało się, że miesiąc wcześniej zidentyfikował ją projekt Catalina, łapiąc ją jako obiekt o jasności 22 wielkości gwiazdowej. Podczas wizyty Michała Żołnowskiego w MPC padły gorzkie słowa ze strony Garetha Williamsa, obecnego wicedyrektora: *Nie będziecie jej odkrywcami*.

Przywołując nasze obserwacje wykonane w obserwatoriach Rantiga i Polonia w ostatnich 5 latach, przesłaliśmy do Minor Planet Center blisko 1800 kandydatów na nieznane planetoidy. Spośród nich ponad 350 otrzymało nowe oznaczenia. Kilkuset kandydatów do tej pory nie powiązano z żadnymi oznaczonymi ciałami. Ich astrometria spokojnie leży w bazie MPC, dopóki nie uzupełni fragmentu orbity nieznanego do tej pory obiektu. Co jednak smutne, ogromna większość planetoid ze wstępnymi oznaczeniami została już przez nas stracona i patrząc realnie, spodziewamy się, że spośród tych 1800 zgłoszonych kandydatów na naszym koncie odkrywczym ostatecznie uplasuje się kilkadziesiąt, może do 100 planetoid. W chwili pisania tego artykułu 21 planetoid ma już wyznaczone orbity na podstawie obserwacji z wielu opozycji i w świetle nowego regulaminu oczekujemy w ich przypadku na przyznanie odkryć. Kolejnych kilkadziesiąt ma obserwacje z jednej opozycji. Jak na razie tylko 2 planetoidy 392728 Zdzisławłączny oraz 445917 Ola zosta-

ły uznane za odkrycia autora i Michała Żołnowskiego.

Bezpieczne wieloopozycyjne planetoidy na koncie Rantiga Osservatorio:

2012 PK18
2012 PV19
2012 QX18
2012 RG5
2012 RY11
2012 TM166
2012 VS61
2012 XL78
2012 YX2
2013 BK16
2013 OC8
2013 PV10
2013 RL26
2013 RO35
2013 RT35
2013 RW94
2013 YH47
2015 BX490
2015 DJ119
2015 KC7
2016 WP41

International Astronomical Search Collaboration (IASC)

I ty możesz zostać odkrywcą planetoidy

Od 10 lat uczniowie polskich szkół co pewien czas mają okazję uczestniczyć w kampaniach obserwacyjnych związanych z poszukiwaniami nowych planetoid oraz wykonywaniem obserwacji dla obiektów klasyfikowanych jako potencjalnie niebezpieczne naszej planecie. IASC to inicjatywa realizowana przy współpracy z akcją Hands On Universe. W Polsce działania koordynowane są przez prof. Lecha Mankiewicza z CFT PAN.

Uczestnicy w czasie kampanii obserwacyjnych otrzymują w podzielonych „paczkach danych" zdjęcia, które analizują, wykorzystując oprogramowanie służące do detekcji i wyznaczania pozycji poruszających się planetoid. Dane udostępniane są m.in. przez obserwatorium z Arizony prowadzone przez Roberta Holmesa oraz przez projekt PanSTARRS.

Kampanie przybierają różny charakter i niejednokrotnie skierowane są do poszczególnych krajów na świecie i szkół, które są zainteresowane prowadzeniem praktycznych zajęć z astronomii na lekcjach bądź w kołach zainteresowań. W ubiegłych latach uczniowie zidentyfikowali kilkanaście planetoid, dla których przyznano nowe oznaczenia. Pośród nich są także numerowane planetoidy, które noszą polskie nazwy. Wśród nich są przykładowo 199950 Sierpc, 279377 Lechmankiewicz czy też 315166 Pawelmaksym.

Podczas kampanii obserwacyjnej z 20 stycznia 2017 r. uczniowie z polskich gimnazjów i szkół zgłosili łącznie 32 kandydatów na nieznane planetoidy. Czas pokaże, ile z nich otrzyma nowe oznaczenia, a kolejne kilka lat zadecyduje, które z nich okażą się odkryciami naszej młodzieży.

Zainteresowanych gorąco zachęcamy do zaznajomienia się ze stronami IASC oraz projektem Hands on Universe:

http://iasc.hsutx.edu/Campaigns.html http://www.pl.euhou.net/

Trudno wyrokować przyszłość miłośników w tej dziedzinie. Szanse na odnalezienie nowej planetoidy, wykorzystując teleskopy o średnicy 30–40 cm, powoli maleją do zera. Plany uruchomienia nowych teleskopów projektu PanSTARRS a także dużego teleskopu do przeglądu nieba w ramach projektu LSST pomniejszają dodatkowo optymizm, gdyż w ich zasięgu będą obiekty o średnicy kilkudziesięciu metrów, których dostrzeżenie z odległości 1 jednostki astronomicznej od Ziemi przy użyciu tego instrumentu stanie się możliwe.

Łowca komet i planetoid, finalista Plebiscytu Popularyzator Nauki 2015. Odkrywca 160 komet muskających Słońce, współodkrywca komety C/2015 F2 (POLONIA) i co najmniej kilkudziesięciu planetoid. W 2014 r. na wniosek odkrywców, Międzynarodowa Unia Astronomiczna nazwała jedną z planetoid 376574 Michalkusiak

Planetoidy o polskich korzeniach

Na następnych stronach prezentujemy zestawienie planetoid z nazwami związanymi z Polską. Dane opierają się na bazie danych Minor Planet Center. Ponieważ nie wszystkie nazwy są w naszym języku, odsyłamy do strony http://www.minorplanetcenter.net/iau/MPEph/MPEph.html, gdzie wpisując odpowiednią nazwę, otrzymamy dane dotyczące efemerydy, orbity a także cytat uzasadniający nazwę planetoidy.

Mamy świadomość, że mimo naszych starań, zestawienie może nie być kompletne. Będziemy wdzięczni Czytelnikom za wszelkie uzupełnienia i uwagi.

Michał Kusiak i Aleksandra Sufa

Lp.	Nazwa	Numer	Oznaczenie	Odkrywca	Data odkrycia	Okres obiegu	Jasność absolutna i/ lub średnica
1	**Annagerman**	2519	1975 VD2	T.M. Smirnova	02.11.1975	5,57	$11,3^m$
2	**Banach**	16856	1997 YE8	P.G. Comba	28.12.1997	3,80	$14,9^m$
3	**Banachiewicza**	1286	1933 QH	S.J. Arend	25.08.1933	5,26	$10,9^m$
4	**Bialystock**	19981	1989 YB6	E.W. Elst	29.12.1989	5,70	$13,2^m$
5	**Bronisława**	1315	1933 SF_1	S.J. Arend	16.09.1933	5,74	$9,8^m$ 63,5 km
6	**Chopin**	3784	1986 UL_1	E.W. Elst	31.10.1986	5,53	11^m 28,5 km
7	**Coppernicus**	1322	1934 LA	K. Reinmuth	15.06.1934	3,77	$12,7^m$
8	**Curie**	7000	1939 VD	F. Rigaux	06.11.1939	3,87	$12,8^m$
9	**Danzig**	1419	1929 RF	K. Reinmuth	05.09.1929	3,47	$11,3^m$
10	**Dembowska**	349	1892 V	A. Charlois	09.12.1892	5,00	$5,9^m$ 140 km
11	**Domeyko**	2784	1975 GA	C. Torres	15.04.1975	3,36	$13,4^m$
12	**Gedania**	764	1913 SU	F. Kaiser	26.09.1913	5,69	$9,5^m$ 58 km
13	**Hevelius**	5703	1931 VS	K. Reinmuth	15.11.1931	4,15	13^m
14	**Ignatianum**	296968	2010 ES_{74}	K. Cernis, J. Zdanavicius	12.03.2010	4,30	$16,6^m$
15	**Ijontichy**	343000	2009 BH73	E. Schwab, U. Zimmer	29.01.2009	5,11	$15,8^m$
16	**Iwanowska**	198820	2005 ET249	K. Cernis, J. Zdanavicius	13.03.2005	5,41	$15,0^m$
17	**Jaroslawa**	1110	1928 PD	G.N. Neujmin	10.09.1928	3,3	$11,8^m$
18	**Jasnorzewska**	4114	1982 QB_1	Z. Vavrova	19.08.1982	4,05	$13,8^m$
19	**Jerzyneyman**	29447	1997 PY2	P.G. Comba	12.08.1997	3,77	$15,1^m$
20	**Koopman**	12625	9578 P-L	C. J . van Houten, I. van Houten-Groeneveld, T. Gehrels	17.10.1960	5,52	$12,6^m$
21	**Korczak**	2163	1971 SP_1	Crimean Astrophysical Observatory	16.09.1971	5,57	$11,7^m$
22	**Kościuszko**	90698	1984 EA	E. Bowell	1.03.1984	3,7	5 km
23	**Kraków**	46977	1998 SE_{144}	E.W. Elst	18.09.1998	4,66	$12,7^m$
24	**Kryszczyńska**	21776	1992 YN	LONEOS	05.09.1992	4,24	$14,9^m$
25	**Krzesiński**	114025	2002 UC63	SDSS	30.10.2002	4,14	$15,7^m$
26	**Kuratowski**	26205	1997 LA5	P.G. Comba	11.06.1997	4,11	$15,3^m$
27	**Kwiatkowski**	7789	1994 XE6	E. Bowel	02.12.1994	3,48	$13,7^m$
28	**Lazowski**	34838	2001 SK262	W.K.Y. Yeung	21.09.2001	5,63	$13,7^m$
29	**Lechmankiewicz**	279377	*2010 CH_1*	J. Wiśniewski, A. Reklin M. Krzemień (Charleston IASC)	07.02.2010	5,26	$15,4^m$
30	**Lem**	3836	1979 SR_9	N.S. Chernykh	22.09.1979	3,35	$13,7^m$
31	**Lorcia**	1287	1933 QL	S.J. Arend	25.08.1933	5,22	$11,1^m$ 22,3 km
32	**Lukasiewicz**	27114	1998 WG2	P.G. Comba	19.11.1998	5,80	$14,4^m$
33	**Maniewski**	10524	1990 SZ7	E.W. Elst	22.09.1990	3,36	$13,8^m$
34	**Mariacunitia**	12624	9565 P-L	C. J . van Houten, I. van Houten-Groeneveld, T. Gehrels	17.10.1960	3,50	$14,6^m$
35	**Mazurkiewicz**	27975	1997 UJ1	P.G. Comba	23.10.1997	4,52	$15,3^m$
36	**Michalkusiak**	376574	2013 PA16	R.Ferrando R. Reszelewski	19.01.2007	3,84	$16,4^m$
37	**Michałowski**	7747	1987 SO	E. Bowell	19.09.1987	3,48	$13,4^m$
38	**Mickiewicz**	5889	1979 FA_3	N.S. Chernykh	31.03.1979	5,32	$11,7^m$ 22,5 km
39	**Ola**	445917	2012 XF71	M. Kusiak, M. Żołnowski	05.12.2012	4,2	2 km
40	**Oszkiewicz**	16406	1985 PH	E. Bowell	10.08.1985	4,57	$13,5^m$

41	**Paczynski**	11755	2691 P-L	C. J . van Houten, I. van Houten-Groeneveld, T. Gehrels	24.09.1960	3,68	14,7^{m}
42	**Panasiewicz**	29762	1999 CK17	LINEAR	10.02.1999	3,45	14,1^{m}
43	**Pawelmaksym**	315166	2007 GA_4	Klub BD Team w LO im. Czackiego w Warszawie (Charleston IASC)	10.04.2007	5,51	15,7^{m}
44	**Penderecki**	21059	1991 GR10	F. Borngen	09.04.1991	5,12	13,9^{m}
45	**Piotrflin**	296987	2010 ET119	Andrushivka	11.03.2011	5,75	15,1^{m}
46	**Polonia**	1112	1928 PE	P.F. Shajn	15.08.1928	5,25	10,0^{m} 36 km
47	**Polonskaya**	2006	1973 SB3	N.S. Chernykh	22.09.1973	3,54	13,0^{m}
48	**Posnania**	1572	1949 SC	J.Dobrzycki A. Kwiek	22.09.1949	5,49	10,0^{m} 34 km
49	**Pulaski**	22880	1999 RL224	LONEOS	07.09.1999	3,73	14,9^{m}
50	**Robertbodzon**	337002	2012 OB	Spacewatch	25.10.2005	3,83	16,9^{m}
51	**Rudawska**	25052	1998 QG54	LONEOS	27.08.1998	4,05	14,9^{m}
52	**Serkowski**	2225	6546 P-L	C. J . van Houten, I. van Houten-Groeneveld, T. Gehrels	24.09.1960	4,82	12,1^{m}
53	**Sierpc**	199950	2007 HK16	Uczniowie z Sierpca (Charleston IASC)	16.04.2007	3,74	16,2^{m}
54	**Silesia**	257	—	J. Palisa	05.04.1886	5,5	9,5^{m} 72,66 km
55	**Sitarski**	2042	4633 P-L	C. J . van Houten, I. van Houten-Groeneveld, T. Gehrels	24.09.1960	4,77	12,8^{m}
56	**Smoluchowski**	4530	1984 EP	E. Bowell	01.03.1984	5,52	12^{m}
57	**Sniadeckia**	1262	1933 FE	S.J. Arend	23.03.1933	5,21	10,3^{m} 51,5 km
58	**Sofievka**	2259	1971 OG	B.A. Burnasheva	19.07.1971	3,48	12,6^{m} 21 km
59	**Szpilman**	9973	1993 NB2	E.W. Elst	12.07.1993	4,03	14,2^{m}
60	**Szukalski**	12259	1989 SZ_1	E.W. Elst	26.09.1989	3,25	14,6^{m}
61	**Świdwin**	420779	2013 GR75	R.Reszekewski (ESA OGS)	11.04.2013	4,20	16,8^{m} 1,5 km
62	**Tarski**	13672	1997 KH	P.G. Comba	30.05.1997	4,25	14,4^{m}
63	**Těšínsko**	38674	2000 PT8	L. Sarounova	09.08.2000	3,39	15,8^{m}
64	**Toruń**	12999	1981 QJ_2	E. Bowell	30.08.1981	3,43	13,9^{m}
65	**Tsiolkovskaja**	1590	1933 NA	G.N. Neujmin	01.07.1933	3,33	11,7^{m} 13 km
66	**Varsavia**	1263	1933 FF	S.J. Arend	23.03.1933	4,35	10,5^{m} 49 km
67	**Vistula**	16689	1994 PZ26	E.W. Elst	12.08.1994	5,61	12,7^{m}
68	**Wanda**	1057	1925 QB	G. Shajn	16.08.1925	4,92	11,0^{m} 40,5 km
69	**Wawel**	1352	1935 CE	S.J. Arend	03.02.1935	4,63	11,1^{m} 21 km
70	**Wiśniewski**	2256	4519 P-L	C. J . van Houten, I. van Houten-Groeneveld, T. Gehrels	24.09.1960	5,43	11,8^{m}
71	**Woszczyk**	14382	1990 ES6	H. Debehogne	02.03.1990	4,94	12,7^{m}
72	**Wratislavia**	690	1909HZ	J.H. Metcalf	16.10.1909	5,57	8,0^{m} 135 km
73	**Yarkovsky**	35334	1997 FO_1	P. Sicoli F. Manca	31.03.1997	5,27	14,3^{m}
74	**Zamenhof**	1462	1938 CA	Y. Vaisala	06.02.1938	5,59	10,8^{m} 26 km
75	**Zdzisławłączny**	392728	2012 QJ52	M. Żołnowski, M. Kusiak	21.08.2012	4,83	16,7^{m}
76	**Żołnowski**	384815	2012 RC3	Catalina Sky Survey	24.11.2008	4,32	16,9^{m}

Serce Plutona

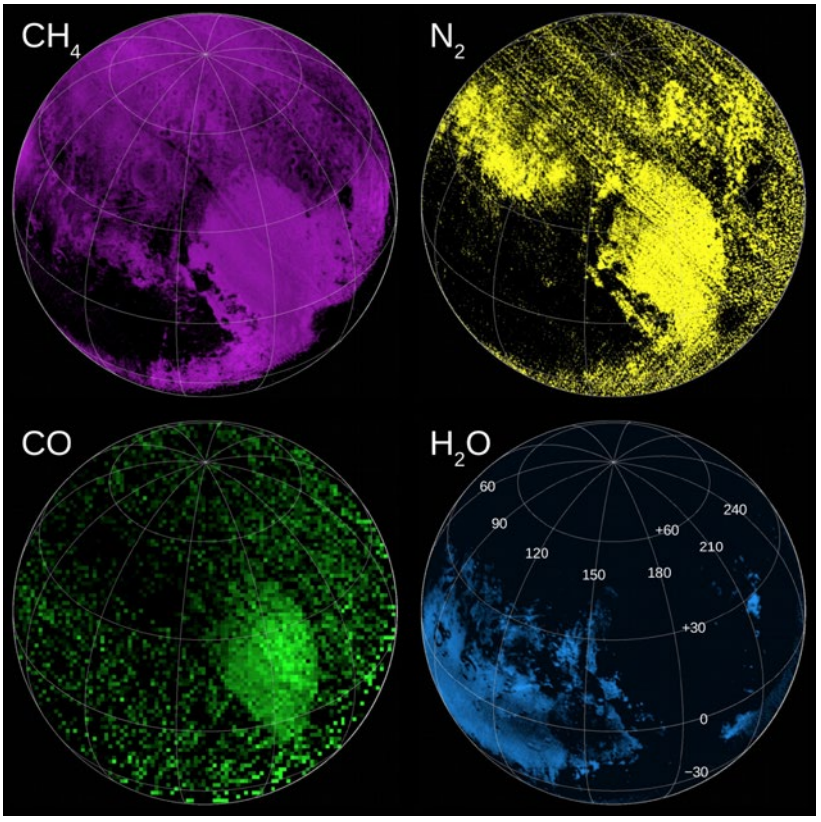
Na zdjęciach Plutona dostarczonych przez amerykańską sondę kosmiczną widać obszar o kształcie mocno przypominającym serce. Czy to realny twór geologiczny na powierzchni odległej planety karłowatej, czy może tylko złudzenie? Co spowodowało jego powstanie?

Najbardziej szokujący obraz, jaki pojawił się na zdjęciach Plutona przesłanych przez sondę New Horizons, to stylizowane serce zajmujące znaczną część powierzchni tej karłowatej planety. Oczywiście pierwszą refleksją było, że to przypadkowe i pewnie w sumie mało interesujące złudzenie optyczne — coś podobnego do rysunku twarzy czy piramid znalezionych na powierzchni Marsa. Trochę przed takim lekceważącym podejściem powstrzymuje rozmiar obiektu wynoszący około tysiąca kilometrów i fakt, że chodzi o jednolitą, całkowicie płaską powierzchnię o wysokim albedo. Jak piszą A.J. Dombard i S. O'Hara (*Nature*, t. 534, s. 40), różnice wysokości wynoszą kilka dziesiątków metrów na odległościach dziesiątków kilometrów. Wysokie albedo wskazuje na pokrycie powierzchni świeżym azotowym lodem. W sumie twór, którego powstanie i aktualne własności (świeży, a więc niedawno powstały lód) powinny być ciekawym problemem geologicznym. I rzeczywiście — w samym tylko *Nature* znajdziemy około dziesięciu tekstów poświęconych temu tworowi. W szczególności, w czerwcu 2016 r. opublikowano trzy prace (*Nature* t. 534, 2016, A.J. Dombard & S. O'Hara, s. 40; A.J. Trowbridge i in, s. 79 ; W.B. McKinnon i in., s. 82) na temat zachodniej, tej wyraźniejszej, części „serca", nieformalnie zwanej Sputnik Planitia (lub Planum, bo i taką nazwę się spotyka).

Zdjęcie Plutona wykonane 13 lipca 2015 r. przez sondę New Horizons z odległości 768 tysięcy kilometrów od powierzchni planety karłowatej. Wyraźnie widać jasny obszar w kształcie serca rozciągający się na około 1600 km. Źródło: NASA/APL/SwRI

Sputnik Planitia

Sputnik Planitia jest wyraźnie podzielony na nieregularne „wieloboki" o rozmiarach 10–40 kilometrów. Jak już wspomniano, centra tych wieloboków są tylko kilka dziesiątków metrów wyżej od brzegów, co oznacza, że jest to jeden z najbardziej płaskich obszarów Układu Słonecznego. W pracach Trowbridge'a i McKinnona twierdzi się, że przyczyną powstawania wieloboków jest konwekcja. Dokonane przez autorów tych prac oszacowania liczby Reynoldsa dla azotowego lodu w warunkach panujących na Plutonie wskazują na możliwość powstania komórek konwekcyjnych o wielobocznych granicach. Ruch konwekcyjny wydaje się dość wolny, bo jego prędkość wynosi około 1 cm na ziemski rok. Jednak w skali kosmicznej to całkiem szybko, bo oznacza pełny ruch od dna do powierzchni i z powrotem w czasie rzędu miliona lat. Przyczyną ruchu jest ogrzewanie od dołu ciepłem wewnętrznym planety (rozpad pierwiastków promieniotwórczych). Ogrzane masy poruszają się ku powierzchni, by tam po ochłodzeniu zacząć ruch powrotny. Kontrowersyjny jednak jest stan azotowego lodu na różnych głębokościach. W pracy Trowbridge'a twierdzi się, że różnice lepkości lodu w funkcji głębokości są zaniedbywane i całość słupa lodu podlega konwekcji. W konsekwencji głębokość konwekcyjnej warstwy jest rzędu rozmiarów liniowych na powierzchni. Wynika stąd grubość lodu zbliżona do maksimum rozmiaru wieloboków, czyli około 40 km. W pracy McKinnona zauważa się, że zimna powierzchnia powoduje ograniczenie konwekcji i znacznie mniejszą grubość warstwy konwekcyjnej, rzędu 3–6 km. Wydaje się, że ta ostatnia wartość jest bardziej prawdopodobna. Wskazują na to prace opublikowane w *Nature* z 1 grudnia 2016 r., gdzie znajdziemy aż pięć tekstów dotyczących Sputnik Planitia. Wymiary tej depresji — bo to obszar położony około 3500 m poniżej otoczenia — wynoszą 1300 na 900 km (F. Nimmo i 13 innych autorów, w tym autor zbiorowy *New Horizons Geology, Geophysics & Imaging Theme Team*, *Nature* t. 540, 2016, s. 94).



Mapy Plutona pokazujące obszary bogate w zamarznięte: metan (CH_4), azot (N_2), tlenek węgla (CO) i wodę (H_2O). Źródło: NASA

Rola aktywności atmosferycznej

Obszar jest bardzo jasny, co dowodzi, że jego powierzchnia jest bardzo młoda — to po prostu świeżo skondensowany gaz. Jak wiadomo, Pluton wykazuje intensywną aktywność atmosferyczną — spora eliptyczność orbity powoduje, że stała słoneczna na Plutonie jest zmienna w trakcie roku. Do tego nachylenie osi obrotu do płaszczyzny orbity wynosi 120°, co powoduje skomplikowaną wędrówkę najzimniejszego i najcieplejszego miejsca (zimy i lata?) po powierzchni planety (A.C. Barr, Nature t. 450, 2016, s. 42). Część lotnych substancji sublimuje w cieplejszych, aby następnie resublimować w chłodniejszych miejscach planety. Uśredniając ilość energii dostarczanej przez Słońce w okresie roku (plutonowego), możemy się zdziwić. Okazuje się bowiem, że minimum dostarczanej energii przypada na okolice 30 stopnia szerokości plutograficznej (D.P. Hamilton i in., *Nature* t. 540, 2016, s. 97). Wprawdzie nachylenie osi Plutona się zmienia w cyklu trwającym 2,8 mln lat (ziemskich) w zakresie 104–127 stopni, ale konkluzję zmienia to niewiele — na Plutonie najcieplej jest na biegunach, a najzimniejsze miejsca wędrują między 0 a 30 stopni szerokości plutograficznej (może hadesograficznej?) wraz ze zmianami nachylenia osi. Substancjami biorącymi udział w tych procesach są N_2, CO i CH_4 (W.M. Grundy i in., *Science*, t. 351, 2016, s. 1283).

Najciekawszą rolę wydaje się pełnić metan. Jako najlotniejszy kondensuje tylko w najzimniejszych miejscach i wysoko w górach, których, jak wiadomo, na Plutonie nie brakuje. Warto dodać, że „twardą skałą" budującą plutonowe góry jest lód wodny. Z kolei azot wydaje się sublimować najniżej, czyli w depresjach. Oczywiście od razu przychodzi na myśl Sputnik Planitia, tym bardziej, że leży blisko równika, mając centrum punkcie 176 E i 24 N (J.T. Kane i in., *Nature*, t. 540, 2016, s. 90) czyli właśnie w pobliżu najchłodniejszego miejsca! To dlatego wnętrze tej płaskiej depresji pokryte jest świeżym azotowym śniegiem, powodując wspomnianą wysoką jasność. Jeżeli dodać, że Sputnik Planitia leży niemal dokładne po drugiej stronie Plutona niż punkt najbliższy Charonowi, to widać, że ta depresja musi grać bardzo poważną rolę w zjawiskach „atmosferycznych" zachodzących na Plutonie. Tym samym nie jest to przypadkowe złudzenie optyczne, a jeden z kluczowych elementów własności tej planety karłowatej.

Jak się powszechnie sądzi (D.P. Hamilton i in., *Nature*, t. 540, 2016, s. 97) basen powstał w wyniku sporego impaktu niedługo po powstaniu układu Pluton-Charon. Siły pływowe ustawiły młody, jeszcze nie ustabilizowany, układ wzdłuż osi minimalnego momentu bezwładności. Jest oczywiste, że ta oś jest osią Pluton-Charon, bo wpływ grawitacji Charona powoduje wybrzuszenie Plutona w kierunku księżyca. Cyrkulacja atmosferyczna zapełniła basen lodami. Mechanizm wypełniania lodem był tym skuteczniejszy, im chłodniejszym miejscem był basen. Nic więc dziwnego, że Sputnik Planitia znajduje się na szerokości plutograficznej odpowiadającej minimum operacji słonecznej.

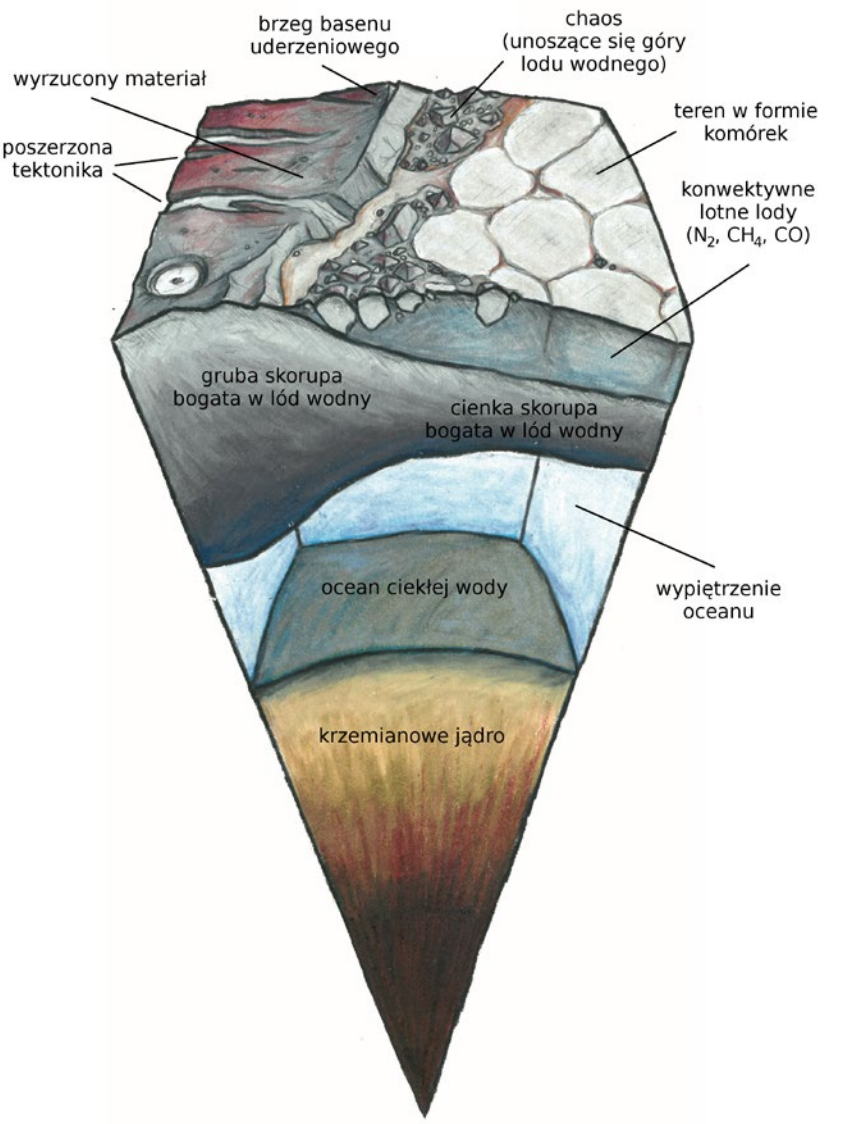
Warto dodać (Hamilton i in.), że proces jest w pewien sposób samonapędzający się. Świeży lód ma wysokie albedo, więc

temperatura w miejscu osadzania się lodu maleje. Duży przyrost masy lodu powiększa nacisk na wewnętrzne warstwy Plutona. Stosunkowo spory ciężar właściwy stałego azotu (zbliżony do ciekłej wody) może spowodować „wciśnięcie" obszaru osadzania się azotu w głąb planety, stając się przyczyną widocznej depresji.

Gdzie nastąpił impakt?

Oczywiście natychmiast pojawia się pytanie: gdzie nastąpiło zderzenie będące przyczyną powstania Sputnik Planitia? Próbę odpowiedzi na to pytanie znajdziemy w pracy J.T. Keane'a (J.T. Keane i in., *Nature*, t. 540, 2016, s. 90). Zakładając czteropowłokową budowę Plutona (silikatowe jądro, wodny ocean, uwodnioną skorupę i elastyczną powierzchnię), w wyniku analizy wynikającego z tych założeń momentu bezwładności i mechanizmów cyrkulacji gazów na Plutonie, Keane dochodzi do wniosku, że jedyną dopuszczalną lokalizacją jest obszar na północny zachód od obecnego położenia. Prawdopodobnie w okresie milionów cykli (plutonowych lat) sublimacji i resublimacji zmiany momentu bezwładności generowały siły powoli obracające Plutona do obecnego położenia, czyli rzeczywistą wędrówkę bieguna. Oczywiście w czasie takiej wędrówki, przy zachowaniu osi Pluton-Charon w przestrzeni, nastąpiły naprężenia w skorupie skutkujące licznymi uskokami. Te ostatnie są dość skutecznie maskowane świeżym lodem.

W sumie Keane przedstawia cztery uwagi. Po pierwsze, Sputnik Planitia nie mógł powstać w dowolnym miejscu, a ruch tego tworu względem bieguna może być dość realnie odtworzony. Po drugie, powstały twór prawdopodobnie stanowi pozytywną (mimo że jest depresją!) anomalię grawitacyjną — skompensowanie jej wymagałoby absurdalnie głębokiej na około 100 km warstwy lodu. Sam lód nie może więc być przyczyną izostazji. Muszą być jakieś inne mechanizmy powodujące wzrost siły grawitacyjnej. Sugeruje się tu kilka czynników, jak np. wpływ wału wytworzonego wokół basenu w wyniku impaktu (choć nie widać wtórnych kraterów) czy wpływ oceanu. Grubość lodów w Sputnik Planitia według większości ocen wynosi nie więcej niż 10 km, a więc jeżeli konwekcja to raczej ta według Mc Kinnona. I to jest trzecia uwaga. Czwartą jest to, że istnieją dwie możliwe drogi, jaką przebyła ta depresja. Krótsza niemal dokładnie z północy i nieco dłuższa zaczynająca się na północy zachód od obecnego położenia.



Geologiczna struktura pod powierzchnią Sputnik Planitia. Naukowcy przypuszczają, że obszar ten powstał na skutek uderzenia, a później wypełnił się lotnymi lodami. Być może pod cienką skorupą znajduje się ocean ciekłej wody. Rys. James Keane

Rola oceanu

Warto zwrócić uwagę, że w rozważaniach o Sputnik Planitia pojawiły się uwagi o oceanie. W kontekście wędrówki Sputnik Planitia jego istnienie ma jeszcze jedną zaletę. Jak już wspomniano, taka wędrówka powinna być przyczyną powstania naprężeń w skorupie Plutona. Znakomicie zmniejsza takie naprężenia ekspansja objętościowa planety — ciekły wodny ocean w wyniku utraty ciepła zamarza, a jak wiadomo, lód ma nieco większą objętość od tworzącej go wody, co może powodować niewielki, ale wyraźny wzrost promienia planety, zmniejszający powstałe naprężenia i uspokajając uskoki tektoniczne. Jak się wydaje, koncepcja istnienia na Plutonie ciekłego oceanu wydaje się dosyć popularna. W szczególności informacje na ten temat znajdziemy w pracy F. Nimmo, gdzie się twierdzi, że orientacja Sputnik Planitia, jest dowodem na istnienia takiego oceanu[1].

W cytowanej pracy, jak już wyżej wspomniano, twierdzi się, że Sputnik Planitia mimo że jest depresją, stanowi pozytywną, wynoszącą około 25 mGal[2] anomalię grawitacyjną.

[1] Autor nie potrafił, mimo wielokrotnego przeczytania cytowanych tekstów, wyrobić sobie spójnego obrazu problemu Sputnik Planitia — omawiane prace wydają się jeszcze takiego nie tworzyć i np. w pracy Nimmo znajdziemy informację, że centrum depresji ma współrzędne 18° N, 175° E, czyli około 400 km od punktu 180° na równiku, który to punkt odpowiada przebiciu osi Pluton-Charon przez antycharonową półkulę Plutona. W cytowanej wyżej pracy Keane'a znajdziemy, że jest to około 24 N i nieco dalej na zachód, czyli około 130 km dalej.

[2] Gal jest jednostką przyspieszenia używaną w naukach o Ziemi. Konkretnie Gal = cm/s^2.

Gdyby chcieć uzyskać taki wzrost siły grawitacyjnej przez warstwę lodu azotowego, to musiałoby tego azotu być około 40 km (por. wartość podaną w pracy Keane'a), a gdyby przyjąć rozsądną grubość 6 km, mielibyśmy ujemną anomalię o wartości 115 mGal. Nimmo proponuje więc, że w wyniku impaktu zostało usunięte wiele kilometrów lodów, w wyniku czego nastąpił w tym miejscu wzrost poziomu oceanu — usunięcie grubej zewnętrznej warstwy lodów wywołało spadek ciśnienia i „wybicie oceanu" o 78 (!) km, stwarzając przy wspomnianej 3,5 km depresji pożądaną anomalię 25 mGal. Jak widać, pochodzenie Sputnik Planitia jest ciekawym i chyba jeszcze niezbyt dobrze zrozumianym problemem. Współczesne własności tej depresji (konwekcja) też wydają się interesujące. Jakkolwiek by nie było, omawiana depresja wydaje się być najciekawszym fragmentem powierzchni Plutona i pewnie jeszcze niejedna praca na jej temat zostanie opublikowana.

Jerzy Kuczyński

Obszar Sputnik Planitia został prawdopodobnie uformowany na skutek upadku komety, ale jego orientacja względem bieguna była początkowo inna (na północy zachód od obecnego położenia). Rys. James Keane

Planetoidy mogą rozpadać się na dwie części i... rozwijać warkocze

Niektóre planetoidy zachowują się i wyglądają dosyć niezwykle! Za główną różnicę pomiędzy nimi i kometami uważa się często obserwowane w przypadku tych drugich rozległe warkocze świecących cząsteczek. Pochodzą one z topiącego się przy zbliżeniu do Słońca lodowego jądra komety. W przypadku planetoid — zbudowanych głównie ze skał — zazwyczaj czegoś takiego się nie obserwuje, ale zdarzają się wyjątki.

Astronomów zainteresowała niedawno para planetoid oznaczonych jako P/2016 J1. Fernando Moreno, naukowiec z hiszpańskiego Institute of Astrophysics and Andalusia (IAA-CSIC), twierdzi, że jedna duża asteroida musiała podzielić się na dwie części przed mniej więcej sześcioma laty, co w efekcie zaowocowało najmłodszą parą znanych asteroid w Układzie Słonecznym. Co więcej, oba te fragmenty pojedynczego ciała charakteryzują się czymś jeszcze ciekawszym: są one aktywne. Innymi słowy — mają pewne struktury typowe dla komet, w tym warkocze. Tego typu para aktywnych asteroid została zaobserwowana po raz pierwszy w historii.

Dokładniejsze badania pokazują, że oba ciała były aktywne w momencie maksymalnego zbliżenia się ich orbity do Słońca, po czym pozostały aktywne jeszcze przez sześć do dziewięciu miesięcy. Moreno podejrzewa, że unoszący się za nimi, podobny do warkocza komety pył może być wynikiem sublimowania lodu, który pochodzi z wnętrza planetoidy i po jej rozpadzie został wystawiony na działanie światła słonecznego.

Fotografia wykonana przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a ukazuje asteroidę P/2013 P5 — przykład planetoidy aktywnej ze świecącym warkoczem pyłowym. Źródło: NASA/ESA

Same w sobie pary będące efektem fragmentacji stanowią dość często spotykane zjawisko w obszarze głównego pasa planetoid. Powstają one, gdy jedna planetoida z jakiegoś powodu rozpada się na dwie duże części — na przykład na skutek zderzenia z innym drobnym ciałem lub pojawienia się nadwyżki jej własnej prędkości obrotowej, prowadzącej z czasem do rozpadu szybko rotującego obiektu. Choć powstałe wówczas pary nie są w rzeczywistości związane grawitacyjnie, ich orbity wokółsłoneczne mają bardzo zbliżone do siebie parametry. Są to w przybliżeniu kołowe orbity położone pomiędzy Marsem i Jowiszem, przez co krążące tam pary asteroid nie otrzymują zwykle znacznych ilości energii słonecznej, która w przypadku bardziej zbliżających się do Słońca komet może prowadzić do rozwijania się pięknych, efektownych warkoczy pyłowych. Jednak znamy już dziś około dwudziestu udokumentowanych przypadków par asteroid z widoczną poświatą i czymś na kształt warkocza pyłowego. Są one czasem nazywane kometami pasa planetoid.

Elżbieta Kuligowska

Ambitny projekt licealisty

Z mapą przez Galaktykę

Jakub Morawski

EU-HOU Radio jest znakomitym ogólnodostępnym narzędziem radioastronomicznym. Z jego pomocą miłośnicy astronomii mogą dokonać ciekawych obserwacji, a z odrobiną kreatywności uzyskać ciekawe rezultaty — na przykład wyznaczyć krzywą rotacji Drogi Mlecznej czy wyrysować mapę Galaktyki.

Zagadnienie obserwacji radiowych naszej Galaktyki na linii wodoru neutralnego interesowało mnie już od dawna. Po raz pierwszy zetknąłem się z nim na wykładzie mgr Bogny Pazderskiej podczas warsztatów astronomicznych Krajowego Funduszu na rzecz Dzieci w Centrum Astronomii UMK w Piwnicach, w grudniu 2013 r. Dowiedzieliśmy się tam, jak na podstawie takich obserwacji można wyznaczyć krzywą rotacji galaktyki. Później, gdy przy różnych okazjach musiałem wygłosić referat związany z astronomią, sięgałem właśnie po tę tematykę. Najbardziej urzekało mnie w niej to, że cała metoda analizy danych opiera się na prostym matematycznym tricku, dzięki któremu dobrze pozwala ona badać dwuwymiarową strukturę dysku galaktyki jednowymiarową obserwacją. Dodatkowym smaczkiem jest związek z ciemną materią, którą odkryto dzięki bardziej zaawansowanym badaniom krzywej rotacji. Wygłaszając wspomniane referaty, coraz bardziej rozumiałem używane w analizie takiej obserwacji metody oraz jej ograniczenia i możliwości. Ograniczeniem jest fakt, że bez bardziej zaawansowanej teorii wyznaczenie krzywej rotacji dla odległości od centrum (Galaktyki) większych niż odległość Słońca nie jest możliwe, więc o samodzielnym zaobserwowaniu efektu przypisywanego ciemnej materii nie mogło być mowy. Z drugiej strony uświadomiłem sobie, że wyznaczanie krzywej rotacji nie jest pełnym wykorzystaniem potencjału drzemiącego w tej obserwacji i niewiele większym wysiłkiem można uzyskać znacznie ciekawszy rezultat — stworzyć mapę obłoków wodoru w naszej Galaktyce. Kiedy więc dowiedziałem się o istnieniu platformy internetowej EU-HOU Radio, czym prędzej zabrałem się za własne obserwacje.

EU-HOU Radio:

Platforma internetowa, pozwalająca zarejestrowanym użytkownikom na darmowy zdalny dostęp do kilku 2- i 3-metrowych radioteleskopów w Europie.

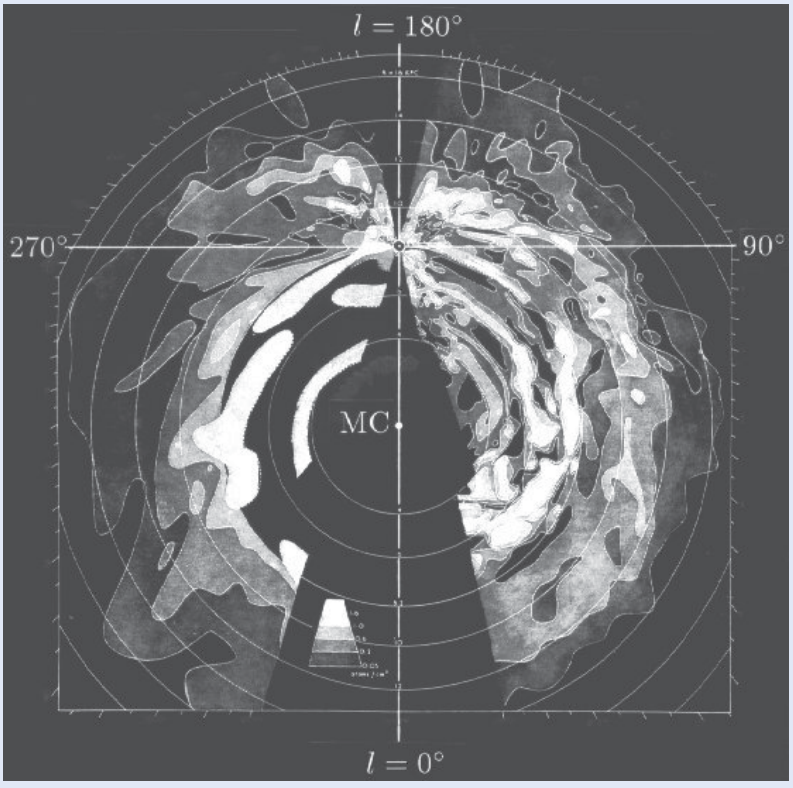
Jak zobaczyć obłok wodoru?

Obserwacja na linii 1420 MHz przebiega jak każda inna obserwacja — poprzez wspomnianą platformę EU-HOU Radio rezerwowałem czas na 3-metrowym radioteleskopie w Krakowie (niestety pozostałe radioteleskopy sieci nie działały poprawnie), który kierowałem w określonym kierunku i ustawiałem maksymalny czas obserwacji, czyli 5 minut (aby zminimalizować szum). W tym przypadku jednak otrzymane dane to lista względnych intensywności dla poszczególnych częstotliwości wąskiego pasma w okolicy linii wodoru. Fakt, że rejestrujemy promieniowanie lekko przesunięte ku czerwieni bądź fioletowi wynika z efektu Dopplera — poszczególne obłoki wodoru na linii widzenia mają różne prędkości radialne względem nas. Oznacza to, że przyjmowane promieniowanie możemy rozłożyć na sumę przyczynków od poszczególnych obłoków wodoru na linii widzenia, które mogą być w zupełnie różnych odległościach od nas (ale wszystkie rejestrujemy). Okazuje się, że prędkości atomów wodoru we-

wnątrz obłoku są na tyle duże, że mają wpływ na odbieraną częstotliwość, czyli dany foton odpowiadający częstotliwości 1420 MHz wyemitowany z określonego atomu w chmurze będzie odebrany na częstotliwości nieco wyższej bądź niższej w zależności od kierunku i szybkości jego losowego ruchu wewnątrz tego obłoku w chwili emisji. Cały obłok jest więc rejestrowany jako pewna dystrybucja intensywności promieniowania (odzwierciedlającej liczbę zarejestrowanych fotonów) w zależności od prędkości radialnej (związanej liniowo z częstotliwością). Dystrybucja ta musi wyrażać rozkład wartości rzutu prędkości na kierunek linii widzenia prędkości atomów w losowym ruchu. Okazuje się, że rozkład ten jest znany w fizyce jako rozkład Maxwella i matematycznie jest równoważny rozkładowi Gaussa.

Problemem jest jednak, jak rozłożyć dane obserwacyjne na sumę rozkładów Gaussa (tym samym wydzielając poszczególne obłoki). Wprawdzie program do analizowania moich danych pisałem w języku Python, który oferuje bardzo wygodną funkcję *curve_fit*, pozwalającą dopasowywać funkcję nawet po wielu parametrach jednocześnie, ale skąd wiadomo, ile będzie obłoków? Pierwszym naiwnym rozwiązaniem, którego spróbowałem, było dopasowanie pojedynczego rozkładu, odjęcie go od reszty danych i powtarzanie tego tak długo, aż dopasowywane rozkłady będą zbyt małe, by odpowiadać faktycznym obłokom (oczywiście jeśli w razie odjęcia otrzymamy wartość ujemną, musimy nadpisać ją zerem, inaczej mocno zaburzylibyśmy późniejsze dopasowania). Jak łatwo się domyślić, metoda ta nie była skuteczna, bo pierwsze dopasowania znajdowały niejako uśrednienie danych do pojedynczego rozkładu zamiast wydzielać pojedynczy rozkład odpowiadający obłokowi. Spróbowałem więc w każdej iteracji dopasowywać sumę kilku rozkładów Gaussa jednocześnie. Problem w tym, że każdy rozkład Gaussa zależy od trzech parametrów (amplituda, średnia wartość, odchylenie standardowe), więc dopasowywanie sumy k rozkładów oznacza dopasowywanie po $3k$ parametrach jednocześnie. Tymczasem funkcja *curve_fit* ma górne ograniczenie

Pierwsza radiowa mapa Galaktyki



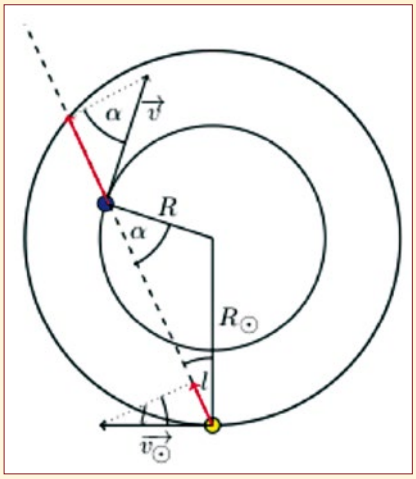
Wykonana w 1958 r. przez Jana Oorta, Garta Westerhouta i Franka Kerra mapa dystrybucji neutralnego wodoru w płaszczyźnie Galaktyki powstała przy współpracy Uniwersytetu Sydney i Uniwersytetu w Lejdzie zawojowała świat. Było to pierwsze przedstawienie Drogi Mlecznej na bazie obserwacji radioastronomicznych, a do ich przeprowadzenia strona holenderska wykorzystała radary przejęte od wojsk niemieckich. Obserwacje na linii 21 cm umożliwiły m.in. wyznaczenie krzywej rotacji naszej Galaktyki.

Linia wodoru neutralnego/wodór neutralny:

Obserwowana linia emisyjna promieniowania elektromagnetycznego o długości fali około 21 cm. Powstaje ona w obłokach wodoru neutralnego. Jej istnienie przewidział holenderski astronom Hendrik van de Hulst w 1944 r., a zaobserwował po raz pierwszy Edward Purcell z Uniwersytetu Harvarda w roku 1951.

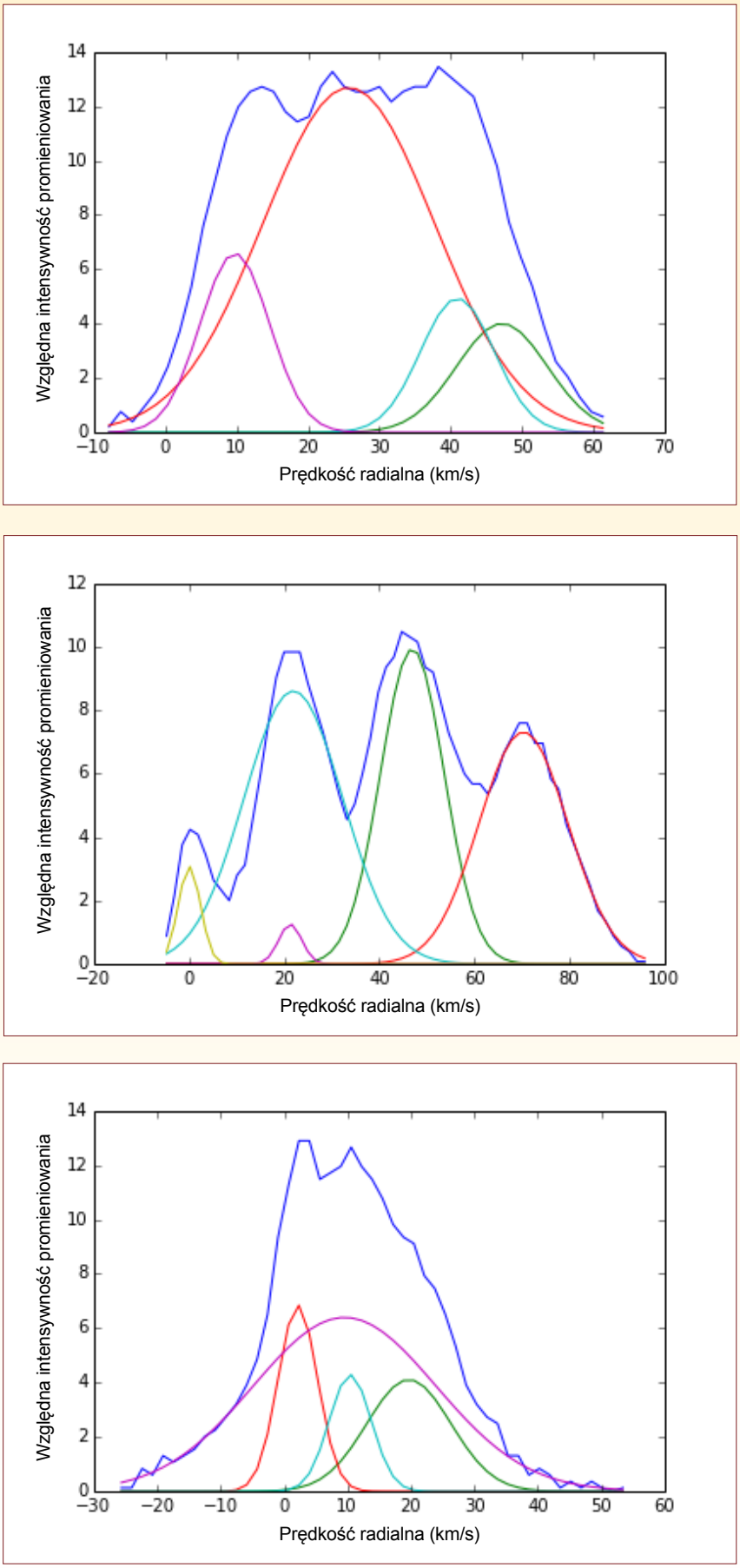
Linia powstaje w wyniku przejścia między poziomami energetycznymi atomu wodoru. Przyczyną jest różnica energetyczna w zależności od ustawienia zwrotu spinów jądra (protonu) i elektronu. Wartość jest większa o blisko 6 μeV, gdy zwroty są zgodne. Spontaniczne przejście z jednego stanu do drugiego i towarzysząca temu emisja fotonu o długości fali ok. 21 cm są bardzo mało prawdopodobne: jeśli obserwowalibyśmy pojedynczy atom wodoru, to statystycznie musielibyśmy czekać ok. 80 mln lat, aby zaobserwować emisję takiego fotonu. Jednakże w Galaktyce znajduje się mnóstwo obłoków wodoru, a w jednym obłoku jest średnio około (10^{60}) atomów. Nie dziwi więc, że takie promieniowanie dociera do Ziemi w każdej sekundzie i na każdej długości galaktycznej.

Oczywiście nie jest to jedyne promieniowanie związane z atomami wodoru, ma ono jednak szczególnie przydatne własności. Po pierwsze znajduje się ono w tak zwanym oknie radiowym, czyli nie jest tłumione przez ziemską atmosferę i może być obserwowane przy użyciu radioteleskopów. Po drugie, jeśli dwie gwiazdy ułożą się wzdłuż linii widzenia, to ta bliższa zasłania tę dalszą. Jednak jeśli ustawi się analogicznie kilka obłoków wodoru, to zaobserwujemy promieniowanie na linii 21cm ze wszystkich naraz.

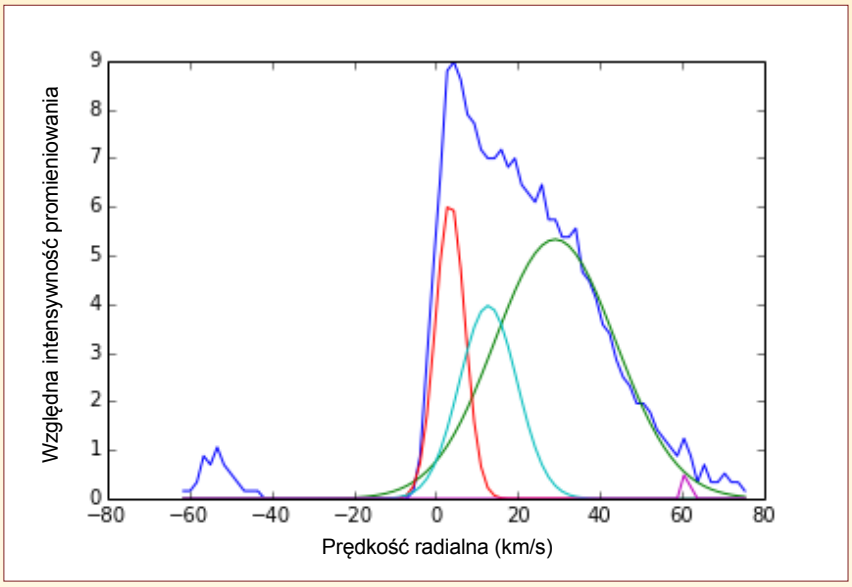


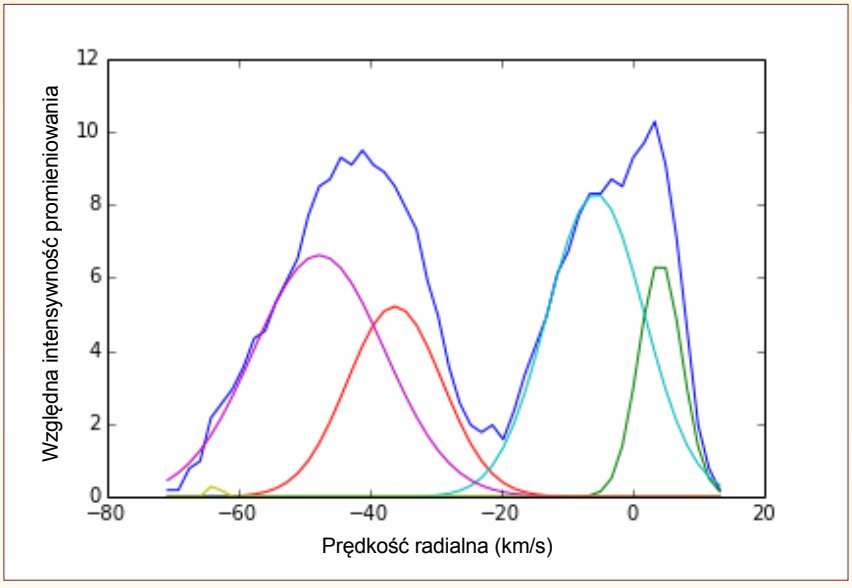
nie na liczbę iteracji, przez co im więcej parametrów, tym większa szansa, że zwróci błąd (*Runtime Error*). Podjąłem dwa zabiegi, aby temu przeciwdziałać: po pierwsze, najpierw dzieliłem dziedzinę na cztery równe przedziały i kazałem programowi znaleźć w każdym jakieś lokalne maksimum, któremu odpowiadającą częstotliwość i intensywność obierałem jako początkowe wartości średniej i amplitudy do dopasowania. Ponieważ takie lokalne maksimum jest dobrym kandydatem na ukryty obłok, czyniło to iterację znacznie szybciej zbieżną. Po drugie, aby zapobiec zwracaniu błędu w przypadku błędnego dopasowania, kazałem w razie niepowodzenia z czterema obłokami spróbować z trzema, potem z dwoma i wreszcie z jednym. Zastosowanie takiego (z dokładnością do drobnych szczegółów technicznych, których nie warto tu opisywać), bądź co bądź bardzo prostego algorytmu dało zadziwiająco dobre rezultaty — w ponad 80% przypadków dopasowanie było niemal idealne (to znaczy wykres sumy rozkładów Gaussa niemal pokrywał się z oryginalnymi danymi), a tylko przy kilku obserwacjach popełnione zostały poważne błędy, typu pominięcie jednego obłoku.

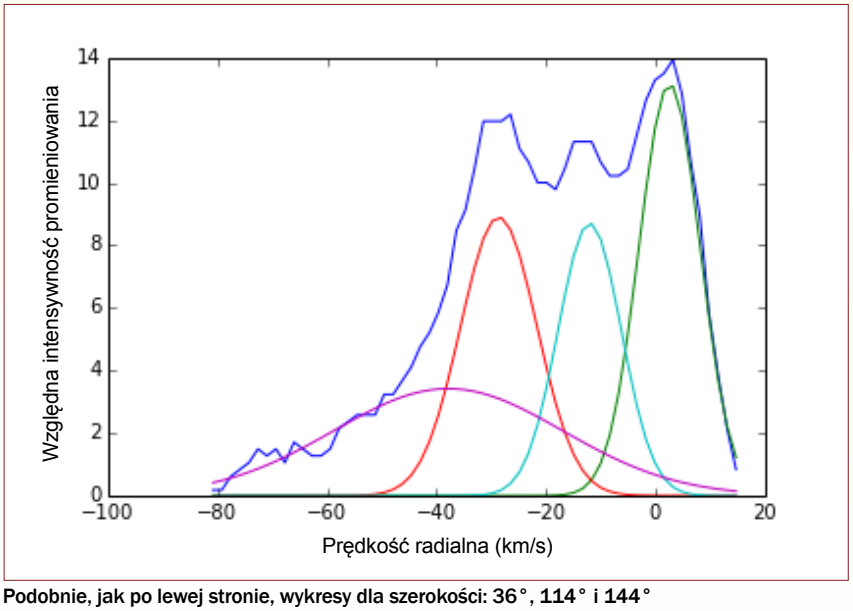
krzywa rotacji:
Funkcja wyrażająca prędkość ruchu obiegowego wokół centrum galaktyki w zależności od odległości od tego centrum (rozpatrywaną dla jakiegoś ciała należącego do tej galaktyki, poruszającego się po okręgu wokół centrum).



Przykłady dopasowań rozkładów Gaussa do danych obserwacyjnych, znalezionych przez mój program dla długości galaktycznych (kolejno od góry): −153°, −126°, 12°







Podobnie, jak po lewej stronie, wykresy dla szerokości: 36°, 114° i 144°

Krzywa rotacji

Stosując elegancki matematyczny trick możemy wyznaczyć wzór na względną prędkość obłoku

$$\upsilon_r = \upsilon \sin l \cdot \frac{R_\odot}{R} - \upsilon_\odot \sin l .$$

Jak widać, wartość ta zależy liniowo od ułamka (υ/R), gdzie υ to prędkość obłoku w ruchu obiegowym dookoła centrum galaktyki, zaś R to jego odległość w centrum. Ze wspomnianego wcześniej wykładu, którego wysłuchałem w Piwnicach, pamiętałem, że maksymalna względna prędkość radialna odpowiada minimalnej odległości, nie pamiętałem jednak, dlaczego. Szybko doszedłem jednak do wniosku, że wystarczy stworzyć model profilu gęstości galaktyki, aby móc ustalić, jak zmienia się wyrażenie (υ/R) i nietrudno zauważyć, że prawie dla każdego w miarę sensownego modelu jest ono malejące względem R, czyli faktycznie maksymalna prędkość radialna powinna odpowiadać minimalnej odległości. Szczęśliwie się składa, że dla długości galaktycznych od (–90°) do (90°) owa minimalna odległość odpowiada sytuacji, gdy linia widzenia jest styczna do orbity obłoku, w którym to przypadku wzór na prędkość radialną upraszcza się do

$$\upsilon\left(R_\odot \sin l\right) = \upsilon_{r_{\max}} + \upsilon_\odot \sin l .$$

Korzystając więc z obserwacji na tych długościach galaktycznych, dostajemy punkty pomiarowe, do których trzeba dopasować naszą krzywą rotacji. Dokładny kształt tej krzywej będzie zależał jednak od tego, jaką funkcję będziemy chcieli dopasować, a to jest równoznaczne z ustaleniem modelu profilu gęstości. W pierwszej wersji projektu założyłem, że będzie to liniowy spadek. Była to decyzja mało przemyślana i zupełnie błędna, jak uświadomił mnie prof. Maciej Mikołajewski po mojej prezentacji na Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym. Po konkursie postanowiłem więc poczytać o powszechnie przyjmowanych modelach gęstości i udoskonalić swój projekt. W oparciu o znalezione przeze mnie w internecie informacje stworzyłem model opierający się na podziale galaktyki na trzy części: centrum, ramiona spiralne

i ciemną materię. Jako centrum przyjąłem po prostu, że materia dla bardzo małych (poniżej 0,5 kpc) odległości ma jakąś masę M, której rozłożenie przestrzenne nie ma już wielkiego znaczenia. Dodanie takiej niezależnej stałej jest o tyle wygodne, że jest nadzieja, iż nadrobi ona niedoskonałości w reszcie modelu. Wyczytałem, że dla ramion spiralnych przyjmuje się wykładniczy spadek gęstości, co wynika z obserwacji podobnego trendu u innych spiralnych galaktyk. Wreszcie co do ciemnej materii nie wiadomo nic o jej fizycznych właściwościach, więc trzeba dobrać taki model, który odzwierciedla sposób, w jaki jej obecność przejawia się w danych obserwacyjnych, to znaczy tak, aby dla dużych odległości prędkość była praktycznie stała (czyli dążyła do stałej dla nieskończonego R) oraz nie miała dużego wpływu na przebieg tej funkcji dla odległości małych. Połączenie tych trzech komponentów daje nam model krzywej rotacji zależny od czterech stałych:

$$\upsilon(R)=\sqrt{G\tfrac{4}{3}\pi\left(\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R}+k\cdot e^{-\frac{R}{R_0}}+R^2\frac{b}{(10kpc)^2+R^2}\right)}$$

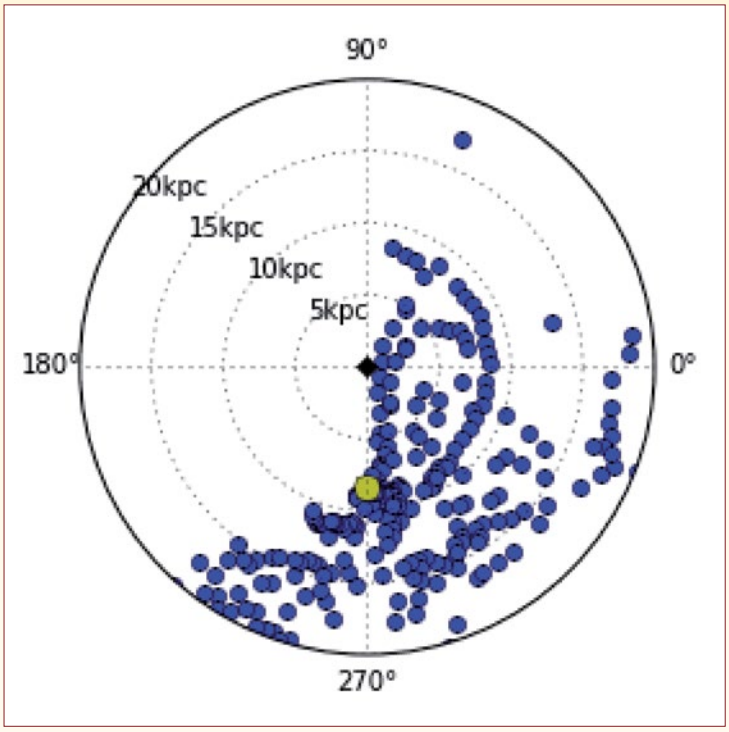
Mając dopasowaną krzywą rotacji, to znaczy znalazłszy wartości tych czterech stałych (M, k, R_0, b), można łatwo odwrócić tę procedurę, aby znaleźć pozycję każdego z obłoków. W tym celu na podstawie znanej wartości względnej prędkości radialnej tego obłoku (czyli wartości średniej odpowiadającego mu rozkładu Gaussa) wyznaczamy odpowiadającą mu wartość (υ/R) (odwracając równanie (odnośnik do wzorku na prędkość radialną)). Korzystając z tego, że funkcja ta jest malejąca (a więc różnowartościowa) względem R, możemy metodą połowienia przedziału znaleźć R. Odległość od centrum wraz z długością galaktyczną obserwacji wyznaczają nam pozycję obłoku. Dla odległości mniejszych niż odległość Słońca kryje się tu drobna niejednoznaczność — są dwa punkty o takim ustalonym R wzdłuż linii widzenia. Niestety nie można między tymi sytuacjami rozróżnić — trzeba zaznaczyć oba. Zważywszy na fakt, że i tak mapa pokaże jedynie strukturę naszej Galaktyki, nie jest to duży błąd.

Rozkład Maxwella:

Rozkład Maxwella określa rozkład prędkości swobodnie poruszających się cząstek gazu. Matematycznie ma postać rozkładu Gaussa i wyraża się wzorem postaci:

$$f(\upsilon)=\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}}\cdot e^{-\frac{m\upsilon^2}{2kT}},$$

gdzie υ — prędkość cząsteczki, m — masa cząsteczki, k — stała Boltzmanna, T — temperatura bezwzględna. Rozkład natężeń promieniowania od obłoku w zależności od częstotliwości będzie proporcjonalny do tego rozkładu Maxwella, ze względu na liniową zależność między częstotliwością a prędkością radialną, opisaną przez efekt Dopplera.



Moja mapa Galaktyki. Kropki przedstawiają obłoki wodoru, żółte kółko to Słońce, a czarny kwadrat to centrum galaktyki. Pustego obszaru nie można zaobserwować z Krakowa

Względna prędkość radialna — wyprowadzenie wzoru

W całym rozumowaniu przyjmujemy, że orbity obłoków wokół centrum Galaktyki są kołowe. Przy tym założeniu, wektor prędkości jest zawsze prostopadły do promienia wodzącego. Rozważmy obłok znajdujący się na długości galaktycznej l i w odległości R od centrum galaktyki, tak jak na rysunku. Jeśli przez υ_r oznaczymy względną prędkość radialną tego obłoku, to bezpośrednio z rysunku:

$$\upsilon_r=\upsilon\sin\alpha-\upsilon_\odot\sin l$$

Dodatkowo z twierdzenia sinusów:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin l}=\frac{R_\odot}{R}$$

Łącząc te dwa równania otrzymujemy:

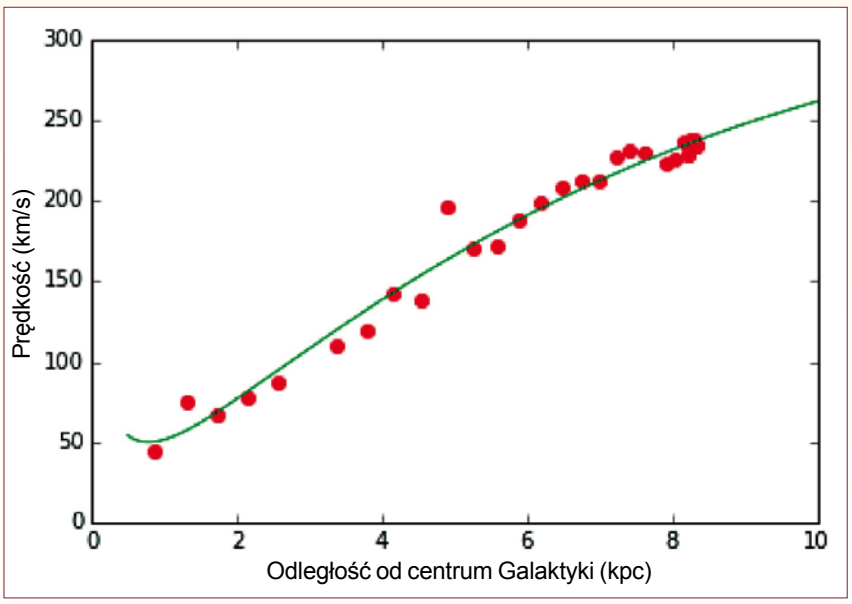
$$\upsilon_r=\upsilon\sin l\cdot\frac{R_\odot}{R}-\upsilon_\odot\sin l$$

Zmapować Galaktykę — misja wykonana

Ku mej ogromnej satysfakcji otrzymana przeze mnie mapa już w pierwszej wersji projektu dobrze odzwierciedlała strukturę spiralną naszej Galaktyki i dało się zidentyfikować niektóre powszechnie znane ramiona spiralne, zaś po poprawieniu modelu teoretycznego stały się one jeszcze lepiej widoczne. Zidentyfikowane ramiona spiralne, idąc zgodnie z ruchem wskazówek zegara od długości galaktycznej (0°) począwszy, to: niemal stykające się z centrum galaktyki Ramię Węgielnicy, początek Ramienia Krzyża, najładniejsze (na mojej mapie), tworzące idealny łuk Ramię Strzelca, pojedyncze obłoki z ramienia Perseusza (głównie początek), okazałe Ramię Oriona, z Układem Słonecznym na brzegu i wreszcie garść obłoków z Ramienia Zewnętrznego widocznych u dołu mapy.

Wizja artystyczna naszej Galaktyki. Źródło: NASA

Projekt tworzenia mapy Drogi Mlecznej był ciekawą przygodą. Fascynujące jest to, że dzięki zdalnemu dostępowi do radioteleskopu można zbadać strukturę tego niewyobrażalnie wielkiego tworu, jakim jest nasza Galaktyka, nawet nie wychodząc z domu. A tak naprawdę można byłoby zrobić jeszcze więcej. Miałem kilka pomysłów, jak angażując więcej czasu, bardziej zaawansowane modele teoretyczne i korzystając z bardziej zaawansowanych technik programistycznych mógłbym próbować stworzyć trójwymiarową mapę (a nawet animację uwzględniającą upływ czasu), która dodatkowo pokazywałaby jakieś oszacowania na masy bądź temperatury poszczególnych obłoków. Te idee pozostają jednak na razie w strefie marzeń, ja zaś rozglądam się za nowymi ciekawymi zagadnieniami do zbadania. ■



Uzyskany przeze mnie wykres krzywej rotacji galaktyki

Jakub Morawski jest obecnie studentem II roku astronomii na Uniwersytecie Warszawskim. Jego praca dotycząca wyznaczenia krzywej rotacji i zmapowania Drogi Mlecznej zasłużenie uzyskała 1. miejsce na Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w 2015 r. — autor wykazał się kreatywnością i zaradnością, dzięki czemu praca ma wyjątkowe walory edukacyjne. Kuba wydaje się kandydatem na znakomitego naukowca, dlatego życzymy mu w „Uranii" znakomitej kariery i sukcesów w, już bardziej profesjonalnym, poznawaniu Wszechświata.

Stanisław Mrozowski: fizyk zakochany w astronomii

Nasz Pierwszy Redaktor

Józef Szudy

Grupa przygotowujących się do matury uczniów gimnazjów warszawskich w roku 1919 powołała do życia międzyszkolne Koło Miłośników Astronomii. Trójka spośród nich (Stefan Kaliński, Jan Mergentaler i Stanisław Mrozowski) zdecydowała się na wydawanie kwartalnika popularyzującego wiedzę astronomiczną. Pierwszym redaktorem bardzo skromnie wydawanego pisma został Stanisław Mrozowski. Nazwano je „Uranią" — w numerze 5/2014 naszego czasopisma Jarosław Włodarczyk pisał o odnalezieniu dwóch numerów „Uranii" z pierwszego legendarnego rocznika 1920.

Stanisław Mrozowski urodził się dnia 9 lutego 1902 roku w Warszawie. Jego ojciec, Józef Mrozowski (1863–1942) był inżynierem kolejowym i w latach 1895–1901 brał udział w budowie centralnej części kolei transsyberyjskiej, a później kilku innych linii kolejowych na terenie Rosji, m.in. kolei z Wołogdy do St. Petersburga. Powodowało to, że rodzina często przemieszczała się do różnych miejscowości rosyjskich. Aby uniknąć rusyfikacji, rodzice zdecydowali wysłać młodego Stanisława do polskiej szkoły w Zakopanem, do której uczęszczał w latach 1913––1914. Tam zetknął się z polskim skautingiem i wstąpił do pierwszej polskiej drużyny harcerskiej założonej przez Andrzeja Małkowskiego.

Początki fascynacji astronomią

Tuż przed wybuchem pierwszej wojny światowej opuścił Zakopane i wyjechał na południe Ukrainy, do Chersonia, gdzie w tym czasie jego ojciec był zatrudniony przy budowie linii kolejowej z Chersonia do Noworosyjska. W Chersoniu, gdzie uczył się prywatnie, pod wpływem nauczyciela matematyki zainteresował się astronomią. W swoich wspomnieniach opublikowanych w roku 1973 w *Uranii* napisał[1]:

Zapał z jakim rzuciłem się do codziennych obserwacji nieba, pewnie by wygasł po pewnym czasie — jak to się często zdarza u młodych — gdyby nie pojawienie się w czerwcu 1918 roku nowej gwiazdy w konstelacji Orła, którą pewnego dnia „odkryłem". Odpowiedź z Obserwatorium w Mikołajewie, którą otrzymałem po kilku tygodniach i która potwierdziła ukazanie się gwiazdy Nova Aquilae 1918, zdecydowała o moich zainteresowaniach na czas dłuższy. To, że — jak informowało mnie Obserwatorium — w szeregu miejscowości w Rosji gwiazda ta została zaobserwowana przez wielu innych nie odgrywało roli. Ważne było dla mnie tylko to. że uzyskałem wiarę we własne siły i możliwości na niwie naukowej.

O tym, że tę młodzieńczą obserwację Mrozowski traktował jako swoje osiągnięcie, świadczy fakt, iż chlubił się nią wiele lat później w swoim *Curriculum vitae*, własnoręcznie napisanym w końcu lat 80. w związku z postępowaniem o nadanie mu tytułu *doktora honoris causa* Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Co więcej, sporo miejsca tej sprawie poświęcił Mrozowski także w wywiadzie opublikowanym w 1991 r. w *Postępach Fizyki*[2]. Ponieważ *Nova Aquilae 1918* była najjaśniejszą nową gwiazdą, jaka pojawiła się na niebie od czasu supernowej Johannesa Keplera z 1604 r., więc nie można się dziwić, że zaobserwowało ją wielu amatorów oraz zawodowych astronomów. Nie ma większego sensu drążenie tematu, komu należy przypisać pierwszeństwo tego odkrycia, ale warto zanotować, że w kilku opracowaniach znajdują się informacje, iż *Nova Aquilae 1918* była po raz pierwszy zaobserwowana w nocy z 8 na 9 czerwca 1918 r. przez innego Polaka, Zygmunta Laskowskiego (1841–1928), uczestnika powstania styczniowego, który po latach został profesorem anatomii na Uniwersytecie w Genewie, zaś pod koniec życia prowadził amatorskie obserwacje astronomiczne.

[1] S. Mrozowski, *Jak powstało Towarzystwo Miłośników Astronomii*, Urania, t. 44, nr 2, s. 56, luty 1973.

[2] Rozmowa Józefa Heldta ze Stanisławem Mrozowskim, *Uniwersytet Warszawski jest moją Alma Mater,* Postępy Fizyki, t. 42, nr 6, s. 651 (1991); Przedruk w książce: *Fizycy wspominają,* red. A.M. Kobos, Polska Akademia Umiejętności, Kraków 2014, s. 309.

Początki *Uranii*

Sytuacja, jaka się wytworzyła po przewrocie bolszewickim, spowodowała, że rodzina Mrozowskich latem 1918 r. opuściła Rosję, udając się do Warszawy, gdzie Stanisław zaczął uczęszczać do gimnazjum, nadal spędzając wolne wieczory na obserwacji nieba. W dniu 5 października 1919 r. z jego inicjatywy w jednej ze szkół warszawskich odbyło się spotkanie kilkunastu uczniów najstarszych klas gimnazjalnych, na którym zdecydowano o założeniu międzyszkolnego Koła Miłośników Astronomii. Na prezesa Koła wybrano Jana Mergentalera, ucznia klasy 8. gimnazjum im. Reja. Jednocześnie postanowiono wydawać w postaci litografowanej kwartalnik, któremu nadano tytuł *Urania*. Obowiązki redaktora i wydawcy powierzono Stanisławowi Mrozowskiemu. Ponieważ nikt spośród członków Zarządu nie był pełnoletni, więc obowiązki redaktora odpowiedzialnego zgodził się przyjąć Maksymilian Białęcki, urzędnik pocztowy i wielki miłośnik astronomii, który wspierał działania Koła i stał się jego opiekunem. Wspominając z czułością po latach Białęckiego, Mrozowski napisał: *Jemu to zawdzięczamy nazwę naszego kwartalnika — Urania.*

Pierwszy numer *Uranii* wyszedł w listopadzie 1919 r. Znajdował się w nim m.in. artykuł Mrozowskiego pt. *Obserwacje δ i μ Cephei oraz ε Aurigae"*. W numerze trzecim, który ukazał się niedługo przed ofensywą bolszewicką 1920 r., znajdował się kolejny artykuł Mrozowskiego (podpisany inicjałami S.M.) pt. *Gwiazdy zmienne typu β Persei i β Lyrae.* W obu artykułach autor omawiał wizualną metodę wyznaczania zmian jasności gwiazd przez porównanie z sąsiednimi gwiazdami obranymi jako wzorce i zilustrował tę metodę wynikami własnych pomiarów kilku zmiennych, wykonanymi na przełomie lat 1919 i 1920.

Prof. Stanisław Mrozowski

W tym samym czasie pod kierownictwem dr. Felicjana Kępińskiego, adiunkta w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego, Mrozowski wraz z Mergentalerem wspierani przez studenta pierwszego roku matematyki Antoniego Zygmunda prowadzili obliczenia efemeryd dla pewnej liczby planetoid, która to praca była przydzielona Kępińskiemu przez Międzynarodowe Biuro Efemeryd w Marsylii. Trzeba przy tym zaznaczyć, że wszystkie te działania wykonywali uczniowie przygotowujący się do matury.

W numerze 2 *Uranii* znajduje się krótka informacja na ten temat: *Dotychczas obliczone zostały efemerydy następujących planetoid: Simensy (748), Victorii (12), Gudrun (328), Arsinoë (407), Iris (7) i Chloë (402).* Natomiast w numerze 3 datowanym na miesiące maj — czerwiec — lipiec 1920 czytamy: *Obliczanie efemeryd planetoid obecnie zostało przerwane z powodu, że pozostałe obliczone już zostały przez berliński Instytut Rachunkowy (Recheninstitut).* W tym samym numerze jest ponadto następująca informacja: *Zebrania Koła na czas wakacji letnich (od 15 VI do 1 IX) zostają przerwane. Numer 4 Uranii wyjdzie dnia 1 września 1920.* Numer ten jednak nigdy się nie ukazał z powodu wojny polsko-bolszewickiej. Już bowiem w czerwcu 1920 r. na wieść o nadchodzącej ofensywie bolszewickiej Mrozowski wstąpił na ochotnika do wojska i został przydzielony do 201. pułku artylerii lekkiej w dywizji „Dzieci Warszawy", w szeregach którego walczył najpierw w bitwie warszawskiej pod Radzyminem, a potem w bitwie pod Grodnem. Za zasługi bojowe został odznaczony Krzyżem Walecznych. Z oczywistych względów zawierucha wojenna spowodowała przerwanie zarówno działalności międzyszkolnego Koła, jak i wydawania *Uranii*.

Powstaje Towarzystwo Miłośników Astronomii, późniejsze PTMA

Późną jesienią 1920 r. Mrozowski został zwolniony z wojska i powrócił do swojej szkoły, w której wiosną 1921 r. uzyskał maturę i następnie wstąpił na Uniwersytet Warszawski, aby studiować fizykę. Pozostali członkowie Koła Miłośników Astronomii także rozpoczęli studia (Jan Mergentaler na Uniwersytecie, Stefan Kaliński na Politechnice Warszawskiej) lub już studiowali (Edward Stenz, Antoni Zygmund). Wszyscy wspólnie doszli do wniosku, że istnienie Koła jako organizacji międzyszkolnej się przeżyło i trzeba szukać nowych form organizacyjnych, które mogłyby obejmować szersze kręgi osób zainteresowanych astronomią. W ten sposób 21 listopada 1921 r. odbyło się zebranie, w którym postanowiono przekształcić Koło w Towarzystwo Miłośników Astronomii (TMA), które zdecydowało wydawać jako swój organ — tym razem w postaci drukowanej — czasopismo pod dawną nazwą *Urania*. Dzięki wsparciu ojca, inżyniera kolei, Mrozowskiemu udało się uzyskać zgodę na wykorzystanie budki z dużymi oknami, znajdującej się na dachu Szkoły Technicznej Kolejowej przy ulicy Chmielnej 88 w celu ulokowania tam lunety (o średnicy obiektywu 10 cm), będącej własnością Maksymiliana Białęckiego, który entuzjastycznie wspierał działania TMA. W tej budce Mrozowski wraz z Białęckim zorganizowali „dostrzegalnię", w której w okresie roku akademickiego 1921/22 odbywały się pokazy nieba. Uczestniczyły w nich niezliczone rzesze uczniów szkół warszawskich a także spoza Warszawy.

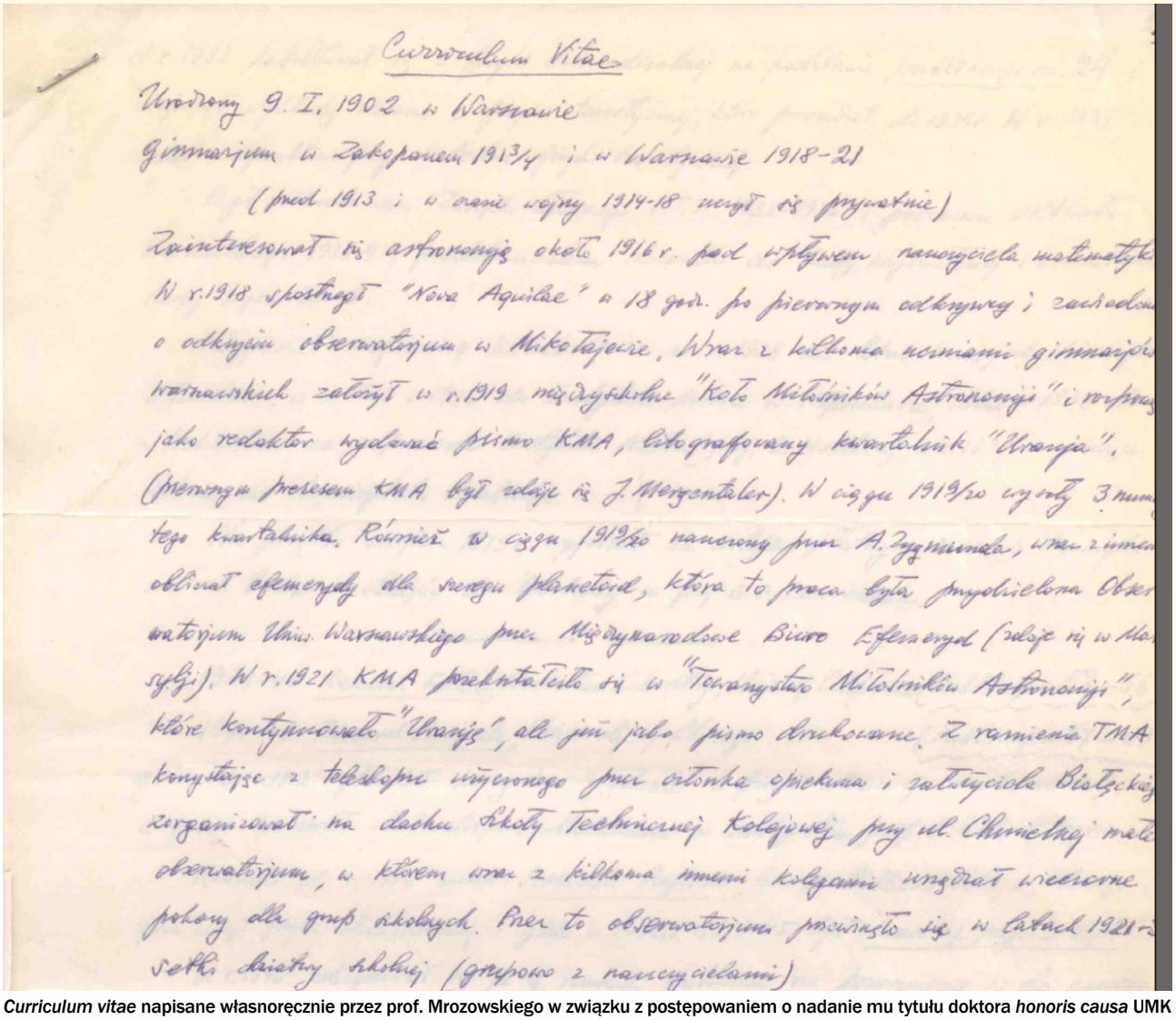
A jednak fizyka...

W miarę upływu czasu Mrozowskiego coraz bardziej absorbowało studiowanie fizyki, wskutek czego zmuszony był wycofać się z prowadzenia pokazów nieba oraz innych prac TMA. Jego zamiar był taki, że najpierw skończy studia fizyki, a następnie zostanie astrofizykiem. W tym celu postanowił zapoznać się i pracować w dziedzinach fizyki atomowej i spektroskopii, które w tym czasie przeżywały burzliwy rozwój. Po ukończeniu studiów, w roku 1925 rozpoczął badania dotyczące widm atomów cynku, kadmu i rtęci, które prowadził pod kierunkiem prof. Stefana Pieńkowskiego w Zakładzie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego. Tej tematyki dotyczyła jego praca doktorska, którą ukończył w 1929 r. Po doktoracie Mrozowski przeprowadził pionierskie badania fluorescencji par rtęci, dokonując odkrycia szeregu pasm ciągłych, które zinterpretował jako pochodzące od słabo związanych cząsteczek Hg_2, czyli układu dwóch atomów rtęci. Następnie badał widma oraz polaryzację fluorescencji cząsteczek dwuatomowych kadmu (Cd_2), cynku (Zn_2) oraz jodu (I_2).

Jego wielkim osiągnięciem było wzbudzenie poszczególnych składowych nadsubtelnych linii rezonansowej rtęci za pomocą filtru magnetycznego własnego pomysłu, znanego dziś pod nazwą *filtru Mrozowskiego*, oraz wzbudzenie pojedynczych izotopów w naturalnej mieszaninie par rtęci. Mrozowski jednocześnie wykazał, że stosując schodkowe wzbudzenie wyróżnionego izotopu, w obecności tlenu może zajść reakcja pomiędzy wzbudzonym atomem danego izotopu rtęci a cząsteczką tlenu, w wyniku której powstaje cząsteczka HgO (zawierająca wyłącznie ten wyróżniony izotop rtęci), która strąca się w postaci żółtego osadu. Efektywność rozdzielenia izotopów rtęci tą metodą wynosi 70%. Ta fotochemiczna metoda rozdzielania izotopów przyniosła Mrozowskiemu znaczny rozgłos międzynarodowy i była często cytowana w podręcznikach i monografiach. Była ponadto dyskutowana za zamkniętymi drzwiami w czasie II wojny światowej przy opracowywaniu amerykańskiego projektu atomowego (chodziło o ewentualne użycie jej do wydzielenia uranu 235).

Wyjazd do Berkeley i decyzja o pozostaniu w USA

W sierpniu 1939 r. Mrozowski wyjechał na roczny urlop naukowy do laboratorium laureata Nagrody Nobla prof. Ernesta Lawrence'a w Berkeley, w USA. Wybuch II wojny światowej sprawił, że zamierzony wyjazd roczny



Curriculum Vitae

Urodzony 9. I. 1902 w Warszawie

Gimnazjum w Zakopanem 1913/4 i w Warszawie 1918-21

(przed 1913 i w czasie wojny 1914-18 uczył się prywatnie)

Zainteresował się astronomją około 1916 r. pod wpływem nauczyciela matematyki. W r. 1918 spostrzegł "Nova Aquilae" w 18 godz. po pierwszym odkrywcy i zawiadomił o odkryciu obserwatorjum w Mikołajewie. Wraz z kilkoma uczniami gimnazjów warszawskich założył w r. 1919 międzyszkolne "Koło Miłośników Astronomji" i rozpoczął jako redaktor wydawać pismo KMA, litografowany kwartalnik "Uranja". (Pierwszym prezesem KMA był zdaje się J. Mergentaler). W ciągu 1919/20 wyszły 3 numery tego kwartalnika. Również w ciągu 1919/20 nauczony przez A. Zygmunda, wraz z innemi obliczał efemerydy dla szeregu planetoid, która to praca była przydzielona Obserwatorjum Uniw. Warszawskiego przez Międzynarodowe Biuro Efemeryd (zdaje się w Marsylji). W r. 1921 KMA przekształciło się w "Towarzystwo Miłośników Astronomji", które kontynuowało "Uranję", ale już jako pismo drukowane. Z ramienia TMA korzystając z teleskopu użyczonego przez członka opiekuna i założyciela Białęckiego zorganizował na dachu Szkoły Technicznej Kolejowej przy ul. Chmielnej małe obserwatorjum, w którem wraz z kilkoma innemi kolegami urządzał wieczorne pokazy dla grup szkolnych. Przez to obserwatorjum przewinęło się w latach 1921-3 setki dziatwy szkolnej (grupowo z nauczycielami)

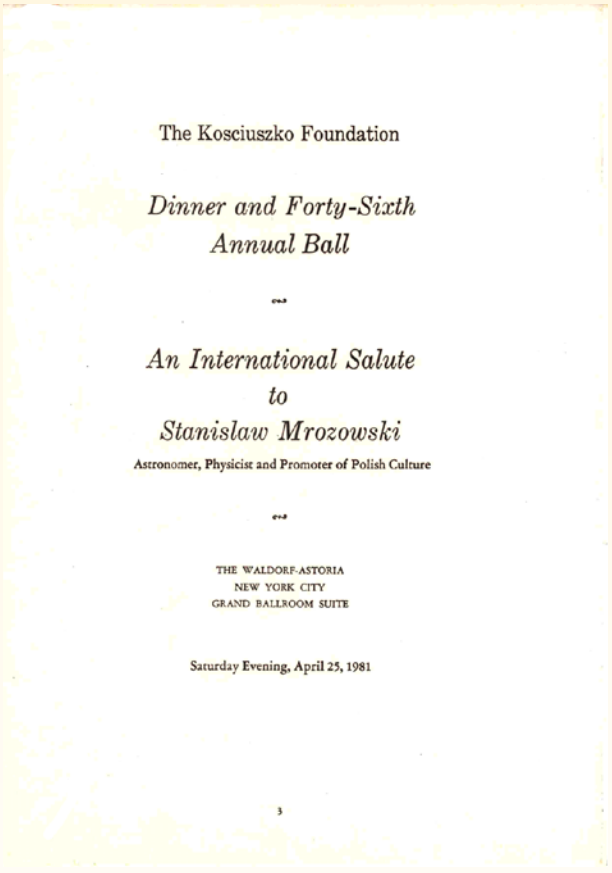
Curriculum vitae napisane własnoręcznie przez prof. Mrozowskiego w związku z postępowaniem o nadanie mu tytułu doktora *honoris causa* UMK

zamienił się na stały pobyt. W Berkeley pracował przy cyklotronie, współpracując z wybitnym fizykiem Emilio Segrè, późniejszym laureatem Nagrody Nobla, nad otrzymywaniem krótkożyciowego izotopu ksenonu. Głównym zadaniem Mrozowskiego było zbadanie widma tego izotopu. Tam też zainteresował się problematyką przejść wzbronionych w atomach, których teorię rozwinął w latach międzywojennych wybitny polski fizyk Wojciech Rubinowicz. Powstające w wyniku tych przejść linie widmowe, nazywane *liniami wzbronionymi*, odgrywają ważną rolę w astrofizyce, gdyż zostały zaobserwowane w mgławicach, a także w geofizyce, ze względu na ich rolę w świeceniu zorzy polarnej. Mrozowski przeprowadził gruntowne badania dla linii wzbronionych ołowiu, które mają charakter mieszany, gdyż są wynikiem jednoczesnego występowania promieniowania magnetycznego dipolowego i elektrycznego kwadrupolowego. Odkrył wówczas występowanie w tych liniach tzw. *efektu interferencyjnego*, którego wielkość zależy od kierunku obserwacji.

Po rocznym pobycie w Berkeley Mrozowski przeniósł się do Chicago, gdzie w latach 1940–1945 pracował jako Research Associate w University of Chicago, w laboratorium Roberta Mullikena, późniejszego laureata Nagrody Nobla. Przeprowadził tam precyzyjne pomiary widm cząsteczki trójatomowej CO_2^+ dokonując identyfikacji ponad 4000 linii widmowych tej cząsteczki. Jego wielkim osiągnięciem było doświadczalne odkrycie rozszczepienia poziomów oscylacyjnych tej cząsteczki w jej elektronowym stanie wzbudzonym, spowodowane rezonansowym mieszaniem się stanów. Oprócz tego w Chicago Mrozowski przeprowadził bardzo ważne badania struktury nadsubtelnej linii dozwolonych i wzbronionych bizmutu i na tej podstawie dokonał klasyfikacji termów atomu bizmutu. Wyniki tych badań wywołały znaczne zainteresowanie fizyków amerykańskich, czego dowodem jest to, że został zaproszony do wygłoszenia referatu plenarnego na Amerykańskim Sympozjum Spektroskopowym w Chicago w 1944 r., a więc w czasie, gdy w Europie nadal trwała wojna. Referat ten został w całości wydrukowany w postaci długiego artykułu w prestiżowym czasopiśmie *Reviews of Modern Physics*. Wojciech Rubinowicz tuż po wojnie napisał do Mrozowskiego list, w którym wyraził się o tym artykule jako *o oknie, przez które pokazał wielki dorobek fizyków polskich dotyczący linii wzbronionych*.

Węgiel, American Carbon Society i czasopismo Carbon

Po zakończeniu wojny, w 1945 r. Mrozowski rozpoczął pracę w laboratorium przemysłowym korporacji Great Lakes Carbon Corporation (GLCC) w Morton Grave, w stanie Illinois. Prezes tej korporacji zwrócił się do Mrozowskiego z propozycją zorganizowania od podstaw fizycznego laboratorium badań nad węglem. Dla Mrozowskiego była to dziedzina nowa, w której nigdy dotąd nie pracował. W tym okresie tylko chemicy zajmowali się węglem — głównie od strony jego właściwości adsorpcyjnych i katalitycznych. Mrozowski szybko się zorientował, że fizyka węgla przedstawia otwarte pole dla pionierskiej pracy w dziedzinie fizyki ciał nieuporządkowanych. Firma GLCC produkowała głównie elektrody węglowe i grafitowe dla przemysłu stalowego. W celu polepszenia parametrów produkowanych elektrod Mrozowski przeprowadził badania przewodnictwa elektrycznego i cieplnego różnych rodzajów koksu i czystego węgla, używanych do ich wytwarzania. Stwierdził wówczas, że z punktu widzenia fizyki materiały węglowe to istna *terra incognita*, która do tej pory nie była przedmiotem zainteresowania nauki akademickiej. Ponieważ zatrudnienie w laboratorium przemysłowym było związane z silnymi ograniczeniami możliwości publikacji wyników badań, w roku 1949 Mrozowski opuścił GLCC — tracąc przy tym znacząco na zarobkach — i objął stanowisko profesora fizyki w State University of New York at Buffalo, gdzie zorganizował od podstaw Carbon Research Laboratory, które w krótkim czasie stało się światowym liderem w dziedzinie fizyki węgla. Po zgromadzeniu odpowiedniej aparatury Mrozowski rozpoczął kompleksowe badania właściwości elektronowych różnych materiałów węglowych obejmujące badania efektu Halla, elektrycznego oporu właściwego i magnetooporu w funkcji temperatury jak i stanu zwęglenia, a także badania przy użyciu metod elektronowego rezonansu paramagnetycznego oraz metod podczerwieni. W badaniach tych Mrozowski wraz ze swoimi współpracownikami odniósł kilka spektakularnych osiągnięć, takich jak odkrycie silnego sygnału rezonansu spinowego w węglach oraz tworzenie się spinów


The Kosciuszko Foundation

Dinner and Forty-Sixth Annual Ball

An International Salute to Stanislaw Mrozowski

Astronomer, Physicist and Promoter of Polish Culture

THE WALDORF-ASTORIA
NEW YORK CITY
GRAND BALLROOM SUITE

Saturday Evening, April 25, 1981

Plakat z okazji 46. Dorocznego Balu Fundacji Kościuszkowskiej w hotelu The Waldorf-Astoria New York City na cześć prof. Mrozowskiego

zlokalizowanych na powierzchni koksów i węgli pod wpływem reakcji z gazami, a także odkrycie ujemnego oporu magnetycznego. Uzyskane wyniki pozwoliły Mrozowskiemu na opracowanie modelu pasmowego przewodnictwa węgli.

Począwszy od roku 1953, Mrozowski zaczął organizować w odstępach dwuletnich konferencje poświęcone fizyce węgla. Kilka lat później doprowadził do utworzenia Amerykańskiego Komitetu Węglowego, który potem przekształcił się w Amerykańskie Towarzystwo Węglowe (*American Carbon Society*), zostając jego pierwszym przewodniczącym. Dzięki jego staraniom w roku 1963 wyszedł pierwszy numer międzynarodowego czasopisma naukowego *Carbon,* wydawanego przez Pergamon Press. Przez 20 lat Mrozowski pełnił funkcję redaktora naczelnego tego czasopisma, którego celem było publikowanie prac naukowych zawierających oryginalne wyniki badań w dziedzinach fizyki i chemii węgla; zarówno badań podstawowych, jak również aplikacyjnych.

Astronomia raz jeszcze — linie wzbronione i nie tylko

Mimo że fizyka węgla stanowiła główny przedmiot zainteresowań naukowych Mrozowskiego w Buffalo, to jednak nie zapomniał on o dziedzinie, w której rozpoczynał swoją karierę naukową, czyli o spektroskopii atomowej i molekularnej. Jako szef *Department of Physics* Uniwersytetu w Buffalo równolegle do laboratorium węglowego kierował pracownią spektroskopową, w której prowadził badania dotyczące linii wzbronionych. W obu laboratoriach na stażach podoktorskich przebywali liczni stypendyści z Polski, wśród nich Józef Ambroży Heldt z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, który po powrocie do Torunia habilitował się na podstawie wyników — wykonanych w Buffalo — badań linii wzbronionych. Wkrótce po habilitacji Heldt przeniósł się do Uniwersytetu Gdańskiego, gdzie rozwinął na szeroką skalę badania linii wzbronionych w atomach metali ciężkich. Badania te były prowadzone w ramach ciągłej współpracy z prof. Mrozowskim, który w swoich wspomnieniach wielokrotnie podkreślał, że przez całe swoje życie do tej problematyki odczuwał wielki sentyment ze względu na jej znaczenie w astrofizyce i swoją młodzieńczą miłość do astronomii.

O tym, że ta miłość była nadal żywa, świadczy jego zaangażowanie w pracach utworzonego w roku 1970 Amerykańskiego Komitetu Obchodów 500-lecia Urodzin Mikołaja Kopernika. Oprócz Mrozowskiego w skład tego Komitetu wchodzili dwaj polscy matematycy, obywatele USA: jako przewodniczący — kolega Mrozowskiego z międzyszkolnego Koła Miłośników Astronomii w Warszawie — Antoni Zygmund (1900–1992), wówczas profesor Uniwersytetu w Chicago oraz Jerzy Spława-Neyman (1894–1981), profesor statystyki w Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley. Poza nimi w skład Komitetu wchodziło trzech dyrektorów amerykańskich obserwatoriów astronomicznych, rodzimych Amerykanów.

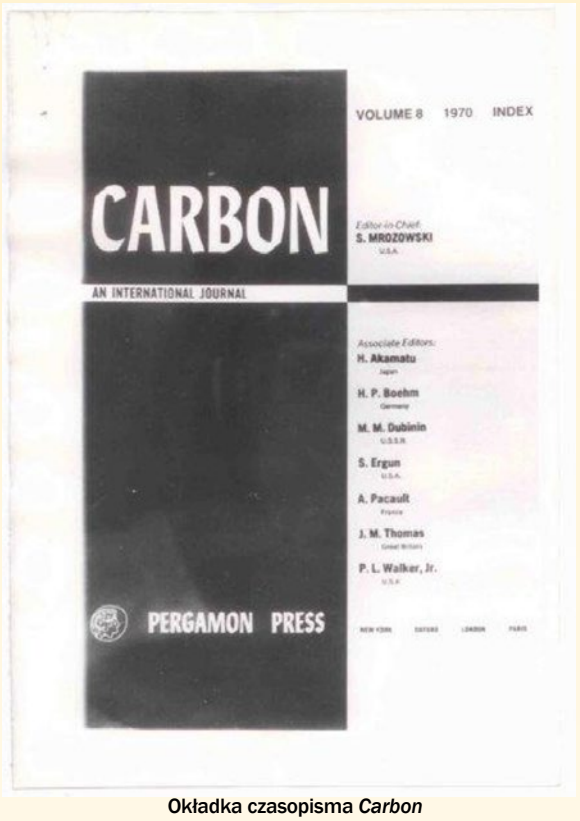
Na zamówienie Komitetu znakomity astrofizyk i kosmolog brytyjski sir Fred Hoyle (1915–2001) i znany dyrygent i pianista Leo Smit (1921–1999), profesor muzyki z Uniwersytetu w Buffalo ułożyli kantatę na cześć Kopernika zatytułowaną *Copernicus — Narrative and Credo*, odegraną w czasie obchodów kopernikańskich w Waszyngtonie, Buffalo i innych miastach. Dzięki staraniom tego Komitetu National Science Foundation przyznało kwotę 1,4 mln dolarów jako dar społeczeństwa amerykańskiego na rozwój astronomii w Polsce. W wyniku pertraktacji z władzami Polskiej Akademii Nauk postanowiono przeznaczyć ten dar na budowę Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Warszawie.

Kontakty z Polską

W roku 1969 Mrozowski przyjechał do Polski, po raz pierwszy po trzydziestu latach nieobecności. Odebrał wówczas dyplom członka honorowego Polskiego Towarzystwa Fizycznego. W roku 1973 przyjechał ponownie do Polski w związku z obchodami 500. rocznicy urodzin Kopernika, goszcząc w Warszawie, Toruniu i Krakowie. W Krakowie odwiedził siedzibę władz Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, gdzie wręczono mu złotą odznakę tego Towarzystwa. Wspominając tę wizytę w wywiadzie opublikowanym w roku 1991 w *Postępach Fizyki*, Mrozowski powiedział:

Po moim wyjeździe na Walnym Zgromadzeniu PTMA uchwalono nadanie mi honorowego członkostwa. Uchwała ta została nazajutrz ogłoszona w gazetach, ale nie została zatwierdzona przez rząd PRL. A więc nie jestem członkiem honorowym Towarzystwa, którego byłem współzałożycielem.

W tym czasie z inicjatywy emerytowanego profesora Aleksandra Jabłońskiego, twórcy i wieloletniego kierownika Katedry Fizyki Doświadczalnej UMK oraz prof. Wilhelminy Iwanowskiej, dyrektora Obserwatorium Astronomicznego UMK w Piwnicach koło Torunia została wszczęta procedura o nadanie Stanisławowi Mrozowskiemu tytułu doktora *honoris*



Okładka czasopisma *Carbon*

causa Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Czynniki polityczne utrąciły jednak te starania we wstępnej fazie. W cytowanym powyżej wywiadzie Mrozowski mówił na ten temat następująco:

Uważam, że liczą się intencje społeczności fizyków i astronomów w Polsce, a w moim przekonaniu może powinienem być dumny z faktu odrzucenia tej inicjatywy przez Ministerstwo Spraw Zagranicznych owego rządu. Wiem dobrze, jak był tym faktem zmartwiony główny promotor profesor Jabłoński oraz profesor Iwanowska. Sprawa wyglądała bardzo dziwnie, bo na wiosnę 1973 roku ambasada Polski Ludowej drogą okrężną zapytała mnie, czy przyjąłbym doktorat honoris causa, jeśli jeden z polskich uniwersytetów mi go ofiaruje — na co odpowiedziałem „naturalnie tak".

Zainicjowane wówczas postępowanie w sprawie nadania prof. Mrozowskiemu tytułu doktora *honoris causa* UMK zostało uwieńczone sukcesem dopiero po zmianach ustrojowych w Polsce. Dnia 19 czerwca 1990 r. Rektor i Senat UMK nadali mu ten tytuł na specjalnej uroczystości w Pałacu Dąmbskich na Wydziale Sztuk Pięknych UMK Toruniu. Niestety, prof. Jabłoński — główny inicjator tego postępowania — nie uczestniczył już w tej uroczystości, gdyż odbyła się ona 10 lat po jego śmierci.

Więzy przyjaźni, jakie — jeszcze od czasów przedwojennych — łączyły Mrozowskiego z Jabłońskim, spowodowały, że ofiarował on Polskiemu Towarzystwu Fizycznemu swój bogaty księgozbiór skompletowany w okresie ponadtrzydziestoletniego pobytu w Stanach Zjednoczonych jako zaczątku biblioteki tego Towarzystwa, która znalazła siedzibę w budynku Instytutu Fizyki UMK w Toruniu. Jednocześnie zaprenumerował dla tej biblioteki szereg najważniejszych amerykańskich czasopism fizycznych, takich jak *Physical Review, Reviews of Modern Physics, Journal of the Optical Society of America, Applied Optics* i innych. Co więcej, Mrozowski spowodował, że prenumerata tych czasopism ma finansowe zabezpieczenie w specjalnej dotacji *The Mrozowski Scholarly Journal Fund*, złożonej na ten cel w Fundacji Kościuszkowskiej w Nowym Jorku. Miało to ogromne znaczenie w latach 80. minionego stulecia, gdy po wprowadzeniu stanu wojennego i obcięciu przez ministerstwo środków finansowych na prenumeratę czasopism zagranicznych, polskie instytucje badawcze w większości zostały pozbawione dostępu do bieżącej literatury naukowej z krajów zachodnich. W tych ponurych czasach, istnienie tej biblioteki w Toruniu okazało się zbawienne, gdyż dzięki niej środowiska fizyków z wielu ośrodków, głównie Polski Północnej, mogły na bieżąco śledzić rozwój nauk fizycznych na świecie.

Z Fundacją Kościuszkowską Mrozowski był ściśle związany, gdyż przez wiele lat zasiadał w jej zarządzie jako członek i wiceprezes. Oprócz tego działał aktywnie w kilku organizacjach i stowarzyszeniach koordynowanych przez Kongres Polonii Amerykańskiej.

W szczególności, aktywnie działał w *Polskim Instytucie Naukowym w Ameryce*, zrzeszającym inteligencję twórczą pochodzenia polskiego. Od roku 1946 piastował funkcję przewodniczącego sekcji nauk ścisłych i przyrodniczych tego Instytutu, zaś w okresie od 1965 do 1974 r, był jego prezesem. W podzięce za całość działalności w organizacjach i instytucjach polskich na terenie USA, w roku 1981 Fundacja Kościuszkowska uhonorowała prof. Stanisława Mrozowskiego

Nowa Orła 1918

Nowa Orła 1918 (V603 Aql) pojawiła się w czerwcu 1918 roku osiągając jasność –0,5m, ustępując jedynie Syriuszowi i Canopusowi. Przed wybuchem była słabą gwiazdką o jasności 11,4m. Nowa okazała się być tzw. zmienną kataklizmiczną (CV), czyli ciasnym układem podwójnym, w którym jedną z gwiazd jest biały karzeł akreujący materię (za pośrednictwem dysku akrecyjnego) z mniej wyewoluowanego towarzysza. Gdy masa zakreowanej materii (bogatej w wodór) osiągnie wartość krytyczną, następuje wybuch. W pewnym momencie podejrzewano, że układ może być tzw. pośrednim polarem (tzn. biały karzeł posiada własne pole magnetyczne na tyle silne, że jest ono w stanie zaburzyć przepływ materii w dysku akrecyjnym w pobliżu białego karła — materia spływa w tym obszarze wzdłuż linii sił pola magnetycznego). Jeszcze silniejsze pole magnetyczne białego karła może doprowadzić do akrecji kolumnowej bez utworzenia dysku akrecyjnego (polar). W roku 1992 Schwarzenberg-Czerny, Udalski & Monier (ApJL, 401) przedstawili argumenty za możliwym uznaniem V603 Aql za polara pośredniego, jednak dokładniejsza analiza większej ilości danych obserwacyjnych opublikowana w roku 2003 przez Borczyka, Schwarzenberga-Czernego i Szkodego (A&A, 405) nie potwierdziła wcześniejszych podejrzeń.

Fot. 5. Irena i Stanisław Mrozowscy w Alpach, w tle widoczny Matterhorn

medalem uznania (*Medal of Recognition*). Medal ten wręczono mu na specjalnym, corocznym balu w hotelu Waldorf Astoria New York, w którym uczestniczą Polacy z wielu ośrodków na terenie USA.

W roku 1973 Mrozowski przeszedł na emeryturę. Zlikwidował wówczas oba swoje laboratoria (węglowe i spektroskopowe) w Buffalo i przeniósł się do Ball State University w Muncie, w stanie Indiana, gdzie jego dawny uczeń i doktorant prof. Malcolm Hults kierował Zakładem Fizyki. Mrozowski zorganizował w tym Zakładzie nową pracownię, poświęconą wyłącznie badaniom w dziedzinie spektroskopii atomowej, a także kontynuował samodzielne badania nad węglem i pełnił obowiązki redaktora naczelnego czasopisma *Carbon*. Powrócił wtedy do tematyki bliskiej zagadnieniom astrofizycznym, czyli do zjawisk towarzyszących emisji linii wzbronionych przez atomy. Mimo podeszłego wieku, Mrozowski z wielką energią i entuzjazmem aktywnie uczestniczył w tych badaniach, osobiście biorąc udział w pomiarach widm otrzymywanych przy użyciu tandemu interferometrów Fabry-Perota. Do uczestnictwa w tych badaniach Mrozowski zaprosił swojego dawnego stypendystę prof. Józefa A. Heldta i jego współpracowników z Uniwersytetu Gdańskiego, którzy w ramach nawiązanej w ten sposób współpracy przebywali kilkakrotnie w Muncie. Owocem współpracy są liczne publikacje uczestników tych badań oraz praca doktorska Jolanty Czerwińskiej, której obrona odbyła się na Uniwersytecie Gdańskim w roku 1993. W obronie uczestniczył prof. Mrozowski, który w tym celu specjalnie przyjechał do Gdańska, odwiedzając przy okazji także Toruń i Warszawę.

Po raz ostatni Mrozowski przyjechał do Polski w roku 1994. Oprócz Warszawy odwiedził wówczas Toruń, wygłaszając referat na seminarium w Instytucie Fizyki UMK, w którym podsumował swoją naukową drogę życiową, wskazując przy tym na związki prowadzonych przez siebie badań w zakresie spektroskopii z astronomią. Mówił przede wszystkim o liniach wzbronionych, które były jego oczkiem w głowie przez wiele lat od czasu, gdy znalazł się w Berkeley, ale nawiązał także w tym referacie do swoich prac przedwojennych prowadzonych na Uniwersytecie Warszawskim dotyczących polaryzacji fluorescencji cząsteczek, które zostały później wykorzystane do wykazania fluorescencyjnego charakteru świecenia cząsteczek CO_2 w ogonach komet. Przy okazji tego pobytu odwiedził Obserwatorium Astronomiczne UMK w Piwnicach, spotykając się z — wówczas ciągle jeszcze aktywną — Panią Profesor Wilhelminą Iwanowską (1905–1999).

Fot. 6. Prof. Mrozowski (z prawej) i prof. Antonowicz 29 czerwca 1990 r., w dniu nadania prof. Mrozowskiemu doktoratu *honoris causa* UMK

Wielką pasją prof. Mrozowskiego było chodzenie po górach — w lecie wspinaczki, a w zimie na nartach. Chodził po różnych górach, na różnych kontynentach. Przed wojną wielokrotnie odbył wiele wędrówek po Tatrach, po raz ostatni na Wielkanoc 1939 r., kiedy przeszedł samotnie na nartach przez Zawrat do Pięciu Stawów. Gdy osiedlił się w USA, chodził po górach w Colorado, Nowym Meksyku, Wyoming i Montanie, a także na nartach na Alasce. Po wojnie przy okazji kolejnych pobytów w Europie zawsze planował wypad w Alpy w rejony Zermattu i Mont Blanc. W tych wędrówkach towarzyszyła mu często jego żona Irena, także fizyczka, którą poznał w czasie studiów na Uniwersytecie Warszawskim.

Profesor Stanisław Mrozowski zmarł dnia 21 lutego 1999 roku w Fort Lauderdale na Florydzie i tam został pochowany.

Śródtytuły pochodzą od redakcji.

Profesor Józef Szudy gościł w zeszłym roku na łamach naszego pisma jako współautor artykułu o Witelonie — pierwszym polskim i do tego od razu wybitnym astronomie. Dziś przypomina nam postać prof. Stanisława Mrozowskiego, doktora *honoris causa* UMK w Toruniu — przyjaciela prof. Aleksandra Jabłońskiego, założyciela toruńskiej szkoły fizyki.

Na zdjęciu autor w towarzystwie prof. Mrozowskiego na schodach Instytutu Fizyki UMK Toruniu podczas jego ostatniej wizyty w 1994 roku

Premiera w Planetarium Śląskim

Z Collinsem na Srebrny Glob

5 lutego 2017 r. w Planetarium Śląskim w Chorzowie miała miejsce premiera seansu „Wokół Księżyca". To kolejne udane przedsięwzięcie duetu scenarzystów: Stefana Janty z Planetarium Śląskiego i Jarosława Juszkiewicza z Polskiego Radia Katowice. Na 50 minut zabierają nas oni w kosmiczną podróż z Księżycem w roli głównej. Niezwykle pomysłowe jest postawienie w roli narratora Michaela Collinsa — pilota modułu dowodzenia podczas misji Apollo 11. W czasie gdy jego koledzy jako pierwsi w historii ludzie lądują na powierzchni Srebrnego Globu, on przebywa w module dowodzenia, okrążając naszego naturalnego satelitę na wysokości 110 km. Głos płk. Collinsa, w którego rolę wciela się aktor Ireneusz Załóg, w sposób spokojny i rzeczowy przekazuje nam informacje o Księżycu i nie tylko, czyniąc przekaz bardzo wiarygodnym.

W ciągu wspomnianych 50 minut zdobywamy mnóstwo informacji, m. in. o fazach Księżyca, o jego orbicie, fazach Ziemi widzianej z orbity wokółksiężycowej, o zaćmieniach, a także o budowie selenologicznej towarzysza naszej planety. To jednak jeszcze nie wszystko, Collins opowiada o odległych słońcach – gwiazdach, zarówno tych widzianych z północnej półkuli Ziemi, jak i tych widocznych jedynie z antypodów. Poza tym autorzy seansu dostarczają nam sporej dozy ciekawostek astrofizycznych, takich jak ruchy pływowe (w tym skorupy Ziemi). Możemy dowiedzieć się, czym są maskony, jak działa i do czego służy retroreflektor lunarny, no i wreszcie: w jakim celu Amerykanie pozostawili na terytorium Selene… armatę!

Jedyna drobna, subiektywna uwaga, która w niczym nie umniejsza mojej bardzo wysokiej oceny tego seansu, to sposób przedstawienia informacji o księżycach innych planet naszego Układu Słonecznego. Kiedy „w zenicie" planetarium wyświetlany był animowany schemat tego układu (tylko planety i Słońce) — w warstwie dźwiękowej słyszeliśmy o księżycach, których na tym schemacie nie widać, co spowodowało moją chwilową dezorientację, na co tak naprawdę patrzę: na cały Układ Słoneczny (bez księżyców) czy może na układ księżyców którejś z planet?

Ograniczone, wręcz ascetyczne, środki graficzne zastosowane w tym przedstawieniu należy jednak uznać *in plus* — nie rozpraszają widza. Dopełnieniem seansu jest starannie dobrana muzyka, doskonałe tło pozwalające na prawdziwy relaks pod syntetycznymi gwiazdami, którą skomponował Tadeusz Grabowski. Według mnie, panowie Janta i Juszkiewcz uzyskali bardzo dobry efekt końcowy w postaci wartościowego materiału dydaktycznego, przedstawionego w ciekawej, zwartej formie i w doskonale zrównoważonym rytmie.

Polecam ten spektakl każdemu miłośnikowi astronomii. Szczególnie zaś tym, którym wydaje się, że o Księżycu wiedzą już chyba wszystko. Mogą się bardzo zdziwić.

Mirosław Danch

Autorzy: Stefan Janta i Jarosław Juszkiewicz
Tytuł: Wokół Księżyca
Premiera: Planetarium Śląskie, 5 lutego 2017
Czas trwania: 50 min

Kadr ze spektaklu. Źródło: materiały Planetarium Śląskiego

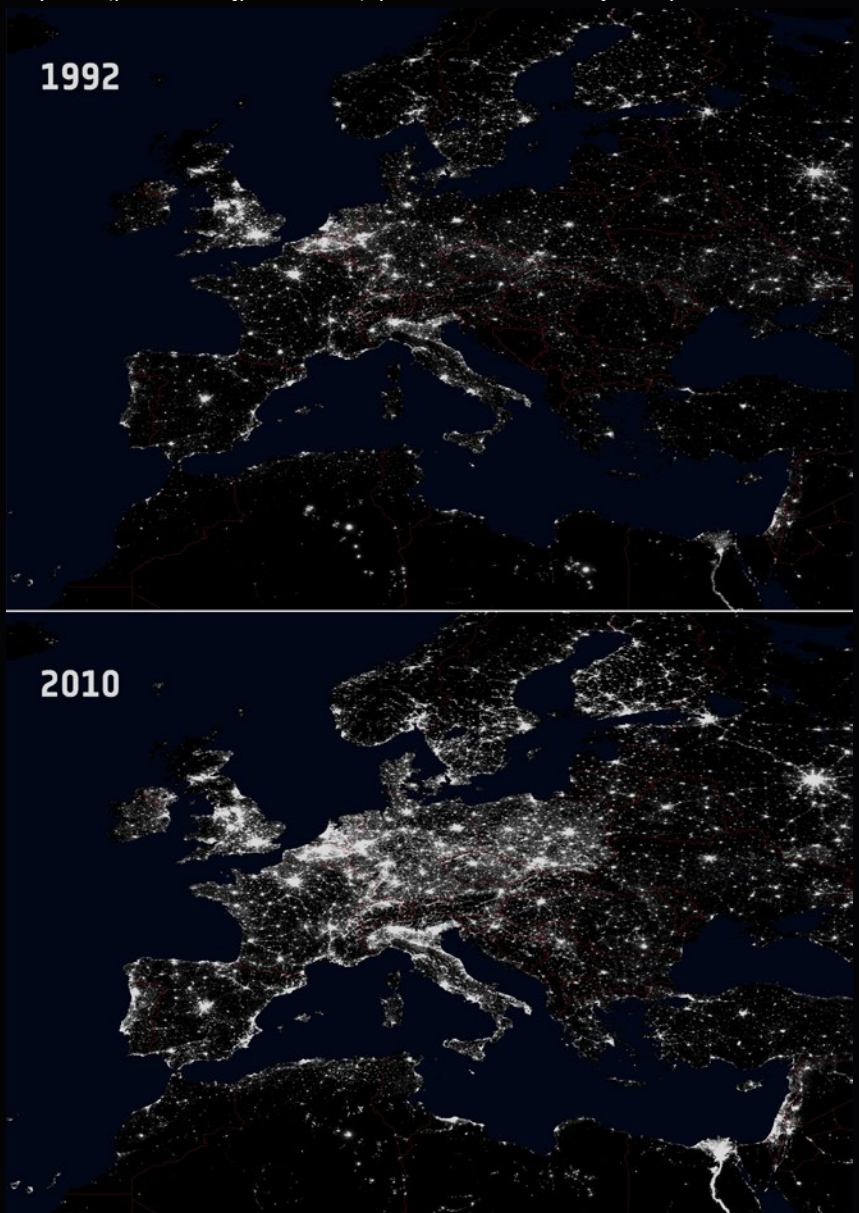
Już 19 mln mieszkańców Polski nie może zobaczyć Drogi Mlecznej!

Noc nad Polską w odwrocie

Nocnej ciemności mamy coraz mniej. I nie dlatego, że zimowe przesilenie za nami i przybywa dnia. Przyczyną jest wzrastające zanieczyszczenie światłem. W wielu miejscach wzrost ten jest szybki i niekontrolowany.

W postapokaliptycznej książce *Metro 2033* Dmitrija Głuchowskiego znajdziemy takie oto zdanie: *Czy człowiek, który nigdy nie widział gwiazd, może sobie wyobrazić, czym jest nieskończoność, jeśli samo pojęcie nieskończoności z pewnością pojawiło się kiedyś wśród ludzi natchnionych widokiem nocnego nieboskłonu?* Dla bohaterów tej książki, żyjących w tunelach moskiewskiego metra, nocne niebo było praktycznie niedostępne. A dla nas? Mieszkańcy dużych miast są w podobnej sytuacji, tyle że nad głowami zamiast betonowego stropu tuneli mają smog świetlny. Na wielkomiejskim nocnym niebie zobaczymy tylko Księżyc oraz najjaśniejsze planety i gwiazdy. Widok daleki od prawdziwego nocnego nieba. Problem rozjaśniania nocy nie ogranicza się wyłącznie do miast czy obszarów zamieszkanych, ale „rozlewa się" wraz ze sztucznym światłem na duże odległości. Każda miejscowość, która jest nocą oświetlana, tworzy tzw. *wyspę świetlną* obejmującą obszar znacznie większy niż powierzchnia tej miejscowości. W krajach o dużej gęstości zaludnienia, dużej liczbie miast i wsi, obszary ciemnej nocy są niewielkie i wciąż się kurczą.

Europa to w dużej części kontynent gęsto zaludniony. Tu doskonale widać skalę i tempo ubywania nocy. Zamieszczone obok dwa zdjęcia, wykonane instrumentem OLS (Operational Linescan System) znajdującym się na satelitach z serii DMSP (Defense Meteorological Satellite Program), porównują Europę nocą w roku 1992 i 2010. W ciągu zaledwie 18 lat ilość sztucznego oświetlenia wyraźnie wzrosła w większości krajów europejskich. Doskonałym przykładem tego wzrostu jest Polska. Z dość ciemnego kraju w roku 1992 stała się jednym z jaśniejszych obszarów Europy w roku 2010. Widać to również w wynikach szczegółowej analizy danych z OLS opublikowanych w czasopiśmie *Scientific Reports* [1]. Jedna z ilustracji zamieszczonych w tym artykule (patrz następna strona) pokazuje, gdzie w Europie przybyło lub ubyło sztucznego oświetlenia. Autorzy porównali średnią jasność z lat 1995–2000 ze średnią z lat 2005–2010. Polska jest wyraźnie czerwona



Zmiana ilości światła pochodzącego od oświetlenia zewnętrznego w latach 1992–2010 w Europie. Zdjęcia zostały wykonane instrumentem OLS na satelitach DMSP. Obrazy i ich przetworzenie: NOAA National Geophysical Data Center. Dane DMSP zebrane przez US Air Force Weather Agency. Animowaną wersję tych zdjęć można obejrzeć na stronie www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Earth_from_Space_Night_lights

na tej mapie, co oznacza wzrost jasności. Ponad 20% powierzchni naszego kraju w tym czasie pojaśniało, co jest skutkiem wzrostu ilości oświetlenia. Podobny wynik otrzymamy porównując pierwszy i drugi *Atlas sztucznej jasności nieba* [2, 3]. W roku 1998 na obszarze około 45% powierzchni Polski wskutek zanieczyszczenia światłem niebo nocne było co najmniej 1,5-krotnie jaśniejsze od naturalnego. W roku 2014 ta powierzchnia wzrosła do 67%. Niebo jaśniejsze od naturalnego o 1,5 raza to niebo, którego degradacja sztucznym światłem jest już łatwo dostrzegalna gołym okiem.

Światło elektrycznie nie jest za darmo, więc zwiększenie jego ilości można powiązać ze wzrostem gospodarczym. Niewątpliwe taki wzrost w Polsce nastąpił po roku 1989. Na ile jednak jesteśmy bogaci a na ile rozrzutni? Na zdjęciu z roku 2010 Polska wygląda na równie jasną co Niemcy, czyli kraj wyraźnie zamożniejszy od naszego. Jak to porównanie wypada w liczbach? Możemy tu skorzystać z artykułu opublikowanego w *Science Advances* [2]. Na podstawie danych satelitarnych z 2014 r. autorzy obliczyli, że z obszaru stanowiącego 4,5% powierzchni Polski Droga Mleczna jest bardzo słabo widoczna (i to tylko w sprzyjających warunkach) lub nie jest widoczna nigdy. Ten względnie mały obszar zamieszkuje jednak około 50% obywateli naszego kraju (głównie to mieszkańcy miast). W Niemczech odpowiednie liczby wynoszą 4,8% powierzchni i 42% ludności. Liczby te dla obu krajów są porównywalne i to pomimo tego, że całkowita powierzchnia zabudowana w Polsce jest ponad dwukrotnie mniejsza niż w Niemczech.

Sztuczne oświetlenie związane jest przede wszystkim z obszarami zabudowanymi, więc jego ilość powinna zależeć od powierzchni tych obszarów. We wspomnianym powyżej artykule wykorzystano dane pochodzące z instrumentu VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) znajdującego się na satelicie Suomi NPP (Suomi National Polar-orbiting Partnership). Dane te mogą być również użyte do porównania ilości sztucznego światła przypadającego na 1 km kwadratowy powierzchni zabudowanej w Polsce i w Niemczech. Ilość ta jest u nas około dwukrotnie większa niż u naszych zachodnich sąsiadów. Jeśli uwzględnimy poziom zamożności obu krajów*, to powinniśmy się czuć zaniepokojeni tym, jak oświetlamy nasze miejscowości. Zaniepokojenie to powinno być tym większe, że nie mamy w Polsce żadnych przepisów ograniczających zanieczyszczenie światłem. Przed nadmiarem sztucznego światła nie są chronione nawet obszary cenne przyrodniczo czy obserwatoria astronomiczne.

Sylwester Kołomański

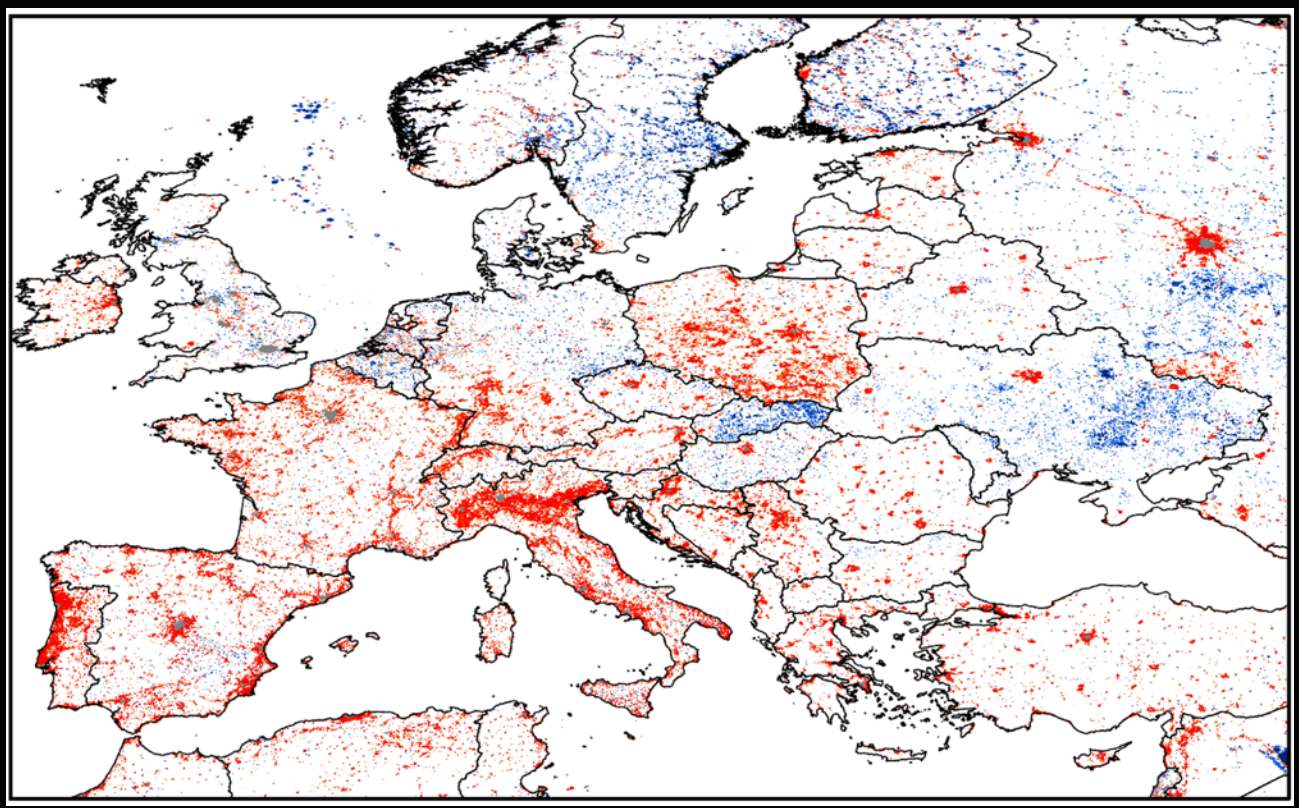
Cytowane artykuły:

[1] *Contrasting trends in light pollution across Europe based on satellite observed night time lights.* Jonathan Bennie i in., Scientific Reports 4, 3789, 2014.

[2] *The new world atlas of artificial night sky brightness.* Fabio Falchi i in., Science Advances 2(4), e1600377, 2016.

[3] *The first world atlas of the artificial night sky brightness.* Pierantonio Cinzano i in., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 328, 689, 2001.

* PKB (PSN) (Produkt Krajowy Brutto ważony parytetem siły nabywczej) w roku 2015 był prawie czterokrotnie wyższy dla Niemiec w porównaniu z Polską.



Zmiana jasności w Europie policzona na podstawie danych z instrumentu OLS na satelitach DMSP jako różnica pomiędzy średnią jasnością z lat 1995–2000 a średnią z lat 2005–2010. Kolor czerwony oznacza wzrost jasności, niebieski — spadek jasności, biały — brak istotnej zmiany. Szary kolor to miejsca, dla których obrazy z OLS są przesaturowane (jasne centra dużych miast) i wyznaczenie zmiany jasności nie jest możliwe. Mapa pochodzi z artykułu opublikowanego w czasopiśmie *Scientific Reports* [1]

Spacer po Florencji z historią nauki w tle

Palec Galileusza

Florencja — kolebka renesansu — jest miastem, które przeżywało gwałtowny rozwój w późnym średniowieczu i renesansie, stając się ważnym ośrodkiem sztuki i nauki. Jednym z jej wybitniejszych mieszkańców był Galileusz, z którym związane jest kilka miejsc w liliowym mieście.

Widok z rozległego placu Michała Anioła we Florencji jest nie tylko zachwycający, ale i posiada znakomitą kompozycję. Przeciwwagą dla dominującej w sylwetce miasta katedry, z charakterystyczną kopułą Brunelleschiego, jest rzeka Arno przepływająca na pierwszym planie. Z morza ciemnoczerwonych dachów niczym okręty wybijają się sylwetki najcenniejszych zabytków miasta. Wśród nich wyróżnia się gotycka bazylika Świętego Krzyża, zamykająca stare miasto od wschodu. Od drugiej strony przeciwwagą dla masywnej bryły katedry jest gotycki ratusz, nieco przypominający ten toruński po diecie odchudzającej. Jednak stara Florencja nie zamyka się na zachodzie, raczej lekko przeskakuje przez Stary Most na drugi brzeg rzeki, po którym rozlewa się kolejna zatoka dachówek — dzielnica Oltrarno, otoczona zielenią pięknych renesansowych ogrodów. Nad nimi znajduje się plac, z którego można podziwiać opisany widok, a tłem dla całej kompozycji są tysiącmetrowe szczyty Apeninów.

Florencja jest jednym z tych miast świata, które odcisnęły największe piętno na dziejach ludzkości. Miasto doby późnego średniowiecza i renesansu stało się centrum umysłowym naszej części globu. Skupiło w swoich granicach dziesiątki wybitnych postaci, w tym Dante Alighieriego, Machiavelliego, Giotta, Leonarda da Vinci, Amerigo Vespucciego czy Michała Anioła, a także Galileo Galilei, znanego w Polsce jako Galileusz — człowiek, który zrewolucjonizował naukę.

Aby zrozumieć fenomen Galileusza, trzeba zrozumieć starą Florencję. Miasto skrywa kilka pamiątek po krnąbrnym astronomie, które są zatopione w setkach ulic i uliczek rozległego historycznego centrum, jednego z cenniejszych w Europie i przyciągającego miliony turystów z całego świata.

Florencję założył dla weteranów wojen Juliusz Cezar. Miasto do dziś zachowało w swojej najstarszej części charakterystyczny układ urbanistyczny, z przecinającymi się pod kątem prostym ulicami Cardo i Decumanus. Tam znajdowało się Forum, a dziś plac Republiki, ustępujący jednak znaczeniem placom przy katedrze i ratuszu. Przez kolejne stulecia miasto nie było znaczącym ośrodkiem politycznym czy gospodarczym. Dopiero około roku tysięcznego, gdy Florencja stała się siedzibą lokalnego margrabstwa oraz korzystnie zbliżyły się do grodu szlaki handlowe, rozpoczął się jej fenomenalny rozwój. W ciągu trzech stuleci jej ludność wzrosła z tysiąca do blisko stu tysięcy mieszkańców, stając się jednym z największych miast Europy i świata. Zaczęli przybywać wybitni myśliciele, najlepsi rzemieślnicy i artyści. Wszystkich skusiła atmosfera bogatego i rozwijającego się miasta, a często i mecenat ambitnego rodu Medyceuszy, którzy w XV w. przejęli nad nim władzę.

Widok na Florencję z placu Michała Anioła. W środku miasta katedra, z prawej kościół Świętego Krzyża, z lewej wyróżnia się ratusz

W 1569 r., a więc w tym samym, w którym w Lublinie narodziła się Rzeczpospolita Obojga Narodów, Kosma I Medyceusz połączył ze sobą dwa lokalne terytoria, tworząc Wielkie Księstwo Toskanii. Ambitny władca dążył do okrycia swojego władztwa jak największą chwałą, do czego — zgodnie z duchem epoki — potrzebny był mecenat nad sztuką i nauką. O ile jednak w poprzednich stuleciach to Florencja była mekką dla najwybitniejszych umysłów Italii, o tyle w czasach Kosmy I tę rolę przejął Rzym. Książę wyłożył więc olbrzymie pieniądze w celu wspierania sztuki i nauki, w tym założył Galerię Uffizich, Akademię Sztuki Rysunku czy odnowił Uniwersytet w Pizie, podległej jego władzy. Z wszystkimi był związany Galileusz, najsłynniejszy naukowiec Toskanii.

Galileo Galilei narodził się w Pizie, w okresie panowania Kosmy I, później przeprowadził się wraz z rodzicami do Florencji. Przez całe swoje życie był związany z Toskanią oraz nieodległą

Dekoracja na domu Galileusza

Padwą. Gdy był młody, marzył o zostaniu księdzem, jednak jego ojciec zmusił go do pójścia na uniwersytet na medycynę. W czasie studiów zafascynował się matematyką i fizyką, a w kolejnych latach mógł rozwijać swoje pasje dzięki opiece bogatych Medyceuszy. Odkrycia Galileusza i jego metody stały się fundamentem współczesnej metodologii poznawczej — to dzięki niemu dowód naukowy stał się kluczowym argumentem w procesie badawczym.

Świat czasów Galileusza zmieniał się gwałtownie. Nie tylko dochodziło do rewolucji naukowej, ale i pokolenie wybitnego naukowca było jednym z pierwszych, które żyło w świadomości świata powiększanego regularnie przez kolejne odkrycia geograficzne. Był to też czas licznych konfliktów, sporów i wojen. Ofiarą jednego z nich został sam uczony, który podobno nieraz wykazywał się temperamentem sprowadzającym na niego kłopoty. Ostatecznie został skazany na trzyletni areszt domowy za nieposłuszeństwo, a jego proces obrósł licznymi legendami, na przykład najsłynniejsze zdanie mu przypisywane — „A jednak się kręci" — odnotował po raz pierwszy dziennikarz Giuseppe Baretti ponad sto lat po śmierci uczonego. W tym czasie jednak znaczenie Florencji było już tylko echem dawnej świetności.

Wróćmy jednak do widoku na miasto z placu Michała Anioła. Patrząc w kierunku zachodnim, dostrzeżemy w pobliżu Starego Mostu fasadę najsłynniejszego muzeum Florencji, Galerię Uffizich, którą przesłania skromniejszy, ale i bardziej wiekowy budynek Muzeum Galileusza. Jest to kolejne wcielenie jednej z najstarszych kolekcji naukowych na świecie — założonego w 1775 r. Muzeum Fizyki i Historii Naturalnej. Sam zbiór jest jeszcze starszy, bo sięgający czasów Kosmy I.

Muzeum Galileusza zainaugurowano po gruntownej przebudowie w 2010 r., 400 lat po tym, jak wybitny włoski astronom opublikował *Siderus nuncius*, pierwszy traktat naukowy powstały w oparciu o obserwacje lunetą. Instytucja powinna znajdować się na trasie każdego miłośnika nauki — zgromadzone artefakty ukazują ostatnie setki lat rozwoju sprzętu naukowego, od czasów Kopernika po XIX w. Są to trzy piętra fascynującej podróży przez dawne księgi, lunety (w tym oryginalną lunetę Galileusza), globusy, sfery armilarne, mikroskopy, przyrządy miernicze i inne cenne zabytki. Jedną z oryginalniejszych pamiątek są palce i zęby Galileusza — zakonserwowane niczym pradawne relikwie jakiegoś świętego.

Ta szczególna podróż przez historię badań naukowych jest tym ciekawsza, że uświadamia nam ona, jak duża przepaść oddziela nowoczesne, skomputeryzowane laboratoria XXI w. od przyrządów przypominających w najlepszym razie przestarzałe wyposażenie szkolne. Cały ten skok jakościowy był możliwy dzięki pracy niezliczonych badaczy, z których wyróżniał się Galileo Galilei.

Trasa z placu Michała Anioła do Muzeum Galileusza zajmuje piechurowi około pół godziny. W tym czasie można podziwiać malownicze krajobrazy, potężne mury miejskie czy urocze dróżki. W połowie drogi, przy nieco zapomnianej przez turystów uliczce *Costa San Giorgio,* znajduje się dom, w którym mieszkał Galileusz — o czym poinformuje nas napis i portret uczonego. Jest to XIV-wieczna budowla, niewyróżniająca się architektonicznie niczym od setek innych kamieniczek Florencji ani nie jest udostępniona do zwiedzania. Ot, dodatkowy smaczek dla astropodróżnika.

Kilkaset metrów wąskich uliczek od muzeum w głąb starego miasta znajduje się kolejne miejsce związane z Galileuszem — kościół Świętego Krzyża. Jest to XV-wieczna świątynia franciszkańska, jedna z największych we Włoszech. Posiada cechy charakterystyczne dla architektury florenckiej, która w intrygujący sposób traktowała niepopularną na Półwyspie Apenińskim sztukę gotycką. Od zewnątrz widzimy więc sporą, surową bryłę świątyni, jedynie od placu Świętego Krzyża posiadającą ozdobną, marmurową fasadę. Wnętrze również składa się z dwóch kontrastujących ze sobą przestrzeni: szerokiej, oszczędnej w dekoracjach nawy i bogato zdobionego prezbiterium z szeregiem bocznych kaplic. Ich malarska dekoracja jest jednym z wybitniejszych przejawów sztuki wczesnego renesansu. Zespół klasztorny przyciąga jednak nie tylko wybitnymi dziełami sztuki, jest także od późnego średniowiecza miejscem ostatniego spoczynku dla zasłużonych mieszkańców miasta.

Jedną z osób pochowanych w kościele, w jego północno-zachodnim rogu, jest Galileusz. Nagrobek wystawiono w 1737 r., czyli 95 lat po śmierci uczonego. Galileusz musiał czekać tak długo na niego, po części przez papieża Urbana VIII, z którym był skonfliktowany. Sporo czasu zajęło też uzbieranie pieniędzy na okazały pomnik uczonego. Kilkumetrowa konstrukcja eksponuje w centralnej części popiersie naukowca, otoczone z dwóch stron postaciami zgrabnych pań — personifikacji astronomii i geometrii. Całość została utrzymana w barokowej estetyce, zgodnie z duchem epoki.

Florencja słusznie przyciąga rzesze turystów swoją architekturą i bogatymi zbiorami sztuki. Jest także jednym z ważniejszych miejsc na mapie historii nauki, dzięki człowiekowi, który ją zrewolucjonizował. Galileusz, podobnie jak każdy z nas, był człowiekiem — miał swoje słabości, upodobania, pasje. Trudno jednak o piękniejsze miasto na ich realizację!

Wieńczysław Bykowski

ONZ uchwaliła Międzynarodowy Dzień Planetoid

Zgromadzenie Ogólne ONZ przyjęło uchwałę o ustanowieniu dnia 30 czerwca Międzynarodowym Dniem Planetoid (ang. International Asteroid Day). O decyzji podjętej 6 grudnia 2016 r. podczas 71. sesji Zgromadzenia Ogólnego ONZ poinformowało Biuro ONZ ds. Przestrzeni Kosmicznej (UNOOSA). ONZ była przychylna propozycji złożonej przez Association of Space Explorers (ASE), która zrzesza astronautów, kosmonautów i tajkonautów. Propozycja była także wspierana przez Komitet Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej (COPUOS).

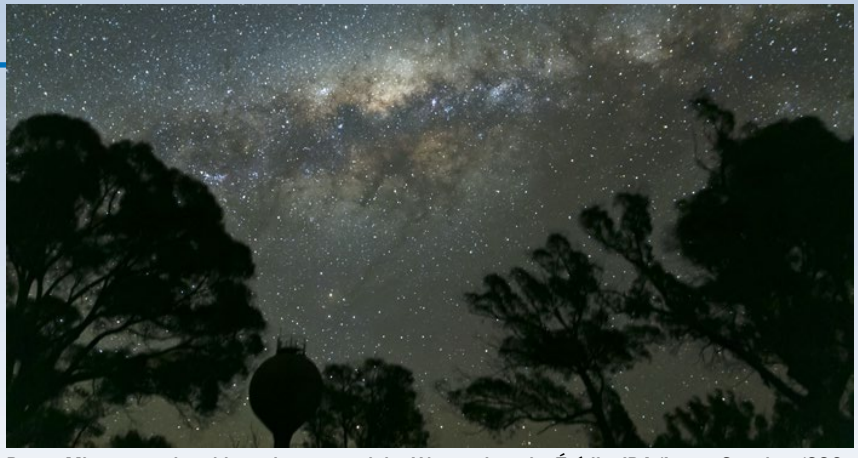
Celem uchwalenia Międzynarodowego Dnia Planetoid ma być zwiększanie świadomości społeczeństw w różnych krajach odnośnie zagrożeń ewentualnym upadkiem planetoidy. Datę wybrano nieprzypadkowo, bowiem 30 czerwca 1908 r. na Syberii miała miejsce tzw. katastrofa tunguska. Po raz pierwszy Dzień Planetoid (Asteroid Day) odbył się 30 czerwca 2015 r. Powtórzono go 30 czerwca 2016 r., kiedy to w różnych miejscach, aż w 72 krajach, odbyło się ponad 500 edukacyjnych imprez. Szacuje się, że wzięło w nich udział ponad 150 tys. osób plus milion ludzi za pośrednictwem internetu.

Krzysztof Czart

Rok 2016 rekordowy pod względem liczby utworzonych parków ciemnego nieba

W mijającym roku powołano 17 międzynarodowych obszarów ochrony ciemnego nieba na trzech kontynentach. Największa ich liczba została utworzona na terenie Stanów Zjednoczonych. Pozostałe obszary są zlokalizowane w Australii, Holandii, Irlandii i Wielkiej Brytanii.

Spośród niemal 100 istniejących obszarów ochrony ciemnego nieba, w tym ponad 70 certyfikowanych przez Międzynarodowy Związek Ciemnego Nieba (IDA), aż 17 powstało w tym roku. Swoim zasięgiem obejmują trzy kontynenty: Amerykę Północną, Australię oraz Europę. Większość z nowo utworzonych obszarów to parki ciemnego nieba (trzynaście obszarów). Utworzono również jeden rezerwat, jedną ostoję oraz dwie społeczności ciemnego nieba, tj. miejscowości, w których wprowadzono zmodernizowane oświetlenie uliczne celem ochrony walorów ciemnego nieba. Łączna powierzchnia utworzonych obszarów wynosi niemal 11 tys. km^2, co równa się w przybliżeniu powierzchni województwa świętokrzyskiego.



Droga Mleczna nad parkiem ciemnego nieba Warrumbungle. Źródło: IDA/Lopez-Sanchez/SSO

Zdecydowanie najwięcej ubiegłorocznych miejsc ochrony ciemnego nieba, bo aż dwanaście, utworzono w Stanach Zjednoczonych. Pod względem terytorium przeważają parki zlokalizowane w półpustynnych, zachodnich stanach: Arizonie, Nowym Meksyku, Nevadzie i Utah. Obejmują zazwyczaj obszary wcześniej utworzonych parków narodowych lub innych miejsc o szczególnej wartości przyrodniczej lub kulturowej. Najbardziej znanym spośród nich jest park utworzony wokół słynnego Wielkiego Kanionu Kolorado. Innymi obszarami powołanymi w tej części USA są: Dead Horse Point, Goblin Valley (Utah), Great Basin (Nevada), Salinas Pueblo Missions, Capulin Volcano, Cosmic Campground (Nowy Meksyk), Big Park, Flagstaff Area Monuments (Arizona). Kolejne trzy amerykańskie parki utworzono również na terenach odludnych, jednak wśród diametralnie innych krajobrazów. Stanowią je bagna i inne obszary środkowej oraz południowej Florydy (Kissimee Prairie, Big Cypress), a także tereny podmokłe sąsiedniej Georgii (Stephen C. Foster Park).

Cztery europejskie obszary ochrony ciemnego nieba utworzone w 2016 r. prezentują różne obszary pod względem krajobrazu. Dwa z nich utworzono w Wielkiej Brytanii. Stanowią je: Rezerwat South Downs położony pomiędzy wielką Metropolią Londynu a kurortami południowego wybrzeża oraz obszar ochrony wokół miejscowości Moffat w południowej Szkocji. Pierwszy z wymienionych terenów ma pełnić funkcję oazy ciemnego nieba, otoczonej silnie zurbanizowanymi gminami i powstał na terenie wcześniej istniejącego parku narodowego South Downs. Z kolei szkocki obszar ochronny powołany został na terenach wiejskich, położonych pomiędzy sąsiednimi parkami ciemnego nieba Galloway oraz Northumberland, a jego utworzenie ma na celu wspomaganie ochrony ciemnego nieba prowadzonej przez wymienione parki. Dwa pozostałe europejskie obszary ciemnego nieba, powołane w tym roku, leżą w Irlandii i Holandii. Były drugimi tego typu obiektami w swoich krajach. Pełnią głównie funkcję ochrony miejscowej przyrody. Irlandzki Ballycroy Park jest jednym z największych torfowisk w Europie, a holenderski Lauwersmeer National Park, położony na wybrzeżu Morza Wattowego, uchodzi za jeden z najcenniejszych ptasich rezerwatów w tej części kontynentu.

Rodzynkiem w przedstawionym zestawieniu, pod względem geograficznym, jest jedyny park ciemnego nieba utworzony w 2016 r. na terenie Australii. Park Warrumbungle stanowi jeden z dwóch tego typu obszarów w Oceanii, obok utworzonego w 2012 r. rezerwatu ciemnego nieba Aoraki Mackenzie w Nowej Zelandii. Znajduje się we wschodniej, górzystej części kraju i jest siedzibą dla jednego z największych australijskich teleskopów. Utworzony został z myślą o ochronie walorów ciemnego nieba wokół obserwatorium i okolicznych terenów bogatych w liczne gatunki miejscowej fauny i flory.

Wszystkie z wymienionych miejsc ochrony ciemnego nieba powstały dzięki zaangażowaniu miłośników astronomii, skupionych wokół lokalnych stowarzyszeń. Osoby te, współpracując z samorządami oraz zarządami parków narodowych i innych jednostek ochrony przyrody, potrafiły na przestrzeni kilkunastu lat utworzyć sieć obszarów ochrony ciemnego nieba na wszystkich kontynentach. Miejmy nadzieję, że nadchodzący rok będzie równie owocny (jak mijający) pod względem inicjatyw zmierzających do ochrony jednego z najpiękniejszych widoków — krajobrazu gwieździstego nieba.

Grzegorz Iwanicki

PRENUMERATA 2017

Wybierz wariant odpowiedni dla siebie!

Prenumerata roczna (6 numerów + kalendarz) — 60 zł
Prenumerata roczna + kalendarz + książka — 80 zł

Prenumerata sponsorowana przez MNiSW dla szkół i nauczycieli — 30 zł
na rok szkolny 2016/17 lub rok kalendarzowy 2017
wystarczy wypełnić formularz zgłoszeniowy na www.urania.edu.pl (zakładka prenumerata) — tamże szczegóły, jak również w „Uranii" 6/2016 s. 76, zapytania tel. 698 556161 i 509 441717

Prenumerata roczna dla członków PTMA + kalendarz
(przysługuje po uregulowaniu składek w oddziale):
— wysyłka na adres indywidualny — 40 zł
— wysyłka na adres oddziału PTMA (co najmniej 5 egzemplarzy) — 30 zł
— promocyjny zakup książki jak w przypadku zwykłych prenumerat
— zalecamy wpłaty w oddziałach i przelewy zbiorowe
— przy indywidualnych przedłużeniach prenumeraty na konto 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241
prosimy podać nazwę swojego oddziału PTMA — sami sprawdzimy składki

Szczegóły prenumeraty na www.urania.edu.pl (zakładka prenumerata)

Dodatkowe pytania: tel. 698 556161

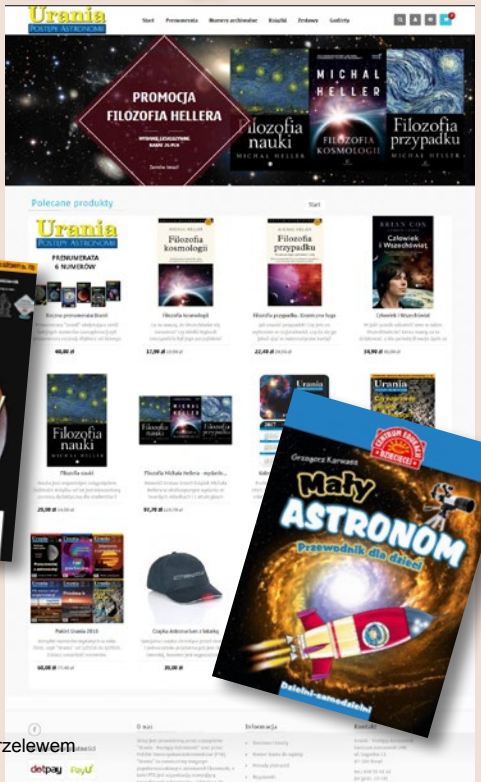
Oferta dotycząca kalendarza i książki ważna do 30 kwietnia lub do wyczerpania zapasów.

Bieżące numery „Uranii" do kupienia w salonach EMPiK, wybranych salonikach Relay, Inmedio i RUCH, a także w wybranych planetariach i w naszym sklepie internetowym.

SKLEP INTERNETOWY URANII

www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

– prenumerata „Uranii" i ciekawe książki
– numery bieżące i archiwalne „Uranii"
– niezwykły parasol, dzięki któremu możesz mieć rozgwieżdżone niebo nad sobą, nawet gdy pada deszcz
– praktyczna czapka z latarką, do wyboru światło czerwone lub białe



wygodny sposób zakupów – częste promocje i rabaty – możliwość płatności kartą oraz przelewem

nr rachunku odbiorcy
44 1160 2202 0000 0000

nr rachunku odbiorcy c.d.
5530 5241

Odbiorca
POLSKIE TOWARZYSTWO
ASTRONOMICZNE
BARTYCKA 18
00-716 WARSZAWA

kwota

Imię, nazwisko, adres wpłacającego

Tytułem

Opłata

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nazwa odbiorcy
POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE

nazwa odbiorcy cd.
UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA

l.k.
44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

nr rachunku odbiorcy

WP*

waluta
PLN

kwota

kwota słownie (wpłata)

imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora

dokładny adres wysyłki prenumeraty

dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.

tytułem
Prenumerata Uranii od nr 3/2017, dodatkowo zamawiam

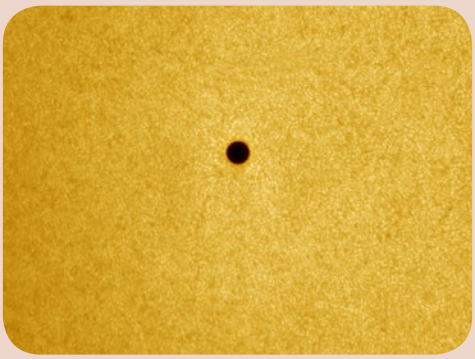
Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy

Opłata

Podpis

WIERNYM PRENUMERATOROM PRZYPOMINAMY O ODNOWIENIU PRENUMERATY! ZAPRASZAMY DO PRENUMERATY DAWNYCH I NOWYCH CZYTELNIKÓW!

M 33. Fot. Grzegorz Czernecki



Tranzyt Merkurego. Fot. Bartosz Wojczyński

Zaćmienie Księżyca. Fot. Dariusz Bolesta

Zorza polarna. Fot. Milada Muszyńska

(Zdjęcia niewykorzystane w naszym kalendarzu astronomicznym)

Na tę książkę czekaliśmy 50 lat!

Wszechświat dla dzieci

Od szeregu już lat brak jest w powszechnej edukacji systematycznych kursów podstaw astronomii zarówno na poziomie elementarnym, jak i średnim, a nawet wyższym. Jeszcze dłużej czekamy na atrakcyjne lekcje astronomii adresowane specjalnie do dzieci.

Treści astronomiczne, o ile w ogóle, wprowadzane są w edukacji sposób rozproszony i ogromnie wybiórczy. Stoi to w jaskrawej sprzeczności z ustawicznie narastającą w środkach masowego przekazu liczbą informacji nawiązujących do badań astronomicznych. Ogrom tych informacji jest wynikiem rozwoju cywilizacyjnego i trendów współczesnej nauki. Ich zrozumienie i przyswojenie staje się coraz trudniejsze bez poznania podstawowych pojęć astronomicznych. Chcącym je zrozumieć, pozostają w tej sytuacji odwiedziny w nielicznych zresztą planetariach lub sięganie do literatury popularnonaukowej. Tej ostatniej jest wprawdzie na rynku księgarskim dosyć dużo, ale brakuje pozycji dostosowanych do najmłodszych czytelników. Być może ostatnią rzetelną książką adresowaną do 6–12-latka była kultowa „Astronomia" Zonna i Milewskiej z ilustracjami Butenki. Właśnie mija 50 lat od jej wydania!

Omawiana książka, której autorem jest prof. Grzegorz Karwasz, kierownik Zakładu Dydaktyki na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK w Toruniu, wychodzi naprzeciw takim oczekiwaniom i to właśnie na poziomie elementarnym.

Adresowana jest, co zaznaczono w tytule, do najmłodszego odbiorcy. Operuje językiem prostym i tłumaczy pojęcia w sposób dostępny uczniom szkół podstawowych.

Wybór treści dokonanych przez autora dotyczy opisów głównych obiektów i zjawisk astronomicznych. Omawia także zagadnienia związane z astronautyką, historią astronomii, podaje przykłady stymulowanych badaniami astronomicznymi wynalazków, które znalazły praktyczne zastosowanie w życiu codziennym. Znajduje się w niej wiele ciekawostek dotyczących odkryć i ich autorów. Dobrym pomysłem jest załączenie słowniczka zawierającego wyjaśnienie podstawowych astronomicznych terminów. Książka zawiera także użyteczne wskazówki dla tych, którzy chcieliby zająć się amatorskimi obserwacjami i dobrze spełnia rolę poradnika.

Na uwagę zasługuje redakcja książki. Zaletą są krótkie rozdziały i ich przedstawienie w ujęciu planszowym. Poszczególne rozdziały mieszczą się przeważnie na dwóch jednocześnie otwartych stronach, co daje ujęcie podobne do prezentowanego np. w internetowej Wikipedii.

Omawiana pozycja stanowi dobry bodziec do głębszego i dalszego zainteresowania się astronomią. Może stanowić także cenną pomoc dla wszystkich nauczycieli próbujących na zajęciach szkolnych wprowadzać zagadnienia astronomiczne na podstawowym poziomie.

Książkę tę można polecić nie tylko każdej szkolnej, a nawet przedszkolnej biblioteczce, ale również jako wartościowe uzupełnienie domowego księgozbioru. Może nawet niepotrzebnie autor ogranicza jej zasięg do najmłodszych czytelników. Można się tylko cieszyć, że tym najmłodszym książkę będzie czytała mama albo tata.

Sumując wrażenia, wydaje mi się, że książeczka stanowi kompleksowe ujęcie wniosków wyprowadzonych przez autora z rozlicznych popularyzujących astronomię i astronautykę spotkań z dziećmi młodzieżą, i to nie tylko w Polsce, ale na wszystkich kontynentach. Grzegorz Karwasz jest w nich niestrudzony! Treści książeczki to po prostu zbiór odpowiedzi na najczęściej zadawane tam pytania i poruszane zagadnienia. To właśnie dociekliwość najmłodszych słuchaczy, stanowi gwarancję przystępnej formy i aktualności treści.

Andrzej Strobel

Grzegorz Karwasz, Mały Astronom. Przewodnik dla dzieci, Centrum Edukacji Dziecięcej 2016, Seria Dzielni-samodzielni, stron 128

Vera Rubin (1928–2016) — pionierka badań nad ciemną materią

W drugi dzień Świąt Bożego Narodzenia, 25 grudnia 2016 r., w wieku 88 lat odeszła Vera Rubin. Prowadzone przez nią w latach 70. XX w. badania znacząco przyczyniły się do odkrycia ciemnej materii.

Vera przyszła na świat w 1928 r. w Filadelfii. Jej rodzice wykazywali zainteresowanie naukami ścisłymi, pracowali też razem w słynnym Bell Telephone. W wieku dziesięciu lat Vera zaczęła interesować się astronomią. Z pomocą ojca skonstruowała pierwszy teleskop. Fascynował ją zwłaszcza ruch gwiazd wokół bieguna północnego. Mając pełne wsparcie ze strony rodziców, zaczęła brać udział w spotkaniach amatorów astronomii.

W dzisiejszych czasach byłby to zapewne naturalny wstęp do studiów, doktoratu i pracy astronoma. Mówimy jednak o latach 50. ubiegłego wieku. Wówczas kształcenie się kobiet nie było normą, zwłaszcza na wydziałach nauk ścisłych. Vera podjęła naukę w słynącej z dość liberalnego podejścia, elitarnej szkole Vassar College w stanie Nowy Jork. Nie była jednak traktowana w pełni na równi ze studentami mężczyznami. Mimo dobrych wyników w nauce odradzano jej karierę astronoma, proponując w zamian kształcenie się w sztuce i zostanie artystką specjalizującą się w obrazach nieba... Nie zważając na te trudności, zdobyła ostatecznie dyplom z astronomii w roku 1948. Próbowała dostać się na studia wyższe do Princeton, ale nauka na kierunkach astrofizycznych była tam niedostępna dla kobiet aż do 1975 r. Rubin wybrała wobec tego nieco mniej prestiżowy, ale i przyjaźniejszy dla pań Uniwersytet Cornella.

Praca magisterska, obroniona w roku 1951, dotyczyła odchyleń od prawa Hubble'a w ogólnym ruchu galaktyk: Rubin zakładała w niej, że galaktyki mogą rotować wokół centrów mas zamiast po prostu oddalać się od nas we wszystkich kierunkach. Jej obserwacje i wnioski mogły mieć jakiś związek z późniejszym odkryciem lokalnych supergromad, zaproponowanych przez de Vaucouleursa. Jednak publikacja naukowa Very napisana na bazie jej magisterium została kilka razy odrzucona przez prestiżowe pisma astronomiczne.

Choć nic nie wskazywało wówczas na dalszy rozwój jej kariery, Rubin zaczęła doktorat na Uniwersytecie Georgetown. Była już wówczas zamężna z poznanym na studiach fizykiem Bobem Rubinem. To właśnie on zachęcał ją do kontynuowania nauki po narodzinach ich pierwszego dziecka. Dzięki niemu miała też okazję poznać wielu znanych fizyków, w tym samego George'a Gamowa. Można dziś powiedzieć, że był to dla niej moment przełomowy — nie tylko wykazał on duże zainteresowanie publikacjami i pracą magisterską Very Rubin o rozkładzie i ruchach galaktyk, ale i został promotorem jej pracy doktorskiej. Po doktoracie Rubin podjęła pracę w Georgetown, ale jej kariera naukowa przez wiele lat nadal stała w miejscu.

W 1965 r. Rubin uzyskała pozwolenie na obserwacje prowadzone w Obserwatorium Palomar. Także to nie było proste — kobiety nie miały tam wcześniej wstępu. Jako oficjalny powód podawano brak damskiej łazienki w budynkach obserwatorium. Vera zdołała jednak przekonać władze, że nie stanowi to dla niej problemu. W tym samym roku rozpoczęła pracę w Carnegie Institute w Waszyngtonie, gdzie poznała swego wieloletniego współpracownika i przyjaciela, astronoma Kenta Forda. Wraz z nim podjęła się systematycznych obserwacji krzywych rotacji dla pobliskich galaktyk.

Rubin i Ford byli zaskoczeni „płaskim" kształtem krzywych rotacji uzyskanych dla galaktyki Andromedy (M31). Dane niezmiennie wskazywały na to, że galaktyka rotuje „źle": materia na jej peryferiach obracała się niemal tak samo szybko jak ta w jej środku. Stało to w jawnej sprzeczności z prawami ruchu Newtona. Prędkości gwiazd i gazu w galaktykach powinny zmniejszać się wraz z promieniem; obiekty leżące bliżej środka układu powinny poruszać się szybciej, bowiem ich masa daje większe przyciąganie grawitacyjne, a to ono determinuje prędkość obrotową. Większość obserwowanej materii — gazu, gwiazd i pyłu — leży właśnie w centrach galaktyk, więc mniejsze ilości materii na ich peryferiach powinny „odczuwać" dużo słabsze przyciąganie grawitacyjne i poruszać się wolniej. Co więcej, dla innych pobliskich galaktyk wyniki okazały się takie same!

Choć uczeni zrozumieli pełne implikacje tego odkrycia dopiero po dwóch latach, dziś już wiemy, że był to pierwszy dowód na obecność ciemnej materii — niewidocznego składnika, który tworzy około 84% całego Wszechświata. Prowadzone przez Verę obserwacje ruchów gwiazd na obrzeżach galaktyk doprowadziły ostatecznie do niezwykłego wniosku: musi tam być po prostu więcej oddziaływającej grawitacyjnie materii, ale jest ona niewidzialna.

Vera Rubin i Kent Ford (w białym kapeluszu) podczas prac w Obserwatorium Lowella, rok 1965. Źródło: Carnegie Institution

Rubin kontynuowała swe badania, gromadząc coraz więcej dowodów na obecność ciemnej materii. Czy zasługiwała na Nagrodę Nobla? Zdaniem wielu — tak. Sama nigdy jednak o tym nie wspominała. Należała do skromnych osób, które „robią naukę" z czystej potrzeby zrozumienia otaczającego je świata.

Vera Rubin była nie tylko naukowcem, ale i matką aż czworga dzieci. Wszystkie z nich także zostały naukowcami: córka Judith Young pracowała jako astronom, synowie David i Allan Rubin są geologami, a Karl Rubin — matematykiem. Jej kariera zawodowa była naznaczona przeszkodami. Często słyszała, że w ogóle nie

powinna zajmować się nauką. „Zostanie prawdziwym astronomem zajęło mi wiele czasu" — powiedziała magazynowi *Science* w 2002 r. Niezależnie od wagi odkrycia ciemnej materii, całe jej życie, dorobek naukowy i bezkompromisowe dążenie do celu i dziś mogą być inspiracją — szczególnie dla studentów i młodych pracowników naukowych. W zestawieniu z historią Rubin, współczesne problemy na drodze do zostania naukowcem są jak gdyby nieco mniej poważne...

Elżbieta Kuligowska

Eugene Cernan (1934–2017) — ostatni człowiek na Księżycu

16 stycznia 2017 r., w wieku 82 lat, zmarł astronauta Eugene Cernan (Gene Cernan). Był kapitanem amerykańskiej marynarki wojennej, ale w historii zapisał się jako astronauta misji Apollo. W kosmos podróżował trzykrotnie, w tym dwa razy w ramach misji księżycowych. Jako ostatni wszedł do modułu księżycowego przed lotem powrotnym w misji Apollo 17 i tym samym zapisał się w historii jako ostatni człowiek spacerujący po powierzchni Księżyca, bowiem od tamtej pory nie było kolejnych załogowych lotów na Księżyc. Był także drugim w historii Amerykaninem, który odbył spacer poza statkiem kosmicznym. W kosmosie spędził łącznie 556 godzin i 15 minut, w tym ponad 73 godziny na powierzchni Księżyca.

Eugene Cernan urodził się 14 marca 1934 r. w Chicago (Illinois). Po ukończeniu szkoły średniej w Maywood w Illinois odbył studia z inżynierii elektrycznej na Purdue University i z inżynierii aeronautycznej na U.S. Naval Postgraduate School w Monterey w Kalifornii. Zatrudnił się w marynarce wojennej jako pilot. Łącznie odbył ponad 5000 godzin lotów, w tym ponad 4800 godzin w odrzutowcach oraz ponad 200 razy lądował na lotniskowcach.

Eugene Cernan, dowódca misji Apollo 17, na powierzchni Księżyca. Źródło: NASA

Astronauta Eugene Cernan. Zdjęcie zrobione 21 września 1971 r. Źródło: NASA.

Kariera Cernana jako astronauty rozpoczęła się w październiku 1963 r., gdy został jednym z 14 astronautów wybranych w ramach rekrutacji przeprowadzonej przez NASA. Był pilotem w misji Gemini 9, trzydniowym locie kosmicznym w czerwcu 1966 r. Spędził wtedy ponad dwie godziny w przestrzeni kosmicznej poza kapsułą Gemini. Potem był rezerwowym pilotem dla misji Gemini 12 i rezerwowym pilotem modułu księżycowego dla misji Apollo 7. W maju 1968 r. wreszcie mógł ponownie polecieć w kosmos. Został pilotem modułu księżycowego w ramach misji Apollo 10. Misja ta była finalnym testem na kilka miesięcy przed pierwszym lądowaniem na Księżycu w ramach misji Apollo 11 i polegała na tym, iż astronauci lecieli wokół Srebrnego Globu, ale nie lądowali. Misja trwała od 18 do 26 maja 1968 r., w tym przez ponad 61 godzin astronauci pozostawali na orbicie wokół Księżyca.

Następnie Cernan został rezerwowym dowódcą dla misji Apollo 14. Trzecim i ostatnim lotem Cernana w kosmos była natomiast misja Apollo 17, której był dowódcą. Lot trwał od 6 do 19 grudnia 1972 r. W jej ramach astronauci po raz szósty wylądowali na powierzchni Księżyca. Była to najdłużej trwająca załogowa misja księżycowa (301 godz. i 15 min), najdłuższe działania astronautów na powierzchni Srebrnego Globu wykonywane poza statkiem (22 godz. i 6 min), misja przywiozła najwięcej próbek gruntu księżycowego (110,52 kg) i spędziła najwięcej czasu na orbicie księżycowej (147 godz. i 48 min).

W późniejszej karierze w NASA asystował kierownikowi projektu Apollo w Johnson Space Center oraz brał udział w planowaniu wspólnej misji amerykańsko-radzieckiej Apollo-Sojuz. W roku 1976 odszedł z marynarki wojennej i równocześnie zakończył pracę w NASA. W kolejnych latach pracował w firmach prywatnych oraz założył swoją własną firmę o nazwie The Cernan Corporation (w 1981 r.). Był także komentatorem telewizyjnym (komentował pierwsze loty wahadłowców).

W roku 1999 ukazały się jego wspomnienia zatytułowane „The Last Man on the Moon" („Ostatni człowiek na Księżycu"). Na podstawie książki nakręcono później film dokumentalny o takim samym tytule.

Krzysztof Czart

Polscy inżynierowie wezmą udział w konstrukcji elementów największego teleskopu świata

Budowa gigantycznego, 39-m teleskopu ELT, ma coraz więcej polskich akcentów. 18 stycznia kontrakt z Europejskim Obserwatorium Południowym (ESO) podpisał hiszpański oddział SENER Group, ale okazuje się, że część prac będzie wykonywana w polskim oddziale firmy.

Polscy inżynierowie będą odpowiadać za projekt, produkcję, montaż i testy oprzyrządowania do dwóch modułów zwierciadeł teleskopu ELT. W szczególności w Polsce mają powstać urządzenia przeznaczone do montażu zwierciadła z mechanizmem pozycjonującym na strukturze teleskopu, a także komponenty potrzebne do transportu zwierciadeł pomiędzy Europą a Ameryką Południową, jak również specjalne ochrony zwierciadeł przed uszkodzeniem. Z prac zaplanowanych w sumie na 6 lat, w Polsce mają trwać do 4 lat. Wezmą w nich udział także inni polscy partnerzy firmy.

Ekstremalnie Wielki Teleskop (ELT) ma według planów Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO) rozpocząć obserwacje w 2024 r. Średnica zwierciadła głównego będzie wynosić 39 m, czyli prawie cztery razy więcej niż w przypadku największych obecnie pracujących teleskopów optycznych. Projekt ELT to gigantyczna inwestycja o budżecie przekraczającym miliard euro.

Firma SENER Polska rozpoczęła działalność w 2006 r. w sektorze aerokosmicznym (obronność, inżynieria kosmiczna, aeronautyka). W szczególności zajmuje się inżynierią mechaniczną dotyczącą mechanizmów i struktur pojazdów kosmicznych, a także naziemnymi mechanizmami wspomagającymi i nawigacją pojazdów kosmicznych. Firma brała lub bierze udział w projektach takich, jak ExoMars, Proba-3, Euclid, E.Deorbit, Saocom-CS, Athena, JUICE. Z kolei cała Grupa SENER powstała w 1956 r. i obecnie zatrudnia prawie 6000 osób w kilkunastu krajach. W roku 2015 przychody grupy wyniosły 1,4 mld euro. W ciągu około 50 lat działalności dostarczyła ponad 270 urządzeń i systemów do satelitów i pojazdów kosmicznych, m.in. dla agencji kosmicznych NASA, ESA, JAXA, Roskosmos.

Przypomnijmy, iż oprócz zaangażowania przedsiębiorstwa SENER Polska, dodatkowo także astronomowie i fizycy z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu wezmą udział w projektowaniu jednego ze spektrografów dla teleskopu ELT, co zostało ogłoszone w marcu 2016 r.

Krzysztof Czart

Polska utrzymała preferencyjne warunki członkostwa w ESA

Nasz kraj podpisał porozumienie z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA), na mocy którego preferencyjne warunki członkostwa Polski w tej organizacji zostaną utrzymane do 31 grudnia 2019 r. Umowa została podpisana 12 stycznia 2017 r. przez wicepremiera Mateusza Morawieckiego oraz Jana Wörnera — Dyrektora Generalnego Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA).

Co dokładnie dają nam preferencyjne warunki? Przedłużają stosowanie środków przejściowych w odniesieniu do Polski jako członka ESA, co oznacza dalszą możliwość korzystania przez przedsiębiorców i jednostki naukowe z uruchomionego specjalnie dla Polski Programu Wsparcia Polskiego Przemysłu (Polish Industry Incentive Scheme — PLIIS). Jak napisano w komunikacie ESA, jest to sukces negocjacyjny naszego kraju, gdyż Europejska Agencja Kosmiczna po raz pierwszy w historii zgodziła się na przedłużenie okresu przejściowego dla państwa członkowskiego. Według umowy o przystąpieniu do ESA, okres przejściowy miał obowiązywać do końca 2017 r. Dzięki nowemu porozumieniu jest o dwa lata dłuższy.

W okresie przejściowym 45% polskiej składki obowiązkowej jest przeznaczone na konkursy adresowane wyłącznie do polskiego sektora kosmicznego (o charakterze otwartym, tj. firmy same zgłaszają pomysły na projekty lub na przetargi tematyczne) bądź na współfinansowanie polskiego udziału w wybranych projektach i misjach ESA. O podziale tych środków decyduje wspólna komisja o nazwie Zespół Zadaniowy Polska-ESA (ESA-Poland Task Force). Ze strony polskiej rekomendacje grupy eksperckiej zatwierdza międzyresortowy Zespół ds. Polityki Kosmicznej w Polsce pod przewodnictwem Ministerstwa Rozwoju. Konkursy w ramach programu Polish Industry Incentive Scheme (PLIIS) odbywają się w ujęciu kwartalnym i są rozstrzygane sukcesywnie po każdej rundzie.

Podano także statystyki dotychczasowego wykorzystania PLISS przez polskie podmioty. Według stanu na koniec lipca 2016 r., złożono 236 wniosków o wsparcie na łączną kwotę 53 mln euro. Z tego 99 projektów uzyskało wsparcie na 20 mln euro, czyli na prawie 40% wnioskowanych środków.

Krzysztof Czart

Indie wysłały 104 satelity za jednym razem

15 lutego Indyjska Agencja Kosmiczna ISRO wysłała za pomocą rakiety PSLV rekordową liczbę 104 satelitów podczas startu z kosmodromu Satish Dhawan. Rakieta wystartowała rano, o 4.58 czasu polskiego. Celem misji było wysłanie satelity obrazującego CartoSat-2D, dwóch mikrosatelitów i 101 satelitów standardu CubeSat. Liczba wysłanych jednocześnie jednostek przyćmiewa poprzedni rekord, należący do rakiety Dniepr, która 2 lata temu wyniosła na orbitę 37 orbiterów.

Podstawowym ładunkiem misji był ważący około 700 kg satelita obrazujący CartoSat-2D. CartoSat-2D jest piątym satelitą drugiej generacji CartoSat. Satelity te dostarczają obrazy wysokiej rozdzielczości dla indyjskiego wojska oraz instytucji zajmujących się kartografią, urbanistyką, monitorowaniem środowiska, zarządzaniem zasobami oraz działaniem podczas

Wizualizacja porównująca teleskop E-ELT do Kościoła Mariackiego w Krakowie. Źródło: ESO

Startująca rakieta PSLV z rekordowym ładunkiem (15 lutego 2017 r.). Źródło: ISRO

klęsk żywiołowych. Na satelicie został zamontowany 70-cm teleskop, którego używa para instrumentów obrazujących — panchromatyczna kamera o rozdzielczości 65 cm oraz czterokanałowa kamera dla światła widzialnego i bliskiej podczerwieni o rozdzielczości 2 m.

Ładunkowi głównemu towarzyszyła para nanosatelitów INS-1A oraz INS-1B. Satelity powstały na bazie rozwijanej w Indiach taniej platformy dla nanosatelitów. Orbiter 1A będzie badał odbicie światła od różnych powierzchni na Ziemi oraz przetestuje odporność na promieniowanie różnych komponentów elektronicznych. Satelita 1B natomiast zmierzy zawartość wodoru w egzosferze naszej planety i przetestuje kamerę z ultracienką optyką.

Zdecydowana większość, bo 88 z wysłanych CubeSatów należy do firmy Planet z San Francisco. Rakietą PSLV poleciała ich nowa seria satelitów obrazowania Ziemi Flock-3p. Do tej pory większość satelitów wysyłanych przez tę firmę była wypuszczana z pokładu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Nie pokrywały więc one całego globu, a z powodu dość niskiej orbity ich działanie trwało maksymalnie rok. Tym razem satelity zostały wysłane na wyższą orbitę o wyższej, pozwalającej pokrywać praktycznie cały glob inklinacji. Firma operuje już 221 satelitami obserwacji Ziemi o rozdzielczościach od 3 do 5 m. Dzięki dużej liczbie satelitów na wielu orbitach udaje jej się obrazować całą planetę każdego dnia.

Kolejne 8 CubeSatów należy do firmy Spire Global. Satelity Lemur-2 poszerzyły flotę firmy już do 29 egzemplarzy. Lemury będą mierzyć pionowe profile temperatury i wilgotności powietrza dla modeli pogodowych oraz odbierać dane systemu identyfikacyjnego statków AIS do komercyjnych zastosowań.

Pozostałe 5 satelitów standardu CubeSat nie należą do żadnej konstelacji i każda stanowi albo demonstrację nowych technologii, albo jest przeznaczona do badań mikrograwitacyjnych lub celów edukacyjnych.

PSLV to flagowa rakieta indyjska. System użytkowany jest od lat 90. Ta misja oprócz rekordu w liczbie wyniesionych satelitów po raz pierwszy używała regionalnego systemu nawigacyjnego do determinacji trajektorii lotu. Był to 39. start tej rakiety, z których tylko pierwszy był nieudany. Indyjska Agencja Kosmiczna potwierdziła prawidłową separację wszystkich satelitów.

Rafał Grabiański

NASA udostępniła za darmo kody źródłowe swojego oprogramowania

Chcecie sprawdzić, jak NASA analizuje dane z satelitów albo optymalizuje trajektorie sond kosmicznych? Agencja wydała katalog oprogramowania i udostępniła kody źródłowe do części swoich narzędzi.

Pierwsza edycja katalogu ukazała się w 2014 r., a teraz udostępniono wersję na lata 2017–2018. Katalog wydano w formie drukowanej oraz w wersji cyfrowej jako plik PDF. Towarzyszy mu strona internetowa, poprzez którą można pobrać kody źródłowe oprogramowania (https://software.nasa.gov).

Dostęp do kodów źródłowych jest bezpłatny. Przy czym, w zależności od rodzaju oprogramowania, może być całkiem publiczny lub ograniczony (np. tylko dla rządowych instytucji amerykańskich). Ale nawet pomijając programy z ograniczeniami dostępu, to i tak NASA sporo udostępnia wszystkim chętnym.

Oprogramowanie to istotny element działalności NASA, stanowi ponad 30% innowacji dokonywanych przez agencję i jest kluczowym elementem wszystkich misji kosmicznych. Katalog zawiera wiele narzędzi, z których agencja korzysta w ramach swoich misji kosmicznych, w aeronautyce czy do przetwarzania danych.

W katalogu zawarto oprogramowanie z różnorodnych kategorii. W spisie treści podzielono je na 15 sekcji: systemy biznesowe i zarządzenie projektami, obsługa serwerów danych, materiały i ich obróbka, systemy do testowania, silniki, elektronika i energia elektryczna, telemetria i telekomunikacja, struktury i mechanizmy, nauka o środowisku (na Ziemi, w powietrzu, w kosmosie, na planetach pozasłonecznych), narzędzia do projektowania, załoga i jej życie (sensory biologiczne, żywność, medycyna), systemy autonomiczne (robotyka i automatyka), zarządzanie pojazdami, przetwarzanie danych i obrazów, aeronautyka.

Co ciekawego znajdziemy wśród narzędzi od NASA? Na przykład kody źródłowe do modeli klimatycznych dla Ziemi (Earth-GRAM 2016), Wenus, Marsa, Neptuna i Tytana. Jest też oprogramowanie CEOS Data Cube Platform version 2 do analizy olbrzymich ilości danych z satelitów, a także oprogramowanie do optymalizacji trajektorii statków kosmicznych czy dla zaawansowanych dronów.

Krzysztof Czart

Źródło: NASA

Astronomiczne impresje z wyprawy do Armenii (I)

U stóp Araratu

Przemysław Rudź

Wyprawa trekkingowa do Armenii to duże wyzwanie nie tylko dla ciała i ducha, ale również poważne przedsięwzięcie logistyczne. Kraj to przecież odległy i egzotyczny, o którym z rzadka tylko donoszą nasze media. Latem panuje w nim suchy i ciepły, często wręcz gorący z punktu widzenia przybysza znad Wisły klimat, który nawet najtwardszym podróżnikom potrafi dać się mocno we znaki.

Armenia jest krajem pełnym oszałamiających wulkanicznych płaskowyżów i dzikiej przyrody. Niewielkie z pozoru odległości pokonuje się wolno mocno nadwątlonymi technicznie i z reguły przepełnionymi busami. Poruszają się one po górskich serpentynach, bezdrożach i słabej jakości drogach, których czasy świetności, o ile takowe miały w ogóle miejsce, sięgają daleko wstecz do okresu imperium sowieckiego. Wspaniała kuchnia, pełna grillowanych mięsnych dań i soczystych warzyw z pomidorami, bakłażanami, papryką i kolendrą na czele, dopełnia atrakcyjności tego regionu. Wrażeń jest więc tu pod dostatkiem, a to nie koniec, bo dla miłośnika astronomii Armenia ma do zaoferowania coś jeszcze. Zachwycony przyrodniczo-kulturalnym potencjałem kraju zdecydowałem, aby już wcześniej wątek astronomiczny wpisać w jeden z obowiązkowych celów podróży. Poniżej postaram się umieścić go na tle szerszej perspektywy, dającej bardziej kompletny wgląd w specyfikę Armenii, a dla zainteresowanych być może stać się przyczynkiem do organizacji własnej podróży w krainę chaczkarów, monastyrów i wulkanów.

Okiem geografa

Południowe stoki Kaukazu przechodzą płynnie w Wyżynę Armeńską, rozległy obszar o powierzchni większej od powierzchni Polski i średniej wysokości sięgającej 1700 m n.p.m. Jest to region aktywny sejsmicznie, co pewien czas doświadczany silnymi trzęsieniami ziemi, z których najtragiczniejszym było zniszczenie miasta Giumri w 1988 roku. Bogaty jest w liczne wygasłe i drzemiące stożki wulkaniczne. Imponujący jest zwłaszcza monumentalny Ararat (5137 m n.p.m.) — święta góra Ormian, choć ku wielkiej ich wielkiej frustracji w całości położona po na terytorium sąsiedniej Turcji. Najwyższym szczytem Armenii jest mniejszy brat Araratu — Aragac (4090 m n.p.m.), również wygasły wulkan, będący wielką atrakcją dla miłośników górskich wspinaczek. Krajobraz wyżyny urozmaicają pasma górskie i płaskowyże, masywy zrębowych gór i pozostałości kominów wulkanicznych. Zwłaszcza te ostatnie dają świadectwo o dynamicznych procesach geologicznych, które w odległych epokach kształtowały charakter tego miejsca.

Z Wyżyny Armeńskiej wypływa kilka ważnych rzek, które od zarania dziejów stanowią trwały i newralgiczny element życia lokalnych społeczności. Nad Eufratem i Kurą, czy dopływem tej ostatniej Araksem, rozwijały się kolejne cywilizacje i mniejsze populacje zamieszkujące bogate w wodę oazy. Największym zbiornikiem wodnym Armenii, kraju bez dostępu do morza, jest tektoniczne jezioro Sewan. Jest to jedno z najwyżej położonych na Ziemi — tafla wody znajduje się na wysokości blisko 1900 m n.p.m. Jego krystalicznie czysta woda i plaże przyciągają

Krater wulkanu Aragac

w sezonie rzesze turystów. Otoczone przez góry i pola wygasłych wulkanów, stanowi wyjątkowo malownicze i zapadające na długo w pamięć miejsce. W wyniku sowieckich zabiegów irygacyjnych i budowy hydroelektrowni, poziom i powierzchnia jeziora obniżyły się o kilkanaście metrów, co spowodowało zmianę linii brzegowej i niekorzystne zmiany w ekosystemie zbiornika (nasilenie eutrofizacji). Późniejsza budowa dwóch tuneli doprowadzających wodę spowodowała, że poziom zbiornika zaczął się stopniowo podnosić, co dobrze rokuje jego przyszłości. Co ciekawe, podróżując po suchej na pozór Armenii można odnieść wrażenie, że jest to kraj, w którym woda musi być dobrem deficytowym. Nic bardziej mylnego. Jest jej tu pod dostatkiem, a przy tym jest krystalicznie czysta, chłodna, ma wspaniały smak i doskonale gasi pragnienie. Co kilkanaście kilometrów ustawione są przydrożne źródełka, gdzie można uzupełnić jej zapasy i pojechać dalej. W miastach źródełka takie są znacznie częstsze, stanowiąc charakterystyczny element wpisany na stałe w życie ich mieszkańców.

Armenia położona jest w strefie klimatu podzwrotnikowego suchego kontynentalnego. Lata są upalne, a deszcz pojawia się najczęściej tylko w wyższych partiach gór. Południe kraju w rejonie miasta Meghri na granicy z Iranem, to najcieplejsze rejony Armenii. Podczas największych upałów temperatura w cieniu przekracza często +40°C. Armeńska zima jest sucha i raczej łagodna, temperatury rzadko spadają poniżej –10°C. Oczywiście rejony

Pole wygasłych wulkanów nad jeziorem Sewan, widziane z perspektywy monastyru Sewanawank

górskie charakteryzują się specyficznymi warunkami klimatycznymi, które modyfikowane są przez wysokość nad poziomem morza. Przykładem może być wejście piszącego te słowa na Aragac, gdzie na wysokości 3800 m n.p.m. temperatura spadła poniżej zera, podczas gdy w tym samym czasie w oddalonym o kilkadziesiąt kilometrów Erywaniu z nieba lał się żar +38°C.

Zapomniana kolebka chrześcijaństwa, oryginalny alfabet, chaczkary i monastyry

Starożytny duch wczesnego chrześcijaństwa obecny jest w każdym zakątku kraju. Można tylko ubolewać, że większość z zabytków tamtej epoki jest mocno nadwątlona stuleciami wojen, najazdów, celowego niszczenia i barbarzyństwa, a w epoce sowieckiej ideologicznego zapomnienia i postępującej dewastacji. Pomimo tego, takie miejsca jak Tatew, Dadiawank, Sewanawank, Norawank czy Chor Wirap, wybitnie uświadamiają wtórność naszej kultury wobec osiągnięć dawnych mieszkańców Armenii. Dla przybysza z Europy momentalnie staje się jasne, że wschodnie chrześcijaństwo posiada znacznie więcej mistycyzmu, który czuje się przekraczając progi kolejnych monastyrów. Ich nasiąknięte zapachem kadzidła wnętrza, skromnie tylko rozjaśnione niewielkimi otworami, wpuszczającymi do środka przypominający boskie naznaczenie snop światła, dziesiątki płonących cienkich świec, pośród nosowych mnisich śpiewów i zawodzeń, wywołuje kolosalne wrażenie.

Charakterystycznym elementem dawnej chrześcijańskiej tradycji Armenii są wszechobecne chaczkary, czyli kamienne tablice wotywne, stawiane nieopodal siedzib ludzkich, w pobliżu świątyń i monastyrów. Tradycja stawiania chaczkarów sięga prawdopodobnie starożytnego królestwa Urartu (IX–VI w p.n.e.), gdzie kamienne tablice z pismem klinowym umieszczano na wysokich cokołach. Szczyt rozwoju tej tradycji przypadł na XII–XIV wiek, chociaż jest to sztuka z powodzeniem kultywowana współcześnie.

W Erywaniu natknąłem się bowiem na funkcjonującą pracownię chaczkarów, w której młody mistrz z pietyzmem wykuwał skomplikowane roślinne ornamenty i zdobienia wokół centralnego motywu krzyża. W skali całego kraju chaczkarów są tysiące, a każdy z nich upamiętnia jakieś szczególnie ważne wydarzenie z życia lokalnych społeczności, często jest też wspominkiem ważnej postaci.

Okolice miejscowości Meghri w pobliżu granicy z Iranem

Oddzielną kwestią jest ormiański alfabet, który zdaje się być kompletnie nieczytelnym. Nie ma w nim jakiegokolwiek punktu zaczepienia i tylko umieszczana obok translacja na alfabet łaciński pozwala przyjezdnym zorientować się w nazwie miejscowości, kierunku w którym odjeżdżają autobusy, profilu sklepu, czy nazwie ulicy. Oryginalny ormiański zestaw znaków to dzieło mnicha Mesropa Masztoca, który około roku 405 zajmował się przekładem Biblii na język swoich pobratymców. Pismo, które wymyślił, łączyło w sobie cechy zapisu greckiego i perskiego. Liczyło pierwotnie 36 znaków, do których pomiędzy X–XII wiekiem dodano jeszcze trzy. Co ciekawe, do przedstawiania liczb stosowano wielkie litery alfabetu, które zestawiano ze sobą otrzymując żądaną sumaryczną wartość. Własny alfabet to powód nieskrywanej dumy wszystkich Ormian, ich wielkie dobro i dziedzictwo narodowe.

Kompleks monastyru Sewanawank

Armeńska szkoła astronomii, czyli Wiktor Ambarcumian i jego dziedzictwo

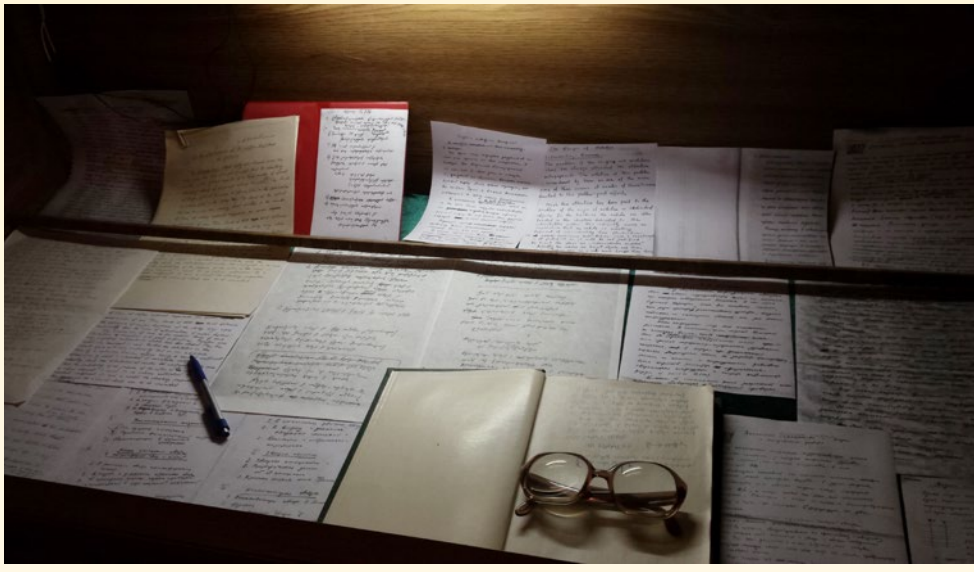
Ślady prehistorycznych związków z astronomią można odnaleźć w Armenii w postaci kamiennych kręgów i zespołów regularnie ustawionych głazów, jak chociażby słynne megalityczne struktury Zorac Karer. Z jednej strony pełniły one funkcje rytualne, z drugiej wykorzystywano je jako kalendarz. Astronomia jest trwałym elementem tożsamości i narodowej dumy Ormian, podobnie zresztą jak ma to miejsce w naszym kraju. Jeśli zapytalibyśmy na ulicy, kto był największym polskim uczonym na przestrzeni wieków, prawdopodobnie większość odpowiedziałaby, że był nim Mikołaj Kopernik. Ma on w kraju setki szkół i innych instytucji swojego imienia, które dowodzą swego rodzaju hegemonii twórcy teorii heliocentrycznej. W Armenii za największego rodzimego uczonego uważa się również astronoma, choć znacznie bliższego nam w czasie. Jest nim twórca podstaw astrofizyki, Wiktor Amazaspowicz Ambarcumian (1908–1996). Niepozorna postać jowialnego jegomościa na trwałe wpisała się nie tylko w armeńską naukę, ale także w światowe dziedzictwo na polu badań Wszechświata. Uczony, urodzony w Gruzji w Tyflisie nad Kurą, studia astronomiczne w Leningradzie ukończył w 1928 roku. Doktoryzował się w obserwatorium w Pułkowie w 1931 roku. W latach 1934–1946 był profesorem astrofizyki Uniwersytetu Leningradzkiego. Był pionierem w zakresie badań atmosfer gwiazdowych, odkrył asocjacje gwiazdowe, badał proces formowania się gwiazd w Galaktyce, warunki i zasady generowania energii w gwiazdach, obserwował promieniowanie radiowe docierające spoza Drogi Mlecznej, poszukiwał galaktyk z aktywnymi jądrami, zajmował się kwantową teorią pola i strukturą jądra atomowego. Jego prace matematyczne nad tzw. transformatą Radona położyły podwaliny pod późniejsze wynalezienie tomografu komputerowego.

Poza działalnością naukową, Ambarcumian był bardzo zaangażowany w życie międzynarodowej społeczności zawodowych astronomów. Jego pasja zdobyła uznanie kolegów, którzy powołali go na szefa Międzynarodowej Unii Astronomicznej, której przewodniczył w latach 1961–1964. W latach 1970–1974 piastował stanowisko prezesa Międzynarodowej Rady Stowarzyszeń Naukowych. W 1956 roku został laureatem prestiżowej Nagrody Julesa Janssena, przyznawanej przez Francuskie Towarzystwo Astronomiczne. Swoje medale wręczały mu brytyjskie Królewskie Towarzystwo Astronomiczne (1960), Słowacka Akademia Nauk (1970), Niemiecka Akademia Nauk (1971), czy Towarzystwo Astronomiczne Pacyfiku (1959). W roku 1973 Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu przyznał mu tytuł doktora honoris causa. To samo wyróżnienie otrzymał od uczelni wyższych z Belgii, Australii, Argentyny i Francji. Był honorowym lub międzynarodowym członkiem akademii nauk wielu krajów. W czasach ZSRR uchodził za czołowego radzieckiego naukowca, a przy tym oddanego społecznika, co przeło-

Kierunkowskaz z ormiańskim i angielskim zapisem nazw miast

żyło się na Złoty Medal Łomonosowa, dwa tytuły Bohatera Pracy Socjalistycznej, pięć Orderów Lenina, dwie Nagrody Stalinowskie, Order Rewolucji Październikowej i wiele innych. Po rozpadzie ZSRR, aż do śmierci był pierwszoplanową postacią armeńskiej nauki.

Wiktor Ambarcumian zapamiętany został jako człowiek niezwykle skromny, pracowity i uczciwy. Służył pomocą młodszym kolegom, wychował wielu szanowanych astronomów. Uznawany był za autorytet moralny i wzór do naśladowania. Poza odkryciami naukowymi, jego największym osiągnięciem organizacyjnym było powołanie do życia bardzo nowoczesnego, jak na ówczesne czasy, obserwatorium astronomicznego, zlokalizowanego w oddalonej o 30 km od Erywania wiosce Biurakan. Placówka stała się dumą Armenii i na stałe wpisała się na astronomiczną naukową mapę świata. Jako ciekawostkę warto wspomnieć, że wokół Słońca krąży, odkryta w 1972 roku w obserwatorium na Krymie, asteroida pasa głównego (1905) Ambartsumian, która upamiętnia postać i dorobek astronoma. Prezydent Republiki Armenii ustanowił przyznawaną co 2 lata międzynarodową nagrodę imienia Wiktora Ambarcumiana (The Viktor Ambartsumian International Prize), honorującą wybitne osiągnięcia na polu astronomii, astrofizyki i nauk pokrewnych.

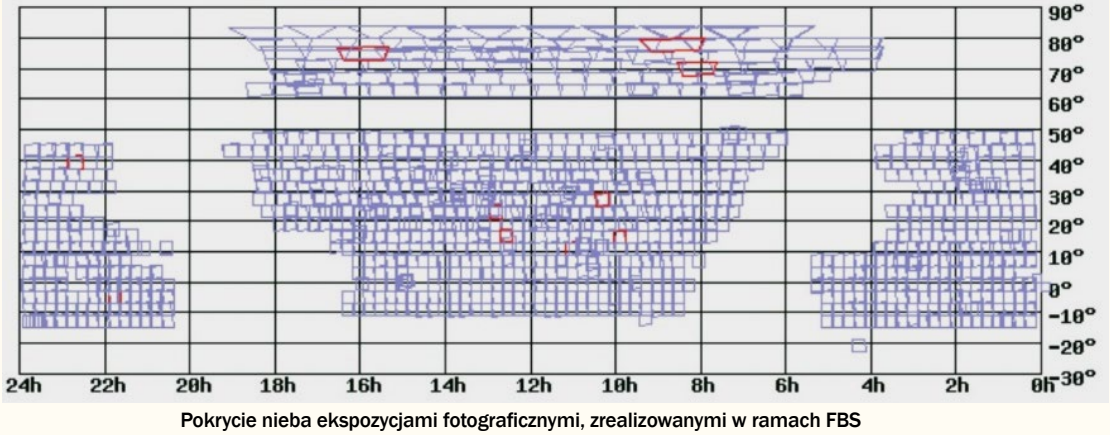


Listy i inne rękopisy Wiktora Ambarcumiana

Galaktyki Markariana i FBS (First Biurakan Survey)

Innym, równie znamienitym, astronomem związanym z obserwatorium w Biurakan był Benjamin Jegiszewicz Markarian (1913–1985). Chyba każdy miłośnik astronomii zna z licznych fotografii przepiękny kompleks oddziałujących ze sobą galaktyk w konstelacji Panny, zwany Łańcuchem Markariana. Został on odkryty właśnie przez armeńskiego uczonego, który stał się główną postacią pierwszego w historii astronomii systematycznego spektralnego fotograficznego przeglądu nieba. Astronom zebrał w swoim czasie odpowiedni zespół obserwatorów, którzy mieli skupić się na poszukiwaniach specyficznego typu galaktyk z jądrami generującymi podwyższoną ilość promieniowania ultrafioletowego. Do tego celu użyto zainstalowanej w ośrodku dużej kamery Schmidta z pełnoaperturowym pryzmatem obiektywowym. W efekcie tytanicznej pracy, w latach 1965–1980, powstała imponująca kolekcja dwóch tysięcy płyt fotograficznych, z których każda zawiera kilkanaście tysięcy niskodyspersyjnych widm ciał niebieskich (dobór pryzmatu obiektywowego o niewielkim kącie łamiącym gwarantował, że widmo jądra galaktyki nie nakładało się na pobliskie obiekty).

W trakcie realizacji całego przeglądu uwieczniono około 20 milionów obiektów na sumarycznej powierzchni 17 tysięcy stopni kwadratowych nieba północnego i częściowo południowego. Przy okazji FBS odkryto i rozpoznano również liczne kwazary, galaktyki Seyferta, lacertydy, źródła promieniowania radiowego, podczerwonego i rentgenowskiego. W latach 1978–1991 zrealizowano SBS, czyli Second Byurakan Survey, który powtórzył sukces poprzednika. Dzięki zaangażowaniu współczesnych pracowników obserwatorium (m.in. dr Arega Mickaeliana) oraz uczelni z Włoch i Stanów Zjednoczonych, począwszy od 2002 roku udało się sukcesywnie digitalizować ten ogromny i bezcenny materiał badawczy, a kolejne jego partie udostępniać w internecie (http://byurakan.phys.uniroma1.it/index.php).



Pokrycie nieba ekspozycjami fotograficznymi, zrealizowanymi w ramach FBS

Dalszy ciąg barwnej relacji Przemka Rudzia z wyprawy do Armenii znajdą Czytelnicy w następnym numerze „Uranii". Sylwetkę autora przedstawiliśmy na łamach naszego pisma w „Uranii" nr 5/2016.

Rozpoczęła się renowacja teleskopu, którym odkryto Plutona

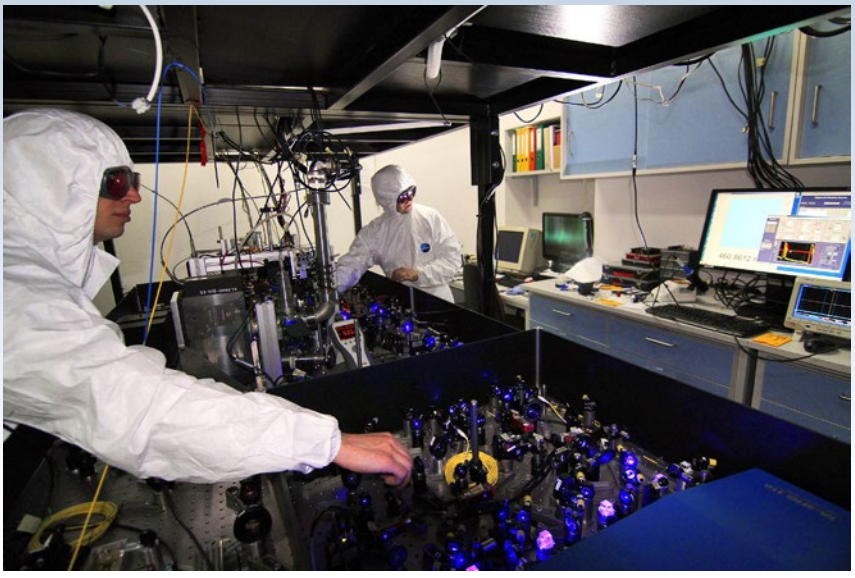
Pluton został odkryty w 1930 r. Teleskop, którym tego dokonano, to obecnie zabytkowy instrument przyciągający bardzo wielu turystów do Obserwatorium Lowella (USA). W roku 2016 odwiedziło go 100 tys. osób.

Teleskop został skonstruowany pod koniec lat dwudziestych ubiegłego wieku. Miał służyć m.in. do poszukiwań Planety X. W roku 1930 Clyde Tombaugh odkrył przy jego pomocy Plutona, przez kilkadziesiąt lat uznawanego powszechnie za dziewiątą planetę Układu Słonecznego, a od 2006 r. „zdegradowanego" przez Międzynarodową Unię Astronomiczną do klasy obiektów zwanych planetami karłowatymi. Teleskop służył astronomom także do badań komet, planetoid i pomiarów ruchów własnych gwiazd.

13-calowy instrument (33 cm) jest astrografem, czyli był przeznaczony do wykonywania zdjęć obiektów na niebie. Instrument wyprodukowała firma Alvan Clark and Sons z Cambridge, Massachusetts. Kopułę dla teleskopu zaprojektowano i wykonano w latach 1928–1929. Wykonał ją Stanley Sykes, opierając się na planach swojego brata Godfreya, przygotowanych dla kopuły teleskopu 24-calowego, zbudowanej w 1896 r.

Obserwatorium Lowella poinformowało, iż 12 stycznia 2017 r. rozpoczęła się renowacja teleskopu i kopuły. Prace potrwają rok. Teleskop zostanie wymontowany z kopuły. Niektóre jego elementy zużyły się lub wymagają wyczyszczenia (mechanizm kontrolny, pojemnik na płyty fotograficzne i inne akcesoria). Z kolei drewniana kopuła zgniła w niektórych miejscach. Koszty renowacji wyniosą 155 tys. dolarów. Środki uzyskano dzięki darowiznom oraz grantowi od Crystal Trust.

Krzysztof Czart



Eksperymenty przy optycznym zegarze atomowym w Krajowym Laboratorium FAMO. Fot.: Andrzej Romański / UMK

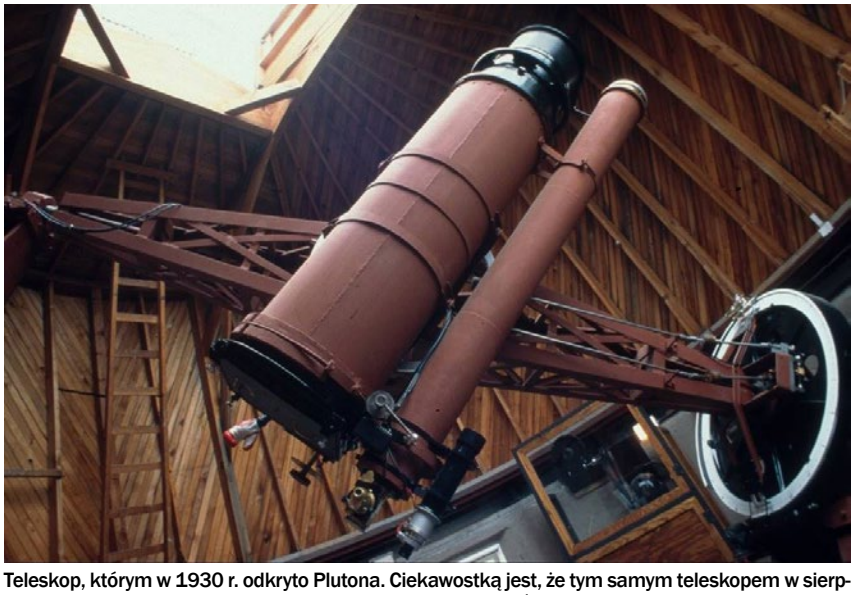
Fizycy z Torunia szukają ciemnej materii

Często piszemy o odkryciach dokonanych przez toruńskich astronomów, ale tym razem będzie o fizykach z Torunia, którzy przeprowadzili w laboratorium poszukiwania ciemnej materii.

Ciemna materia jest zagadkowym składnikiem Wszechświata. O jej istnieniu wnioskujemy na podstawie obserwacji astronomicznych, które pokazują grawitacyjne oddziaływanie ciemnej materii na materię zwykłą. Uważa się, że ciemnej materii jest kilkakrotnie więcej niż tej, którą widzimy na co dzień dookoła nas, ale jej natura nadal pozostaje zagadką dla naukowców (więcej o hipotezach na ten temat pisaliśmy w „Uranii" nr 6/2016). Do tej pory nie udało się także zbadać ciemnej materii w warunkach laboratoryjnych. Potencjalnych cząstek elementarnych odpowiedzialnych za ciemną materię poszukuje się m.in. w eksperymentach w laboratoriach CERN. Jednak fizycy z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, z zespołu, którym kieruje dr Piotr Wcisło, mają jeszcze inny pomysł na zbadanie ciemnej materii. Po raz pierwszy wykorzystali do tego celu w sposób eksperymentalny optyczne zegary atomowe.

Jeżeli ciemna materia rzeczywiście istnieje, to istnieje pewna wartość, ponad którą nie oddziałuje ze zwykłą materią. Tę wartość można spróbować zmierzyć. Wykorzystano do tego celu niezwykle precyzyjny instrument: optyczny zegar atomowy. Sposób toruńskich fizyków pozwoli sprawdzić jedną z hipotez dotyczących ciemnej materii: być może istnieją makroskopowe obiekty ciemnej materii, tzw. defekty topologiczne. Mogły one powstać we wczesnym, szybko ochładzającym się Wszechświecie. Taki defekt można sobie wyobrazić jako ścianę o nieznanej grubości, która „przelatuje" przez Wszechświat.

Jak tłumaczy dr Wcisło, jeśli taki makroskopowy obiekt ciemnej materii przemknie przez Krajowe Laboratorium FAMO w Instytucie Fizyki UMK i jeśli w jakiś sposób sprzęgnie się ze zwykłą materią, to optyczny zegar atomowy zacznie „tykać" minimalnie inaczej. Tego typu eksperyment był już wcześniej rozważany przez fizyków z innych krajów, ale do tej pory zakładano, że do pomiarów potrzeba dwóch zegarów atomowych, podstawowego i referencyjnego, znajdującego się bardzo



Teleskop, którym w 1930 r. odkryto Plutona. Ciekawostką jest, że tym samym teleskopem w sierpniu 1981 r. Edward Bowell odkrył planetoidę 12999 Toruń. Źródło: Obserwatorium Lowella

daleko (np. jeden w Polsce, a drugi w Japonii).

Jednak polski fizyk wpadł na pomysł, że jako wzorzec częstości można wykorzystać także wnękę optyczną, która stanowi standardowy element zegara atomowego. Wtedy wystarczy dysponować tylko jednym zegarem. Częstotliwości światła pochłanianego przez atomy oraz przechodzącego przez wnękę zareagują na spotkanie z poszukiwanym obiektem ciemnej materii w inny sposób. Zaobserwuje się różnice dwóch częstotliwości.

Przeprowadzenie takich eksperymentów pozwoli uzyskać ograniczenia dotyczące własności ciemnej materii. Potencjalnie metoda pozwala też na rzeczywistą detekcję ciemnej materii i to bez budowania specjalnych, bardzo drogich laboratoriów, a jedynie wykorzystując istniejącą już aparaturę badawczą. Fizycy z Torunia zamierzają kontynuować eksperymenty, a także podjąć współpracę z innymi ośrodkami posiadającymi optyczne zegary atomowe, aby stworzyć swego rodzaju globalne obserwatorium ciemnej materii.

Krzysztof Czart

Trójwymiarowa mapa Wszechświata sprzed 7 miliardów lat

Międzynarodowa grupa badawcza VIPERS, z polskim udziałem, zaprezentowała w grudniu 2016 r. nową trójwymiarową mapę Wszechświata sprzed 7 miliardów lat, największą jak dotąd dla tej epoki w dziejach kosmosu. Komunikat ogłosiło wspólnie kilka naukowych instytucji: Narodowe Centrum Badań Jądrowych (NCBJ), Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO), CNRS (Francja), INAF (Włochy).

VIPERS, czyli VIMOS Public Extragalactic Redshift Survey (w tłumaczeniu: Publiczny Pozagalaktyczny Przegląd Przesunięć ku Czerwieni zrobiony multispektrografem VIMOS), to największy w historii przegląd galaktyk, do których odległość wynosi co najmniej 5 mld lat świetlnych. Prowadzony był przez osiem lat przy pomocy multispektrografu VIMOS, pracującego na jednym z 8,2-m teleskopów VLT w Obserwatorium Paranal w Chile. Naukowcy wykorzystali prawie 500 godzin pracy tego należącego do ESO teleskopu.

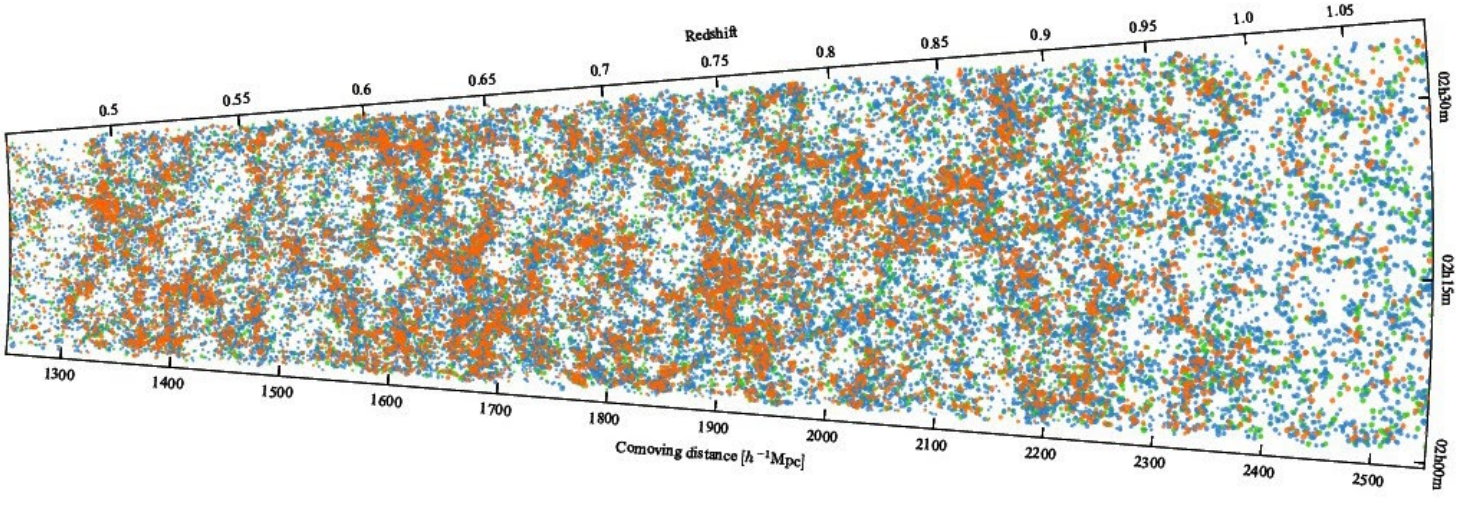
Obszar na niebie, dla którego dokonano obserwacji, obejmuje dwa fragmenty o łącznej powierzchni 25 stopni kwadratowych. Efektem tych obserwacji było wyznaczenie odległości i określenie własności fizycznych dla ponad 90 tys. galaktyk. Dzięki temu udało się następnie opracować trójwymiarową mapę Wszechświata w obszarze kosmosu, z którego światło biegnie do nas około 7 mld lat (a ściślej od 5 do 9 mld lat), czyli gdy Wszechświat był dwa razy młodszy niż obecnie.

Analiza rozmieszczenia galaktyk pozwala wysnuć wnioski na temat umiejscowienia ciemnej materii w wielkoskalowej strukturze Wszechświata, a nawet próbować ustalać własności ciemnej energii. To właśnie w okresie, gdy Wszechświat miał około 7 mld lat, nastąpił pewnego rodzaju przełom — Wszechświat zaczął się rozszerzać coraz szybciej.

W zespole badawczym byli również polscy astronomowie z Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Warszawie, Uniwersytetu im. Jana Kochanowskiego w Kielcach i Centrum Fizyki Teoretycznej PAN (prof. Agnieszka Pollo z UJ i NCBJ, dr Katarzyna Małek i dr Aleksandra Solarz z NCBJ, dr Janusz Krywult z UJK, studenci i doktoranci z UJ, mgr Małgorzata Siudek z CFT PAN).

Polacy badali kształty i linie widmowe galaktyk. Wykazali, iż już wtedy we Wszechświecie istniał obserwowany obecnie podział na dwa główne typy galaktyk: galaktyki spiralne i galaktyki eliptyczne. Te pierwsze aktywnie tworzą nowe gwiazdy, a drugie zawierają gwiazdy stare. Na mapie VIPERS widać potężne, zwarte struktury, a w nich zgrupowania czerwonych — a więc starych — galaktyk. Niebieskie aktywne gwiazdotwórczo galaktyki, w których tworzą się gwiazdy, dominują w mniej zagęszczonych obszarach, tak samo, jak ma to miejsce dzisiaj, gdy Wszechświat liczy sobie prawie 14 mld lat. Oznacza to, że podstawowe typy galaktyk musiały wyłonić się we Wszechświecie dużo wcześniej.

Krzysztof Czart



Mapa Wszechświata sprzed 5 do 9 mld lat, stworzona przez projekt VIPERS dzięki obserwacjom około 90 000 galaktyk z tej epoki. Ówczesne galaktyki tworzą skomplikowaną kosmiczną sieć, bardzo podobną do struktur, jakie obserwujemy w lokalnym Wszechświecie. Podobnie jak dzisiaj, już 9 mld lat temu galaktyki czerwone (eliptyczne) znajdują się w węzłach tej sieci, podczas gdy tworzące nowe gwiazdy niebieskie galaktyki spiralne są znacznie bardziej rozproszone w przestrzeni. Źródło: VIPERS

Astronomia w szkole:
KOLIMACJA TELESKOPU NEWTONA

Kolimacja jest jednym z najczęściej poruszanych tematów użytkowników na forach internetowych czy w mediach społecznościowych. Dotyczy głównie osób z teleskopami systemu Newtona, którzy użytkując konstrukcje tego typu są najbardziej narażeni na utratę odpowiedniej jakości obrazu.

Ze względu na typ budowy i małą sztywność konstrukcji, jeśli teleskop Newtona zostanie poddany wstrząsom lub potrącony, np. podczas transportowania samochodem, często traci kolimację.

Od dokładności kolimacji może zależeć, czy zobaczymy Wielką Czerwoną Plamę na Jowiszu lub przejścia cieni księżyców na jego tarczy.

Co to jest kolimacja?

Kolimacja w najprostszych słowach to odpowiednie ustawienie osi optycznej zwierciadła głównego i wtórnego w taki sposób, aby płaszczyzna ogniskowania teleskopu dokładnie spotkała się z płaszczyzną ogniskowania okularu.

Kolimacja ma duże znaczenie dla dobrych osiągów optycznych teleskopu, w szczególności jeżeli nasz teleskop służy również do astrofotografii. Tutaj dokładność kolimacji jest bardzo istotna i wszelkie błędy wychodzą nam dość szybko na zdjęciach.

Teleskop Newtona może dostarczyć ci doskonałych obrazów obiektów astronomicznych pod warunkiem, że zwierciadło główne (wklęsłe zwierciadło paraboliczne lub sferyczne na tylnym końcu tubusu) oraz płaskie zwierciadło wtórne są dokładnie wyrównane względem siebie i dodatkowo wyśrodkowane na swojej osi optycznej.

Jeżeli błędna kolimacja występuje w teleskopie Newtona, to główny błąd obrazu — tak zwana koma, zostanie znacznie wyolbrzymiona i będzie widoczna nawet w centrum pola widzenia, podczas gdy normalnie widać ją tylko na krawędziach.

W tym miejscu ważna uwaga. Im większa średnica zwierciadła głównego i im krótsza ogniskowa układu optycznego, tym bardziej w teleskopie uwidacznia się nawet niewielka utrata kolimacji.

Co więc należy zrobić, aby nasz Newton był dobrze skolimowany?

Po pierwsze, musimy pamiętać, że wyciąg okularowy musi być ustawiony solidnie i dokładnie pod kątem 90° względem tubusu, a zwierciadło główne i wtórne muszą być wyśrodkowane w tubusie.

Prawidłowe wyśrodkowanie zwierciadła głównego jest (prawie) zawsze gwarantowane przez mechaniczną konstrukcję komory zwierciadła głównego w tubusie. Natomiast zwierciadło wtórne często można lekko wyregulować poprzez, na ogół, cztery ramiona „pająka", na którym jest ono zawieszone. Mając świeżo zakupiony teleskop można zakładać, że jest on prawidłowo wyśrodkowany. Jeżeli tak nie jest, nie musi to skutkować utratą jakości obrazu, ale raczej pociemnieniem pola widzenia.

Następnie musimy użyć gotowego kolimatora optycznego i/lub laserowego, który będzie nam pomocny w całym procesie kolimacji.

Kolimacja

Kolimację zawsze zaczynamy od kontroli i wyregulowania położenia zwierciadła wtórnego.

W kolimatorze optycznym cały proces kolimacji przeprowadzamy obserwując położenie lusterka wtórnego w centrum pola widzenia oraz odbicia lustra głównego w lustrze wtórnym dokładnie w centrum lustra wtórnego. Może wydawać się to skomplikowane, ale mała praktyka pokaże, że nie jest to tak trudne, bowiem siatka celownicza wewnątrz kolimatora ułatwia dokładne wykonanie tej czynności.

W następnym kroku najlepiej użyć kolimatora laserowego w celu kolimacji lustra głównego.

Aby to zrobić, obserwujemy padający na matówkę kolimatora promień lasera, który powinien wrócić do punktu wyjścia. Jeżeli odbija się od zwierciadła pod kątem, należy za pomocą śrub nachylenia zwierciadła głównego tak ustawić lustro główne, aby promień wrócił centralnie do punktu wyjścia. Często w kolimatorach promienie w idealnej kolimacji wzajemnie się wygaszają. Kolimację najlepiej przeprowadzić w 2 osoby. Jedna obserwuje padający promień światła na lustro główne, druga dokonuje korekty nachylenia zwierciadła za pomocą na ogół 3 śrub.

Oczywiście kolimator działa niezawodnie, tylko jeśli sam promień lasera opuszcza swoją obudowę w sposób absolutnie wycentrowany. Dlatego też spotykamy często kolimatory umożliwiające ich korektę lub kolimatory, których producent zapewnia długotrwałe utrzymanie prawidłowej kolimacji samego kolimatora. Często też używa się znaczników wyrównywania i kilku innych technik zapewniających przeprowadzenie prawidłowej kolimacji. Zalecamy więc zapoznać się z instrukcją obsługi kolimatora.

Marek Substyk

Termin nadsyłania dokumentacji: 31 października 2017 r.

KONKURS „URANII” 2016/2017

„Nasza szkolna przygoda z astronomią”

Konkurs przeznaczony dla szkół, które w roku szkolnym 2016/17 lub w roku kalendarzowym 2017 prenumerują czasopismo „Urania-Postępy Astronomii”, w ramach dofinasowania otrzymanego z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Skorzystać z dofinasowania może każda szkoła do końca roku 2017. Koszt rocznej prenumeraty wynosi tylko 30 zł! Wystarczy wypełnić formularz zgłoszeniowy na stronie www.urania.edu.pl w zakładce „Prenumerata”

Zadanie konkursowe polega na przedstawieniu wiarygodnej dokumentacji dowolnej, astronomicznej aktywności całej szkoły, zespołu lub grupy uczniów. Przykładami aktywności dzieci i młodzieży mogą być **pokazy nieba, regularne obserwacje, prace badawcze, wykłady lub artykuły, szkolna gazeta lub strona internetowa poświęcona astronomii, organizacja astropikniku lub astrofestiwalu, spektakl teatralny, film popularnonaukowy, poszukiwania astronomicznych artefaktów w okolicy, spotkania z astronomami** itp. Dopuszczalne formy dokumentacji to **album, pokaz multimedialny, film albo strona internetowa**. Jedna szkoła może przedstawić wiele różnych rodzajów aktywności i kilka form jej dokumentacji, które będą oceniane jako całokształt. Szkołę może zgłosić do Konkursu nauczyciel-opiekun, samorząd szkolny, uczeń lub grupa uczniów za wiedzą dyrekcji szkoły. Do nadesłanej dokumentacji należy dołączyć wypełniony formularz konkursowy oraz krótki (5–8 tys. znaków + materiały graficzne) atrakcyjny artykuł o astronomicznej działalności szkoły w formie gotowej do publikacji w „Uranii”. Zgłoszenia szkół do Konkursu wraz z adresem swojej strony internetowej będą przyjmowane **do 15 października 2017 r.** za pośrednictwem strony internetowej www.urania.edu.pl. Pozostała dokumentacja powinna zostać nadesłana pocztą na adres Redakcji „Uranii” lub e-mailem na adres redakcja@urania.edu.pl do **31 października 2017 r.**

Przewidywane nagrody wartości 3 000 zł za I miejsce, 2 000 zł za II miejsce i 1 000 zł za III miejsce w postaci sprzętu astronomicznego wg własnego wyboru. Ponieważ czynimy starania o pozyskanie dodatkowych sponsorów, Jury może zadecydować o innym podziale i ilości nagród oraz kategoryzacji szkół na podstawowe, gimnazja i ponadgimnazjalne. W ocenie nadesłanej dokumentacji będą brane pod uwagę (1) merytoryczna wartość i poprawność działalności uczniów, (2) stopień zaangażowania społeczności szkolnej w realizację projektu, (3) oddziaływanie popularyzatorskie w środowisku lokalnym, (4) pomysłowość i oryginalność przestawionych form działania, (5) wiarygodność i jakość dokumentacji. Główne nagrody będą wręczane w szkołach osobiście przez przedstawiciela redakcji „Uranii”.

Szczegółowy Regulamin Konkursu i formularz zgłoszeniowy znajdzie się niebawem na stronie www.urania.edu.pl w zakładce „Konkursy”. Wszelkie zapytania odnośnie Konkursu można kierować e-mailem na redakcja@urania.edu.pl lub telefonicznie 509 44 17 17.

Grand Prix 2014 — ekipa Gimnazjum w Pokoju wraz z nagrodami: refraktorem 12 cm (z montażem i napędem paralaktycznym) i 8” Newtonem na montażu Dobsona

I miejsce w roku 2016 — uczniowie z SP 2 w Brzeszczach ubrani w stroje przypominające kombinezony astronautów

I miejsce w roku 2016 — uczniowie z Zespołu Szkół Miejskich nr 3 Jaśle

Spotkania w nagrodzonych szkołach kończyły się oglądaniem meteorytów i protuberancji na Słońcu

Największe zderzenia w historii Ziemi

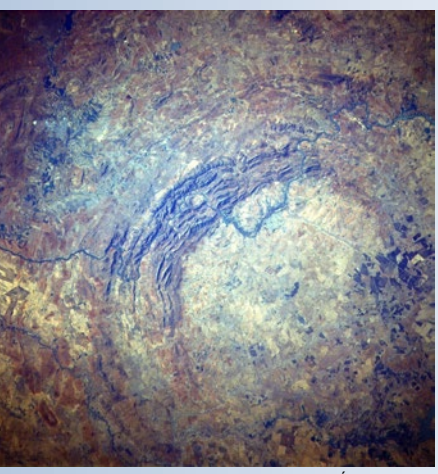
Współczesne media dość często wspominają o wielkiej katastrofie sprzed 65 mln lat, kiedy znacznych rozmiarów planetoida uderzyła w naszą planetę, a skutkiem tego wydarzenia była zagłada większości istniejących wówczas na Ziemi wielkich gadów. Okazuje się, że nauce są znane znacznie większe choć i znacznie odleglejsze czasowo katastrofy.

Suavjärvi

Najstarszy ślad uderzenia znaleziony na Ziemi znajduje się w republice Karelii, w granicach dzisiejszej Rosji. W centrum krateru jest jezioro o średnicy 3 km, natomiast całkowite rozmiary struktury sięgają 16 km. Wiek Suavjärvi ocenia się na 2,4 mld lat, a więc uderzenie nastąpiło na granicy ery archaicznej i proterozoicznej.

Vredefort

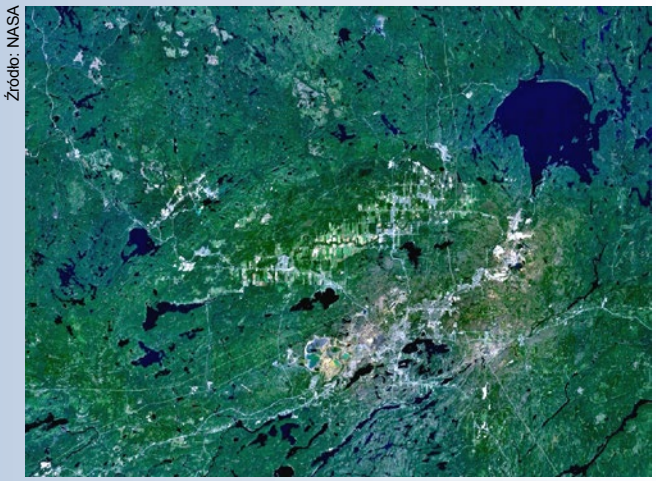
Ślad ogromnej katastrofy sprzed 2 mld lat, planetoida o średnicy ocenianej na 10 do 15 km uderzyła w obszar dzisiejszego RPA, około 100 km na południowy zachód od Johannesburga. Pierwotny rozmiar krateru jest oceniany na około 300 km. Do czasów współczesnych zachowały się koncentryczne łańcuchy wzniesień w środkowej części obszaru oraz wzniesienie centralne przypominające centralne wzniesienia widoczne na zdjęciach kraterów księżycowych. Badania geologiczne ujawniają struktury uderzeniowe w odległościach dochodzących do 120 km od centrum krateru.



Źródło: NASA

Sadbury

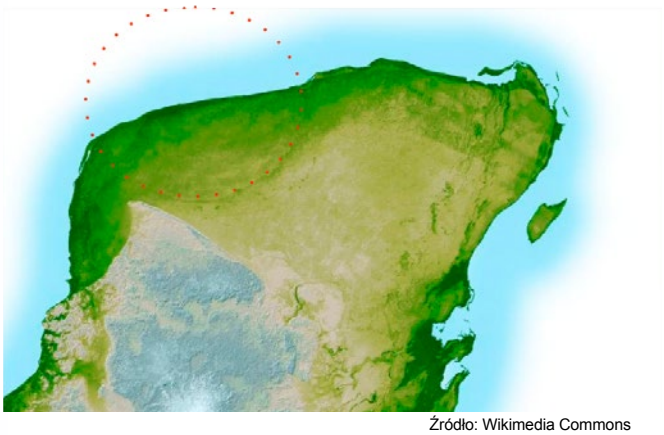
W „zaledwie” 200 mln lat po uderzeniu Vredefort doszło do porównywalnej rozmiarowo katastrofy. Obiekt o rozmiarach przekraczających 10 km uderzył w obszar współcześnie znajdujący się na północ od jeziora Huron w Kanadzie, w prowincji Ontario. Powstał wówczas krater o rozmiarach zbliżonych do 200 km, z czasem wskutek procesów geologicznych uległ on zniekształceniu i obecnie dostrzegalne struktury przypominają owalny twór o rozmiarach o długości 60 km i szerokości 30 km. Dno krateru znajduje się 15 km pod warstwą bardziej współczesnych osadów. Obszar Sadbury obecnie obfituje w wielkie ilości bogactw naturalnych, wydobywany jest tu nikiel, miedź oraz platyna.



Źródło: NASA

Chicxulub

Ślad najbardziej znanej katastrofy sprzed 65 mln lat odnajdujemy u wybrzeży półwyspu Jukatan. Krater częściowo znajduje się pod lądem a częściowo pod dnem morskim. Zauważony dzięki odkryciu anomalii magnetycznych tworzących koncentryczne pierścienie o średnicach 70 km i 180 km. Za powstanie krateru jest odpowiedzialna planetoida o rozmiarze zbliżonym do 10 km. Efekty uderzenia były dość dramatyczne. Potężna fala uderzeniowa wywołała globalne wstrząsy tektoniczne oraz spowodowała nagły wzrost aktywności wulkanicznej. Materiał wyrzucony z krateru mógł spowodować globalne pożary roślinności. Najbardziej znacząca dla życia na Ziemi okazała się jednak obecność pyłu w atmosferze, który na około dekadę odciął dopływ promieniowania słonecznego, powodując globalne ochłodzenie. Katastrofa spowodowała wyginięcie wielkich gadów, stwarzając jednocześnie miejsce dla rozwoju nowych organizmów. To, że możemy teraz czytać te słowa, jest po części zasługą pewnej bezimiennej planetoidy.



Źródło: Wikimedia Commons

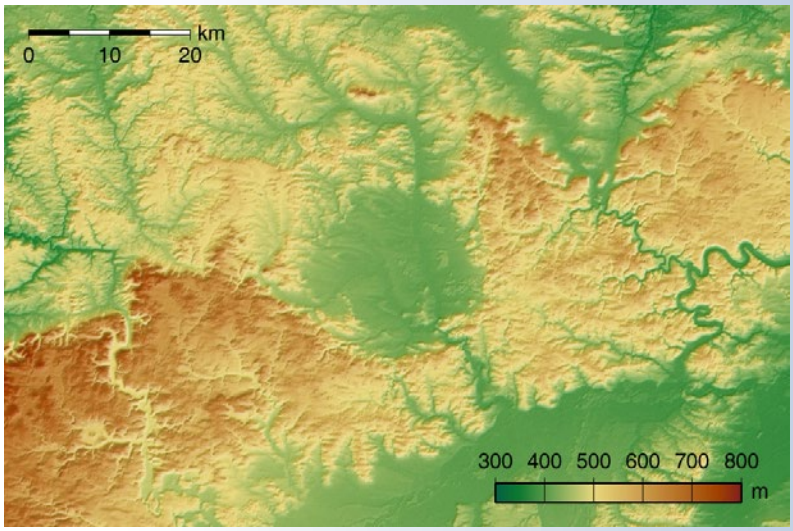
Popigai

Gdzieś dokładnie pomiędzy katastrofą, która spowodowała zagładę dinozaurów a czasami współczesnymi, czyli 35 mln lat temu miało miejsce zdarzenie tylko odrobinę mniej spektakularne. Planetoida o rozmiarach pomiędzy 5 a 8 km uderzyła w obszar dzisiejszej Syberii, tworząc krater o rozmiarach 100 km. Wskutek uderzenia doszło do potężnych globalnych zmian klimatycznych, które najprawdopodobniej spowodowały wymieranie organizmów na pograniczu eocenu i oligocenu. Doszło do wyginięcia wielu wczesnych gatunków ssaków, w ich miejsce pojawiły się nowe, bliższe współcześnie znanym.

Nordlinger Ries

Pomiędzy 14,5 a 14,3 mln lat temu dwie planetoidy uderzyły w teren dzisiejszej Bawarii, tworząc kratery o rozmiarach 24 oraz 4 km. Dość prawdopodobne, że doszło do zderzenia z podwójną planetoidą, przy czym rozmiar większego obiektu ocenia się na 1,5 km a rozmiar mniejszego na 150 m. Podczas uderzenia z krateru została wyrzucona materia, która pod postacią mołdawitów jest odnajdywana na terenie Czech i Moraw.

Przemysław Żołądek



Źródło: Wikimedia Commons

Reaktywacja stacji PFN01 Ostrowik

Z początkiem XXI w. obserwacje wizualne prowadzone przez człowieka zaczął wypierać sprzęt, który mógł spoglądać w niebo każdej nocy, letniej czy zimowej i zapisywać dokładny przelot każdego zjawiska. W Polsce pierwsze obserwacje meteorów przy wykorzystaniu kamer wideo przeprowadzano już w 2002 r. Koszt jednego zestawu składającego się z kamery, komputera i obiektywu sięgał wtedy nawet kilku tysięcy złotych (dzisiaj można zakupić go już nawet za kilkaset złotych). Dzięki finansowemu wsparciu KBN Pracownia Komet i Meteorów (www.pkim.org) uzyskała pieniądze na zakup kamer, które zostały zamontowane m.in. w Stacji Obserwacyjnej Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego w Ostrowiku. Była to pierwsza stacja video, która przez kolejne lata razem z innymi kamerami działającymi w Polsce brała udział w projekcie Polish Fireball Network.

Po kilku latach pracy, studenci, którzy obsługiwali kamery w Ostrowiku, rozstali się z uczelnią, a co za tym idzie, stacja przestała pracować.

PFN01 Ostrowik w 2002 roku

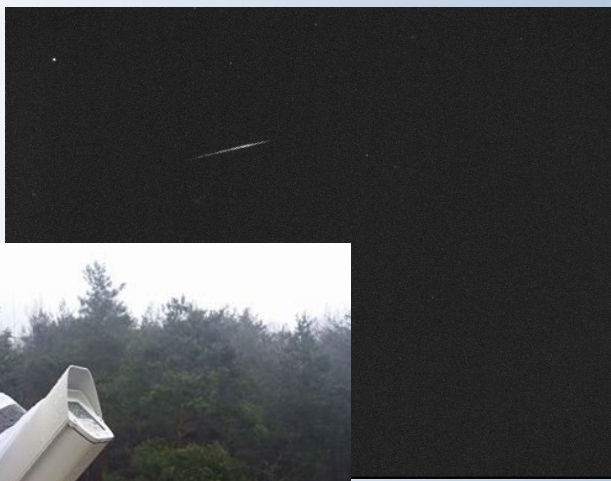
Po około 9 latach przerwy, dzięki zaangażowaniu studentów z Koła Naukowego Astronomów Uniwersytetu Warszawskiego PFN01 wróciła do życia. W tej chwili pracuje tam jedna kamera — Tayama C4702 z szerokokątnym obiektywem o światłosile 1.2.

Szybkie łącze internetowe, którego kiedyś brakowało, pozwala bez problemów sprawdzać detekcje z dowolnego miejsca na ziemi.

Bardzo się cieszymy, że pierwsza w historii PFN stacja bolidowa znowu działa i mamy nadzieję, że będzie tam pracowała jak najdłużej.

Serdecznie dziękujemy za zgodę na zamontowanie kamery Dyrekcji Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego oraz studentom z Koła Naukowego Astronomów UW za zaangażowanie i zainteresowanie tematem obserwacji meteorów. Mamy nadzieję, że wśród kolejnych pokoleń studentów znajdą się pasjonaci tej dziedziny astronomii.

Maciej Myszkiewicz



Pierwszy meteor zarejestrowany w PFN01

PFN01 w roku 2016

„Kometa pająk”

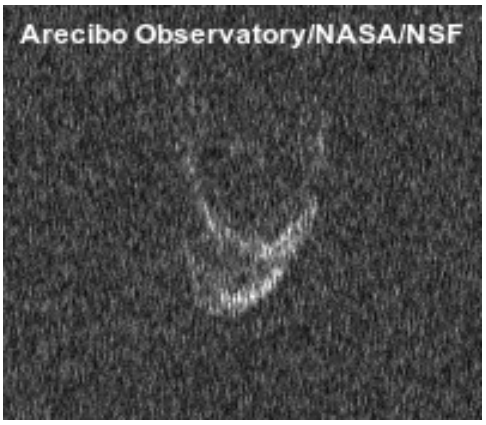
Kometa pająk

W lutym na zachodniej części nieba pojawiła się kometa najczęściej powracająca w okolice Słońca — 2P/Encke. Widoczna niedługo po jego zachodzie, w połowie miesiąca osiągała około 10 mag, będąc niekiedy obiektem łatwiej dostrzegalnym niż sporo jaśniejsza 45P. Wizualnie dopatrzono się nawet niewielkiego warkocza, jednak tylko przy użyciu specjalnych filtrów kometarnych. To właśnie wtedy (ok. 14––20 lutego) świat obiegło kilka fotografii komety Enckego wykonanych pod bardzo ciemnym niebem. Możemy śmiało zakładać, że „kometa pająk” to jedno z najciekawszych zdjęć komet, jakie kiedykolwiek powstało. Widoczne są tam aż trzy warkocze, spośród których jeden jest zwrócony w przeciwnym kierunku niż dwa pozostałe. Prawdopodobnie oba niemal symetrycznie położone warkocze tworzy pył powstały z masy utracanej przez kometę. Jakkolwiek niezwykły to widok, należy uznać, że nawet powstawanie antywarkoczy nie jest zupełną rzadkością. Jakby tego było mało, widzimy jeszcze trzeci warkocz — tym razem jonowy, który ze swej natury zawsze powinien być skierowany odsłonecznie. W tym przypadku odchodzi on pod znacznym kątem od głównego warkocza pyłowego i wydaje się nieco zakręcać niczym niesforny kosmyk włosów, nieugięty wobec usilnych prób jego zaczesywania. Tym razem w rolę grzebienia wciela się wiatr słoneczny. Będąc autorem tej nadzwyczajnej fryzury, doprowadził do rozwidlenia dwóch warkoczy. To niezwykłe zjawisko jest pewnego rodzaju rzadkością, choć z pewnością nie dla 2P/Encke! Kometa Enckego już wielokrotnie pokazywała, że dobrze jej z wiatrem we włosach. Zdjęcia z satelitów STEREO wykonane podczas wcześniejszych powrotów pokazują, jak warkocz „powiewa”, zbliżając się do Słońca. W roku 2007 doszło nawet do dezintegracji warkocza na skutek spotkania komety z materią wypchniętą przez Słońce podczas koronalnego wyrzutu masy. Ach, gdybyśmy tylko w czasie tego powrotu mieli możliwość ujrzenia jej w polu STEREO… Pajęcza kometa jest w końcu obiektem, który w peryhelium zbliża się do naszej Dziennej Gwiazdy na naprawdę niewielką odległość, trzykrotnie mniejszą od orbity Ziemi. Jest zatem bardziej podatna na bezpośredni wpływ Słońca niż inne jej kuzynki.

45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova

Wywołana jakby „do tablicy” kometa chwile swojej największej jasności ma już za sobą. Mimo że w maksimum obserwatorzy oceniali jej jasność nawet na 5,9 mag, z pewnością nie była łatwo dostrzegalnym obiektem. Podobnie jak w czasie grudniowych (ostatnich przed peryhelium) obserwacji, również na początku lutego czas, w którym szanse

Fot. 1. Kometa 2P/Encke z „pajęczą” strukturą warkoczy (16 lutego 2017 r.). Fot. Fritz Helmut Hemmerich



Fot. 2. Radarowy obraz komety 45P z Obserwatorium Arecibo uzyskany 12 lutego 2017 r.

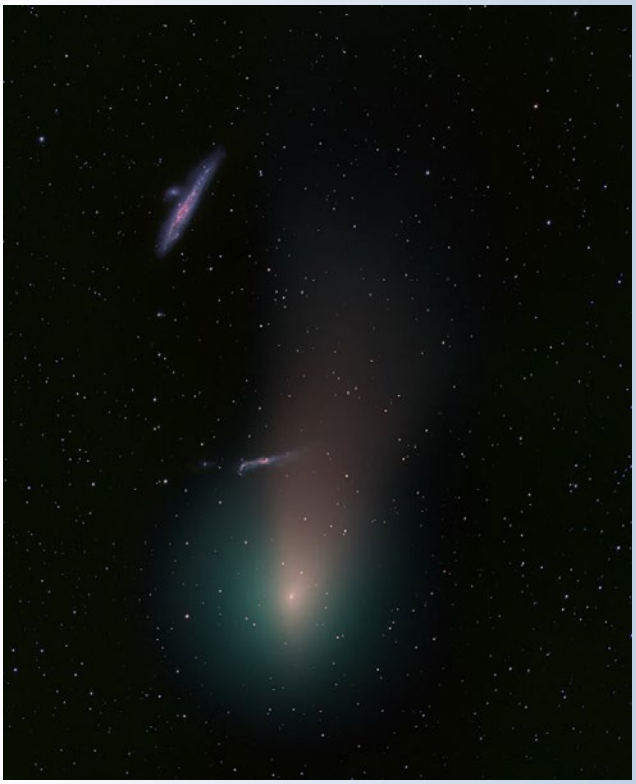
na jej zobaczenie wydawały się największe, był relatywnie krótki. Tym razem należało wyłuskiwać kometę nie z łuny zachodzącego Słońca, lecz z jasnego tła nieba z Księżycem w pełni. Na dodatek pełnia wypadła 10 lutego — czyli dzień przed największym zbliżeniem 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova do Ziemi. Zatem w większości przypadków po raz kolejny Słońce uniemożliwiło jej obserwacje, tym razem już tylko pośrednio. Podejmując próbę dostrzeżenia komety w lornetce 12×70 na podmiejskim niebie 11, 14 i 15 lutego, powracałem, nie wykonawszy tej misji. Zadanie utrudniał nie tylko Księżyc, ale również sama kometa. Podczas największego zbliżenia do Ziemi i w ciągu kolejnych 2 tygodni jej głowa osiągała ogromne wielkości kątowe, przekraczające wizualnie 30 minut kątowych! Obserwator pod ciemnym niebem mógł zatem zobaczyć obiekt o rozmiarach kątowych porównywalnych z Księżycem w pełni. Na fotografiach koma była nawet dwukrotnie większa! Wraz z imponującymi rozmiarami gazowej otoczki, należy zwrócić uwagę na jej niezwykle nikłe skondensowanie — mała odległość dzieląca obiekt od Ziemi sprawiła, że koma prezentowała się jako jednorodnie rozmyta kula bez pojaśnienia w centrum. Geometria orbity komety raczej uniemożliwiała dostrzeżenie warkocza w czasie największego zbliżenia. Na zdjęciach pojawiał się on już niecały tydzień później, jednak wizualnie niewielką jego część dostrzegano dopiero pod koniec lutego. Łatwo sobie wyobrazić, że sztuka ta musiała być jeszcze trudniejsza od obserwacji samej mocno rozmytej i słabej powierzchniowo komy. Zgodnie z oczekiwaniami, niedługo po zbliżeniu do Ziemi jej jasność zaczęła gwałtownie pikować w dół. Paradoksalnie to właśnie w tym momencie (od około 15 lutego) jej obserwacje stawały się coraz łatwiejsze w związku z dogodną pozycją na niebie wysoko ponad horyzontem i Księżycem, który z każdym dniem wschodził coraz później. W Polsce, głównie przez nierozpieszczającą zimową pogodę, na którą większość mogła liczyć głównie w czasie pełni, do końca lutego pełne obserwacje wykonało jedynie kilkoro obserwatorów. W ostatnim tygodniu lutego jasność 45P wynosiła już ok. 7,5–8 mag, stale utrzymując tendencję spadkową.

Czyżby zatem najbardziej korzystny powrót komety Honda-Mrkos-Pajdusakova okazał się kompletną klęską? Nic z tych rzeczy. Nadzwyczajnie mała odległość dzieląca kometę od Ziemi zachęciła astronomów z działającym przy Uniwersytecie Arizony Lunar and Planetary Laboratory oraz Universities Space Research Association (USRA) do wykonania pomiarów radarowych tego obiektu, wykorzystując Obserwatorium Arecibo. Radarowe badania komet nie tylko pozwalają na bardzo precyzyjne ustalenie orbity obiektu, lecz dają również możliwość zerknięcia na ten zwykle niewidoczny fragment komety — jądro, kryjące się pod gęstymi obłokami gazu i pyłu, tworzących komę z warkoczem. Technologia radarowa pozwala niejako „przedrzeć się" przez atmosferę komety, by zbadać szczegóły jej powierzchni — w tym rozmiar, kształt i rotację kometarnego jądra, czyli elementy poznawane głównie podczas misji statków kosmicznych. Jakie wyniki uzyskano podczas tej „astronautycznej" wyprawy bez opuszczania Ziemi? Okazało się, że jądro 45P jest nieco mniejsze niż wcześniej sądzono. Jego średnica to ok. 1,3 km, a pełny obrót wokół własnej osi zajmuje mu 7,6 godziny. W czasie trwających od 9 do 17 lutego obserwacji, widoczne były złożone struktury i pojaśnienia wewnątrz gazowej otoczki. Trwające później obserwacje na różnych długościach fal pozwolą ustalić stopień emisji gazu i pyłów wydobywających się z komety. Honda-Mrkos-Pajdusakova jest dopiero siódmą kometą obserwowaną radarowo. Czemu więc, mimo doskonałych rezultatów, wykorzystuje się tę technikę tak rzadko? Aby uzyskać szczegółowe zdjęcia radarowe komety, warunkiem koniecznym jest jej niewielka odległość od Ziemi. A ta z całą pewnością taka była. Jak już pisaliśmy na łamach poprzedniej „Uranii", na przelot 45P w odległości porównywalnej z tegoroczną (0,09 au) wyczekiwać mogą dopiero przyszłe pokolenia.

Ciągle zaskakują

Jak jednocześnie nieco zawieść obserwatorów i zachwycić? Albo jak trzy niepozorne kosmyki mogą stać się głośne na całej planecie? A w kontekście ostatnich tygodni można wspomnieć jeszcze o kolejnym wybuchu i dezintegracji 73P/Schwassmann-Wachmann (rutyna, prawda?). Tak, tak, dynamiki tym obiektom mogą pozazdrościć niejedne ozdoby nocnego nieba. Ach, te komety. One ciągle zaskakują!

Mikołaj Sabat



Fot. 3. Kometa 45P/Honda-Mrkos-Pajduskakova 19 lutego 2017 r. Fot. Fritz Helmut Hemmerich

Nauka (nie) poszła w las

Rok w rok, już od 34 lat, kilkudziesięciu młodych ludzi spotyka się w wakacje, by razem zgłębiać tajniki astronomii oraz wspólnie obserwować niebo...

Początki

Formuła obozów Klubu Astronomicznego Almukantarat ustaliła się już na samym początku działalności. Jeszcze na długo przed powstaniem stowarzyszenia, od 1983 r., odbywały się z inicjatywy pana Marka Szczepańskiego obozy astronomiczne w ramach sekcji astronomicznej Uczniowskiego Ruchu Naukowego. Ruch ten, przekształcony później w „Awangardę XXI w.", posiadał również kilka innych tematycznych sekcji, takich jak archeologiczna, chemiczna, informatyczna — lecz żadna z nich nie przetrwała okresu transformacji. Ostatnie spotkanie ruchu odbyło się w 1990 r.

Sekcja astronomiczna, z inicjatywy jednego z uczestników obozów, przybrała nazwę „Almukantarat". Słowo to, o arabskim rodowodzie, oznacza okrąg na sferze niebieskiej przechodzący przez punkty o tej samej wysokości nad horyzontem.

Spotkania letnie klubu praktycznie zawsze odbywały się w formie obozu harcerskiego — zarówno uczestnicy, jak i kadra mieszkają na wspólnym obozowisku, w dużych kilkuosobowych harcerskich namiotach. Do dziś zachowane są elementy harcerskie: obozem kieruje komendant wspomagany przez pilnującego porządku oboźnego, a wieczorami odbywają się tradycyjne ogniska i wspólny śpiew piosenek harcerskich i turystycznych przy akompaniamencie gitar.

Uniwersytet na trawie

Obozy klubu odbywają się od 1985 r. (z krótkimi przerwami) w Ośrodku Szkoleniowo-Wypoczynkowym ZHP „Nadwarciański Gród" w Załęczu Wielkim, położonym w malowniczym łuku Warty w pobliżu Wielunia. Corocznie odbywają się dwa obozy: jeden dla nowego naboru (absolwentów szkół gimnazjalnych z danego roku) oraz drugi, dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych uczestniczących w obozach w latach poprzednich. Na obóz zapraszani są uczniowie z całej Polski. Są to głównie laureaci i finaliści konkursów przedmiotowych organizowanych dla gimnazjalistów.

Założyciel klubu, Marek T. Szczepański z uczestnikami obozu w Planetarium Śląskim

Kadrę wykładowczą obozu stanowią zazwyczaj ich byli uczestnicy, będący studentami najlepszych polskich i zagranicznych uczelni. Nie są to, bynajmniej, jedynie astronomowie i fizycy. Wśród kadry dużą część stanowią studenci innych kierunków ścisłych i technicznych czy nawet humanistycznych i społecznych.

Niewielka, kilkuletnia różnica wieku pomiędzy słuchaczem a wykładowcą, pozwala na zupełnie inny wymiar dydaktyki. Zajęcia odbywające się w małych grupach, zwykle na wolnym powietrzu (dosłownie „na trawie"), sprzyjają koleżeńskiej atmosferze. Dla osób przyzwyczajonych do lekcji w szkolnych ławkach ten sposób nauki stanowi często spore (na szczęście pozytywne) zaskoczenie. Jednocześnie wykładowcy prezentują swoje autorskie zajęcia, które łączą się z ich pasjami, studiami, a często także z ich pracą naukową lub zawodową.

Dzień na obozie

Cykl zajęć na pierwszym obozie pozwala uczestnikowi na zapoznanie się przekrojowo z całym obszarem zainteresowań astronomii. Zajęcia, które na początku dotyczą zjawisk w okolicach Ziemi i Księżyca, przechodzą stopniowo w opis Układu Słonecznego, galaktyk, dochodząc w końcu do zagadnień kosmologicznych. Cały kurs, prowadzony w przystępny sposób, dopełniony jest zajęciami uzupeł-

niającymi gimnazjalną wiedzę fizyczną i matematyczną o narzędzia potrzebne do zrozumienia omawianych zjawisk.

Ponieważ obóz odbywa się w miejscu oddalonym od dużych ośrodków miejskich, jego uczestnicy mogą nie tylko zrozumieć zjawiska astronomiczne, ale również je zobaczyć. Klub dysponuje kilkoma teleskopami, przystosowanymi zarówno do obserwacji wizualnych, jak również do astrofotografii. Uczestnicy mają swobodny dostęp do sprzętu — pod czujnym okiem kadry uczą się jego obsługi. Zainteresowane osoby mogą również samodzielnie wykonać pierwsze zdjęcia nocnego nieba oraz nauczyć się ich komputerowej obróbki. Co ważne, dąży się do tego**,** by obserwacje na obozie nie miały tylko formy „pokazu". Kładzie się nacisk na samodzielnie wyszukiwanie obiektów za pomocą teleskopu i na jak najlepsze poznanie nieba przez uczestników obozów.

Kolejne obozy (dla uczniów szkół średnich) posiadają nieco inną formułę, wprowadzają bowiem możliwość wyboru zajęć. Poza obszernym kursem astronomii (przedstawionym w mniej opisowy, a bardziej matematyczny sposób)**,** odbywają się zajęcia matematyczne, fizyczne, informatyczne czy też techniczne. Czasem prowadzone są zajęcia humanistyczne, ekonomiczne, a nawet artystyczne.

Żelaznym punktem obozów dla licealistów jest sesja referatowa. Każdy uczestnik obozu zobowiązany jest do przygotowania i przedstawienia

Finał sesji referatowej podczas zeszłorocznego obozu dla licealistów

15-minutowego referatu na wybrany przez siebie temat. Przygotowanie referatów nie tylko poszerza wiedzę, ale też pozwala na sprawdzenie się w roli dydaktyka i oswojenie z umiejętnością wystąpień publicznych.

Dla urozmaicenia zajęć na obozach wprowadza się elementy rywalizacji w postaci konkursów. Tradycyjnie formę konkursową posiada sesja referatowa, której najlepsze wystąpienia spośród wszystkich są prezentowane podczas specjalnego finału, podczas którego audytorium stanowią wszyscy uczestnicy obozu oraz kadra. Nagrody są przyznawane zarówno przez uczestników, jak i przez jury. Organizowane są również: Obozowa Olimpiada Astronomiczna, która podsumowuje obszerny kurs astronomii i przygotowuje do udziału w prawdziwej olimpiadzie, drużynowy konkurs matematyczno-fizyczny oraz odbywająca się podczas całego obozu Liga Zadaniowa.

Oczywiście obóz nie składa się wyłącznie z zajęć i konkursów. Jest to również czas na rywalizację sportową, gry towarzyskie i planszowe, seanse filmowe, dyskusje, gry terenowe i wiele innych aktywności.

Uczestnicy obozu podczas obserwacji Słońca

Rok z astronomią

W ciągu roku szkolnego działalność klubu nie ustaje. Organizowane są inne spotkania w postaci seminariów i warsztatów. Spotkania te odbywają się w różnych miastach Polski, łącząc popularyzację astronomii z ideą aktywnego wypoczynku oraz promocją turystyki krajowej. W ubiegłym roku klub odwiedził takie miasta, jak: Kazimierz Dolny, Bielsko-Biała, Wrocław i Łódź. Głównym punktem seminariów jest sesja referatowa, która posiada określony temat przewodni. Poza referatami uczestnicy zwiedzają okolicę, odwiedzają pobliskie muzea, planetaria i obserwatoria astronomiczne. Prowadzone są również wykłady przez zaproszonych gości z lokalnych środowisk akademickich i miłośniczych.

W ciągu roku odbywają się w sumie dwa seminaria jesienne, Zimowe Warsztaty Naukowe oraz seminarium wiosenne.

Poza spotkaniami osoby zaangażowane w działalność klubu mają również szansę sprawdzić się w roli

popularyzatorów nauki, biorąc udział w piknikach naukowych. W ubiegłych latach klub wystawiał stanowisko m.in. na Pikniku Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik.

Istotną aktywnością klubu jest prowadzenie portalu astronomicznego „Astronet", publikującego artykuły dotyczące bieżących wydarzeń astronomicznych. W redakcję artykułów i wiadomości zaangażowani są również uczestnicy obozów

Młodzi dla młodych

Istnienie klubu jest pewnego rodzaju fenomenem, który założyciel, pan Marek T. Szczepański, zwykł nazywać jedynym prawdziwym „perpetuum mobile". Klub to całkowicie samodzielne stowarzyszenie, które nie podlega żadnej uczelni wyższej, instytutowi czy innym organizacjom i opiera się jedynie na woluntarystycznej działalności jego członków, sympatyków oraz innych zaprzyjaźnionych osób.

Ideą zapewniającą długowieczność klubu jest zasada „młodzi dla młodych". Od wielu lat trwa ciągła sztafeta pokoleń, w której starsi działacze uczą swych następców, przekazując im powoli swoje obowiązki. Stopniowo role organizacyjne i kierownicze przejmują osoby z kolejnych „roczników". Pozwala to na jednoczesne zachowanie ciągłości oraz tradycji i idei.

Większość wykładowców na obozie to studenci początkowych lat studiów. Władze klubu również tworzą osoby, które bezpośrednio uczestniczą w życiu klubu i utrzymują koleżeńskie relacje z uczestnikami obozów.

Alumni

Nie jest znana dokładna liczba osób, które uczestniczyły kiedykolwiek w spotkaniach klubu. Można zaryzykować stwierdzenie, że jest ona większa od tysiąca. Wśród wielu znakomitych osób wymienić można m.in. prof. Piotra Życkiego, pierwszego prezesa klubu, a obecnie dyrektora Centrum Astronomicznego Mikołaja Kopernika w Warszawie, wykładowcę Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego dr. hab. Piotra Fitę kierującego klubem w latach 2003–2007 oraz dr Agatę Karską, zeszłoroczną laureatkę Nagrody Naukowej Polityki. Poza powyżej

Stanowisko klubu na Pikniku Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik w 2016 r.

wyróżnionymi osobami wielu byłych uczestników spotkań klubu również wybrało karierę naukową, pracując obecnie nie tylko w Polsce, ale i w wielu krajach Europy Zachodniej oraz Stanach Zjednoczonych. Wśród członków klubu jest także wielu laureatów krajowej olimpiady astronomicznej oraz medalistów olimpiad międzynarodowych. Praktycznie w każdym roczniku polskich astronomów znaleźć można osoby, które podjęły decyzję o wyborze studiów właśnie podczas obozów.

Dołącz i Ty!

Klub Astronomiczny Almukantarat jest organizacją pozwalającą uczniowi na rozwój zainteresowania astronomią oraz aktywne spędzenie wakacji letnich. Przede wszystkim jednak pozwala na poznanie rówieśników z całego kraju o podobnych pasjach i nawiązanie wieloletnich przyjaźni. Jest to jedyna w swoim rodzaju okazja do poznania takich osób bez atmosfery stresu i rywalizacji, towarzyszącym zwykle olimpiadom i konkursom.

By uczestniczyć w obozie, nie jest konieczne otrzymanie imiennego zaproszenia. W tym roku klub organizuje dwa obozy letnie, na które serdecznie zapraszamy: jeden dla absolwentów gimnazjów (od 23 lipca do 5 sierpnia) oraz jeden dla uczniów pierwszych i drugich klas szkół ponadgimnazjalnych (od 6 do 19 sierpnia). Na oba obozy do końca czerwca trwa otwarta rekrutacja. Więcej informacji uzyskać można na stronie internetowej

www.almukantarat.pl/oboz

Mateusz Krakowczyk — prezes Stowarzyszenia Klub Astronomiczny „Almukantarat" oraz redaktor działu „Kącik Olimpijczyka". Aktywnie zaangażowany w działalność klubu od 2013 r. Wielokrotnie pełnił funkcję wykładowcy na obozach, przygotowując również ich programy merytoryczne. Pasjonat i konstruktor planetariów oraz dawnych przyrządów astronomicznych. Student Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej na specjalności Kosmonautyka. Zawodowo inżynier w firmie sektora kosmicznego.

Rozwiązanie zadania III stopnia XLIII Olimpiady Astronomicznej

Treść zadania:

Wykaż, że grawitacyjna energia gromadzona w formie ciepła w fazie formowania się ciała planetarnego podczas spadku na to ciało kolejnych porcji materii jest proporcjonalna do ρ^2R^5, gdzie ρ jest średnią gęstością powstałego ciała planetarnego, a R — jego promieniem.

Rozwiązanie:

Na początek załóżmy, jak wygląda pojedynczy etap zachodzącego w zadaniu procesu. Niech na kuliste, jednorodne ciało protoplanetarne o promieniu $r<R$ i masie $M_k = 4/3\pi\rho r^3$ spadnie kolejna mała porcja materii. Po upadku materii „z nieskończoności" (bardzo daleka) ciało ma wciąż pozostawać jednorodną kulą, ale tym razem już o większym o niewielką wartość dr promieniu.

Masa materii, której spadek spowodował zwiększenie się promienia od r do $r+dr$ wynosi:

$$dm_s = \frac{4}{3}\pi\rho\left(r+dr\right)^3 - \frac{4}{3}\pi r^3 \approx 4\pi r^2 dr\,,$$

(dr jest wartością na tyle małą, że wyrazy z $(dr)^2$, $(dr)^3$ *są pomijal*nie małe).

Podczas tego procesu energia potencjalna spadającej materii maleje, zamieniając się w energię kinetyczną, która podczas zderzenia zamieniona zostanie w energię wewnętrzną (cieplną). Musimy zatem obliczyć całkowity przyrost energii kinetycznej porcji materii podczas upadku z nieskończoności na powierzchnię protoplanety.

Rozpatrzmy na początku proces wydzielania się ciepła przy upadku na formujące się ciało planetarne porcji materii o masie dm_s który powoduje przyrost promienia protoplanety z r do $r+dr$. Z zasady zachowania energii, ciepło to wyniesie (G — stała grawitacji):

$$dQ = -dE_p = -\left(-\frac{GM_k dm_s}{r}\right) = \frac{GM_k dm_s}{r} = \frac{16\pi^2}{3}G\rho^2 r^4 dr\,.$$

Teraz należy scałkować równanie stronami, to jest zsumować przyrosty ciepła pochodzące od takich spadków materii, które spowodowały przyrost promienia ciała od 0 do R:

$$Q_k = \int_0^R \frac{16\pi^2}{3}G\rho^2 r^4 dr = \frac{16\pi^2}{3}G\rho^2\int_0^R r^4 dr\,.$$

Korzystając ze wzoru na całkę z funkcji wielomianowej

$$\int_a^b x^n dx = \frac{b^{n+1}-a^{n+1}}{n+1}\,,$$

otrzymujemy

$$Q_k = \frac{16\pi^2}{3}G\rho^2\left(\frac{R^5-0}{5}\right) = \frac{16\pi^2}{15}G\rho^2 R^5\,.$$

Zostało więc wykazane, że energia cieplna jest proporcjonalna do ρ^2R^5.

Piotr Łubis

Autor rozwiązania reprezentował Polskę na ósmej Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki oraz dwukrotnie uzyskał tytuł finalisty Olimpiady Astronomicznej (w edycjach LVII i LVIII). Obecnie jest studentem Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (na kierunku Astronomia indywidualna) oraz członkiem Klubu Astronomicznego Almukantarat.

Ciekawe strony internetowe...

Nowości astronomiczne w pigułce...

Dziś proponuję zajrzeć pod adres www.spacescoop.org/en/ (potraktujmy go jako referencyjny) lub pod jego polską wersję www.spacescoop.org/pl/ (ale i tak wędrując po portalu, wcześniej czy później trafimy na odnośniki do „zewnętrznych" stron angielskojęzycznych, które już nie są tłumaczone).

Portal jest przeznaczony w zasadzie dla dzieci, powstał w ramach unijnego programu Horizon 2020. Oprócz wersji polskiej (przetłumaczonej przez Milenę Ratajczak i Jana Pomiernego) istnieje jeszcze 29 innych wersji językowych — zajmuje się tym grupa wolontariuszy.

Teksty przeznaczone dla dzieci są pisane prostym, ale w miarę możliwości precyzyjnym językiem. Przykładowo, nowości, do których mamy dostęp ze strony głównej, kończą się krótkim podsumowaniem dotyczącym wybranego (ale istotnego) faktu nazwanego tutaj „Cool fact". Dostępny jest słownik zawierający około stu krótko objaśnionych terminów astronomicznych. Oprócz ostatnich nowości możemy przeglądać archiwum uporządkowane według zagadnień. Są pośród nich m.in. „Komety", „Planety", „Gromady otwarte" czy „Kosmologia".

Dla osób, którym powyższy materiał nie wystarcza, proponowane są dwa, związane ze Space Scoop portale: „Universe Awareness" oraz „Space Awareness". Można tam znaleźć zarówno materiały dla nauczycieli, jak i proste symulacje np. ruchu w polu grawitacyjnym, a nawet gry. Starym zwyczajem pozostawiamy szczegółową eksplorację tego labiryntu naszym Czytelnikom.

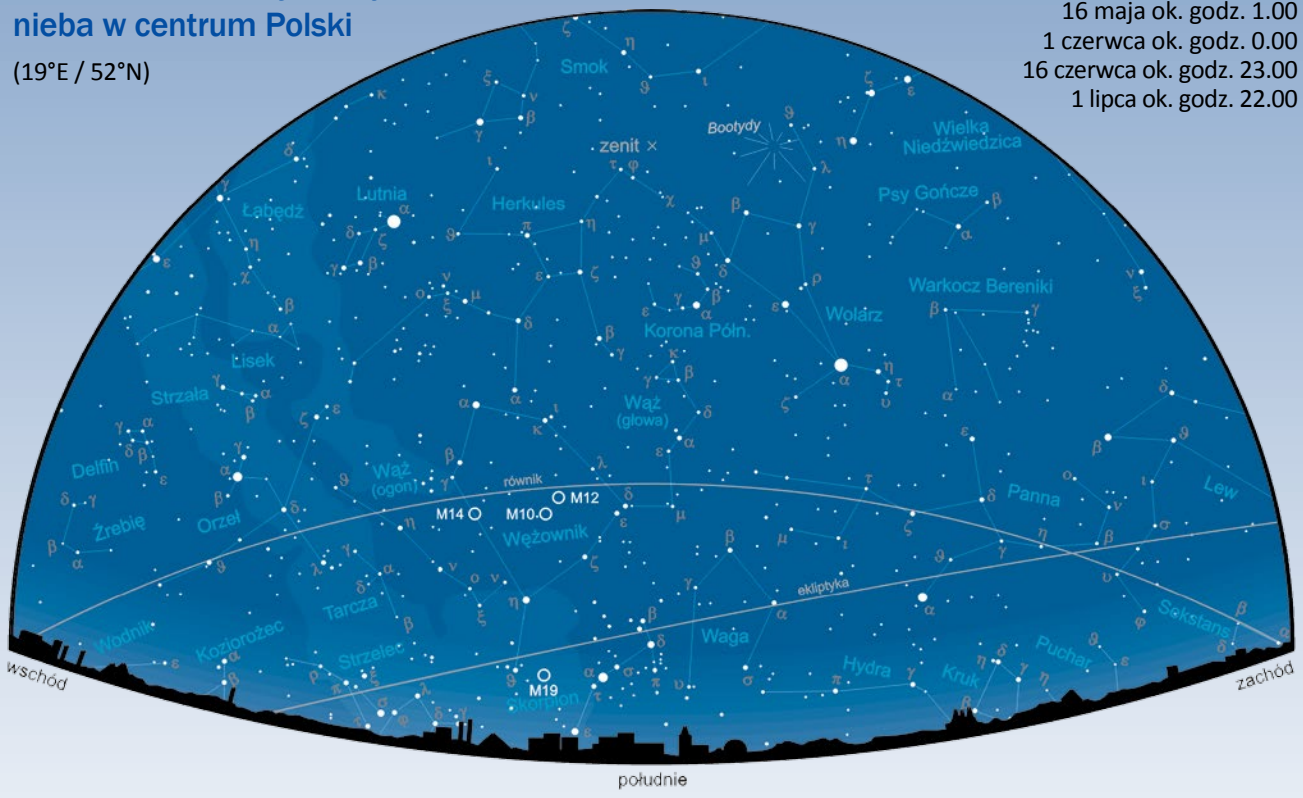
Roman Schreiber

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 maja ok. godz. 2.00
16 maja ok. godz. 1.00
1 czerwca ok. godz. 0.00
16 czerwca ok. godz. 23.00
1 lipca ok. godz. 22.00

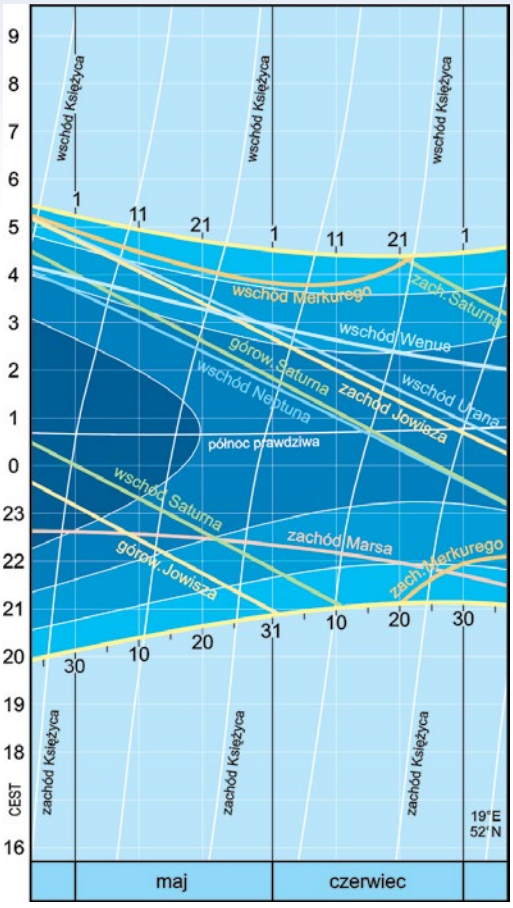


Niebo w maju i czerwcu 2017

Te dwa, w większości jeszcze wiosenne miesiące, to czas coraz powolniejszego procesu wydłużania się dni, który w ostatniej dekadzie czerwca, jeszcze niemal niezauważalnie, stopniowo odwraca się. 21 czerwca o godz. 6.24 Słońce osiągnie najwyższy punkt swej pozornej wędrówki na tle gwiazd — punkt letniego przesilenia, stanowiący równocześnie początek czwartego znaku zodiaku, Raka. To właśnie tego dnia Słońce najdłużej i najwyżej wędrować będzie za dnia po naszym niebie. Maksymalna również jest tego dnia różnica w długości dnia i nocy pomiędzy południowymi: 16 h 12 min i północnymi krańcami Polski: 17 h 19 min. Warto zauważyć, że — niezależnie od pory roku — z każdym stopniem szerokości geograficznej na północ maksymalna wysokość Słońca maleje o 1° i w dniu letniego przesilenia na krańcach południowych Słońce góruje 64,4°, a na północnych 58,6° nad horyzontem. Do końca czerwca ubędzie zaledwie 5–6 minut dnia.

Skoro jednak jest to czas najdłuższych dni, oczywiście najkrótsze na przełomie wiosny i lata są noce, na dodatek na terenie całej Polski — z nie całkiem przez pewien czas ciemnym niebem, nawet około północy. Powodem tego jest zbyt płytko chowające się nocą pod horyzont Słońce. Aby wygasły ostatnie rozproszone w ziemskiej atmosferze słoneczne promienie, konieczne jest zanurzenie Słońca na przynajmniej 18° — dopiero wtedy mamy prawdziwie czarną noc astronomiczną, którą jednak rozświetlać może Księżyc. Na krańcach południowych Polski taki okres bez nocy astronomicznych trwa niewiele ponad 3 tygodnie, podczas gdy na najdalej na północ wysuniętych fragmentach obszaru Polski — prawie 2 miesiące.

Z początkiem maja, tuż po zmierzchu obserwujemy zachodzące już pierwsze jasne gwiazdy konstelacji zimowych, w południowej stronie nieba dominują wiosenne, a jeszcze przed północą na wschodzie błyszczą już w komplecie gwiazdozbiory letnie — i to one dominują nad południowym horyzontem pod koniec nocy. Z końcem czerwca, podczas o blisko 2 h krótszych nocy, wieczorem niebo dzielą między siebie pół na pół gwiazdozbiory wiosenne i letnie — z Trójkątem Letnim, który pod koniec krótkiej



Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

nocy dumnie góruje ponad południowym horyzontem, mając już od wschodu za sąsiada komplet konstelacji jesiennych.

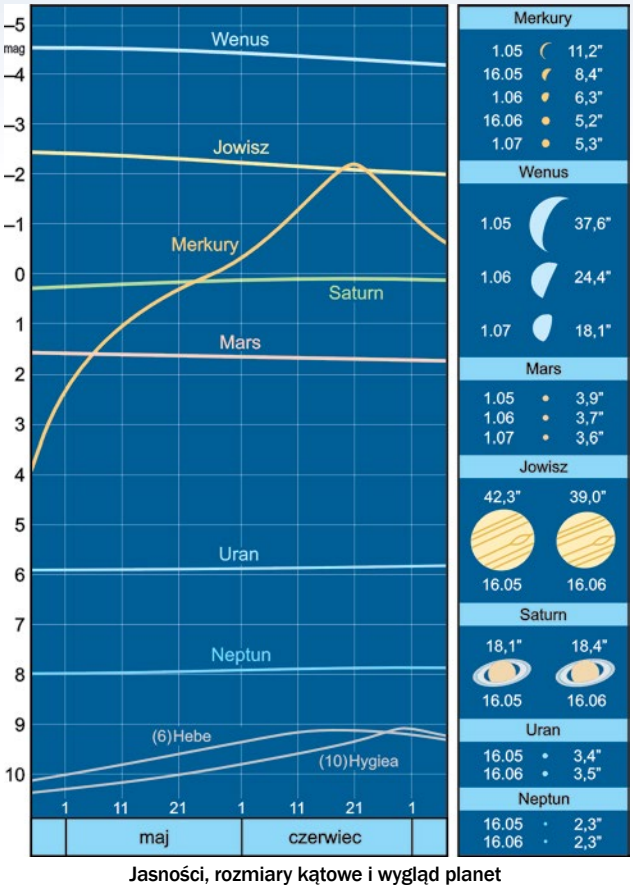
Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie majowych i czerwcowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarza. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Wszystkie momenty podano w obowiązującym w Polsce czasie urzędowym — środkowoeuropejskim letnim (CEST).

Słońce

W omawianym okresie Słońce wędruje od centrum gwiazdozbioru Barana, przez całą długość Byka, kończąc w 1/3 odcinka ekliptyki, przebiegającego przez konstelację Bliźniąt. Rankiem 21 czerwca osiąga punkt Raka, usytuowany w naszych czasach 23' na zachód od granicy gwiazdozbiorów Byka i Bliźniąt. W ciągu kolejnych 61 dni maja i czerwca Słońce pokonuje na tle gwiazd dystans 58,5°, o 1,7° krótszy niż w marcu i kwietniu. Powodem jest zmniejszająca się prędkość ruchu postępowego naszej planety na okołosłonecznej orbicie, w związku ze zbliżaniem się do punktu aphelium (najdalej Słońca), które w tym roku osiągnie 3 lipca — a to wprost przekłada się na zmniejszenie kątowej prędkości pozornego ruchu Słońca na tle gwiazd.

Poruszając się na tle trzech zodiakalnych gwiazdozbiorów (od Barana do Bliźniąt), Słońce biegnie również przez trzy kolej-



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia maja i czerwca 2017

maj

3	4.47	pierwsza kwadra Księżyca
3	18.05	Merkury powraca do ruchu wstecznego w dług. eklipt.
4	12.42	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 150°16'
6	~4.00	maksimum aktywności roju meteorów eta-Akwarydy
8	1.00	koniunkcja Księżyca 2,0°N z Jowiszem
10	7.19	koniunkcja Merkurego 2,4°S z Uranem
10	23.43	pełnia Księżyca
12	21.51	apogeum Księżyca, 406 216,5 km od Ziemi
14	0.55	koniunkcja Księżyca 3,1°N z Saturnem
14	8.21	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Byka; λ = 53,4°
14	22.36	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°18
18	1.23	maks. elongacja Merkurego, 25,8°W od Słońca
19	2.33	ostatnia kwadra Księżyca
19	3.30	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 328°30'
20	7.50	bliska koniunkcja Księżyca 27'S z Neptunem
20	22.31	Słońce wstępuje w znak Bliźniąt; λ = 60°
22	16.08	koniunkcja Księżyca 2,3°S z Wenus
23	8.58	koniunkcja Księżyca 3,7°S z Uranem
24	4.12	koniunkcja Księżyca 1,5°S z Merkurym
25	21.45	nów Księżyca
26	12.52	perygeum Księżyca, 357 213,3 km od Ziemi
27	4.20	koniunkcja Księżyca 5,3°S z Marsem
28	1.37	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°22
31	13.56	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 147°21'

czerwiec

1	14.42	pierwsza kwadra Księżyca
3	9.31	koniunkcja Wenus 1,7°S z Uranem
3	14.29	maks. elongacja Wenus, 46,0°W od Słońca
3	21.17	zakrycie $3{,}4^{m}$ gamma Virginis przez Księżyc, do 22.27
4	3.43	koniunkcja Księżyca 2,2°N z Jowiszem
5	0.32	zakrycie $4{,}7^{m}$ 74 Virginis przez Księżyc, do 1.03
9	0.21	apogeum Księżyca, 406 407,8 km od Ziemi
9	15.10	pełnia Księżyca
9	15.35	Jowisz powraca do ruchu wstecznego w dług. eklipt.
10	3.18	koniunkcja Księżyca 3,1°N z Saturnem
11	5.40	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°26'
15	4.40	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 325°47'
15	12.17	Saturn w opozycji do Słońca, 9,043 au od Ziemi
16	12.35	Neptun rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
16	15.10	bliska koniunkcja Księżyca 42'S z Neptunem
17	13.33	ostatnia kwadra Księżyca
17	19.20	opozycja planetoidy (6) Hebe, 1,54 au od Ziemi
19	20.05	koniunkcja Księżyca 3,9°S z Uranem
21	0.24	koniunkcja Księżyca 2,3°S z Wenus
21	6.24	Słońce wstępuje w znak Raka; λ = 90°
21	13.54	koniunkcja górna Merkurego ze Słońcem (1,1°N)
21	15.52	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Bliźniąt; λ = 90,1°
23	12.52	perygeum Księżyca, 357 942,9 km od Ziemi
24	4.31	nów Księżyca
24	10.12	koniunkcja Księżyca 5,3°S z Merkurym
24	13.09	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°26'
24	21.08	koniunkcja Księżyca 4,4°S z Marsem
27	~11.00	maksimum aktywności roju meteorów Bootydy
27	18.27	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 145°09'
28	21.50	bliska koniunkcja Merkurego 47'N z Marsem
30	13.51	opozycja planetoidy (10) Hygiea, 1,83 au od Ziemi

ne znaki zodiaku, rozpoczynając od 10,5° znaku Byka, poprzez cały znak Bliźniąt, kończąc na 9,1° znaku Raka. Przez blisko 84% tego okresu deklinacja Słońca rośnie, do 23°26' w momencie letniego przesilenia, przez ostatnie 10 dni czerwca ponownie malejąc, na razie zaledwie o 19'.

Księżyc

Majowo-czerwcową trasę, 26-procentowy, rosnący Księżyc, tym razem rozpoczyna w „stopach Bliźniąt" (12,0° znaku Raka), by dokonawszy ponad 2,2 obiegów całego nieba, z końcem tego okresu, 2,9 h przed pierwszą kwadrą, połową swej tarczy dotrzeć do około 1/3 trasy w granicach gwiazdozbioru Panny (7,7° znaku Wagi), w sumie pokonując 805,7° wędrówki na tle gwiazd. W tym czasie, jak zwykle, spotka się dwa razy z każdą planetą, nie wyróżniając jednak tym razem żadnej dodatkową, trzecią koniunkcją.

Po serii bardzo bliskich comiesięcznych koniunkcji z Neptunem, skutkujących zakryciami planety przez Księżyc (najbliższe, na zaledwie 17", miało miejsce 26 marca), każda następna jest już nieco dalsza, choć wciąż są to bardzo bliskie koniunkcje: 20 maja przy wzajemnej odległości 27', a 16 czerwca 42' od siebie — obie również skutkujące zakryciami Neptuna, widocznymi jednak jedynie z najdalej na południe położonych rejonów Ziemi.

Kolejnych dwóch przejść Księżyca na tle gromady gwiazd Hiady w Byku — podczas nowiu nocą z 25 na 26 maja oraz 22 czerwca w środku dnia — tym razem nie będziemy mieli szans obserwować. Wynagrodzić nam to może całkiem efektowne, 70-minutowe zakrycie jasnej, 3,4 mag gwiazdy Porrima (gamma Virginis) w Pannie. Zdecydowanie łatwiejsze będzie zaobserwowanie momentu zakrycia, następującego przy ciemnej krawędzi oświetlonej w blisko 3/4 tarczy. Warto zwrócić uwagę, że momenty zjawiska podane w tabelce dotyczą centrum Polski, bo w innych rejonach kraju mogą wystąpić kilkuminutowe różnice. Wprawionym obserwacją tego zakrycia, może uda się nam również, w kolejną noc, krótko po północy dostrzec zakrycie znacznie ciemniejszej gwiazdy 74 Virginis przez jeszcze jaśniejszy Księżyc.

Planety i planetoidy

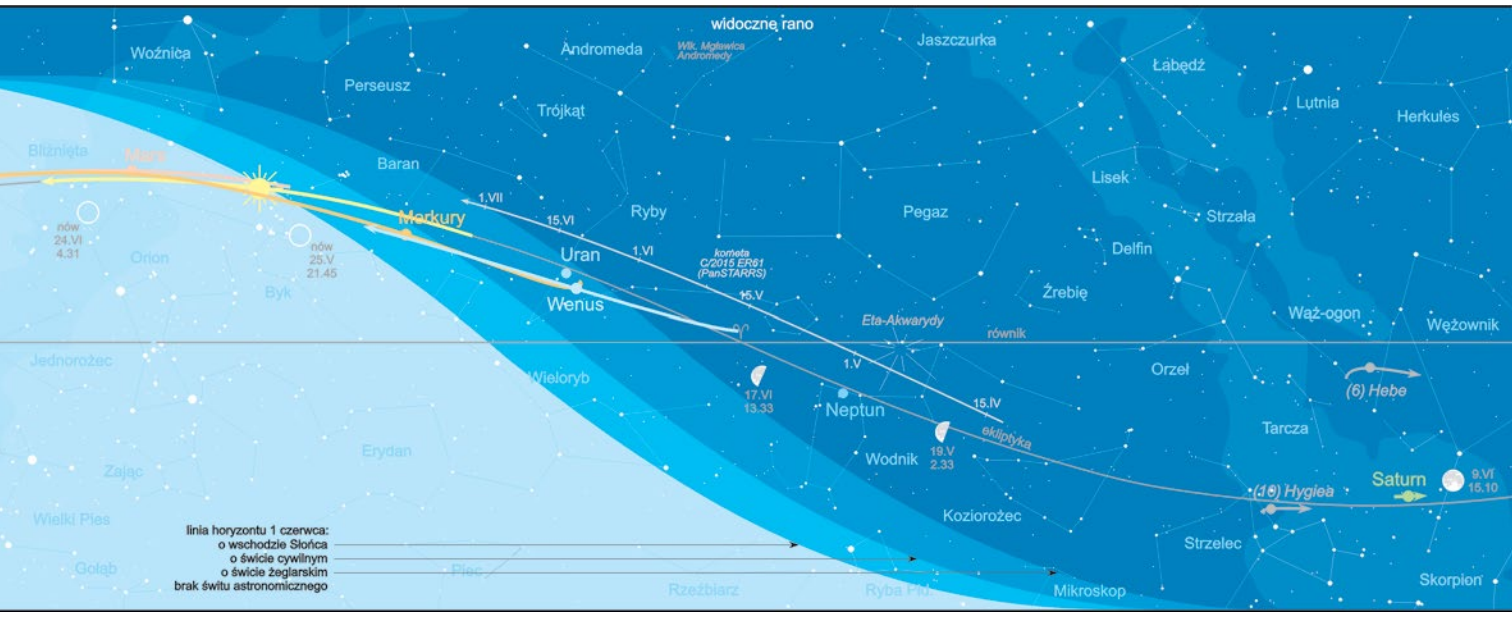
Maj i czerwiec to dobry czas na obserwacje dwóch największych planet Słonecznej Rodziny — Jowisza i Saturna. Jowisz, po opozycji 7 kwietnia, w maju wciąż widoczny niemal do rana, górując w pierwszych godzinach nocy, dopiero w czerwcu coraz wyraźniej skracać będzie czas swej widoczności, z końcem miesiąca znikając z nieba już około północy. Przez cały ten czas łatwo odnajdziemy Jowisza, zataczającego część swej planetarnej pętli około 10° na zachód od Spiki, najjaśniejszej gwiazdy Panny. Saturn znajdzie się w opozycji w połowie czerwca, więc z początkiem omawianego okresu wschodzi dopiero 3 h po zmierzchu, by w czerwcu praktycznie być na niebie przez całą noc. Przez cały ten czas, niemal 10-krotnie ciemniejszy od Jowisza, Saturn porusza się ruchem wstecznym na pograniczu gwiazdozbiorów Strzelca i Wężownika.

Wenus i Marsa, jeszcze niedawno wędrujące bardzo blisko siebie, teraz możemy obserwować w zupełnie innych porach nocy. Wenus, w roli Gwiazdy Porannej, wędrując coraz wyżej przez konstelacje Ryb i Barana, stopniowo zwiększa czas swej widoczności, do ponad 2,5 h pod koniec czerwca, zmniejszając jednak swą jasność, co i tak nadal pozwala dostrzec ją nawet krótko przed wschodem Słońca. Około 200-krotnie ciemniejszy Mars wędruje w tych miesiącach przez najwyższe obszary ekliptyki, po połowie w granicach Byka i Bliźniąt. Przy niemal niezmiennej jasności, zwłaszcza w czerwcu, w miarę jak w rejon ten wkracza Słońce, szybko skraca się czas widoczności Czerwonej Planety, w drugiej połowie czerwca zachodzącej już podczas zmierzchu. Jednak po 2,5 miesiącach, z początkiem września znów będziemy mogli podziwiać Marsa, tym razem na porannym niebie, gdzie w pierwszej dekadzie października ponownie zobaczymy go bardzo blisko Wenus.

Wprawdzie dzięki maksymalnej elongacji zachodniej Merkurego (18 maja), przez niemal cały maj i czerwiec wschodzi on wcześniej niż Słońce, to jednak tym razem nie daje to szans na dostrzeżenie planety, pojawiającej się dopiero w czasie świtu cywilnego, nie więcej niż 40 min przed wschodem Słońca. Nieco lepsze warunki zapewni kolejna, wschodnia elongacja Merkurego (30 lipca), pozwalająca, zwłaszcza w pierwszej połowie lipca, obserwować go przynajmniej przez kwadrans po zmierzchu.

Zbliżające się lato, to również czas niesprzyjający obserwacjom Urana, a zwłaszcza Neptuna, głównie z powodu braku dostatecznie ciemnych astronomicznych nocy.

W omawianym okresie brak opozycji szczególnie jasnych planetoid, jednak warto zwrócić uwagę na dwie — (6) Hebe i (10) Hygiea, podczas opozycji w drugiej połowie czerwca osiągające maksymalnie jasność 9,1 mag.



Komety

Efektownym wydarzeniem maja i czerwca może okazać się, odkryta 15 marca 2015 r., długookresowa kometa C/2015 ER61 (PanSTARRS). Choć pełny okres obiegu przez nią Słońca wynosi około 40 tys. lat, po zaledwie dwuletnich obserwacjach można już dość dokładnie określić elementy jej orbity. Najbliżej Ziemi kometa przeleci 19 kwietnia, mijając nas w odległości 1,178 au, zaś jeszcze bliższe peryhelium — 1,042 au od Słońca — osiągnie krótko po północy z 9 na 10 maja (dobę przed pełnią Księżyca), kiedy też przewidywana jest maksymalna jasność komety. Pod tym względem zwłaszcza te długookresowe komety są nie do końca przewidywalne. Umiarkowanie optymistyczne przewidywania szacują maksymalną jasność komety na poziomie około 7,5 mag, ale te obecnie najoptymistyczniejsze dopuszczają nawet jasność 5 mag.

W maju i czerwcu kometa C/2015 ER61 wędruje przez konstelacje tradycyjnie uznawane za jesienne — od wschodnich krańców Wodnika, przez Ryby do Barana, co z początkiem maja pozwala ją obserwować od godz. 3.00 do rana, a miesiąc później już od 2.00. Nawet jeśli spełniłyby się najoptymistyczniejsze przewidywania dotyczące jasności komety, do jej obserwacji najlepiej użyć dobrej, jasnej lornetki.

Roje meteorów

Pomiędzy 19 kwietnia a 28 maja przypada okres aktywności roju meteorów Eta Akwarydy, Obserwowane już od blisko półtora tysiąca lat, bardzo szybkie meteory z długimi śladami, związane są ze słynną okresową kometą Halleya. Podczas przypadającego nocą z 5 na 6 maja maksimum, pod koniec nocy we wschodniej stronie nieba możemy mieć szansę zaobserwowania w ciągu godziny nawet do około 50 przelotów bardzo szybkich meteorów z długimi śladami, pozornie wybiegających z północnych rejonów gwiazdozbioru Wodnika. Zbytniej przeszkody nie powinien stanowić, zachodzący godzinę przed świtem, Księżyc pomiędzy pierwszą kwadrą a pełnią.

Z kolei od 22 czerwca do 2 lipca coroczną aktywność wykazuje rój meteorów Bootydy Czerwcowe, z radiantem w północnej części gwiazdozbioru Wolarza. Znany od niespełna dwustu lat, związany jest z kometą 7P/Pons-Winnecke, która ostatnio zbliżyła się do Słońca 30 stycznia 2015 roku. Tegoroczne maksimum aktywności przypada 27 czerwca około godz. 11.00, a więc niemal w środku dnia, ale jeszcze przed świtem mamy szansę dopatrzenia się, głównie w zachodniej części nieba, nawet do stu przelotów bardzo powolnych, czerwonawych meteorów na godzinę. W obserwacjach nie będzie przeszkodą Księżyc 3 doby po nowiu.

Gwiazdy zmienne

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech różnego typu gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

maj		czerwiec	
3,	0.30	12,	3.50
5,	21.18	15,	0.39
23,	2.10	17,	21.29
25,	22.58		

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od $3{,}5^m$ do $4{,}4^m$. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

maj		czerwiec	
26,	22.29	12,	0.50
		28,	3.12

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

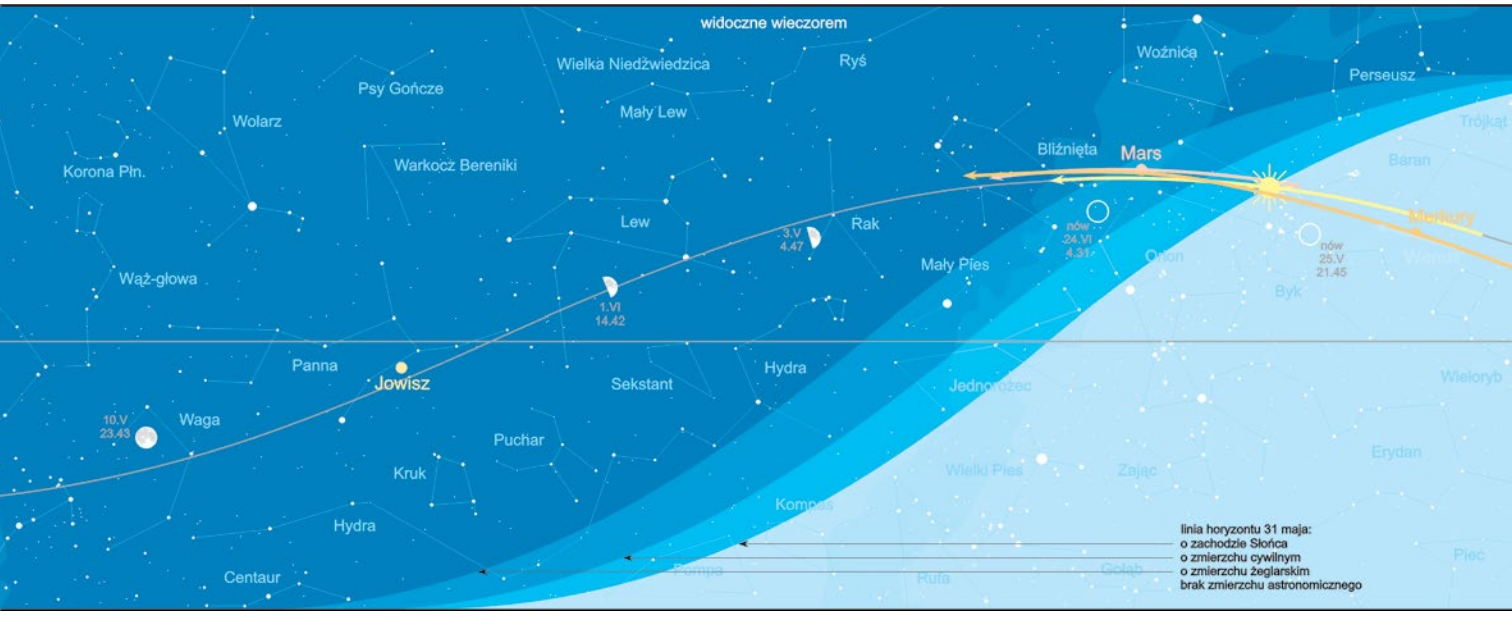
maj				czerwiec	
10,	R Lep	$6{,}8^m$	1, T Aqr	$7{,}7^m$	13, R Aqr	$6{,}5^m$
15,	V Peg	$8{,}7^m$	9, R And	$6{,}9^m$	19, T Dra	$9{,}6^m$
18,	V Peg	$7{,}9^m$	11, T Cep	$6{,}0^m$	29, R Ser	$6{,}9^m$
22,	RT Cyg	$7{,}3^m$			29, R UMa	$7{,}5^m$
29,	S Her	$7{,}6^m$				

Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY
TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://www.urania.edu.pl/almanach

ROCZNIK ASTRONOMICZNY
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII
http://www.igik.edu.pl/



W Wężowniku gromadniej

Chociaż to jeden z największych gwiazdozbiorów całego nieba, pod względem zajmowanego obszaru lokujący się na 11. pozycji, nie należy on do zbyt powszechnie znanych konstelacji, łatwych do odnalezienia na nocnym niebie. Być może dzieje się tak z powodu bliskiego sąsiedztwa niezwykle wyrazistego gwiezdnego symbolu lata, którym jest wszystkim znany Trójkąt Letni — wytyczony przez najjaśniejsze gwiazdy zauważalnie mniejszych gwiazdozbiorów Łabędzia, Lutni i Orła. Od północy z Wężownikiem graniczy, bardziej już znany i jeszcze większy, Herkules — obydwa otwierają paradę letnich gwiazdozbiorów, obydwa też od wschodu sąsiadują z Drogą Mleczną. Jest to więc jeszcze obszar, w którym można głęboko zajrzeć w kosmos, obszar bogaty m.in. w liczne gromady gwiazd.

Z konieczności przyjrzymy się bliżej tylko kilku z nich — zgromadzonym na obszarze Wężownika, czterem gromadom kulistym, spośród w sumie siedmiu zamieszczonych w słynnym XVIII-wiecznym „Katalogu mgławic i gromad gwiazd Charlesa Messiera". Wszystkie zostały odkryte osobiście przez Messiera w 1764 r., z czego trzy pierwsze w pobliżu równika niebieskiego. Do ich odnalezienia na niebie konieczna będzie przynajmniej dobra lornetka.

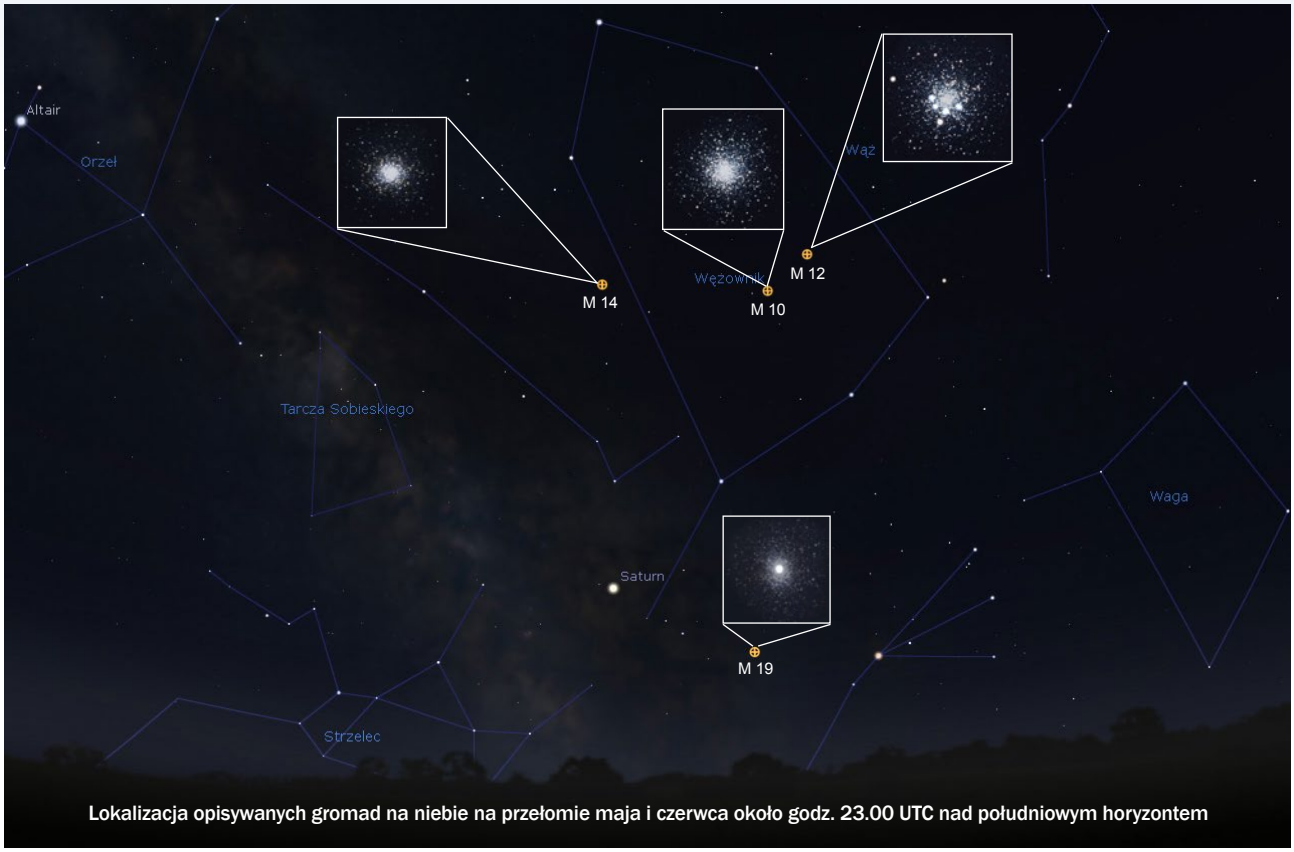
M 14 — odległa o 30 tysięcy lat św., gromada kilkuset tysięcy gwiazd na obszarze około 100 lat świetlnych, na naszym niebie widoczna jako obiekt o kątowej średnicy 11', a więc prawie 3-krotnie mniejszej od tarczy Księżyca. Najciemniejsza z czterech omawianych (7,6 mag), podobnie jak pozostałe, do odnalezienia wymaga użycia przynajmniej dobrej lornetki. A stosunkowo łatwo można ją odnaleźć 4,9° na północ od dość jasnej, 4,6^m gwiazdy mi Ophiuchi.

M 10 — usytuowana 10,1° na zachód od poprzedniej, znacznie nam bliższa gromada kulista, z odległości 14,3 tysiąca lat św., na naszym niebie przybiera rozmiary 20', co świadczy, że w rzeczywistości rozciąga się na około 83 lata św. Przy jasności 6,6 mag, jako pokaźnych rozmiarów mgiełkę — 2/3 kątowej średnicy Księżyca — zobaczymy ją już w lornetce, jednak dostrzeżenie pojedynczych gwiazd możliwe jest dopiero w dużym teleskopie. Gromadę M 10 najłatwiej odnaleźć, kierując się około 10° na wschód od pary jasnych gwiazd trzeciej wielkości — delta i epsilon Ophiuchi (Yed Prior, Yed Posterior), albo 1,0° na zachód od 4,8^m gwiazdy 30 Ophiuchi.

M 12 — jeszcze jedna gromada gwiazd w centrum konstelacji Wężownika, nieznacznie tylko ciemniejsza od poprzedniej (6,7 mag). W kulistego kształtu tworze o średnicy 150 lat św. mieści się około 200 tys. gwiazd, choć kiedyś mogło ich być kilkakrotnie więcej — prawdopodobnie pod silnym grawitacyjnym wpływem Naszej Galaktyki, nawet 85% mniej masywnych gwiazd uległo wyrwaniu z gromady. Jako niezbyt skoncentrowana, wcześniej uznawana była za gromadę otwartą. Z odległości 16 tys. lat św., na naszym niebie gromada ma rozmiar kątowy 16', dwukrotnie mniejszy od księżycowej tarczy. M 12 usytuowana jest 3,3° na północny zachód od M 10, ale najłatwiej odnaleźć ją za pomocą wspomnianej już pary gwiazd Yed Prior i Yed Posterior, 8° na wschód od nich.

M 19 — położona z dala od poprzednich, blisko południowej granicy Wężownika, jeszcze jedna kulista gromada gwiazd, jasnością (6,8 mag) i kątowymi rozmiarami (17') dość podobna do poprzednich. Odległa od Słońca o 28 tysięcy lat św., w rzeczywistości jest obiektem o średnicy 140 lat św. Wiek tej bardzo starej gromady, szacuje się na 11,9 mld lat, zaś masę na ponad milion mas Słońca. Za pomocą lornetki, jest ona bardzo łatwa do odnalezienia na niebie, 7,4° na wschód od Antaresa, najjaśniejszej gwiazdy konstelacji Skorpiona.

Jan Desselberger



Źródło: Stellarium

Lokalizacja opisywanych gromad na niebie na przełomie maja i czerwca około godz. 23.00 UTC nad południowym horyzontem

Kosmos Murcofa

Moja najmłodsza córka zdecydowanie należy do pokolenia, które słucha muzyki tylko z empetrójek i YouTube'a, na dodatek tylko w słuchawkach i to tych ponoć najbardziej niezdrowych, czyli dousznych. Ja tak nie mogę. U mnie dźwieki muszą mieć przestrzeń do wybrzmienia. Niestety, dobre zestawy głośnikowe są znacznie większe od słuchawek, a i cena również.

Przyszedł jednak czas rozstania się z wysłużonymi, wiekowymi Tonsilami i dylemat — czym je zastapić. Po wysłuchaniu wielu rad i propozycji nie pozostało nic innego, jak znaleźć odpowiedni salon z salą odsłuchową i wybrać zestaw płyt do testowania przetworników. Fortepian Możdżera, trąbka Davisa, chóry i syntezatory Vangelisa itd. No i koniecznie coś z dużą rozpiętością tonów, dynamiki i decybeli! Padło na „Cosmos" Murcofa*. Może dlatego, że od czasu zakupu tej płyty kilka lat temu (płyta z 2007 r.) w odtwarzaczu gościła może ze dwa razy. Po prostu głośniki nie dawały rady i efekt był taki, iż zamiast zamierzonych przez twórcę dźwięków słyszałem jakieś dziwne chrobotania i trzaski. Nigdy bym nie sięgnął po tę płytę, gdybym miał się sugerować tylko okładką. Skusiły mnie tytuły — albumu jak i poszczególnych utworów: *Cuerpo Celeste*, *Cielo*, *Cosmos I* i *II*, *Cometa*, *Oort*.

Salon wybrałem w Trójmieście. Zaraz po wejściu rzuciły się w oczy stojące na półce okładki analogowych wydań „Music for Stargazers" Rudzia i „From Sleep" Maxa Richtera. Znaczy się dobrze trafiłem…

Już przy pierwszych testowanych kolumnach irytujące w domu trzaski okazały się intrygującymi dźwiękami, a dalej już było tylko lepiej. Murcof świetnie oddaje swoją muzyką nie tyle tajemniczość dźwięków otaczającego nas kosmosu, co jego całkowitą odmienność od tego, co znamy z wręcz przytulnej, sprzyjającej życiu planety Ziemia. Nie oznacza to jednak, że materiał zawarty na płycie „Cosmos" jest niestrawny dla ludzkich uszu. Wręcz przeciwnie. Z każdym kolejnym odsłuchem coraz bardziej frapuje, wciąga, staje się fascynujący jak obrazy odległych światów dostarczane nam przez teleskopy. Otaczający nas Wszechświat ekscytuje skrajnymi gęstościami, temperaturami, ciśnieniami. Podobnie działa muzyka Murcofa. Słuchając jej, trzeba być przygotowanym na wszystko.

Jacek Drążkowski

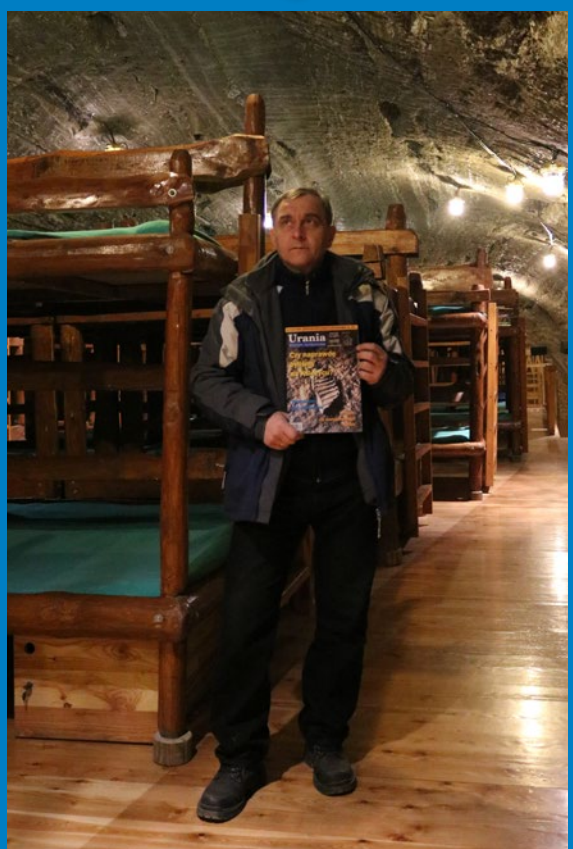
* Murcof to pseudonim artystyczny pochodzącego z Meksyku Fernando Corony, specjalizującego się w tworzeniu muzyki elektronicznej. Od 2006 r. mieszka i tworzy w Hiszpanii. „Cosmos" jest jego trzecim albumem utrzymanym w nurcie *dark ambient*.

Konkurs na fotki z Uranią

Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z Uranią lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres portal@urania.edu.pl z tytułem „Fotki z Uranią" lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami **#fotkizurania** i **#urania** (dodatkowo może być też **#podrozujzurania**). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Uranii" — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania



Urania schodzi do podziemia…

Pytanie na okładce: „Czy naprawdę byliśmy na Księżycu?", a czy Urania była tak głęboko pod ziemią? I sławny Skarbnik prosi o dostawę Uranii — ok. 250 metrów pod powierzchnią ziemi w kopalni soli w Bochni — pomimo braku dostępu do rozgwieżdżonego nieba.

Fot. Mariusz Chlebowski

Tę mozaikę wykonaną przez Pawła Górkę z Radomska otrzymaliśmy jako propozycję do naszego kalendarza astronomicznego. Wszystkie zdjęcia zostały zrobione za pomocą refraktora Bresser 102/1000 mm. Do fotografowania planet użyto soczewek Barlowa ×2 i ×3. Aparat Canon 450D i Canon 550D. Montaż z prowadzeniem EQ 5

Podsumowanie dwóch lat fotografowania obiektów Układu Słonecznego otrzymaliśmy również od Huberta Dróżdża, także pochodzącego z Radomska. Obiektom Układu Słonecznego towarzyszy tu kometa C/2014 Q2 (Lovejoy). Słońce, Księżyc i planety (oprócz Wenus) były fotografowane Canonem 450D podpiętym do Newtona Sky-Watcher 150/750 + barlow Vixen ×2 i GSO ×3 ED, kometa fotografowana Canonem z obiektywem Tair 3S. Obraz Wenus uzyskany kamerą ZWO ASI120MC z teleskopem Sky-Watcher Mak180 W tle okolice M27 (Canon i ED80)

Oba zdjęcia prezentujemy w dużym rozmiarze na s. 76

Astrolabium

Konkurs astronomiczny

„Astrolabium” to konkurs astronomiczny dla szkół podstawowych, gimnazjów oraz szkół ponadgimnazjalnych organizowany przez **Obserwatorium Astronomiczne UJ** oraz **Fundację Akademia Astronomii**.

Sprawdź się w dwóch etapach i wygraj cenne nagrody!

I etap to wykonywanie ciekawych doświadczeń.
II etap to test zdobytej wiedzy, który odbędzie się **26 kwietnia**.

Najlepsi uczestnicy z każdej z czterech grup wiekowych otrzymają teleskopy, prenumeraty *„Uranii”* i inne cenne nagrody.

Rejestracja uczestników trwa do **19 kwietnia**.

Więcej informacji na stronie internetowej:
www.astrolabium.org

OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO

DELTA optical

bliżej pasji

Urania POSTĘPY ASTRONOMII

AKADEMIA ASTRONOMII

Historia SOS PTMA cz. III

Trzecia część historii SOS PTMA to okres od lipca 1999 r. do czerwca 2002 r.

Jak wiemy, na czele sekcji staje ponownie Janusz W. Kosinski. Niestety nie ma łatwego zadania, bowiem musi nadrobić zaległości w materiałach sekcji, jak również odbudować jej struktury. Z czasem zaległości zostały nadrobione i opublikowane w komunikatach.

Prace obserwacyjne są prowadzone w oparciu o jednolite materiały wydawane przez ZG PTMA i umieszczane na stronie o adresie http://sos.ptma.republika.pl, którą prowadzi koordynator sekcji.

Na tejże stronie, zresztą jest to pierwsza strona SOS PTMA, zamieszczane są wyniki obserwacji za lata 1999–2001. Oprócz tego zamieszczono również Poradnik Obserwatora Słońca i relację z wyprawy na całkowite zaćmienie Słońca na Węgry a także Międzynarodowe Liczby Wolfa. Tradycyjnie umieszczono również przydatne linki. Niektóre działają do dzisiaj.

Ogółem opublikowano 10 biuletynów, w których opisano między innymi:
— część czterdziestoletnich tradycji
— położenie plam na Słońcu
— liczby Wolfa SOS PTMA oraz formularz do wyników obserwacji
— poradnik obserwatora Słońca
— teoria zaćmień słonecznych
— obserwacje całkowitego zaćmienia Słońca na Węgrzech
— wyniki obserwacji Słońca SOS PTMA za lata 1997–2000
— Słońce — klimat.

Wszystkie opisane biuletyny otrzymałem od byłego koordynatora Janusza W. Kosinskiego.

Na 20 października 2001 r. zostało przewidziane XII Seminarium SOS PTMA. W tym celu Janusz Kosiński wysyła do swych członków ankiety, w których mają się określić co do dalszej pracy w sekcji oraz uczestnictwa w seminarium. Zostaje ustalony plan seminarium, na który składają się takie oto wykłady:
— Radiowe badania Słońca — Bartosz Dąbrowski
— Związek słoneczno-atmosferyczny — Przemysław Rudź
— Działalność Sekcji Obserwacji Słońca — Janusz Kosinski
— Słońce–Ziemia — Adam Michalec

Niestety okazało się, że z powodu zbyt słabego zainteresowania, XII Seminarium się nie odbyło. Być może to było jednym z powodów rezygnacji Janusza W Kosinskiego z funkcji koordynatora SOS PTMA. W 2003 r. funkcję koordynatora obejmuje Agnieszka Wilińska.

Opracował Tadeusz Figiel

Raport nr 1/2017

Styczeń to ciąg dalszy słabej aktywności słonecznej pod względem liczby plam. Mimo tego w styczniu swoje obserwacje przysłało 10 obserwatorów i Koło Astronomiczne Świebodzice kierowane przez Łukasza Kucembę. Wielkie dzięki, Kochani, że jesteście z nami. Pierwszy tydzień to obserwacje zerowe. Średnia liczba Wolfa wyniosła R = 19,45, a średnia SN = 17,98. Wykorzystano 115 obserwacji dla wyznaczenia liczby Wolfa.

Obserwatorzy:

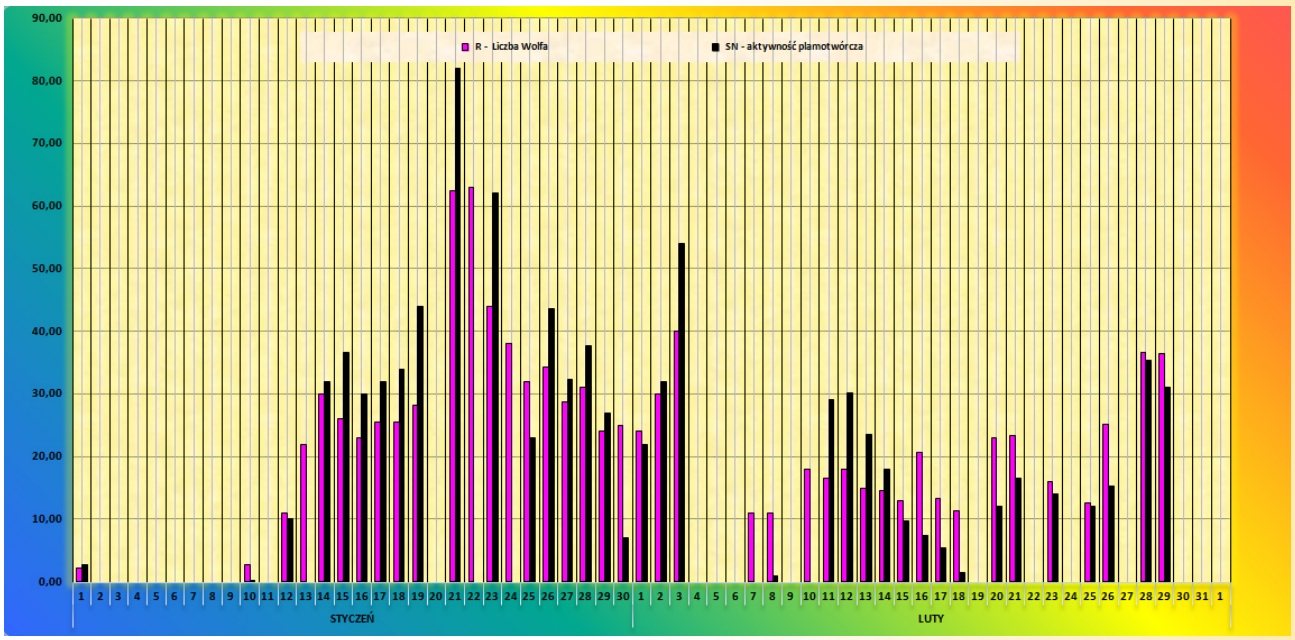
1. Jimenez Francisco	28	7. Wirkus Krystyna	8
2. Bańkowski Janusz	17	8. KA Świebodzice	7
3. Zagrodnik Jerzy	15	9. Raczyński Łukasz	6
4. Kucemba Łukasz	9	10. Magdalena Zwolińska	5
5. Skorupski Piotr	9	11. Bohusz Jerzy	2
6. Figiel Tadeusz	9		

Raport nr 2/2017

W lutym pogoda do obserwacji nie dopisała. Na dziesięciu obserwatorów średnio przypadło zaledwie 7 obserwacji. Średnia R = 14,48 i średnia SN = 12,43 świadczą o słabej aktywności Słońca.

Obserwatorzy:

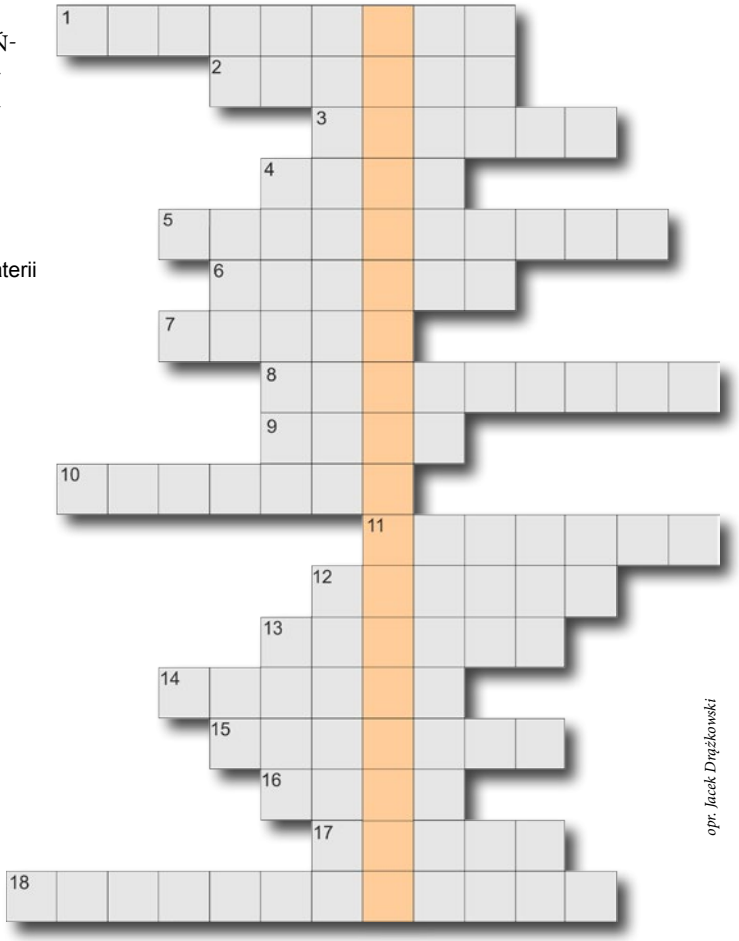
1. Zagrodnik Jerzy	14	6. Bańkowski Janusz	8
2. Jimenez Francisco	11	7. Skorupski Piotr	6
3. KA Świebodzice	9	8. Figiel Tadeusz	6
4. Kucemba Łukasz	9	9. Moskal Kinga	1
5. Raczyński Łukasz	8	10. Bohusz Jerzy	1



Opracowanie: Janusz Bańkowski

W „Uranii–PA” nr 6/2016 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło ŁAZIK MARSJAŃSKI. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Jerzy Burghardt** z Chorzowa i **Janina Petelczyc** z Warszawy. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Pierwszy Redaktor „Uranii”
2. Ma swoją planetoidę
3. Ostatni człowiek na Księżycu
4. „Program badania wielkoskalowego rozkładu ciemnej materii
5. Ma swój dzień 30 czerwca
6. Niebo, jakie tracimy
7. Znana badaczka dynamiki galaktyk
8. Miasto z lunetami Galileusza
9. Za kilka lat może dać nowe „pióro” Łabędzia
10. Mocno zdeformowany krater na terenie Kanady
11. Pilot modułu dowodzenia misji Apollo 11
12. Towarzysz planety z sercem
13. Typowa planeta zza linii śniegu
14. Jego teleskop zasłynął odkryciem Plutona
15. Jest nią TRAPPIST-1
16. Śledzi Jowisza
17. Jest celem misji sondy OSIRIS-REx
18. Okrąg na sferze niebieskiej utworzony przez punkty o tej samej wysokości nad horyzontem



opr. Jacek Drążkowski

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca maja 2017 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe. Do rozwiazania należy dodać swój adres oraz tytuł lub numer książki, którą Czytelnik chciałby otrzymać w wyniku losowania spośród następujących propozycji: 1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka; 2. „Relacja pierwsza” („Narratio Prima”) Joachima Retyka, tłumaczenie popularnonaukowego dzieła poświęconego „De Revolutionibus” Kopernika oraz kopia oryginału; 3. „Mały astronom”, nowa ksiażka o astronomii dla dzieci autorstwa profesora Grzegorza Karwasza. Rozwiązania można przesyłać drogą elektroniczną na adres: urania@urania.edu.pl.

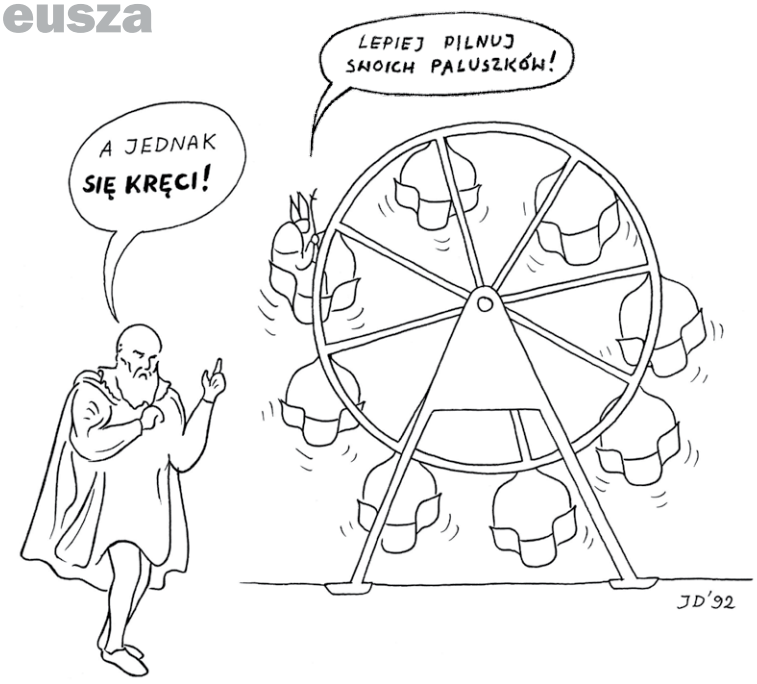
Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 6/2016: 1. MIKOŁAJ, 2. ASTROLAB, 3. BIESZCZADY, 4. HAMILTON, 5. WIELKOPOLSKA, 6. SUPERSYMETRIA, 7. EXOPLANETS, 8. SCHIAPARELLI, 9. PULSAR, 10. JĘDRZEJEWICZ, 11. PLANETARIUM, 12. ROSTAFIŃSKI, 13. HUNTSVILLE, 14. MERKURY, 15. WODNIK.

Palce Galileusza

astrożarty Jacka D.

Fot. Wieńczysław Bykowski

Palce Galileusza przechowywane niczym relikwie w muzeum we Florencji



ZAPROSZENIA

Odczyty, wykłady, spotkania, wydarzenia

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Warszawie

27 marca 2017: Marek Sarna, *Polska w ESO*

3 kwietnia 2017: Wojciech Pych, *Polskie obserwatoria astronomiczne*

10 kwietnia 2017: Maciej Wielgus *Teleskop Horyzontu Zdarzeń*

24 kwietnia 2017: Mirosław Giersz *Gromady kuliste*

8 maja 2017: Miljenko Cemeljic *Pole magnetyczne w gwiazdach i dyskach akrecyjnych*

15 maja 2017: Michał Różyczka *Kosmiczne inkubatory, czyli jak wyhodować cywilizację*

22 maja 2017: Radosław Smolec *Układy zaćmieniowe gwiazd*

https://www.camk.edu.pl/pl/outreach/wyklady-popularne

Olsztyńskie Planetarium i Obserwatoroium Astronomiczne

31 marca 2017: Przemysław Rudź „W objęciach Uranii i Polihymnii, czyli o astronomiczno-muzycznym pomyśle na życie"

7 kwietnia 2017: Janusz Wiland „Astrofotografia dla początkujących"

21 kwietnia 2017: koncert na żywo – niespodzianka!

http://planetarium.olsztyn.pl/pl/odczyty.html

PTMA O/Katowice

21 kwietnia, 12 maja, 9 czerwca 2017: *Wiosenne spotkania z astronomią,* http://ptma.pl/rok-2017-z-ptma

PTMA O/Kraków

27 marca 2017: Joanna Jałocha-Bratek *Galaktyki spiralne, a ciemna materia niebarionowa*

10 kwietnia 2017: Marcin Kolonko *Tornada — instrukcja obsługi*

http://krakow.ptma.pl/plan-odczytow

PTMA O/Lublin

22 kwietnia 2017: Obchody 50-lecia powstania oddziału Lublin

http://www.lublin.ptma.pl

21–25 kwietnia 2017: 17.Toruński Festiwal Nauki i Sztuki

https://www.festiwal.torun.pl

Zloty i wyjazdy obserwacyjne

20–23 kwietnia 2017: PTMA O/Warszawa, Wiosenny zlot PTMA Krzyże, http://www.astrojawil.pl/krzyze_2017.pdf

29 kwietnia – 3 maja 2017: PTMA O/Katowice, 30. jubileuszowy zlot miłośników astronomii PTMA, Zwardoń, http://www.zloty.ptma.pl

18–21 maja 2017: PTMA O/Lublin, 14. Bieszczadzki Wiosenny Zlot Miłośników Astronomii, Stężnica, www.astrozloty.pl

25–28 maja 2017: PTMA O/Katowice, 31. zlot miłośników astronomii PTMA, Zwardoń, http://www.zloty.ptma.pl

Poczta

Właśnie otrzymałem pierwszy numer "Uranii" z 2017 roku i zauważyłem błąd w numeracji roczników pisma. Wydaje mi się, że rocznik 2017 powinien mieć numer LXXXVIII, natomiast na okładce widnieje „Tom LXXXVII".

Marcin Konrad Jaroszewski

Red. *Bardzo słuszna uwaga. Możemy tylko pogratulować sobie tak spostrzegawczych Czytelników!*

* * *

Mieszkam w Porębie k/Zawiercia i lubię wieczorem oglądać niebo.Od kilku dni w południowo-zachodniej części widoczna jest największa z gwiazd. Bardzo proszę o podanie jej nazwy — czyżby to był Syriusz.

Janusz Bargieła

Red. *Z opisu wynika, że to planeta Wenus. Zwraca uwagę wieczorami swoim wyjątkowym blaskiem. O Wenus można przeczytać we wstępie do poprzedniego numeru „Uranii".*

* * *

Pięknie dziękuję za przysłanie kalendarza astronomicznego 2017 r. Jego trochę zmieniony układ bardzo mi się podoba, wydaje się bardziej przejrzysty od poprzednich wersji kalendarzy „Uranii".

Andrzej Midura

* * *

W krzyżówce w „Uranii–PA", zamieszczonej w nr 1/2017 przy słowie kluczowym nr 4 najwyraźniej brakuje jednego pola — nazwa planetoidy to Phaethon (8 liter), podczas pustych kratek do wypełnienia jest tylko 7. Na szczęście nie wpływa to raczej na odczyt hasła.

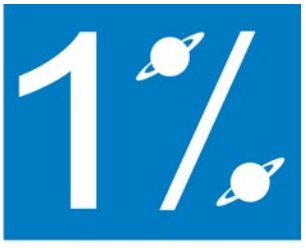
Arkadiusz Kostecki

Przekaż 1% swojego podatku na astronomię!

W ramach akcji Astroprocent zbierane są środki na ochronę ciemnego nieba w Polsce. Zachęcamy do wsparcia tej inicjatywy!

Każdy, kto składa roczne zeznanie podatkowe PIT, może zdecydować na co państwo wyda 1% jego podatku. Wystarczy wypełnić odpowiednią rubrykę na ostatniej stronie formularza PIT, wpisując w polu „Wniosek o przekazanie 1% podatku należnego na rzecz organizacji pożytku publicznego (OPP)" numer KRS 0000076686, podając kwotę (maksymalnie 1% naszego podatku) i cel szczegółowy: „ochrona ciemnego nieba".

Szczegóły na stronie www.astroprocent.pl



Letni obóz astronomiczny AstroCamp w Portugalii

Od 6 do 20 sierpnia 2017 r. w Portugalii odbędzie się obóz astronomiczny dla młodzieży AstroCamp. W obozie mogą wziąć udział uczniowie z krajów Unii Europejskiej, czyli także z Polski. Dodatkowo wsparcie dla obozu zaoferowało Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO), fundator stypendium, o które mogą ubiegać się uczniowie z krajów członkowskich ESO. Polska jest w dobrej pozycji, bowiem od dwóch lat należy także do ESO. Językiem obozu będzie angielski. Zgłoszenia będą przyjmowane od 1 do 20 kwietnia 2017 r. poprzez stronę

http://www.astro.up.pt/astrocamp/en/info.html

(kc)

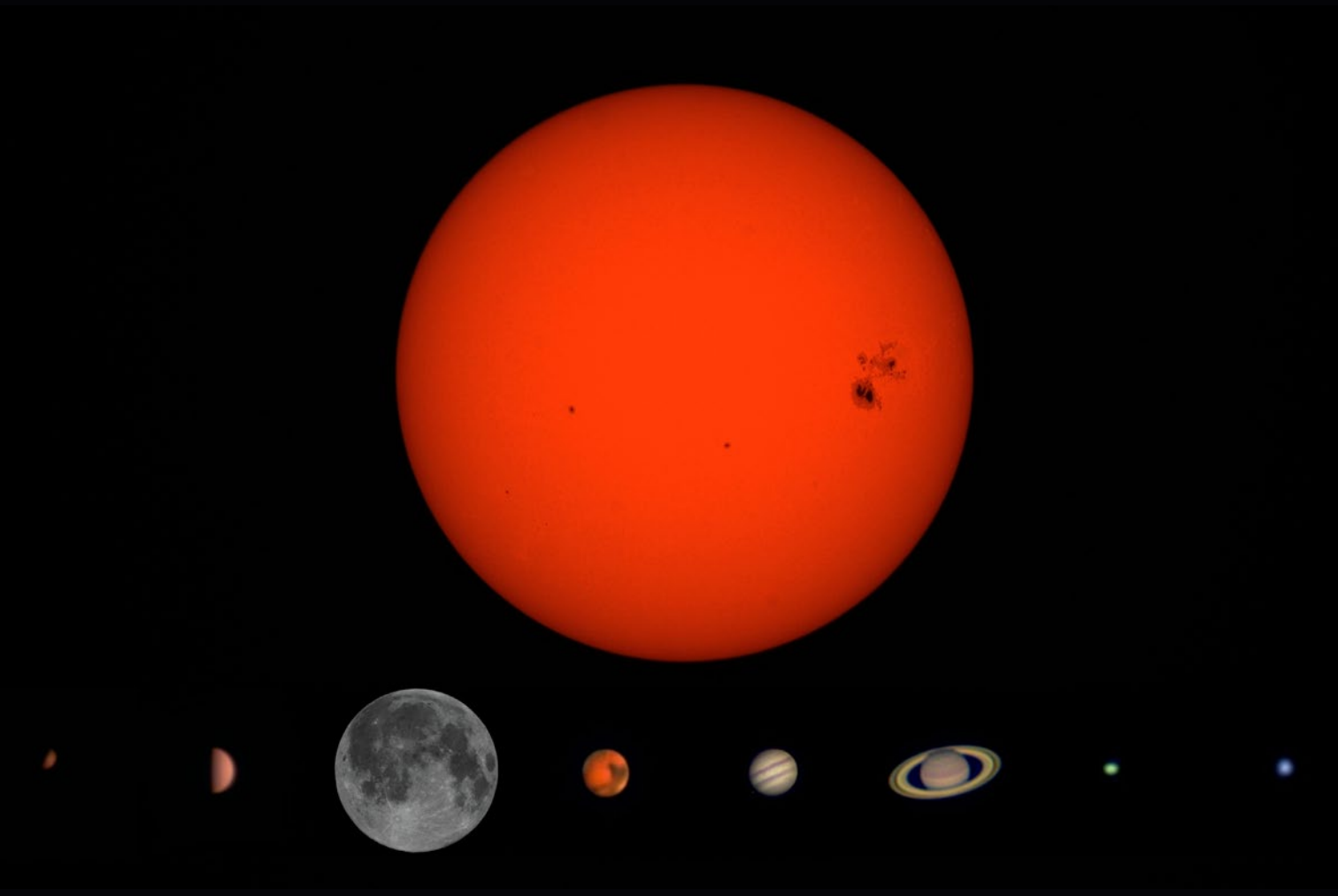
ERRATA

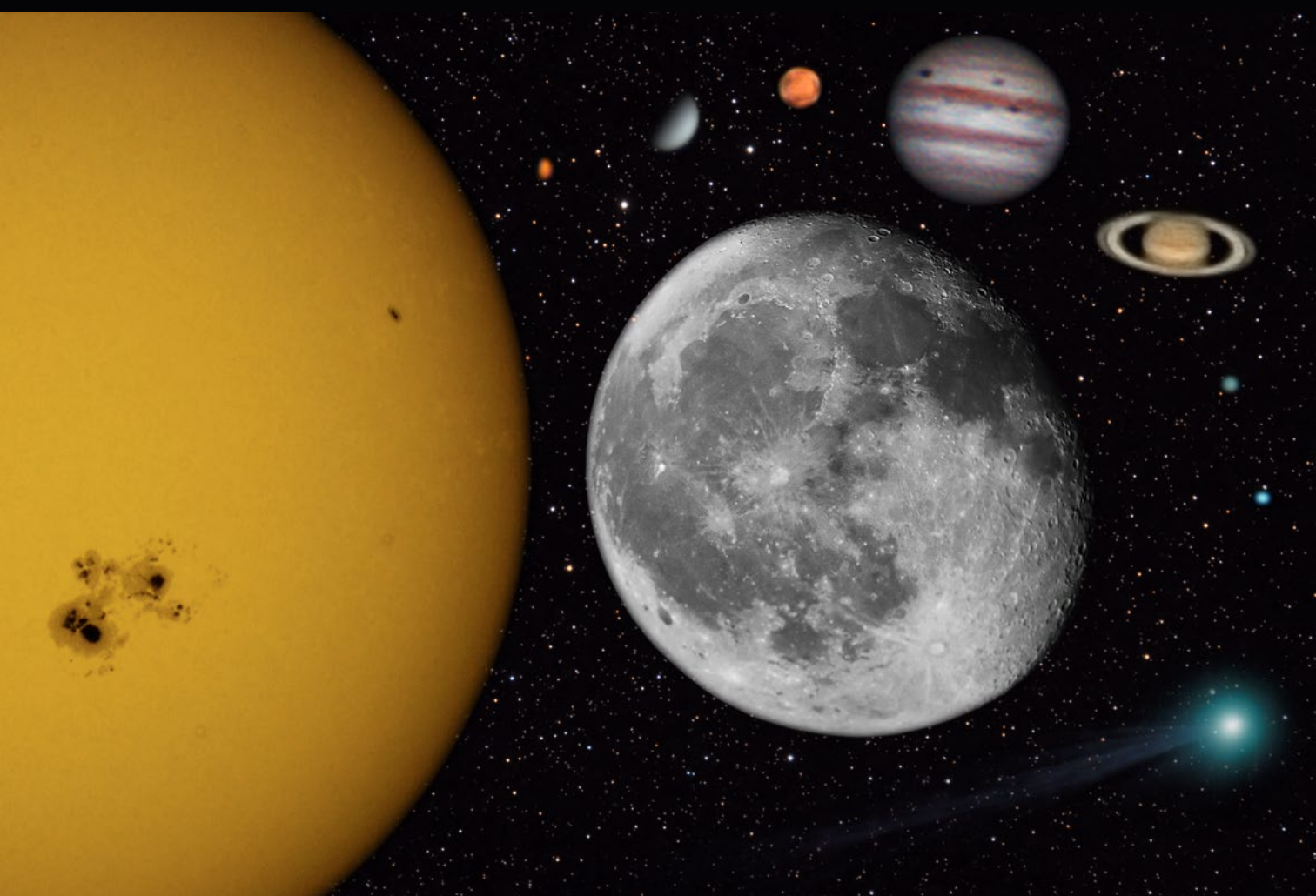
Dowiedziałem się od znajomych, że w numerze 6/2016 zostało zamieszczone moje amatorskie zdjęcie z tranzytu Merkurego 2016 (w załączniku), o czym nie zostałem poinformowany. Nie byłem więc w stanie kupić numeru, bo u mnie w mieście nie jest to łatwe. Na dodatek podano błędnie moje miejsce zamieszkania jako Olkusz zamiast Głogów (woj. dolnośląskie). Proszę o dokonanie sprostowania w erracie w najbliższym numerze oraz przesłanie mi egzemplarza autorskiego.

Roman Bochanysz

Red. *Najmocniej przepraszamy! Mamy nadzieję, że egzemplarz autorski już dotarł.*

Opis zdjęć na s. 72





NOWE ODCINKI ASTRONARIUM W TVP3 I NA YOUTUBE

Urania
Postępy Astronomii

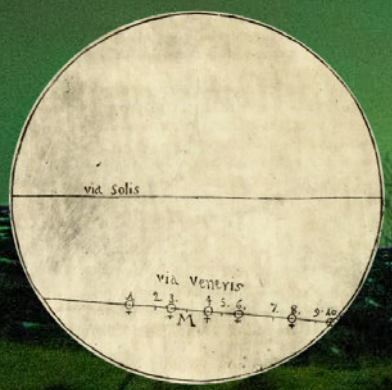
3/2017 (789)
Tom LXXXVIII

ukazuje się od 1919 r.

Cena 12,90 zł
w tym 5% VAT

www.urania.edu.pl

TAJEMNICE PLANET TRAPPIST-1



TRANZYT WENUS A.D. 1761

WYPRAWA PO ZORZĘ

ISSN 1689-6009 indeks 401323

60 lat temu **SPUTNIK 1**
zainicjował erę
eksploracji Kosmosu

- Jak przebiegały misje kosmiczne?
- Co zawdzięczamy Polakom?
- Dokąd „polecimy” wkrótce?

Opowiada **Krzysztof Ziołkowski**
znany i ceniony polski astronom

Partner wydania

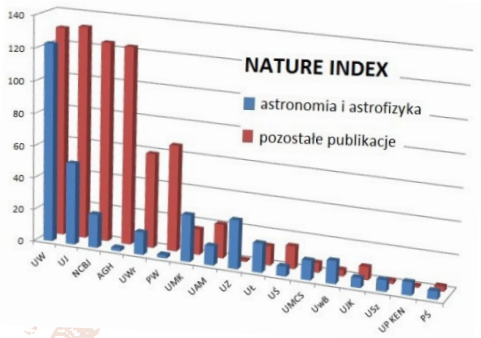
PWN
www.ksiegarnia.pwn.pl

URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Gdy zjawiłem się pewnego dnia w swoim obserwatorium, właśnie dyskutowano świeżo opublikowany ranking *Nature Index* (http://www.natureindex.com/). Okazało się, że wg tego zestawienia moja uczelnia zajęła ósme miejsce w Polsce, w tym szóste wśród szkół wyższych i czwarte wśród uniwersytetów. Szokujące jednak okazało się to, że 2/3 dorobku całego wielkiego UMK uwzględnionego w rankingu dokonali właśnie tutaj, na wsi w Piwnicach, moi koledzy z Centrum Astronomii. Było to tak zdumiewające, że postanowiłem się temu przyjrzeć bliżej.

Nature Index opiera się o ilość prac naukowych opublikowanych w 68 najbardziej prestiżowych czasopismach. Obejmuje tzw. podstawowe kierunki przyrodnicze (*science*) w 4 dziedzinach nauk: chemicznych, fizycznych, o Ziemi i o życiu. Brak więc zarówno nauk *stricte* medycznych, technicznych, matematyki i informatyki, że o innych dziedzinach wiedzy (humanistycznej) nie wspomnę. Tym bardziej szacunek budzić musi dorobek dwóch uczelni technicznych (AGH i PW) w dziedzinie badań podstawowych, przy czym w obydwu przypadkach doszukałem się dwóch publikacji… astrofizycznych i są to jedyne przypadki, w których procentowy udział prac astronomicznych jest jednocyfrowy (patrz tabela). Na drugim końcu można uplasować Uniwersytet Zielonogórski, gdzie na 31 zaklasyfikowanych do rankingu publikacji, 30 obejmuje astronomię i astrofizykę. Tak trzymać! Ranking obejmuje okres od lutego 2016 do stycznia 2017 r. W sporządzonej przeze mnie tabeli uwzględniłem wszystkie czasopisma astronomiczne (MNRAS, ApJ, A&A etc.), wyselekcjonowałem wszystkie astronomiczne tytuły z *Nature* i bardziej pobieżnie z ważniejszych żurnali fizycznych. Miejsce w rankingu obejmuje wszystkie placówki, natomiast w tabeli pokazuję tylko te, które mają choć jedną uwzględnioną publikację astronomiczną, jak np. „nasza" PKiM, stały wydawca Cyrqularza na łamach *Uranii*!



RANKING	OŚRODEK NAUKOWY	SKRÓT	WSZYSTKIE	ASTRONOMIA	
				N	%
1.	Polska Akademia Nauk	PAN	481	218	45.3
2.	Uniwersytet Warszawski	UW	253	123	48.6
3.	Uniwersytet Jagielloński	UJ	183	51	27.9
4.	Narodowe Centrum Badań Jądrowych	NCBJ	145	21	14.5
5.	Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie	AGH	125	2	1.6
6.	Uniwersytet Wrocławski	UWr	73	14	19.2
7.	Politechnika Warszawska	PW	68	2	2.9
8.	Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu	UMK	45	29	64.4
9.	Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu	UAM	33	12	36.4
10.	Uniwersytet Zielonogórski	UZ	31	30	96.8
11.	Uniwersytet Łódzki	UŁ	30	18	60.0
12.	Uniwersytet Śląski	UŚ	20	6	30.0
15.	Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie	UMCS	18	12	66.7
15.	Uniwersytet w Białymstoku	UwB	18	14	77.8
17.	Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach	UJK	14	6	42.9
20.	Uniwersytet Szczeciński	USz	9	7	77.8
20.	Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie	UP KEN	9	8	88.9
23.	Politechnika Śląska	PŚ	8	5	62.5
33.	Politechnika Poznańska	PP	3	2	66.7
33.	Politechnika Częstochowska	PCz	3	1	33.3
33.	Politechnika Krakowska	PK	3	1	33.3
42.	Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy	IFPiLM	2	1	50.0
50.	Pracownia Komet i Meteorów	PKiM	1	1	100.0
50.	Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych	CCSI	1	1	100.0
50.	Akademia Morska w Szczecinie	AMSz	1	1	100.0

Oczywiście liderują w naszym rankingu instytuty Polskiej Akademii Nauk, tak że ze swoimi 218 astronomicznymi publikacjami (głównie pewnie z CAMK i CBK!?) zniekształciłyby zamieszczony obok histogram. Dedykuję go wszystkim rektorom wyższych uczelni, dyrektorom instytutów branżowych i placówek PAN. Chcecie być wysoko w rankingach? Twórzcie zakłady, katedry, instytuty astrofizyczne i obserwatoria oraz zatrudniajcie astronomów!

My zaś pokażemy milionowej publiczności ich najciekawsze wyniki! Właśnie rusza nowa seria 40 odcinków Astronarium. Gdy telewizja BBC kręciła film z Michałem Hellerem, to ich ekipa zjawiła się na dokumentacji planu wraz z amerykańskim noblistą jako konsultantem, po czym przez rok przygotowywała scenariusz. No cóż, ekipa TVP Bydgoszcz to jeszcze nie BBC, więc za konsultantów służą, jak potrafią, Krzysztof Czart i niżej podpisany. Za to Ksiądz Profesor wystąpił w swoich ulubionych dekoracjach Księgarni De Revo, jak mówią w Krakowie. Jemu i wszystkim kolegom astronomom z góry dziękujemy za pomoc i udział w programie. A w nim, na początek: planety Proxima b i Trapist-1, linia HI 21cm, ekspansja Wszechświata i wiele innych tematów. Premiery, co 2 tygodnie w środy o 15.35 na TVP3 prawdopodobnie przez całe wakacje. W nocy i rano powtórki (0.50 i 6.25) i możliwie najszybciej odcinki powinny być dostępne na youtube. Pokazujcie je na zlotach, obozach i warsztatach z młodzieżą.

Fot. Adam Rubaszewski

Lubawa 23 maja 2017 Maciej Mikołajewski

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

maj–czerwiec 2017

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**" (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii".

Nakład: 3000 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Sylwester Kołomański, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Sebastian Soberski, Robert Szaj, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 509 44 17 17
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
http://www.urania.edu.pl

Dystrybucja, sekretariat:
Joanna i Ernest Świerczyńscy,
tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł
Prenumerata roczna 60 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

Prenumerata sponsorowana czasopisma „Urania — Postępy Astronomii" dla szkół finansowana w ramach umowy 886/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

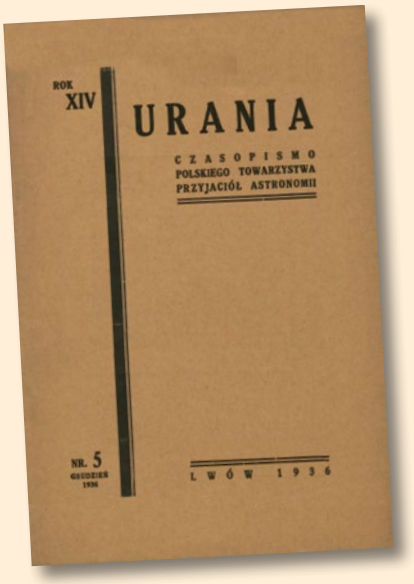
Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18,
00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35,
31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

*** ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA * MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA * ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW * PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI * OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW * REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM ***

DRUKARNIA GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

Dawno temu w… „Uranii”



Polskie zdjęcia filmowe zaćmienia Słońca 19 czerwca 1936 r.

Zostały wywołane zdjęcia chronokinematograficzne, dokonane przez polskie tegoroczne ekspedycje zaćmieniowe do Grecji, Syberii i Japonii. Jak się okazało, główny cel wypraw, mianowicie zdjęcia wąskich sierpów Słońca, poprzecinanych przez góry księżycowe, w chwilach bezpośrednio sąsiadujących z całkowitym zaćmieniem, wraz z sygnalizacją czasu, został całkowicie osiągnięty przez trzy wyprawy: w Keratei pod Atenami, na wyspie Chios i w Omsku na Syberii; natomiast w Mombetsu w Japonii, jak już podała „Urania”, chmury nie pozwoliły na dokonanie tych zdjęć. Poza tym wykonane zostały nadprogramowo, w różnym stopniu udane, zdjęcia korony oraz częściowego zaćmienia, te ostatnie również w Japonii, gdzie Słońce wyszło bardzo malowniczo poza przesuwającymi się przed nim chmurami. Całość zdjęć, poza swą wartością naukową, tworzy interesujący film, który był już demonstrowany (w kopii pozytywowej) na zebraniu naukowym Obserwatorium Krakowskiego w d. 6 listopada, i na posiedzeniu Wydziału Matematyczno — Przyrodniczego Polskiej Akademii Umiejętności w d. 10 listopada r. b.
Wywołanie filmów doznało było pewnej zwłoki, spowodowanej dodatkowymi zdjęciami na ekspedycyjnych taśmach filmowych, w miejscach pozostałych niewyświetlonymi podczas wypraw. Zdejmowano mianowicie, już w Krakowie, Słońce niezaćmione, z różnymi przesłonami przed objektywem, przy czym chodziło o uzyskanie materiału fotometrycznego np. dla ewentualnych badań z dziedziny astrofizyki nad prawem spadku jasności na brzegach Słońca. Ale na odpowiednią pogodę długo trzeba było czekać.

W AKTUALNYM NUMERZE

Dawno temu w… „Uranii” 4

Kronika

Odkrycia i wydarzenia astronomiczne 6
Misje i badania kosmiczne (luty – marzec 2017) 8

Bartłomiej Dębski 10
TRAPPIST-1 — siedem planet piekielnych
Niezwykły układ aż siedmiu planet wielkości Ziemi w układzie odległym o 40 lat świetlnych. Odkrycie ogłoszone w lutym przez NASA i ESO zelektryzowało nie tylko społeczność astronomiczną, ale znalazło się na pierwszych stronach gazet, portali internetowych i serwisów informacyjnych. Co dokładniej wiemy o tych planetach i jakie mogą na nich panować warunki? Czy można by na nich zamieszkać?

Marek Zawilski 18
Planeta w Słońcu
W latach 2004 i 2012 na terenie Polski widoczne było rzadkie zjawisko przejścia Wenus przez tarczę Słońca. Następna taka okazja trafi się dopiero w roku 2125. Z tego co wiemy, to przed rokiem 2004 podobne zjawisko było obserwowane w Polsce jedynie w roku 1761.

Piotr Potępa 24
Tam, gdzie niebo ma kolor zielony
Wszystko zaczęło się w końcu listopada 2016 r. Wystarczył jeden post na Facebooku z pytaniem, czy ktoś byłby chętny na wyjazd. Odzew był błyskawiczny. Wystarczyły dwa dni, aby zebrać całą, dwunastoosobową obsadę wyjazdu PTMA na Islandię. Jak się później okazało, grupę wyjątkowych ludzi…

Pod patronatem POLSA

Jak zostać mistrzem nawigacji satelitarnej? 32

Nie tylko teleskopy

Na tropie fal grawitacyjnych 34

Ciemne niebo

Porozmawiajmy o ciemności 37
Warszawa nocą 38

Przemysław Rudź 40
W Biurakanie i nie tylko
Druga część wrażeń z wyprawy do Armenii, ukazujących jej astronomiczne oblicze. Tym razem poznamy obserwatoria w Biurakanie i Erywaniu, a także polski akcent w jednym z muzeów.

W skrócie

Skalista superziemia idealna do poszukiwania oznak życia 16
Atmosfera wokół niewielkiej planety pozasłonecznej 16
Powiat Turecki — unijna droga do gwiazd i kosmiczny spichlerz 46
Historyczny lot używanego Falcona 9 46
Atmosfera Marsa uciekła w kosmos 46

Nie tylko teleskopy

Wszechświat dla dzieci 45

Circulos tuos

Kosmos z papieru, czyli warsztaty w CFT 48

CYRQLARZ No 222

100 tysięcy meteorów w ciągu roku! 50
Bolid Piecki PF120916 i meteoryt Reszel 52

Komeciarz

4*P Coma Morphology Compaign 54
Rozpad komety C/2017 E4 (Lovejoy) 55

Poradnik obserwatora

Sky-Watcher AllView Alt-AZ 56

Młodzi badacze

Nauka (nie) poszła w las 62

Kącik olimpijczyka

Rozwiązanie zadania III stopnia XLIII Olimpiady Astronomicznej 65

Ciekawe strony internetowe

Co mogło(by) spaść na nasze głowy (ale na szczęście jeszcze nie spadło) 65

Kalendarz astronomiczny: *marzec — kwiecień 2017*

Niebo nad Polską w lipcu i sierpniu 2017 66
W Wężowniku gromadniej 70

Astronomia i muzyka

Księżycowy sen Richtera 71

Obserwator Słońca

Kosmos nie tylko dla przedszkolaka 73
***Raport:* marzec — kwiecień 2017** 73

Poczta, zaproszenia 72
Relaks z Uranią (krzyżówka, astrożarty) 74

Astrofotografia amatorska:
Tranzyty 75

Uzyskane obserwacje zaćmienia Słońca, wraz z zaćmieniem Słońca z 1932 r., stanowią ogromny, cenny materiał — (podobnego jemu niema nigdzie poza Polską), który może być opracowany w różny sposób i z różnych punktów widzenia.

T. B. *(Tadeusz Banachiewicz)*

Badania astronomiczno-geodezyjne a drugie Zagłębie naftowe w Polsce.

Posiłkując się pomiarami natężenia siły ciężkości, dokonanymi w Wielkopolsce i na Pomorzu pod kierunkiem T. Banachiewicza, prof. J. Nowak wykreślił linie tamtejszych antyklin, czyli wypiętrzeń pokładów geologicznych, oraz synklin, czyli niecek. Jak wiadomo olej ziemny występuje z reguły w antyklinach. Jakoż cały szereg punktów, w których stwierdzono wystąpienia na powierzchnię gruntu oleistej cieczy naftowej (Kcynia, Sielce, Inowrocław, Brzezie, Brzyszyn) znajduje się w pobliżu wyznaczonej w ten sposób antykliny, że zaś obfituje ona również w złoża soli, towarzyszące często nafcie, bliższe zbadanie tych terenów staje się w ten sposób ważnym nakazem państwowym. Bliższe szczegóły o tym doniosłym problemie czytelnik znaleźć może w książce dra A. Paszkiewicza „Zagadnienie Wielkopolsko-Pomorsko-Kujawskiego Zagłębia Naftowego" (księgarnia N. Gieryna w Bydgoszczy). Na tym miejscu pragniemy tylko zwrócić uwagę, że nauki na pozór „niepraktyczne" okazują się często bardzo a bardzo „praktycznymi".

T. B. *(Tadeusz Banachiewicz)*

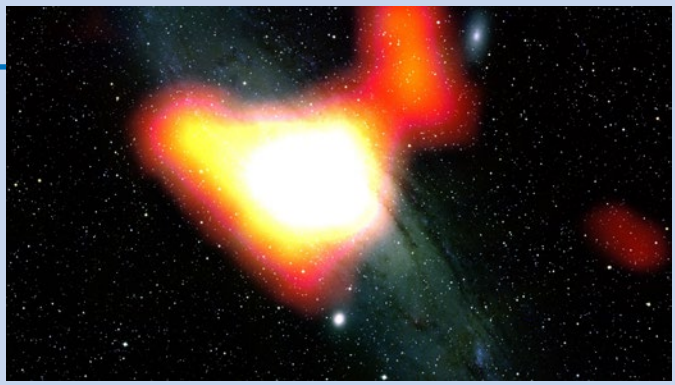
Urania 5/1936, pisownia oryginału.

NA OKŁADCE

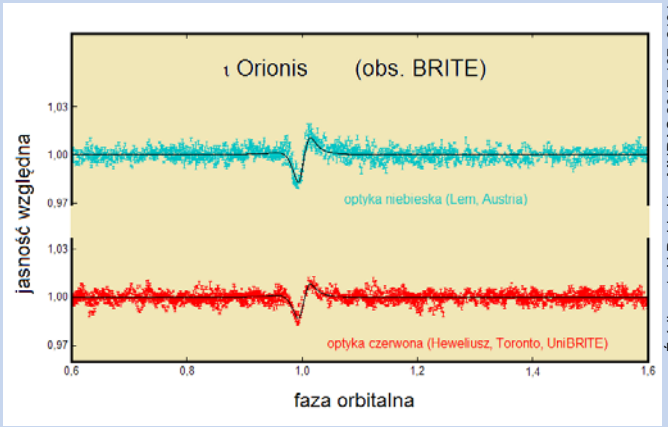
Piotr Potępa, autor drukowanego na łamach *Uranii* cyklu „Szkoła Astropejzażu", tym razem relacjonuje kolejną wyprawę PTMA na Islandię, której celem była zorza polarna. Okładkowe zdjęcie to tylko jedno z całej serii, jaką możemy podziwiać na stronach autora

LUTY 2017

1 II — Kwazary potrafią zniknąć (por. *Urania* 2/2016, s. 6), ale i pojawić się jakby znikąd. W czerwcu 2016 r. dostrzeżono nowy obiekt, oznaczony jako iPTF 16bco, w centrum galaktyki, która jeszcze 4 lata wcześniej niczym się nie wyróżniała. Jasność obiektu i szerokie linie emisyjne wodoru w jego widmie są charakterystyczne dla typowego kwazara. Co się stało? W centrum galaktyki jest czarna dziura o masie 10^8 $M_\odot$, która już wcześniej musiała być otoczona dyskiem akrecyjnym, ale spokojnym. Z jakiegoś powodu nagle, w ciągu mniej niż 1 roku tempo akrecji gwałtownie wzrosło.



Źródło: NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration and Bill Schoening, Vanessa Harvey /REU program/NOAO/AURA/NSF



Źródło: w/g H.Pablo i in. MNRAS 2017 467, 2494

6 II — Swą moc zaczyna pokazywać BRITE — flotylla pięciu miniteleskopów kosmicznych, w tym dwóch polskich: *Lem* i *Heweliusz* (zob. *Urania* 5/2014, s. 22). Dziesiątki godzin ich obserwacji gwiazdy ι Orionis pokazały, że należy ona do niedawno odkrytej i jeszcze nielicznej grupy gwiazd zmiennych, przezwanych typem „ekg" (*heartbeat variables*), od charakterystycznego kształtu krzywej blasku (rys. wyżej). Są to układy podwójne o bardzo wydłużonych orbitach. W peryastrum oba składniki zbliżają się do siebie tak bardzo, że ich wzajemne oddziaływania pływowe zniekształcają je, czego efektem jest zygzakowata zmiana jasności. Pozwala to wyznaczyć (przy pomocy spektroskopii) parametry orbity oraz masy i promienie obu gwiazd, choć nie ma tam zaćmień. ι Orionis okazała się najgorętszym i najmasywniejszym ze znanych układów „ekg".

11 II — Zaćmienie Księżyca widoczne w Polsce. Tylko półcieniowe, ale wyjątkowo ładne, bo dość głębokie — tarcza Księżyca niemal otarła się o strefę cienia (fot. na s. 75).

17 II — Wiemy o istnieniu czarnych dziur o masach do 100 $M_\odot$ (powstałe z kolapsu masywnych gwiazd) lub powyżej 1 mln $M_\odot$ (w centrach galaktyk). Od lat poszukuje się czarnych dziur o masach pośrednich, choć nie bardzo wiadomo, skąd miałyby się wziąć (a może właśnie dlatego). Badając ruchy i rozkład pulsarów w gromadzie kulistej 47 Tucanae, wywnioskowano, że w jej centrum znajduje się czarna dziura o masie 2200 $M_\odot$, czyli właśnie taka. Dotychczasowe doniesienia o odkryciu obiektów tej klasy (zob. *Urania* 2/2016 s. 6) przyjęto kwaśno. Może tym razem będzie lepiej.

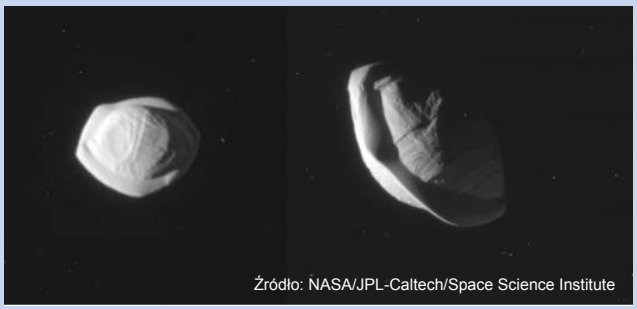
21 II — Satelita Fermi odkrył promieniowanie γ pochodzące z okolic centrum galaktyki M31 (fot. wyżej to złożenie obrazu γ ze zwykłym zdjęciem). Ciekawe jest właśnie to, że z centrum, a nie ramion spiralnych, gdzie częściej wybuchają supernowe, uważane za źródło większości promieni kosmicznych, a w efekcie i kwantów γ. Skąd to promieniowanie? Może w centrum M31 jest większe zgrupowanie pulsarów milisekundowych? A może to ciemna materia? Według niektórych hipotez tworzące ją cząstki, anihilując, wytwarzają kwanty γ.

22 II — „Krasnoludek i siedem królewien” — to byłby dobry tytuł bajki o układzie TRAPPIST-1. Niedaleko, bo 40 lat św. od nas, znajduje się czerwony karzeł typu M8V, o masie 0,08 $M_{\odot}$. Już rok temu odkryto 3 krążące wokół niego planety, a teraz dodano jeszcze 4, czyniąc ten układ najliczniejszym ze znanych (rys. na stronie obok). Jest również najbardziej obiecującym pod względem możliwości życia — co najmniej 6 planet ma rozmiary i masy podobne do Ziemi, a co najmniej 3 leżą w ekosferze (zob. *Urania* 2/2017, s. 10, ten numer *Uranii*, s. 10).

MARZEC 2017

8 III — Galaktyka A2744_YD4 leży tak daleko (z = 8,4), że widzimy ja taką, jaka była, gdy Wszechświat liczył sobie tylko 600 mln lat. Instrumentem ALMA dostrzeżono w niej pył. To najdalsza „zakurzona” galaktyka, jaką znamy. Pył jest produktem supernowych, a więc już w tamtej zamierzchłej epoce najmasywniejsze z pierwszych gwiazd zdążyły przeżyć swe życie do końca i wybuchnąć. Ilość pyłu w tej galaktyce potwierdza pogląd, że gwiazdy najstarszego pokolenia zabłysły ok. 400 mln lat po Wielkim Wybuchu.

9 III — Księżyc Saturna Pan został sfotografowany z bliska przez próbnik Cassini. Okazał się latającym pierogiem o średnicy 35 km (fot. niżej). Pan krąży wewnątrz pierścienia A, w którym wyrzeźbił przerwę Enckego. Temu właśnie zawdzięcza swój dziwny kształt. Bryły lodu z pierścienia przykleiły się do powierzchni księżyca, a potem do siebie nawzajem, aż utworzyły wysoki na kilka kilometrów „grzebień”: tak chudy, jak cienki jest pierścień.

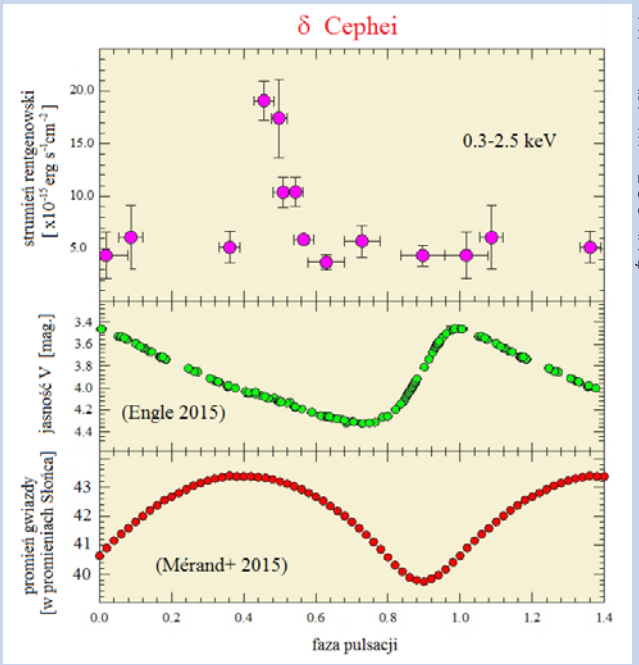


Źródło: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

20 III — Po ponad 200 latach intensywnych badań δ Cefeusza nie przestaje nas zaskakiwać. Niedawno odkryto jej podwójność (*Urania* 4/2015, s. 7), a teraz pokazano, że jest źródłem rentgenowskim — silnie zmiennym, w rytmie zgodnym z cyklem pulsacji (rys. obok, wyżej). Regularnie, co 5,4^{d} korona gwiazdy jest rozgrzewana do 20 mln K. Nie jest jasne, w jaki sposób. Co więcej, również inne cefeidy, w tym Polarna, zdają się wykazywać podobne zachowanie. Ale to trzeba będzie jeszcze udowodnić.

21 III — Sonda Rosetta już półtora roku temu rozbiła się o powierzchnię komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko, jednak dane zebrane przez 2 lata ich wspólnego lotu będą analizowane jeszcze przez lata. Właśnie pokazano, jak przejście przez peryhelium dramatycznie zmieniło „geografię” jądra komety. Odkryto m.in. nowo powstałe osuwiska, szczeliny i wędrujące głazy (te dwa ostatnie zjawiska ilustruje para zdjęć obok, niżej).

21 III — Obraz galaktyki M31 w twardych promieniach X jest całkowicie zdominowany przez jedno źródło, zwane Swift J0042.6+4112, leżące 6’ od centrum galaktyki. Jest tak jasne, że podejrzewano, iż to nie jeden obiekt, lecz jakaś ich grupa. A jednak okazało się, że jest pojedynczy. Prawdopodobnie to pulsar, któremu towarzyszy niezbyt masywna gwiazda.



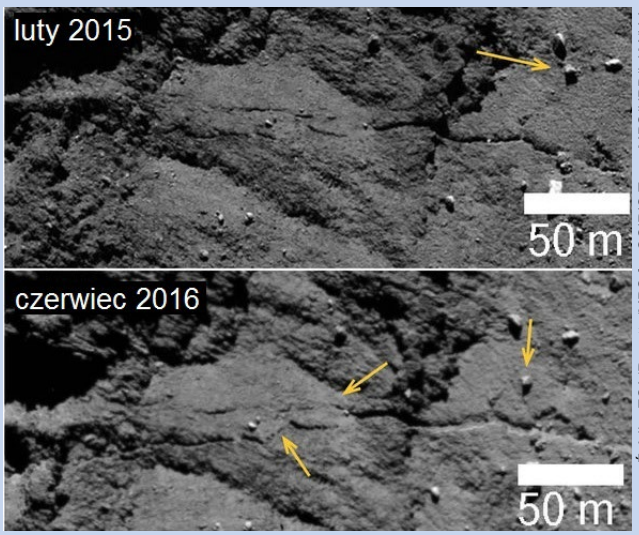
Źródło: S.G Engel i in. Villanova Univ.

Materia spływająca z sąsiadki na pulsara rozgrzewa się tak bardzo, że daje efekt potężnej lampy rentgenowskiej.

30 III — CDF-S XT1 to zjawisko zarejestrowane przez teleskop rentgenowski CHANDRA, skalą i przebiegiem nieprzypominające niczego, co dotychczas widziano w tym zakresie widma. Znajdujący się w odległej galaktyce (z = 2,2) obiekt w ciągu kilku godzin wynurzył się z tła, jaśniejąc co najmniej 1000 razy. Przez kilka minut produkował 1000 razy więcej energii niż cała reszta galaktyki. Słabnąc, powoli zniknął po ok. dobie. Jest parę propozycji wyjaśnienia tego fenomenu (np. rentgenowski poblask niezarejestrowanego rozbłysku γ, rozerwanie białego karła przez czarną dziurę), ale dość słabo pasują one do obserwacji. Może więc właśnie zaobserwowaliśmy całkiem nowe zjawisko, którego natury jeszcze sobie nawet nie wyobrażamy?

31 III — To już nie domysł, dzięki próbnikowi MAVEN wiemy to na pewno — Mars miał niegdyś znacznie gęstszą atmosferę niż obecnie. W ciągu 4 mld lat wiatr słoneczny wywiał sporą jej część: lżejszych pierwiastków nawet 90%, cięższych przynajmniej 25%, a w sumie ponad połowę (zob. ten numer *Uranii*, s. 46).

Wybrał i skomentował: Marek Muciek



Źródło: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA /SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

LUTY 2017

5 II — Marsjańska sonda Trace Gas Orbiter Europejskiej Agencji Kosmicznej wykonała serię odpaleń silnika w celu zmiany orbity. Przygotowania te poprzedzają prawie roczną fazę hamowania aerodynamicznego celem obniżenia orbity przez satelitę. W 2018 roku rozpocznie się naukowa faza misji. Sonda ma przez 4 lata badać atmosferę Czerwonej Planety, ze szczególnym uwzględnieniem tzw. gazów śladowych jak metan. Ich obecność w niektórych przypadkach może wskazywać na procesy biologiczne.

15 II — Indyjska rakieta PSLV pobiła rekord świata w liczbie wysłanych na orbitę satelitów podczas jednego startu. Podczas lutowego startu z kosmodromu Satish Dawan wyniesiono satelitę obrazującego CartoSat-2D, dwa mikrosatelity oraz 101 satelitów standardu CubeSat. Poprzedni rekord należał do ukraińskiej rakiety Dniepr, która w 2015 roku wyniosła 37 orbiterów.

19 II — Rakieta Falcon 9 firmy SpaceX po raz pierwszy wystartowała z historycznego stanowiska LC-39A na Florydzie. W ramach misji wyniosła w kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej statek Dragon z zaopatrzeniem dla załogi i eksperymentami naukowymi. Wcześniej z legendarnego kompleksu startowały załogowe misje Apollo do Księżyca oraz wahadłowce.

Źródło: SpaceX

Rakieta Falcon 9 wynosząca kapsułę Dragon z legendarnego stanowiska startowego LC-39A. Było to pierwsze użycie tej wyrzutni od zakończenia ery amerykańskich wahadłowców

22 II — Po raz ostatni z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie wystartowała rakieta Sojuz-U. Najdłużej użytkowana rakieta w historii astronautyki wyniosła z powodzeniem w swoim ostatnim locie kapsułę towarową Progress MS-05 z zaopatrzeniem do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

Źródło: Roskosmos

Ostatni egzemplarz rakiety Sojuz-U startujący 22 lutego z kapsułą zaopatrzeniową Progress MS-05 do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

Sojuz-U zadebiutował w 1973 roku. Rakieta odbyła w sumie liczbę 786 misji, z czego tylko 22 było nieudanych. Po niemal 44 latach służby odchodzi na zasłużoną emeryturę, a jej rolę ma zająć nowocześniejszy Sojuz 2.

22 II — Trwają przygotowania do pierwszego lotu SLS — nowej ciężkiej rakiety NASA. Agencja uruchomiła testowo dawny główny silnik wahadłowca RS-25, który ma zasilać nową rakietę. Odpalenie trwało 380 sekund i było pierwszym w tym roku. Testy silnika mają sprawdzić, czy jego modyfikacje spełniają wymagania, które są przed nim postawione. Główny człon rakiety SLS ma używać bloku czterech silników RS-25. Do pierwszych lotów wykorzystane zostaną wyprodukowane egzemplarze, z których część wynosiła już na orbitę amerykańskie wahadłowce.

Źródło: NASA/MAF/Steven Seipel

Zakończyło się spawanie zbiornika na ciekły wodór — największego elementu głównego stopnia nowej rakiety NASA SLS. Zbiornik ten ma polecieć w 2018 roku w pierwszym locie SLS z kapsułą Orion

27 II — Elon Musk, założyciel i prezes firmy SpaceX ogłosił plan wysłania dwóch ochotników w lot wokół Księżyca pod koniec 2018 roku. Dwóch śmiałków, których personalia nie zostały zdradzone, ma polecieć na pokładzie kapsuły Dragon V2, wyniesionej przez rakietę Falcon Heavy.

Cała wyprawa ma potrwać około tygodnia. W przypadku powodzenia, po raz pierwszy od 45 lat ludzie znaleźliby się w pobliżu naszego naturalnego satelity. Na przeszkodzie stanąć może jednak wiele czynników, począwszy od rakiety, która ma swój debiut dopiero latem tego roku, a skończywszy na kapsule Dragon V2, która ma polecieć w locie demonstracyjnym do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej pod koniec 2017 roku, a dodatkowo trzeba ją będzie dostosować do lotów poza bliskie otoczenie Ziemi.

MARZEC 2017

3 III — W centrum satelitarnym Jiuquan w Chinach odbył się start nowej chińskiej rakiety na paliwo stałe Kaituozhe 2. Niewiele jednak wiadomo o samej rakiecie. Bazuje prawdopodobnie na pocisku balistycznym DF-21 lub DF-31 i ma budowę trójstopniową. Podpierając się wiedzą z poprzednich projektów rakiet typu Kaituozhe, można wnioskować, że może ona wynieść do 400 kg na niską orbitę okołoziemską (LEO). Rakieta w swoim debiutanckim starcie wyniosła równie tajemniczego satelitę testującego nową platformę satelitarną przeznaczoną dla urządzeń teledetekcyjnych,

7 III — Europejska rakieta Vega wyniosła na orbitę kolejnego z serii satelitów teledetekcyjnych Sentinel. Wystrze-

Źródło: Arianespace

Lekka rakieta Vega startująca z portu kosmicznego w Gujanie Francuskiej. Podczas swojego lotu wyniosła na orbitę heliosynchroniczną satelitę obserwacji Ziemi Sentinel 2B

lony Sentinel 2B dołączy do tej samej orbity co poprzednik — Sentinel 2A. Oba statki będą obrazowały teren naszej planety w 13 pasmach światła od widzialnego do podczerwieni. Dane z satelity zostaną wykorzystane do monitorowania zmian lądowych, wspomagania rolnictwa, leśnictwa, obserwacji środowiska morskiego, wegetacji roślin, oceny jakości wód śródlądowych, monitorowania ruchu lodowców oraz zarządzania kryzysowego.

16 III — Amerykańska rakieta Falcon 9 wyniosła na orbitę geostacjonarną najcięższy w swojej historii ładunek. Ważący około 5,5 t statek EchoStar 23 będzie dostarczał sygnał telewizyjny i inne usługi telekomunikacyjne dla użytkowników w Ameryce Południowej. Dolny stopień nie powrócił na Ziemię, całe paliwo musiało być wykorzystane do wystrzelenia ładunku.

24 III — Dwójka astronautów wyszła na zewnątrz Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, by przygotować stację do przyszłych komercyjnych lotów załogowych. Astronauci Shane Kimbrough (USA) oraz Thomas Pesquet (Francja) zrealizowali wszystkie powierzone im zadania. Udało się m.in. wymienić jeden z modułów MDM, służących do komunikacji między systemami stacji i zarządzania nimi z pokładu oraz odłączyć adapter PMA-3, który w następnym spacerze zostanie przeniesiony do modułu Harmony. Do adaptera ma zostać podłączony w przyszłości uniwersalny interfejs dokujący IDA, do którego będą cumowały przyszłe statki załogowe, które mają wynosić astronautów do stacji: Dragon oraz Starliner.

Źródło: NASA

Członkowie 50. Ekspedycji na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Od lewej u góry: Oleg Nowicki (Rosja), Peggy Whitson (USA) oraz Thomas Pesquet (Francja). Na dole: Sergiej Ryżikow (Rosja), Shane Kimbrough (USA) oraz Andrej Borisenko (Rosja)

25 III — X-37B — kosmiczny bezzałogowy miniwahadłowiec Amerykańskich Sił Powietrznych pobił rekord poprzedniej misji w długości pobytu na orbicie. Statek odbył do tej pory 4 tajemnicze misje. Od 2010 roku dwa egzemplarze statku znalazły się na orbicie. Nie są znane szczegóły tych misji, jednak za każdym razem chodzi prawdopodobnie o testy nowych technologii dla wojska. W lutym wahadłowiec obniżył swoją orbitę, co może być znakiem rychłego powrotu na Ziemię.

30 III — Nie minął tydzień od ostatniego spaceru, a dwójka astronautów, tym razem w składzie Shane Kimbrough oraz Peggy Whitson znowu znalazła się na zewnątrz kompleksu orbitalnego ISS. Głównymi celami spaceru było podłączenie, przygotowanego podczas poprzedniego spaceru adaptera PMA-3, w nowe miejsce w module Harmony oraz wymiana kolejnego egzemplarza modułu MDM.

Spacer udał się, choć obfitował w nieprzewidziane zdarzenia. Jedna z osłon, która miała chronić puste miejsce pozostałe po adapterze PMA-3, z niewiadomych przyczyn odłączyła się od zabezpieczenia i poleciała w przestrzeń kosmiczną. Załoga naziemna znalazła jednak wyjście z tej sytuacji i wymyśliła, skąd można wziąć zastępczą płachtę. Natomiast podczas powrotu po skończonym spacerze Peggy Whitson omal nie straciła zestawu kamery i świateł, który odczepił się od hełmu. Szybka reakcja kolegi znajdującego się za astronautką uratowała sprzęt przed ucieczką w kosmos.

31 III — Ostatni dzień marca przejdzie do historii astronautyki jako pierwsze ponowne wykorzystanie dolnego stopnia rakiety orbitalnej. Falcon 9 wyniósł satelitę telekomunikacyjnego SES-10, używając do tego celu dolnego stopnia, który leciał już w misji przed rokiem. Nie dość, że misja się udała, to jeszcze dolny stopień ponownie wylądował na Ziemi.

Źródło: SpaceX

Lądowanie pierwszego stopnia rakiety Falcon 9 podczas lotu w ramach misji SES-10. Było to już drugie lądowanie tego stopnia, gdyż przed rokiem stopień rozpędzał rakietę w locie zaopatrzeniowym do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Tym samym firma SpaceX po raz pierwszy ponownie użyła z powodzeniem tego samego dolnego stopnia do lotu orbitalnego

Firma SpaceX produkująca rakiety Falcon 9 wprowadza tym samym ludzkość w erę odzyskiwalnych rakiet, które mogą znacząco zmniejszyć koszty lotów kosmicznych i tym samym sprawić, że staną się one powszechniejsze.

Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański

Czy na tych planetach da się zamieszkać?

TRAPPIST-1 — siedem planet piekielnych

Bartłomiej Dębski

Niezwykły układ aż siedmiu planet wielkości Ziemi w układzie odległym o 40 lat świetlnych. Odkrycie ogłoszone w lutym przez NASA i ESO zelektryzowało nie tylko społeczność astronomiczną, ale znalazło się na pierwszych stronach gazet, portali internetowych i serwisów informacyjnych. Co dokładniej wiemy o tych planetach i jakie mogą na nich panować warunki? Czy można by na nich zamieszkać?

Tak może wyglądać widok znad powierzchni jednej z planet w systemie TRAPPIST-1 — wizja artystyczna. Źródło: ESO/N. Bartmann/spaceengine.org

20 lutego 2017 r. NASA opublikowała notkę prasową o planowanej konferencji, na której „ogłoszone zostanie okrycie związane z planetami pozasłonecznymi". Ta informacja obiegła internet niesłychanie szybko. Wszak żyjemy w czasach, kiedy odkrywanie planet pozasłonecznych (zwanych „egzoplanetami") jest na porządku dziennym. Pytanie o to, dlaczego NASA poświęca specjalną uwagę jakiemuś konkretnemu odkryciu, zainicjowało całą lawinę plotek. Na specjalistycznych forach internetowych bardzo szybko pojawił się przeciek, że chodzi o egzoplanety orbitujące wokół gwiazdy o nazwie TRAPPIST-1. Faktycznie, w dwa dni później na konferencji w Waszyngtonie ogłoszono odkrycie „niesamowitego przypadku" układu planetarnego, w którym co najmniej siedem planet o masie i rozmiarach podobnych Ziemi orbituje wokół gwiazdy odległej o 39,5 roku świetlnego stąd (zob. *Urania* nr 2/2017). Smaczku dodał fakt, że aż trzy z siedmiu ziemiopodobnych planet miały znajdować się w tak zwanej „ekosferze", czyli w takiej odległości od gwiazdy, w której woda może być utrzymywana w stanie ciekłym. Gdzie woda, tam i życie — przynajmniej według myślowego skrótu — a gdzie życie, tam medialna sensacja. Historia związana z układem TRAPPIST-1 jest jednak bardziej skomplikowana, by od razu diagnozować prawdopodobieństwo rozwoju w nim życia. Jest to historia złożona, najeżona pytaniami bez łatwych odpowiedzi, ale też pełna fantastycznych spekulacji.

Planety to małe piwo

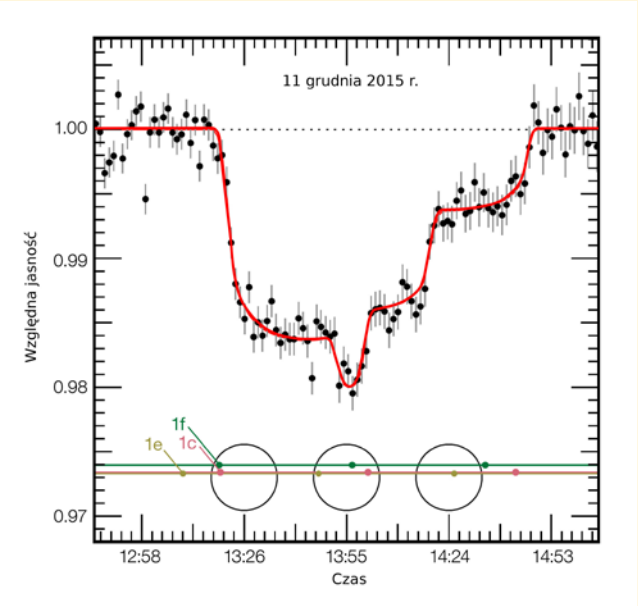
Wiadomość o planetach w układzie TRAPPIST-1 nie była niczym nowym. Już od 2016 r. wiedziano o co najmniej trzech planetach tam krążących. Prawdziwym sukcesem było to, że odkrycia dokonano za pomocą teleskopu średnicy 60 cm. W dzisiejszych czasach, kiedy buduje się wielometrowe instrumenty, teleskopy o średnicy jednego metra i mniej zaliczane są do klasy teleskopów małych. W Polsce znajduje się kilka teleskopów o średnicy 60 cm. Teraz, kiedy już obiekt jest znany, można by spróbować zaobserwować sygnał od planet TRAPPIST-1 spod Krakowa, Torunia, Wrocławia czy Warszawy. Jednakże, aby dokonać odkrycia, potrzebne są doskonałe warunki obserwacyjne oraz odpowiednia selekcja obiektów do obserwacji. W celu spełnienia tych warunków powstał program, którego nazwa w tłumaczeniu na język polski to Mały Teleskop do Tranzytujących Planet i Planetozymali. Nazwa ta jest nieprzypadkowa: projekt jest prowadzony przez grupę astronomów z Belgii, gdzie bardzo popularne jest piwo produkowane przez zakon trapistów. Astronomowie tak rozsmakowali się mniszym trunku, że postanowili nazwać swój projekt ku jego czci: TRansiting Planets and PlanestIsimals Small Telescope — w skrócie TRAPPIST. W 2016 r. można było przeczytać o odkryciu dwóch pierwszych planet przez astronomów, którzy nazwali teleskop tak jak swoje ulubione piwo (zob. *Urania* nr 4/2016). To właśnie oni. W tej chwili w skład instrumentarium wchodzą dwa teleskopy: TRAPPIST-Północny, w Maroku i TRAPPIST-Południowy, w Obserwatorium ESO w La Silla, Chile. Obydwa instrumenty są dedykowane zbieraniu blasku najmniejszych i najchłodniejszych gwiazd w otoczeniu Słońca: ultrachłodnych karłów. Za pomocą teleskopu południowego, jesienią 2015 r., została zaobserwowana niepozorna, czerwona gwiazda, tuż na granicy widoczności. Jej blask zmieniał się w charakterystyczny sposób: zupełnie tak, jakby dochodziło do jej zaćmiewania przez jakieś orbitujące wokół niej, niewielkie i ciemne obiekty. Kandydatka na układ planetarny nosiła nazwę katalogową 2MASS J23062928-0502285, a jej magnitudo w zakresie widzialnym było zaledwie 18,8 (czyli bardzo, bardzo mało). Konieczne było natychmiastowe zebranie nowych danych z użyciem największych dostępnych teleskopów. Z pomocą przyszedł 8-metrowy Bardzo Duży Teleskop (VLT) w Chile, 2-metrowy Chandra w Indiach oraz 3,8-m Teleskop Podczerwony na Hawajach. Po 62 nocach obserwacji i miesiącach opracowywania danych było już wiadomo, że wokół badanej gwiazdy orbitują co najmniej dwie planety o rozmiarach podobnych Ziemi. Następne miesiące miały zaowocować obserwacjami z Obserwatorium Południowoafrykańskiego SAAO, rezerwacją czasu na Kosmicznym Teleskopie Hubble'a, setkami godzin wykonanych przez Kosmiczny Teleskop Spitzera oraz dziesiątkami godzin na innych wielkich teleskopach z całego świata. Gwiazda otrzymała w końcu przyjemniejszą nazwę: TRAPPIST-1, a kolejno potwierdzane i odkrywane jej planety: TRAPPIST-1b, c, d, e, f, g i wreszcie TRAPPIST-1h.

Masowe odkrywanie planet

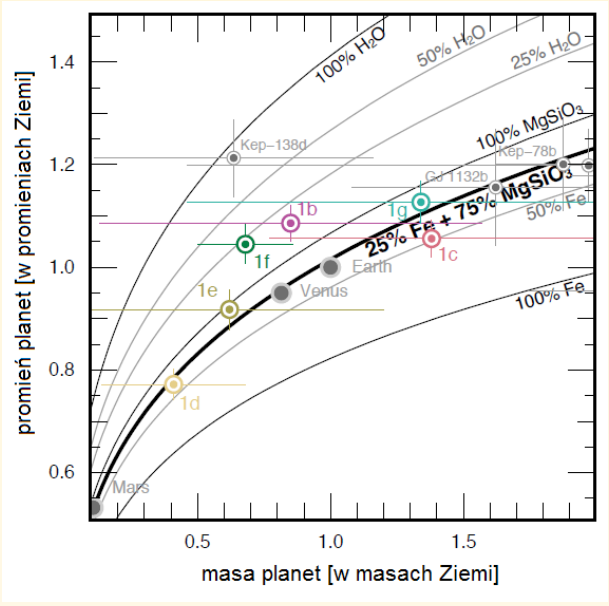
Planety orbitujące bardzo blisko swoich gwiazd są obecnie niemożliwe do zaobserwowania bezpośrednio, dlatego poszukiwanie takich egzoplanet wymaga metod pośrednich. Jeden z pomysłów na odkrywanie planet opiera się na prostym założeniu: jeśli dana gwiazda ma planety, a one orbitują w taki sposób, że płaszczyzna ich orbity leży na linii patrzenia obserwatora z Ziemi, to prędzej czy później obserwator zobaczy zaćmienie tej gwiazdy przez jej planetę. Jedyne co trzeba robić, to obserwować gwiazdę i monitorować, czy jej blask się zmienia w charakterystyczny sposób. Ultrachłodne karły wydają się być szczególnie ciekawe. Po pierwsze, są małe. To pozwala odkrywać niewielkie planety, bowiem nawet mała planeta znacząco zaćmi blask swojej gwiazdy macierzystej. Po drugie, planety krążą dość blisko nich. Takie ciasne orbity powodują, że okres orbitalny planet (odpowiednik ziemskiego roku) jest krótki i wyraża się w pojedynczych ziemskich dobach. Możemy zatem liczyć, że w ciągu, na przykład, miesiąca obserwacji, zaobserwujemy co najmniej dwie sygnatury zaćmienia gwiazdy przez tę samą planetę. Dzięki temu można ułożyć plan obserwacyjny na wiele obiektów w ciągu roku, przez co zwiększają się szanse na znalezienie planet wokół którejś z badanych gwiazd. Odkrywanie planet przez poszukiwanie zaćmień nosi nazwę „metody tranzytów". Tym sposobem odkryto już tysiące planet pozasłonecznych, głównie z użyciem Obserwatorium Orbitalnego Kepler. Używając właśnie tego teleskopu, w marcu, Rodrigo Luder i jego grupa ostatecznie potwierdzili istnienie siódmej planety w układzie.

Gwiazda TRAPPIST-1: ultrachłodny karzeł

Gwiazda TRAPPIST-1 to tak zwany czerwony karzeł. Do tej klasy przynależą najmniej masywne gwiazdy, które w swoim rdzeniu produkują energię w procesie fuzji wodoru w hel. Ich temperatura powierzchni wynosi mniej niż 4500 stopni Celsjusza, przez co

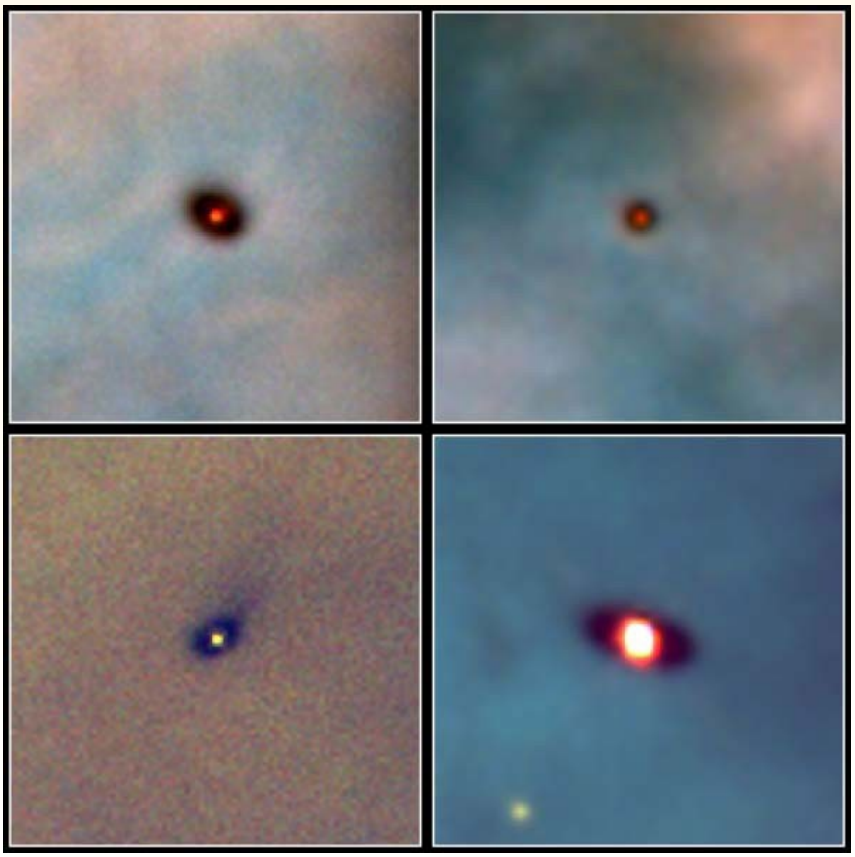


Krzywa blasku potrójnego zaćmienia gwiazdy przez jej planety. Spadek ilości blasku jest spowodowany tranzytem planety na tle gwiazdy TRAPPIST-1. Trzy spadki blasku są spowodowane przez trzy różne planety o różnych rozmiarach, orbitujących w różnych odległościach od swojej gwiazdy macierzystej. Obserwacja została dokonana 25 grudnia 2015 r. Źródło: ESO / M.Gillon i in.



Wykres zestawiający masy planet z ich rozmiarami. Liniami ciągłymi zaznaczono przewidywania teoretyczne dla planet o danym składzie chemicznym. Na wykresie, oprócz planet układu TRAPPIST-1, znajduje się też Wenus (Venus), Ziemia (Earth), Mars oraz kilka wybranych egzoplanet. Linie pionowe i poziome reprezentują niepewności wyznaczenia parametrów przez grupę astronomów, którzy odkryli ten układ. Warto zwrócić uwagę na niepewności związane z masą planet. Źródło: publikacja Gillon i inni 2017.

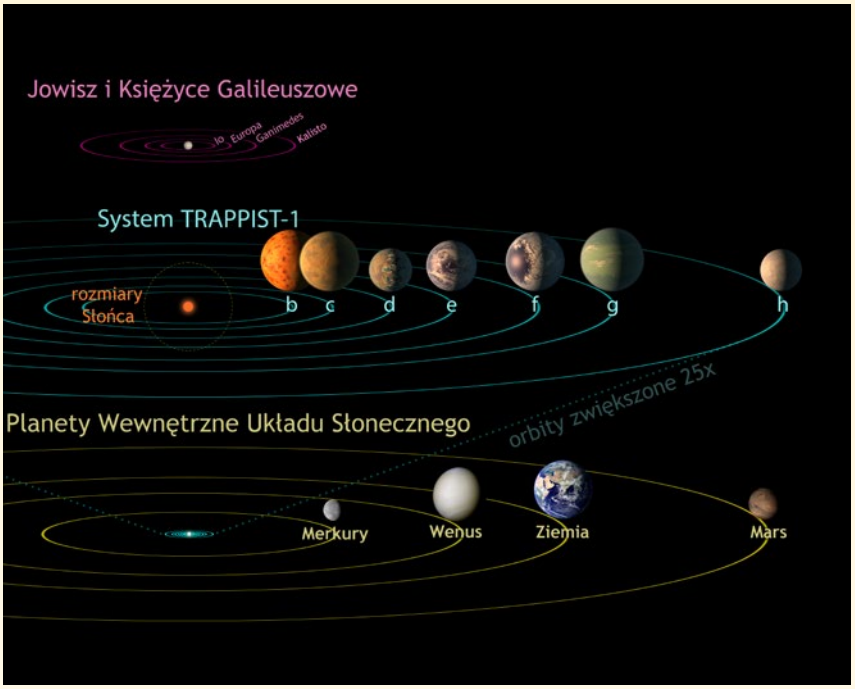
nazywa się je gwiazdami chłodnymi. Obiekty mniej masywne od czerwonych karłów nigdy nie będą produkowały energii w procesie fuzji, a ich temperatura powierzchni może wynosić nawet pojedyncze stopnie Celsjusza. Takie obiekty zwane są brązowymi karłami. Granica masy pomiędzy czerwonymi a brązowymi karłami leży pomiędzy 0,07 i 0,08 masy Słońca. TRAPPIST-1 posiada masę 0,08 masy Słońca. Ten czerwony karzeł jest tuż na granicy bycia gwiazdą. Ze względu na niską temperaturę powierzchni (około 2800 stopni Celsjusza), TRAPPIST-1 oraz obiekty mu podobne zwane są ultrachłodnymi karłami. Co ciekawe, ultrachłodne karły są tylko nieznacznie większe od Jowisza. Wynika z tego, że taka chłodna oraz mała gwiazda emituje bardzo niewiele energii. Ten fakt, po części, jest odpowiedzialny za możliwość formowania się gęstego dysku gazowo-pyłowego już na samym początku „rodzenia się" gwiazdy, kiedy jest ona jeszcze protogwiazdą. Dzięki najnowszym badaniom nad protogwiazdą o nazwie WISE J0808-6443 wiemy, że dysk pyłowy może istnieć już w ciągu pierwszych 45 mln lat formowania się protogwiazdy. Wbrew pozorom, kilkadziesiąt milionów lat to bardzo krótki okres w skali formowania się gwiazd. Gwiazdy najmniej masywne formują się przez nawet miliard lat, zanim w ich rdzeniu dojdzie do reakcji fuzji wodoru w hel. Inne badania przewidują, że formowanie się planet to proces o skali czasowej kolejnych kilkudziesięciu milionów lat. Studia nad WISE J0808-6443 pozwalają więc na zaistnienie niezwykle ciekawego scenariusza: planety mogą być uformowane, jeszcze zanim protogwiazda stanie się czerwonym karłem!



Dyski protoplanetarne wokół młodych gwiazd w Mgławicy w Orionie. Zdjęcia wykonane przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a. Źródło: Mark McCaughrean (Max-Planck-Institute for Astronomy), C. Robert O'Dell (Rice University), NASA/ESA.

Co wiadomo u układzie TRAPPIST-1?

Znamy bardzo dobrze odległości planet od gwiazdy, rozmiary planet oraz mamy pewne szacunki dotyczące ich mas. Względne rozmiary tranzytujących planet można oszacować po tym, w jaki sposób zaćmiewają one swoją gwiazdę. Ich obserwowalne rozmiary będą zależne od rozmiarów samej gwiazdy, a te z kolei znamy z przewidywań teoretycznych oraz z obserwacji. Znając masę gwiazdy oraz mierząc czas pomiędzy kolejnymi zaćmieniami dla tej samej planety, da się łatwo wyznaczyć rozmiary jej orbity. Masy samych planet zostały oszacowane na bazie założenia, że planety znacząco oddziałują pomiędzy sobą grawitacyjnie. Najbliższe planety miały się wzajemnie nieco przyciągać, co powodowało, że ich okresy obiegu wokół gwiazdy były minimalnie zmienne. Dzięki danym z kosmicznego teleskopu Spitzer pokazano, że zmiana okresowości zaćmień rzeczywiście ma miejsce — tak jak przewidzieli belgijscy astronomowie. To pozwoliło oszacować masy planet, dzięki czemu teraz wiemy, że są one faktycznie rozmiarami i gęstością podobne do Ziemi (przy czym formalna niepewność wyznaczonych mas dochodzi nawet do 90%, komentarz o tym będzie poniżej). Poznane parametry planet zebrane są w tabeli 1. Co ciekawe, najbardziej wewnętrzna planeta w układzie znajduje się bliżej swojej gwiazdy niż księżyc Kalisto względem Jowisza! Co więcej, cały układ mieści się w zaledwie 1/5 odległości Merkurego od Słońca. Astronomowie zaczęli się poważne zastanawiać, w jaki sposób ten układ w ogóle utrzymuje się w całości. Po przeprowadzeniu szeregu symulacji



Porównanie rozmiarów orbit w systemie TRAPPIST-1, w Układzie Słonecznym i w układzie galileuszowych księżyców Jowisza. Źródło: NASA / JPL.

komputerowych wyszło, że wzajemne oddziaływanie grawitacyjne planet na siebie powinno rozsypać układ w czasie pół miliarda lat. Okazuje się jednak, że planety te orbitują w bardzo stabilnych konfiguracjach, a ich okresy orbitalne są ze sobą ściśle powiązane. Takie „rezonanse" sugerują, że układ jest całkiem stabilny. Najnowsze szacunki jednak wciąż dają tylko kilka procent szans na przetrwanie tego układu dłużej niż miliard lat. Ciekawie wygląda to w zestawieniu z jeszcze nowszymi wynikami z teleskopu Kepler, wedle których TRAPPIST-1 ma gdzieś pomiędzy 3 a 8 mld lat. Wszystkie powyższe czynniki poważnie przekładają się na potencjalne warunki tam panujących. Niemniej, układ siedmiu planet w masie podobnych do Ziemi jest niebagatelnym znaleziskiem sam w sobie. Dodatkowo, aż trzy planety w układzie znajdują się w tak zwanej „ekosferze".

Warunki na egzoplanetach

Ekosfera, ekostrefa, Strefa Złotowłosej, czy tez Pas Zamieszkiwalności — to wszystko nazwy zakresu odległości od gwiazdy, w którym jej energia oświetlająca daną planetę umożliwia występowania na tej planecie wody w stanie ciekłym. Wszyscy się bowiem spodziewają, że woda w stanie ciekłym znacznie zwiększa szanse na rozwój życia. Wydaje się więc, że wystarczy policzyć, ile energii pada na powierzchnię planety i tak znaleziona „temperatura równoważna" określi, czy na danej planecie może rozwijać się życie, czy nie. W przypadku układu TRAPPIST-1 w tak prosto policzonej ekosferze znajdują się aż trzy planety: TRAPPIST-1e, f i g. Zanim zostanie odtrąbiony sukces, warto rozważyć pewne utrudnienia w obliczaniu rozmiarów ekosfery.

1) Atmosfery planet

Obecność powłoki gazowej jest niesłychanie ważna dla utrzymania odpowiedniej temperatury planety. Brak atmosfery lub atmosfera zbyt rzadka spowoduje, że woda najzwyczajniej wyparuje z planety lub zamarznie i zostanie przykryta wypłowiałym planetarnym pyłem — regolitem. Taki scenariusz rozegrał się w przypadku planety Mars. Z drugiej strony, atmosfera zbyt gęsta i obfita w niekorzystne związki chemiczne spowoduje rozwój bardzo silnego efektu cieplarnianego,

Linki do wybranych artykułów naukowych w Internecie (po angielsku):

- odkrycie siedmiu planet wokół TRAPPIST-1: arxiv.org/abs/1703.01424
- obserwacje teleskopem Kepler: arxiv.org/abs/1703.04166
- planeta LHS 1140b: arxiv.org/abs/1704.05556
- protogwiazda WISE J0808-6443: arxiv.org/abs/1703.04544
- wpływ aktywności TRAPPIST-1 na jej planety: arxiv.org/abs/1702.06936 oraz arxiv.org/abs/1703.10130
- utrata wody z planet wokół TRAPPIST-1: arxiv.org/abs/1605.00616
- księżyce egzoplanet: arxiv.org/abs/1704.01688
- nowe szacunki mas planet: arxiv.org/abs/1704.04290

a na powierzchni planety będą panowały temperatury rzędu 400 stopni Celsjusza. Taką sytuację zastały sondy Wenera, które wylądowały na powierzchni Wenus. Zarówno Wenus, jak i Mars znajdują się wewnątrz ekosfery, mają tak samo porównywalne rozmiary i masy z Ziemią, jak planety układu TRAPPIST-1, a jednak warunki obecnie na nich panujące zdecydowanie zabraniają obecności wody w stanie ciekłym przez cały czas. W przypadku TRAPPIST-1 nie wiadomo nic o atmosferach planet.

2) Kleszcz pływowy i rotacja synchroniczna

Oddziaływanie grawitacyjne ciał niebieskich nie kończy się na prostym przyciąganiu. W przypadku satelitów na odpowiednio ciasnych orbitach może dojść do zrównania się okresu rotacji satelity wokół jego własnej osi z jego okresem obiegu wokół głównego ciała. Tę sytuację nazywa się „rotacją synchroniczną". Występuje ona w przypadku Księżyca Ziemi oraz w przypadku księżyców galileuszowych. Ekstremalnym przypadkiem jest układ Plutona i jego księżyca, Charona. Obydwa ciała niebieskie są w rotacji synchronicznej, czyli są zwrócone do siebie wciąż tą samą stroną. Przypadkiem ogólnym, który ostatecznie prowadzi do rotacji synchronicznej, jest zjawisko zakleszczenia pływowego (ang. *tidal lock*), w którym rotacja jednego ciała w układzie jest skoordynowana z jego okresem orbitalnym. Odpowiadają za to te same efekty, które powodują pływy oceaniczne na Ziemi (stąd nazwa: efekty pływowe). Coś takiego dzieje się w przypadku Merkurego, którego jeden obrót wokół własnej osi jest równy dwóm obiegom wokół Słońca. Taka sytuacja ma miejsce, bowiem orbita Merkurego nie jest idealnie kołowa. W przypadku TRAPPIST-1, wszystkie planety są nastawione na szybkie zakleszczenie pływowe, a najbardziej wewnętrzne planety są narażone nawet na rotację synchroniczną w krótkim czasie. Jeśli założyć, że układ TRAPPIST-1 istnieje już od 4,5 mld lat (jak Układ Słoneczny), to można łatwo wykazać, że wszystkie planety znajdują się już w rotacji synchronicznej (sytuację dla takich układów przedstawił James Kasting już w 1993 r). Skutki tego są dramatyczne: jedna połowa planety jest nieustannie oświetlona, a druga w permanentnym cieniu. Nie można mówić o żadnej ekosferze. Niektórzy próbują ratować sytuację, wyobrażając sobie względnie dobrą temperaturę w miejscach, gdzie na planecie jest nieustanny wschód lub zachód „słońca". Niestety, takie miejsca są też hipotetycznie nastawione na potężne huragany, o ile w ogóle jest tam jakaś atmosfera.

3) Rozgrzewanie pływowe

Siły pływowe są odpowiedzialne za drobne rozciąganie satelitów wzdłuż linii oddziaływania grawitacyjnego ciał niebieskich. Rozciąganie to powoduje nieustanne ruchy wewnątrz satelitów, wewnętrzne tarcie i w efekcie rozgrzewanie ich od środka. Najlepszym przykładem jest efekt pływowy Jowisza na jego księżyc, Io. Pomimo że Io jest księżycem starym jak Układ Słoneczny, na jego powierzchni wciąż występuje aktywność wulkaniczna, a jego powierzchnia wciąż się kształtuje. Rozgrzewanie planety TRAPPIST-1b może być nawet trzy razy bardziej efektywne niż w przypadku Io. Oddziaływanie na pozostałe planety jest tak duże, że przewyższa ono ogrzewanie Ziemi przez jej naturalne procesy utrzymujące płynne jądro i półpłynny płaszcz. Jedynie w przypadku planet zewnętrznych: TRAPPIST-1f i h można mówić o zaniedbywalnym rozgrzewaniu pływowym. Wygląda na to, że wszystkie wewnętrzne planety są bardzo aktywne wulkanicznie.

4) Aktywność gwiazdowa

Czerwone karły są złośliwe, jeśli można tak wyrazić swoją profesjonalną opinię. Te małe, chłodne gwiazdy są wybitnie aktywne magnetycznie. Nieustannie strzelają wysokoenergetycznymi rozbłyskami, rozsiewają po okolicy naładowaną plazmę i przejawiają nieustannie rozległe plamy gwiazdowe. W efekcie tego, całe otoczenie czerwonych karłów jest wręcz wypełnione bardzo zmiennym promieniowaniem rentgenowskim, które sterylizuje wszystko w okolicy. Jedynym ratunkiem dla planet wydaje się tarcza z własnego, silnego pola magnetycznego. Planetarna magnetosfera mogłaby, w teorii, osłonić związki organiczne na powierzchni planet w pasie zamieszkiwalności. Nawet możliwe by było podtrzymanie odpowiednio gęstej atmosfery. Nie wiemy jednak nic o polu magnetycznym tych planet, ale ich niewielka masa nie daje wiele nadziei. Nawet z obecnym polem magnetycznym, każda wewnętrzna planeta TRAPPIST-1 utraciłaby w ciągu miliarda lat tyle wody, ile mieści się w kilkunastu ziemskich oceanach. Planety od czwartej i dalsze utraciłyby równoważność „zaledwie" jednego ziemskiego oceanu (bagatela, ciut ponad miliarda miliardów ton wody). Jak wynika ze studiów specjalistki od efektów pływowych, Emeline Bolmont, najlepsze warunki na utrzymanie wody miałyby planety orbitujące wokół… brązowych karłów.

5) Księżyce

Obecność dużego satelity na orbicie planety wydaje się dobrze wpływać na powstawanie na niej życia. Masywny księżyc stabilizuje bowiem oś rotacji planety, a to pozwala na utrzymanie stabilnego klimatu. Ponownie, dla przykładu, Mars posiada niestabilną oś rotacji. Podejrzewa się, że waha się ona o nawet 60° w ciągu milionów lat. Z kolei Wenus rotuje wspak, jeśli porównać ją z pozostałymi planetami. Wyjaśnieniem tego stanu rzeczy może być właśnie brak masywnego satelity i „wywrócenie się" osi rotacji do góry nogami. Obecność stabilnego satelity wokół ciała niebieskiego jest możliwa, jeśli ten satelita znajduje się pomiędzy dwoma krytycznymi odległościami od planety: księżyc nie może być bliżej niż pozwala na to odległość Roche'a, bo ulegnie dezintegracji i nie może być dalej niż wynosi promień Hilla, bo oddziaływanie grawitacyjne planety będzie zbyt słabe, by go utrzymać na orbicie. W przypadku wszystkich planet układu TRAPPIST-1 kombinacja powyższych limitów uniemożliwia istnienie stabilnych orbit satelitów. Na próżno szukać tam księżyców.

6) Chłodzenie protogwiazdy

Przykład wspomnianej wcześniej WISE J0808-6443 uświadamia, że planety mogą tworzyć się już na etapie tworzenia się protogwiazdy. Pociąga to za sobą silne konsekwencje, bowiem protogwiazdy emitują zdecydowanie więcej energii niż młode gwiazdy. To znaczy, że rozmiary hipotetycznego pasa zamieszkiwalności wokół ówczesnej protogwiazdy TRAPPIST-1 były znacznie większe, a sam pas był przesunięty bardziej na zewnątrz układu. W miarę osiągania przez TRAPPIST-1

statusu gwiazdy, ekosfera przesuwała się w jej stronę oraz się zacieśniała. Możliwe zatem, że planety zewnętrzne kiedyś posiadały warunki do powstania życia (jeśli zaniedbamy wszystkie wyżej wymienione problemy). Z drugiej strony, planety wewnętrzne układu znajdują się wewnątrz „ekosfery" dopiero teraz. Czy to wyklucza możliwość rozwoju życia? Trudno powiedzieć, ale na pewno nie jest to czynnik pozytywny.

7) Migracje planetarne

W kontraście do poprzedniego, istnieją przesłanki mówiące, że planety układu TRAPPIST-1 zaczęły się formować nieco dalej od gwiazdy. Dopiero w późniejszym procesie oddziaływania z materią dysku pyłowego zaczęły się przybliżać do centrum układu. Kto wie, może kiedyś były jeszcze bardziej wewnętrzne planety, pomiędzy gwiazdą TRAPPIST-1 oraz egzoplanetą TRAPPIST-1b, ale w procesie migracji opadły na gwiazdę lub w ogóle zostały wyrzucone z układu. Takie scenariusze również są prawdopodobne. Pewne jest jednak, że najbardziej zewnętrzna z planet układu, TRAPPIST-1h, przebywa obecnie za tak zwaną „linią mrozu" („linią śniegu"), gdzie woda jest permanentnie zamrożona. Dodatkowo, ta planeta wydaje się mieć gęstość mniejszą od Ziemi, przez co można domniemywać, że na jej powierzchni znajduje się skorupa lodowa, podobnie jak na Enceladusie, Europie, Trytonie lub Plutonie. Może pod tą skorupą są warunki na utrzymanie oceanu ciekłej wody? Wszystkie powyższe czynniki utrudniające powstawanie życia na powierzchni planet działają na korzyść utrzymania oceanu pod warstwą lodu. Jeszcze mało kto na poważnie rozważa egzooceany, dlatego pozostają one w sferze silnych spekulacji.

8) Szacunki wciąż trwają

Chociaż rozmiary planet oraz ich orbity są poznane całkiem nieźle, to oficjalne szacunki mas obarczone są dużymi niepewnościami. Jest całkiem prawdopodobne, że ostatecznie wyznaczone masy będą inne od tych podawanych do tej pory. Najlepszym przykładem jest zupełnie nowa praca Songhu Wang z 17 kwietnia 2017 r., w której autorzy określili masy planet na (licząc planety od b do h): 0,79, 1,63, 0,33, 0,24, 0,34, 0,566 oraz 0,086 masy Ziemi. Są to wyniki absolutnie różne od tych z artykułu o odkryciu układu. Te nowe szacunki mas bardzo silnie wpływają na możliwe atmosfery planet, na ich pola magnetyczne, skład chemiczny i ogrzewanie przez tarcie pływowe. Dopiero się uczymy.

Perspektywy na przyszłość

Odkrycie układ siedmiu planet TRAPPIST-1 zostało ogłoszone w lutym 2017 r. (zob. *Urania* nr 2/2017). W ciągu zaledwie dwóch kolejnych miesięcy poinformowano o odkryciu kilku innych układów innych planet pozasłonecznych podobnych do Ziemi (na przykład odkryta w kwietniu planeta ziemiopodobna LHS 1140b). Ponadto, na początku kwietnia 2017 r., już w dwa dni po opublikowaniu danych obserwacyjnych z teleskopu Kepler, amatorzy astronomii pod przewodnictwem astronomów z Australii odkryli układ czterech planet podobnych do Ziemi orbitujących wokół gwiazdy podobnej do Słońca (w tym miejscu gorąco zachęcam wszystkich amatorów astronomii oraz studentów do zapoznania się z internetowym projektem Zooniverse: Exoplanet Explorers, w którym to od 5 kwietnia zdążono odkryć rzeczony układ poczwórny oraz ponad 100 kandydatek na planety). Trzeba też przypomnieć o ziemiopodobnej planecie orbitującej wokół najbliższej nam gwiazdy, Proxima Centauri, o której istnieniu dowiedzieliśmy się w 2016 r. Takich odkryć jest coraz więcej, dlatego można się spodziewać coraz lepszych metod badawczych, lepszych statystyk oraz finansowania nowych misji skierowanych na studiowanie planet. Powoli zmierzamy w kierunku detekcji atmosfer egzoplanet i badania ich składu. Przykład TRAPPIST-1 uzmysłowił również, że jesteśmy w stanie obserwować zaćmienia gwiazd przez planety tylko trzykrotnie większych od księżyca Jowisza, Ganimedesa. Skoro tylu rzeczy dowiedzieliśmy się już w dwa miesiące po odkryciu układu siedmiu ziemskich planet, to co czeka nas w przyszłości? Astronomowie mają coraz większe pole do popisu, amatorzy mają coraz lepszy dostęp do prawdziwych odkryć, a miłośnicy nowinek mogą być pewni, że będzie już tylko coraz ciekawiej.

Parametry planet (ustalone przed 15 kwietnia 2017 r.)				
nazwa planety	Wielka półoś [AU]	okres orbitalny [ziemskich dni]	promień [R_{Ziemi}]	Masa [M_{Ziemi}]
Trappist-1b	0,011	1,51	1,09	0,85 ± 0,72
Trappist-1c	0,015	2,42	1,06	1,38 ± 0,61
Trappist-1d	0,021	4,05	0,77	0,41 ± 0,27
Trappist-1e	0,028	6,1	0,92	0,62 ± 0,58
Trappist-1f	0,037	9,21	1,05	0,68 ± 0,18
Trappist-1g	0,045	12,35	1,13	1,34 ± 0,88
Trappist-1h	0,063	18,76	0,72	brak danych

Parametry gwiazdy				
nazwa	masa [$M_{Słońca}$]	promień [$R_{Słońca}$]	magnitudo [filtr V]	Odległość od Słońca [ly]
Trappist-1	0,08	0,11	18,8	39,5

Autor jest doktorantem w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Na co dzień pracuje nad układami gwiazd zaćmieniowych z wyraźną aktywnością magnetyczną, w szczególności z układami kontaktowymi. Oprócz twardej nauki, interesuje się historią Krakowa i krakowskiej astronomii. W wolnej chwili działa na rzecz popularyzacji astronomii. Ponadto uważa, że Picard był lepszy od Kirka, Utopia nigdy nie powinna się skończyć na drugim sezonie, a David Tennant był najlepszym Doktorem.

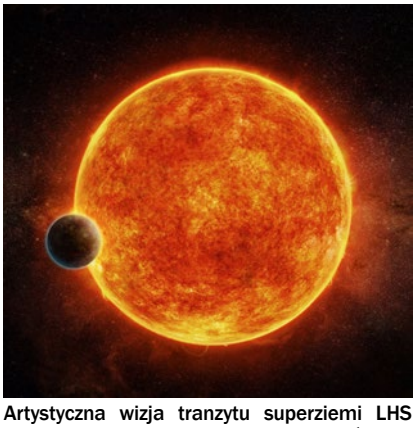
Skalista superziemia idealna do poszukiwania oznak życia

Astronomowie znaleźli nową planetę — kandydatkę na „najlepsze miejsce do poszukiwania życia poza Układem Słonecznym". LHS 1140 b okrąża czerwonego karła odległego od nas o 40 lat świetlnych. Planeta ma średnicę około 18 tysięcy kilometrów, czyli około 1,4 razy większą niż Ziemia. Natomiast jej masa jest 6,6 razy większa niż masa naszej planety, co oznacza że możemy nazywać ją „superziemią". Takie parametry oznaczają dużą gęstość planety — zapewne jest skalista i posiada żelazne jądro. Wiek obiektu astronomowie oceniają na co najmniej 5 miliardów lat.

Planeta okrąża co 25 dni czerwonego karła, czyli gwiazdę znacznie mniejszą i słabszą od Słońca. Czerwone karły, szczególnie w początkowej fazie swojej ewolucji, mogą być bardzo aktywne i wysyłać wysokoenergetyczne promieniowanie, niszcząc atmosfery planet i nie sprzyjając warunkom do narodzin życia. Jednak obecny stan gwiazdy LHS 1140 jest dużo spokojniejszy. Obraca się ona wolniej i emituje mniej wysokoenergetycznego promieniowania niż inne podobne małomasywne gwiazdy.

Na dodatek planeta krąży w tzw. ekosferze, czyli strefie wokół gwiazdy, w której warunki umożliwiają istnienie wody w stanie ciekłym na powierzchni planety. Kolejnym korzystnym dla rozwoju potencjalnego życia czynnikiem jest spore prawdopodobieństwo, że LHS 1140 b mogła zachować swoją atmosferę i parę wodną w niej. Przez miliony lat mógł na jej powierzchni istnieć ocean magmy, który zasilał atmosferę parą długo po tym, gdy gwiazda uspokoiła się i przeszła do stabilnego stanu obserwowanego obecnie.

Powyższe cechy spowodowały, że pierwszy autor artykułu w *Nature*, Jason Dittmann z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (Cambridge, USA) skomentował odkrycie w następujący sposób: „Jest to najciekawsza planeta pozasłoneczna, którą widziałem od dekady. Mamy małe szanse na lepszy cel do zrealizowania próby odpowiedzi na największe wyzwanie w nauce — poszukiwania dowodów istnienia życia poza Ziemią."



Artystyczna wizja tranzytu superziemi LHS 1140 b na tle tarczy czerwonego karła. Źródło: M. Weiss/CfA

Egzoplaneta LHS 1140 b może być lepszym celem do badania atmosfery i poszukiwania potencjalnych śladów życia nawet od planet w układzie TRAPPIST-1 oraz od planety Proxima b. Ma większą szansę na posiadanie odpowiedniej atmosfery niż te pierwsze, a w przypadku drugiej góruje nad nią wykonywaniem tranzytów, które bardzo ułatwiają obserwacje atmosfery (dla Proximy b nie odnotowano jak dotąd tranzytów).

Samo odkrycie planety zostało dokonane dzięki obserwacjom w ramach projektu MEarth, obejmującego dwa 40 cm teleskopy. Dostrzeżono niewielkie osłabienia blasku gwiazdy spowodowane tranzytami planety, czyli jej przejściami przed gwiazdą. Aby potwierdzić czy mamy do czynienia z planetą, dokonano kolejnych obserwacji innymi instrumentami, w tym przy pomocy spektrografu HARPS z Obserwatorium La Silla w Chile (należącym do Europejskiego Obserwatorium Południowego).

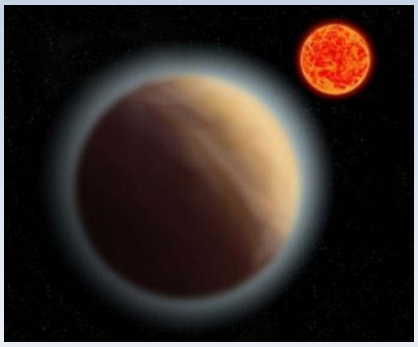
Krzysztof Czart

Atmosfera wokół niewielkiej planety pozasłonecznej

Badanie atmosfer odległych planet pozasłonecznych pozwala naukowcom na uzyskiwanie cennych informacji na temat ich składu chemicznego — w tym tych związanych z możliwością występowania na nich życia. Ta gałąź astronomii właśnie zrobiła kolejny obiecujący krok naprzód: najprawdopodobniej znaleziono pierwszy dowód na istnienie gęstej atmosfery na planecie o rozmiarach zbliżonych do Ziemi!

Planeta GJ 1132b została tak naprawdę odkryta jeszcze w 2015 roku. Już wtedy naukowcy podejrzewali, że otacza ją „bogata" atmosfera. Leży w odległości około 39 lat świetlnych i jest pod wieloma względami podobna do Wenus. Krąży wokół czerwonego karła na bardzo bliskiej orbicie — dużo bliżej niż Merkury względem Słońca. Gdy orbita planety jest tak ciasna, wykrycie jej metodami bezpośrednimi jest w zasadzie niemożliwe — nasze instrumenty „oślepia" światło gwiazdy. Na obecną chwilę planety tego typu możemy zatem wykrywać jedynie metodą zaćmieniową — za pomocą obserwacji ich tranzytów.

Tranzyt (przejście planety na tle tarczy gwiazdy) ma miejsce, gdy egzoplaneta przemieszcza się bezpośrednio przed swoją macierzystą gwiazdą, powodując tym samym „lukę" w odbieranym od niej świetle. To zmniejszenie obserwowanego światła gwiazdy można zobaczyć z Ziemi.



Tak może wyglądać GJ 1132b — planeta, która okrąża gwiazdę znajdującą się w odległości blisko 39 lat świetlnych od nas. Źródło: Max Planck Institute for Astronomy

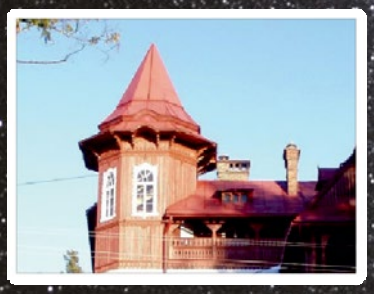
Co więcej — jego wielkość i czas trwania dają nam informacje nie tylko o samym istnieniu planety, ale i zdradzają wiele informacji o niej samej, takich jak masa czy parametry orbitalne. Teleskop Keplera odkrył za pomocą tej techniki już tysiące obcych światów.

W przypadku przyćmiewania światła gwiazdy przez planetę GJ 1132b możliwe było między innymi oszacowanie jej masy: wynosi ona około 1,4 masy Ziemi. Najnowsze obserwacje wykonane za pomocą chilijskiego teleskopu ESO/MPG na siedmiu różnych długościach fali wykazały jednak, że planeta jest jeszcze większa! Jak to możliwe? Prawdopodobnie ma ona po prostu grubą atmosferę, która jest dobrze widoczna i nieprzezroczysta dla jednego z używanych w tych obserwacjach pasm podczerwieni. Dzięki temu planeta widziana w tym zakresie fal wygląda na większą niż wynika to z innych, niezależnych pomiarów. W podobny sposobów oceniono już wcześniej, że atmosfery posiadają dużo większe i bliżej położone planety pozasłoneczne rozmiarów Jowisza. Teraz jednak, po raz pierwszy, można mówić o atmosferze towarzyszącej skalistej planecie typu ziemskiego.

Co więcej — z modelowania komputerowego wynika, że atmosfera ta jest bogata w metan i wodę. A to zdaje się dawać nadzieję na istnienie dość ciepłego, pełnego wody globu z atmosferą pełną m.in. pary wodnej. Taka planeta może być domem dla pewnych form życia, tym bardziej że para wodna jest w stanie zapoczątkować silny efekt cieplarniany.

Oceniano dawniej, że czerwone karły mogą być gwiazdami wysoce aktywnymi — pełnymi rozbłysków i emitującymi silne promieniowanie, a przez to łatwo „odzierającymi" swe planety z atmosfer. GJ 1132b zdaje się jednak po części temu zaprzeczać — wiemy bowiem, że ma już swoje lata, a więc i jej atmosfera musi istnieć dosyć długo. Daje to nadzieję, że podobne warunki są dość powszechne i w innych układach.

Elżbieta Kuligowska



Unikatowe obserwatorium astronomiczne inspiruje do śmiałych podróży wyobraźni w czasie i przestrzeni.

TRZECIE OKO ZIEMI

• kolonie • obozy • zimowiska •
• wycieczki szkolne • zielone szkoły • wczasy •
• imprezy turystyczne i okolicznościowe •
bieszczady.com.pl

Ośrodek Turystyczny „Czardworek”
Przysietnica 883, 36-200 Brzozów

telefony: 13 434 15 19, 604 266 576
faks: +48 13 434 96 42
info@bieszczady.com.pl • www.bieszczady.com.pl
konto: 50 1020 5558 1111 1343 3520 0053

Bieszczady

Obserwacje tranzytu Wenus w Polsce sprzed 256 lat!

Planeta w Słońcu

Marek Zawilski

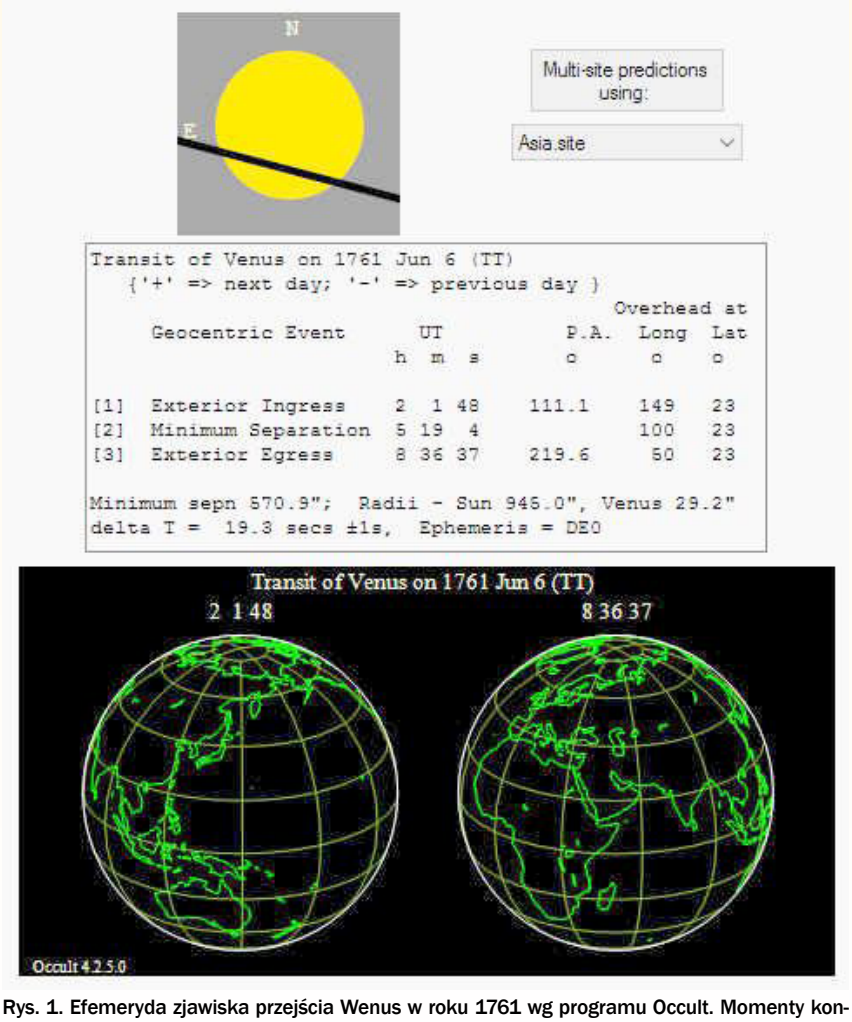
Od ostatniego zjawiska przejścia Wenus przed tarczą Słońca, jakie mogliśmy podziwiać w Polsce 6 czerwca 2012 r., minęło blisko pięć, a od poprzedniego z 8 czerwca 2004 r. prawie trzynaście lat. Jednak zapewne nie wszyscy pamiętają, że przed rokiem 2004 obserwowano w Polsce takie zjawisko zaledwie raz — 6 czerwca roku 1761! Wprawdzie w roku 1769 nastąpiło kolejne przejście, jednak w Polsce nie było ono widoczne. W czasie następnej serii w latach 1874 i 1882 tylko sam początek drugiego ze zjawisk mógł być dostrzeżony z terenu dzisiejszej Polski zachodniej, brak jest jednak informacji o jakichkolwiek próbach obserwacji.

Okoliczności zjawiska

W roku 1761 przejście Wenus wywołało duże zainteresowanie, ponieważ miało być dopiero drugim, jakie w ogóle obserwowano w historii. Przejście Wenus, jak dotąd, udało się dość dokładnie przewidzieć J. Keplerowi dopiero na rok 1631 (lecz jako niewidoczne z Europy) oraz na rok 1639. I właśnie to drugie zjawisko udało się po raz pierwszy zobaczyć 4 grudnia w Anglii przed zachodem Słońca (Jeremiah Horrocks w Much Hoole oraz William Crabtree w Broughton). Jan Heweliusz również interesował się tym zjawiskiem, jednak w Gdańsku zaszło już ono po zachodzie Słońca. Obserwacje przejścia chciano przede wszystkim wykorzystać do określenia dokładnej wartości paralaksy Słońca. Do tego czasu wartość ta była szacowana w przybliżeniu na 10”, a więc, jak dziś wiemy, zbyt duża.

Początek przejścia w roku 1761 był widoczny w Azji, Australii i Europie wschodniej, zaś koniec — w Azji, Europie i Afryce (rys. 1). Wenus przechodziła przy tym poniżej środka tarczy Słońca.

W Polsce w roku 1761 podjęto próbę obserwacji w Warszawie, Krakowie oraz Wieliczce, a być może także w Zamościu, co było już opisywane na łamach „Uranii” [1]. Przyjrzyjmy się



Rys. 1. Efemeryda zjawiska przejścia Wenus w roku 1761 wg programu Occult. Momenty kontaktów dotyczą efemerydy geocentrycznej

Tabela 1. Efemeryda przejścia Wenus przed tarczą Słońca 6 czerwca 1761 r. wg programu Occult

Zjawisko	Momenty w czasie uniwersalnym (UT) i wysokość nad horyzontem			
	Warszawa		Kraków	
Wschód Słońca	2:16	0°	2:23	0°
II kontakt	2:25:56	1°	—	—
Maksimum	5:22:20	25°	5:22:24	24°
III kontakt	8:16:44	50°	8:17:00	51°
IV kontakt	8:35:10	53°	8:35:26	54°

jednak bliżej, jakie udało się wówczas osiągnąć wyniki naukowe.

Efemerydę zjawiska można dziś ustalić wg programu Occult v.4.2.5. (tab. 1).

Obserwacje w Warszawie

Na kilka miesięcy przed obserwacją zjawisko przejścia Wenus było już rozpoznane, a waga jego obserwacji doceniona. Stefan Odrowąż Łuskina (1725––1793), jezuita, wykładowca matematyki w Collegium Nobilium i kolegium jezuickim, a także obserwator nieba, musiał znaleźć w tym celu korzystnie usytuowane miejsce obserwacji, ponieważ początek przejścia miał wypaść zaraz po wschodzie Słońca, nisko nad horyzontem. Tą korzystną lokalizacją okazała się Biblioteka Załuskich[1], założona przez biskupa Andrzeja Stanisława Załuskiego i posiadająca na dachu spory taras, przystosowany do obserwacji nieba (rys. 2). Łuskina chętnie przystał na propozycję przeprowadzenia stamtąd obserwacji, która miała stać się nawet publicznym pokazem dla wybranego grona obywateli Warszawy (chociaż w samych obserwacjach na pewno to nie pomogło…).

Przygotowawszy sprzęt obserwacyjny, wczesnym rankiem Łuskina zajął

Rys. 2. Budynek Biblioteki Załuskich w Warszawie wg obrazu Zygmunta Vogela z 1801 r.

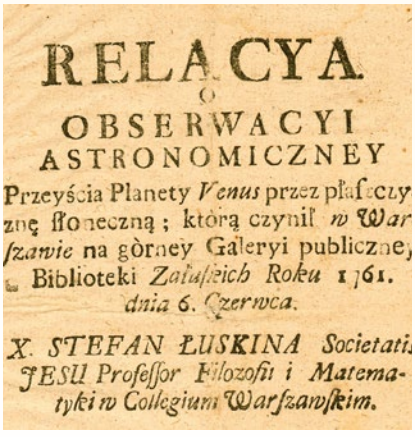
stanowisko w Bibliotece, lecz ku jego rozczarowaniu niebo było zamglone i zasnute chmurami. Słońce zaczęło się przebijać przez chmury dopiero po jakimś czasie, ale i tak tylko na krótkie chwile. Większe przejaśnienia zdarzały się dopiero pod koniec zjawiska. Metodyka samej obserwacji polegała przede wszystkim na określaniu pozycji Wenus względem widomej tarczy Słońca. W tym celu Łuskina postanowił zastosować metodę, wykorzystującą prosty mikrometr krzyżowy, umieszczony w okularze teleskopu. Należało mianowicie wyznaczyć momenty kontaktów brzegów Słońca i Wenus z nicią poziomą oraz pionową krzyża mikrometru. Metodę tę zaproponował w 1736 r. astronom francuski Jean-Paul Grandjean de Fouchy (1707–1788) przy okazji przejścia Merkurego przed tarczą Słońca [2]. Metoda ta jest bardzo pomysłowa: wyniki rejestracji momentów kontaktów dają w efekcie możliwość ustalenia położenia planety względem środka tarczy Słońca od razu w układzie współrzędnych równikowych. Bowiem przy obserwacji kontaktów przy unieruchomionym teleskopie widomy ruch Słońca i planety odbywa się w okularze wzdłuż równoleżnika niebieskiego. Szczegóły metody będą omówione dalej dla wyników, jakie uzyskał Łuskina. Warunkiem powodzenia obserwacji jest dokładne wykonanie mikrometru z nitkami prostopadłymi względem siebie, natomiast w czasie samej obserwacji nie jest konieczne idealne ustawienie jednej z nitek pionowo, a drugiej poziomo. Oczywiście także momenty kontaktów powinny być odczytywane jak najdokładniej. Konieczny był zatem dobry zegar z sekundnikiem (oraz pomoc sekretarza, odczytującego jego wskazania). Momenty kontaktów Słońca i Wenus z krzyżem nitek powinny być kompletne, tj. znane powinny być kontakty brzegów tarcz obu ciał niebieskich z krzyżem poziomym i pionowym. W ten sposób można bowiem wyznaczyć przejścia środków obu ciał przez nitki krzyża, a dalej zastosować dość proste przeliczenia geometryczne w celu wyznaczenia różnic pozycji planety w stosunku do środka tarczy Słońca we współrzędnych równikowych. Niestety, pomiary niekompletne stają się bezwartościowe, a tak się właśnie zdarzyło podczas obserwacji w Warszawie, kiedy to kompletna okazała się jedynie czwarta, ostatnia seria pomiarowa (tab. 1). We wcześniejszych seriach chmury uniemożliwiły określenie części kontaktów.

Swoje obserwacje Łuskina niebawem opublikował w monografii „Relacya o obserwacyi astronomiczney przeyścia planety Venus przez płaszczyznę słoneczną… roku 1761 dnia 6 czerwca…" [3] (rys. 2). Publikacja ta została także wydana w języku francuskim. Dowiadujemy się z niej, że na dzień obserwacji zgromadził następujący sprzęt:

— kwadrant 18-calowy wykonany przez J.Caniveta w Paryżu, prawdopodobnie w 1759 r. (przyrząd uważany w tym czasie za bardzo nowoczesny [4]),
— teleskop dł. 10,5 łokcia z optyką George'a z Paryża, zaopatrzony w mikrometr krzyżowy, będący na wyposażeniu kwadrantu,
— zegar astronomiczny wykonany przez Le Paute'a w Paryżu, ustawiony na czas słoneczny prawdziwy (również będący ówcześnie instrumentem wysokiej klasy [4]),
— teleskop Gregory'ego dł. 32 cali, wykonany przez Ribrighta w Londynie,
— teleskop Newtona dł. 32 cali, wykonany przez Parisa w Paryżu.

Niestety, nie podał szczegółów przeprowadzenia samej obserwacji, być może uznając je za oczywiste.

Nie wiadomo na przykład, jak ob-



RELACYA
O
OBSERWACYI
ASTRONOMICZNEY
Przeyścia Planety *Venus* przez płaszczyznę słoneczną; którą czynił w *Warszawie* na górney Galeryi publicznej Biblioteki *Załuskich* Roku 1761. dnia 6. Czerwca.
X. STEFAN ŁUSKINA *Societatis JESU Professor Filozofii i Matematyki w Collegium Warszawskim.*

Rys. 3. Strona tytułowa pracy S.Łuskiny o obserwacji przejścia Wenus w Warszawie

[1] Gmach biblioteki po licznych przebudowach (dom Pod Królami) znajduje się dzisiaj w Warszawie przy ul. Daniłowiczowskiej/Hipotecznej.

Tabela 2. Wyniki obserwacji S.Łuskiny przejścia Wenus w Warszawie 6 czerwca 1761 r.

Seria obserwacyjna i kontakty z nitkami mikrometru	Moment czasu prawdziwego
I seria	
Brzeg północny Słońca w nici horyzontalnej	6:45:05
Brzeg zachodni Słońca w nici wertykalnej	6:47:03
Brzeg północny Wenery w nici horyzontalnej	6:47:48
Resztę obłok przeszkodził.	
II seria	
Brzeg północny Słońca w nici horyzontalnej	7:04:23
Brzeg zachodni Słońca w nici wertykalnej	7:06:10
Brzeg zachodni Wenery w nici wertykalnej	7:06:59
Resztę obłok przeszkodził.	
III seria	
Brzeg północny Słońca w nici horyzontalnej	7:10:58
Brzeg zachodni Słońca w nici wertykalnej	7:12:58
Brzeg zachodni Wenery w nici wertykalnej	7:13:41
Brzeg wschodni Wenery w nici wertykalnej	7:14:00
Brzeg południowy Wenery w nici horyzontalnej	7:14:35
Resztę obłok przeszkodził.	
IV seria	
Brzeg ~~południowy~~* północny Słońca w nici horyzontalnej	7:19:29
Brzeg zachodni Słońca w nici wertykalnej	7:21:39
Brzeg północny Wenery w nici horyzontalnej	7:22:02
Brzeg południowy Wenery w nici horyzontalnej	7:22:10
Brzeg zachodni Wenery w nici wertykalnej	7:22:35
Brzeg wschodni Wenery w nici wertykalnej	7:22:40
Brzeg południowy Słońca w nici horyzontalnej	7:22:59
Brzeg wschodni Słońca w nici wertykalnej	7:24:44
Wysokość nici horyzontalnej w Mikrometrum — 29° 30’	
Przyjście brzegu zachodniego Wenery do brzegu zachodniego Słońca	9:46:50
IV kontakt (nie obserwowany — szacowany)	10:04:54

* jest to oczywista pomyłka zapisu

Tabela 3. Dane pomocnicze

Współrzędne geograficzne miejsca obserwacji (WGS 84)	λ=21°00’27” E, φ=52°14’44” N
Górowanie Słońca w Greenwich Górowanie Słońca w miejscu obserwacji	$11^h58^m11^s$ UT $10^h34^m09^m$ UT
Współrzędne równikowe oraz horyzontalne Słońca i Wenus przyjęto wg programu High Precision Ephemeris Tool (HPET) v.4.4 i sprawdzono wg kilku innych dostępnych.	

serwował samo Słońce; byłoby to prawdopodobnie możliwe nawet przez chmury, jednak w razie nagłego przejaśnienia stałoby się to niebezpieczne, a o żadnych ciemnych filtrach wówczas raczej nie było mowy. Zatem zapewne obserwacja odbywała się przez rzutowanie obrazu Słońca na ekran. Zegar zaś został wcześniej sprawdzony i wyjustowany jak wyżej. Sam teleskop umocowany do kwadrantu Caniveta był jeszcze przydatny o tyle, że oprócz momentów kontaktów z krzyżem nitek Łuskina zanotował bardzo cenną, jak się okaże, informację, a mianowicie wysokość poziomej nitki krzyża podczas ostatniej serii równą 29,5° nad horyzontem. Ponadto, rzecz jasna, starał się ustalić bezwzględny czas kontaktów tarczy Wenus z brzegiem Słońca, ale, jak wspomniano, nie udało mu się to w przypadku wejścia planety, a jedynie dla III kontaktu — pozornego zetknięcia się tarczy Wenus z brzegiem Słońca po stronie „wewnętrznej”. IV kontakt — „zewnętrzny” również nie był obserwowany, a jedynie oszacowany (tab. 2).

Aby odtworzyć wyniki Łuskiny z IV serii obserwacyjnej, należy posłużyć się schematem obliczeniowym wg algorytmu de Fouchy’ego (rys. 4), z pewnymi modyfikacjami autora (sam Łuskina takich analiz w swej publikacji nie przeprowadził) oraz danymi wg tab. 3.

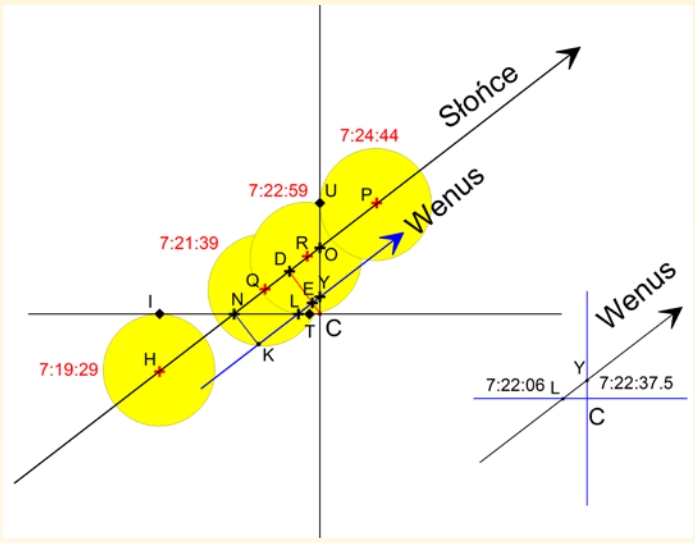
Z momentów kontaktów brzegów Słońca i Wenus po ich uśrednieniu otrzymujemy momenty przejść środków tarcz przez nitkę poziomą i pionową (N,O oraz L,Y). Możemy także z odpowiednich trójkątów odtworzyć wartość kąta nachylenia równoleżnika niebieskiego względem horyzontu, nazwanego tu kątem N, czyli będącym przy tymże punkcie na rys. 4 (można tu pominąć w obliczeniach drobne zmiany współrzędnych obu ciał, szczególnie w deklinacji, w ciągu około 5 min obserwacji w danej serii). Następnie z kolejnych trójkątów możemy określić różnice współrzędnych równikowych. Na przykład różnica w deklinacji wynika z odcinka NK (co proponował de Fouchy), ale także DE=DC–EC, czyli z koniunkcji środków Słońca i Wenus ze środkiem krzyża nitek C. Podobnie różnica w rektascencji to różnica momentów koniunkcji środka Słońca i środka Wenus (D i E) z punktem C.

Jak się jednak okazuje, analiza oryginalnych momentów obserwacji wskazuje na prawdopodobny błąd ostatniego kontaktu brzegu Słońca (wschodniego) z nitką pionową. Jeśli bowiem przyjąć oryginalny moment za prawidłowy, z obliczeń otrzymujemy dwie różne wartości kąta nachylenia równoleżnika N. Z trójkąta NRT przy znanej dziś dokładnej wartości promienia widomej tarczy Słońca 945” otrzymujemy wartość

N=36,9°, zaś z trójkąta UPO kąt przy wierzchołku O — 47,1°, skąd N=42,9°. Gdyby nie korygować ostatniego kontaktu, otrzyma się także dwie różne średnice widome Słońca z przejść przez nitkę poziomą i pionową. Wynik dla kąta N zbliżony do otrzymanego z trójkąta NRT (N=37,1°) uzyskuje się dopiero dla momentu 7:24:17 zamiast 7:24:44. Wartość kąta N około 37° wydaje się tym bardziej prawidłowa, że wg dzisiejszych programów komputerowych z przeliczenia współrzędnych horyzontalnych Słońca kąt ten w czasie IV serii obserwacyjnej wynosił dokładnie 37,5°, a z kolei krzyż nitek nie musiał być ustawiony idealnie pionowo. W rezultacie obliczeń geometrycznych wg rys. 2 i z przytoczoną poprawką na ostatni kontakt oraz pewną ogólną poprawką czasu, opisaną poniżej, otrzymuje się względne współrzędne widome Wenus w stosunku do środka Słońca dla IV serii równe odpowiednio +1,0s w rektascensji oraz –9’32” w deklinacji. Wynik ten można porównać do obecnych obliczeń dla punktu obserwacji w Warszawie, wynoszących odpowiednio +0,9 s oraz –9’47” i widomej średnicy planety 58”. W czasie IV serii obserwacyjnej Wenus była więc akurat niemal w koniunkcji w rektascensji ze Słońcem. Biorąc pod uwagę jakość użytego sprzętu obserwacyjnego, powyższy wynik trzeba ocenić jako dobry. Trudno natomiast dziś jednoznacznie stwierdzić, skąd powstał błąd w/w momentu kontaktu (niemal pół minuty).

Przejdźmy teraz do momentu III kontaktu. Według oryginalnego zapisu Łuskiny moment ten odpowiada 8:20:59 wg czasu uniwersalnego (UT), a więc jest spóźniony o około 4 minuty względem obecnej efemerydy programu Occult. Jednak odtwarzając czas lokalny wg wysokości nitki poziomej krzyża, uzyskujemy, że taka wysokość widoma Słońca z uwzględnieniem refrakcji atmosferycznej była w miejscu obserwacji osiągnięta o 5:51:26 UT, zamiast oryginalnej raportowanej wartości 5:55:23 przejścia Słońca przez nitkę poziomą, po przeliczeniu jej na UT. W takim razie wszystkie momenty Łuskiny muszą być pomniejszone o 4 minuty. Dopiero wówczas otrzymujemy zgodność momentu III kontaktu wg Łuskiny z dzisiejszą efemerydą. Ciekawe, że różnica ta odpowiada dokładnie kątowi 1° obrotu sfery niebieskiej. Niestety, sam autor obserwacji nie poczynił już odpowiednich korekt swoich surowych wyników, a właśnie z tego powodu nie mogły być one uwzględniane w całym zbiorze obserwacji światowych wyznaczania paralaksy Słońca.

Trzeba dodać, że inni obserwatorzy podali moment III kontaktu z lepszą dokładnością, np. analizując obserwacje P.W. Wargentina, wykonane w tym dniu w Sztokholmie, można stwierdzić zgodność z dzisiejszą efemerydą 1 s (!), co oczywiście jest wynikiem nieco przypadkowym (jako tak dobry wynik).



Rys. 4. Schemat opracowania obserwacji S.Łuskiny przejścia Wenus z użyciem mikrometru krzyżowego (IV seria). Punkty dla Słońca, oznaczone krzyżykami czerwonymi (H,Q,R,P), jak też punkty oznaczone kwadracikami (I,T,U — zetknięć) wynikają z obserwacji, zaś krzyżyki czarne (N,D,O) — dla środka tarczy Słońca i (L,E,Y) — dla Wenus wynikają z przeliczeń; z kolei punkt C jest środkiem krzyża nitek

Z kolei N. Bliss w Greenwich obserwował z dokładnością 3 s, a J. Lalande w Paryżu pomylił się o 11 s w stosunku do dokładnego momentu, jaki daje dziś program Occult.

Co więcej, autor dokonał analizy obserwacji kontaktów częściowego zaćmienia Słońca, jakie wyznaczył Łuskina 1 kwietnia 1764 r., używając zapewne podobnej służby czasu (chociaż, być może, nieidentycznej). Moment pierwszego kontaktu po przeliczeniu z czasu słonecznego prawdziwego (zakładając prowadzenie obserwacji z Biblioteki Załuskich) okazuje się spóźniony o 27 s, a ostatniego — przyspieszony o 5 s wg efemerydy programu Occult, dającego b. dobre wyniki dla zjawisk historycznych. Równoległą obserwację tego zaćmienia przeprowadził A.P. Rostan z terenu Zamku Królewskiego, podając wyniki w czasie średnim słonecznym. Jego wyniki mają podobną jakość: momenty w porównaniu z obserwacją Łuskiny różnią się, po wykonaniu przeliczeń czasu, o kilka sekund (przy czym różnica ta nie wynika z innego miejsca obserwacji, bowiem jest zaniedbywalna, biorąc pod uwagę bliskość obu punktów obserwacyjnych na terenie miasta). W roku 1764 nie popełniono więc tak grubego błędu pomiaru czasu. A zatem w odniesieniu do obserwacji z roku 1761 możemy wskazywać nie tyle na błędy instrumentalne Łuskiny, co wytknąć mu brak ostatecznej kontroli wyników.

W późniejszym okresie wywiązała się jeszcze dyskusja Łuskiny ze Stanisła-

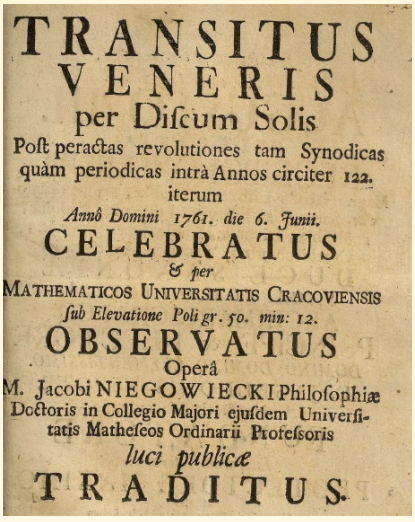
Tranzyty Wenus w *Uranii*

Ponieważ do najbliższego przejścia Wenus przez tarczę Słońca widocznego w Polsce (w roku 2125) mamy jeszcze trochę czasu, to może warto zajrzeć do starszych numerów *Uranii–Postępów Astronomii* i zobaczyć, co pisali o tym zjawisku nasi Autorzy trzynaście i pięć lat temu. I tak w roczniku 2004 można znaleźć szereg artykułów, notek i zdjęć (w tym kolorowych) w numerach 2–5/2004. W szczególności w numerze 3/2004 znajdziemy cytowany już artykuł Magdaleny Pilskiej-Piotrowskiej omawiający obserwacje tranzytu Wenus z terenu Polski w roku 1761 z uwzględnieniem w dużym stopniu anegdotycznej strony wydarzeń. W roku 2012 *Urania–Postępy Astronomii* uczestniczyła w programie VT2012 poświeconym popularyzacji zagadnień związanych z tranzytem Wenus i praktycznie cały rocznik, z wyjątkiem numeru 4/2012, zawiera bogate materiały na ten temat. Jednym z nich jest obszerny i bardzo ciekawy artykuł profesora Józefa Smaka na temat obserwacji tranzytu Wenus w roku 1769 przeprowadzonych na odkrytej zaledwie dwa lata wcześniej wyspie Tahiti w ramach jednej ze słynnych wypraw kapitana Jamesa Cooka.

wem Duńczewskim, astronomem z Akademii Zamojskiej. Ten drugi podał swoje rzekome wyniki obserwacji przejścia Wenus, uznane przez Łuskinę za nieprawdopodobne, a w konsekwencji poddające w wątpliwość wykonanie obserwacji zjawiska w Zamościu w ogóle.

Obserwacje w Krakowie

W Krakowie obserwacje podjął Jakub Franciszek Niegowiecki (1719—1783), astronom, profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego. Nie jest znane dokładne miejsce obserwacji, można jednak przyjąć, że musiało być zlokalizowane w okolicy Collegium Maius, gdzie mieszkał. W swym raporcie [5] (rys. 5), wydanym po łacinie, napisał, że stanowisko obserwacyjne było wykorzystywane od dłuższego czasu i m.in. została tam wyznaczona dokładnie linia miejscowego południka. Niegowiecki zdecydował się na obserwację wizualną Wenus na tle Słońca w pierwszym okresie zjawiska, a w miarę postępu zjawiska na odrysowaniu obrazu planety na tle tarczy Słońca przy rzutowaniu jego obrazu na ekran. Do obserwacji wizualnych użył teleskopu długości 14 stóp, a jako służby czasu — zegara wahadłowego, wykonanego w Krakowie. Równolegle w momentach kluczowych dokonywał pomiarów wysokości i azymutu Słońca przy pomocy 26-calowego kwadrantu


TRANSITUS
VENERIS
per Discum Solis
Post peractas revolutiones tam Synodicas
quàm periodicas intrà Annos circiter 122.
iterum
Annò Domini 1761. die 6. Junii.
CELEBRATUS
& per
MATHEMATICOS UNIVERSITATIS CRACOVIENSIS
sub Elevatione Poli gr. 50. min: 12.
OBSERVATUS
Operâ
M. Jacobi NIEGOWIECKI Philosophiæ
Doctoris in Collegio Majori ejusdem Universitatis Matheseos Ordinarii Professoris
luci publicæ
TRADITUS.

Rys. 5. Strona tytułowa raportu obserwacji przejścia Wenus w roku 1761 wykonanych w Krakowie przez J. Niegowieckiego

azymutalnego, notując momenty w czasie prawdziwym słonecznym. Wyniki obserwacji podano w tab. 4. Słońce i widoczna na jego tle Wenus zostały dostrzeżone gołym okiem około 10 min po wschodzie, na wysokości około 4°, gdy Słońce wyłoniło się spoza chmur, jednak właściwe pomiary były możliwe dopiero godzinę po wschodzie na wysokości prawie 8° nad horyzontem.

Analizując wyniki obserwacji, napotykamy od razu na istotny problem: nie są one spójne. Notując jednocześnie wysokość i azymut ciała niebieskiego, oczekujemy, iż w wyniku otrzymamy przebieg równoleżnika niebieskiego nad horyzontem. Zatem pomiary azymutu i wysokości ciała niebieskiego muszą być ze sobą spójne, zgodne z prawami astronomii sferycznej. Dodatkowo obie wielkości muszą wynikać z dokładnego czasu lokalnego, czyli z kąta godzinnego. W przypadku obserwacji Niegowieckiego, niestety, tak nie jest (tab. 4). W związku z tym trzeba zdecydować, które pomierzone wielkości są prawidłowe. Wobec deklaracji obserwatora, że dokładnie wyznaczył on linię południka, należałoby przypuszczać, że prawidłowe są pomiary azymutu Słońca, z czego wynikają momenty w czasie prawdziwym, przeliczalne na UT. Analizując kolejne pomiary położenia Słońca nad horyzontem, można obliczyć, że przy założeniu poprawności pomiarów wysokości dla wynikających z nich momentów czasu wg dzisiejszych obliczeń otrzymamy nowe wartości azymutu, a wtedy błąd średni tej wielkości w stosunku do raportowanych danych oryginalnych (nie pokazany w tab. 4) sięgałby 2°, zaś błąd czasu ponad 5 min, którą to wartość należy odjąć od momentów oryginalnych. Z kolei przy założeniu, że poprawne są pomiary azymutu, otrzymuje się średni błąd oryginalnych pomiarów wysokości równy –1,2° (przeliczenia te również nie są pokazane w tab. 4), a błąd czasu od 2,9

Tabela 4. Wyniki obserwacji J. Niegowieckiego przejścia Wenus w Krakowie 6 czerwca 1761 r.

Moment	Oryginalne wyniki obserwacji			Dane odtworzone				
	Cz.pr.sł.*	Wys.Sł.	Az. Sł.	UT (T)	UT(h)	Dif T1	UT(A)	Dif T2
wyjście zza chmury	04:41:30	4°10’	60°00’	03:19:57	03:08:33	–11.37	03:15:25	(–4.53)
1	04:56:45	7°45’	64°00’	03:35:12	03:35:24	–0.58	03:37:15	+2.05
2	05:07:58	9°00’	66°00’	03:46:25	03:44:05	–3.07	03:48:17	+1.87
3	05:43:07	14°30’	72°30’	04:21:34	04:20:52	–1.12	04:24:32	+2.97
4	06:27:36	20°30’	80°00’	05:06:03	04:59:30	–6.82	05:06:24	+0.35
5	07:55:45	34°30’	97°30’	06:34:12	06:27:10	–7.20	06:38:10	+3.97
6	08:43:50	42°00’	108°30’	07:22:17	07:14:42	–7.72	07:27:37	+5.33
7	08:54:07	43°15’	112°30’	07:32:34	07:22:50	–9.87	07:43:44	+11.17
8	09:23:40	48°00’	119°00’	08:02:07	07:54:36	–7.62	08:07:51	+5.73
9	09:31:21	49°00’	120°00’	08:09:48	08:01:33	–8.37	08:11:21	+1.55
10	09:43:59	51°20’	124°00’	08:22:26	08:18:16	–4.28	08:24:47	+2.35
11	09:52:15	53°20’	126°45’	08:30:42	08:33:22	+2.55	08:33:33	+2.85
					Średnio	–5.45		+3.65#

* Liczony od północy prawdziwej
UT(T) — czas uniwersalny odpowiadający raportowanemu prawdziwemu słonecznemu, UT(h) — czas uniwersalny odtworzony obecnie z pomierzonej wysokości Słońca, UT(A) — czas uniwersalny odtworzony obecnie z pomierzonego azymutu Słońca, Dif T1 — różnica czasu UT(h) – UT (T) [min], Dif T2 — różnica czasu UT(A) – UT(T) [min]
wartość średnia po pominięciu pomiaru dla wyjścia zza chmury

Tabela 5. Dane pomocnicze

Współrzędne geograficzne miejsca obserwacji (WGS 84)	λ=19°56’03” E, φ=50°03’38” N
Górowanie Słońca w Greenwich Górowanie Słońca w miejscu obserwacji	$11^h58^m11^s$ UT $10^h38^m29^s$ UT
Współrzędne równikowe oraz horyzontalne Słońca i Wenus przyjęto wg programu High Precision Ephemeris Tool (HPET) v.4.4 i sprawdzono wg kilku innych dostępnych.	

do 3,65 min (w zależności od tego, czy weźmie się pod uwagę wyraźnie błędny pomiar pierwszy), który to błąd należy dodać do wyników oryginalnych. Porównując następnie wynik dzisiejszej efemerydy III i IV kontaktu wg programu Occult, otrzymujemy, że do wyniku Niegowieckiego (kontaktu środka tarczy Wenus z brzegiem tarczy Słońca oraz samego IV kontaktu) trzeba właśnie dodać niecałe 4 min. Zatem bardziej wiarygodne wydają się w tej sytuacji rzeczywiście pomiary azymutu i poprawne zorientowanie kwadrantu w stosunku do południka, a złe — spoziomowanie kwadrantu (lub niedokładność samego przyrządu) skutkujące zaniżaniem pomiarów wysokości Słońca. Zwraca jeszcze uwagę fakt małej dokładności odczytu wysokości i azymutu na kwadrancie (odpowiednio 10' i 15'), co wskazuje na jakiś mało precyzyjny przyrząd. Niegowiecki w latach późniejszych starał się o pozyskanie lepszego sprzętu obserwacyjnego, w roku 1761 dysponował jednak słabszym.

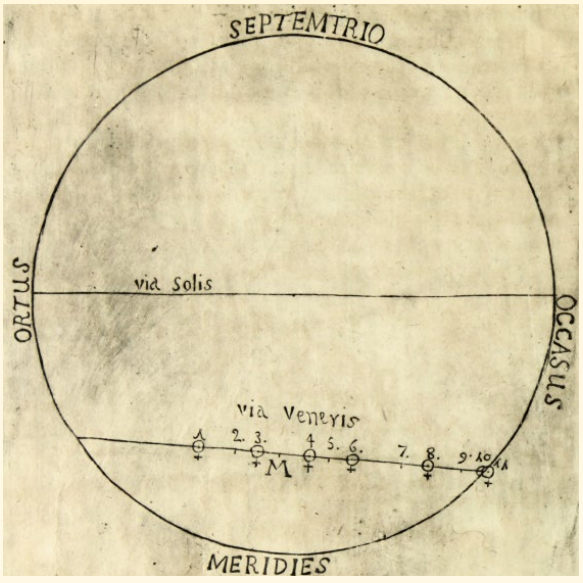
Oczywiście zaznaczone na obrazie Słońca pozycje Wenus (rys. 6) są zgodne z prawdą pod warunkiem przyjęcia omówionej korekty czasu.

W drugiej części swojej publikacji Niegowiecki zawarł obliczenia ekliptycznych współrzędnych Słońca i Wenus, przyjmując m.in. do obliczeń paralaksę Słońca równą 10", a także szerokość geograficzną Krakowa 50°12' (zawyżoną o ponad 8'), jednak bez korekty swoich bezpośrednich obserwacji. Także więc obserwacja krakowska nie była uwzględniana w zbiorze wyników światowych.

W raporcie Niegowiecki podał też informację o obserwacji końca przejścia Wenus, odnotowanego w Wieliczce przez anonimowych inżynierów o 9:59 czasu lokalnego, a zatem 7 minut później, niż to zostało zanotowane w Krakowie. Zgodnie z przypuszczeniem Niegowieckiego musiało to być wynikiem małej dokładności użytego zegara.

Wyznaczenie paralaksy Słońca z obserwacji przejścia Wenus

Paralaksę Słońca można wyznaczyć z obserwacji przejścia Wenus dzięki różnicom w momentach III kontaktu wyznaczonych w odległych od siebie miejscach, a wynikłych ze zmiany położenia Wenus w wysokości horyzontalnej, wywołanej paralaksą planety. Wprawdzie pozycja Słońca na niebie także ulega przesunięciu paralaktycznemu, jednak jednocześnie z praw ruchu planet możemy ustalić jedną z potrzebnych do obliczeń wielkości, a mianowicie względne odległości Wenus i Słońca od Ziemi w momencie obserwacji, wyrażone w jednostkach astronomicznych. Toteż w rezultacie z każdej obserwacji III kontaktu da się wyznaczyć jedyną niewiadomą — kątową wartość paralaksy Słońca (którą jeszcze w prosty sposób należy przeliczyć na wartość standardową odpowiadającą średniej odległości Ziemia–Słońce, czyli 1 j.a.).



Rys.6. Obraz Słońca z zaznaczonymi przez obserwatora pozycjami Wenus na jego tle. Numeracja pozycji Wenus wg tabeli 4

Niedługo po obserwacjach zjawiska James Short wyznaczył właśnie z otrzymanych z całego świata raportów paralaksę Słońca [6]. Z całego zbioru obserwacji momentu III kontaktu, wybrał te, które znacząco się różniły co do czasu, a odrzucił wiele raportów niepewnych oraz takich, które nie dawały możliwości uwiarygodnienia współrzędnych geograficznych stanowisk.

Z wyselekcjonowanych 15 obserwacji wykonanych w różnych miejscach od Greenwich po Przylądek Dobrej Nadziei, Short uzyskał wartość paralaksy Słońca 9",56, a po ostatecznym odrzuceniu kolejnych czterech o największych odchyłkach od wartości średniej, sięgających 5", podał ostateczną wartość paralaksy Słońca na dzień obserwacji równą 8",52, a stąd nieco więcej — 8",65 jako średnią wartość standardową (6 czerwca Ziemia znajduje się bliżej aphelium niż peryhelium). Było to znakomite osiągnięcie w odniesieniu do wartości dotychczasowej 10", tym bardziej jeśli wynik ten porównamy do wartości standardowej 8",79 przyjmowanej dziś na podstawie znacznie dokładniejszych pomiarów.

Podziękowanie

Autor pragnie podziękować Panu Profesorowi Jarosławowi Włodarczykowi z Instytutu Historii Nauki Polskiej Akademii Nauk za cenne konsultacje i uwagi, udzielone w czasie przygotowywania artykułu.

Literatura

[1] *Pilska*-Piotrowska M.: Jak w Polsce obserwowano *przejście Wenus* przez Słońce, Urania –*Postępy Astronomii, nr* 3/*2004*, s.144.

[2] Łuskina S.: Relacya o obserwacyi astronomiczney przeyścia planety Venus przez płaszczyznę słoneczną; którą czynił w Warszawie na górnej Galeryi publiczney Biblioteki Załuskich roku 1761 dnia 6 czerwca X.Stefan Łuskina Societatis IESU Professor Filozofii i Matematyki w Collegium Warszawskim (starodruk).

[3] de Fouchy G.: Observation du passage de Mercure sur le disque du Soleil arrive´ le 11 Novembre 1736 faite au Château du Boistissandeau en bas Poitou. Histoire de l'Académie royale des sciences ... avec les mémoires de mathématique & de physique... tirez des registres de cette Académie, 1736.

[4] Wyka E.: „…Ciekawym wiedzieć i widzieć skutki…", czyli dzieje i znaczenie kolekcji przyrządów naukowych Stanisława Augusta, Księgarnia Akademicka, 2015.

[5] Niegowiecki J.: Transitus Veneris per Discum Solis : Post peractas revolutiones tam Synodicas quam periodicas intra Annos circiter 122. iterum Anno Domini 1761. die 6. Junii Celebratus & per Mathematicos Universitatis Cracoviensis sub Elevatione Poli gr. 50 min: 12. Observatus / Opera M. Jacobi Niegowiecki [...] luci publicæ Traditus (staroduk).

[6] Short J: The Observations of the Internal Contact of Venus with the Sun's Limb, in the Late Transit, Made in Different Places of Europe, Compared with the Time of the Same Contact Observed at the Cape of Good Hope, and the Parallax of the Sun from Thence Determined, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1762 oraz przedruk LLC Indiana, 2012.

III Wielka Wyprawa PTMA na Islandię

Tam, gdzie niebo ma kolor zielony

Piotr Potępa

Spontaniczna decyzja

Islandia, druga w nocy. Zimno, zaledwie kilka stopni powyżej zera. Uczucie chłodu potęgują podmuchy wiatru. To niesamowite, jak w takich warunkach grupa, wydawać by się mogło dorosłych ludzi, może się cieszyć jak małe dzieci, wręcz podskakując z radości na widok nocnego nieba i spektaklu, jaki się na nim odbywa. Ale jak zwykł mawiać Bogusław Wołoszański: „Nie uprzedzajmy jednak faktów".

Wróćmy zatem do początku. Była końcówka listopada 2016 r. To właśnie wtedy wszystko się zaczęło. Wystarczył jeden post na Facebooku z pytaniem, czy ktoś byłby chętny na wyjazd. Odzew był błyskawiczny. Wystarczyły dwa dni, aby zebrać całą, dwunastoosobową obsadę wyjazdu. Jak się później okazało, grupę wyjątkowych ludzi.

A więc postanowione! Wielkie Wyprawy Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii organizują kolejną, trzecią już wyprawę na Islandię. Jest coś, co przyciąga jak magnes na tę surową, wulkaniczną wyspę. Tym czymś nie są piękne krajobrazy jak z innego świata, ale możliwość podziwiania na niebie zorzy polarnej. I to właśnie aurora borealis sprawiła, że Islandia ponownie stała się celem wyprawy PTMA.

Długie przygotowania

Podjęcie decyzji o wyjeździe to początek długiego procesu przygotowań do tej wyprawy. Na szczęście mieliśmy w swoim gronie Marka Substyka, który był organizatorem poprzednich dwóch polowań na zorzę na Islandii. W wielu sprawach zdaliśmy się na jego doświadczenie. Dobrze jest mieć w grupie kogoś, kto już kiedyś przetarł szlak.

Na pierwszy ogień poszło poszukiwanie taniego połączenia lotniczego, a co za tym idzie, ustalenie dokładnego terminu wyprawy. Chcąc zobaczyć zarówno zorze polarne na nocnym niebie, jak i podziwiać piękno Islandii za dnia, najlepszą porą na odwiedzenie wyspy są okolice równonocy. Jadąc zimą, oczywiście znacznie podnosimy swoje szanse na zobaczenie zorzy, mamy w końcu na to znaczną część doby. Zima ma też jednak wadę. Krótki dzień sprawia, że nie będziemy mieli zbyt wiele czasu na podziwianie piękna wyspy. Natomiast letnia pora to zdecydowanie przyjemniejsze warunki do podziwiania krajobrazów jednak bez szansy na zobaczenie zorzy polarnej.

My ostatecznie wybraliśmy przełom marca i kwietnia, rezerwując bilety lotnicze linii lotniczych WOW air z Berlina do Keflavíku. Wylot 25 marca, powrót 2 kwietnia. 7 pełnych dni na podziwianie wyspy i 7 nocy z szansą na zobaczenie na żywo zorzy polarnej. Znając termin wyjazdu, można było przystąpić do poszukiwania domku do wynajęcia. Tu ważna była jego lokalizacja. Musiał być położony w pobliżu jakiegoś, chociaż niewielkiego miasta, bo przecież coś trzeba jeść. Jednak nie za blisko, lokalizacja musiała być na tyle ciemna, aby nie utrudniać celu wyjazdu, czyli obserwacji i fotografowania zórz polarnych. Wybór padł na samotny domek na odludziu, położony między miasteczkiem Selfoss a Parkiem Narodowym Þingvellir.

Ingjaldshólskirkja — samotny kościółek

Kuce islandzkie — nieodłączny element krajobrazu wyspy

Przejście za wodospadem Seljalandsfoss

Na koniec pozostało wynajęcie samochodów. Bez nich na wyspie takiej jak Islandia nie zobaczymy zbyt wiele. Wiele atrakcji dostępnych jest tylko dla posiadaczy samochodów z napędem 4×4. Wypożyczenie takich pojazdów to jednak spory wydatek. Na szczęście wszystkie atrakcyjne miejsca do odwiedzenia, jakie mieliśmy w planach, były dostępne dla zwykłych samochodów osobowych. A przynajmniej tak nam się wydawało. Stąd nasz wybór trzech samochodów kompaktowych. Cztery osoby w aucie to idealny kompromis między komfortem podróżowania a kosztami wypożyczenia pojazdu. Wynajęcie samochodów kończyło etap formalnych przygotowań. Teraz nie pozostało nic innego jak spakowanie

swojego bagażu, co okazało się dużo trudniejsze niż się początkowo wydawało. Każdy z nas musiał się zmierzyć z pytaniem, co zabrać i jak się zmieścić w limicie bagażu lotniczego. Dla mnie największym wyzwaniem był oczywiście dobór sprzętu fotograficznego. Od początku było jasne, że nie będę w stanie zabrać ze sobą wszystkiego, co bym chciał. Na szczęście udało się jakoś pomieścić zimowe ubrania, dwa statywy, dwa aparaty, slider i kilka obiektywów. Jednak rozterki, jak się spakować i co zabrać, trwały do ostatniej chwili.

Wodospad Kirkjufellsfoss wraz z górą Kirkjufell

W krainie wulkanów, gejzerów i... Polaków

Na tydzień przed wylotem zaczęło się regularne sprawdzanie prognoz pogody. Z jednej strony pogoda kosmiczna miała wyjątkowo dopisać. Przewidywano dużą aktywność wiatru słonecznego, co wręcz gwarantowało wystąpienie zórz polarnych podczas naszego pobytu. Z drugiej strony prognozy „ziemskiej" pogody nie nastrajały optymizmem. Deszcz, chmury i może jeden dzień z ładną pogodą. No trudno, teraz już nie było odwrotu. Pozostawała nadzieja, że prognozy nie do końca są wiarygodne i niekoniecznie muszą się sprawdzić. W końcu nadszedł ten długo wyczekiwany dzień. Lecimy!

Islandia przywitała nas zgodnie z prognozami. Spowita w chmurach wyspa ukazała się dopiero, gdy samolot podchodził do lądowania. Porywisty wiatr, jaki poczuliśmy po wyjściu z lotniska, nie powinien być dla nas zaskoczeniem. Wiedzieliśmy, że będzie wiało. Jednak jego siła mówiła, że w trakcie pobytu może nie być łatwo i miło. Podobnie mówił pan z obsługi wypożyczalni samochodów, doradzając wykupienie pełnego ubezpieczenia pojazdów od uszkodzeń, w związku ze sztormem, jaki aktualnie panuje. To niestety była ta niezbyt miła konsekwencja silnego wiatru. Na lotnisku czekał na nas też miły akcent. Okazało się, że w wypożyczalni samochodów byliśmy obsługiwani przez Polaka. Jego przełożona również była Polką. Była to zapowiedź tego, z czym się spotykaliśmy podczas całego pobytu. Polacy na Islandii są wszędzie. Stanowią największą mniejszość narodową na tej wyspie. Naszych rodaków spotykaliśmy dosłownie na każdym kroku.

Potężna ściana wody wodospadu Skógafoss

W każdym sklepie i lokalu, w jakim byliśmy, słyszeliśmy język polski. Można odnieść wrażenie, że wszędzie na wyspie można sobie poradzić, posługując się tylko językiem polskim.

Kolejny dzień zaczął się tak, jak się tego obawialiśmy. Padał deszcz. Nie, nie padał, lało jak z cebra. Wspominałem o wietrze? Tak, deszczowi towarzyszył porywisty wiatr. Wiało tak mocno, że momentami deszcz padał dosłownie poziomo! Na szczęście był to praktycznie ostatni deszcz, z jakim mieliśmy do czynienia. Prognozy pogody zaczynały się poprawiać i już tego samego dnia po południu świeciło słońce, co oczywiście od razu wykorzystaliśmy do zwiedzania wyspy. I tak już było praktycznie do końca naszego pobytu. Pogoda była bardzo zmienna. Jak mówią sami Islandczycy: „Nie podoba ci się pogoda? Poczekaj 5 minut." Ostatecznie tej ładnej pogody mieliśmy zdecydowanie więcej niż tej złej. Przez większość czasu towarzyszyło nam słońce i błękitne niebo. Jakże odmienne były to warunki od tych zapowiadanych przed wyjazdem. Można powiedzieć, że pod tym względem szczęście nam dopisało.

Pogoda w dzień była o tyle ważna, że Islandia w słonecznych promieniach wygląda zupełnie inaczej, niż gdy niebo jest zasłonięte chmurami. A wszystko to za sprawą przepięknych wodospadów, których jest na tej wyspie bez liku. Dosłownie co kawałek można podziwiać spadającą wodę z mniejszych lub większych półek skalnych. Jeden z takich wodospadów mieliśmy dosłownie na wyciągnięcie ręki, tuż pod domkiem, w którym nocowaliśmy. Część z tych wodospadów robiła na nas ogromne wrażenie, nie były jednak one zbyt spektakularne dla samych Islandczyków, bo w ich pobliżu nie zrobiono nawet parkingu czy zwykłego miejsca postojowego. Dla nas było to nie do pomyślenia, bo w Polsce próżno szukać wodospadów z wodą spadającą z dziesiątek metrów z urwiska skalnego. A tu było to wręcz powszechne. Wspomniane wcześniej promienie słoneczne były tym istotniejsze, im z większym i bardziej okazałym wodospadem mieliśmy do czynienia. Masy spadającej wody tworzyły wokół wodospadów delikatną mgiełkę, na której tworzyły się zjawiskowe tęcze. Jak podziwiać wodospady na Islandii, to tylko w słoneczny dzień! Ściana wody Skógafoss, potęga

Droga pod wulkanem Snæfellsjökull

Gejzer Strokkur wyrzucający gorącą wodę

Zorza wraz z widocznymi słupami świetlnymi (*light pillars*)

Gullfoss czy wreszcie przejście za wodospadem Seljalandsfoss na długo zostają w pamięci.

Islandia to raj dla geologa. Ta aktywna sejsmicznie wyspa oczarowuje mnogością wulkanów z całymi polami zastygłej lawy u ich stóp. Te wulkany to nie tylko słynny Eyjafjallajökull, to również niewielkie, pięknie uformowane kratery, takie jak Saxhóll, na które możemy wejść, by zaglądnąć do ich już nieczynnego wnętrza. Czynny jest za to gejzer Strokkur, wyrzucający gorącą wodę na kilkadziesiąt metrów w górę. Tuż obok niego znajduje się słynny, dziś już uśpiony gejzer Geysir. Zbieżność słów nie jest przypadkowa. To właśnie od niego pochodzi powszechnie używana na całym świecie nazwa gejzer. Był to oczywiście jeden z obowiązkowych punktów naszej wyprawy. Tryskający gejzer Strokkur trzeba po prostu zobaczyć. Należy jednak przy tym uważać, zwłaszcza na to, z której strony mamy zamiar go podziwiać i z którego kierunku wieje choćby najmniejszy wiatr. Pewnie się domyślacie, do czego zmierzam. Tak, tak, kilkoro z nas miało bliższy kontakt z gejzerem niż ten planowany. Na szczęście była to ostatnia atrakcja przewidywana tego dnia i wszystko skończyło się tylko dużą ilością śmiechu.

Cały jeden dzień poświęciliśmy na zwiedzanie Parku Narodowego Þingvellir. I był to kolejny dzień z geologią w tle. W parku tym poza kolejnym uroczym wodospadem Öxarárfoss mogliśmy podziwiać strefę łączenia się dwóch płyt tektonicznych: euroazjatyckiej oraz północnoamerykańskiej. Tak naprawdę to płyty te nie łączą się na Islandii, one tu powstają. Islandia to fragment grzbietu oceanicznego wyniesionego ponad powierzchnię oceanu. To właśnie w centrum tego grzbietu, na dnie oceanu powstaje nowa skorupa ziemska.

Uczestnicy wyprawy w trakcie fotografowania zorzy

„Deszcz" z zorzy polarnej na Islandii

Pisząc o tym, co widzieliśmy na Islandii, nie sposób nie wspomnieć o klifach, o które rozbijają się potężne fale Oceanu Atlantyckiego oraz o czarnych plażach, tak odmiennych od tych, które znamy z innych części Europy. Tutejsze plaże zaskakują różnorodnością. Można tu spotkać te, na których dominuje czarny drobny pył powstały z erozji skał wulkanicznych, jak również plaże, które w całości są utworzone z otoczaków i to zarówno tych drobnych, wielkości kilku centymetrów, które można podziwiać na wspaniałej plaży Djúpalónssandur z widokiem na majestatyczny wulkan Snæfellsjökull, jak też tych ogromnych o rozmiarach dochodzących do pół metra, jakie widzieliśmy na plaży na półwyspie Reykjanesviti. Jedna z plaż jest szczególnie godna polecenia. To Reynisfjara z pięknymi bazaltowymi słupami oraz samotnymi skałami wystającymi z wody. Według miejscowych legend te skały to trolle, które zastał świt podczas wynoszenia na ląd statku, zamieniając je tym samym w skały.

Islandia za dnia, przy pięknej pogodzie sprawia, że można się w niej zakochać. Drogi, którymi można jeździć całymi dniami bez końca, zatrzymując się co jakiś czas, aby zachwycić się pięknem kolorowych od minerałów skał, podziwiać urocze kościółki stojące gdzieś samotnie czy też przyglądnąć się z bliska islandzkim kucom.

Zorza polarna w towarzystwie Jowisza

Zorza tańcząca na niebie

Prawdziwy powód naszej wizyty na Islandii był jednak oczywiście inny. Przyjechaliśmy tu głównie po to, aby podziwiać i fotografować zorze polarne. Dla większości z nas była to pierwsza okazja, aby je zobaczyć na żywo w pełnej okazałości. Wszystkim nam się to udało. I to nie jeden raz. Mogliśmy cieszyć swoje oczy widokiem zorzy tańczącej po niebie przez całe cztery noce. A były to naprawdę długie noce, bo staraliśmy się wykorzystywać każdą sposobność. Fakt, trudno było łączyć nocne obserwacje, które kończyły się zazwyczaj ok. godziny czwartej nad ranem, z dziennym zwiedzaniem wyspy. No, ale nie przyjechaliśmy tu przecież spać, ale zmęczenie rosło z dnia na dzień. Toteż nawet z pewną ulgą przyjęliśmy pochmurną noc, traktując to jako sposobność na regenerację sił.

W ciągu tych kilku nocy spędzonych na Islandii mogliśmy się przekonać, jak

nieprzewidywalnym i kapryśnym zjawiskiem potrafi być zorza. To, co mogliśmy obserwować na niebie, konfrontowaliśmy ze wskazaniami stron przewidujących zjawisko zorzy. Niejednokrotnie prognozy pokazywały, że nad naszymi głowami powinien odbywać się już spektakl, a tymczasem na niebie panowała zupełna cisza lub niebo spowijała delikatna, jaśniejsza mgiełka. Była to jednak cisza przed burzą. Dosłownie. Zorza potrafiła się pojawić zupełnie niespodziewanie, czasem dopiero o drugiej w nocy, wprawiając nas w zachwyt. Była doskonale widoczna gołym okiem, najczęściej jako wijące się wstęgi wzdłuż całego nieba, od wschodu aż po zachód. Gdy była bardziej intensywna, bardzo wyraźnie było widać, że jest koloru zielonego. Oczywiście widoczne były również pionowe pilary dosłownie tańczące po niebie. Czasem widać było pulsujące błyski w losowych miejscach nieba, jakby ktoś nas z góry fotografował, używając wielkiej lampy błyskowej.

Aurora bywała czasem tak mocna, że było ją widać na jeszcze niebieskim niebie. Ba, raz była doskonale widoczna gołym okiem tuż obok zachodzącego Księżyca oświetlonego w 10%. Bywały noce, gdy całe niebo tańczyło dla nas. Zorzę można było obserwować w każdym kierunku, bez problemu zrobić zdjęcie zielonej poświaty wraz ze świecącym na południu Jowiszem.

Piotr Potępa zawodowo zajmuje się geofizyką, prywatnie zaś jest miłośnikiem fotografii. Od wielu lat w kręgu jego szczególnych upodobań znajduje się astrofotografia krajobrazowa. Jest autorem tysięcy zdjęć ukazujących piękno nocnego nieba w plenerze. Uchodzi za jednego z najwybitniejszych polskich astrofotografów pejzażu. Od kilku lat na łamach *Uranii* publikujemy jego poradnik, jak fotografować nocne niebo. W internecie można je znaleźć na stronach autora: http://nightscapes.pl

Poza samą zorzą udało się nam również zaobserwować na niebie słupy świetlne. Oznaczało to, że gdzieś ponad nami jest naprawdę zimno. Na tyle, że możliwe było uformowanie się odpowiednich kryształków lodu, które odbijając świecące gdzieś za wzniesieniami światła, tworzyły na niebie pomarańczowe pilary. Jak widać, powodów do tej wspomnianej na początku relacji dziecięcej radości była cała masa. I mimo obaw związanych z pogodą tuż przed wyjazdem, wyprawa skończyła pełnym sukcesem.

Nie taki diabeł straszny

Islandia wbrew swojej surowości okazała się dla nas bardzo przyjazną krainą. Przez cały pobyt pokonaliśmy ponad 1500 km. Nie zawsze udawało się dotrzeć do wcześniej zaplanowanych miejsc, ale przecież coś musi pozostać, by móc planować powrót na tę cudowną wyspę :)

Na koniec pozostawiłem temat, który pewnie zainteresuje większość z Was. Ile mógł kosztować taki wyjazd? Okazuję się, że nie tak znowu wiele. Tanie linie lotnicze zarezerwowane z odpowiednim wyprzedzeniem oraz część kosztów, takich jak wynajem samochodów, paliwo a nawet wyżywienie rozkłada się na całą grupę. Jeśli dołożymy do tego fakt, że płatności są rozłożone w czasie, to taki wyjazd jest dostępny praktycznie dla każdego.

Na zakończenie chciałbym podziękować całej ekipie, z którą spędziłem niezapomniany czas w tak cudownym miejscu. Każdemu życzyłbym tak zgranej paczki. Do zobaczenia na kolejnej przygodzie!

Uczestnicy wyprawy na Islandię 2017. Fot. Marek Substyk

Jak zostać mistrzem nawigacji satelitarnej?

Wywiad z organizatorem polskiej edycji Europejskiego Konkursu Nawigacji Satelitarnej

Dr Krzysztof Kanawka — prezes Blue Dot Solutions, polskiej firmy sektora kosmicznego, organizator polskiej edycji Europejskiego Konkursu Nawigacji Satelitarnej (znanego w poprzednich latach pod nazwą Galileo Masters). Znany jest także z działalności w portalu Kosmonauta.net.

Krzysztof Czart: *Dla kogo jest konkurs Galileo Masters?*

Krzysztof Kanawka: Dla tych wszystkich, którzy są zainteresowani praktycznym wykorzystaniem nawigacji satelitarnej. Od najprostszych rozwiązań, czyli telefonów komórkowych, tzw. location base systems, poprzez kwestie związane z transportem samochodowym, kolejowym, lotniczym, aż po bardzo profesjonalne rozwiązania, czyli np. kwestie synchronizacji czasu, precyzyjnego miernictwa czy precyzyjnego rolnictwa, a więc we wszystkich kwestiach jak można wykorzystać na Ziemi w praktyczny sposób nawigację satelitarną. W kwestiach, co można zrobić z obecnego poziomu technologicznego dla praktycznych zastosowań, które mogą być także komercyjne.

KC: *Czy konkurs jest tylko dla firm, czy również dla osób prywatnych?*

KK: W większości do konkursu zgłaszają się osoby, które jeszcze nie założyły firmy. Które myślą, że może dzięki swojemu pomysłowi założą firmę, będą własnym szefem swojej własnej firmy, która zaproponuje coś na rynku i która ma szanse konkurować z innymi. Tak praktycznie widzimy, że około jednej trzeciej wniosków jest wysyłanych przez ludzi młodych: absolwentów, studentów lub osoby, które pracują nad jakimiś własnymi rozwiązaniami. Jednocześnie pomysły wysyłają start-upy, czyli firmy, które powstały, pracują nad swoim produktem, ale wciąż nie udało im się prawidłowo wprowadzić go na rynek. Natomiast pozostałe to większe firmy oraz instytuty badawczo-rozwojowe.

KC: *Załóżmy, że biorę udział w konkursie i wygrywam. Co wtedy dalej?*

KK: Ten konkurs — przynajmniej w Polsce — zorganizujemy w taki sposób, że nawet jeśli ktoś nie wygra, ale ma pomysł, rozwiązanie, które „ma ręce i nogi", które rzeczywiście ładnie działa, to organizatorzy skontaktują się, spytają: Co więcej potrzebujesz? My jako zespół ekspertów sprawdziliśmy Twój pomysł, tutaj są potencjalne zalety, w tym miejscu zauważyliśmy pewne Twoje problemy, pewne wyzwania. Czy chcesz dalej rozwijać swój pomysł? Jeśli tak,

to uruchamiamy odpowiednie mechanizmy, które pozwolą na wdrożenie tego rozwiązania. Może się okaże, że będzie trzeba założyć firmę. A może powinieneś skontaktować się z instytutem badawczo-rozwojowym albo z dużą firmą — to też się zdarza i w tym także jesteśmy w stanie pomóc.

KC: *Na co zwrócić uwagę przy składaniu wniosku?*

KK: Wniosek można napisać w jakieś trzy-cztery godziny, przy czym można go zapisywać w trakcie opracowywania. Warto skupić się w nim na kwestiach związanych z nawigacją satelitarną, czyli przed zgłoszeniem sprawdzić, jaki rodzaj nawigacji jest nam potrzebny. Czy potrzeba nam idealnie precyzyjnej, niesamowicie dokładnej nawigacji rzędu kilku centymetrów, co jest w warunkach naziemnych niezbyt łatwo osiągalne, czy też może takiej ogólnej lokalizacji, która mówi, że coś się znajduje w danym miejscu plus minus na przykład 10 metrów. Jeżeli to drugie, to w tym momencie część pracy jest już zrobiona. Jeżeli to pierwsze, trzeba udowodnić, jak ten poziom precyzji uda się osiągnąć.

KC: *Jakieś dodatkowe rady dla startujących?*

KK: Przede wszystkim warto sprawdzić, czy coś podobnego już nie istnieje na świecie, bo niestety w większości przypadków wiele wniosków wysłanych na Europejski Konkurs Nawigacji Satelitarnej jest bardzo wtórnych. Jeśli odrobicie tę pracę domową, to już pokonaliście 80% konkurencji. Jeśli zaproponujecie rozwiązanie, które jest inne niż to, co już istnieje na rynku, albo inne niż to, co może być rozwinięte, podchodzące do tematu z innej perspektywy, chociażby regionalnej — czyli na przykład amerykańskie rozwiązanie w Polsce wcale nie musi dobrze zadziałać. Z różnych przyczyn. Na przykład amerykańskie drogi są znacznie szersze od polskich dróg. Jeżeli ktoś zaproponuje coś na polskie drogi, dla polskich miast, polskich różnych innych rozwiązań, to ma szanse, żeby rzeczywiście dany etap przejść. Warto to wszystko przemyśleć. Warto pisać to w zespole kilkuosobowym złożonym z różnych osób, nie tylko z doświadczeniem lub wiedzą techniczną, ale także wiedzą bardziej biznesową lub bardziej ludzką. Warto sobie pomyśleć, kto tak naprawdę będzie tą ostatnią osobą, która to wykorzysta, kto będzie moim użytkownikiem. Czy będzie to pan Janusz, który ma 47 lat i korzysta z telefonu komórkowego dość rzadko i nie wie do końca, jak wykorzystać jego funkcje. Czy będzie to na przykład pan Andrzej, który ma wykształcenie techniczne i jest dobrze obeznany z nowymi systemami. ■

Europejski Konkurs Nawigacji Satelitarnej

EUROPEAN SATELLITE NAVIGATION COMPETITION 2017
Poland Challenge

Do 30 czerwca 2017 r. trwa nabór zgłoszeń na Europejski Konkurs Nawigacji Satelitarnej. Jest to największy międzynarodowy konkurs dotyczący komercyjnego wykorzystania nawigacji satelitarnej. Pula wszystkich nagród wynosi 1 000 000 euro, a na głównego zwycięzcę czeka 20 000 euro.

Konkurs jest organizowany od 2004 r. Jego cel to promowanie innowacyjności i pomoc w przekształcaniu pomysłów biznesowych na produkty i usługi, które mogą wejść na rynek i odnieść na nim sukces komercyjny. W ostatnich latach zgłoszono kilka tysięcy projektów, z których wyróżniono ponad 300.

Jakie są zasady konkursu? W tym roku konkurs podzielono na 20 kategorii. Można zgłosić pomysł na aplikację, urządzenie, produkt, badania naukowe lub technologię, które wykorzystują nawigację satelitarną. Przyjmowane są zgłoszenia zarówno indywidualne, jak i zespołowe, a także od organizacji, instytucji i firm. Zwycięzcy edycji regionalnej biorą udział w międzynarodowym finale.

Zwycięzcą ubiegłorocznej polskiej edycji był system Aerobits, który zabezpiecza lotnictwo przed kolizjami poprzez dbanie o odpowiednią separację pomiędzy dronami, a załogowymi statkami powietrznymi.

Organizatorami konkursu są Blue Dot Solutions oraz Black Pearls VC, a partnerami Agencja Rozwoju Przemysłu, Pomorska Specjalna Strefa Ekonomiczna i Polska Agencja Kosmiczna (POLSA). *Urania* wspiera konkurs udzielając patronatu medialnego.

Szczegóły na stronie www.galileo-masters.pl

Astronomia Nova na rok 2017

Na tropie fal grawitacyjnych

Na stronach unikatowego wydawnictwa nieznane fakty z życia i badań Josepha Webera, uczonego o polsko-litewskich korzeniach — pioniera poszukiwań fal grawitacyjnych. Częstochowskie Kalendarze Astronomiczne stanowią wyjątkowo wartościową pozycję wydawniczą zarówno pod względem naukowym, historycznym, jak i dydaktycznym. Polecamy Czytelnikom nieodpłatną wersję internetową na stronie Stowarzyszenia: www.astronomianova.org

Wydawany od 13 lat przez Stowarzyszenie Astronomia Nova, Częstochowski Kalendarz Astronomiczny tradycyjnie składa się z czterech części. Część pierwszą (tabelaryczną) otwiera trafnie dobrany cytat z Eklezjastesa: *Wszystko ma swój czas i jest wyznaczona godzina na wszystkie sprawy pod niebem* (Eklezjastes 3,1). Kalendarz, podobnie jak w latach poprzednich, zawiera wiele szczegółowych informacji, dotyczących różnych zjawisk astronomicznych, jak: fazy Księżyca, koniunkcje planet, momenty wschodów, górowań i zachodów Słońca w Częstochowie. Są to informacje przydatne nie tylko dla miłośników astronomii, ale również dla nauczycieli pragnących zainteresować astronomią swych uczniów. Kalendarium obejmuje też, planowane w roku 2017, wydarzenia organizowane przez Towarzystwo.

Kolejne jego części to: bogato ilustrowane pamiątkowymi fotografiami sprawozdania z wydarzeń minionego roku, związanych z Towarzystwem oraz Obserwatorium Astronomicznym im. Królowej Jadwigi w Rzepienniku. Następne części wypełniają artykuły popularnonaukowe oraz tzw. przyczynki naukowe. Wśród tych ostatnich godne szczególnej uwagi są wspomnienia o prof. Konradzie Rudnickim pisane przez jego przyjaciół, w tym Michała Hellera, Piotra Flina, Krzysztofa Maślankę czy słynną amerykańską astronomkę Virginię Trimble. Ta ostatnia postać jest szczególnie bliska środowisku przyjaciół, współpracowników i uczniów Konrada Rudnickiego. Virginia Trimble ukończyła studia na Kalifornijskim Uniwersytecie w Los Angeles (UCLA) i w cztery lata później doktoryzowała się na słynnym Caltech-u. Dla obecnego pokolenia może to zabrzmieć niezrozumiale, lecz w owym czasie — w latach 60. XX w., kobiety były przyjmowane na Caltech jedynie w wyjątkowych okolicznościach[1]. Pani Trimble stała się też drugą w historii astronomką dopuszczoną do obserwacji na Mt. Palomar. Tam spotkała Konrada Rudnickiego, z którym od tego czasu łączyła ją przyjaźń emanująca na jego naukowe otoczenie w kraju.

Być może nie jest powszechnie znanym fakt, iż Virginia Trimble była żoną innego wybitnego uczonego — Josepha Webera — pioniera w dziedzinie budowy detektorów fal grawitacyjnych. W latach 60. ubiegłego stulecia Weber oraz niezależnie od niego Vladimir Braginski w Moskwie zapoczątkowali prace konstrukcyjne rezonansowych detektorów fal grawitacyjnych. Na przestrzeni ostatniego półwiecza liczne zespoły fizyków, astronomów wspólnie z najwyższej klasy inżynierami podejmowały próby laboratoryjnej detekcji fal grawitacyjnych. Aby tego dokonać, należało pokonać wiele barier w celu uzyskania niewyobrażalnej precyzji pomiaru. W lutym 2016 r. zespół projektu LIGO publicznie ogłosił oczekiwaną od dawna laboratoryjną detekcję fal grawitacyjnych. Sygnał zarejestrowany 14 września 2015 r. przez dwa laserowe detektory fal grawitacyjnych, umieszczone w Hamford i Livingstone w USA, stanowił zapis ostatnich chwil ewolucji podwójnego układu czarnych dziur o masach 29 i 36 mas Słońca — tuż, nim zlały się w gigantycznej kosmicznej katastrofie (koalescencji). Energia wypromieniowana w postaci fal grawitacyjnych, w przeciągu ułamka sekundy, była równoważna 3 masom Słońca. Wydarzenie to otwarło nowe okno na Wszechświat i zapoczątkowało erę obserwacyjnej astrofizyki fal grawitacyjnych. Vladimir Braginski usłyszał tę nowinę na kilka miesięcy przed swą śmiercią, Joseph Weber nie doczekał tej chwili — odszedł w roku 2000. W Kalendarzu 2017 znajdziemy oryginalne, niepublikowane wcześniej wspomnienia o nim Virginii Trimble. Dowiemy się o jego polsko-litewskich korzeniach, młodości, studiach, pracy i fascynacjach. Gorąco polecam ich lekturę.

Marek Biesiada

Częstochowski Kalendarz Astronomiczny 2017, Bogdan Wszołek i Agnieszka Kuźmicz, Wydawnictwo im. Stanisława Podobińskiego Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie, stron 320, http://www.astronomianova.org/publikacje.php?lang=pl

Virginia Trimble wraz z Prezesem Stowarzyszenia Astronomia Nova Bogdanem Wszołkiem przeglądają jedno z wcześniejszych wydań Kalendarza (fot. archiwum Astronomii Novej)

[1] Według: *Virginia L. Trimble (1996-09-02). Affirmative Action And Women In Science: Post Hoc, Ergo Propter Hoc? The Scientist.* cytowane za wpisem https://en.wikipedia.org/wiki/Virginia_Louise_Trimble

PRENUMERATA 2017

Wybierz wariant odpowiedni dla siebie!

Prenumerata roczna (6 numerów + kalendarz) — 60 zł

Prenumerata sponsorowana przez MNiSW dla szkół i nauczycieli — 30 zł
na rok szkolny 2016/17 lub rok kalendarzowy 2017
wystarczy wypełnić formularz zgłoszeniowy na www.urania.edu.pl (zakładka prenumerata) — tamże szczegóły, jak również w „Uranii" 6/2016 s. 76, zapytania tel. 698 556161 i 509 441717

Prenumerata roczna dla członków PTMA + kalendarz
(przysługuje po uregulowaniu składek w oddziale):
— wysyłka na adres indywidualny — 40 zł
— wysyłka na adres oddziału PTMA (co najmniej 5 egzemplarzy) — 30 zł
— promocyjny zakup czapek jak w przypadku zwykłych prenumerat
— zalecamy wpłaty w oddziałach i przelewy zbiorowe
— przy indywidualnych przedłużeniach prenumeraty na konto 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241 prosimy podać nazwę swojego oddziału PTMA — sami sprawdzimy składki

rabat na czapki

cena tylko 29 zł!

Szczegóły prenumeraty na www.urania.edu.pl (zakładka prenumerata)

Dodatkowe pytania: tel. 698 556161

Bieżące numery „Uranii" do kupienia w salonach EMPiK, wybranych salonikach Relay, Inmedio i RUCH, a także w wybranych planetariach i w naszym sklepie internetowym.

SKLEP INTERNETOWY URANII

www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

– prenumerata „Uranii" i ciekawe książki
– numery bieżące i archiwalne „Uranii"
– niezwykły parasol, dzięki któremu możesz mieć rozgwieżdżone niebo nad sobą, nawet gdy pada deszcz
– praktyczna czapka z latarką, do wyboru światło czerwone lub białe

ATLAS NIEBA
2000.0
BRIAN COX
ANDREW COHEN
Człowiek i Wszechświat
Urania
POSTĘPY ASTRONOMII
Czy naprawdę byliśmy na Księżycu?
NA WŁASNE OCZY
Urania
POSTĘPY ASTRONOMII
Wewnątrz
Przepis na marsjańskiego łazika
misji Rosetta
Zaćmienia
Zaćmienia
Zaćmienia

nr rachunku odbiorcy
44 1160 2202 0000 0000

nr rachunku odbiorcy c.d.
5530 5241

Odbiorca
POLSKIE TOWARZYSTWO
ASTRONOMICZNE
BARTYCKA 18
00-716 WARSZAWA

kwota

Imię, nazwisko, adres wpłacającego

Tytułem

Opłata

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nazwa odbiorcy
POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE

nazwa odbiorcy cd.
UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA

l.k.
44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

nr rachunku odbiorcy

WP*

waluta
PLN

kwota

kwota słownie (wpłata)

imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora

dokładny adres wysyłki prenumeraty

dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.

tytułem
Prenumerata Uranii od nr 4/2017, dodatkowo zamawiam

Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy

Opłata

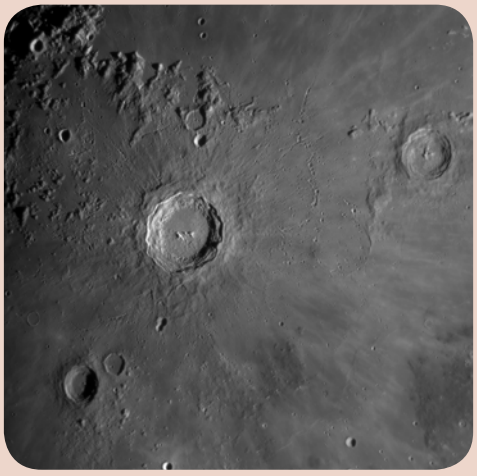
Podpis

WIERNYM PRENUMERATOROM PRZYPOMINAMY O ODNOWIENIU PRENUMERATY! ZAPRASZAMY DO PRENUMERATY DAWNYCH I NOWYCH CZYTELNIKÓW!

Mgławica Kalifornia i Plejady. Fot. Paweł Górka

Zachodni fragment Pętli Łabędzia.
Fot. Marcin Jeziorny i Filip Ogorzelski

Wschodni fragment Pętli Łabędzia.
Fot. Mariusz Świętnicki



Krater Kopernik. Fot. Bartosz Wojczyński

(Zdjęcia niewykorzystane w naszym kalendarzu astronomicznym)

Zbliża się V Ogólnopolska Konferencja na temat Zanieczyszczenia Światłem

Porozmawiajmy o ciemności

W październiku naukowcy z różnych dziedzin spotkają się w Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie, aby dyskutować wpływ sztucznego światła na nas i nasze otoczenie. Badania naukowe w tym temacie i wymiana wyników tych badań są konieczne, abyśmy mogli lepiej kontrolować szybko narastające również w Polsce zanieczyszczenie światłem.

W roku 2016 opublikowany został nowy atlas jasności nocnego nieba, opracowany przez Fabio Falchiego i jego współpracowników. Zaprezentowane w atlasie wyniki szacowania jasności nieboskłonu pokazały, że nie ma w Polsce ani jednego miejsca, nad którym niebo byłoby w stu procentach wolne od zanieczyszczenia światłem.

Połowa ludności naszego kraju nie ma szans na dostrzeżenie Drogi Mlecznej*. Najbardziej przejmujący jest jednak fakt, że aż 14% Polaków i Polek ma nad sobą tak jasne niebo, że ich oczy pozostają non stop w dziennym trybie widzenia — znajdujące się w ludzkim oku czopki pozostają aktywne przez całą dobę! Noc jakby nigdy nie nastawała…

Polska znajduje się w niechlubnej czołówce europejskich krajów o najszybszej dynamice wzrostu zanieczyszczenia światłem. Analiza danych satelitarnych, wykonana przez zespół Jonathana Benniego z Uniwersytetu w Exeter, wykazała, że aż na ponad 20% powierzchni kraju intensywność nocnych świateł wzrosła — nigdzie nie zmalała (porównywano okres 2005–2010 z latami 1995–2000).

O znaczeniu zanieczyszczenia światłem nie trzeba przekonywać ani profesjonalnych astronomów, ani miłośników astronomii. Sytuacja wygląda zgoła odmiennie w przypadku ogółu społeczeństwo — tu świadomość problemu jest znikoma. W poprawie stanu rzeczy pomaga organizowana od pięciu lat Ogólnopolska Konferencja na temat Zanieczyszczenia Światłem.

Z jednej strony, konferencja jest spotkaniem środowiska akademickiego, okazją do prezentacji wyników badań naukowych nad zanieczyszczeniem świetlnym. Sprzyja tym samym nawiązywaniu współpracy między przedstawicielami różnych dziedzin wiedzy — co ma szczególne znaczenie, biorąc pod uwagę wielodyscyplinarny charakter zagadnienia.

Z drugiej strony adresatami konferencji są także przedstawiciele organizacji pozarządowych, przedsiębiorcy branży oświetleniowej i administracja publiczna. W czasie konferencji wszystkie te środowiska mają okazję poznać bliżej problematykę zanieczyszczenia światłem, usłyszeć (z pierwszej ręki), jak powinno być projektowane i wykonywane oświetlenie zewnętrzne.

Tegoroczna edycja Konferencji odbędzie się w dniach 19–20 października 2017 r. w Warszawie, a głównym organizatorem jest Centrum Badań Kosmicznych PAN. Problematyka konferencji obejmuje m.in. poniższe tematy (jakkolwiek lista nie wyczerpuje wszystkich zagadnień):

- wpływ zanieczyszczenia światłem na funkcjonowanie organizmów żywych,
- oddziaływania światła nocą na psychikę i fizjologię człowieka,
- jasność nocnego nieba i jej znaczenie w astronomii obserwacyjnej,
- naziemne i satelitarne metody oceny intensywności zanieczyszczenia światem,
- technologie oświetleniowe, w tym oświetlenie LED,
- techniczne i prawne metody ograniczania zanieczyszczania światłem,
- funkcja praktyczna i estetyczna oświetlenia w przestrzeni publicznej,
- ciemne niebo jako fundament turystyki astronomicznej,
- świadomość i percepcja problemu zanieczyszczenia światłem w społeczeństwie.

Wszelkie szczegóły dotyczące 5. Ogólnopolskiej Konferencji na temat Zanieczyszczenia Światłem można znaleźć na stronie: http://noc.edu.pl/. „Urania–Postępy Astronomii" objęły przedsięwzięcie patronatem medialnym.

Gorąco zachęcamy do udziału w konferencji, jak również przekazaniu informacji o niej do możliwie jak najszerszego grona zainteresowanych.

W imieniu organizatorów

dr Andrzej Kotarba

Przewodniczący Komitetu organizacyjnego 5. Ogólnopolskiej Konferencji na temat Zanieczyszczenia Światłem

Fot. J. Drążkowski

* Więcej na temat stanu nocnego nieba nad Polską Czytelnicy znajdą w numerze 2/2017 *Uranii*.

W nocy z 8 na 9 października 2015 r. astronauci Międzynarodowej Stacji Kosmicznej sfotografowali Warszawę, dostarczając najaktualniejszej i jak dotąd najbardziej szczegółowej satelitarnej fotografii nocnych świateł stolicy Polski. Dane — zebrane na prośbę naukowców Centrum Badań Kosmicznych PAN — pomogą w badaniu zanieczyszczenia świetlnego w Polskich miastach.

Serię ponad 30 zdjęć astronauci Międzynarodowej Stacji Kosmicznej wykonali późnym wieczorem 8 października 2015, gdy Stacja przelatywała nad terytorium Polski w kierunku Białorusi i Ukrainy. Stacja znajdowała się wtedy na wysokości około 400 km nad powierzchnią planety. Do uzyskania kosmicznych zdjęć astronauci wykorzystali sprzęt, jakiego na Ziemi używają setki zawodowych fotoreporterów: cyfrowej lustrzanki z 400-milimetrowym teleobiektywem. Pozwoliło to uzyskać obrazy na tyle szczegółowe, że można na nich dostrzec nawet wiele ulic osiedlowych. Najlepsze ze zdjęć można obejrzeć poniżej i na interaktywnej mapie dostępnej pod adresem:

http://zoz.cbk.waw.pl/nocne/mapa.html

Warszawa nocą

Zdjęcie wykonane przez astronautów
Międzynarodowej Stacji Kosmicznej
8 października 2015, o godzinie 18:38 UTC

2015 © **Zespół Obserwacji Ziemi, Centrum Badań Kosmicznych PAN**
www: http://zoz.cbk.waw.pl/, e-mail: zoz@cbk.waw.pl
Opracowanie danych: A. Kotarba, M. Krupiński, A. Włodarkiewicz
Dane oryginalne: Earth Science and Remote Sensing Unit / NASA JSC

Astronomiczne impresje z wyprawy do Armenii (II)

W Biurakanie i nie tylko

Przemysław Rudź

Armenia – kraj odległy i egzotyczny, o którym rzadko słyszymy, leży na stokach malowniczych gór i wzniesień Małego Kaukazu oraz Wyżyny Armeńskiej. Odwiedziny w tym małym państwie są okazją nie tylko do podziwiania starożytnej cywilizacji i trudnych dziejów Ormian, ale także do poznania jej astronomicznej strony.

Obserwatorium astronomiczne w Biurakan

Biurakańskie obserwatorium założono w 1946 roku. Inicjatorem powstania placówki, jak już wspomniano, był Wiktor Ambarcumian, który został też jej długoletnim dyrektorem (piastował to stanowisko do roku 1988). Obserwatorium zbudowano na południowym stoku masywu Aragac, na wysokości około 1400 m n.p.m., według najlepszych klasycznych wzorców. Główne budynki zaprojektował znany armeński architekt Samuel Safarian. Pawilony harwardzkie i budynki zwieńczone kopułami ustawione są w dość dużych odległościach od siebie tak, że wzajemnie są praktycznie niewidoczne. Wszystko otoczone jest przepięknym parkiem botanicznym z labiryntem wąskich uliczek, ledwo zauważalnych przejść wśród bujnych drzew i krzewów, starannie przystrzyżonych trawników i spinających je w całość szerszych alei. Podobnie zorganizowane są zresztą rodzime podtoruńskie Piwnice, gdzie w okolicznościach wszechogarniającej zieleni i kwiatów, astronomowie mogą spacerować, dyskutować bieżące kwestie naukowe, pomysły na przyszłe projekty czy odpoczywać po wykładach, czy długiej nocy spędzonej przy teleskopie lub komputerze. Z południowego krańca obserwatorium roztacza się wspaniała panorama na Ararat, który niepodzielnie góruje nad rozległą równiną u swego podnóża. Szkoda tylko, że mocno zapylone powietrze nie pozwala najczęściej na rozkoszowanie się ostrym i wyraźnym widokiem. Poza budynkami przeznaczonymi dla kadry naukowej i studentów, znajduje się tu zaplecze hotelowe, dzięki któremu obserwatorium może pomieścić większą liczbę gości. Ma to kluczowe znaczenie w kontekście organizowanych tu regularnie konferencji i sympozjów. Wszystkie budynki zbudowano z różowego wulkanicznego tufu, z dużą dbałością o detale i zewnętrzne zdobienia. Pokoje mieszkalne trącą mocno poprzednią epoką, ale są czyste i zadbane. Szerokie hotelowe korytarze doskonale komunikują w obrębie budynku, dając poczucie odpowiedniej przestrzeni, zupełnie inaczej niż ma to miejsce w klaustrofobicznych hotelach zachodnich. Hotelowa kuchnia umożliwia przygotowanie własnych posiłków, zrobienie szybkiego prania, a zacienione balustrady dają w dzień schronienie przed upałem, a wieczorami i nocą pozwalają na kontemplowanie rozgwieżdżonego nieba.

Wysłużone montaże paralaktyczne przed warsztatem obserwatorium

W pobliżu głównego budynku naukowego, gdzie mieszczą się gabinety kadry badawczej, pracownie studentów, biblioteka oraz sale wykładowe, znajduje się przyozdobiony kwiatami pomnik Wiktora Ambarcumiana. Aleja prostopadła do alei wybiegającej z głównego budynku w kierunku Araratu, łączy na swoich krańcach wspomniany hotel oraz muzeum zorganizowane w niewielkim domu, w którym mieszkał i pracował założyciel i wielo-

letni dyrektor obserwatorium. Zdjęcia z czasów młodości, portret rodziców, dokumentacja późniejszych spotkań z uczonymi, politykami i przedstawicielami świata kultury, fotografie rodzinne, a także bogaty księgozbiór i książki napisane podczas długiej kariery naukowej, są głównymi elementami ekspozycji. Dopełniają ją rękopisy prac naukowych, listów i przedmioty codziennego użytku. Wokół muzeum i w innych miejscach parku można się natknąć na ogrodników dbających z pietyzmem o stan rosnącej tam flory.

Placówka w Biurakan posiada duży własny warsztat, w którym powstały wszystkie duraluminiowe kopuły budynków obserwatorium. Dawniej wykonywano w nim nawet pewne elementy optyki teleskopów, a obecnie zapewnia bieżący serwis wielu urządzeń będących na wyposażeniu stacji. Tuż przed warsztatem uwagę zwracają duże stojące wysłużone montaże paralaktyczne, które byłyby zapewne łakomym kąskiem dla każdego astronomicznego majsterkowicza. Wewnątrz rzucają się w oczy antyczne, jak na współczesne warunki, tokarki, frezarki i inne maszyny do ujarzmiania metalu i drewna.

Budynek i kopuła 2,6-m reflektora Cassegraina

Baza instrumentalna placówki

Po założeniu obserwatorium na jego wyposażeniu znalazł się szereg teleskopów wykonanych i zainstalowanych pod kopułami pomiędzy 1951 i 1955 rokiem. Wśród nich wymienić trzeba 12,7-cm podwójny astrograf, 20-cm kamerę Schmidta (f/1,55), 25-cm teleskop/spektrograf mgławicowy, 41-cm Cassegraina (f/10), 50-cm Cassegrain (f/15,6) oraz 0,53-m kamerę Schmidta (f/3,4). Ten ostatni instrument był głównym narzędziem badawczym w początkowym okresie funkcjonowania ośrodka. W tym samym czasie zaczęto myśleć też o antenach radiowych, które w późniejszym okresie zainstalowano na wzniesieniach otaczających obserwatorium. Kolejne lata funkcjonowania obserwatorium zaowocowały poszerzeniem bazy instrumentalnej o większe teleskopy, które na trwałe zapisały się w dorobku armeńskiej nauki. Po kilku dekadach intensywnej eksploatacji wymagały one rzetelnej modernizacji, na którą na szczęście znalazły się środki. Dziś są wykorzystywane zarówno do badań naukowych, jak i szkoleń przyszłych pokoleń astronomów.

Dwa główne przyrządy badawcze obserwatorium to kamera Schmidta o średnicy korektora 1,02 m i lustra głównego 1,32 m, oraz zwierciadlany gigant o średnicy 2,6 m. Astrograf został zaprojektowany i wykonany w zakładach LOMO w Petersburgu (wtedy Leningrad). Zainstalowano go w roku 1960. Ciekawostką jest fakt, że pyreksowe lustro teleskopu wykonano w Niemczech. Światłosiła kamery wynosi f/2,1, a niewinietowane pole widzenia ma wymiary 4,1×4,1 stopnia, co z wykorzystaniem płyt szklanych o wymiarach 16×16 cm umożliwiało efektywne przeglądy fotograficzne dużych fragmentów nieba. Co ciekawe, kamera Schmidta w Biurakan daje płaskie pole, co osiągnięto po zastosowaniu specjalnego soczewkowego korektora Piazziego-Smitha. Na wyposażeniu teleskopu wciąż znajdują się trzy pełnoaperturowe obrotowe pryzmaty obiektywowe o kącie łamiącym 1,5, 3 i 4 stopnie. Dzięki nim można uzyskiwać widma ciał niebieskich o dowolnej orientacji w polu widzenia. Po wstrzymaniu pracy teleskopu na początku lat 90. ubiegłego stulecia, spowodowanym odcięciem finansowania po upadku ZSRR, pod koniec pierwszej dekady XX w. rozpoczęto modernizację instrumentu. Wyposażono go między innymi w kamerę CCD i nowy system prowadzenia, co spowodowało, że dziś znów zbiera wartościowe dane naukowe.

54-m czasza radioteleskopu Instytutu Radiofizyki w Erywaniu. Fot. Artak Arzumanyan

Reflektor Cassegraina o średnicy 2,6 m zainstalowano w Biurakan w roku 1975, a pierwsze światło zarejestrowano nim rok później. Z zewnątrz uwagę zwraca monumentalny budynek zwieńczony 60-tonową duraluminiową kopułą, który jest domem dla instrumentu i schronieniem dla astronomów

podczas sesji obserwacyjnych. Podobnie jak w przypadku kamery Schmidta, teleskop zaprojektowany i wykonany został w Petersburgu w zakładach LOMO. Jego projektantem był Bagrat K. Joannissian, ten sam, który zawiadował zespołem konstruktorów słynnego (choć niekoniecznie udanego) 6-metrowego giganta na Kaukazie. On też projektował bliźniaka biurakańskiego Cassegraina, który znajduje się na Krymie. W 1984 r. reflektor otrzymał nowe paraboliczne sitalowe lustro o średnicy 2,64 cm. Może pracować w trybach o różnej wypadkowej ogniskowej, między innymi w ognisku głównym 10 m i ognisku Cassegraina 40 m. Instrument oferuje też trzy ogniska Nasmytha, a według oprowadzającego mnie przewodnika, znajduje się też wyprowadzenie na ognisko Coude o długości 105 m. Teleskop wykorzystywany jest do fotografii ciał niebieskich oraz spektroskopii. W świetle widzialnym godzinna ekspozycja skutkuje zasięgiem do około +25 magnitudo. Maksymalne pole widzenia uzyskiwane teleskopem wynosi 14×14 minut kątowych. W przypadku godzinnej ekspozycji sensowna spektroskopia możliwa jest dla obiektów o jasności do +18 magnitudo.

Należy również wspomnieć o antenach radiowych, ustawionych na wzgórzach ponad obserwatorium optycznym, na wysokości około 1700 m n.p.m. Jadąc w kierunku stacji sejsmologicznej u stóp Aragacu, doskonale widoczny jest paraboliczny radioteleskop o średnicy 12 m. Około kilometra od niego w kierunku zachodnim, w latach 1975–1985, w naturalnym zagłębieniu terenu zbudowano gigantyczną 54 m sferyczną antenę z ruchomym odbiornikiem o średnicy 5 m, a także zespół budynków dla personelu naukowego i technicznego.

W tamtym czasie była to jedna z najnowocześniejszych anten tego typu na świecie. Niedaleko wielkiej czaszy, na planie okręgu o średnicy kilkudziesięciu metrów, rozpoczęto budowę potężnego kolektora słonecznego, mającego docelowo stać się lokalnym źródłem zasilania. Jego aktualne fotografie pokazują jednak, że prace ustały dawno temu i nie widać raczej szans na ukończenie mocno już podupadłej inwestycji. Niestety nie udało mi się uzyskać odpowiedzi na temat aktualnego stanu poszczególnych instrumentów, ich funkcjonalności i wykorzystania w bieżących badaniach naukowych.

Oferta dla młodych astronomów

Obserwatorium w Biurakan prowadzi aktywną działalność skierowaną do młodych astronomów — głównie studentów astronomii, dla których organizowane są międzynarodowe letnie szkoły astronomii. Na teren ośrodka zjeżdżają się wtedy młodzi naukowcy, którzy przez kilka dni słuchają specjalistycznych wykładów na różne tematy związane z badaniami ciał niebieskich. Główny nacisk kładziony jest na kwestie dotyczące technik obserwacyjnych, obserwatoriów i misji kosmicznych, komputerowej redukcji danych astronomicznych, obserwacji zdalnych i archiwizowania danych, studiów nad planetami, gwiazdami, mgławicami i galaktykami, astronomicznych przeglądów nieba, a także zagadnień z zakresu archeoastronomii i astronomicznego dziedzictwa ludzkości. Praktycznym uzupełnieniem warsztatów są nocne sesje obserwacyjne z wykorzystaniem dwóch największych teleskopów placówki.

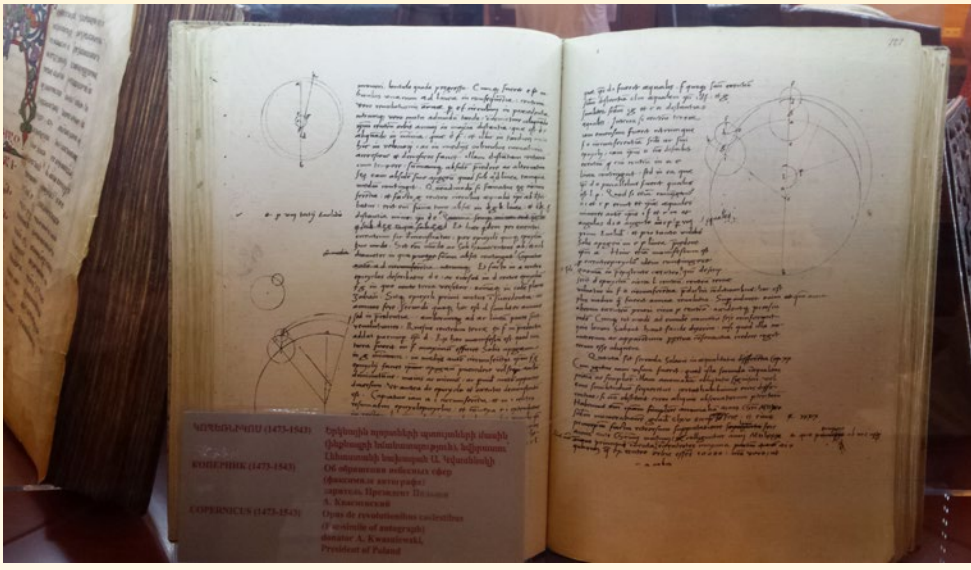
1-m kamera Schmidta

Poza tym, w ofercie stacji w Biurakan znajdują się pokazy nieba dla laików, uczniów szkół, zorganizowanych grup turystów i miłośników astronomii, którzy licznie odwiedzają ośrodek. Do ich (w tym mojej) dyspozycji przeznaczono 32-cm Newtona (f/10) zbudowanego w warsztacie należącym do obserwatorium, zainstalowanego w domku harwardzkim. Starszy pracownik obserwatorium pełni tu zawsze rolę przewodnika. Obsługuje on manualny montaż paralaktyczny z klasycznym mechanizmem zegarowym z obciążnikami, który trzeba nakręcać przed sesją obserwacyjną. Podczas spotkania, w języku rosyjskim wprowadził krótko w zasadę działania teleskopu, przybliżył też podstawowe informacje o ciałach niebieskich, które danej nocy mieliśmy obserwować. Nie było tu miejsca na improwizację, wszystko odbywało się zgodnie z założonym planem. Prośba skierowania teleskopu na dodatkowy obiekt spotkała się ze zdecydowaną odmową. Trzeba przyznać, że mocno leciwa konstrukcja instrumentu dawała doskonale radę, choć wyciąg i prawdopodobnie ortoskopowy okular mogłyby przejść gruntowny remont lub zostać zastąpione nowocześniejszymi odpowiednikami.

Budynek i kopuła obserwatorium uniwersyteckiego w Erywaniu

Kłopoty ze światłem Erywania

Lokalizacja obserwatorium kilkadziesiąt kilometrów na północ od tonącego w światłach Erywania, od początku wydawała mi się podejrzana. W czasach, gdy zakładano placówkę, stolica Armenii prawdopodobnie nie stanowiła aż takiego problemu, jednak wzrost liczby mieszkańców, postępująca urbanizacja miasta i terenów przyległych, musiały odcisnąć negatywne piętno. I rzeczywiście, pierwszym wrażeniem, jakie odniosłem, gdy w pogodną noc wszedłem do pawilonu z 32-cm Newtonem, było, że jest jasno, za jasno. Postaci moich znajomych i opiekuna pawilonu były wyraźnie widoczne i nie było to wyłączną winą Księżyca będącego akurat w pobliżu pierwszej kwadry. W dole, na równinie u stóp Araratu jarzyła się pajęczyna świateł ustawionych wzdłuż dróg i wokół domostw. Wielka jasna plama Erywania świeciła w niebo, a pojedyncze chmury, które wędrowały po niebie, zdawały się dodatkowo odbijać miejską łunę ku naszym oczom. Zapytałem więc, czy problem zanieczyszczenia światłem nie stanowi poważnego ograniczenia funkcjonalności obserwatorium. Otrzymałem odpowiedź twierdzącą, że fotometria jest tu już wykluczona, a główne obserwacje skupiają się na spektroskopii, która w takich warunkach pozwala jeszcze na otrzymywanie sensownych danych naukowych. Wydaje się, że problem jasnego nieba w Biurakan będzie stale narastał, co sukcesywnie ograniczać będzie możliwości obserwatorium. Czy z wiodącego ośrodka naukowego Armenii stanie się kiedyś tylko bazą szkoleniową dla studentów, czas pokaże…



Dzieło Mikołaja Kopernika w gablocie muzeum Matenadaran

Obserwatorium uniwersyteckie w stolicy

Spacerując po pełnym zieleni, skwerów, fontann, pomników i rzeźb Erywaniu, spojrzałem na mapę północnych kwartałów centralnej części miasta, gdzie na prawo od słynnych Kaskad z radością dostrzegłem obiekt podpisany „Obserwatorium”. Skierowaliśmy się więc zgodnie z planem ulic i po kilkunastu minutach dotarliśmy do niewielkiego parku, w którym w słonecznym świetle dumnie lśniła kopuła uniwersyteckiego obserwatorium astronomicznego. Wychodząca akurat z niego kobieta zwróciła uwagę na dwójkę z zainteresowaniem obchodzących budynek turystów, co szybko doprowadziło do przyjaznej konwersacji mocno łamanym z obu stron rosyjskim. Po krótkiej wymianie zdań udało się ją przekonać, żeby wpuściła nas na chwilę pod kopułę, aby zobaczyć zainstalowany w niej teleskop. Ten okazał się leciwym refraktorem o średnicy 20 cm i sprzężonym z nim małym teleskopem Newtona, powieszonymi razem na montażu paralaktycznym. Według słów gospodyni służą one do pokazów nieba dla mieszkańców miasta i studentów miejscowego uniwersytetu. W pobliżu budynku nie mogło zabraknąć pomnika Wiktora Ambarcumiana, pod którym były oczywiście świeże kwiaty.

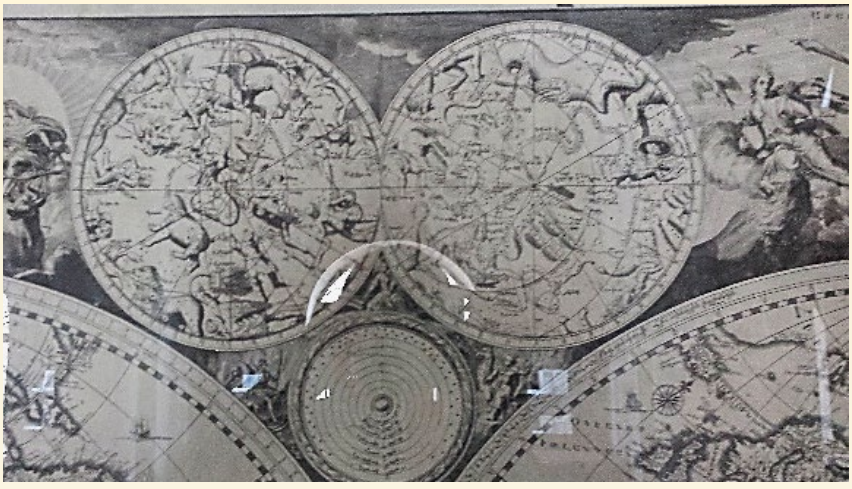
Przypadkowe spotkanie z... Kopernikiem

W niewielkiej odległości od obserwatorium astronomicznego znajduje się Matenadaran — wspaniała instytucja przechowująca tysiące starożytnych i średniowiecznych manuskryptów spisanych w języku ormiańskim, perskim, arabskim, greckim, hebrajskim i łacińskim. Na widok publiczny wystawiona jest oczywiście tylko niewielka część z nich, która daje jednak pojęcie o wadze i znaczeniu zgromadzonego tam dziedzictwa, nie tylko zresztą ormiańskiego, ale całej ludzkości. Magazyny na najcenniejsze zabytki wykuto tu głęboko w skale, według zimnowojennej retoryki ponoć dlatego, aby były bezpieczne nawet w przypadku wojny jądrowej. Wśród odpisów, kopii, drukowanych późniejszych wydań dzieł Ptolemeusza, Arystotelesa, Euklidesa i innych wielkich dawnych epok, zna-

Widok na obserwatorium z drogi dojazdowej do wioski Biurakan

lazłem też coś, co każdemu polskiemu astronomowi momentalnie podwyższa puls — opus magnum życia i działalności Mikołaja Kopernika „De revolutionibus orbium coelestium”! Jak się okazało, po lekturze stosownej plakietki z opisem, było to faksymile rękopisu wielkiego astronoma, dar prezydenta RP Aleksandra Kwaśniewskiego dla erywańskiego muzeum.

Innym ciekawym eksponatem, który przykuł moją uwagę, była pierwsza ormiańskojęzyczna, bogato zdobiona w ornamenty i sceny rodzajowe mapa świata, wydrukowana w 1695 roku w Amsterdamie. Poza dwiema ziemskimi hemisferami (na jednej z nich na obszarze naszego kraju doskonale widoczna jest Wisła z Bugiem i Odra), znalazła się też mapa nieba północnego i południowego. Poniżej nich autor wygospodarował nieco miejsca na ówczesny model Układu Słonecznego, rzecz jasna heliocentryczny.



Fragment mapy świata z 1695 r.

Zamiast podsumowania — ceńmy i doceńmy Ormian

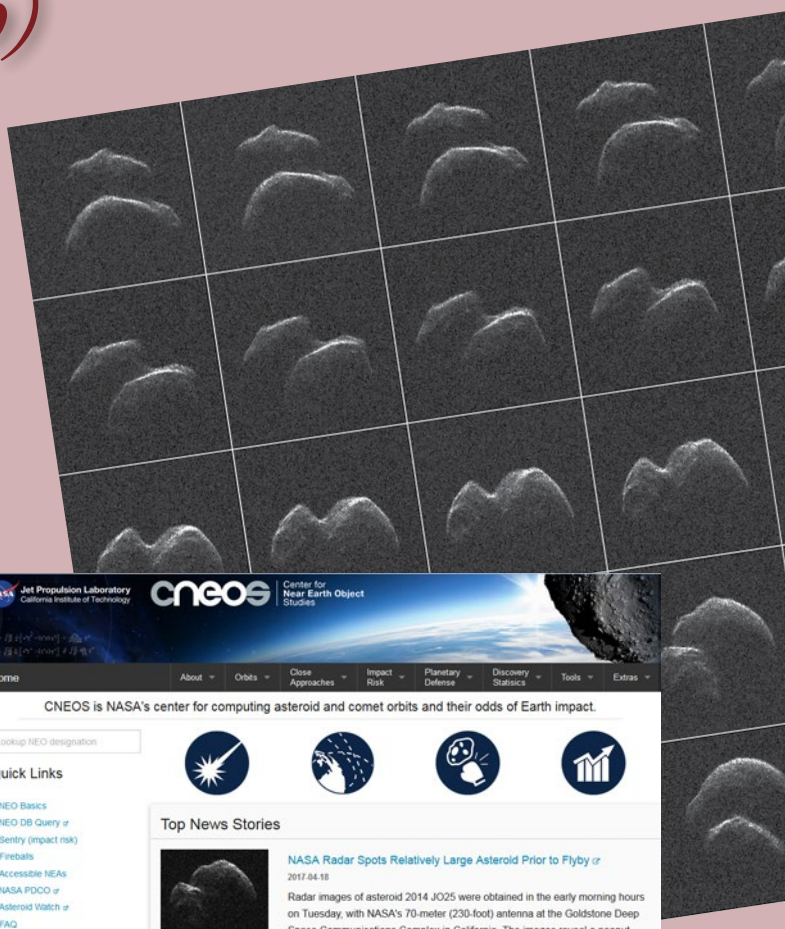
Wypadałoby w tym miejscu wyjaśnić zasadniczą różnicę pomiędzy Armeńczykiem i tym co armeńskie, a Ormianinem, któremu bliskie jest wszystko co ormiańskie. W pierwszym przypadku mamy na myśli państwo, w ramach którego obywatele (czasem różnych narodowości) mogą kultywować swoje indywidualne tradycje i obyczaje. Państwo Armenia jest ich domem, stoi na straży porządku prawnego, wyznacza ramy życia politycznego, gospodarczego i kulturalnego. Przymiotnik ormiański odnosi się do narodowości i społeczności Ormian, która dominuje (blisko 98%) w składzie etnicznym kraju. Nacja ta wydała wiele znamienitych postaci, które rozproszyły się po świecie, ubogacając lokalne kultury. Szybka kwerenda w Google daje nadspodziewanie zaskakujące wyniki. Pod hasłem „słynni Ormianie” kryją się między innymi: Aram Chaczaturian (1903–1978) — znany i ceniony kompozytor muzyki klasycznej, Charles Aznavour (1924) — francuski pieśniarz i aktor, Cher (1946) — amerykańska piosenkarka i aktorka, Garri Kimowicz Kasparow (1963) i Tigran Petrosjan (1929–1984) — szachowi mistrzowie świata, Andre Kirk Agassi (1970) — słynny tenisista, Artiom Iwanowicz Mikojan (1905–1970) — radziecki konstruktor samolotów, James Philip Bagian (1952) — amerykański astronauta, Alain Prost (1955) — czterokrotny mistrz świata Formuły 1, a także członkowie znanego amerykańskiego zespołu rockowego System of a Down i wielu innych.

Wśród Polaków, mających ormiańskie korzenie lub rodzinne konotacje wymienić wypada: Juliusza Słowackiego (1809–1849) — narodowego wieszcza, Zbigniewa Herberta (1924–1998) — wielkiego poetę, Krzysztofa Pendereckiego (1933) — światowej sławy kompozytora, Jerzego Kawalerowicza (1922–2007) — reżysera „Faraona”, Roberta Makłowicza (1963) — krytyka kulinarnego, Roberta Amiriana (1972) — wokalisty i muzyka rockowego, Grzegorza Piramowicza (1735–1801) — jezuitę, działacza i pedagoga oświeceniowego, Ignacego Łukaszewicza (1822–1882) — pioniera przemysłu naftowego w Europie czy Annę Dymną (1951) — aktorkę filmową i teatralną. W kwestii religii i obyczajów Polacy i Ormianie są jak bracia. Ich ojczyzna to przecież prekursor chrześcijaństwa jako dominującego w państwie wyznania, które jest od wieków, przynajmniej nominalnie, również główną religią w naszym kraju. To właśnie chrześcijaństwo stało się w Armenii oficjalnym wyznaniem, zanim w starożytnym Rzymie swój słynny dekret wydał Konstantyn Wielki. Polska, czyli swojsko po ormiańsku brzmiący Lechastan, jest tu lubiana i szanowana. Ludność jest przyjazna i gościnna, co dość często kończy się spontanicznymi wspólnymi biesiadami, zakrapianymi domowej produkcji trunkami o dużej mocy. Armenia jest wciąż dla nas nieodkryta, będąc jednocześnie na wyciągnięcie ręki. Warto poznać ją samemu, gdyż jej dziedzictwo stanowi trwały element europejskiej tożsamości, choć tak od Europy odległy i przez Europę zapomniany.

Równina u stóp Araratu, po lewej stronie widoczne peryferie Erywania

Przemysław Rudź jest specjalistą w Departamencie Edukacji POLSA. Jego sylwetkę prezentowaliśmy w numerze 5/2016 *Uranii*.

Co mogło(by) spaść na nasze głowy (ale na szczęście jeszcze nie spadło)



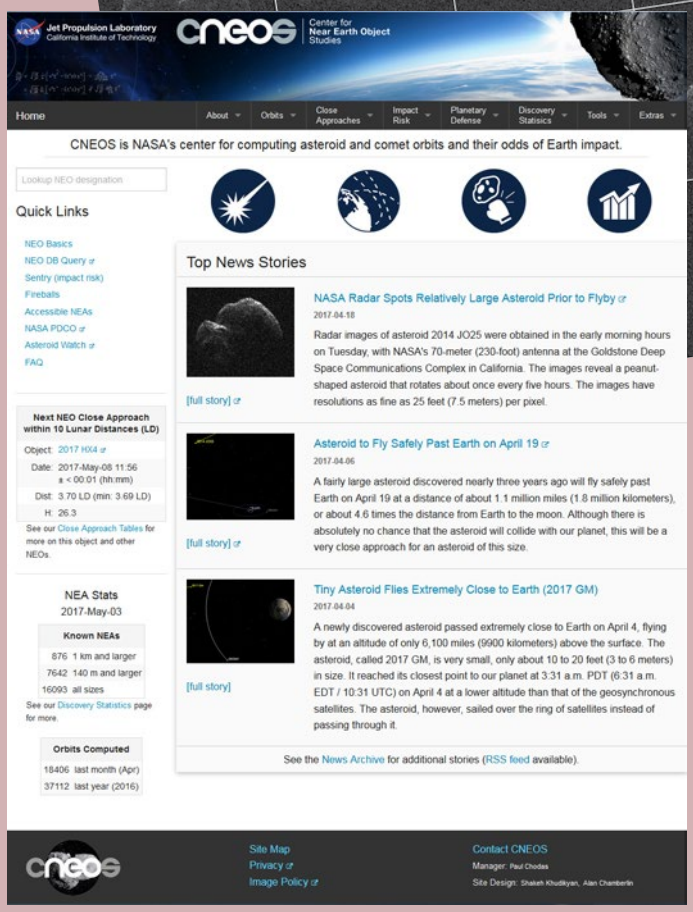
Są tematy, które lubią powracać na łamy prasy czy ekrany telewizorów, o internecie nie wspominając. Jednym z nich jest możliwość zderzenia Ziemi z dużym meteorem czy planetoidą. Właśnie niedawno, 18 kwietnia br. miał miejsce bliski (w odległości około 1,8 mln km od Ziemi) przelot kilkusetmetrowego obiektu o nazwie 2014 JO25. Dzięki badaniom radarowym udało się uzyskać jego obrazy o rozdzielczości dochodzącej do 7,5 m/piksel. Możemy je sobie obejrzeć pod adresem: https://cneos.jpl.nasa.gov/.

Czytelnicy szukający mocniejszych wrażeń mogą przeczytać notkę z 4 kwietnia br. o co prawda niewielkim — 3 do 6 metrów średnicy — obiekcie 2017 GM, ale odkrytym zaledwie kilka godzin przed największym zbliżeniem do Ziemi, które miało miejsce na wysokości około 9900 km nad jej powierzchnią.

Po ochłonięciu z pierwszych wrażeń możemy zająć się wędrówką po obszernej bazie danych związanych z NEO (*Near Earth Objects*). Pomagają w tym liczne opcje oferowane przez zakładki w górnej części strony. Dostajemy do ręki wyrafinowane narzędzia pozwalające na kompleksowy przegląd bazy, ale też i na interakcyjną symulację zderzenia Ziemi z hipotetyczną planetoidą, czy też podjąć próbę zmiany orbity obiektu poprzez zderzenie ze statkiem kosmicznym wysłanym z Ziemi (*kinetic impactor deflection technique*). Przy okazji widać, z jak wielkim czasowym wyprzedzeniem i jak daleko od Ziemi trzeba zrealizować taką misję, aby była skuteczna.

Dostępne w bazie obiekty posiadają szczegółowe „metryczki" z odnośnikami do literatury włącznie. Jak zwykle proponujemy samodzielną wędrówkę w gąszczu proponowanych opcji — omówienie ich wymagałoby obszernego artykułu.

Roman Schreiber



Powiat Turecki — unijna droga do gwiazd i kosmiczny spichlerz

Oto dwa przykłady najnowszych lokalnych inicjatyw astronomicznych w Wielkopolsce. W Turku ze środków pozyskanych z Unii Europejskiej powstanie obserwatorium astronomiczne. Z kolei władze Tuliszkowa w zagospodarowanym zabytkowym spichlerzu chcą stworzyć miejsce dla miłośników kosmosu.

Turek i Tuliszków to dwa z trzech miast powiatu tureckiego znajdującego się we wschodniej części województwa wielkopolskiego. Najwyraźniej w edukacji i popularyzacji astronomii władze samorządowe tych miejscowości widzą skuteczny środek do podniesienia poziomu nauczania przedmiotów matematyczno-przyrodniczych oraz metodę na utrwalanie lokalnych więzi kulturowych.

Miasto Turek otrzymało dofinansowanie ze środków Unii Europejskiej na realizację projektów edukacyjnych w Gimnazjum nr 2 im. Mikołaja Kopernika. Na program pn. „Odkrywczo, eksperymentalnie i aktywnie" przeznaczonych zostanie łącznie 1085 tys zł. W szkole, która zgodnie z planami samorządowymi, stanie się wkrótce częścią Szkoły Podstawowej Nr 1 im. Henryka Sienkiewicza, powstaną sfinansowane z części ww. kwoty m.in.: Eksperymentarium Nauk Przyrodniczych „Mały Kopernik", mobilne obserwatorium astronomiczne do obserwacji Słońca, gwiazd, planet i Księżyca oraz obserwatorium meteorologiczne do obserwacji zjawisk atmosferycznych.

Z kolei w Tuliszkowie trwają prace nad koncepcją zagospodarowania zabytkowego spichlerza usytuowanego w zespole dworsko-parkowym w Tuliszkowie. Jednym z pomysłów jest umiejscowienie tu oprócz pałacu ślubów oraz sali tradycji również małej pracowni astronomicznej, obserwatorium astronomicznego. Placówka ta ma służyć nie tylko do edukacji i popularyzacji astronomii, ale również upamiętniać postać Mikołaja z Tuliszkowa, który w XV i XVI wieku na Uniwersytecie Jagiellońskim żywo rozwijał swoje zainteresowania astronomiczno-astrologiczne. Koncepcja architektoniczna, uzgodniona z konserwatorem zabytków, będzie realizowana, o ile skuteczne będą działania władz samorządowych w obszarze pozyskiwania zewnętrznych środków z funduszy Unii Europejskiej.

Grzegorz Piekarzewicz

U góry: Turek — Gimnazjum Nr 2 im. Mikołaja Kopernika (źródło: facebook.com), na dole: Tuliszków — zabytkowy spichlerz (źródło: www. tuliszkow.pl)

Historyczny lot używanego Falcona 9

30 marca 2017 r. ze stanowiska 39A w Cape Canaveral na Florydzie wystartowała rakieta Falcon 9. Start zapisał się do historii jako pierwszy lot orbitalny przy użyciu pierwszego stopnia, który leciał już w innej misji i powrócił na Ziemię.

Po 15 latach rozwoju firmy, zrealizowano aspiracje o powtórnym użyciu pierwszego stopnia rakiety. Cel ten przyświecał firmie SpaceX od samego początku rozwoju. Pierwszym etapem były udane lądowania rakiet na lądzie i barce. Gdy po kilku niepowodzeniach zaczęto regularnie odzyskiwać pierwsze stopnie, było kwestią czasu, kiedy po raz pierwszy do ponownego lotu zostanie użyty odzyskany stopień. 30 marca nie tylko z powodzeniem wysłano komercyjnego satelitę SES-10, ale też użyty już drugi raz stopień powrócił i wylądował na bezzałogowym statku.

Użyty stopień Falcona 9 po raz pierwszy leciał w kwietniu 2016 r., kiedy udało mu się wystartować kapsułę zaopatrzeniową Dragon do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Po udanej misji Elon Musk, prezes firmy powiedział, że planuje w tym roku wykorzystać jeszcze do 6 używanych rakiet — 3 lub 4 loty Falconów 9 i debiutancki lot Falcona Heavy z dwoma użytymi stopniami po bokach rakiety.

Rafał Grabiański

Atmosfera Marsa uciekła w kosmos

Mars to dziś niewielka, sucha planeta. Z jej niegdyś gęstszej atmosfery zostało niewiele. W oparciu o stosunki różnych izotopów — które obecnie nie są takie, jakie być powinny, gdyby Mars od początku był suchy i jałowy — planetolodzy doszli do wniosku, że Czerwona Planeta musiała stracić od 25% do 90% swej dawnej atmosfery w ciągu czterech ostatnich miliardów lat.

Jak to możliwe? Do niedawna jednym z popularniejszych wyjaśnień była hipoteza mówiąca że atmosfera Marsa została na pewnym etapie odrzucona przez silny wiatr słoneczny — strumienie naładowanych cząstek, które są wyrzucane przez Słońce z prędkościami rzędu 400 km/s. Dziś naukowcy związani z projektem NASA o nazwie MAVEN mogą potwierdzić te przypuszczenia.

Sonda MAVEN zatacza pętlę wokół Marsa, zanurzając się w górnych warstwach

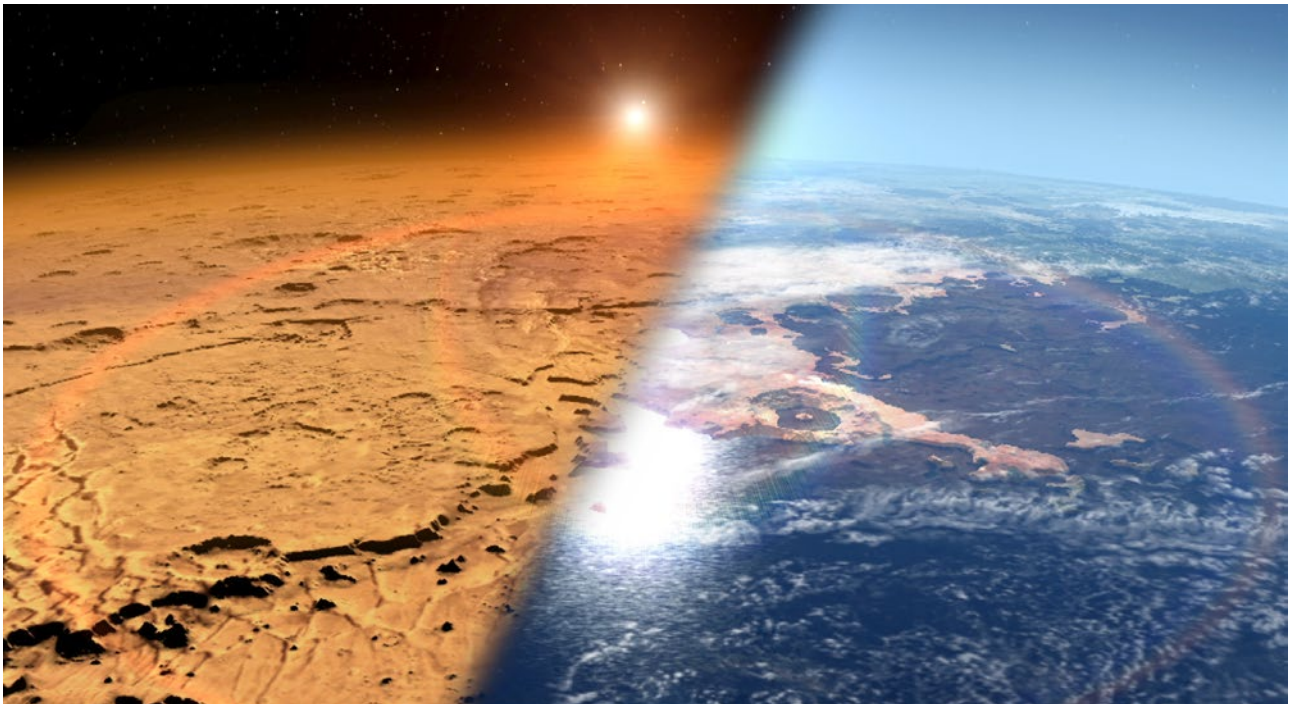
Pierwszy lot używanej rakiety orbitalnej. Falcon 9 startujący z wyrzutni 39A na Florydzie z ładunkiem SES-10. Źródło: SpaceX

jego rzadkiej atmosfery i mierząc jej parametry. Analizujący te dane zespół Bruce'a Jakosky'ego z Uniwersytetu Kolorado zdołał wyznaczyć poziomy dwóch izotopów argonu: argonu 36 i cięższego argonu 38. Argon to gaz szlachetny, bardzo słabo reagujący ze związkami chemicznymi na powierzchni planety. Mars mógł się więc pozbyć go tylko na jeden sposób — poprzez ucieczkę dużej części jego atmosfery w przestrzeń kosmiczną. Cięższy izotop argonu zwykle zasiedla niższe partie atmosfery niż lekki, co w efekcie daje przewidywalny stosunek gęstości obu izotopów w górnych warstwach marsjańskiej atmosfery. Lżejszy izotop jest przy tym bardziej podatny na odrzucenie przez wiatr słoneczny.

Obserwacje wykonane przez sondę MAVEN jednoznacznie wykazują, że obecnie Mars ma o wiele mniej argonu 36 niż Ziemia i inne ciała Układu Słonecznego. Można to wyjaśnić tym, że planeta utraciła około dwóch trzecich argonu zawartego początkowo w swej atmosferze. Wynik ten jest w zgodzie z wcześniejszymi badaniami Marsa z 2013 roku.

Choć argon słabo reaguje z innymi pierwiastkami, nie mógł zniknąć z atmosfery Marsa w samotności — musiały mu towarzyszyć inne jej składniki. Zespół Jakosky'ego ocenia, że Mars stracił co najmniej jeden bar (jest to jednostka ciśnienia atmosferycznego równa ciśnieniu na poziomie morza na Ziemi) głównego składnika swej atmosfery, czyli dwutlenku węgla. To przynajmniej częściowo wyjaśnia zmianę jego ciepłego niegdyś, całkiem wilgotnego klimatu.

Elżbieta Kuligowska



Artystyczna wizja porównująca obecny stan Marsa (po lewej) z możliwym wyglądem planety w jej dawnych czasach (po prawej), jeśli posiadała kiedyś ciekłą wodę i grubszą atmosferę niż obecnie. Źródło: NASA Goddard Space Flight Center

Fot. Marcin Fijałkowski

Kosmos z papieru,

czyli warsztaty współpracy rodzinnej w CFT

Od dwóch lat w Centrum Fizyki Teoretycznej organizujemy warsztaty astronomiczne, które są częścią warszawskiego Festiwalu Nauki. Festiwal trwa cały tydzień, wiele instytucji naukowych otwiera w tym czasie swe podwoje dla publiczności i przedstawia swoją pracę w formie wykładów i pokazów. Jakiś czas temu dostaliśmy sugestię od organizatorów, że mile widziane byłyby zajęcia interaktywne, na których nasi goście mogliby też coś wykonać i czynnie uczestniczyć, a nie jedynie słuchać lub oglądać. No i stąd pomysł na niedzielne warsztaty, adresowane przede wszystkim do młodszych dzieci — zaś w czasie gdy my zabawiamy pociechy, ich rodzice mogą spokojnie udać się do sali obok i wysłuchać poważnego wykładu, na przykład o niuansach ogólnej teorii względności.

Jak to wygląda w praktyce, okazało się bardzo szybko. Po pierwsze, rodzice dość niechętnie rozstają się z pociechami, a jeśli już, to raczej aby udać się na zakupy do pobliskiej galerii handlowej niż na jakiś nudny wykład. Sami byli pewnie niedawno studentami, więc na razie im wykładów wystarczy. Po drugie, to często rodzice, a nie potomstwo, chętniej wykonują różne zadania praktyczne, pomagają lub nawet wyręczają maluchy. W programie naszych warsztatów umieściliśmy zadania proste, takie jak kolorowanki i rysowanie gwiazdozbiorów, średnio trudne, takie jak sklejanie modeli planet z szablonu na planie dwudziestościanu foremnego, zadania trudne, jak złożenie z papieru modelu satelity rentgenowskiego, aż po zadanie „z gwiazdką", polegające na zbudowaniu modelu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Idea była taka, żeby każdy znalazł coś dla siebie: i sześciolatka, i piątoklasista, i artysta, i matematyczka, zaś to najtrudniejsze zadanie wymagałoby dodatkowo umiejętności nawiązania współpracy w większej grupie. Ten ostatni czynnik był zresztą zapewne powodem, dlaczego stacji kosmicznej jak dotąd na warsztatach nikomu nie udało się zbudować.

Polacy to indywidualiści i introwertycy, w każdym razie ci zainteresowani naukami ścisłymi. Mieliśmy na zajęciach przyjemność obserwować dzieci, które bez problemu wykonywały mapkę nieba, wyszukiwały i malowały ulubiony gwiazdozbiór, a na koniec pięknie sklejały model planety. To wszystko sprawne dziecko może wykonać samo w ciągu godziny. Mniej sprawne — poprosi o pomoc mamę lub tatę, dużo rzadziej nas, czyli personel, no bo przecież się jeszcze dobrze nie znamy, zaś prawie nigdy dzieci nie zwracały się o pomoc do siebie nawzajem (z wyjątkiem rodzeństw). Personel w CFT, nawiasem mówiąc, też często cierpi na indywidualizm i introwertyzm, więc wyrywny bardzo nie jest, no chyba że ktoś wyraźnie poprosi albo szefowa każe. Ale jeśli trafimy na przykład na tandem sprawnego dziesięciolatka i jego opiekuńczego taty albo, tym bardziej, sprawnej mamy i bystrej córeczki, to ukoronowaniem warsztatów jest wspólne wykonanie modelu satelity rentgenowskiego przez taki duet.

Większość osób wychodziła z naszych zajęć zadowolona, więc będziemy prowadzić je nadal, sami także przy okazji się czegoś ucząc. Wszystkim jednak dogodzić nie sposób, więc były i takie sytuacje, gdy ktoś opuszczał nasz instytut z buzią w podkówkę, bo nic mu (jej) nie wyszło, a tata nie pomógł. Czasem z kolei to tata (lub mama) wychodzili niezadowoleni, no bo przecież się starają, przywożą, zachęcają, pomagają, a dziecko marudzi i jest znudzone. Takie sytuacje uczą po prostu tego, że nie każdy ma jednakowe zdolności i zamiłowania czy to do pracy manualnej, czy to wymagające wyobraźni przestrzennej, a astronomia, mimo że brzmi romantycznie, to jednak wiąże się z pewnym wysiłkiem i jest nauką ścisłą. Lepiej się o tym przekonać na takich niezobowiązujących (i bezpłatnych!) zajęciach, niż potem w klasie matematycznej w liceum lub na studiach inżynierskich, gdy źle wybierzemy kierunek.

Fot. Agnieszka Janiuk

No a wracając do tej nieszczęsnej stacji kosmicznej, to mamy nadzieję, że może kiedyś, w którejś z następnych edycji, doczekamy się jeszcze młodych uczestników, którzy mają nie tylko zamiłowania i bystre umysły, ale i pewne zdolności interpersonalne. I potrafią je wykorzystać oraz bez pomocy rodziców, za to aktywnie współpracując z nowo poznanymi osobami przy jednym projekcie, wykonają w całości papierowe (a kiedyś może i prawdziwe) skomplikowane kosmiczne urządzenie badawcze. Inaczej, Polacy będą w ESA czy innych organizacjach nadal tylko klientami lub podwykonawcami małych (choć oczywiście bardzo istotnych i precyzyjnych) elementów, a wpływ na decyzje i cały splendor będzie przypadał reszcie świata.

Agnieszka Janiuk

Delta Optical AstroShow

NOCĄ PEGAZ, A W DZIEŃ NAJPIĘKNIEJSZE KONIE ARABSKIE! CZYLI 7. ASTROSHOW W JANOWIE PODLASKIM.

Szukaliśmy i znaleźliśmy: idealnie ciemne niebo nocą, piękne widoki w ciągu dnia i wygodna miejscówka, o ile miejscówką można nazwać Zamek! Siódmy zlot Delta Optical AstroShow odbędzie 25-27 sierpnia 2017 roku w Janowie Podlaskim. Zanim przejdziemy do szczegółów to kilka odczuć wrażeniowych: szumiące łąki, szemrzący Bug, ciche pola, zapach lata, tętent kopyt w stadninie, a nocą aksamitne niebo.

Obiekt
Spać będziemy w Zamku Biskupim. Obiekt sięgający historią XV w. położony jest w samym sercu Parku Krajobrazowego Podlaski Przełom Bugu.

Niebo
Mamy duże szanse na naprawdę ciemne niebo, bo Janów Podlaski to nieduża miejscowość, położona daleko na wschodzie, tam, gdzie nie docierają światła i zanieczyszczenia z aglomeracji miejskich. Sierpień obdaruje nas: wciąż widocznym Jowiszem, który z Księżycem da pokaz koniunkcji, Saturnem, który będzie z wolna oddalał się od czerwcowej opozycji, a do tego spektaklem mgławic emisyjnych i planetarnych, gromad otwartych i kulistych oraz gwiazd podwójnych i nawet tych spadających!

Goście
Trochę nas tam będzie i trochę to będzie niezwykłe, bo wśród nas będzie przechadzał się pierwszy Polak w kosmosie - Generał Mirosław Hermaszewski (kolejny raz zaszczyci nas w czasie AstroShow).

Sprzęt
Nie zabraknie najlepszego sprzętu. Będą montaże AZ-EQ5, AZ-EQ6, następca EQ6 – EQ6-R oraz miniaturowe głowice astrofotograficzne: Star Adventurer i mniejszy Adventurer Mini. Na AstroShow będzie największy seryjnie produkowany teleskop świata - pół metrowej apertury Sky-Watcher Dobson 20" z systemem SynScan GO-TO!

Letnia Szkoła Mikroskopii Optycznej
Jak każdego roku, podczas AstroShow odbędzie się również Letnia Szkoła Mikroskopii dla Młodych Badaczy. W trakcie zajęć, spróbujemy poznać tajniki otaczającego nas mikroświata, korzystając z mikroskopów biologicznych i stereoskopowych.

Odliczanie do AstroShow czas zacząć!

25-27 sierpnia 2017

Więcej informacji oraz zapisy na
www.astroshow.deltaoptical.pl

DELTA® optical | bliżej pasji | ASTROFAZA.PL | ASTRONOMIA MIESIĘCZNIK DLA LUDZI Z PASJĄ www.astronomia.media.pl | Urania Postępy Astronomii

100 tysięcy meteorów w 2016 roku!

Polish Fireball Network (PFN) to projekt polegający na regularnym monitorowaniu nieba nad Polską w celu rejestracji meteorów i bolidów. W 2016 roku 71 kamer PFN zarejestrowało 100 389 meteorów. Pozwoliło to na wyznaczenie 19 087 trajektorii oraz orbit meteoroidów.

Polish Fireball Network

Obserwacje meteorów prowadzone przez sieci kamer pozwalają na wyznaczenie trajektorii lotu meteoroidów, a następie orbit, po jakich poruszały się, zanim trafiły do naszej atmosfery. Dzięki temu jest możliwe określenie, z którego obszaru Układu Słonecznego do nas przybyły. Meteory należące do strumienia meteoroidów mają orbity o podobnych parametrach i widzimy je na naszym niebie jako wylatujące z jednego miejsca, zwanego radiantem. Systematyczne obserwacje prowadzone każdej nocy pozwalają na badanie charakterystyki strumieni meteoroidów, ich zmienności oraz cech fizycznych należących do nich obiektów.

Jeszcze nigdy ziemska atmosfera nie była tak masowo monitorowana przez kamery sieci bolidowych. W ostatnich latach dzięki większej dostępności odpowiedniego sprzętu w cenach przystępnych dla miłośników astronomii powstało wiele nowych sieci na całym świecie. Jedną z pierwszych sieci opartych o obserwacje prowadzone przez niedrogie, ale czułe kamery video była Polish Fireball Network (PFN) uruchomiona przez Pracownię Komet i Meteorów (www.pkim.org).

PFN rozpoczęła swoje obserwacje w 2004 r. od zaledwie 3 stacji w Ostrowiku, Złotokłosie i Poznaniu. Od tego czasu sieć zmieniła się w projekt, w którym uczestniczy kilkadziesiąt osób. Projekt pozwala na naukowe wykorzystanie obserwacji wykonywanych głównie przez miłośników astronomii, obserwatoria astronomiczne, ośrodki kultury i szkoły.

Sprzęt PFN do obserwacji meteorów

Głównym narzędziem do obserwacji meteorów przez ostatnie 13 lat są stosunkowo tanie czułe analogowe kamery video. Wśród zastosowanych modeli najwięcej jest kamer Tayama C3102-01A1. Kamery te produkowane były do celów dozorowych, jednak znakomicie sprawdzają się w zastosowaniach astronomicznych. Standardem przyjętym w PFN są obiektywy o ogniskowej f=4 mm i światłosile F=1,2. Zestaw taki umożliwia zarejestrowanie meteorów jaśniejszych od 2 mag., z rozdzielczością wystarczającą do wykonywania obliczeń trajektorii i orbit meteoroidów. W ciągu typowej nocy jedna kamera rejestruje od kilku do kilkunastu meteorów, a nawet kilkadziesiąt podczas maksimów dużych rojów. Kamery przytwierdzone nieruchomo do ścian lub kominów przez okrągły rok prowadzą obserwacje. W celu zabezpieczenia ich przed opadami deszczu i mrozem są umieszczane w standardowych obudowach stosowanych w systemach dozorowych.

W PFN są wykorzystywane również najczulsze dostępne kamery analogowe Mintron 12V6HC-EX oraz obiektywy o światłosiłach nawet F=0,75. Koszt takiego zestawu może być 10-krotnie wyższy niż opisanego powyżej, ale pozwala na zarejestrowanie nawet 4-krotnie większej ilości słabszych meteorów, niemożliwych do zaobserwowania przez tańsze zestawy. Kamery te ustawiane są parami, by umożliwić późniejsze liczenie trajektorii.

W ostatnich latach bardzo szybko rozwijały się możliwości cyfrowych kamer video. Obecnie ich czułości dogoniły te, jakimi charakteryzują się tanie kamery analogowe. Dodatkowo oferują znacznie większą rozdzielczość oraz lepszą jakość obrazu dzięki wyeliminowaniu analogowej transmisji. W naszej sieci zastosowaliśmy kamery DMK 23GX236 o rozdzielczości 1920×1200, wyposażone w obiektywy Tamron 2,4–6 mm ze światłosiłą F=1,2. Koszt tego zestawu również jest kilkukrotnie wyższy od podstawowego, ale umożliwia uzyskanie znacznie dokładniejszych wyników.

Oprogramowanie

Wykrywanie meteorów odbywa się automatycznie. W przypadku kamer analogowych jest wykorzystywany do tego program MetRec lub UFOCapture. Zastosowanie pierwszego wymaga zainstalowania kosztownej karty Matrox Meteor-2 do digitalizacji obrazu. Drugi program zadziała nawet z bardzo tanim EasyCap, ale wymaga wykupienia licencji. Obydwa programy pracują w środowisku Windows.

Kamery cyfrowe mogą być podłączone bezpośrednio do komputera. Pierwsze dwie zostały uruchomione z UFOCapture. Następne pracują już pod Linux ze zmodyfikowanym przez nas programem Freeture stworzonym dla francuskiej sieci bolidowej. Oprogramowanie to uwolniło nas od wykupywania licencji na Windows i UFOCapture oraz dało możliwość dostosowania programu do naszych potrzeb.

Dane rejestrowane przez kamery przesyłane są przez obserwatorów lub automatycznie na centralny serwer, gdzie jest dokonywana ich analiza i wyznaczanie trajektorii. Programem do wstępnego przeglądania wyników z sieci bolidowej jest UFOOrbit. Precyzyjne obliczenia są wykonywane za pomocą pakietu PyFN stworzonego przez Przemysława Żołądka.

Rekordowy rok

Każdego roku PFN zwiększa ilość kamer, które monitorują niebo nad Polską. Zestawienie wyników z ostatnich lat przedstawia tabela 1. Szczególnie szybki wzrost nastąpił po uzyskaniu dofinansowania z Narodowego Centrum Nauki w 2014 r., dzięki któremu możliwe było zakupienie wielu czułych kamer analogowych i cyfrowych.

Tabela 1. Obserwacje wykonane przez PFN oraz wyznaczone orbity w latach 2011–2016.

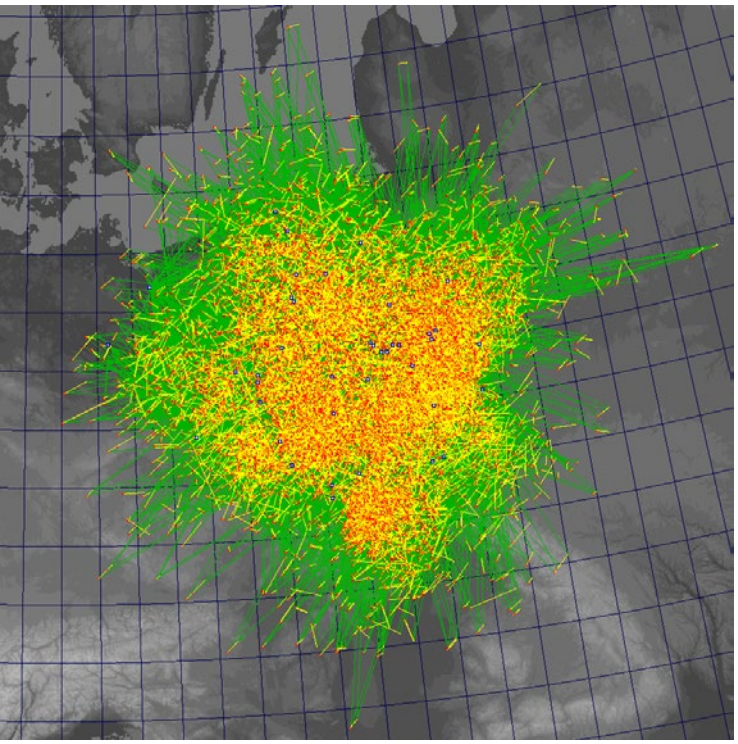
Rok	Detekcje	Orbity (Q0)	Orbity (Q1)
2011	24063	3424	2280
2012	28527	4166	2791
2013	36424	6133	4377
2014	46928	7349	5163
2015	79754	13685	10198
2016	100389	19087	13700

W 2016 r. po raz pierwszy przekroczyliśmy 100 tys. zjawisk zarejestrowanych w jednym roku. Ilości zarejestrowa-

Ogłoszenie

W dniach 10–12 marca 2017 roku w Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika w Warszawie odbyło się XXXI Seminarium i XIV Walne Zgromadzenie PKiM. Na spotkaniu udzielono absolutorium ustępującemu oraz wyłoniono nowy zarząd w składzie: Przemysław Żołądek – prezes; Mariusz Wiśniewski – skarbnik; Maciej Maciejewski – sekretarz. Komisja rewizyjna: Andrzej Skoczewski; Krzysztof Polakowski; Zbigniew Tymiński

Zarząd PKiM



Trajektorie meteorów wyznaczone na podstawie danych z 2016 r. Na niebiesko zostały zaznaczone pozycje stacji PFN

nych meteorów przez poszczególne kamery zestawione zostały w tabeli 2. Dzięki tak wielkiej ilości danych możliwe było wyznaczenie aż 19087 orbit (ozn. Q0), z czego 13700 orbit było dobrej jakości (ozn. Q1).

Mapa na rysunku 1 przedstawia wszystkie policzone trajektorie meteoroidów, co daje nam obraz pokrycia nieba nad Polską przez kamery PFN. Najlepiej jest patrolowany obszar nad centralną i południowo-wschodnią Polską.

Duży wpływ na wyniki uzyskiwane przez PFN ma pogoda. Szczególnie niekorzystna jest pierwsza połowa roku, w czasie której zwykle uzyskiwane jest zaledwie 20% wszystkich rocznych obserwacji. Kolejny spadek ilości pogodnych nocy następuje jesienią.

Poszukiwania meteorytów

Jednym z celów projektu PFN jest zarejestrowanie i odnalezienie świeżego meteorytu na terytorium Polski. W zeszłym roku kilka jasnych bolidów było bardzo obiecujących. Wyznaczona została dla nich precyzyjna trajektoria lotu, z uwzględnieniem wiatrów wiejących na niskich wysokościach oraz potencjalny obszar spadku. Zorganizowaliśmy wiele wypraw poszukiwawczych, w których uczestniczyło kilkanaście osób. Niestety, do tej pory nie udało się odnaleźć meteorytów.

Rozbudowa sieci PFN

Potrzebujemy wielu chętnych do współpracy, szczególnie z północnych i zachodnich województw. Działanie stacji w bliskim sąsiedztwie nie oznacza, że nie przyda się kolejna. Zwiększa to precyzję obliczeń i zmniejsza prawdopodobieństwo braku danych z powodu chwilowej awarii lub wystąpienia zachmurzenia. Można dołączyć ze swoim sprzętem lub poprosić o wsparcie PFN. Najnowsze cyfrowe kamery pracujące na linux nie wymagaja zakupu dodatkowych licencji i są prawie całkowicie bezobsługowe. Wymagają jedynie dostępu do prądu i internetu. Zgłoszenia prosimy kierować na adres *pkim@pkim.org*.

Mariusz Wiśniewski

Tabela 2. Zestawienie obserwacji wykonanych w 2016 roku.

PFN ID	Stacja	Obserwator	Kam.	met.
PFN01	Ostrowik	Maciek Myszkiewicz	PAV01	118
PFN03	Złotokłos	Karol Fietkiewicz	PAV03	212
PFN06	Kraków	Maciej Kwinta	PAV06	1245
			PAV07	2150
			PAV79	3267
PFN13	Toruń	Tomek Fajfer	PAV14	161
PFN19	Kobiernice	Mariusz Szlagor	PAV08	4752
PFN20	Urzędów	Mariusz Gozdalski	PAV25	212
			PAV26	1566
			PAV38	276
			PAV99	3083
PFN24	Gniewowo	Krzysiek Polakowski	PAV40	507
PFN32	Chełm	Maciej Maciejewski	PAV35	6103
			PAV36	5878
			PAV43	3507
			PAV60	6053
PFN37	Nowe Miasto Lub.	Janusz Laskowski	PAV41	1081
PFN38	Podgórzyn	Tomek Krzyżanowski	PAV44	1231
			PAV49	695
			PAV50	578
PFN39	Rosocha	Andrzej Dobrychłop	PAV42	958
PFN40	Otwock	Zbyszek Tymiński	PAV09	1166
			PAV52	2341
PFN41	Twardogóra	Henryk Krygiel	PAV45	1186
			PAV53	1166
PFN42	Błonie	Paweł Zaręba	PAV47	159
			PAV48	135
			PAV56	131
			PAV58	6
PFN43	Siedlce	Maciej Myszkiewicz	PAV23	53
			PAV27	2956
			PAV61	1529
PFN45	Łańcut	Łukasz Woźniak	PAV55	262
PFN46	Grabniak	Tomasz Łojek	PAV57	3296
PFN47	Jeziorko	Tomek Lewandowski	PAV13	2130
			PAV62	1393
			PAV63	624
			PAV65	624
PFN48	Rzeszów	Marcin Bęben	PAV59	1655
			PAV64	1108
			PAV77	640
PFN49	Helenów	Paweł Woźniak	PAV23	1472
PFN59	Brzozówka	Andrzej Skoczewski	MDC22	—
PFN51	Zelów	Jarosław Twardowski	PAV22	854
PFN52	Stary Sielc	Marcin Stolarz	MDC04	808
			MDC12	700
			PAV66	5274
			PAV75	2381
PFN53	Belęcin	Michał Kałużny	PAV68	1415
PFN54	Lęgowo	Grzegorz Tisler	PAV69	384
PFN55	Ursynów	Przemek Żołądek	MDC01	—
			MDC02	—
PFN57	Krotoszyn	Tomasz Suchodolski	PAV70	921
PFN58	Opole	Filip Kucharski	PAV72	831
PFN60	Bystra	Piotr Nowak	PAV74	291
			PAV80	5115
PFN61	Piwnice	Marcin Gawronski	PAV10	1843
PFN62	Szczecin	Zbigniew Laskowski	MDC05	148
PFN63	Starowa Góra	Arek Raj	MDC13	139
PFN64	Grudziądz	Sebastian Soberski	MDC18	128
PFN67	Nieznaszyn	Walburga Węgrzyk	PAV78	3521
PFN68	Dąbrowa	Przemek Żołądek	MDC02	134
			MDC03	120
			MDC04	75
			MDC05	114
PFN69	Lamkówko	Jacek Kapcia	PAVO1	941
PFN70	Kodeń	Piotr Onyszczuk	PAV67	925
PFN71	Radomsko	Hubert Dróżdż	PAV01	546
PFN72	Kozmin Wlk	Krzysztof Polak	PAVO1	2000
			PAVO2	1474
PFN74	Brwinów	Paweł Zaręba	PAVO1	574
			PAVO2	981

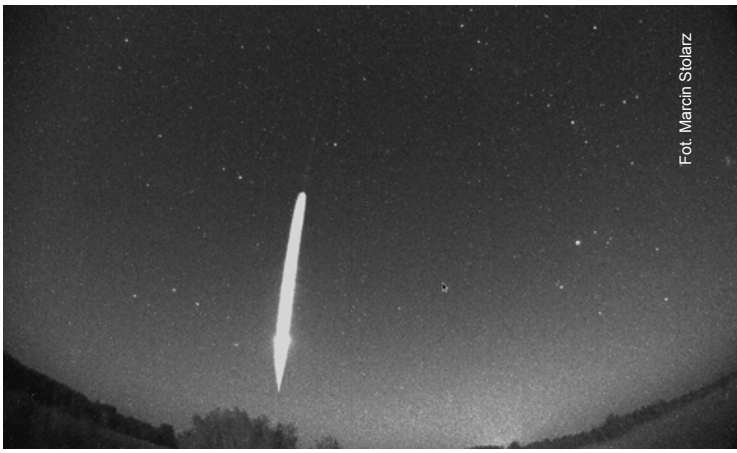
Bolid Piecki PF120916 i meteoryt Reszel

Niniejszy artykuł oparto na publikacji w recenzowanym czasopiśmie naukowym Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso (nr 47/2017) „PF120916 Piecki fireball and Reszel meteorite fall", której autorami są członkowie Polskiej Sieci Bolidowej (PFN).

Obserwacje meteorów mają to do siebie, że w przeciwieństwie do „klasycznej" astronomii, w każdym razie tej dostępnej amatorowi, nic nie jest pewne. O ile każdy, dysponując jedynie dostępem do internetu, może się dowiedzieć tysiąc lat naprzód, o której godzinie danego dnia wzejdzie Księżyc, kiedy będzie zaćmienie Słońca lub nastąpi zakrycie — o tyle meteory, a zwłaszcza bolidy, są bardziej nieprzewidywalne. Kalendarz meteorowy podpowiada, w które dni powinniśmy obserwować wzmożoną aktywność, związaną z przejściem Ziemi przez orbitę któregoś z rojów — ale bolidy się z tego wyłamują. Mimo że wiadomo, kiedy wystąpią maksima znanych rojów i ile mniej więcej dadzą zjawisk — to niewiele pewnego da się z góry powiedzieć o liczbie i czasie wystąpienia ponadprzeciętnie jasnych meteorów — takich, które mogą owocować spadkiem meteorytu — zwłaszcza że często są meteorami sporadycznymi.

Sieć PFN rejestruje takich zjawisk kilka w roku — a ich pojawienie się stawia wszystkich na równe nogi — bo chcielibyśmy odnaleźć nasz pierwszy, najpierw zaobserwowany przez kamery, potem obliczony a następnie odszukany w przewidzianym miejscu, jeszcze ciepły meteoryt. Te gorące godziny i dni przebiegają według stałego schematu: ktoś redukując dane z nocy albo i patrząc na żywo na obraz z kamery, zauważa takiego „kolosa". Wici rozchodzą się sms-ami oraz drogą mailową i w ciągu godzin wszyscy posiadający dane przesyłają je na serwer PFN. „Centrala" PFN liczy i przeważnie obwieszcza, mówiąc z przymrużeniem oka, „że wyglądało ładnie, ale nie spadło". Czasami jednak wynik obliczeń jeszcze bardziej elektryzuje wszystkich — i tak było tym razem…

Dnia 12 września 2016 r., o godzinie 23.44.07 naszego czasu nad północno-wschodnią Polską rozbłysnął bolid o jasności –9,2 mag. Bolid został zarejestrowany przez 6 kamer PFN (najdalsza w Rzeszowie, a najbliższa w Starym Sielcu). Wstępne analizy pokazały, że możemy mieć do czynienia ze spadkiem meteorytu. Pierwsze podejście do zjawiska jest wykonywane za pomocą programu UFO ANALYZER Sonotaco. W przypadku bolidów to pierwsze automatyczne oszacowanie jest obarczone dużym błędem — przede wszystkim z powodu niedoskonałości samej obserwacji.


Fot. Marcin Stolarz

Bolid Piecki zarejestrowany przez stację PFN52 w Starym Sielcu

Obraz bolidu na poszczególnych klatkach wideo jest prześwietlony — „wypalony" — nie wiadomo, w którym miejscu obszaru o 100% jasności jest w rzeczywistości meteoroid, a obszar ten potrafi być sporym wycinkiem całego kadru. Dlatego na drugim etapie programowi wskazuje się ręcznie przewidywany na danej klatce punkt, w którym jest meteor. Może to wydawać się dziwne, ale oko ludzkie wygrywa w tym miejscu z aproksymacją komputera. Postępując w ten sposób z sekwencją obrazów z każdej kamery, wyznacza się drogę meteoru w czasie na tle gwiazd. Ponieważ meteor jest na wysokości rzędu 100 km, a gwiazdy w praktycznej nieskończoności — różne kamery widzą meteor na tle różnych gwiazd. Składając te dane metodą triangulacji, otrzymuje się trójwymiarową trajektorię meteoru w atmosferze. Obliczeń tych dokonuje się programem PyFN, autorstwa Przemysława Żołądka.

Poszukiwania. Na zdjęciu od lewej: Sylwia Janasz, Paweł, Zaręba, Maciek Myszkiewicz, Justyna Korzeniec i Marcin Stolarz. Fot. Tomasz Kubalczyk

Po takiej obróbce danych wiadomo było, że bolid przeleciał, świecąc trasę ponad 90 km rozpoczynając na wysokości ponad 80 km (dość nisko), a gasnąc na wysokości 26 km. Prędkości wejścia i końcowa wynosiły odpowiednio 16,7 i 5,0 km/s — i to ta druga wartość była najbardziej elektryzująca, ponieważ wskazywała na możliwość spadku meteorytu. Maksymalne opóźnienie ciała wdzierającego się w atmosferę wynosiło 2457 m/s^2 (ponad 250 g). Maksimum blasku wystąpiło nad miejscowością Piecki, od której bolid wziął nazwę. Masa, która przetrwała „ognisty rajd" przez atmosferę, szacowana jest na 15 kg — przy czym na skutek fragmentacji najprawdopodobniejsza jest masa największego fragmentu rzędu

5 kg. Podane wartości oznaczają, że prawie na pewno doszło do spadku meteorytu — nie są to bowiem wartości małe, mieszczące się w granicach błędu.

O ile uzyskanie tych danych z klatek wideo można uznać za drugi krąg wtajemniczenia (pierwszy to zastosowaniu automatycznie działającego programu), o tyle przejście od punktu, w którym meteoroid przestał świecić do punktu, w którym spadł na ziemię, można uznać za krąg trzeci. W zasadzie sprawa jest prosta — ciało pchnięte w kierunku nieprostopadłym i nierównoległym do sił pola grawitacyjnego to rzecz banalna — rzut ukośny, czyli geometrycznie parabola, równanie kwadratowe — „tu wlata, tam wylata". Sir Newton dał wzory. Z tym że trzeba uwzględnić dodatkowo opór powietrza — co sprawę komplikuje ze względu na niewiadomy kształt ciała — ale jest to wciąż jakaś balista, rzecz do sprawdzenia w tabelach artyleryjskich… Przy czym należy uwzględnić fakt, że gęstość atmosfery na drodze meteoru zmienia się nie „trochę", jak w artylerii, ale od niemal zerowej do prawie odpowiadającej ciśnieniu na poziomie morza. Jest jeszcze szczegół — atmosfera nie jest stała, wieją w niej wiatry. Złośliwie wieją z różną, ale dużą prędkością i w różnych kierunkach zależnie od wysokości. W sposób nieprzewidywalny.

Z tego powodu informacja o widocznej trajektorii świecącego meteoru w atmosferze, sama w sobie daje tak obszerne ograniczenie obszaru poszukiwań, że byłyby one przysłowiowym szukaniem igły w stogu siana. Dlatego też w trzecim kręgu wtajemniczenia trzeba się posłużyć aktualnym w chwili zdarzenia profilem atmosfery. Skąd wiadomo, jak i na jakiej wysokości wieją wiatry w atmosferze? Co pewien czas wypuszczane są i śledzone balony meteorologiczne, a ich lot daje informacje o kierunku i prędkości wiatrów. Balon taki osiąga wysokość około 30 km, po czym pęka. W tym wypadku użyto tak wysondowanych profili atmosfery z Kaliningradu i Łeby. Jak się okazało, szczęśliwie wiatry wiały generalnie przeciwnie do kierunku lotu meteoroidu, co było o tyle istotne, że nie wprowadzało poprawki bocznej oraz spowodowało skrócenie pola spadku (meteoryty lądowały „pod wiatr").

Tutaj występuje kolejna niepewność — meteoroid na skutek gwałtownego ogrzania ablacją i gwałtownej deceleracji mógł się rozpaść. Informacje o kierunku i sile wiatrów trzeba było złożyć z parametrami ruchu meteoroidów, które poruszały się w atmosferze. Za moment rozpadu uważa się rozbłyski — gwałtowne zwiększenia jasności na zapisie wideo — ale mimo wszystko ilość i masę poszczególnych fragmentów można tylko zakładać, gdyż nie wiadomo, czy rozpad nastąpił na dwa czy więcej fragmentów. Dlatego też przeprowadzono szereg obliczeń dla wybranych zestawów ilości i mas fragmentów — to zaś dało pewien obszar na powierzchni Ziemi, na który, zależnie od swej masy, mogły spaść odłamki. W tym wypadku obszar ten miał około 100–200 m szerokości i długość około 4 km, znajdował się ok. 4 km na południe od miasta Reszel.

Natychmiast po ustaleniu tego obszaru członkowie PFN rozpoczęli poszukiwania. Już na drugi dzień po dokonaniu tych obliczeń pierwsi poszukiwacze wyszli w teren, przeczesując go dosłownie metr po metrze. Czas naglił, ponieważ była jesień, po zebraniu plonów orano pole za polem i szanse na wypatrzenie meteorytu leżącego na powierzchni ziemi malały z każdą godziną. W sumie, na zmianę, ponad 20 osób poszukiwało meteorytu, przechodząc łącznie ponad 1200 km. Niestety nic

Obszar spadku z zaznaczoną osią trajektorii lotu meteoroidu. Większym prostokątem zaznaczono wyliczone pole spadku meteorytów o masach od 15 do 2 kg. Obszarem zakreskowanym oznaczono miejsca spenetrowane przez ekipy PKiM

nie znaleziono. Przewidywane miejsce spadku zostało podane do publicznej wiadomości w nadziei, że meteoryt zostanie odnaleziony i przekazany, przynajmniej w części, do badań. Jak dotąd nie możemy niestety świętować sukcesu, choć poszukiwania jeszcze trwają — teraz już przy użyciu wykrywaczy metalu. Możliwe też, że sukces jest wykluczony — połowa obszaru spadku to jeziora lub bagna i meteoryt Reszel może niestety nigdy nie zostać odnaleziony.

Maciej Maciejewski

Pozyskanie danych możliwe było dzięki otrzymanemu przez PFN grantowi Narodowego Centrum Nauki nr 2013/09/B/ST9/02168.

„Gdzie teraz szukać?" — naradzają się, od lewej: Marcin Hajwos, Maciej Skierski i Andrzej Owczarzak. Fot. Jacek Drążkowski

Światowa kampania obserwacyjna badań nad morfologią komet 41P, 45P i 46P

4*P Coma Morphology Compaign

Planetary Science Institute z siedzibą w amerykańskim Tuscon (Arizona) ogłasza światową kampanię obserwacyjną „4*P Coma Morphology Campaign" skierowaną do obserwatorów wykonujących zdjęcia komet. W ramach tej akcji zostaną zebrane zdjęcia przedstawiające gazowe otoczki komet bliskich Ziemi: 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak, 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova oraz 46P/Wirtanen. PSI przeprowadziło już podobną kampanię przed ponad trzema laty dla komety muskającej Słońce C/2012 S1 (ISON). Obecnie stajemy przed doskonałą okazją do zbadania trzech innych obiektów, które w latach 2017–2018 przelatują blisko Ziemi (w momencie największego zbliżenia odległość dzieląca nas od 41P, 45P i 46P to odpowiednio: 56, 31 i 30 razy więcej niż dystans Ziemia–Księżyc). Wszystkie te komety są dostępne dla miłośników — 45P była widoczna z Polski na początku roku, 41P będzie można zaobserwować do połowy 2017, a 46P może osiągnąć nawet 3,8 mag w grudniu 2018 r.

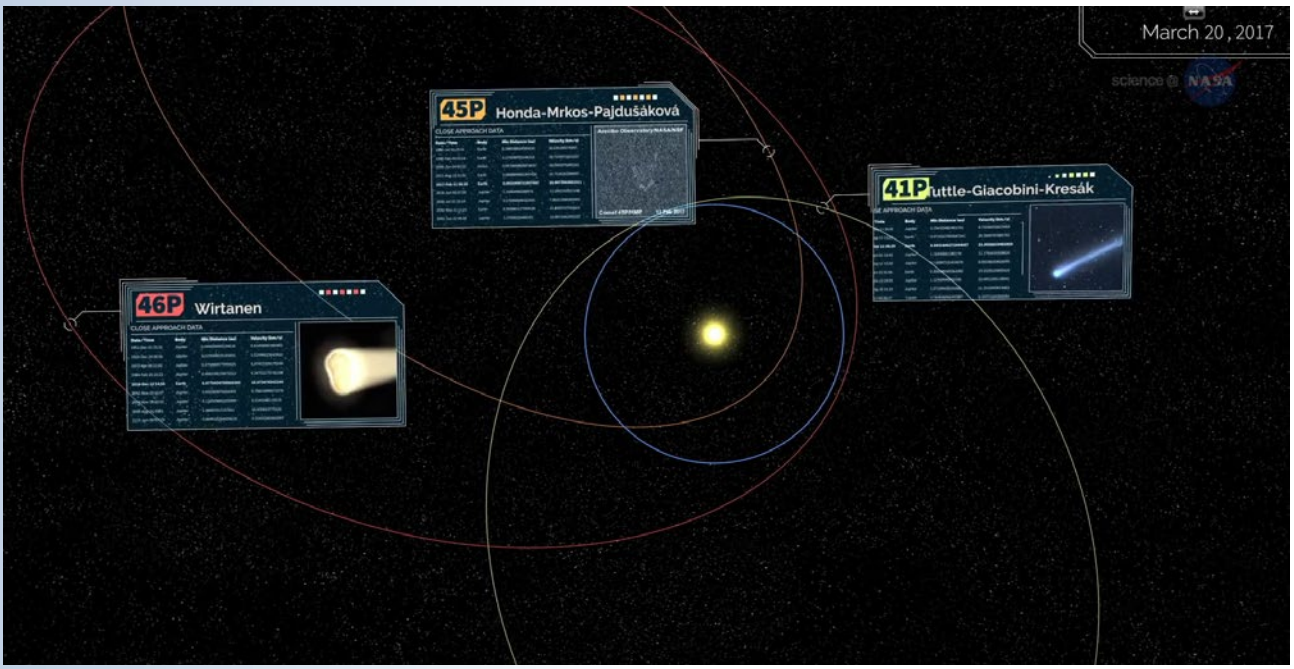
Jaki jest sens rozciągłych czasowo obserwacji z różnych szerokości geograficznych?

Jednym z głównych celów organizacji światowej akcji obserwacyjnej jest uzyskanie jak największego pokrycia czasu obserwacjami komet. Dzięki zbieraniu materiałów od obserwatorów rozmieszczonych na różnych szerokościach geograficznych, minimalizowany jest czynnik zależności ciągłości obserwacji od czasu (np. w przypadku uniemożliwiającej obserwacje pogody). Dlatego ogromną wagę, poza zaangażowanymi w projekt profesjonalnymi obserwatoriami, odgrywają miłośnicy astronomii. Właściwe dobranie zdjęć z różnych okresów życia komet pomoże odkryć wiele o ich ewolucji. Szczególnie istotne będą obserwacje z okresu największych aktywności obiektów, kiedy znajdować się będą poniżej 1,5 au od Słońca. Koordynatorzy określili priorytetowy czas obserwacji 2 z 3 komet objętych akcją:

Fotografie wykonane zgodnie z wytycznymi PSI w innych terminach niż wymienione również będą przyjmowane. Obserwatorzy, których zdjęcia posłużą w badaniach Planetary Science Institute, zostaną wymienieni jako współautorzy prac opublikowanych w ramach kampanii.

Jakie fotografie będą przyjmowane?

Wysyłane fotografie muszą odpowiadać kryteriom opublikowanym na oficjalnej stronie informującej o kampanii. Potrzebne są dobrej jakości zdjęcia z małym poziomem szumów, najlepiej w formacie FITS. Mogą być to pojedyncze klatki naświetlane na tyle krótko, by obraz komety nie był poruszony (preferowane śledzenie teleskopu za kometą) lub złożona seria zdjęć według procedury „na kometę" — z poruszonymi gwiazdami wokół. W przypadku składania zdjęć konieczne jest wysłanie wszystkich plików użytych do obróbki. Niedozwolone jest ingerowanie w wygląd fotografii w programach graficznych (np. praca na krzywych, programowa korekcja szumu), jednak warto, by zdjęcia były już z odjętymi biasami i flat-fieldami. Najlepiej, by do obserwacji używać



Komety objęte akcją obserwacyjną, źródło: PSI, NASA

Priorytetowy okres obserwacji komet 4*P	
41P/Tuttle-Giacobini-Kresak	od końca stycznia do końca lipca 2017
45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova	od połowy lutego do połowy marca 2017
46P/Wirtanen	*okres zostanie doprecyzowany w 2018 r.*

filtrów: R, V lub wąskopasmowych (HB, ESA). Przyjmowane będą także zdjęcia wykonane filtrem neutralnym lub bez użycia żadnego filtra. Ważne, by pole widzenia pozwalało na dostrzeżenie całej komy wraz z niewielkim fragmentem nieba wokół (w większości przypadków 10x10 minut kątowych powinno wystarczyć). Warto, aby zdjęcia były zorientowane stroną północną do góry. Pliki można przesyłać drogą internetową po wypełnieniu formularza z danymi obserwacyjnymi.

Mikołaj Sabat

Więcej informacji:

Oficjalna strona kampanii obserwacyjnej:

www.psi.edu/41P45P46P

Formularz obserwatora:

https://goo.gl/forms/tPq28Fj77F6UPft02

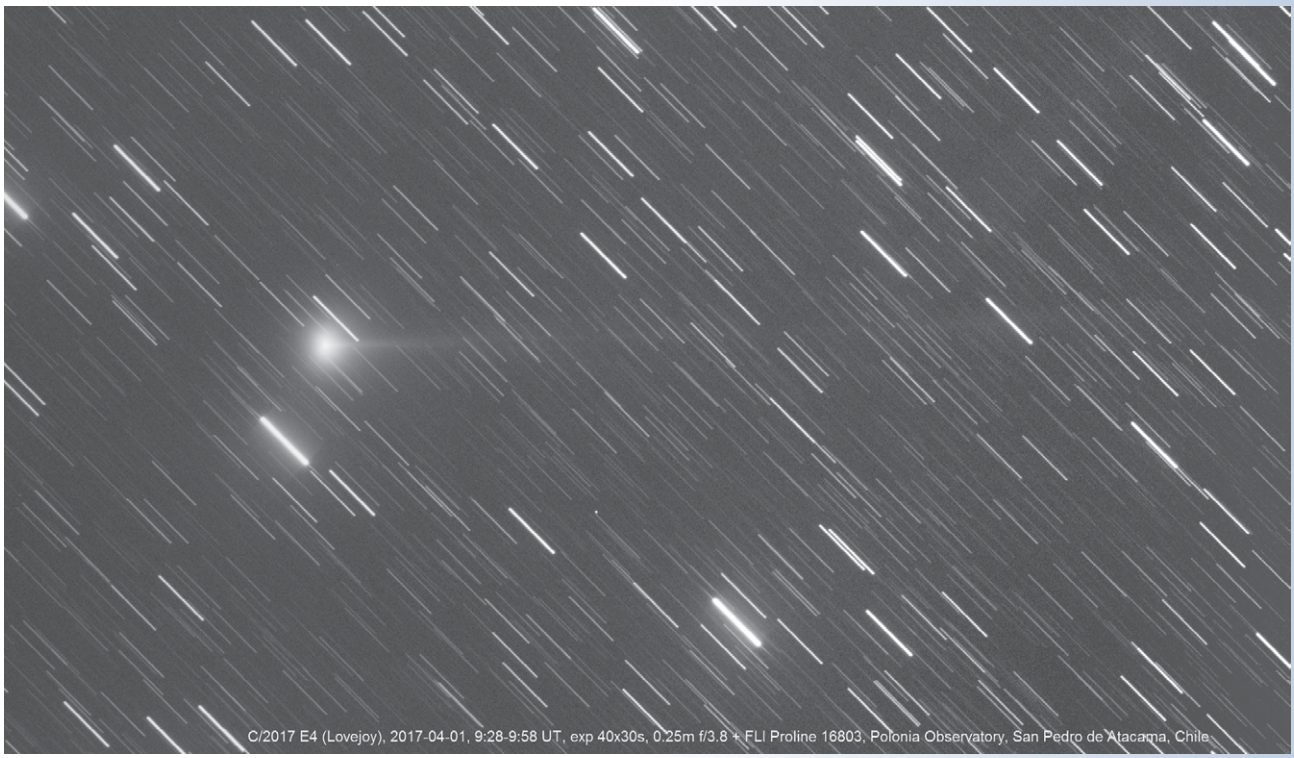
Rozpad komety C/2017 E4 (Lovejoy)

Terry Lovejoy — odkrywca nietuzinkowy

Australijski odkrywca komet Terry Lovejoy już przyzwyczaił nas do tego, że każde kolejne odkrycie, jakiego dokonuje, jest szczególne. Swoje poszukiwania rozpoczął od odkrycia kilku komet muskających Słońce zaobserwowanych w polu koronografów sondy kosmicznej SOHO. Był pierwszym astronomem amatorem, któremu udało się odkryć kometę na zdjęciach udostępnianych online. Dziś, w ramach projektu Sungrazing Comets dziesiątki miłośników astronomii i astronomów odkryło ponad 3 tysiące nowych obiektów za pośrednictwem zdjęć z SOHO. Jednak Terry nie był prekursorem jedynie w tej materii. Kilka lat później, w marcu 2007 r., odkrył stosunkowo jasną kometę C/2007 E2 (osiągnęła ona wtedy ok. 8 mag), używając do tego jedynie aparatu cyfrowego ze standardowym obiektywem. To pierwszy taki przypadek w historii astronomii. 2 miesiące później odnalazł kolejną nową kometę, posługując się tym razem zmodyfikowaną lustrzanką z usuniętym filtrem ograniczającym transmisję w czerwieni. Obecnie ta procedura jest bardzo popularna wśród miłośników astronomii i znacząco poprawiła jakość wykonywanych zdjęć nocnego nieba. Jednak na tym nie koniec przełomowych odkryć w życiu Australijczyka. Porzucając aparat na rzecz teleskopu z kamerą CCD, w 2011 r. odnalazł jedną z najgłośniejszych komet ostatnich lat. C/2011 W3 (Lovejoy), będąca wciąż najjaśniejszą kometą trwającej dekady, była pierwszą od ponad 40 lat kometą muskającą Słońce z grupy Kreutza odkrytą z powierzchni Ziemi. Jej bliski przelot obok Słońca śledziło wiele kosmicznych obserwatoriów, a obserwatorzy z południowej półkuli mieli okazję oglądać długi, rozciągający się za obiektem o jasności -4 mag, warkocz widoczny na niebie nieuzbrojonym okiem. Również kolejne komety noszące na cześć odkrywcy nazwisko Lovejoya były wyjątkowo ciekawe. C/2013 R1, widoczna w Polsce pod koniec 2013 r. osiągnęła ok. 5 mag, będąc widoczną gołym okiem w ciemniejszych rejonach kraju. Jeszcze większą popularnością wśród polskich obserwatorów cieszyła się o 1 wielkość gwiazdową jaśniejsza C/2014 Q2 (Lovejoy), opisywana już kilkukrotnie na łamach „Komeciarza".

Burzliwe losy niewielkiej komety

13 marca 2017 r. Terry uzyskał potwierdzenie odkrycia swojej szóstej komety. Pierwsze obliczenia wskazywały, że nie zapowiada się ona na kolejną wielką kometę Australijczyka. C/2017 E4 (Lovejoy) miała przejść przez peryhelium zaledwie 1,5 miesiąca później i uzyskać w najlepszym razie jasność rzędu 9–10 mag. Mając w pamięci niespodzianki,

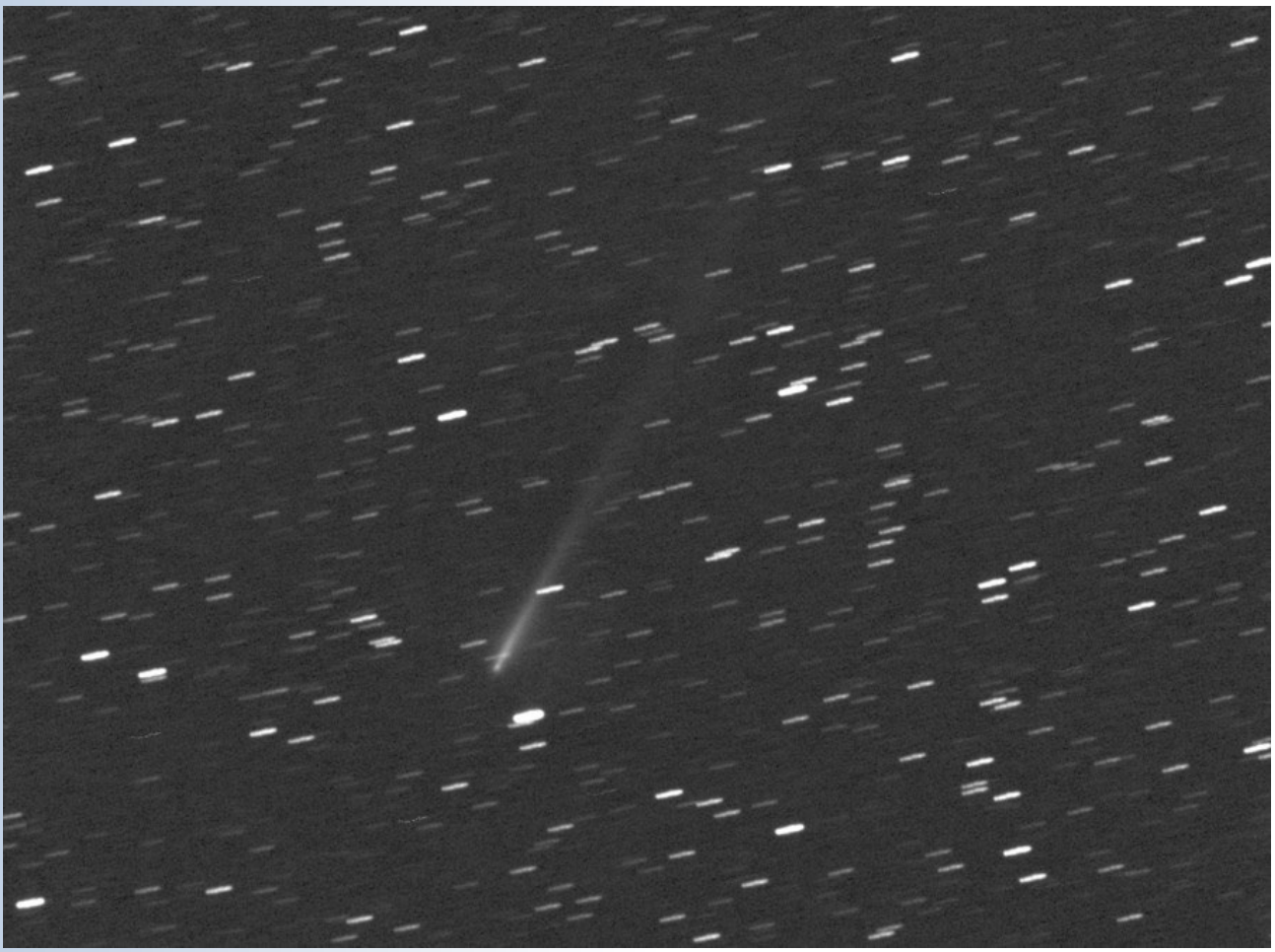


Zdjęcie komety Lovejoya z 1 kwietnia 2017 r. wykonane przez Rafała Reszelewskiego w polskim obserwatorium Polonia w Chile

za którymi stały wcześniejsze obiekty odkryte przez Lovejoya, również i tym razem liczyliśmy na coś zadziwiającego. Nie musieliśmy zbyt długo czekać. Już tydzień po odkryciu zwiększyła swoją jasność o 5 wielkości gwiazdowych do ok. 10 mag. Od 25 marca ten nagły wzrost jasności obserwowano już masowo. Mająca wówczas ok. 9 mag kometa wciąż nie przestawała jaśnieć i na początku kwietnia z pewnością mogłaby być widoczna gołym okiem pod ciemnym niebem z terenów Polski, gdyby nie niskie położenie ponad horyzontem niedługo przed wschodem Słońca. Maksymalną jasność ok. 6 mag uzyskała 6 kwietnia. Tak szybki wzrost jasności (o 9 wielkości gwiazdowych w ciągu 4 tygodni) pozwalał na doszukiwanie się podobieństw do innej komety długookresowej sprzed 15 lat — C/2002 F1 (Utsunomiya). Na tydzień przed uzyskaniem największej jasności przez kometę Lovejoya sporządziłem dla niej wykres jasności obserwowanej z prognozą jaśnienia do momentu peryhelium (przy zachowaniu takiej samej aktywności i albedo). Najlepsze dopasowanie uzyskałem, wykorzystując dane niemal dokładnie takie same jak te obliczone dla komety Utsunomiya na podstawie jej obserwacji. Gdyby C/2017 E4 zachowywała się podobnie jak C/2002 F1 na 2–3 tygodnie przed peryhelium, jej jasność z pewnością wzrosłaby nawet do 5 mag. Tak się jednak nie stało, a wyjaśnienie tego problemu nastąpiło równie ekspresowo jak spadek jasności obiektu. 13 kwietnia miałem okazję korzystać z radioteleskopu w Piwnicach pod Toruniem. Wykonaliśmy wtedy krótką serię obserwacji komety na częstotliwości 6,7 GHz, odpowiadającej maserom metanolu, które być może mogą być wykrywalne w emisji najbardziej aktywnych komet. Obserwacje na tym paśmie były jednak negatywne. Sytuację komety Lovejoya doskonale obrazują za to dwie obserwacje Thomasa Lehmanna z Niemiec, który dzień przed pełnią ocenił jej jasność na podstawie fotometrii CCD na 7,5 mag, a już tydzień później na 10 mag. Filigranowych rozmiarów jądro komety w połączeniu z niewielką jasnością absolutną i nieokresowością już od samego początku sygnalizowały o potencjalnej możliwości rozpadu ciała. Gwałtowne pojaśnienie było więc skutkiem tego zdarzenia. 19–21 kwietnia mówiono już raczej o pozostałościach komety niż o samej komecie. Po dotychczas okrągłej i symetrycznej komie pozostało jedynie jaśniejsze zgrubienie wyróżniające się na tle słabej i rozciągłej struktury gazowo-pyłowej, rozpraszającej się w przestrzeni kosmicznej. Tak zakończyły się burzliwe losy tego niewielkiego obiektu.

Co obecnie na niebie?

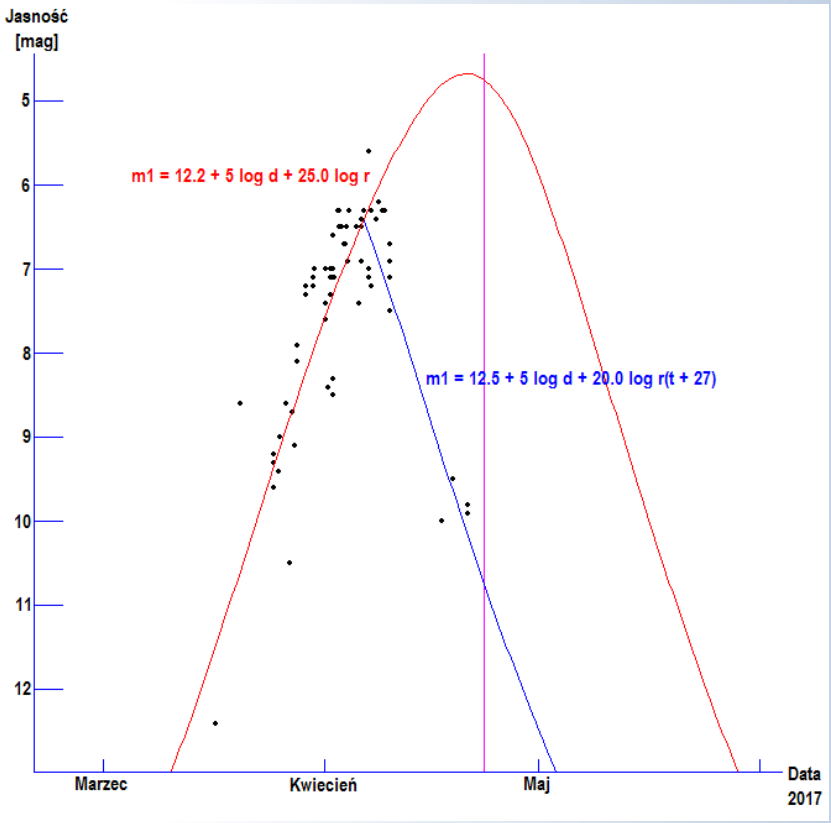
Początek wiosny był pełen niespodzianek. Niedługo po zaskakującym wybuchu nowo odkrytej C/2017 E4 (Lovejoy), twórczynią kolejnej sensacji okazała się C/2015 ER61 (PANSTARRS). Mimo prognozowanego na maj maksimum rzędu 8 mag, kometa już na początku kwietnia uzyskała 5,9 mag. Obserwacje obu tych obiektów z terenów Polski, najczęściej skutecznie, utrudniało niskie położenie ciał nad horyzontem. Podczas gdy poszukiwanie pozostałości po komecie Lovejoya obecnie jest już raczej niemożliwe, niespodziewane pojaśnienie C/2015 ER61 może być dobrym prognostykiem przed peryhelium, mającym miejsce 9 maja. W tym przypadku czas działa na naszą korzyść i z każdym



C/2017 E4 po rozpadzie. Fot. Michael Jäger, 24 kwietnia 2017

kolejnym tygodniem kometa znajdować się będzie ok. 2,5 stopnia wyżej, co ułatwi jej dostrzeżenie. Być może w maju będzie więc nieco jaśniejsza od wcześniej prognozowanych 8 mag. Jednocześnie rozpoczyna się sezon na, wydawać by się mogło, sztandarową kometę roku — C/2015 V2 (Johnson). Z Polski jest ona obserwowana już od grudnia 2016, jednak dopiero w czerwcu uzyska maksymalną jasność w granicach 6–7 mag. Ciepłe letnie noce będą sprzyjać zwiększonej liczbie obserwacji tego obiektu, który już teraz stał się wdzięcznym bohaterem wielu zdjęć wykonywanych z terenów naszego kraju. W przeciwieństwie do widocznej do niedawna 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova, kometa Johnsona jest znacznie bardziej zwięzła, więc dostrzeżenie jej w lornetce nie powinno sprawiać trudności pod ciemnym niebem. Druga z jasnych komet krótkookresowych, 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak, powoli traci wczesnowiosenny wigor i po uzyskaniu 6 mag na początku kwietnia, będzie stopniowo słabnąć. Jakkolwiek ostatni okres był bogaty w niespodziewane rozbłyski komet, tak znana ze swojej wybuchowej przeszłości 41P tym razem niczym podobnym nas nie zachwyciła. Jej widoczność powinna utrzymać się do lata, kiedy będzie już bardzo słabym obiektem, ok. 12–14 mag. Zapowiada się kolejny kwartał obfity w stosunkowo jasne komety.

Mikołaj Sabat



Jasność komety C/2017 E4: przed rozpadem (czerwona linia), po rozpadzie (niebieska linia)

Mapy pozycyjne

Aktualne mapy pozycyjne i efemerydy widocznych komet gotowe do wydruku znajdują się na stronie SOK PTMA: www.sok.ptma.pl

X Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

29 września — 1 października 2017

Chcesz poszerzyć swoją wiedzę o kometach, poznać inspirujące historie ich badań i spotkać się z polskimi badaczami? Zapraszamy do wzięcia udziału w konferencji Sekcji Obserwatorów Komet Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Jubileuszowa X Konferencja SOK odbędzie się, podobnie jak przed rokiem, w Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym im. Kazimierza Kordylewskiego w Niepołomicach (ul. Mikołaja Kopernika 2, Niepołomice) w dniach 29 września — 1 października 2017 r.

Celem konferencji jest spotkanie w gronie obserwatorów i miłośników komet, a także integracja środowiska naukowego i amatorskiego zajmującego się tematyką małych ciał Układu Słonecznego. Poza licznymi prelekcjami, odbędzie się pokaz w planetarium i wspólny grill.

Szczegółowy program konferencji zostanie opublikowany wkrótce.

Rejestracja na konferencję online: www.sok.ptma.pl/rejestracja/

Osoba do kontaktu w sprawach organizacyjnych: Mikołaj Sabat (sabat.mikolaj.j@gmail.com)

OMSA 2017 — po drugiej stronie Mocy

To moje trzecie OMSA. Wynik niezbyt imponujący, zważywszy, że wielu spotkanych tam ludzi mówiło o piątej, dziesiątej czy dwudziestej, ale dla mnie to już spory kawałek astronomicznego życia. Jedno jest pewne — do grudziądzkiego planetarium się wraca. W tym roku wróciłam jako organizator.

Oglądanie od kuchni, jak powstaje takie wydarzenie, było świetnym przeżyciem. Jako uczestnik nie myślałam o tym, jak wiele pracy wymagają przygotowania — jak wiele będzie biegania, przenoszenia rzeczy z miejsca na miejsce, poszukiwania ludzi… Tegoroczne OMSA była dla mnie radosnym chaosem, podczas którego jednak sporo się nauczyłam.

Czwartek

Grudziądzka bursa przyjęła mnie w swoje progi o drugiej w nocy. Wcześniej po prostu trzeba było dopilnować wszystkiego w planetarium. Wstanie o 6.30 było więc naprawdę trudne. Jednak gdy planetarium zaczęło wypełniać się ludźmi, od razu zapomniałam o zmęczeniu. W niedługim czasie powitałam mnóstwo uczestników, opiekunów i gości: część dobrze znałam z poprzednich edycji, część miałam dopiero poznać.

Od początku wiedziałam, że to OMSA będzie wyjątkowe. Siedząc przy wejściu do planetarium, obserwowałam, jak uczniowie wnoszą kolejne niecodzienne przedmioty, takie jak drewniane astrolabium niewiele mniejsze ode mnie, czy ogromny globus z wyrysowanymi ołówkiem najdrobniejszymi detalami. I coraz bardziej nie mogłam się doczekać sesji…

W pierwszej sesji, poświęconej obserwacjom, obejrzałam około połowy referatów (obowiązki wzywały). Szkoda, bo ta sesja była dla mnie szczególna — to w niej występowałam dwa razy. A teraz oglądałam ją bez stresu, podczas gdy to nowi uczestnicy drżeli pod groźnym wzrokiem jurorów.

Udało mi się posłuchać pierwszych referujących — młodych radioastronomów — w tym Krzysia Lisieckiego, którego antena przeszła gruntowne zmiany od zeszłorocznego OMSA. Najbardziej chyba zapamiętałam referat Filipa Tomczyka (subiektywnie: jeden z najlepszych) o obserwacjach przy pomocy fal radiowych — przede wszystkim przez rzadko spotykaną

Tradycyjne pamiatkowe zdjęcie na tarasie obserwatorium. Fot. Sebastian Soberski

ZWYCIĘZCY OMSA 2017

Miejsce	Uczestnik (województwo, szkoła)	Tytuł referatu
I	**Paulina Feister** (Pomorskie, II LO w Tczewie)	„Wyznaczanie odległości Ziemi od Słońca z wykorzystaniem tranzytu Merkurego”
II	**Aleksandra Krzemień** (Małopolskie I LO w Wadowicach)	„Ewolucja gwiazd pojedynczych i amatorskie obserwacje poszczególnych jej etapów”
II	**Joanna Wójtowicz** (Łódzkie I LO w Łasku)	„Amatorskie obserwacje Księżyca”
II	**Marta Szmalc** (Pomorskie II LO w Tczewie)	„Wpływ Księżyca na pływy na Bałtyku oraz oceanach”
III	**Paweł Popowski** (Mazowieckie I LO w Siedlacach)	„Moje astrolabium. Śladami Mikołaja Kopernika”
IV	Krzysztof Lisiecki (Kujawsko-Pomorskie LO ZsiP w Radziejowie)	„Amatorskie obserwacje radioastronomiczne”
IV	**Celina Ciecierska** (Lubuskie I LO w Sulęcinie)	„Pomiar promieniowania radiowego przy pomocy prostego radioteleskopu”
IV	**Filip Tomczyk** (Wielkopolskie ZST w Ostrowie Wlkp.)	„Wyznaczanie parametrów orbitalnych ciała niebieskiego z użyciem odbicia fal radiowych”
IV	**Paweł Kopaczyk** (Zachodniopomorskie, 13. LO ZSO nr 7 w Szczecinie)	„Wyznaczanie odległości do Księżyca
V	**Bartosz Dzięcioł** (13. LO ZSO nr 7 w Szczecinie)	„Krótko o galaktykach i ich obserwacji”

w astronomii zabójczą dokładność. Wyznaczał on orbitę Księżyca z dokładnością do… kilku kilometrów! A ja tak się cieszyłam z mojego zeszłorocznego kilkuprocentowego błędu…

Po południu czuwałam za to nad streamowaniem. Serdecznie pozdrawiam wszystkich internautów, którzy przed komputerami oglądali seminarium! Zajmowanie się kamerami było nie tylko ciekawym doświadczeniem, ale też pozwoliło mi być na znacznej większości późniejszych referatów. A było co oglądać — tak, jak się spodziewałam, poziom był w tym roku rekordowy. Może to skutek coraz lepszej reklamy seminarium, może świetnej roboty, jaką wykonują popularyzatorzy astronomii, a może po prostu gwiazdy sprzyjały tegorocznemu OMSA — naprawdę, tak świetne pomysły nie zdarzają się codziennie.

Po powrocie do bursy okazało się, że pole grawitacyjne mojego łóżka stało się zadziwiająco silne. A więc, mimo że parenaście metrów dalej odbywała się tradycyjna gra w mafię, wróciłam z niej wcześniej i nawet nie zauważyłam, kiedy zaczął się trzeci dzień OMSA…

Piątek

Ten dzień rozpoczął się spektakularnie — od wielkiej i niezwykle zaawansowanej technicznie rakiety Saturn V. Co prawda zobaczyliśmy ją tylko w miniaturze, ale detale wciąż były imponujące. Potem przenieśliśmy się w daleki kosmos — były i galaktyki, i czarne dziury, i nawet modele kosmologiczne. Ostatnia referowała najmłodsza uczestniczka, Mirella Jaworska — udowodniła nam, że o tak świetnie znanej wszystkim planecie Wenus można opowiedzieć mnóstwo świeżych i ciekawych rzeczy.

I tak skończyły się referaty. Podsumowując, można było usłyszeć na nich o ciemnym niebie, pływach na Bałtyku, misjach kosmicznych, radioteleskopach, galaktykach, astrofotografii… a to wciąż nie wszystko! Zobaczyliśmy piękne szkice mgławic, obejrzeliśmy w działaniu astrolabium podobne do tego, którego używał Kopernik, a nawet odnaleźliśmy marsjański Grudziądz i Tczew. I wszyscy zapamiętaliśmy dobrze, że sponsorem strategicznym XLIII OMSA była Grupa Energa, a sponsorem medialnym *Urania*.

Przygotowując salę do obrad jury, żałowałam, że nie mogę ich podsłuchać… Wieczorem okazało się w dodatku, że na przygotowania do rozdania pojechali inni wolontariusze, a więc wyniki, tak jak dla uczestników, wciąż pozostawały dla mnie tajemnicą! Mogłam za to spokojnie posłuchać nieoficjalnej „Sesji Odrzuconych”. A potem: posocjalizować się z uczestnikami,

Sala seminaryjna, na której tradycyjnie odbyły się wszystkie sesje konkursowe. Fot. Gerard Szukay

przywitać — jak co roku — z nocnym Grudziądzem, a nawet pospać!

Niewtajemniczonym tłumaczę: wieczorne spotkanie w bursie, na którym referują uczniowie-kibice, zostało nazwane na cześć Salonu Odrzuconych. Swoje prace wystawiali tam niekonwencjonalni malarze, w tym słynni impresjoniści — więc wystąpienie w takiej sesji to rzecz chwalebna. Po dwóch dniach referatowych zaskoczeń naprawdę trudno było się jeszcze dziwić, że i ta sesja była w tym roku ponadprzeciętna. Najbardziej podobał mi się w niej referat o obserwacjach lotniczych, chyba trochę w astronomicznym świecie niedocenianych.

Zwyciężczyni XLIII OMSA, Paulina Feister z Tczewa odbiera dyplom od przewodniczącego komisji dr. Henryka Brancewicza. Fot. Gerard Szukay

Sobota

I wreszcie nadeszła ta pełna napięcia chwila — wszyscy zebraliśmy się w grudziądzkim ratuszu, by usłyszeć tegoroczne wyniki. Ze sceny spoglądał na nas wielkim, dwunastocalowym lustrem teleskop dla zwycięzcy — największy w historii konkursu.

Wygrała Paulina Feister z Tczewa — jedna z weteranek OMSA. Wyznaczała ona odległość Ziemi od Słońca, wykorzystując zjawisko tranzytu Merkurego. Udało jej się uzyskać dostęp do obserwacji z odległych miejsc — w tym nawet z RPA. O tym, jak wyrównany był w tym roku poziom, świadczy najlepiej, że drugie miejsce zajęły aż trzy osoby: Aleksandra Krzemień, Marta Szmalc i Joanna Wójtowicz. Na szczęście teleskopów starczyło dla wszystkich!

Pierwszą nagrodę publiczności otrzymał Filip Tomczyk, a drugą — ponownie — Aleksandra Krzemień.

Obrady jury musiały być w tym roku niezwykle trudne, ale decyzje nieco mnie zaskoczyły. Oczywiście, referaty laureatów były świetne. Jednak spodziewałam się, że grono nagrodzonych obejmie moich faworytów. Na przykład Anię Piwowar z imponującym globusem Marsa czy grudziądzką ekipę na konkurs Astro Pi, która przygotowała programy mające służyć astronautom na ISS. Cóż — może kiedyś będę miała okazję zostać jurorem i sama burzliwie dyskutować nad wynikami? Można pomarzyć…

Ale to nie wyniki były wtedy najważniejsze. Trzeba było pożegnać się z całą tą wielką astronomiczną rodziną, podziękować za te świetne trzy dni i obiecać sobie, że spotkamy się jeszcze na seminarium o numerze „czterdzieści i cztery”!

Pamiątkowe zdjęcie laureatów i organizatorów seminarium. Fot. Gerard Szukay

I… byle do następnego OMSA!

Przyszedł czas na pociąg powrotny, refleksje i spisywanie swoich wrażeń. Trzeba było oddać atmosferę tego wyjazdu — tylko jak? W końcu OMSA to miejsce, w którym po kilku minutach znajomości zawzięcie dyskutuje się o najpiękniejszych zjawiskach na niebie, w którym można podczas jednej przerwy usłyszeć zaproszenia na mnóstwo wspólnych obserwacji i obozów na przeciwnych krańcach Polski, a nawet dostać bez okazji kawałek meteorytu. Na czas OMSA niepozorne i ciche miasto, jakim jest Grudziądz, staje się miejscem pełnym przygód i legend — oczywiście powstałych za sprawą uczestników z poprzednich lat! Tradycja to bowiem bardzo ważna część klimatu seminarium. Niezmiennie od lat tworzą go wieczorne referaty w bursie, nagrody publiczności, niekończące się gry w mafię i karty na korytarzu, spacery po Grudziądzu: te dzienne i te nocne…

Wyjazd na OMSA powinno się przepisywać na receptę ludziom znudzonym życiem. Nagromadzenie takich zasobów pasji i kreatywności na metr kwadratowy zdarza się naprawdę rzadko. Trudno się dziwić, że wróciłam do domu z niezłym zastrzykiem energii. I to mimo noszenia po nocach czterdziestu paczek ciastek!

Zosia Kaczmarek

Termin nadsyłania dokumentacji: 31 października 2017 r.

KONKURS „URANII” 2016/2017

„Nasza szkolna przygoda z astronomią”

Konkurs przeznaczony dla szkół, które w roku szkolnym 2016/17 lub w roku kalendarzowym 2017 prenumerują czasopismo „Urania-Postępy Astronomii”, w ramach dofinasowania otrzymanego z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Skorzystać z dofinasowania może każda szkoła do końca roku 2017. Koszt rocznej prenumeraty wynosi tylko 30 zł! Wystarczy wypełnić formularz zgłoszeniowy na stronie www.urania.edu.pl w zakładce „Prenumerata”

Zadanie konkursowe polega na przedstawieniu wiarygodnej dokumentacji dowolnej, astronomicznej aktywności całej szkoły, zespołu lub grupy uczniów. Przykładami aktywności dzieci i młodzieży mogą być **pokazy nieba, regularne obserwacje, prace badawcze, wykłady lub artykuły, szkolna gazeta lub strona internetowa poświęcona astronomii, organizacja astropikniku lub astrofestiwalu, spektakl teatralny, film popularnonaukowy, poszukiwania astronomicznych artefaktów w okolicy, spotkania z astronomami** itp. Dopuszczalne formy dokumentacji to **album, pokaz multimedialny, film albo strona internetowa**. Jedna szkoła może przedstawić wiele różnych rodzajów aktywności i kilka form jej dokumentacji, które będą oceniane jako całokształt. Szkołę może zgłosić do Konkursu nauczyciel-opiekun, samorząd szkolny, uczeń lub grupa uczniów za wiedzą dyrekcji szkoły. Do nadesłanej dokumentacji należy dołączyć wypełniony formularz konkursowy oraz krótki (5–8 tys. znaków + materiały graficzne) atrakcyjny artykuł o astronomicznej działalności szkoły w formie gotowej do publikacji w „Uranii”. Zgłoszenia szkół do Konkursu wraz z adresem swojej strony internetowej będą przyjmowane **do 15 października 2017 r.** za pośrednictwem strony internetowej www.urania.edu.pl. Pozostała dokumentacja powinna zostać nadesłana pocztą na adres Redakcji „Uranii” lub e-mailem na adres redakcja@urania.edu.pl do **31 października 2017 r.**

Przewidywane nagrody wartości 3 000 zł za I miejsce, 2 000 zł za II miejsce i 1 000 zł za III miejsce w postaci sprzętu astronomicznego wg własnego wyboru. Ponieważ czynimy starania o pozyskanie dodatkowych sponsorów, Jury może zadecydować o innym podziale i ilości nagród oraz kategoryzacji szkół na podstawowe, gimnazja i ponadgimnazjalne. W ocenie nadesłanej dokumentacji będą brane pod uwagę (1) merytoryczna wartość i poprawność działalności uczniów, (2) stopień zaangażowania społeczności szkolnej w realizację projektu, (3) odziaływanie popularyzatorskie w środowisku lokalnym, (4) pomysłowość i oryginalność przestawionych form działania, (5) wiarygodność i jakość dokumentacji. Główne nagrody będą wręczane w szkołach osobiście przez przedstawiciela redakcji „Uranii”.

Szczegółowy Regulamin Konkursu i formularz zgłoszeniowy znajdzie się niebawem na stronie www.urania.edu.pl w zakładce „Konkursy”. Wszelkie zapytania odnośnie Konkursu można kierować e-mailem na redakcja@urania.edu.pl lub telefonicznie 509 44 17 17.

Grand Prix 2014 — ekipa Gimnazjum w Pokoju wraz z nagrodami: refraktorem 12 cm (z montażem i napędem paralaktycznym) i 8” Newtonem na montażu Dobsona

I miejsce w roku 2016 — uczniowie z SP 2 w Brzeszczach ubrani w stroje przypominające kombinezony astronautów

I miejsce w roku 2016 — uczniowie z Zespołu Szkół Miejskich nr 3 Jaśle

Spotkania w nagrodzonych szkołach kończyły się oglądaniem meteorytów i protuberancji na Słońcu

Rozwiązanie zadania zawodów finałowych LX Olimpiady Astronomicznej

Treść zadania:

Przyjmij, że prędkość rotacji różnicowej Słońca, wyrażoną w stopniach na dobę, można opisać wzorem:

$$\Omega(\varphi) = 14{,}3000 - 1{,}9000 \sin^2\varphi - 2{,}5000 \sin^4\varphi$$

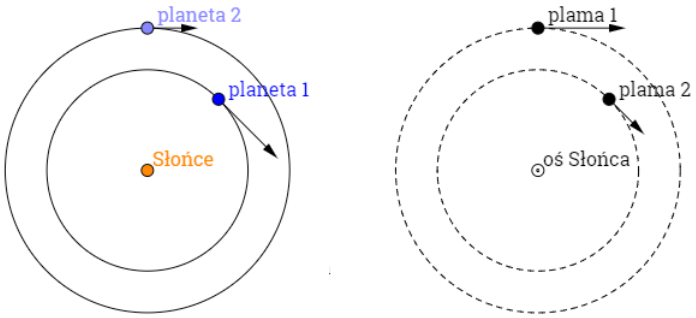
gdzie φ jest szerokością heliograficzną.

Zakładając, że dwie plamy położone w pewnej chwili na południku centralnym i na szerokościach heliograficznych, φ_1= 15°N oraz φ_2= 30°N, mają wystarczająco długi czas życia, oblicz, ile lat gwiazdowych oraz ile okresów syderycznych i okresów synodycznych rotacji Słońca na równiku trzeba będzie czekać, by plamy były widoczne z Ziemi i miały taką samą długość heliograficzną.

Przedyskutuj przyjęte założenia.

Rozwiązanie:

Na początku musimy ustalić, po jakim czasie dwie plamy znajdą się na jednym południku, a więc znaleźć ich wspólny okres synodyczny. Możemy dla łatwiejszego wyobrażenia sobie zagadnienia posłużyć się analogią — plamy krążą wokół osi Słońca jak planety wokół Słońca. Tak, jak planety, co jeden okres synodyczny ustawiają się na nowo w tym samym położeniu.



Zestawienie widzianych „z góry" orbit dwóch planet i ścieżek dwóch plam słonecznych

Okres synodyczny dwóch obiektów o znanych okresach obiegu wyraża się wzorem:

$$\frac{1}{S} = \left|\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right|$$

Za okresy obiegu plam — T_1 i T_2 — możemy podstawić odpowiednio $\frac{2\pi}{\Omega(\varphi_1)}$ i $\frac{2\pi}{\Omega(\varphi_2)}$.

$$\frac{1}{S} = \left|\frac{\Omega(\varphi_1) - \Omega(\varphi_2)}{2\pi}\right| =$$

$$= \left|\frac{((14{,}3 - 1{,}9\sin^2\varphi_1 - 2{,}5\sin^4\varphi_1) - (14{,}3 - 1{,}9\sin^2\varphi_2 - 2\,5\sin^4\varphi_2))}{2\pi}\,\frac{^\circ}{doba}\right|$$

$$= \left|\frac{(1{,}9(\sin^2\varphi_2 - \sin^2\varphi_1) + 2{,}5(\sin^4\varphi_2 - \sin^4\varphi_1))}{2\pi}\,\frac{^\circ}{doba}\right|$$

Stopnie na dobę przeliczymy na wygodniejszą jednostkę —radiany na rok.

$$\frac{^\circ}{doba} \approx \frac{\pi\, rad}{180}\,\frac{365{,}2422}{1 rok}$$

Po zamianie jednostek ułamek ten przybierze postać:

$$\frac{1}{S} = \left|\frac{(1{,}9(\sin^2(30°) - \sin^2(15°)) + 2{,}5(\sin^4(30°) - \sin^4(15°)))}{2\pi}\,\frac{\pi}{180}\,\frac{365{,}2422}{1 rok}\right|$$

$$= \left|\frac{(1{,}9(\sin^2(30°) - \sin^2(15°)) + 2{,}5(\sin^4(30°) - \sin^4(15°)))}{2} * \frac{365{,}2422}{180}\,\frac{1}{rok}\right|$$

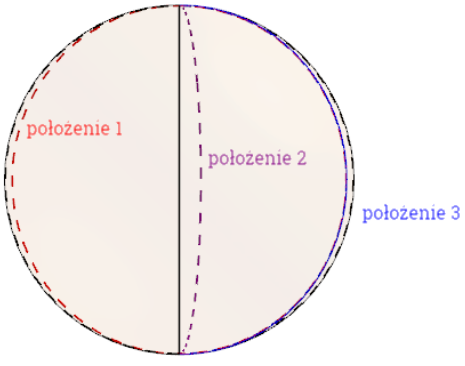
Po przeliczeniu otrzymamy $\frac{1}{S} \approx 0{,}499931\frac{1}{rok}$;

$S \approx 0{,}00028$ lat.

Uwaga: ze względów redakcyjnych w powyższych wzorach skrócono zapis stałych współczynników z np. 1,9000 na 1,9. Należy jednak pamiętać, że zapis ten oznacza, że dalsze obliczenia należy prowadzić z taką dokładnością tzn. do czterech miejsc po przecinku. — przyp. red.

Plamy mogą się więc spotykać na jednym południku co 2,00028 lat. Wiemy już, że okres obiegu drugiej plamy T_2 jest równy $\frac{2\pi}{\Omega(\varphi_2)}$ — jest to około 0,07211 lat (nieco ponad 26 dni). A zatem, zanim plamy spotkają się na jednym południku, plama wykona $\frac{S}{T_2} = \frac{2{,}00028\, lat}{0{,}07211 lat} \approx 27{,}739 \approx 27{,}739$ pełnych obrotów i zmieni swoją długość heliograficzną o 0,739×360° ≈ 266°, czyli nieznacznie poniżej 3/4 pełnego obrotu.

Możemy rozrysować położenia plam po trzech kolejnych okresach synodycznych, zakładając, że Ziemia nie zmienia w tym czasie swojego położenia (okres synodyczny jest bardzo zbliżony do wielokrotności okresu obiegu Ziemi wokół Słońca — roku gwiazdowego — więc Ziemia niewiele oddali się od początkowego położenia).



Po upływie 1 okresu synodycznego plamy przebędą nieco poniżej 270 stopni i znajdą się na południku zaznaczonym na czerwono (tuż przed tarczą Słońca). Po upływie 2 okresów synodycznych znajdą się na południku zaznaczonym na fioletowo — po przeciwnej niż obserwowana stronie Słońca. Dopiero po 3 okresach synodycznych można by obserwować te obiekty — przy założeniu, że są odpowiednio trwałe; szukane $\Delta T = 3S$.

Pozostaje wyrażenie tej wartości w odpowiednich jednostkach:

1) lata gwiazdowe:

$$\Delta T = 3S = 3 \times 2{,}00028 \text{ lat zwrotnikowych}$$

$$= 3 \times 2{,}00028 \times \frac{365{,}2422}{365{,}2564} \text{ lat gwiazdowych}$$

$$= 6{,}00060 \text{ lat gwiazdowych} \approx 6 \text{ lat gwiazdowych.}$$

2) okresy syderyczne obiegu Słońca na równiku:

$$T_{eq} = \frac{2\pi}{\Omega_{eq}} = \frac{2\pi}{14{,}3\,\frac{^\circ}{doba}} = 0{,}06893\,lat$$

$$\Delta T = 3 * 2{,}00028\,lat * \frac{T_{eq}}{0{,}06893\,lat} \approx 87{,}06T_{eq} \approx 87T_{eq}$$

3) okresy synodyczne obiegu Słońca na równiku:

(przy założeniu, że długości roku zwrotnikowego i roku gwiazdowego są bardzo zbliżone i można tu stosować je zamiennie)

$$S_{eq} = \frac{1}{\left|\frac{1}{T_{eq}} - \frac{1}{T_\oplus}\right|} = \frac{1}{\left|\frac{1}{0{,}06893\,lat} - \frac{1}{1rok}\right|} = 0{,}074\,lat$$

$$\Delta T = 3 * 2{,}00028\,lat * \frac{S_{eq}}{0{,}074\,lat} \approx 81{,}09S_{eq} \approx 81S_{eq}$$

W rozwiązaniu zadania nie uwzględniałam kąta przebytego przez Ziemię w ciągu 0,00028 roku (uznając go za pomijalnie mały) ani nachylenia osi rotacji Słońca do równika. Przyjmowałam, że plamy nie zmieniają swojej szerokości heliograficznej i są wystarczająco trwałe, by można było je zobaczyć po czasie ΔT. Wobec tego, że plamy po czasie S i $3S$ znajdowały się blisko brzegu tarczy słonecznej, początkowe obliczenia wykonywałam z wysoką dokładnością.

W rzeczywistości plamy słoneczne mają o wiele krótsze życie — jego czas mierzy się zwykle w dniach lub tygodniach. Wyjątkowo długowieczne plamy mogą istnieć przez kilkanaście miesięcy. Wobec tego zaobserwowanie ponownego spotkania odległych plam słonecznych na jednym południku byłoby czymś niezwykle rzadkim.

Zofia Kaczmarek

Autorka jest zwyciężczynią LIX oraz LX edycji Olimpiady Astronomicznej oraz srebrną medalistką Międzynarodowej Olimpiady z Astronomii i Astrofizyki. Absolwentka Liceum Uniwersyteckiego w Toruniu.

Finał LX Olimpiady Astronomicznej

W dniach od 9 do 12 marca br. w Planetarium Śląskim w Chorzowie odbywały się zawody finałowe LX Olimpiady Astronomicznej. Brało w nich udział 21 uczniów szkół średnich z całej Polski. Uczestnicy rozwiązywali zadania których tematem były m.in. neutrina i fale grawitacyjne emitowane podczas zderzeń czarnych dziur, hipotetyczne obserwacje astronomiczne z powierzchni Marsa odtwarzane na sztucznym niebie planetarium itp.

Zwyciężczynią olimpiady okazała się, po raz kolejny, Zofia Kaczmarek z Liceum Akademickiego w Toruniu, której rozwiązanie jednego z finałowych zadań prezentujemy powyżej. Podium uzupełnili: Bartosz Dzięcioł ze Szczecina oraz Michał Wójcik z Tarnowa. Aż dziewięciu uczestnikom przyznano tytuł laureata olimpiady, a pozostali otrzymali tytuł finalisty. Czołowa piątka będzie również reprezentować nasz kraj na 11-stej Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki która odbędzie się w dniach 12–21 listopada w mieście Phuket w Tajlandii.

Poniżej prezentujemy listę laureatów olimpiady:

I	Zofia Kaczmarek	Gimnazjum i Liceum Akademickie w Toruniu
II	Bartosz Dzięcioł	XIII Liceum Ogólnokształcące w Szczecinie
III	Michał Wójcik	III LO im. Adama Mickiewicza w Tarnowie
IV	Patryk Rachwał	III LO im. Adama Mickiewicza we Wrocławiu
IV	Dawid Borys	V LO im. Augusta Witkowskiego w Krakowie
VI	Błażej Rozwoda	V LO im. Augusta Witkowskiego w Krakowie
VI	Zbigniew Przygoda	XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie
VI	Bartosz Solwiczek	I LO im. Mikołaja Kopernika w Kołobrzegu
IX	Kornel Księżak	XIII Liceum Ogólnokształcące w Szczecinie

Mateusz Krakowczyk

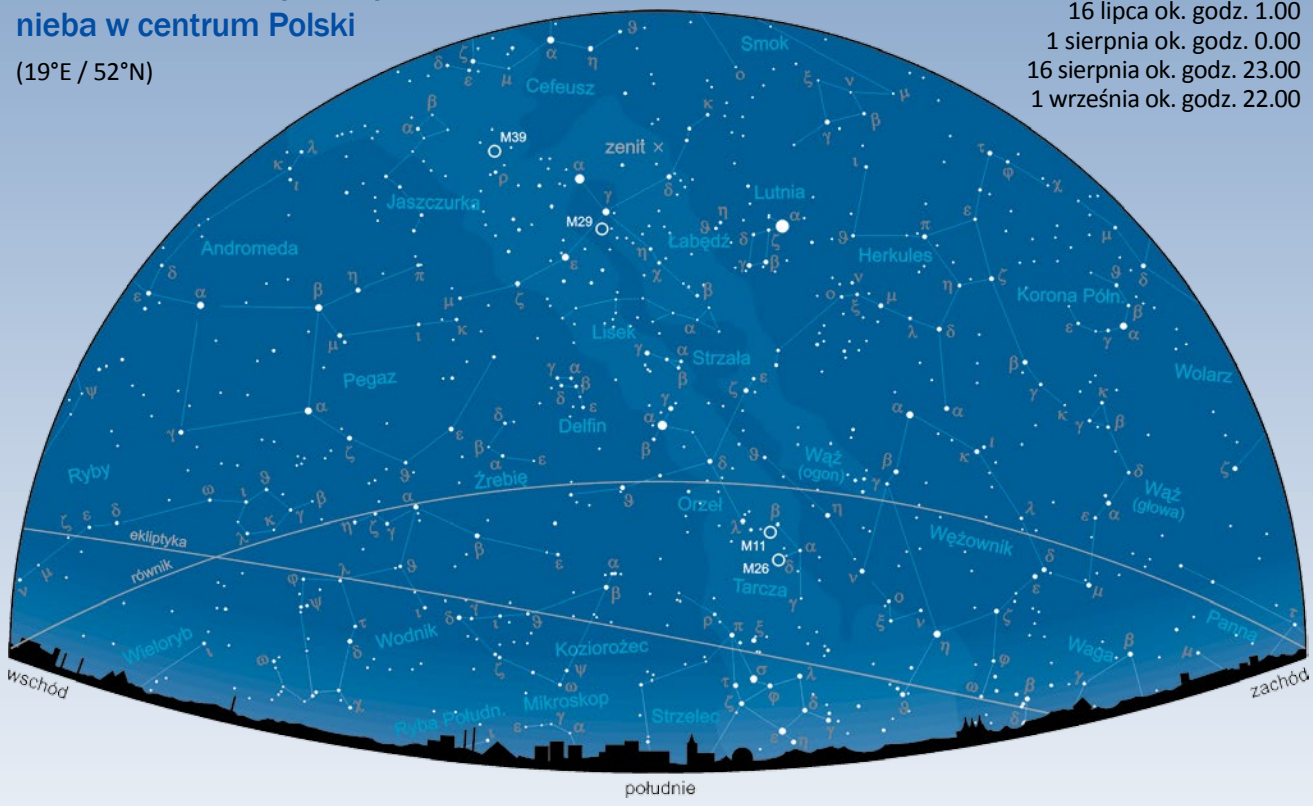
Źródło: Planetarium Śląskie

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 lipca ok. godz. 2.00
16 lipca ok. godz. 1.00
1 sierpnia ok. godz. 0.00
16 sierpnia ok. godz. 23.00
1 września ok. godz. 22.00

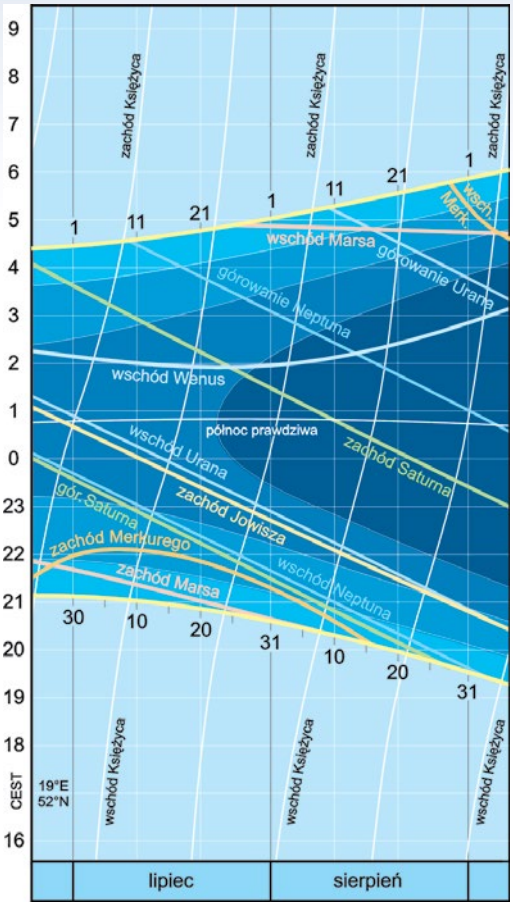


Niebo w lipcu i sierpniu 2017

Omawiając te dwa letnie miesiące, powinniśmy mieć świadomość, że choć to pełnia klimatycznego lata, to z astronomicznego punktu widzenia mamy już do czynienia ze stopniowym cofaniem się stanu osiągniętego podczas czerwcowego przesilenia letniego. Wraz ze zmniejszającą się deklinacją Słońca, zmniejszeniu ulega wysokość i długość dziennego łuku zakreślanego na niebie przez naszą dzienną gwiazdę, zaś coraz głębiej i na dłużej zanurza się ona pod horyzont nocą. W najdalej na południe wysuniętych rejonach Polski, już od pierwszych dni lipca powracają noce astronomiczne, na krańcach północnych utrzymujące się cały miesiąc dłużej. Stopniowo zmniejszają się również różnice w długości dni i nocy pomiędzy północnymi a południowymi krańcami kraju. I tak, od letniego przesilenia do końca sierpnia, w Jastrzębiej Górze dzień ulegnie skróceniu o 3,5 h, do 13 h 49 min, podczas gdy w Ustrzykach Dolnych o 2,7 h, do 13 h 29 min — zatem trzy tygodnie przed jesienną równonocą różnica ta stopnieje z ponad godziny do 20 min. Natomiast w całej Polsce, niezależnie od szerokości geograficznej, wysokość górowania Słońca zmaleje w tym czasie o 14,9°.

W pierwszych dniach lipca, już krótko po zmierzchu pod zachodni horyzont zanurza się gwiezdny relikt minionej pory roku — Trójkąt Wiosenny, zaś nad południowym górują już pierwsze konstelacje letnie: sięgający niemal zenitu Herkules, niżej Wężownik z goszczącym w jego granicach Saturnem, a najniżej, w 1/3 zanurzony pod horyzontem Skorpion, z wyróżniającą się jasnością czerwonawą gwiazdą Antares. Gwiezdny symbol lata, Trójkąt Letni, o wyrazistych wierzchołkach, wytyczonych przez Wegę, Deneba i Altaira — najjaśniejsze gwiazdy Lutni, Łabędzia i Orła — w centrum Polski najwyżej wznosi się dopiero po godz. 1.00, kiedy na wschodzie błyszczą już pierwsze gwiazdy konstelacji jesiennych. Na porannym niebie krótko przed świtem górują pierwsze gwiazdy Pegaza, a za nim widoczny już komplet jesiennych gwiazdozbiorów i do połowy wychylający się już ponad wschodni horyzont Zimowy Sześciokąt.

Pod koniec omawianego okresu, w ostatnich dniach sierpnia, krótko po zapadającym 1,5 h wcześniej zmierzchu, wygląd nieba niewiele różni



Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

się od tego sprzed dwóch miesięcy, choć teraz tylko 2 godziny musimy czekać na górowanie Trójkąta Letniego. Przed późniejszym również o 1,5 świtem, Trójkąt Letni zaczyna już zanurzać się pod horyzont, za to na południowym wschodzie w całej okazałości błyszczy już Zimowy Sześciokąt.

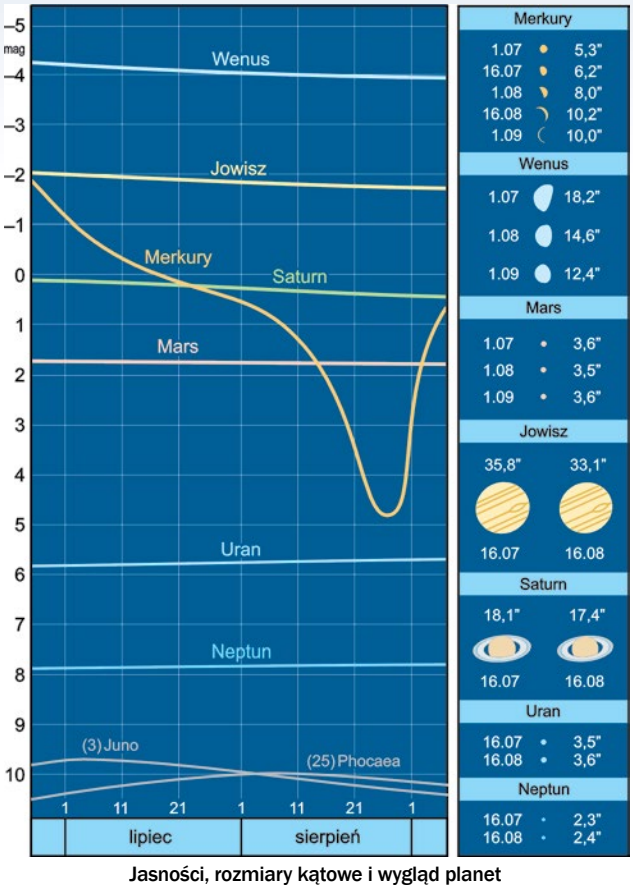
Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie lipcowych i sierpniowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarza. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Wszystkie momenty podano w obowiązującym w Polsce czasie urzędowym — środkowoeuropejskim letnim (CEST).

Słońce

Swoją lipcowo-sierpniową drogę na tle gwiazd Słońce rozpoczyna w 1/3 odcinka ekliptyki zawartego w konstelacji Bliźniąt, by dalej biegnąc przez Raka, dotrzeć nieco poza środek odcinka przechodzącego przez konstelację Lwa. Tym samym pokonuje łącznie dystans 59,7°, o 1,2° dłuższy niż w maju i czerwcu, ponieważ począwszy od nocy z 3 na 4 lipca, minąwszy najbardziej oddalony od Słońca punkt swej orbity (aphelium), Ziemia znów stopniowo zwiększa swą prędkość liniową, co wprost przekłada się na przyspieszenie pozornego ruchu Słońca na tle gwiazd.

Odwiedzając trzy gwiazdozbiory, od zimowych Bliźniąt do wiosennego Lwa, równocześnie Słońce biegnie przez trzy letnie znaki zodiaku: 71% Raka, cały znak Lwa i 29% Panny.



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia lipca i sierpnia 2017

lipiec

1	2.51	pierwsza kwadra Księżyca
1	11.31	koniunkcja Księżyca 2,6°N z Jowiszem
2	4.03	opozycja planetoidy (3) Juno, 2,10 au od Ziemi
3	22.10	Ziemia w aphelium, 152,093 mln km od Słońca
6	6.28	apogeum Księżyca, 405 940,6 km od Ziemi
7	5.33	koniunkcja Księżyca 3,2°N z Saturnem
8	12.49	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°26'
9	6.07	pełnia Księżyca
12	7.17	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 324°14'
13	20.26	bliska koniunkcja Księżyca 50'S z Neptunem
16	21.26	ostatnia kwadra Księżyca
17	4.18	koniunkcja Księżyca 4,1°S z Uranem
20	13.38	koniunkcja Księżyca 2,7°S z Wenus
20	20.40	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Raka; λ = 118,0°
21	19.12	perygeum Księżyca, 361 242,3 km od Ziemi
22	0.07	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°25'
22	17.15	Słońce wstępuje w znak Lwa; λ = 120°
23	11.46	nów Księżyca
23	13.41	koniunkcja Księżyca w nowiu 3,1°N z Marsem
25	2.47	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 144°02'
25	11.21	bliska koniunkcja Księżyca 51'N z Merkurym: zakrycie
27	2.56	koniunkcja Marsa ze Słońcem (1,1°N)
29	0.34	koniunkcja Księżyca 3,0°N z Jowiszem
30	—	maks. aktywności roju meteorów Płd. Delta Akwarydy
30	6.38	maksymalna elongacja Merkurego, 27,2°E od Słońca
30	17.23	pierwsza kwadra Księżyca

sierpień

2	19.55	apogeum Księżyca, 405 031,7 km od Ziemi
3	7.20	Uran rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
3	9.36	koniunkcja Księżyca 3,4°N z Saturnem
4	20.15	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°24'
7	20.11	pełnia Księżyca
7	20.20	maks. częśc. zaćmienia Księżyca; widoczne w Polsce
8	12.55	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 323°56'
10	1.13	bliska koniunkcja Księżyca 49'S z Neptunem
10	19.45	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Lwa; λ = 138,0°
10	23.44	opozycja planetoidy (25) Phocaea, 0,92 au od Ziemi
12/13	—	maksimum aktywności roju meteorów Perseidy
13	2.35	Merkury rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
13	10.00	koniunkcja Księżyca 4,2°S z Uranem
15	3.15	ostatnia kwadra Księżyca
18	8.50	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°23'
18	15.19	perygeum Księżyca, 366 127,4 km od Ziemi
19	6.04	koniunkcja Księżyca 2,2°S z Wenus
21	5.54	koniunkcja Księżyca 1,5°S z Marsem
21	12.34	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 143°59'
21	20.26	maks. całkowitego zaćmienia Słońca; niewidoczne
21	20.30	nów Księżyca
22	11.40	koniunkcja Księżyca 5,9°N z Merkurym
23	0.20	Słońce wstępuje w znak Panny; λ = 150°
25	13.50	Saturn rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
25	17.30	koniunkcja Księżyca 3,3°N z Jowiszem
27	3.55	koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem (4,2°S)
29	10.13	pierwsza kwadra Księżyca
30	13.25	apogeum Księżyca, 404 315,1 km od Ziemi
30	16.31	koniunkcja Księżyca 3,5°S z Saturnem

Pozorna sprzeczność w porach roku między gwiazdozbiorami a znakami zodiaku bierze się stąd, że te ostatnie wiążemy z okresem przebywania w nich Słońca, zaś gwiazdozbiory z ich najlepszą widocznością nocami w danych porach roku.

Podczas tych dwóch 31-dniowych miesięcy, deklinacja Słońca zmniejsza się o 14,7°, od niemal jeszcze maksymalnej +23,1° do +8,4°, co skutkuje znacznym już skróceniem długości dni na północnej półkuli Ziemi.

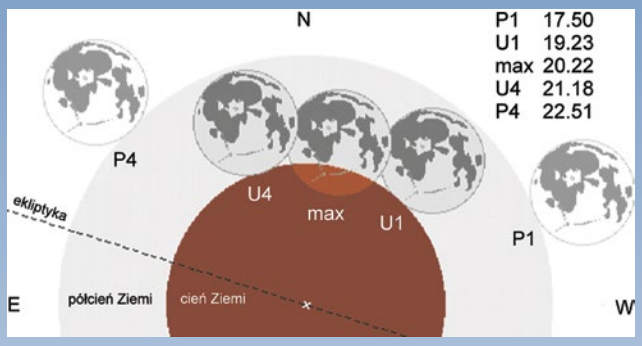
Księżyc

Lipcowo-sierpniową wędrówkę na tle gwiazd, 49-procentowy Księżyc, niespełna 3 h przed pierwszą kwadrą, rozpoczyna w zachodniej części gwiazdozbioru Panny (7,7° znaku Wagi), by po dokonaniu 2,25 obiegów nieba zakończyć w północno-zachodnim rejonie gwiazdozbioru Strzelca (6,6° znaku Koziorożca), pokonując w tym czasie łącznie drogę 808,9°. Tym razem 16-krotnie spotka się z planetami, w tym trzykrotnie w koniunkcji z Jowiszem i Saturnem. Bliska koniunkcja z Merkurym 25 lipca, w północnej Polsce skutkować będzie brzegowym zakryciem planety, niestety niewidocznym, bo przypada w środku dnia.

Nie możemy również liczyć w omawianym okresie na spektakularne zakrycia jasnych gwiazd, w tym również obserwacje kolejnego zakrycie Aldebarana, które będzie miało miejsce za dnia. Jedynie zakrycia przez Księżyc najjaśniejszej gwiazdy naszego nieba — Słońca, mogą być obserwowane jak najbardziej za dnia. Ale ten właśnie warunek nie pozwoli z terenu Polski oglądać sierpniowego całkowitego zaćmienia Słońca. Zaćmienia Słońca następują wtedy, gdy nów Księżyca wypada blisko jednego z węzłów księżycowej orbity, czyli na skrzyżowaniu trasy Księżyca na tle gwiazd z drogą Słońca — ekliptyką.

21 sierpnia nów będzie miał miejsce 8 godzin po przejściu Księżyca przez węzeł wstępujący. Będące skutkiem tego całkowite zaćmienie Słońca niestety nie będzie u nas widoczne. Pas zaćmienia całkowitego przebiegnie od północnego Pacyfiku do centralych rejonów Atlantyku, z maksymalna fazą 1,0306 o godz. 20.22 naszego czasu, w USA, w stanie Tennessee. Na skraju obszaru widoczności zaćmienia znajdą się wprawdzie również północno-zachodnie rejony Europy, dokąd dotrze jedynie faza częściowa, ale będzie to już o zachodzie Słońca. U nas o tej porze dobiegać końca będzie już zmierzch cywilny.

Dwa tygodnie wcześniej, niespełna 17 godzin przed przejściem przez węzeł zstępujący, Księżyc znajdzie się w pełni. Bliskość tych dwóch sytuacji również skutkuje zaćmieniem

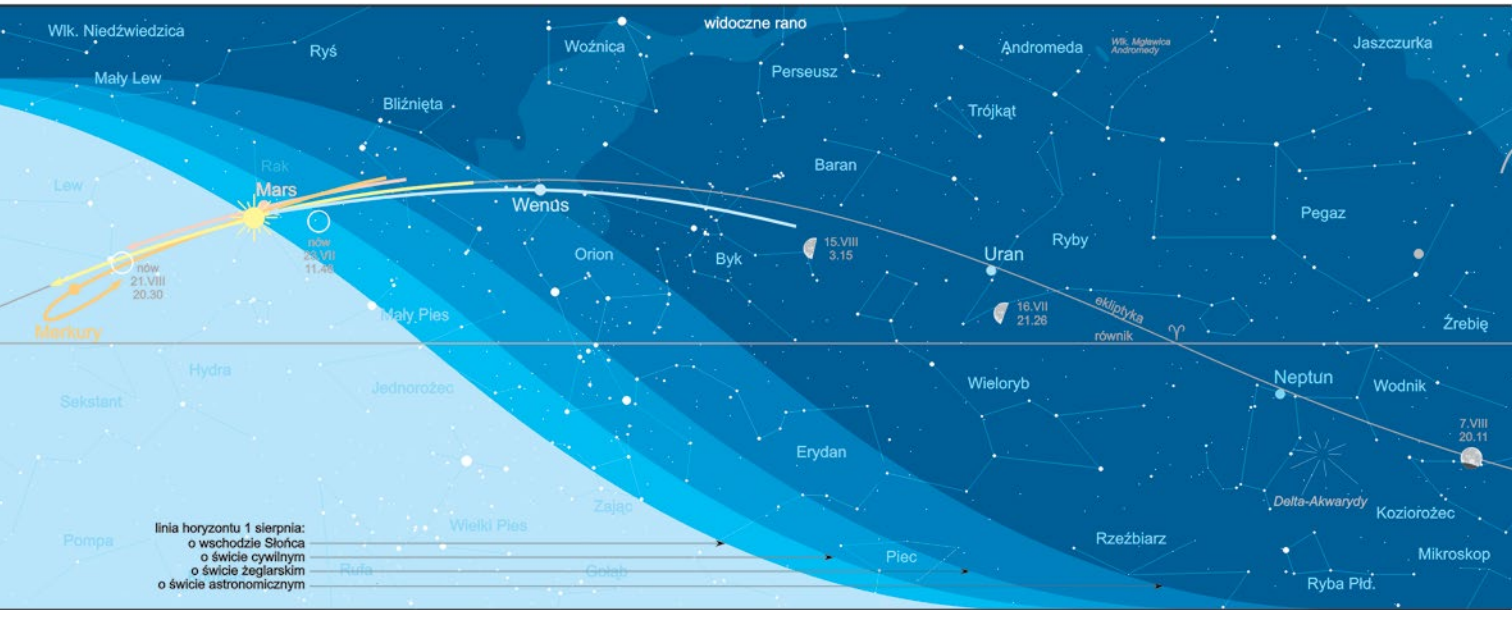


— głównym sprawcą będzie tym razem nasza planeta, której cień w ciągu blisko dwóch godzin przyćmi spory fragment księżycowej tarczy podczas częściowego zaćmienia Ksiezyca, wieczorem 7 sierpnia. W centrum Polski obserwować będzie można drugą połowę zjawiska, przy czym maksymalna faza zaćmienia: 0,2464, nastąpi o godz. 20.22, krótko po wschodzie Księżyca — zobaczymy wówczas cień Ziemi sięgający od południa blisko 1/4 średnicy księżycowej tarczy, który całkowicie zniknie o 21.18, pozostawiając jeszcze na ponad 1,5 h słabo dostrzegalny półcień. Zaćmienie będzie widoczne z niemal całego terenu Eurazji, Afryki i Australii, z górującym Księżycem nad centralną Azją i Oceanem Indyjskim.

Planety i planetoidy

Lipiec i sierpień to najlepszy od ponad 1,5 roku okres dla obserwacji Wenus w roli Gwiazdy Porannej. Czas widoczności jest jednak tym razem o ponad godzinę krótszy niż w styczniu i lutym, gdy brylowała na wieczornym niebie i również jasność mniejsza. Szczególne efektownie Wenus powinna prezentować się rankiem między 11 a 13 lipca, wędrując ponad Hiadami w Byku. Na wieczornym niebie, w pierwszej i drugiej dekadzie lipca, mamy też pewne szanse na dostrzezenie Merkurego, choć również znacznie krócej niż na przełomie marca i kwietnia, w okolicy poprzedniej wschodniej elongacji.

W lipcu praktycznie znika z wieczornego nieba wędrujący pomiędzy Bliźniętami i Rakiem Mars, pod koniec sierpnia — już w granicach Lwa — zaczyna pojawiać się na niebie porannym, tuż przed świtem cywilnym. Poruszając się wyraźnie wolniej od Wenus, Mars zostanie dogoniony przez nią nocą z 5 na 6 października, w południowo-wschodniej części konstelacji Lwa, gdzie obie planety zbliżą się do siebie na odległość zaledwie 0,3°.



Jowisza, w pierwszej połowie kwietnia królującego na nocnym niebie od zmierzchu aż po świt, z początkiem lipca możemy podziwiać jeszcze do północy, jednak z końcem sierpnia znika z nieba już godzinę po zmierzchu. W tym czasie Jowisz zamyka, rozpoczętą w lutym, planetarną pętlę na tle Panny, ponownie zbliżając się do jej najjaśniejszej gwiazdy, Spiki, którą 11 września minie w odległości 3,1°. Saturn, po opozycji w połowie czerwca, z początkiem lipca zachodzi już krótko przed świtem, jednak niemal do końca sierpnia widoczny jest jeszcze do północy, w południowej części Wężownika, około 13° na wschód od niewiele ciemniejszego Antaresa, najjaśniejszej gwiazdy Skorpiona.

Przed wrześniową opozycją Neptuna i październikową Urana, już co najmniej od połowy sierpnia są w miarę dobre warunki do ich obserwacji. Goszczący w Wodniku, ciemniejszy Neptun pojawia się wtedy na niebie już krótko po zmierzchu cywilnym, ale na lepsze warunki najlepiej poczekać jeszcze 1,5 godziny, do końca zmierzchu astronomicznego — najwyżej wznosi się godzinę przed świtem astronomicznym. Uran, choć 6-krotnie jaśniejszy, by dostrzec go na granicy Ryb i Barana, też wymaga najlepiej w pełni ciemnego nieba — już w pierwszych dniach sierpnia wschodzi wraz z końcem zmierzchu astronomicznego.

W omawianym okresie na uwagę zasługują dwie niezbyt jasne planetoidy. To jedna z pierwszych, odkryta w 1804 roku (3) Juno, podczas opozycji 2 lipca osiągająca jasność 9,8 mag oraz znacznie „młodsza", odkryta w 1853 roku (25) Phocaea, która podczas opozycji 10 sierpnia zbliży się na zaledwie 0,92 au do Ziemi, osiągając jednak jasność tylko 10,0 mag.

Roje meteorów

Pomiędzy 13 lipca a 23 sierpnia aktywny jest rój meteorów Południowe Delta Akwarydy, jeden z najobfitszych rojów nieba południowego, znany już w starożytności. Podczas maksimum 30 lipca możemy spodziewać się do 20 dość szybkich meteorów na godzinę. Źródłem tego roju jest najprawdopodobniej grupa komet muskających Słońce (sungrazing comets).

Od 17 lipca do 24 sierpnia aktywność wykazuje jeden z najsłynniejszych rojów meteorów — Perseidy, znany również pod ludową nazwą Łez św. Wawrzyńca (Laurentego). Związane z okresową kometą 109P/Swift-Tuttle, znane od starożytności szybkie, białe meteory ze śladami, pojawiają się w krótkich seriach po kilka–kilkanaście w ciągu 2–3 minut, podczas maksimum nawet do 150 w ciągu godziny. Największe nasilenie przewidziane jest na 12/13 sierpnia, podczas rozciągniętego w czasie maksimum, pomiędzy godz. 16.00, a więc za dnia, a 4.30 w nocy.

Gwiazdy zmienne

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przykładowych przedstawicieli trzech typów gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

lipiec	sierpień
5, 2.21	17, 2.34
7, 23.10	19, 23.23
25, 4.04	22, 20.12
28, 0.53	
30, 21.41	

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od $3{,}5^m$ do $4{,}4^m$. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

lipiec	sierpień
24, 23.12	10, 1.36
	26, 4.00

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

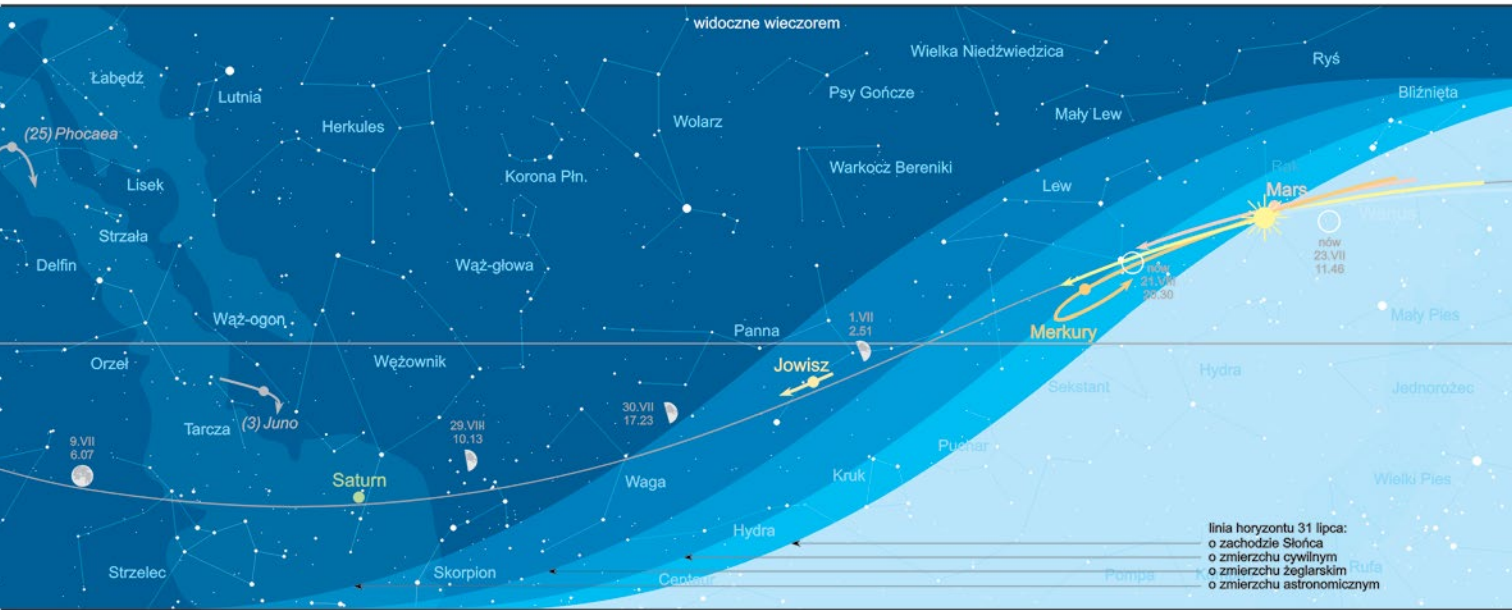
lipiec		sierpień	
13, R Boo	$7{,}2^m$	1, R Oph	$7{,}6^m$
21, R Cnc	$6{,}8^m$	18, T Her	$8{,}0^m$
21, U Her	$7{,}5^m$	19, S CrB	$7{,}3^m$
21, R Vir	$6{,}9^m$	23, R Tri	$6{,}2^m$
24, V Mon	$7{,}0^m$	27, R Psc	$8{,}2^m$

Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY
TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://www.urania.edu.pl/almanach

ROCZNIK ASTRONOMICZNY
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII
http://www.igik.edu.pl/



W takich gromadach luźniej

Po zapoznaniu się przed dwoma miesiącami z kilkoma jaśniejszymi spośród licznych gromad kulistych, zgromadzonych w granicach sąsiadującego od wschodu z Drogą Mleczną letniego gwiazdozbioru Wężownika, teraz, w środku lata zajrzyjmy do dwóch kolejnych letnich gwiazdozbiorów. To najefektowniejszy w Trójkącie Letnim Łabędź i usytuowany poniżej Orła, najniżej położonej konstelacji tego gwiezdnego symbolu lata, niewielki gwiazdozbiór Tarczy (Sobieskiego) — obydwa mające w tle szeroką, mglistą smugę Ramienia Tarczy-Krzyża naszej Galaktyki.

Tym razem, na czterech przykładach z XVIII-wiecznego „Katalogu mgławic i gromad gwiazd" Charlesa Messiera, zaprezentujemy innego typu skupiska gwiazd, znacznie mniej liczebne i nie tak mocno grawitacyjnie związane — gromady otwarte. Do ich odnalezienia na niebie konieczna będzie przynajmniej dobra lornetka, jednak dostrzeżenie pojedynczych gwiazd wymaga już co najmniej amatorskiego teleskopu, z obiektywem o aperturze 150–200 mm.

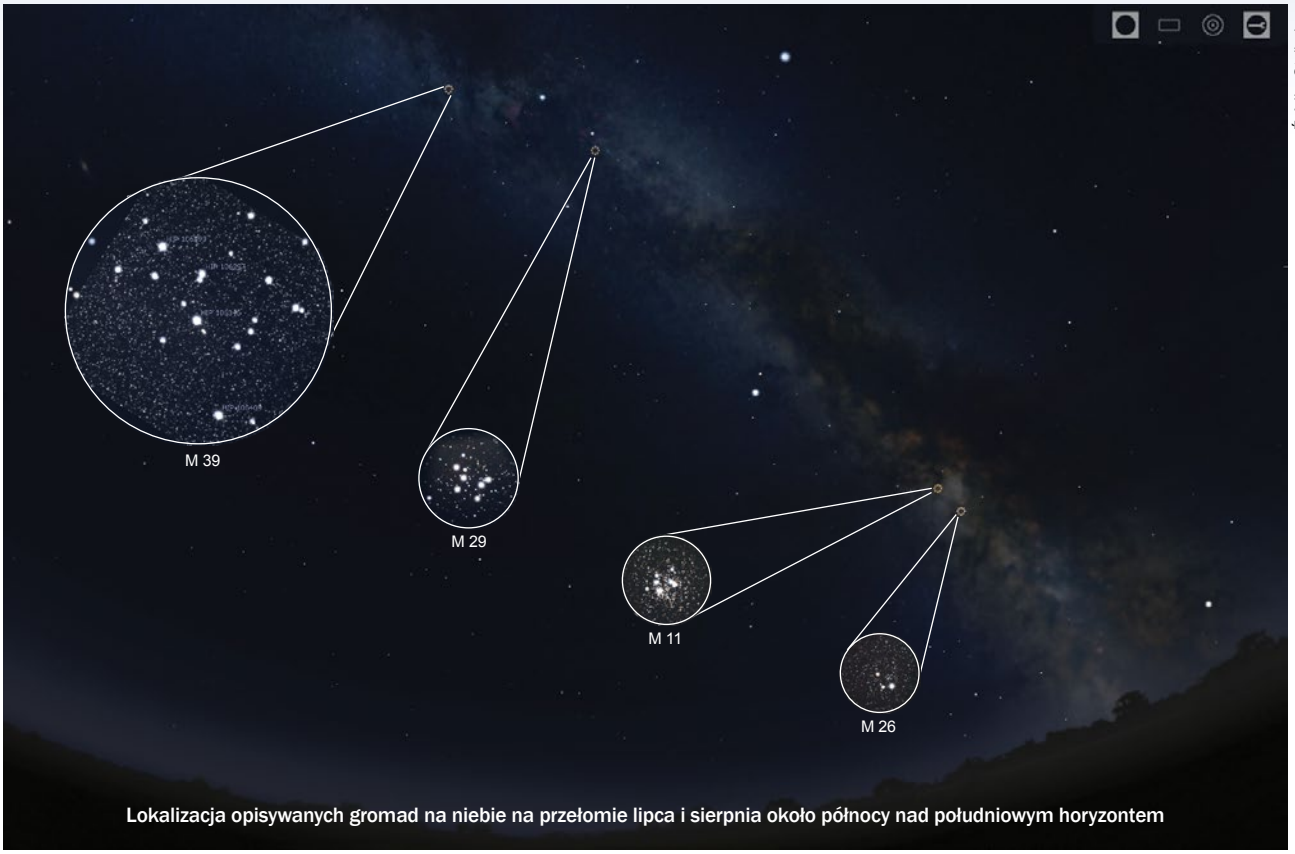
M 11, **Dzika Kaczka** — jedna z najliczniejszych gromad otwartych, po raz pierwszy zaobserwowana przez niemieckiego astronoma Gottfrieda Kircha w 1681 r. jako mgiełka, której pojedyncze gwiazdy dostrzegł dopiero w 1733 r. angielski duchowny i astronom William Derham. Składa się na nią około 2900 gwiazd, skupionych na przestrzeni około 20 lat św., co z odległości 6200 lat św. widzimy jako obiekt o kątowej średnicy 14', a więc bliskiej połowie tarczy Księżyca. Przy jasności 6,3 mag, wymaga użycia przynajmniej lornetki, którą należy wycelować 1,8° na południowy wschód od 4,2 mag gwiazdy beta Scuti w Tarczy.

M 26 — znacznie mniej zwarta od poprzedniej, otwarta gromada gwiazd, odkryta w 1764 r. przez Charlesa Messiera, przy podobnych rozmiarach (22 lata św.) zawierająca około 90 gwiazd. Z odległości około 5 tys. lat św. na naszym niebie ma kątowe rozmiary 15'. Gromadę częściowo przesłania obłok ciemnej materii międzygwiazdowej, widoczny jako niewielki ciemniejszy obszar w jej granicach. To również najciemniejsza z omawianych tym razem gromad — przy jasności 8 mag, do jej obserwacji niezbędna jest przynajmniej dobra lornetka. Odnajdziemy ją, kierując się 2,7° na południowy wschód od 3,8 mag alfy Scuti, najjaśniejszej gwiazdy Tarczy, mijając po drodze słabszą (4,7 mag) gwiazdę delta Scuti.

M 29 — odkryta również przez Messiera w 1764 r., niezbyt liczna gromada otwarta w gwiazdozbiorze Łabędzia. Z szacowanej na 4–7 tys. lat św. odległości, dwukrotnie mniejsza od poprzedniej (11 lat św.), również na naszym niebie przyjmuje dwa razy mniejszą średnicę kątową 7'. Obiekt o jasności 7,1 mag, za pomocą dobrej lornetki powinniśmy odnaleźć tuż poniżej centrum charakterystycznego krzyża gwiazd Łabędzia, 1,8° na południe od 2,2 mag gwiazdy Sadir (gamma Cygni).

M 39 — podobno znana już w starożytności Arystotelesowi, przez Messiera odnaleziona wraz z dwiema poprzednimi w 1764 r., najbliższa i najjaśniejsza z omawianych gromad otwartych. Przy rzeczywistym rozmiarze około 7 lat św., z odległości 825 lat św., na naszym niebie dorównuje rozmiarom tarczy Księżyca (32'). Na gromadę składa się około 80 dość jasnych gwiazd, spośród których najjaśniejsza ma 6,8 mag. Mimo mieszczącej się w zakresie widoczności gołym okiem, sumarycznej obserwowanej jasności gromady: 4,6 mag, do obserwacji lepiej użyć lornetki. Gromadę odnajdziemy w północno-wschodniej części gwiazdozbioru Łabędzia, 2,9° na północ od 4,0 mag gwiazdy ro Cygni, usytuowanej 9,2° na wschód od Deneba — najjaśniejszej gwiazdy konstelacji, a zarazem górnego wschodniego wierzchołka gwiezdnego symbolu lata — Trójkąta Letniego.

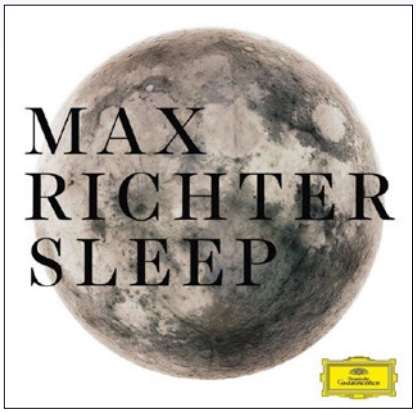
Jan Desselberger



Źródło: Stellarium

Lokalizacja opisywanych gromad na niebie na przełomie lipca i sierpnia około północy nad południowym horyzontem

Księżycowy sen Richtera



Najpierw moją uwagę przykuła okładka wydania winylowego. Księżyc na kilka dni przed nowiem z nierealnie zminimalizowanym kontrastem pomiędzy częścią bezpośrednio oświetloną a tą ukrytą w świetle popielatym. Chwila zastanowienia i wszystko jasne: to nie jest autentyczne zdjęcie. To tak naprawdę przetworzone zdjęcie księżycowej pełni ustylizowane na 24-dniowy wygląd naszego naturalnego satelity. A może w zamyśle autora miał to być Srebrny Glob w czasie zaćmienia? Najważniejsza jest jednak muzyka. Minimalistyczna, oniryczna mieszanka klasycznych brzmień ze współczesną elektroniką. Piękna mieszanka. Po jej usłyszeniu wiedziałem, że to tylko kwestia czasu, by zmaterializowała się u mnie na półce. Dodatkowego smaku winylowemu wydaniu dodaje przezroczystość nośnika.

„From Sleep" Maxa Richtera, bo o tej płycie mowa, to tylko jednogodzinne reminiscencje ciekawego eksperymentu autora wydanego na ośmiu kompaktowych krążkach pod tytułem „Sleep". Okładkę wydawnictwa zdobi ten sam obraz pełnego Księżyca, ale w negatywie. Ponad 8 godzin zarejestrowanej tam muzyki to, jak mówi sam autor, kołysanka trwająca tyle czasu, ile przeciętny człowiek przesypia w ciągu doby.

Marzy mi się wysłuchanie całości w jakąś ciepłą czerwcową lub lipcową ‚księżycową noc, ale obawiam się, że podzielę los części uczestników premierowego wykonania utworu na żywo we wrześniu 2015 r. w Wellcome Library w Londynie, czyli… po prostu zasnę. Muzyka Richtera wydaje mi się bardziej skuteczną usypianką niż słynne wariacje goldbergowskie wielkiego Jana Sebastiana Bacha.

O ile Bach za swój utwór otrzymał chyba najwyższe w swej kompozytorskiej karierze wynagrodzenie, to Max Richter wykonaniem „Sleep" zapisał się w Księdze rekordów Guinessa jako wykonawca najdłuższej, niezawierającej przerw, kompozycji kiedykolwiek nadanej na żywo (koncert był transmitowany).

A może ktoś z P.T. Czytelników zmierzy się ze „Sleep" i podzieli wrażeniami?

Jacek Drążkowski

Konkurs na fotki z Uranią

Z pyłu powstałeś… i śniegu

W poprzednim numerze prezentowaliśmy zdjęcie *Uranii* w podziemnej kopalni, a tym razem z *Uranią* na szlak Orlej Perci w Tatrach dotarł Andrzej Lackowski z Torunia.

Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z Uranią lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres portal@urania.edu.pl z tytułem „Fotki z Uranią" lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami **#fotkizurania** i **#urania** (dodatkowo może być też **#podrozujzurania**). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Uranii" — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania

Astronomia w szkole i na balkonie:
SKY-WATCHER ALLVIEW ALT-AZ

Do moich rąk trafił właśnie długo oczekiwany montaż Sky-Watchera oznaczony jako AllView Alt-Az. Na pierwszy rzut oka można od razu skojarzyć go nieco z głowicą Virtuoso, która ma podobne właściwości i zastosowanie. Różnica przede wszystkim polega na wielkości sprzętu i na dołączonym do zestawu pilocie SynScan v.4 oraz wielofunkcyjnym adapterze do zamocowania aparatu o wielu regulowanych ramionach. Wraz z wielkością wzrosła także nośność montażu, bowiem wynosi teraz 4 kg. Można już na takim montażu zawiesić np. Maksutowa o średnicy 127 mm, 6" Schmidta-Cassegraina, Sky-Watchera ED 80 czy dość ciężki teleskop słoneczny Lunt 60.

Tuż po otwarciu zaskakuje solidność wykonania. Głowica jest dosyć ciężka, ale jednocześnie kompaktowa. Dołączana jest do stabilnego statywu ze stalowymi nogami o średnicy 1,75 cala, o regulowanej wysokości, wraz ze stoliczkiem na akcesoria, pełniącym też funkcję rozpórki. Statyw ten jest mi już znany, choćby z montaży EQ3 czy EQ5, gdzie musi sobie on radzić ze znacznie większym obciążeniem. Największą zaletą jest jednak modyfikacja statywu, objawiająca się w mocowaniu 3/8", które daje nam możliwość mocowania głowicy na mniejszych nogach statywów fotograficznych lub wykorzystywanie nóg z zestawu w celach fotograficznych.

Wróćmy do samej głowicy. Otóż na stronie dystrybutora, firmy Delta Optical czytamy:

Ramię pionowe ma możliwość obrotu i ustawienia mocowania dovetail po zewnętrznej stronie, dzięki temu można stosować dłuższe tuby optyczne (jak np. Sky-Watcher ED80) bez ryzyka kolizji z podstawą montażu. Wystarczy poluzować tylko jedną śrubę. Nie ma potrzeby zdejmowania przyrządu optycznego z mocowania ani nie ma ryzyka odłączenia się ramienia od głowicy podczas tej operacji.

Faktycznie, ramię przestawia się lekko i precyzyjnie i nie ma możliwości, aby w jakikolwiek sposób odpadło od montażu wraz z założonym na nie kosztownym sprzętem.

Bezpośrednio po uruchomieniu zaskakuje szybkość działania i prędkość poruszania się w osiach. Co ciekawe, montaż bardzo szybko reaguje na uruchomienie obrotu, jak i na zatrzymanie. Nie widać też znanego stopniowego zwalniania po zatrzymaniu ruchu. Co do samego pilota, widzimy tutaj dużo większe różnice. Oczywiście nie zewnętrzne, lecz zaszyte w oprogramowaniu. Po pierwszym uruchomieniu pilot zapyta nas o tryb pracy, w jakim ma działać. Do wyboru mamy dwa główne tryby działania montażu.

Tryb astronomiczny — standardowy tryb, w którym montaż zachowuje się jak każdy inny montaż azymutalny z systemem GoTo. Tryb ten pozwala na wyszukiwanie i śledzenie 42900 obiektów astronomicznych. Dalej na stronie dystrybutora czytamy:

Montaż, dzięki precyzyjnemu napędowi obydwu osi silnikami serwo DC, pozwala na celowanie i śledzenie obiektów astronomicznych z dużą dokładnością (do 5 minut kątowych) wraz ze wszystkimi funkcjonalnościami większych, skomputeryzowanych montaży Alt-AZ Sky-Watchera. Wśród dostępnych obiektów są Księżyc, Słońce, planety, gwiazdy i gromady gwiazd oraz liczne galaktyki i mgławice.

Zgodnie z tym, co napisał dystrybutor, montaż posłusznie wyrównuje się na jedną bądź dwie gwiazdy namiarowe, wyszukuje i śledzi precyzyjnie, o czym mogłem się przekonać podczas ostatnich, wieczornych obserwacji Jowisza i wschodzącego Księżyca blisko pełni. Oba obiekty bez trudu dały się ustawić w polu widzenia refraktora Sky-Watcher 80 ED z umieszczonym w wyciągu 76-stopniowym okularem Baader Morpheus 9 mm. Warto dodać, że katalog gwiazd w sterowniku SynScan zawiera gwiazdy posiadające swoje nazwy własne oraz podwójne i zmienne (SAO), jak również katalogi NGC, IC, Messier i Caldwell obiektów mgławicowych.

Głowica może być podłączona do komputera PC w celu sterowania bezpośrednio z poziomu aplikacji, np. Stellarium i wielu innych, mających dostęp do platformy ASCOM ze sterownikami montaży Sky-Watchera. Warto zauważyć, że głowica posiada podwójne enkodery osi i wraz z regulowanymi blokadami osi, daje to możliwość ręcznego obracania montażu w dowolnym kierunku, bez utraty pozycji względem obiektów na niebie (Technologia Dual Encoder). Można o tym się przekonać, obserwując wyświetlane na pilocie wartości rektascensji i deklinacji podczas poruszania tubą teleskopu ręcznie.

Jak każdy tego typu montaż oferuje on nam trzy prędkości śledzenia — gwiazdową, księżycową i słoneczną, a same zmiany położenia możemy dokonywać ręcznie lub za pomocą pilota z prędkościami 1×, 2×, 8×, 16×, 32×, 200×, 400×, 600×, 800×, 1000×, które są opisane wartościami od 1 do 9 podczas wyboru prędkości pilotem. Również standardowe są metody wyrównania montażu, jak już wspomniałem, możemy to zrobić na jedną lub dwie gwiazdy, a pilot podpowiada nam, jaką drugą gwiazdę jest najlepiej użyć do wyrównywania.

Aby było to jasne, montaż azymutalny z GoTo nie nadaje się do astrofotografii, w której wymagane są długie czasy naświetleń. Ze względu na tryb poruszania się montażu (lewo-prawo, góra-dół) montaż skazany jest na efekt rotacji pola, ze względu na niezgodność osi obrotu z osią biegunową Ziemi. Niebo porusza się pod pewnym kątem i przy dłuższych czasach naświetleń pojedyncze obiekty (gwiazdy) na brzegach kadru będą przesuwać się (rotować) w przeciwnych kierunkach.

Tryb panoramiczny — w trybie tym otrzymujemy dodatkowe podprogramy jak Easy Pano Mode, czyli prosty tryb panoramy. W wariancie tym można określić kąt widzenia obiektywu

oraz pozycję początkową i końcową panoramy, a głowica sama obliczy, ile ekspozycji i przesuwów należy wykonać. Innymi słowy, można albo podać pilotowi pole widzenia aparatu z obiektywem zarówno w poziomie oraz pionie, zwyczajnie wpisując go „z palca", albo samodzielnie zmierzyć go w poziomie oraz w pionie. Jeśli rzeczywiście nie znamy pola widzenia naszego kadru, obracamy aparatem tak, aby początkowo ustalony środek kadru (najlepiej jakiś charakterystyczny, nieruchomy obiekt) ustawić na dole, na górze oraz po bocznych brzegach pola widzenia, za każdym razem zatwierdzając klawiszem „Enter" .To pozwala głowicy zmierzyć pole widzenia kadru użytego do wykonania panoramy.

W kolejnym podprogramie Preset Pano Mode, który służy do wykonywania panoram sferycznych. Wystarczy określić kąt widzenia pomiędzy kolejnymi „warstwami" w pionie, z jakich składa się taka panorama sferyczna oraz wpisać ilość ekspozycji w pełnym kącie obrotu dookoła osi, a głowica resztę wykona sama.

W trybie Time Lapse, który służy do tworzenia animacji poklatkowych, można zaprogramować pozycję początku i końca ruchu głowicy, czas trwania ruchu podczas wykonywania ekspozycji oraz liczbę ekspozycji. Uproszczenie procedury ustawień Time Lapse eliminuje konieczność obliczania prędkości kątowej ruchu głowicy. To ustawienie przydaje się też do videofilmowania. W trybie Time Lapse możemy skorzystać z gniazda SNAP i wyzwalać migawkę w zaprogramowanych z góry czasach. Faktycznie, uproszczenie, które ułatwia początkującemu stworzenie pierwszych time-lapsów, choć bardziej zaawansowani użytkownicy mogą narzekać na niemożność kontrolowania dokładnego czasu, jaki upływa pomiędzy kolejnymi wyzwoleniami klatek składowych. Na szczęście, większość z tych użytkowników posiada w swoim zapleczu coś takiego, jak programowalny wężyk spustowy.

Mamy też ostatni ważny tryb Video Coursing umożliwiający nawet do 10 godzin filmowania między dwoma zadanymi punktami. To typowa funkcja, z jakiej znany jest montaż Virtuoso. Tutaj, w przypadku All-View działa to tak samo, głowica porusza się pomiędzy dwoma punktami, a ujęcie można powtórzyć. Niestety, nie udało się nakłonić głowicy do automatycznego powtarzania ruchu bądź do ustawiania się na więcej niż dwa punkty — początkowy i końcowy.

W zestawie znajduje się stabilny, w pełni metalowy adapter, pozwalający na precyzyjną kontrolę położenia płaszczyzny przysłony obiektywu aparatu w 3 osiach, dzięki naniesionej podziałce milimetrowej. Eliminuje to błąd paralaksy podczas wykonywania panoram blisko położonych obiektów, np. w pomieszczeniach. Mocowanie posiada dwa gniazda statywowe 1/4 cala w położeniu portretowym i krajobrazowym. W praktyce można założyć dwa aparaty lub kamery jednocześnie. Konstrukcyjnie, All-View jest rozwinięciem Virtuoso, w którym obiekty fotografowane z bliska na panoramie wykazywały często błąd paralaksy, objawiający się ich przesuwaniem się na tle obiektów położonych dalej. Pozornie skomplikowana, lecz jak się okazuje przemyślana konstrukcja zarówno samej głowicy, jak i adaptera, pozwala zawsze umieścić otwór przesłony obiektywu na przecięciu osi obrotu w pionie i w poziomie.

Montaż okazuje się bardzo przemyślaną i ergonomiczną konstrukcją, która pracuje także na bateriach. W podstawie głowicy od spodu po wykręceniu dwóch śrubek mocujących, znajduje się pojemnik mieszczący 10 baterii lub akumulatorów AA. Moje testy pokazały, że w pełni naładowane baterie wystarczają nawet na 2 noce intensywnego użytkowania, przy niekoniecznie wysokiej temperaturze.

Jeśli nie zasilanie bateryjne, montaż zasilimy z dowolnego zasilacza dającego zasilanie w przedziale o 8 do 15 V i prąd 1 A, choć w warunkach „bojowych" udało mi się z zasilaczem 12 V DC o wydajności prądowej zaledwie 250 mA. Warto pamiętać o możliwości zaparkowania montażu w pozycji domowej i wznowienie sesji po wyłączeniu zasilania, bez potrzeby ponownego wyrównywania montażu, w taką ciekawą funkcję montaż All-View również jest wyposażony. Przestrzegać należy przy tym warunku, że ani statyw, ani głowica z tubusem nie zostaną przemieszczone w międzyczasie.

Montaż dostępny jest w sklepie www.deltaoptical.pl w cenie 1 899 zł. Objęty jest dwuletnią gwarancją.

Marek Substyk

ZAPROSZENIA

Odczyty, wykłady, spotkania, wydarzenia

PTMA O/Katowice
2 czerwca 2017: *Wiosenne spotkania z astronomią,* http://ptma.pl/rok-2017-z-ptma

PTMA O/Kraków
12 czerwca 2017: Bartłomiej Dębski
Najmniejsze supermasywne czarne dziury
26 czerwca 2017: *Astroekspres – wieczór nowości kosmicznych*
http://krakow.ptma.pl/plan-odczytow

10 czerwca 2017: Astrobaza Kopernik
VI Kujawsko-Pomorski AstroFestiwal w Radziejowie
http://www.astro-festiwal.pl

2–3 września 2017: II AstroPiknik w Podzamczu
Regionalne Centrum Naukowo-Technologiczne
http://www.rcnt.pl

Zloty i wyjazdy obserwacyjne

15 sierpnia – 3 września 2017: Wielka Wyprawa PTMA na całkowite zaćmienie Słońca do USA
https://www.facebook.com/wyprawy.ptma

25–27 sierpnia 2017: 7. AstroShow z Delta Optical
Janów Podlaski, http://astroshow.deltaoptical.pl/

14–17 września 2017: PTMA O/Lublin
12. Jesienny Zlot Miłośników Astronomii (Star-Party)
Roztocze – Kraina Nad Tanwią
http://www.astrozloty.pl

21–24 września 2017: PTMA O/Katowice
32. zlot miłośników astronomii PTMA (USA 2017)
Zwardoń, http://www.zloty.ptma.pl

Poczta

Mam nadzieję że tematyka artykułu „Noc nad Polską w odwrocie" będzie kontynuowana na łamach *Uranii* a w szczególności zostanie przez Pana Sylwestra Kołomańskiego rozwinięta i omówiona sprawa zmniejszenia (lub lepiej braku wzrostu) zanieczyszczenia sztucznym światłem nocnego nieba na Słowacji.

Być może ciekawym pomysłem byłoby przeprowadzanie przez *Uranię* wywiadów publikowanych później na łamach tego czasopisma w osobami odpowiedzialnymi w Polsce za sprawy oświetlenia uliczno-drogowego oraz takimi, które w swych lokalnych społecznościach (gminy, dzielnice miast) stosują inteligentną politykę oszczędzania wydatków na nadmierne oświetlanie ulic w czasie godzin nocnych.

Ciekawym wydaje się także zagadnienie, czy Polska w ramach wzrastających wymagań Unii Europejskiej dotyczących emisji gazów cieplarnianych zdecyduje się na bardziej oszczędne, proekologiczne sposoby oświetlania wisi i miast. Nawiązując do artykułu „Noc nad Polską w odwrocie", warto zadać pytanie, jak długo będzie nas stać na tak drogie i dla większości przypadków nieprzekładające się na zwiększenie bezpieczeństwa nadmierne oświetlanie wsi i małych miast.

Paweł Drożdżal

Red.: *Astronomia ma co najmniej trzy oblicza: naukowe, hobbystyczne i społeczne. To ostatnie obejmuje również praktyczne i polityczne aspekty ochrony ciemnego nieba.* Urania *stoi niezłomnie na jego straży!*

* * *

W artykule wstępnym *Uranii* nr 1/2017 poruszono temat godła i flagi państwowej Turcji. Bez wątpienia symbol państwowy tego kraju ma związek z astronomią. A dokładnie z Księżycem i planetą Wenus. W powieści Miki Waltariego opisującej zdobycie Konstantynopola w 1453 r., jest wzmianka, skąd się wzięło godło państwa tureckiego. Otóż w noc zdobycia twierdzy — raczej świt niż noc, patrząc na fazę Księżyca na godle — na niebie miała być widoczna bliska koniunkcja Księżyca i Wenus. Tak miało powstać godło Turcji. Może warto, aby ktoś z astronomów amatorów zbadał sprawę. Dzisiejsze profesjonalne programy obliczeniowe mogą pokazać wygląd nieba w momencie zdobycia Konstantynopola.

Grzegorz Kiełtyka, PTMA o. Krosno

Red. *Zapewnie chodzi o powieść „Czarny Anioł". Po raz kolejny można podziwiać oczytanie naszego Czytelnika. Wojska Imperium Osmańskiego zajęły Konstantynopol 29 maja 1453 r. Niestety, podobnie jak w przypadku opisanym przeze mnie, i tu Wenus pojawia się w roli Gwiazdy Porannej, mocno na lewo od Księżyca, który na dodatek wcale nie jest wąskim sierpem. co więcej, rozdziela je jasny Jowisz, co widać na załączonej ilustracji będącej zrzutem ekranowym z programu Stellarium.*

Jacek Drążkowski

* * *

W najnowszej *Uranii* ukazał się artykuł o planetoidach z nazwami o polskich korzeniach. Autorzy prosili o uzupełnianie listy tych obiektów.

Zgłaszam planetoidę (71783) Izeryna, której nazwa nawiązuje do Gór Izerskich. Nadanie nazwy było związane z 5 rocznicą utworzenia Izerskiego Parku Ciemnego Nieba.
http://www.minorplanetcenter.net/db_search/show_object?object_id=71783

Adresów emailowych do autorów artykułu, niestety, nie mam.

Sylwester Kołomański

* * *

Dopiero teraz dziękuję za *Komeciarza* nr 48 dodanego rok temu do *Uranii*. Sam oglądałem tylko dwie komety, Hale'a-Boppa i Halleya. Oglądanie tej pierwszej zawierało nieoczekiwane elementy dramatyczne i trzymające w napięciu. Może kiedyś o tym napiszę. W Domu Pomocy Społecznej mam kolegę, który też interesuje się astronomią. Z powodu słabszej kondycji nie możemy na razie brać udziału w życiu młodych miłośników astronomii. Czekam też na otwarcie obserwatorium astronomicznego w Słupsku. Na razie żadnych wiadomości.

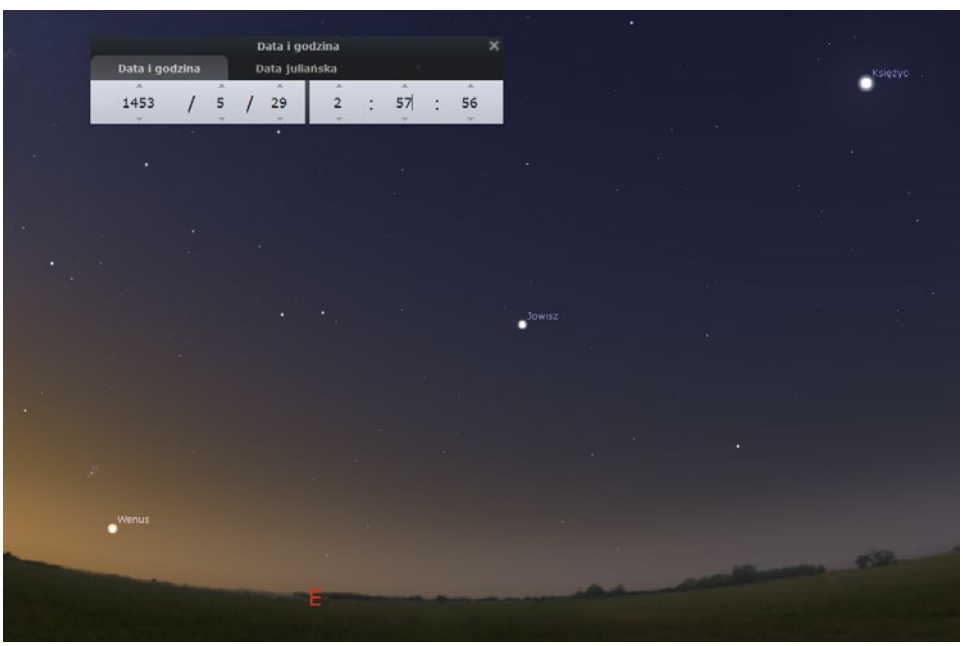
Jeżeli chodzi o mnie, to tak naprawdę zajmuję się poezją. Traktuję całkiem poważnie to, co robię. Dodatkowo interesuję się lichenologią, czyli porostami. Prowadzę wstępne rozmowy z Redakcją Flory Polskiej w sprawie zamieszczania naszych zdjęć porostów. […]

Mam jeszcze jedną uwagę do wszystkich czasopism fachowych. Żeby wszędzie drukowano dużą czcionką!

Emil Pakulnicki, Słupsk

Red. *Gratulujemy Panu Emilowi systematycznego rozwiązywania naszych krzyżówek i czekamy na astronomiczne wiersze. Wiedza o porostach może się przydać do poszukiwania życia na którejś z coraz liczniejszych „drugich Ziem". Zaś duża czcionka, oznacza mało tekstu! Trudny wybór!*

Maciej Mikołajewski



Kosmos nie tylko dla przedszkolaka

Po kilku-kilkunastu latach przerwy jest szansa, aby astronomia jako przedmiot wróciła do szkół. Coraz częściej w szkołach i w przedszkolach są organizowane różne projekty związane z kosmosem. Również ostatnio ukazuje się wiele książek dla dzieci, gier czy puzzli dotyczących Wszechświata. Popularyzacją astronomii w szkołach i w przedszkolach zajmują się członkowie Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Mnie również 13 marca poproszono o krótki wykład na temat kosmosu dla dwóch grup: Tygrysków i Zajączków w Przedszkolu w Ryczywole. Tym większa dla mnie satysfakcja, że do tego przedszkola uczęszcza mój wnuk Bartłomiej. Na tę okazję przygotowałem prelekcję pod tytułem „Kosmos nie tylko dla Przedszkolaka". Na wypadek gdyby świeciło Słońce, zabrałem również mój teleskop 114 × 900 z wytrawionymi lustrami. Dzieci miały za zadanie przygotować sobie mapkę obrotową nieba.

Oczywiście swoją prelekcję zacząłem od zapoznania dzieci z niektórymi gwiazdozbiorami. Pokazałem im, w jaki sposób na niebie odnaleźć Gwiazdę Polarną. Kolejnym etapem prelekcji było zapoznanie przedszkolaków z planetami Układu Słonecznego oraz z Galaktyką. Po prelekcji dzieci po raz pierwszy miały okazję podziwiać nasze słoneczko, patrząc przez teleskop. Na koniec zaśpiewały piosenkę o kosmosie i wymieniały nazwy planet po angielsku. Na pamiątkę przedszkolaki otrzymały naklejkę SOS PTMA, a panie wychowawczynie również pamiątkową smycz z I Zjazdu SOS PTMA w Toruniu. Na koniec pamiątkowe zdjęcie i kwiaty dla prelegenta.

Tadeusz Figiel

Raport nr 3/2017

Marzec słaby pod względem aktywności plamotwórczej.Od 06 do 20 marca na tarczy Słońca nie pojawiła się ani jedna grupa.Średnia wygenerowana z naszych raportów dla R wyniosła 12,55 a dla SN 17,56. Swoje raporty przysłało 9 obserwatorów.

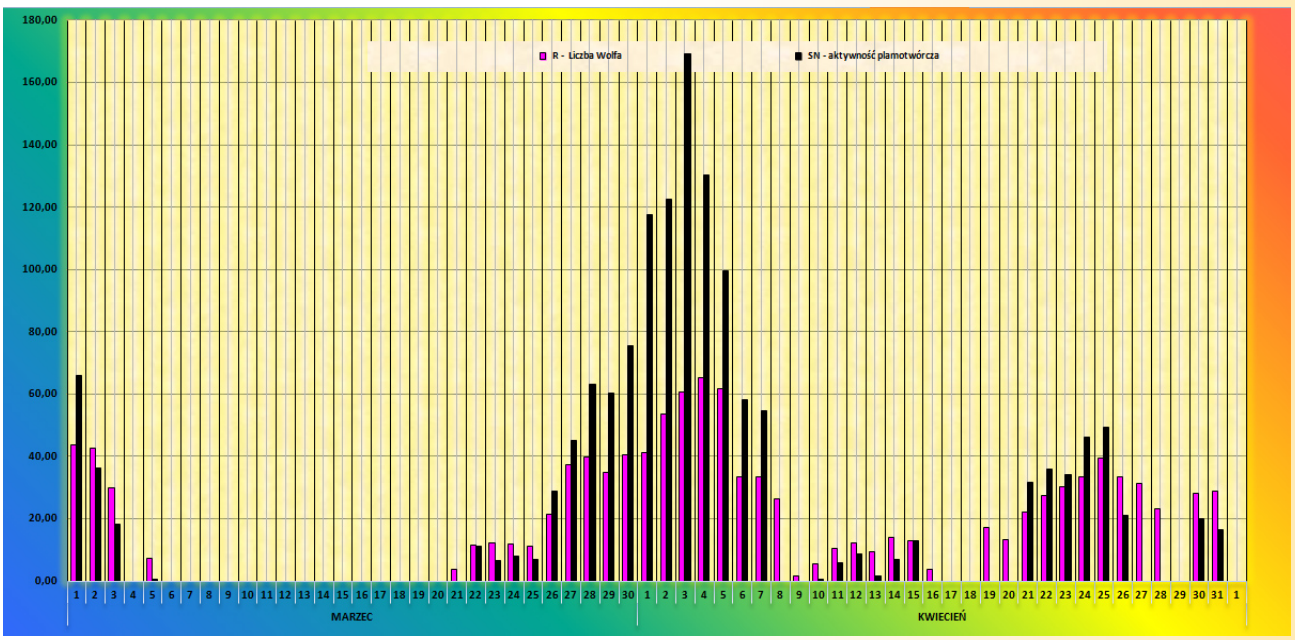
Obserwatorzy:

1. Jimenez Francisco	23	6. Skorupski Piotr	9
2. Bańkowski Janusz	19	7. KA Świebodzice	9
3. Zagrodnik Jerzy	18	8. Figiel Tadeusz	7
4. Kucemba Łukasz	16	9. Nowak Agnieszka	1
5. Raczyński Łukasz	11		

Raport nr 4/2017

Kwiecień przyniósł małe ożywienie w aktywności Słońca i na początku miesiąca liczba Wolfa przez parę dni utrzymywała się w okolicach 100. jednak były też dni, gdy na tarczy nie odnotowano ani jednej plamy. Średnia liczba Wolfa wygenerowana spośród 128 obserwacji wyniosła R=24,39 a SN nieco wyższa, bo 30,85. W kwietniu dołączył do sekcji Mateusz Winnicki, serdecznie witamy.Na prośbę Jerzego Zagrodnika w nawiasach podawać będę łączną liczbę obserwacji każdego obserwatora.

1. Jimenez Francisco	28	6. Zagrodnik Jerzy	12 (6450)
2. Winnicki Mateusz	26	7. Kucemba Łukasz	10
3. Raczyński Łukasz	16	8. KA Świebodzice	5
4. Figiel Tadeusz	14 (1164)	9. Skorupski Piotr	4
5. Bańkowski Janusz	13 (725)	10. Moskal Kinga	1

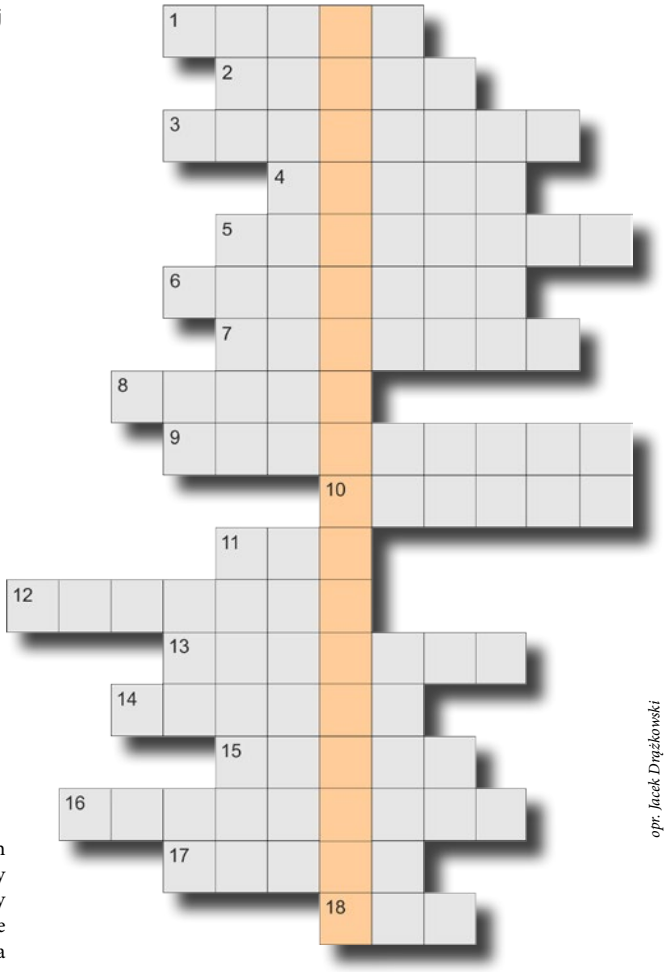


Opracowanie: Janusz Bańkowski

W „Uranii–PA” nr 1/2017 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło BADANIA KOSMICZNE. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Arkadiusz Kostecki** z Łopiennika Podleśnego i **Monika Szpil** z Grudziądza. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Najdłużej użytkowana rakieta w historii astronautyki
2. Może dać spadek meteorytu
3. Seria satelitów teledetekcyjnych
4. Należą do niej „Lem” i „Heweliusz”
5. Północny jest... w Maroku
6. 10 sierpnia będzie w opozycji
7. Ma być najjaśniejszą kometą tegorocznego czerwca
8. Imię łowcy meteorów z Brwinowa
9. Z Marsa już dawno uciekła
10. Pierwszy dostrzegł gwiazdy w Dzikiej Kaczce
11. 35-kilometrowy „pieróg”
12. Łowca komet z Australii
13. XVIII-wieczny obserwator tranzytu Wenus
14. Przeszkadza obserwacjom w Biurakanie
15. Odkrył promieniowanie gamma z okolic centrum M31
16. Jest tam zabytkowy spichlerz, może będzie obserwatorium
17. Budowniczy detektorów fal grawitacyjnych o polsko-litewskich korzeniach
18. Te od św. Laurentego są najobfitsze w sierpniu

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek.
Na rozwiązania czekamy do końca lipca 2017 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe. Do rozwiazania należy dodać swój adres oraz tytuł lub numer książki, którą Czytelnik chciałby otrzymać w wyniku losowania spośród następujących propozycji: 1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka; 2. „Relacja pierwsza” („Narratio Prima”) Joachima Retyka, tłumaczenie popularnonaukowego dzieła poświęconego „De Revolutionibus” Kopernika oraz kopia oryginału; 3. „Mały astronom”, nowa ksiażka o astronomii dla dzieci autorstwa profesora Grzegorza Karwasza. Rozwiązania można przesyłać drogą elektroniczną na adres: urania@urania.edu.pl.



opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 1/2017: 1. WRÓBLEWSKI, 2. OKTAEDRYT, 3. ALKAID, 4. PHAETON, 5. HURNIK, 6. COPERNICUS, 7. ALMANACH, 8. KARSKA, 9. ROZBŁYSK, 10. LIECHTENSTEIN, 11. KACZMAREK, 12. FILTRY, 13. HERSCHEL, 14. WOLARZ, 15. TRANZYT, 16. GLENN.

Łukasz Żak mieszka w Wołominie i teleskopu SYNTA 10" 1200 mm z dołączonym aparatem Pentax K-5 używa głównie do fotografowania samolotów rejsowych. Czasami udaje się upolować je na tle Księżyca lub Słońca.
(zdjęcia tranzytów robione są głównie z czasami od 1/640 do 1/1000 s przy ISO 200)

Boeing 747-436 British Airways sfotografowany na tle Księżyca (1.10.2015)

Boeing 772F uchwycony 24.04.2016 na tle tarczy słonecznej, niżej Airbus 320 sfotografowany 14.03.2016 na tle Księżyca

Boeing 739 w locie z Frankfurtu nad Menem do Duszanbe sfotografowany na tle Księżyca 8 kwietnia br. o godz. 18.55

Częściowe zaćmienie Księżyca 17 lutego 2017 r. Fot. Karol Wenerski, Obserwatorium Niedźwiady k/Szubina. Refraktor Skywatcher 80/600 ED

CELEBRATING 25 YEARS OF THE OGLE PROJECT

JULY 24 – 28, 2017
WARSAW UNIVERSITY, POLAND

TOPICS INCLUDE

- Variable Stars
- Magellanic Clouds
- Transients
- Planets
- Microlensing
- Galactic Structure
- Distance Scale
- Supernovae
- Star Clusters
- Large-scale Surveys

INVITED SPEAKERS

GIUSEPPE BONO
Universita di Roma Tor Vergata

LAURENT EYER
University of Geneva

SCOTT GAUDI
Ohio State University

ANDREW GOULD
MPIA / KASI / OSU

SHUDE MAO
Tsinghua University / National Astronomical Observatories of China

MARK PHILLIPS
Carnegie Observatories

PAUL SCHECHTER
MIT Kavli Institute for Astrophysics and Space Research

ANDRZEJ UDALSKI
Warsaw University Observatory

Photo by Yuri Beletsky

http://ogle25.astrouw.edu.pl/ ogle25@astrouw.edu.pl

FALE GRAWITACYJNE NA DVD W PREZENCIE DLA CZYTELNIKÓW

Urania

Postępy Astronomii

4/2017 (790)
Tom LXXXVIII

Cena 12,90 zł
w tym 5% VAT

www.urania.edu.pl

ukazuje się od 1919 r.

CZARNE SŁOŃCE NAD AMERYKĄ

NAJNOWSZA MAPA CIEMNOŚCI W POLSCE

ISSN 1689-6009 indeks 401323

XXXVIII ZJAZD POLSKIEGO TOWARZYSTWA ASTRONOMICZNEGO

Astronomia fal grawitacyjnych
Radioastronomia i LOFAR/POLFAR
Egzoplanety i Układ Słoneczny
Astrofizyka gwiazdowa
Kosmologia i skale Wszechświata
Astrofizyka wysokich energii
Udział polskich instytucji w projektach instrumentalnych
Historia astronomii
Popularyzacja i promocja nauki

Zielona Góra
11-14 września 2017 r.

https://www.pta.edu.pl/zjazd38/

Planetarium WENUS, ul. Generała Władysława Sikorskiego 10

SPONSORZY:
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

PARTNER:

PATRONATY HONOROWE:
JM Rektor Uniwersytetu Zielonogórskiego prof. dr hab. Tadeusz Kuczyński
Patronat Honorowy Marszałek Województwa Lubuskiego Elżbiety Anny Polak
Prezydent Miasta Zielonej Góry Janusz Kubicki

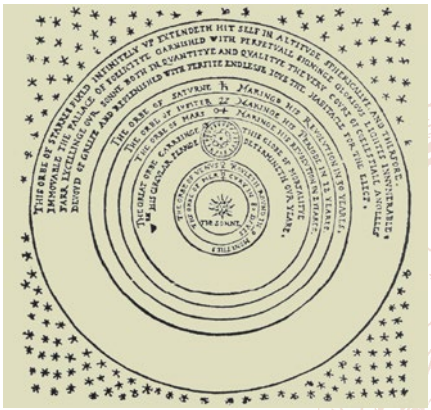
PATRONATY MEDIALNE:

URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Pisząc te słowa, znów jestem w Orlu. I to dobrze. Wkrótce zapadnie noc i chociaż to krótka noc letnia, to będzie izersko ciemna i rozgwieżdżona. Wraz z nocnym niebem pojawią się pytania. Niektóre z nich są proste, banalne. Sprawiają wrażenie krótkich, szybko kończących się ścieżek nieprowadzących do wielkiego odkrycia. Ot na przykład to – dlaczego niebo w nocy jest ciemne? Na każdego, kto nie zadowoli się prostą odpowiedzią odnoszącą się do braku Słońca na nocnym niebie, czeka nagroda i to nagroda iście kosmiczna.

Proste pytanie o ciemność nocnego nieba to jedno z najważniejszych pytań w historii astronomii. Znane jest po nazwą *paradoksu Olbersa*, chociaż Olbers nie bardzo na to zasłużył. Pytanie to pojawiło się wraz z modelem Wszechświata nieskończonego w czasie i przestrzeni. W czasach nowożytnych taki obraz Wszechświata chyba jako pierwszy rozważał Mikołaj Kopernik, a po nim np. Newton, Kartezjusz i Kant. W 1567 r. Thomas Digges, astronom angielski, opublikował książkę, w której zawarł m.in. fragmenty *De revolutionibus* Kopernika wraz z dyskusją mało wówczas znanego modelu heliocentrycznego. W książce tej znajdziemy bardzo ciekawy rysunek przedstawiający model heliocentryczny. Rysunek ten jest podobny do tego z dzieła Kopernika, z jednym wyjątkiem. U Kopernika mamy sferę gwiazd stałych, u Diggesa jej nie ma. Digges „zawiesił" Układ Słoneczny w nieskończonej przestrzeni wypełnionej gwiazdami. I tu zaczyna się problem. Obserwator ziemski (i jakikolwiek inny) znajdujący się w takim Wszechświecie zobaczyłby nocne niebo całkowicie pokryte gwiazdami, w każdym kierunku patrzenia widziałby jakąś, a zatem niebo powinno być jasne. Wystarczy jedno spojrzenie na nocne niebo i wiemy, że tak nie jest. Na sprzeczność między przewidywaniem wynikającym z przyjętego wówczas modelu Wszechświata a ciemnością nocnego nieba zwrócił uwagę m.in. Kepler i Halley, i to na długo przed tym, jak Olbers ten paradoks opisał. Może więc paradoks Olbersa powinien się nazywać po prostu paradoksem ciemnego nieba nocnego?



Rysunek modelu heliocentrycznego z książki Thomasa Diggesa. Autor przedstawił Układ Słoneczny w nieskończonej przestrzeni wypełnionej gwiazdami

Dziś wiemy, jak odpowiedzieć na pytanie o ciemność nocnego nieba. Po prawie 400 latach zdobywania wiedzy wiemy, że niebo to jest ciemne, ponieważ Wszechświat istnieje skończoną ilość czasu (miał początek) i jednocześnie możemy obserwować tylko skończony jego obszar (zawierający skończoną liczbę gwiazd). I to jest ta kosmiczna nagroda za odwagę zadawania prostych, pozornie banalnych pytań.

Wielki Wóz na izerskim niebie. To właśnie w tej części nieba, prawie dokładnie w środku zdjęcia, znajduje się Głębokie Pole Hubble'a (Hubble Deep Field). HDF jest jednym z najbardziej znanych obrazów we współczesnej astronomii i jednym z najważniejszych dla badania młodego Wszechświata. Tak, jak na zdjęciu tu zamieszczonym, tak i na HDF tło nieba pozostaje ciemne wskazując na to, że Wszechświat miał początek

Do zadawania prostych pytań o to, co na nocnym niebie (i na Ziemi) trzeba zachęcać młodzież. W czasie gdy piszę te słowa, w Orlu trwa VII Letnia Szkoła polskiego oddziału European Assiociation for Astronomy Education. Na szkole spotykają się nauczyciele pragnący doskonalić metody nauczania astronomii i rozwijać własne umiejętności w tej dziedzinie. To m.in. oni zachęcają młodzież do patrzenia w nocne niebo i do zadawania pytań oraz pomagają szukać odpowiedzi. Nawet jeśli pytania wydają się banalne, a odpowiedzi znane są od wieków, to warto po nie sięgnąć, żeby odkryć Wszechświat dla siebie. A za tak ważną pracę z młodzieżą tym nauczycielom należą się ogromne podziękowania.

Czytelnikom *Uranii* życzę wielu okazji do obserwowania ciemnego nieba nocnego i nieustannego zadawania sobie pytań o to, jak działa Wszechświat. Żadne pytanie nie jest banalne, a odpowiedź oczywista, jeśli prowadzą nas do lepszego, racjonalnego poznania świata.

Orle w Górach Izerskich, 29.06.2017

Sylwester Kołomański
(zdjecie autora)

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

lipiec–sierpień 2017

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**" (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii".

Nakład: 3000 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Sebastian Soberski, Robert Szaj, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 509 44 17 17
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
http://www.urania.edu.pl

Dystrybucja, sekretariat:
Joanna i Ernest Świerczyńscy,
tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł
Prenumerata roczna 60 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

Prenumerata sponsorowana czasopisma „Urania — Postępy Astronomii" dla szkół finansowana w ramach umowy 886/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

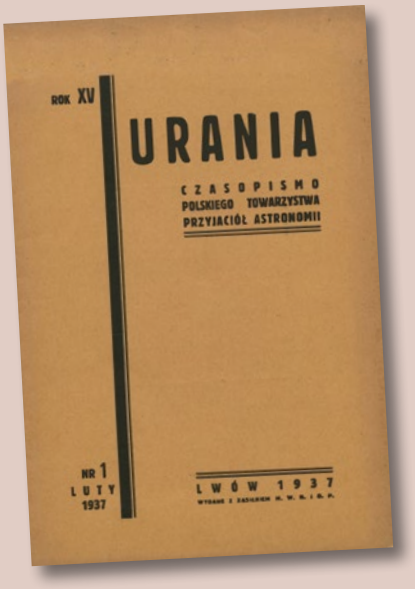
Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18,
00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35,
31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

*** ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA * MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA * ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW * PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI * OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW * REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM ***

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

Dawno temu w… „Uranii”



Wszystko już było...

Z przyczyn od Redakcji Uranii niezależnych druk pisma uległ chwilowej przerwie. Obecnie przeszkody natury finansowej, które głównie spowodowały przerwę dwumiesięczną w wydawaniu pisma, zostały usunięte i pismo nasze będzie się nadal ukazywało regularnie według tego samego planu, jaki został nakreślony w ubiegłym roku. Program naszego pisma pozostaje taki sam, jaki starano się realizować w ubiegłym roku. Będziemy więc popularyzowali zdobycze astronomii wśród najszerszych warstw naszego społeczeństwa, oraz będziemy dążyli, aby pismo nasze było łącznikiem między badawczymi placówkami astronomicznymi w Polsce i społeczeństwem. W roku bieżącym większy nacisk zostanie położony na kontakt naszego pisma z młodzieżą z licealnych klas szkół średnich, którą pragnęlibyśmy zainteresować piękną nauką o wszechświecie. W pracy nad realizacją tego programu zwracamy się do wszystkich czytelników i sympatyków Uranii z gorącą prośbą, aby przyczynili się do pomyślnego rozwoju naszego pisma przez jednanie nowych czytelników i prenumeratorów.

REDAKCJA URANII

Supernowe nie tak dawno temu

Gwiazdy Nowe o niezwykle dużej jasności. Trafiają się gwiazdy Nowe, które w maksimum jasności świecą niezwykle jasno, znacznie jaśniej od przeciętnych gwiazd Nowych. Nazwano je więc gwiazdami *Nadnowymi* (po łacinie *Supernovae*). Podczas gdy normalna gwiazda Nova posiada bezwzględną wielkość zbliżoną do $-5^m.8$, czyli świeci około 20 000 razy jaśniej od Słońca, to *Supernova* wznosić się może w swej jasności bezwzględnej do -13^m czyli że wysyła wtedy światła przeszło 10 000 000 razy więcej, niż Słońce. Taką np. gwiazdą o niezwykle wielkiej bezwzględnej jasności była gwiazda Nowa w mgławicy Andromedy, zaobserwowana

W AKTUALNYM NUMERZE

Dawno temu w… „Uranii” 4

Kronika

Odkrycia i wydarzenia astronomiczne 6

Misje i badania kosmiczne (kwiecień – maj 2017) 8

Przemysław Rudź 10

Zanim cień Księżyca przetnie Amerykę

Przyjrzyjmy się całkowitym zaćmieniom Słońca jako jednemu z najpiękniejszych fenomenów przyrody, tym bardziej że 21 sierpnia br. będziemy świadkami chyba najbardziej wyczekiwanego od lat zaćmienia, przebiegającego długim pasem przez obszar Stanów Zjednoczonych, do których udają się liczne ekspedycje, w tym wiele osób z naszego kraju.

Marek Zawilski 26

Ciemność w pogodny dzień

Zbliżające się sierpniowe zaćmienie Słońca w Stanach Zjednoczonych skłania m.in. do zastanowienia się nad historią obserwacji tych niecodziennych zjawisk na terenie naszego kraju. Co ciekawe, przegląd zaćmień historycznych ujawnia zaskakujące luki informacyjne o niektórych zjawiskach z przeszłości.

PTMA

Wielka Wyprawa PTMA na zaćmienie 36

50 lat Oddziału Lubelskiego PTMA 44

Ciemne niebo

Nowa mapa jasności nocnego nieba na terenie Polski 38

W kraju

Gwiazdy poznańskiego nieba 46

W Wałbrzychu powstało obserwatorim astronomiczne 47

Będzie obserwatorium w mieście Adama Giedysa 47

W skrócie

Budowa teleskopu ELT ruszyła na dobre 48
Znana radiogalaktyka Cygnus A może mieć dwie czarne dziury 48

Nie tylko teleskopy

Poradnik dla naukowców 49
Historia lotów międzyplanetarnych 51

Astropodróże

Astronomia nad Neckarem 52

Przeczytane w *Nature* i *Science*

O czym mówią meteoryty? 54

CYRQLARZ No 223

Zdalna obsługa stacji bolidowych 56

Komeciarz

W poszukiwaniu wielkiej komety 58

Młodzi badacze

ESO Astronomy Camp — poradnik przetrwania 60

Kącik olimpijczyka

Rozwiązanie zadania zawodów finałowych LX Olimpiady Astronomicznej 63

Kalendarz astronomiczny

Niebo nad Polską we wrześniu i październiku 2017 64
Jesienne galaktyki 68

Astronomia i muzyka

Muzyczna księga chmur 69

Konkurs na fotki z Uranią 69
Konkurs „Nasza szkolna przygoda z astronomią” 70

Obserwator Słońca

Ponownie w Przeźmierowie 71
Raport: maj — czerwiec 2017 71

Ciekawe strony internetowe

Chmury — co prawda utrudniają obserwacje astronomiczne, ale warto się im przyjrzeć 72

Poczta, zaproszenia 73
Relaks z Uranią (krzyżówka, astrożarty) 74

w 1885 r. w naszym zaś systemie gwiazdowym do tej kategorii gwiazd należałoby zaliczyć gwiazdę Nową, odkryta przez Tychona Brahe w 1572 r. Jak wiadomo, ta ostatnia gwiazda była widoczna za dnia w pełnym blasku Słońca. Można obliczyć, że *Supernova Andromedae* z 1885 r. wypromieniowała tyle energii w ciągu 25 dni, ile Słońce wysyła jej przez 100 milionów lat. Astronomowie Baade i Zwicky przypuszczają, że *Supernovae* są źródłem tajemniczego promieniowania kosmicznego. W gromadzie mgławic w gwiazdozbiorze Panny odkryto już 5 gwiazd Nadnowych. Jedną z nich odkryto w Obserwatorium na Mount Wilson w roku 1936. Posiadała ona pozorną jasność $+14^m$, bezwzględną zaś -12^m (odległość gwiazdy 6 milionów lat światła). Udało się otrzymać jej widmo, które wskazywało na rozprężanie się zewnętrznej powłoki gwiazdy z prędkością 6000 km/sek.
E. R. (Eugeniusz Rybka)
(Die Himmelswelt 1936 151–152).

Coś się (jeszcze powoli) zaczyna

Planetoidy. Efemerydy pod nazwą Kleine Planeten. wydane przez Astronom. Recheninstitut w Berlinie na r. 1937, zawierają elementy 1380 planetoid. Od ubiegłego roku przybyło więc 36 planetoid. Wśród tych nowych planetoid znajduje się jedna z polską nazwą Wawel (Nr. 1352). Planetoida ta była odkryta przez astronoma belgijskiego Arenda, orbitę jej obliczała p. L. Stankiewiczówna z Obserwatorium Astronomicznego U. J. w Krakowie.
E. R.

Gwiazdy zmienne. Katalog gwiazd zmiennych na r. 1937, opracowany przez Obserwatorium Astronomiczne Berlin-Babelsberg, zawiera 6968 gwiazd, których zmienność została definitywnie stwierdzona. Od ubiegłego roku przybyło 192 gwiazd.
E. R.

Urania 1/1937, pisownia oryginału.

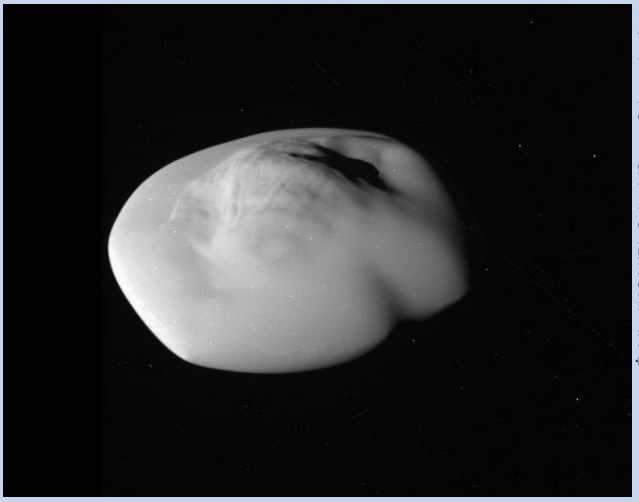
NA OKŁADCE

To piękne zdjęcie efektu tzw. „pierścionka z diamentem” zostało wykonane podczas ubiegłorocznej wyprawy ekipy grudziądzkiej do Indonezji na zaćmienie całkowite 9 marca 2016 r. Fot. Sebastian Soberski

KWIECIEŃ 2017

6 IV — Ceres czasem otacza się cieniutką mgiełką z pary wodnej. Od niedawna wiemy, że pochodzi ona z lodu zalegającego na i tuż pod powierzchnią planetki (zob. *Urania* 2/2017, s. 6). Teraz wiadomo też, co powoduje ich sublimację. Nie ciepło słoneczne, lecz wiatr słoneczny, a konkretnie wysokoenergetyczne protony bombardujące Ceres. Delikatna atmosfera pojawia się wtedy, gdy Słońce jest aktywne, a wiatr słoneczny silny.

12 IV — Księżyc Saturna Atlas został z bliska sportretowany przez próbnik Cassini (fot. obok). Podobnie jak sfotografowany miesiąc wcześniej jego sąsiad Pan (*Urania* 3/2017, s. 7), ma kształt pieroga o średnicy ok. 30 km. Podobnie też zyskał swą osobliwą postać. Krąży tuż za zewnętrzną krawędzią pierścienia A. Napotykane po drodze bryły lodu z pierścienia, przyklejając się do równika Atlasa, utworzyły jego „grzebień".

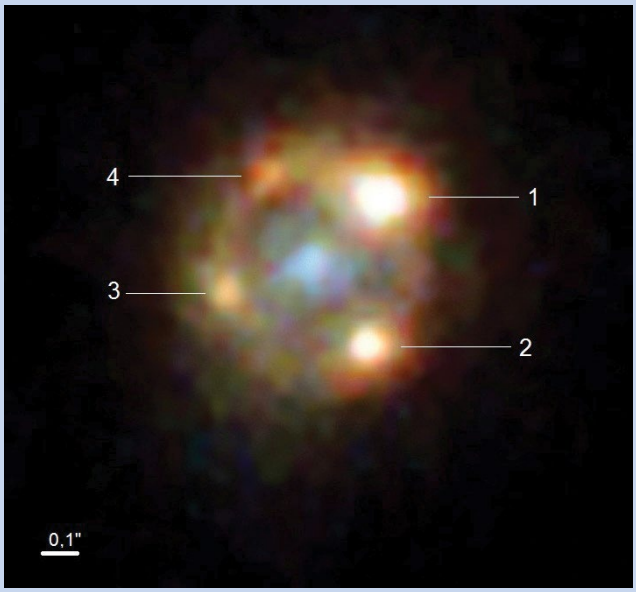


Źródło: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

14 IV — Ogłoszono, że próbnik Cassini, przelatując półtora roku temu przez gejzery wystrzeliwujące z powierzchni Enceladusa, odkrył w nich cząsteczki H_2. To oznaka, że na dnie oceanu ukrytego pod lodową skorupą są kominy hydrotermalne — miejsca, gdzie woda styka się bezpośrednio z bardzo gorącą skałą. Ich ziemskie odpowiedniki, dzięki bogatej chemii zachodzącej w takich warunkach, tętnią życiem, a może nawet są jego pierwotnym źródłem. Czyni to Enceladusa trzecim (po Marsie i Europie) miejscem w Układzie Słonecznym, gdzie będziemy szukać życia. A jeśli go tam nie znajdziemy, to pojawi się jeszcze ciekawsze pytanie: czemu go tam nie ma?

19 IV — W odległości nieco większej niż 0,01 j.a. minęła Ziemię całkiem spora planetoida 2014 JO25. Jej najdłuższa oś ma długość 1,3 km (portret radarowy w *Uranii* 3/17 s. 45). Osiągnęła jasność $10{,}7^m$ i przez jedną noc była dostrzegalna przeciętnym amatorskim sprzętem. Choć obiega Słońce z okresem ok. 3 lat, przynajmniej przez najbliższe kilkaset lat nie zagrozi Ziemi.

21 IV — Supernowa SN 2016geu okazała się być typu Ia, co jest miłe, bo od razu znamy jej jasność absolutną. Jest też druga dobra wiadomość: galaktyka, w której wybuchła, odległa od nas o 4,3 mld lat św. (z = 0,41) leży dokładnie za inną, bliższą (z = 0,22), która działając jako soczewka grawitacyjna, wzmocniła blask supernowej 52 razy (o $4{,}3^m$), dzięki czemu została odkryta. A najpiękniejsze jest to, że udało się rozdzielić 4 osobne obrazy supernowej, utworzone przez soczewkę (fot. niżej). To drugi taki przypadek w historii (zob. *Urania* 2/2015, s. 43), a pierwszy dla supernowej Ia. Otwiera to drogę do całkiem niezależnego wyznaczenia stałej Hubble'a, o którą trwa spór (zob. *Urania* 2/2017 s. 7).



Źródło: ESA/Hubble, NASA

21 IV — Świeżo odkryta planeta pozasłoneczna LHS 1140b wskoczyła na pierwsze miejsce listy kandydatek na planety hołubiące życie. Wiemy o niej wyjątkowo dużo i są to same dobre rzeczy. Jest tylko 1,4 razy większa od Ziemi. Jej średnia gęstość jest 2,4 razy większa od ziemskiej, więc jest skalista. Krąży wokół spokojnej gwiazdy (karła typu M), we właściwej odległości, by mogła tam istnieć ciekła woda. Nie wiemy jeszcze, czy ma atmosferę, a jeśli tak, to jaką? (zob. *Urania* 3/17, s. 16)

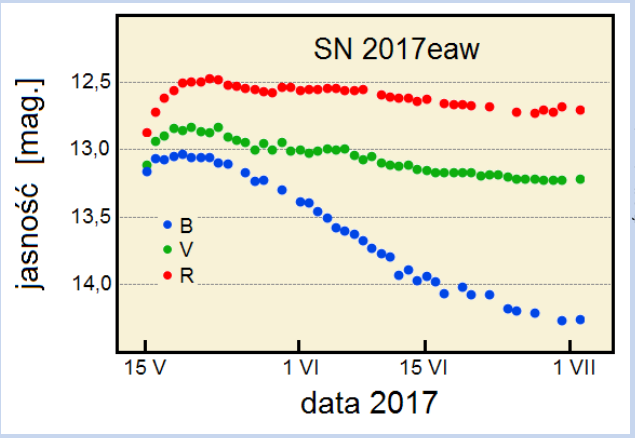
26 IV — Próbnik Cassini po raz pierwszy przeleciał pomiędzy Saturnem a wewnętrzną krawędzią najbardziej wewnętrznego pierścienia D. Spodziewano się zastać tam pustkę, ale nie sądzono, że aż tak kompletną — na swej drodze sonda napotkała tylko kilka mikronowych ziaren kurzu.

MAJ 2017

3 V — Spośród ponad 3600 obecnie znanych egzoplanet przytłaczająca większość to najłatwiej wykrywalne planety bliskie swych gwiazd. Tymczasem dla teorii powstawania układów planetarnych ważne są również planety krążące na rozległych orbitach, poza „linią śniegu" — tam, gdzie woda występuje wyłącznie w postaci lodu. Takich znamy tylko ok. setki i niemal wszystkie to gazowe olbrzymy. Jedyną znaną superziemią poza „linią śniegu" była OGLE-2013-BLG-0341LBb (zob. *Urania* 5/2014, s. 6). Jedna jaskółka wiosny nie czyni, ale znalazła się i druga: OGLE-2016-BLG-1195Lb jest niewiele masywniejsza od Ziemi i obiega czerwonego karła w odległości paru j.a. — zdecydowanie za „linią śniegu" swej gwiazdy.

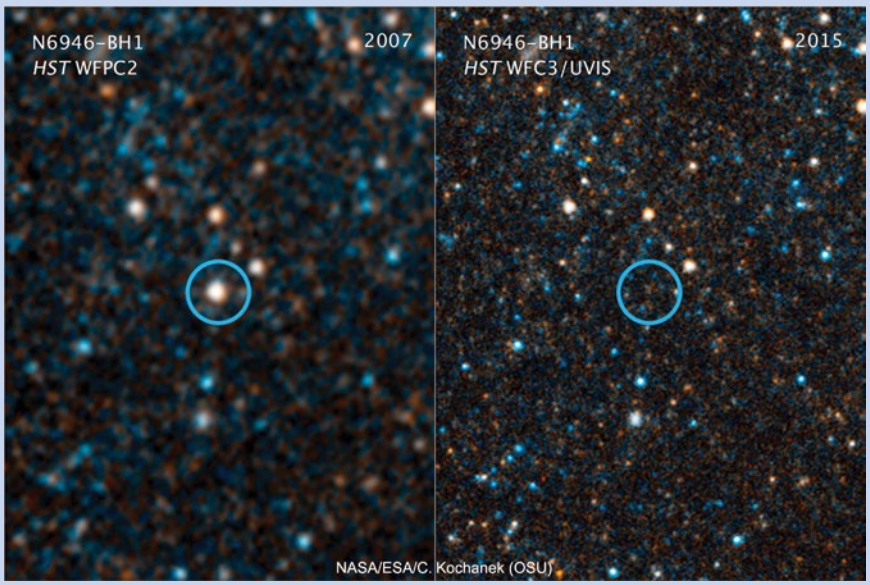
14 V — Każdego roku odkrywa się tysiące supernowych w odległych galaktykach, ale supernowe dostrzegalne amatorskim sprzętem, jaśniejsze od 13^m są rzadkością. Najbardziej wydajną „fabryką" takich zjawisk jest spiralna galaktyka NGC 6946, odległa o 22 mln lat św. Odkryta tej nocy SN 2017eaw jest już 10 supernową w tej galaktyce w ciągu 100 lat. Okazała się typu II-P, czyli jest skutkiem kolapsu masywnej gwiazdy (typ II). Literka „P" oznacza, że jej jasność wizualna po maksimum zatrzymuje się na prawie stałym poziomie na pewien czas, co widać na rysunku

obok (średnie dobowe obserwacji w trzech barwach, zebranych przez AAVSO).



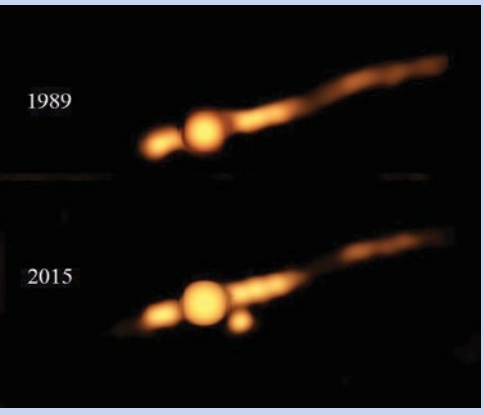
Źródło danych: www.aavso.org

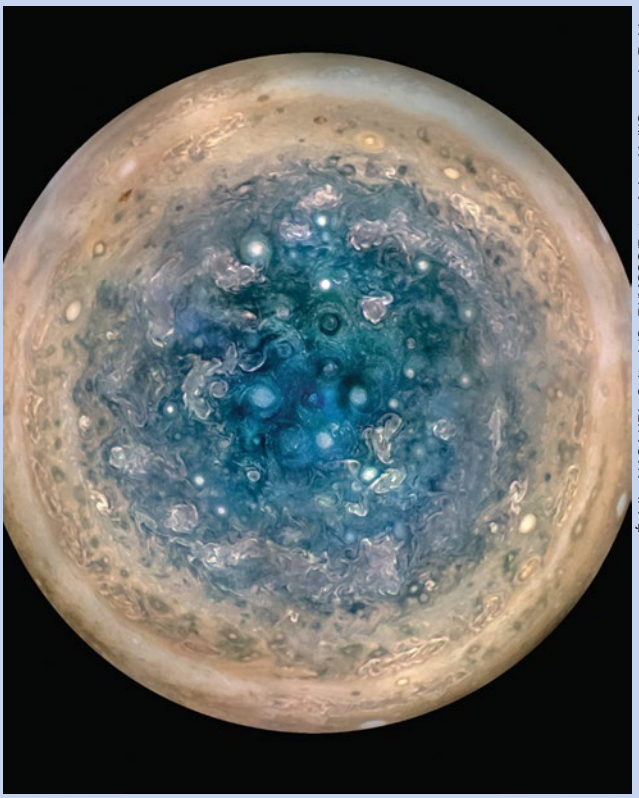
16 V — Teoretycy od dawna twierdzili, że masywne gwiazdy nie muszą kończyć życia wybuchem supernowej. Możliwy, a nawet czasem nieunikniony jest cichy kolaps, czyli zapaść prawie całej gwiazdy do czarnej dziury bez widowiskowego odrzucenia otoczki i rozbłysku (zob. *Urania* 4/2015 s. 8). Wydaje się, że udało się po raz pierwszy takie zjawisko zauważyć. W galaktyce NGC 6946 (wspomnianej w poprzedniej notatce) jeszcze 10 lat temu widniał niczym się niewyróżniający czerwony nadolbrzym. W 2015 r. pozostał po nim jedynie marny ślad, słabo świecący w podczerwieni (fot. obok). Według wszelkich dostępnych poszlak, gwiazda o masie 25 $M_\odot$ po cichu skolapsowała, zaś podczerwony poblask to świecenie resztek po niej, powoli opadających na świeżo powstałą czarną dziurę.



19 V — Nastąpiło długo wyczekiwane, kolejne pociemnienie tzw. gwiazdy Tabby (zwanej przez niegrzecznych chłopców gwiazdą WTF, a oficjalnie KIC 8462852), najbardziej zagadkowego obiektu w Galaktyce (zob. *Urania* 1/16 s. 6, 6/16, s. 6). Okazało się dość płytkie ($0{,}02^m$) i krótkie (3 dni), ale kto żyw, rzucił się do obserwacji — od amatorów po zawodowców przy największych optycznych i radiowych teleskopach świata. Co z tego wyszło, to się dopiero okaże, ale tymczasem 3 tygodnie później nastąpiło kolejne osłabienie, też płytkie i krótkie. Czekamy na ciąg dalszy.

23 V — Cygnus A to najjaśniejsza radiogalaktyka na niebie (optycznie nieciekawa), zawdzięczająca swą wspaniałość aktywnej, supermasywnej czarnej dziurze rezydującej w jej centrum. Już w latach 80. wykonano jej znakomite obrazy radiowe w wielkiej i małej skali — tak doskonałe, że przez 20 lat… nikt się jej nie przyglądał. Gdy wreszcie to zrobiono (raczej jako test nowej techniki niż dla niej samej), w odległości 1500 l. św. od centrum (czyli blisko) odkryto nowe źródło punktowe, które pojawiło się pomiędzy 1996 a 2015 r. (fot. obok). Wygląda na to, że nowy obiekt to druga supermasywna czarna dziura w środku tej galaktyki. Przedtem uśpiona, właśnie się uaktywniła, dostając świeżą porcję materii do pożarcia (więcej w tym numerze na s. 35).





Źródło: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Betsy Asher Hall/Gervasio Robles

25 V — Opublikowano wstępne wyniki badania Jowisza przez sondę Juno. Wśród największych zaskoczeń:
— bogactwo zjawisk pogodowych w okolicach biegunów (na fot. obok biegun południowy; kolory wzmocnione),
— gruba warstwa amoniaku pod chmurami,
— pole magnetyczne jeszcze silniejsze niż przypuszczano, o złożonej geometrii, jakby wytwarzane dość płytko,
— jądro dziwnie rozmyte; z pewnością w środku nie ma skalistej „ziemi".

Wybrał i skomentował: Marek Muciek

KWIECIEŃ 2017

10 IV — Po 173 dniach spędzonych na orbicie trójka astronautów: Rosjanie Sergiej Ryżikow i Andrej Borisenko oraz Amerykanin Shane Kimbrough wrócili na Ziemię na pokładzie statku Sojuz MS-02. Astronauci przyziemili na kazachskich stepach w godzinach popołudniowych czasu lokalnego. Skończyli tym samym 50. Ekspedycję Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

Źródło: NASA/Bill Ingalls

Statek Sojuz MS-02 lądujący z trójką astronautów w Kazachstanie. Kimbrough, Ryżikow i Borisenko spędzili razem na orbicie 173 dni, będąc członkami 49. I 50. Ekspedycji ISS

18 IV — Z przylądka Cape Canaveral na Florydzie wystartowała rakieta Atlas V z bezzałogowym statkiem zaopatrzeniowym Cygnus, który został wypakowany wyposażeniem dla astronautów znajdujących się na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

Kapsuła została załadowana rekordową ilością eksperymentów naukowych, których masa przekroczyła łącznie 900 kg. W ładunku znalazło się m.in. miejsce dla koniugatów przeciwciało-lek testowanych do terapii nowotworowych. Ich działanie można skuteczniej symulować na orbicie. Na stację wysłano też najbardziej zaawansowany dotąd habitat do hodowli roślin w kosmosie.

20 IV — Rakieta Sojuz FG z powodzeniem wysłała w drogę do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej dwuosobową załogę: Rosjanina Fiodora Juriczkina (5. misja kosmiczna) i Amerykanina Jacka Fischera (pierwszy lot). Astronauci kilka godzin później przycumowali do portu w module Poisk. Obaj spędzą na stacji najbliższe cztery i pół miesiąca.

Źródło: NASA/Centrum Treningu Kosmonautów im. Gagarina/Andrej Szelepin

Członkowie misji 51. Ekspedycji do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej w budynku integracji rakiety z ładunkiem na terenie kosmodromu Bajkonur. Po lewej stronie Fiodor Juriczkin, z prawej Jack Fischer. Zdjęcie zostało wykonane 6 kwietnia, dwa tygodnie przed startem

Był to pierwszy lot statku Sojuz z jedynie dwuosobową załogą od 2003 roku. To początek realizacji planu redukcji rosyjskiej części załogi. Rosjanie ze względów oszczędnościowych zmniejszają swój skład na stacji z trzech do dwóch stałych członków załogi.

27 — IV Chiny sukcesywnie rozwijają program, celem którego w przyszłej dekadzie na orbicie ma znaleźć się ich własna stała stacja kosmiczna. Teraz dokonali kolejnego kroku, skutecznie testując proces tankowania i transportu wody z pokładu bezzałogowego statku do testowej stacji Tiangong-2.

Chińczycy planują już w 2019 r. wysłać pierwszy z trzech planowanych modułów swojej stacji orbitalnej. Zakończyła się już jego budowa. Kolejna misja załogowa Chin odbędzie się, kiedy już pierwszy moduł stacji znajdzie się na orbicie.

MAJ 2017

1 V — Rakieta Falcon 9 firmy SpaceX wyniosła na orbitę satelitę Narodowego Biura Rozpoznania USA NROL-76. Był to pierwszy start tej rakiety z tajnym ładunkiem rządowym Stanów Zjednoczonych. Chociaż przeznaczenie i orbita satelity objęte są tajemnicą, to z przesłanek przed startem i późniejszym znalezieniu satelity na niebie można wnioskować, że jest to misja stosunkowo lekkiego statku demonstrującego nowe technologie obserwacji radarowej lub optycznej.

1 V — Drugi egzemplarz statku kosmicznego SpaceShipTwo firmy Virgin Galactic wykonał po raz pierwszy w tym roku lot ślizgowy. Jest to kolejny krok w przygotowaniach do lotów rakietoplanu z napędem, które mają zostać wykonane pod koniec tego roku. Firma podnosi się po katastrofie z 2014 r., w której podczas testów zginął jeden z pilotów testowych. Virgin Galactic chciałoby już pod koniec 2018 r. zacząć turystyczne loty komercyjne, na które zapisało się już kilkaset osób.

7 V — Miniwahadłowiec Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych X-37B powrócił na Ziemię po rekordowej, trwającej ponad 700 dni misji. Samolot kosmiczny startował na szczycie rakiety Atlas V 20 maja 2015 r. Szczegółowe cele misji nie zostały ujawnione. Podejrzewa się, że na pokładzie bezzałogowca znalazły się nowe urządzenia zwiadowcze, elektronika lub materiały wymagające przetestowania w warunkach kosmicznych.

12 — V Astronauci Peggy Whitson i Jack Fischer wyszli na zewnątrz ISS, wykonując jubileuszowy 200. spacer w historii stacji. Duet wykonał prace remontowe i utrzymaniowe. Z powodu problemów z jednostką chłodzącą skafandra Jacka Fischera spacer musiał zostać skrócony do 4 godzin. Pomimo tego udało się jednak wykonać większość planowanych prac.

12 V — NASA zdecydowała, by pierwszy lot ciężkiej rakiety SLS był bezzałogowy. Po zamieszaniu, w którym agencja po prośbie Białego Domu ogłosiła przygotowywanie studium wykonalności pierwszego testowego lotu z załogą, zdecydowano jednak przyjąć bardziej konserwatywne podejście.

Obecnie pierwszy lot nowej rakiety NASA, która ma wynosić załogi w loty poza bliskie otoczenie Ziemi, jest planowany na 2019 rok.

19 V — Sonda Juno okrążająca od sierpnia 2016 r. Jowisza, po raz kolejny zbliżyła się do niego, niemal dotykając chmur gazowego olbrzyma. Statek 19 maja po raz 7. minął perijowium, zbliżając się na odległość 4 000 km nad chmurami planety.

Podczas zbliżenia działały wszystkie instrumenty naukowe sondy, w tym kamera JunoCam. Do końca podstawowej misji sonda ma wykonać 11 naukowych orbit wokół planety. Jeżeli tylko będzie taka możliwość, misja może zostać przedłużona o kolejne 3 lata.

Źródło: NASA

Zdjęcie Jowisza wykonane po 7. zbliżeniu się sondy na najmniejszą odległość na orbicie, już w momencie oddalania się statku. Obraz został wykonany przez urządzenie JunoCam 19 maja 2017 r.

23 V — Jeden z dwóch komputerów MDM zamontowanych na zewnątrz ISS, służących do kontrolowania wielu systemów stacji, uległ uszkodzeniu, w związku z czym zdecydowano się na zorganizowanie awaryjnego spaceru. Ten sam skład astronautów co podczas poprzedniego spaceru (Peggy Whitson i Jack Fischer) wyszedł na zewnątrz i dokonał szybkiej wymiany komputera na zapasową jednostkę. Dla Peggy Whitson był to już 10. spacer. Po jego zakończeniu astronautka stała się 3. na świecie pod względem czasu spędzonego na spacerach kosmicznych (60 godzin i 21 minut).

25 V — Z wybrzeży Nowej Zelandii wystartowała rakieta Electron w swoim pierwszym locie testowym. Lot można uznać jednak tylko za częściowo udany. Dwustopniowa rakieta nie rozpędziła się dostatecznie, by znaleźć się na orbicie.

Źródło: NASA/Mark Garcia

Peggy Whitson ubierana w skafander kosmiczny w śluzie Quest przed jej 8. spacerem kosmicznym 30 marca 2017 r.

Electron jest niewielką rakietą nośną, napędzaną kerozyną i ciekłym tlenem. Ma wynosić ładunki do 150 kg i być wykorzystywana do wysyłania w przestrzeń głównie satelitów standardu CubeSat. Cała struktura rakiety wykonana jest z materiałów kompozytowych. Najbardziej wyróżnia ją jednak zastosowanie turbopomp zasilanych bateriami, co czyni ją pierwszą rakietą „elektryczną". Docelowo firma Rocket Lab chce wykonywać dwa starty swojej rakiety tygodniowo. W najbliższych miesiącach powinniśmy się spodziewać kolejnych lotów testowych, tym razem już z komercyjnymi ładunkami.

25 V — Po raz pierwszy w tym roku z kosmodromu Plesieck na północy Rosji wystartowała rakieta orbitalna. Sojuz 2.1b wyniósł z powodzeniem drugiego satelitę wczesnego ostrzegania przed pociskami balistycznymi Tundra. Niewiele wiadomo o nowym systemie Rosjan. Nowa flotylla zastąpi na pewno wyłączony ostatecznie w 2014 r. system OKO. Satelity tej generacji były już bardzo przestarzałe, bazując na technologiach z lat 70. Nowa seria z pewnością zbliży Rosję technologicznie do amerykańskiego systemu SBIRS.

Start Sojuza przerwał roczną przerwę w startach rosyjskich rakiet, których celem nie jest Międzynarodowa Stacja Kosmiczna.

Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański

Źródło: Rocket Lab

Rakieta Electron firmy Rocket Lab startująca z Półwyspu Mahia w Nowej Zelandii 25 maja 2017 r.

Zanim cień Księżyca przetnie Amerykę

Przemysław Rudź

(…) Herhor wzniósł do góry obie ręce. A gdy tłum znowu ucichnął, arcykapłan zawołał silnym głosem:
— Bogowie! pod waszą opiekę oddaję święte przybytki, przeciw którym występują zdrajcy i bluźniercy…
A w chwilę później, gdzieś nad świątynią, rozległ się nadludzki głos:
— Odwracam oblicze moje od przeklętego ludu i niech na ziemię spadnie ciemność…
I stała się rzecz okropna: w miarę jak głos mówił, słońce traciło blask. A wraz z ostatnim słowem zrobiło się ciemno jak w nocy. Na niebie zaiskrzyły się gwiazdy, a zamiast słońca stał czarny krąg otoczony obrączką płomieni. Niezmierny krzyk wydarł się ze stu tysięcy piersi. Szturmujący do bramy rzucili belki, chłopi upadli na ziemię…
— Oto nadszedł dzień sądu i śmierci!… — zawołał jękliwy głos w końcu ulicy.
— Bogowie!… litości !… święty mężu, odwróć klęskę!… — zawołał tłum. (…)

Bolesław Prus — Faraon

Wstęp

Całkowite zaćmienia Słońca nawet w XXI w. są zjawiskiem wywołującym skrajne emocje. Dotyczą one nie tylko wciąż istniejących prymitywnych ludów i plemion, dla których dzienne zniknięcie słonecznego blasku i ciepła ma nadprzyrodzone konotacje, ale również dla człowieka Zachodu. To on uzbrojony w najnowocześniejsze instrumenty obserwacyjne, nierzadko przemierzający dziesiątki tysięcy kilometrów do pasa zaćmienia, kiedy dzień na kilka minut zmienia się w noc wciąż odczuwa atawistyczną mieszankę silnych, podnoszących tętno wrażeń — fascynację, ciekawość i lęk. Piszący te słowa był uczestnikiem dwóch ekspedycji zaćmieniowych w 1999 r. do rumuńskiego miasta Rimnicu Vilcea — znanego dziś jako centrum rumuńskiej przestępczości komputerowej, oraz w 2006 r. do Side — starożytnego portu, miejsca spotkań piratów i ośrodka handlu niewolnikami, leżącego w dzisiejszej Turcji. W obu przypadkach, chwile tuż przed fazą całkowitą zjawiska wywoływały z trudem dający się opisać słowami stan uniesienia i nerwowego oczekiwania. A przecież jego natura jest dobrze znana, od wieków ubrana w aparat matematyczny, a dzięki niemu obliczona na wiele setek lat do przodu. Przyjrzyjmy się więc całkowitym zaćmieniom Słońca jako jednemu z najpiękniejszych fenomenów przyrody, tym bardziej że 21 sierpnia br. będziemy świadkami chyba najbardziej wyczekiwanego od lat zaćmienia, przebiegającego długim pasem przez obszar Stanów Zjednoczonych, do których udają się liczne ekspedycje, w tym wiele osób z naszego kraju.

Modły kapłana Herhora w filmie „Faraon" Jerzego Kawalerowicza

Tło historyczne

W wierzeniach prehistorycznych cywilizacji Słońce nieodmiennie zajmowało naczelną pozycję pośród panteonu ich bóstw. Jego życiodajna rola, pomimo braku fizycznego zrozumienia charakteru świetlnego dysku, była powszechnie akceptowana i obdarzana najwyższym szacunkiem. Majestatyczny Bóg-Słońce zapewniał obfite zbiory, ogrzewał domostwa, jego wschód i zachód symbolizowały odwieczny cykl życia i śmierci. Czasem Słońce powodowało również katastrofalne susze, klęski głodu, kiedy ludność danego obszaru stawała na granicy przetrwania. Zjawiska związane ze Słońcem były więc traktowane na zmianę odpowiednio jako niebiańską łaskę lub niełaskę, a pokorny i nieświadomy lud musiał się im podporządkowywać.

W dawnych czasach całkowite zaćmienia Słońca, podobnie jak pojawienie się jasnej komety, uważane były za zwiastun nieszczęść, chorób, śmierci ważnych postaci, wojen, konfliktów, klęsk żywiołowych. Podczas zaćmienia ciężarne kobiety chowały się, aby dziecko nie urodziło się ze znamieniem, zakrywano studnie, aby nie doszło do skażenia wody kosmiczną trucizną. W wierzeniach Słowiańszczyzny, podczas zaćmień Słońca i Księżyca wzrastała moc złych czarownic i demonów, a na ludzi spadały schorzenia. Nawet ewangelista Łukasz wspomniał o czymś, co mogło być zaćmieniem Słońca lub Księżyca, w wyniku czego zapadły złowrogie ciemności towarzyszące śmierci Jezusa na krzyżu.

Solarne petroglify w Loughcrew Cairn w Irlandii mogą być świadectwem prehistorycznego zaćmienia Słońca obserwowanego tam w dniu 30 listopada 3340 r. p.n.e.

Źródła historyczne wskazują, że pierwsze znane nam obserwacje zaćmień Słońca prowadzili starożytni Chińczycy. Według wierzeń mieszkańców Kraju Środka znikająca gwiazda była konsumowana przez głodnego smoka. Aby przegonić łakome zwierzę, podczas zjawiska strzelano w niebo strzałami, zimnymi ogniami, walono z impetem w bębny, wszczynano ogólny hałas. Istnieje nawet przypowieść o nieszczęsnych astronomach Hsi i Ho, którzy za panowania cesarza Yao przeoczyli całkowite zaćmienie Słońca (być może chodziło o zjawisko z dnia 22 października 2134 r. p.n.e.), oddając się w tym czasie suto zakrapianej alkoholowej libacji. Przerażony cesarz, który obawiał się zapadnięcia wiecznych ciemności, wydał surowy wyrok za brak odpowiedniej prognozy zjawiska. Za ową niesubordynację uczeni zapłacili głowami.

Cenne świadectwa o obserwacjach tego niecodziennego zjawiska przekazali też Hebrajczycy, Babilończycy, Grecy, Rzymianie, Egipcjanie, Japończycy, Ormianie czy Majowie. Opis starożytnego zaćmienia Słońca znajduje się w Starym Testamencie w księdze Genesis. Mowa tam prawdopodobnie o zjawisku z 9 maja 1533 roku p.n.e. Wydarzyło się ono podczas zachodu Słońca, gdy ojciec narodu żydowskiego Abraham podróżował do kraju żyznego Kanaan, którego południowa część miała stać się ziemią obiecaną dla jego ludu. Zaćmienie Słońca z 16 kwietnia 1177 r. p.n.e. być może towarzyszyło powrotowi Odyseusza do swojej ukochanej żony Penelopy. Homerycki opis z „Odysei" wspomina o tego typu zjawisku obserwowanym z rejonu Itaki.

Szczególnie istotne z historycznego punktu widzenia wydaje się zaćmienie z 15 czerwca 763 r. p.n.e., opisane przez asyryjskich urzędników, w którym informują o rebelii mieszkańców, jaką wywołało zjawisko z trwogą obserwowane w stolicy państwa, mieście Aszur. Asyryjskie zaćmienie stało się podstawą datowania okresów rządów kolejnych królów tego rejonu. Ponad wiek później grecki poeta Archiloch (VII w. p.n.e.) opisał w swoim poemacie zaćmienie Słońca, które wydarzyło się 6 kwietnia 648 r. p.n.e. Autor pisze w nim o Zeusie, który tego dnia zamienił południe w noc, zsyłając strach na przerażonych ludzi. Inne zaćmienie Słońca archeologowie wykorzystali, aby umiejscowić w czasie bitwę pomiędzy Medami i Lidyjczykami, o któ-

Strwożeni peruwiańscy Indianie podczas całkowitego zaćmienia Słońca, kolorowa litografia Gallo Galliny (1778–1837)

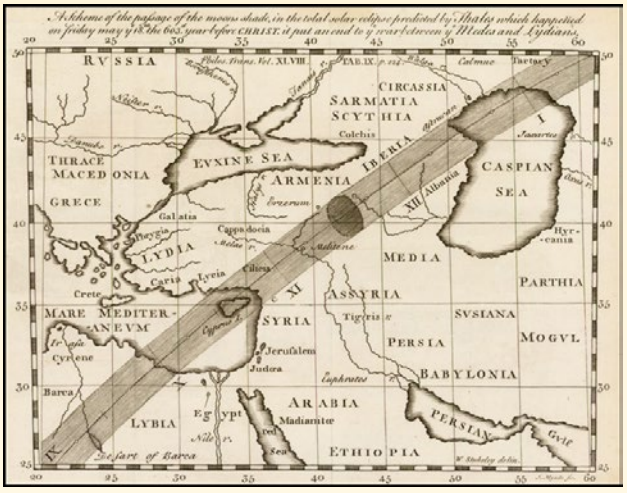
rej wspominał grecki historyk Herodot (484–429 p.n.e.). Znamienny jest opis bitwy nad rzeką Halys (28 maja 585 r. p.n.e.), w dzisiejszej Turcji, który pojawił się w jego „Dziejach":

(…) Kiedy mianowicie przy równych szansach przedłużali wojnę, zdarzyło się w szóstym roku wrogich zmagań, że podczas walki dzień nagle ustąpił przed nocą. Tę przemianę dnia przepowiedział był Jończykom Tales z Miletu, a jako termin ustalił właśnie ten rok, w którym istotnie ona nastąpiła. Lidyjczycy jednak i Medowie, widząc, że z dnia zrobiła się noc, zaniechali walki i obie strony tym bardziej się pospieszyły, żeby zawrzeć pokój. (…)

Było to więc pierwsze udokumentowane naukowo przewidziane zaćmienie Słońca w historii, dokonane w dodatku przez słynnego greckiego filozofa, matematyka i astronoma Talesa z Miletu (VII/VI w. p.n.e.).

Z nowożytnych zaćmień Słońca wypada wspomnieć ważne dla wyznawców islamu, które obserwowane było w Medynie 27 stycznia 632 r. Było to zaćmienie obrączkowe i zbiegło się ze śmiercią Ibrahima, syna proroka Mahometa. Sam prorok nauczał jednak wiernych, żeby nie wiązać tego zjawiska ze śmiercią lub narodzinami żadnego człowieka. Zaćmienie z 2 sierpnia 1133 r., dzień po wyruszeniu z Anglii jej króla Henryka I, wywołało przepowiednie o jego rychłej śmierci, która nastąpiła 2 lata później.

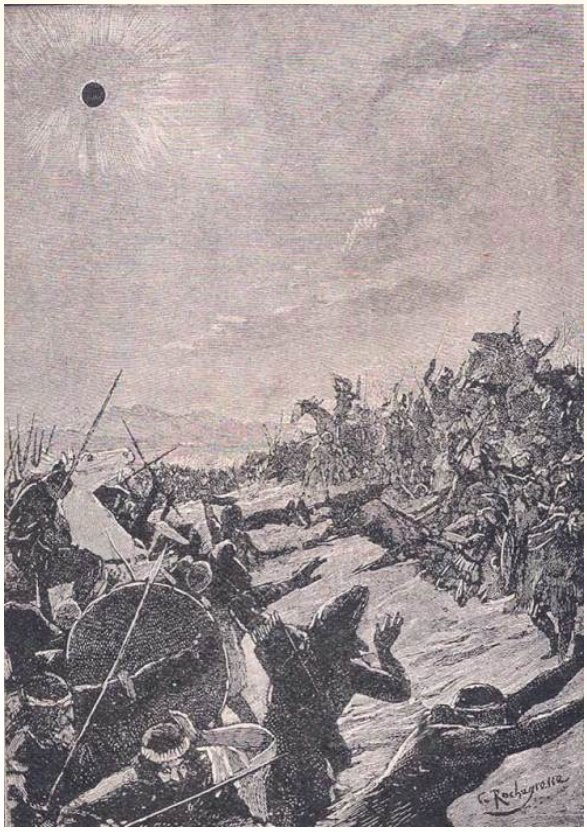
Inne, znacznie późniejsze, zaćmienie Słońca z 5 maja 840 r., według legendy miało być przyczyną zasłabnięcia i rychłego zgonu Ludwika I Pobożnego (778–840) — króla Franków i cesarza rzymskiego, syna sławnego Karola I Wielkiego (742–814). Wszystko potoczyłoby się normalnie, gdyby nie rozgorzała po jego śmierci wojna domowa o sukcesję, zakończona w 843 r. nietrwałym traktatem podpisanym przez zwaśnione strony w mieście Verdun. Podział imperium Karolingów dał w późniejszym okresie przyczynek do powstania trzech organizmów politycznych, które dziś znamy jako Francję, Niemcy i Włochy.



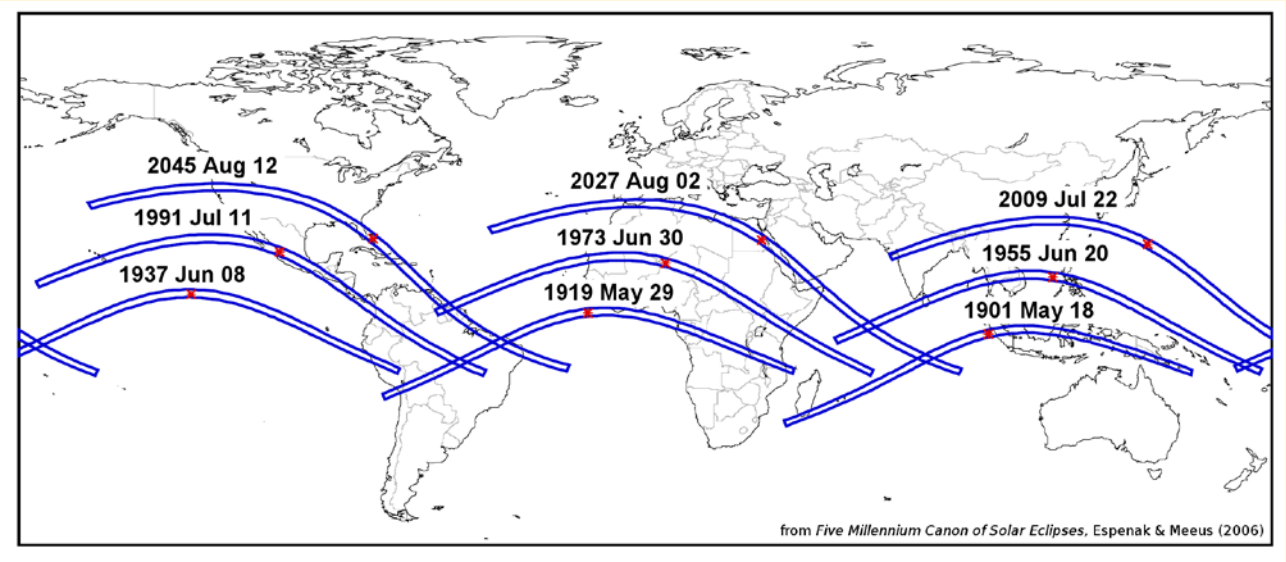
Pas zaćmienia z 585 r. p.n.e. na mapie Jamesa Mynde (1702–1771)

Przepowiadanie zaćmień, czyli tajemniczy saros

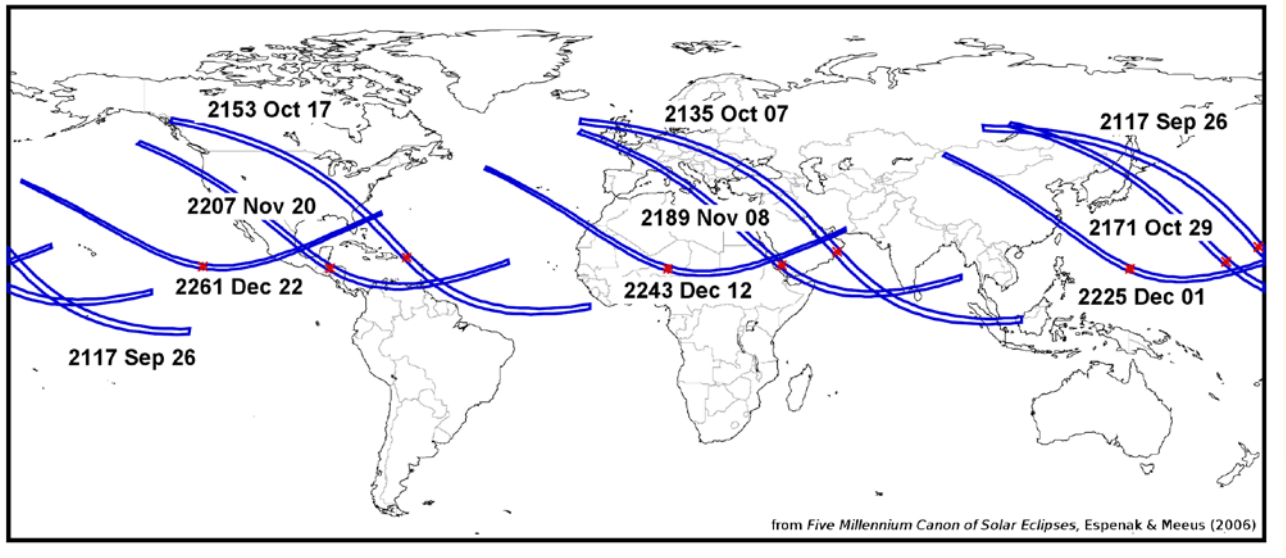
Już starożytni uczeni wiedzieli, że wiele zjawisk astronomicznych wykazuje dającą się określić matematycznie cykliczność. Zauważyli oni, że skoro Słońce co rok powtarza swoją pozorną wędrówkę po nieboskłonie, a Księżyc w tym czasie wielokrotnie uwidacznia cykl zmian faz, to musi istnieć możliwość przepowiadania takich samych ustawień obu ciał wobec siebie. Wiedząc, że całkowite zaćmienie Słońca zachodzi tylko podczas nowiu, a także, że aby do niego doszło, Księżyc musi znajdować się wtedy w węźle swojej wokółziemskiej orbity, długość podstawowego cyklu zaćmień otrzymano, szukając wspólnej wielokrotności miesiąca synodycznego (okresu pomiędzy takimi samymi fazami satelity — 29 dni 12 godzin 44 minuty i 3 sekundy) oraz miesiąca smoczego (okresu pomiędzy przejściami satelity przez węzeł orbity — 27 dni 5 godzin 5 minut i 35,9 sekundy). Znaleziona długość cyklu obejmowała zatem 6585,3211 dni, czyli 223 miesiące synodyczne i 242 miesiące smocze, co daje 18 lat 11 dni i 8 godzin. Okres ten nazwano saros (od babilońskiego słowa *sāru*, oznaczającego liczbę 3600, czyli mniej więcej połowy dni czasu trwania saros). Po jego upływie Słońce, Księżyc i Ziemia wracają do zbliżonego ustawienia względem siebie.


Artystyczna wizja zaćmienia nad rzeką Halys, które pogodziło Medów i Lidyjczyków, aut. Georges Rochegrosse (1859–1938)

Znajomość saros umożliwiała bardzo dokładne przewidywanie zaćmień, zwłaszcza gdy posiadało się informacje o przeszłych zjawiskach, przekazywanych w formie ustnej czy pisemnej przez dawnych astronomów. Miało to wyjątkowe konsekwencje nie tylko naukowej, ale również politycznej i religijnej natury. Wspomnieliśmy o tym w pierwszych akapitach tego opracowania. Ułamek dziesiętny w podanej wcześniej długości saros (1/3 dnia, czyli owe 8 godzin) powoduje, że kolejne zaćmienie po upływie saros nie wypadnie jednak w tym samym miejscu na Ziemi, ale będzie obserwowane około 120 stopni długości geograficznej na zachód. Dopiero po upływie trzech sarosów (okres ten określa się greckim słowem *exeglimos*) zaćmienie zajdzie na podobnej długości geograficznej, choć będzie przesunięte nieco na północ w wyniku postępującej zmiany położenia Księżyca względem naszej planety. W ciągu odpowiednio długie-



Dziewięć kolejnych całkowitych zaćmień Słońca w latach 1901–2045, należących do tego samego Saros 136. Widoczne podobieństwo kształtu ścieżek księżycowego cienia, a także geograficzne przesunięcie zachodnie i północne następujących po sobie zjawisk (źródło: Fred Espenak)



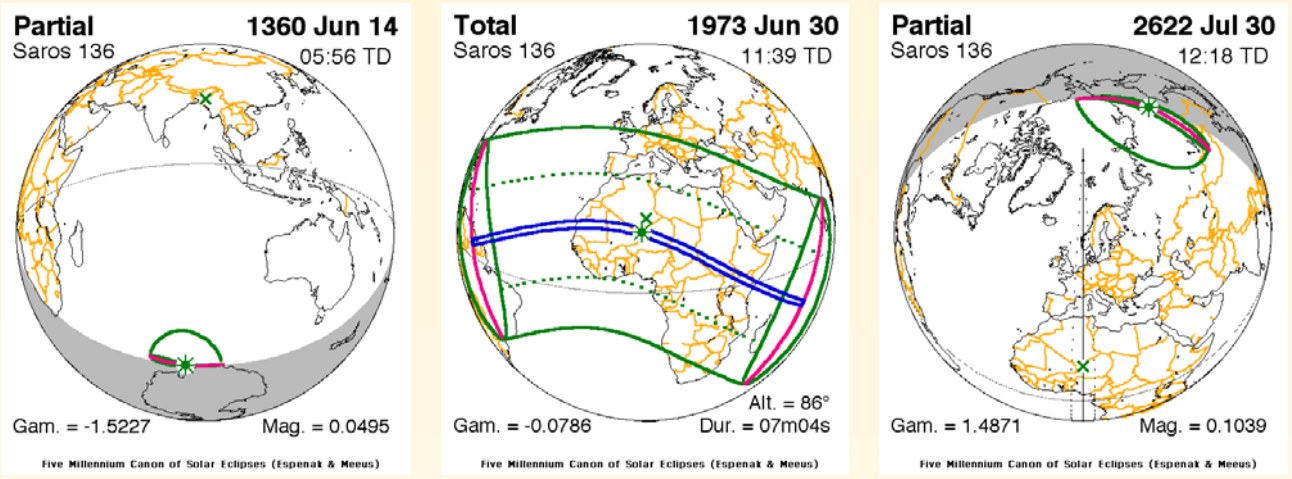
Zaćmienia Słońca w latach 2117–2261, należące do Saros 136. Widoczne postępujące przesunięcie w kierunku północnym (źródło: Fred Espenak)

go czasu, ścieżki kolejnych podobnych zaćmień tworzą na kuli ziemskiej charakterystyczny regularny wzór.

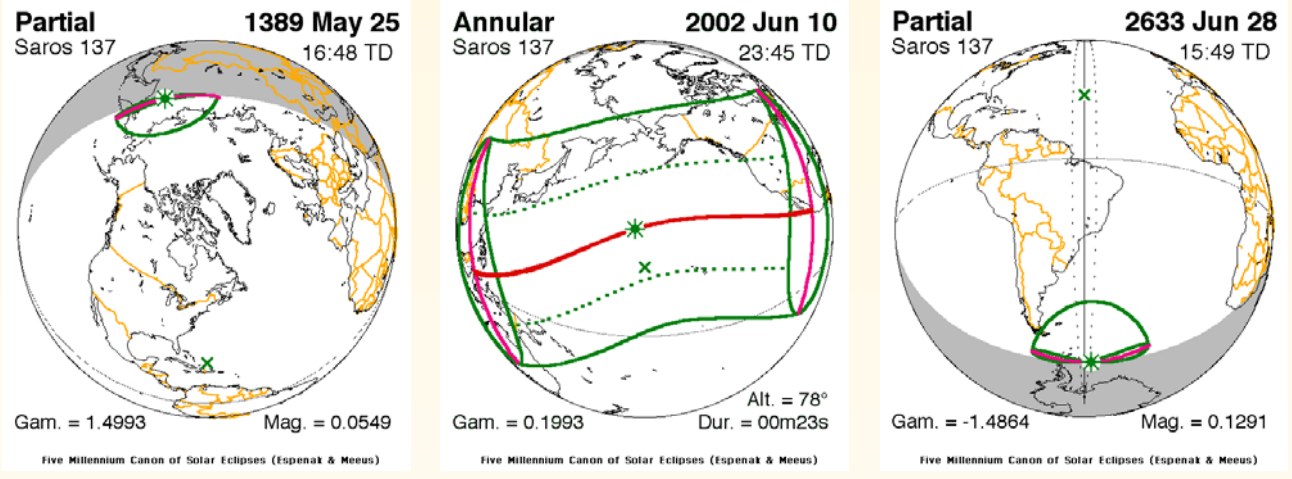
Ale termin saros ma także drugie, nieco inne znaczenie, które określa całą serię kolejnych zaćmień, które dzieli wspomniane już 18 lat, 11 dni i 8 godzin. W 1691 r. wprowadził je do astronomii angielski astronom Edmund Halley (1656–1742), jako efekt studiów bizantyjskiego leksykonu „Suda". Nowa seria Saros (używamy tu wielkiej litery oraz kolejną liczbę naturalną) rozpoczyna się od następujących po sobie zaćmień częściowych obserwowanych w rejonie północnego lub południowego bieguna naszej planety (w zależności od węzła orbity Księżyca, w pobliżu którego zachodzi zaćmienie). Następujące po sobie zaćmienia częściowe mają coraz większą fazę, co oznacza, że dysk Księżyca zasłania za każdym razem większy fragment tarczy Słońca. W końcu dochodzi do serii zaćmień obrączkowych, a po nich zaćmień całkowitych (czasem są tylko obrączkowe), które zlokalizowane są w szerokim pasie po obu stronach równika. Po nich następują zaćmienia częściowe o zmniejszającej się fazie. Ostatnie z nich obserwuje się w pobliżu południowego bieguna Ziemi, jeśli Saros zaczął się w okolicy bieguna północnego, i odwrotnie. Ilość zaćmień Słońca wszystkich typów w ramach kompletnej serii Saros waha się od 69 do 87, a jej długość w zakresie od 1226 do 1551 lat.

Trzeba też zauważyć, że w związku z tym, że w ciągu roku zachodzi na Ziemi kilka zaćmień o różnej geometrii (maksymalnie 5 w ciągu roku), należą one do różnych serii Saros. Dla przykładu, obrączkowe zaćmienie Słońca z 26 lutego 2017 r. jest 29. zaćmieniem w serii Saros 140, a całkowite zaćmienie Słońca z 21 sierpnia 2017 r. jest 22. zaćmieniem należącym do Saros 145. W roku 1935 pięć kolejnych zaćmień należało odpowiednio do Saros 111, 149, 116, 154 i 121. W dowolnie wybranym kilkunastoletnim okresie „aktywnych" jest od 38 do 42 serii Saros na różnych etapach ewolucji.

Można zadać pytanie, czy na Ziemi są miejsca, które nigdy nie doświadczyły całkowitego zaćmienia Słońca? Odpowiedź jest z dużym prawdopodobieństwem przecząca, choć gdyby nałożyć na mapę trasy wszystkich całkowitych zaćmień Słońca mających miejsce na przykład w II tysiącleciu naszej ery, otrzymalibyśmy gęsto zakreślony obszar z licznymi „punktowymi" prześwitami. Dla konkretnego miejsca na Ziemi całkowite zaćmienie Słońca



Pierwsze 1. (częściowe) 14.06.1360, 35. środkowe (całkowite) 30.06.1973 oraz 71. ostatnie (częściowe) 30.07.2622, zaćmienia Słońca w ramach Saros 136. Widoczna wędrówka ścieżek księżycowego cienia z rejonów bieguna południowego w stronę bieguna północnego (źródło: Fred Espenak)



Pierwsze 1. (częściowe) 25.05.1389, 35. środkowe (obrączkowe) 10.06.2002, oraz 70. ostatnie (częściowe) 28.06.2633, zaćmienia Słońca w ramach Saros 137. Widoczna wędrówka ścieżek księżycowego cienia z rejonów bieguna północnego w stronę bieguna południowego (źródło: Fred Espenak)

jest zjawiskiem bardzo rzadkim, powtarzającym się średnio co około 385 lat. Nie należy brać jednak tej liczby za podstawę ewentualnych prognoz. Co ciekawe, ilościowo zaćmienia Słońca są częstsze od zaćmień Księżyca, ale fakt ich obserwacji z wąskiego pasa sprawia, że wydają się rzadsze od zaćmień Księżyca, które widoczne są wszędzie tam, gdzie akurat satelita znajduje się ponad horyzontem.

W poszukiwaniu prawdy

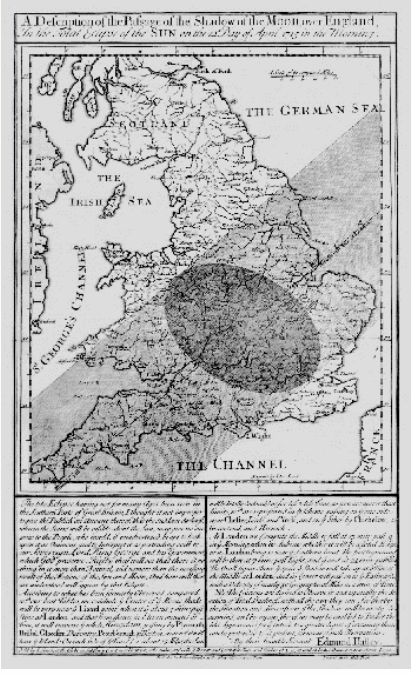
Naukowym wyjaśnieniem fenomenu zaćmienia Słońca zajmowali się astronomowie chińscy, którzy jako pierwsi sugerowali jego słoneczno-księżycową naturę. Uczony Liu Xiang (79–8 r. p.n.e.) pisał, że podczas zaćmienia Słońca, jego blask chowa się za tarczą Księżyca. Klaudiusz Ptolemeusz (87–150) w szóstej księdze dzieła „Almagest" opisał teorię ruchu Słońca i Księżyca i wynikające z niej zaćmienia Słońca i Księżyca. Kilka wieków później aleksandryjski astronom Teon (335–405), podczas całkowitego zaćmienia Słońca z 16 czerwca 364 r., jako pierwszy wyznaczył moment początku, kulminacji i końca zjawiska. Użył do tego klepsydry i zegara wodnego. Pierwszy obszerny opis fenomenu zaćmienia Słońca zawdzięczamy niemieckiemu astronomowi Johannesowi Keplerowi (1571–1630), który oczarowany określił je jako „prezent od Stwórcy". Uczony obserwował je w mieście Graz 10 lipca 1600 r. (całkowite), a także 12 października 1605 r. w Pradze (częściowe). Używał do tego specjalnego urządzenia własnej konstrukcji, umożliwiającego bezpieczną obserwację oślepiającego dysku. W przypadku zaćmienia z 1605 r., astronom odpowiednio wcześnie rozesłał listy po uczonych w Europie, którzy znajdowali się w pasie całkowitego zaćmienia (min. w Hiszpanii, Francji, na Korsyce i Sycylii), z prośbą, aby przesłali mu możliwie dokładne wyniki własnych obserwacji. Kepler jako pierwszy zachodni astronom zwrócił uwagę na jasną otoczkę wokół zaćmionego Słońca, którą dziś określa się mianem korony. Kolejnym, który zwrócił na nią uwagę był słynny Giovanni Cassini (1625–1712), świadek zaćmienia z 12 maja 1706 r. w Paryżu. W tym roku dokonano też pierwszej znanej teleskopowej obserwacji tego zjawiska.

Rozwój mechaniki nieba oparty o prace Keplera i Newtona spowodował gwałtowny wzrost precyzji przewidywania zaćmień. W 1680 roku angielski astronom, założyciel obserwatorium w Greenwich, John Flamsteed (1646–1719), podał metody rachunkowe pozwalające wyznaczać daty i miejsca kolejnych zaćmień Słońca. Zaćmienie z 3 maja 1715 r. było pierwszym wcześniej obliczonym i przepowiedzianym z dokładnością do 4 minut oraz pasem całkowitego zaćmienia wyznaczonym z dokładnością do 30 km. Dokonał

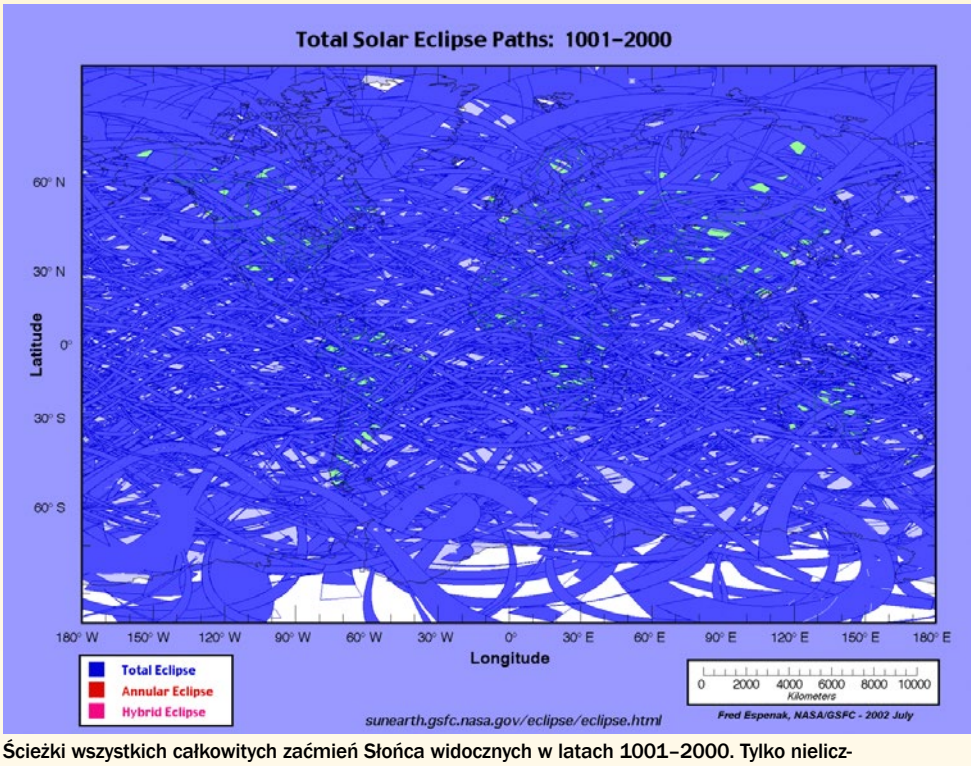
tego angielski astronom Edmund Halley. Uczony obserwował je z Londynu, w którym faza całkowita trwała ponad 3,5 minuty. W XIX w. koronę słoneczną, uprzednio braną przez niektórych astronomów za dowód na posiadanie atmosfery przez Księżyc, prawidłowo uznano za element budowy Słońca.

W 1851 r. wykonano pierwszy dagerotyp całkowitego zaćmienia Słońca. 18 sierpnia 1868 r. spektroskopowe obserwacje zaćmienia Słońca przeprowadzone przez francuskiego astronoma Julesa Janssena (1824–1907) i, niezależnie od niego, angielskiego uczonego Normana Lockyera (1836–1920), wykazały istnienie prążka w widmie słonecznym, który nie pasuje do żadnego ze znanych pierwiastków. W ten sposób doszło do odkrycia helu, drugiego co do zawartości we Wszechświecie pierwiastka, który na Ziemi występuje tylko w znikomej ilości.

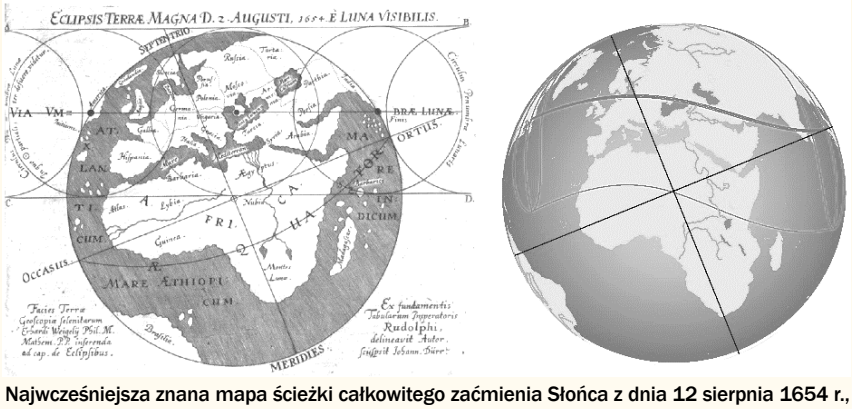
W 1887 r. ukazuje się epokowe dzieło „Kanon zaćmień" autorstwa austriackiego astronoma Theodora von Oppolzera (1841–1886), w którym przedstawił obliczone przez siebie parametry i efemerydy ośmiu tysięcy zaćmień Słońca i ponad pięciu tysięcy zaćmień Księżyca za okres od 1207 r. p.n.e. do roku 2163. Zaćmienie z 29 maja 1919 r. zyskało sławę dzięki obserwacjom Arthura Eddingtona (1882–1944). Uczony, podczas ekspedycji na Wyspę Książęcą na Oceanie Atlantyckim, zaobserwował ugięcie promieni świetlnych odległej gwiazdy



Mapa Edmunda Halleya ze ścieżką całkowitego zaćmienia Słońca z dnia 3 maja 1715 r.



Ścieżki wszystkich całkowitych zaćmień Słońca widocznych w latach 1001–2000. Tylko nieliczne miejsca na Ziemi ominął stożek cienia (źródło: Fred Espenak)



Najwcześniejsza znana mapa ścieżki całkowitego zaćmienia Słońca z dnia 12 sierpnia 1654 r., wydana przez Erharda Weigela (1625–1699). Obok niej współczesna symulacja ukazująca niezwykłą dokładność obliczeń dawnych astronomów

przy krawędzi słonecznego dysku, co w spektakularny sposób potwierdziło ogólną teorię względności, opublikowanej trzy lata wcześniej przez Alberta Einsteina (1879–1955). W 1930 r. francuski astronom i optyk Bernard Lyot Ferdinand (1897–1952) konstruuje pierwszy koronograf, dzięki któremu koronę słoneczną można badać przez cały rok z dowolnego miejsca na Ziemi. Od tej pory maleje naukowe znaczenie ekspedycji zaćmieniowych.

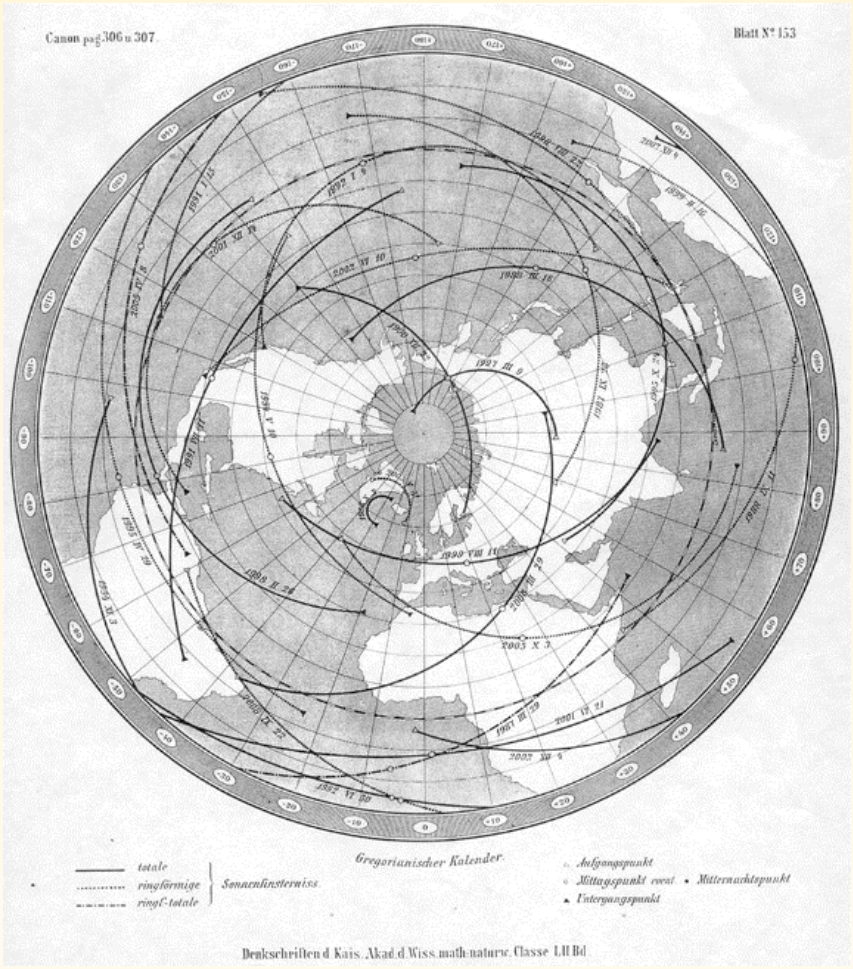
W 1962 r. rozpoczyna pracę największy teleskop słoneczny zlokalizowany na górze Kitt Peak w Stanach Zjednoczonych. Początek ery podboju kosmosu i kolejne misje sond kosmicznych przeznaczonych do obserwacji Słońca (m.in. Pioneer, Helios, stacja orbitalna Skylab, Solar Maximum Mission, SOHO, SDO, STEREO) wprowadziły heliofizykę na zupełnie nowe pola aktywności.

Niezwykła kosmiczna koincydencja

Nie omówiliśmy dotychczas bliżej warunków geometrycznych, które prowadzą do powstania zaćmienia Słońca. Najpierw jednak trzeba zwrócić uwagę na fakt niezwykłego zbiegu okoliczności, dzięki któremu Księżyc jest tyle samo od Słońca mniejszy, ile razy jest bliżej Ziemi (ma średnicę około 400 razy mniejszą niż Słońce, jest też tyle razy bliżej nas). Sprawia to, że jego kątowe rozmiary na ziemskim niebie są bardzo zbliżone do słonecznych. Zaćmienie Słońca zachodzi tylko i wyłącznie podczas nowiu, a więc w chwili kiedy Księżyc znajduje się dokładnie pomiędzy naszą planetą i gwiazdą centralną Układu Słonecznego. Na niebie

staje się wtedy niewidoczny, ale po 1–2 dniach można go znów dostrzec tuż po zachodzie Słońca w postaci wąskiego sierpa. Gdyby orbita naszego satelity leżała w płaszczyźnie ekliptyki (orbity ziemskiej), zaćmienia Słońca i Księżyca zdarzałyby się regularnie co miesiąc, a dokładniej odpowiednio co każdy nów i każdą pełnię. W związku jednak z nachyleniem orbity Srebrnego Globu do płaszczyzny ekliptyki pod kątem około 5 stopni, do zaćmień najczęściej nie dochodzi, gdyż albo stożek cienia satelity ominie naszą planetę, albo analogicznie stożek cienia Ziemi przejdzie obok Księżyca.

Do opisu warunków zachodzenia zaćmień ważne jest też pojęcie węzłów orbity, czyli punktów jej przecięcia z płaszczyzną odniesienia. W naszym przypadku chodzi o punkty przecięcia orbity księżycowej z ekliptyką. Przejście Księżyca przez jeden z węzłów, przy odpowiedniej fazie satelity, prowadzi do ustawienia się trzech ciał dokładnie w jednej linii. W wypadku zaćmienia Słońca wierzchołek stożka księżycowego cienia pada wtedy na Ziemię, a jeśli w wybranym miejscu trwa dzień, można obserwować nasuwanie się dysku Srebrnego Globu na tarczę słoneczną. W związku z ruchem Księżyca i obrotem Ziemi wokół osi powstaje na jej powierzchni pas

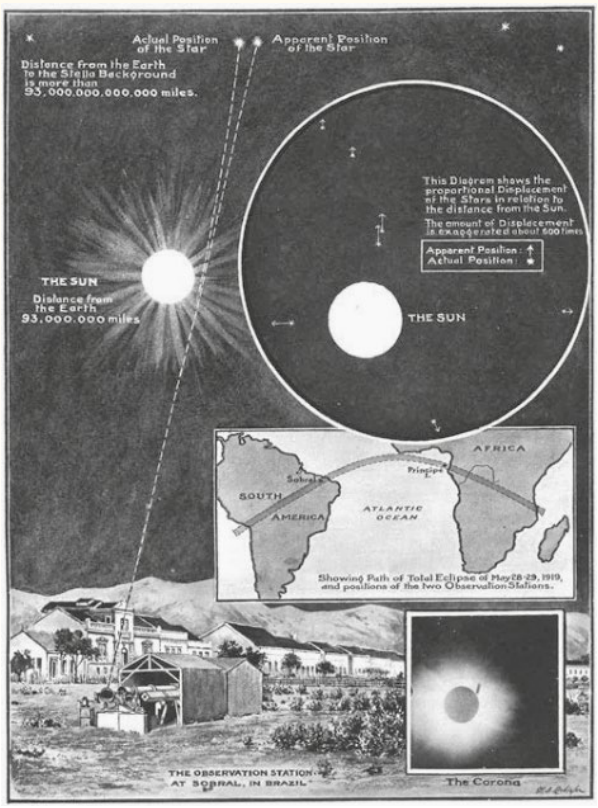


Karta z „Kanonu zaćmień" Theodora von Oppolzera z wykreślonymi zaćmieniami Słońca dla lat 1985–2008

zaćmienia całkowitego o długości nawet do około 14000 km. W sprzyjających warunkach, gdy Księżyc jest w perygeum, może mieć on szerokość nawet 273 km.

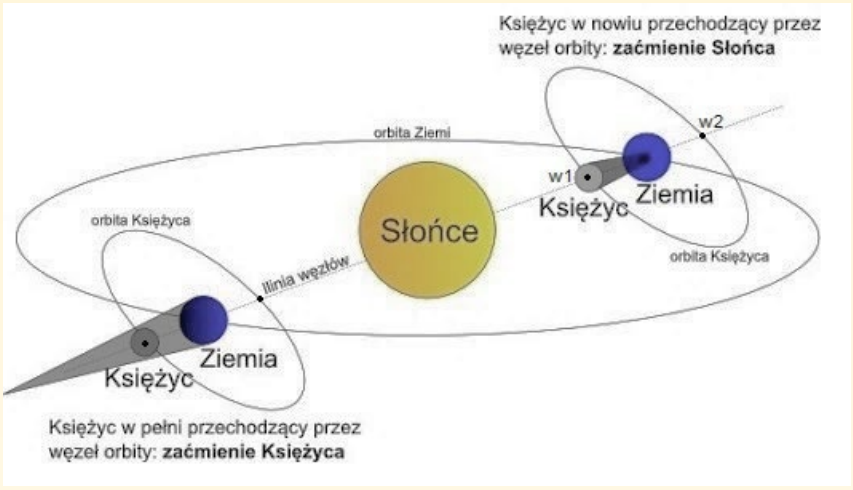
Czas trwania fazy całkowitej zaćmienia jest uzależniony od odległości pomiędzy Ziemią i Księżycem, aktualnego położenia Ziemi na orbicie wokół Słońca, a także odległości danego miejsca od środka pasa zaćmienia całkowitego. Aby zaćmienie było długie, Księżyc w pełni powinien znajdować się w pobliżu perygeum wokółziemskiej orbity (punkcie najbliższym naszej planety), a Ziemia w pobliżu aphelium (punkcie orbity najdalszym od gwiazdy centralnej). Dzięki temu rozmiary kątowe satelity będą większe od słonecznych. Analogicznie najkrótsze zaćmienia całkowite (lub wręcz tylko obrączkowe) zachodzą, gdy Księżyc w pełni znajduje się w pobliżu apogeum, a Ziemia w peryhelium. Teoretycznie obliczono, że najdłuższe możliwe zaćmienie Słońca może trwać nawet 7 minut i 32 sekundy, choć kilku szczęśliwcom z Francji, Wielkiej Brytanii i Stanów Zjednoczonych, którzy w 30 czerwca 1973 r. wsiedli na pokład naddźwiękowego samolotu pasażerskiego Concorde 001, udało się lecieć wraz ze stożkiem cienia i obserwować fazę całkowitą przez aż 74 minuty!

Zaćmienie Słońca rozpoczyna się I kontaktem, czyli zetknięciem się tarczy Księżyca z tarczą Słońca. Od tej pory zaczyna się zaćmienie częściowe, podczas którego satelita „pochłania" stopniowo coraz większy fragment gwiezdnego dysku. Gdy tarcza Księżyca przesłoni całkowicie Słońce, stykając się z jego przeciwległą krawędzią, II kontakt rozpoczyna fazę całkowitą. III kontakt następuje, gdy tarcza Księ-



Ogłoszenie odkrycia Arthura Eddingtona w londyńskiej prasie 22 listopada 1919 r.

życa zaczyna schodzić ze słonecznej, co rozpoczyna znowu fazę zaćmienia częściowego, tym razem stopniowo odsłaniającego coraz większy fragment Słońca. W momencie IV kontaktu tarcza Srebrnego Globu całkowicie odkrywa Słońce, czym kończy całe zjawisko. W zależności od warunków czas trwania całego zaćmienia Słońca, włączając wszystkie fazy od I do IV kontaktu, trwa około 3 godzin.



Warunki powstawania zaćmień Słońca i Księżyca, w1 i w2 — węzły ksieżycowej orbity

Zmiana rozmiarów kątowych Księżyca i Słońca na ziemskim niebie, dla opisanych w tekście punktów perygeum/apogeum (Ziemia-Księżyc) oraz peryhelium/aphelium (Ziemia-Słońce)

Całkowite, obrączkowe, częściowe, hybrydowe...

Rodzaj zaćmienia wynika wprost z jego geometrii. W praktyce kluczowe jest położenie wierzchołka stożka cienia i strefy półcienia rzucanych przez Księżyc. Gdy wierzchołek ów trafia w Ziemię i wypada pod jej powierzchnią (w praktyce nawet do kilkunastu tysięcy kilometrów za nią) oznacza to, że w danym miejscu na powierzchni planety można obserwować zaćmienie całkowite. Im głębiej wypada wierzchołek cienia, tym szerszy jest pas całkowitości, a co za tym idzie, czas trwania zaćmienia całkowitego. Zaćmienie częściowe obserwuje się w dwóch przypadkach. Pierwszym są obszary położone po obu stronach pasa zaćmienia całkowitego, obrączkowego lub hybrydowego. Drugi przypadek dotyczy zaćmienia częściowego, kiedy stożek cienia w ogóle nie trafia w naszą planetę. Na Ziemi obserwujemy wtedy tylko zaćmienie częściowe. Zaćmienie to ma tylko dwa kontakty. Pierwszy, gdy Księżyc pojawia się na tarczy Słońca, drugi gdy z niej schodzi. W przypadku zaćmienia obrączkowego zachodzi ciekawy przypadek, kiedy wierzchołek księżycowego cienia wypada ponad powierzchnią Ziemi. Wtedy tarcza Księżyca nie jest w stanie zasłonić w całości Słońca, co obserwujemy jako jasną obrączkę z mniej lub bardziej centralnie położonym czarnym dyskiem Księżyca.

W przypadku zaćmień obrączkowych zmienia się opis sekwencji kolejnych kontaktów. W związku z tym, że tarcza Księżyca ma mniejsze rozmiary od słonecznej, II kontakt następuje w momencie, gdy w całości znajdzie się ona wewnątrz tarczy Słońca. Zaćmienia hybrydowe, zwane też obrączkowo-całkowitymi, występują najrzadziej ze wszystkich. W ich geometrii istotną rolę odgrywa kulistość Ziemi. To ona sprawia, że w centralnych rejonach pasa zaćmienia całkowitego rozmiary Księżyca pozwalają jeszcze na pełne zakrycie Słońca (wypukłość globu ziemskiego sprawia, że satelita jest bliżej nas), natomiast na skraju pasa są już zbyt małe i obserwuje się zaćmienie obrączkowe (satelita jest dalej). Charakterystyczną cechą tych zaćmień jest krótki czas trwania fazy całkowitej, co spowodowane jest faktem, że wierzchołek księżycowego cienia praktycznie tylko muska powierzchnię Ziemi.

Cień Księżyca na powierzchni Ziemi sfotografowany z pokładu stacji MIR, podczas zaćmienia Słońca z dnia 11 sierpnia 1999 r.

Zaćmieniowa biżuteria

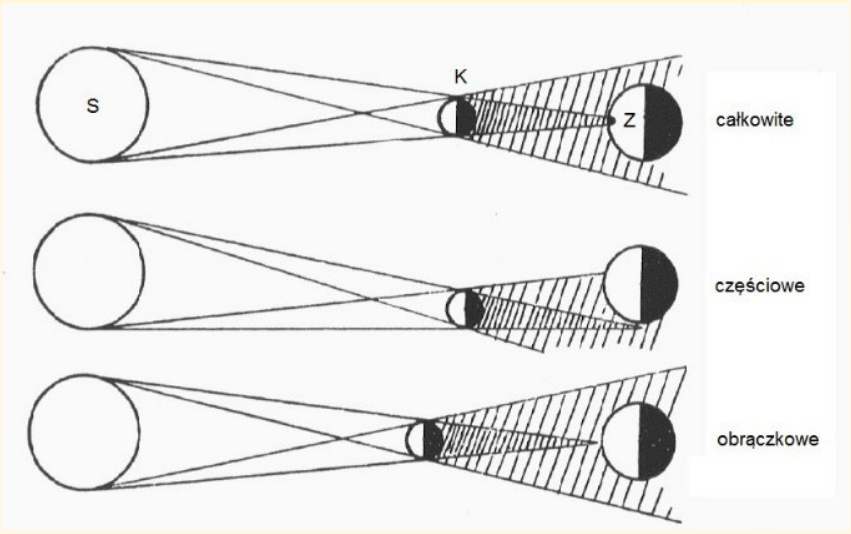
Obserwator zaćmień powinien być przygotowany i czujny, aby zarejestrować kilka charakterystycznych detali, które nadają im dodatkowego kolorytu. Wspomnieliśmy już wcześniej o słonecznej koronie, która najlepiej prezentuje się szczególnie w latach niskiej aktywności gwiazdy. Tworzy ona zazwyczaj nieregularny, postrzępiony i często bardzo rozległy wachlarz wokół słonecznego dysku, który doskonale prezentuje się zwłaszcza na specjalnie preparowanych fotografiach. W latach aktywnego Słońca korona jest przeważnie o wiele mniej spektakularna, będąc raczej regularną otoczką o znacznie mniejszej rozpiętości.

Tuż przed II kontaktem następuje gwałtowny spadek jasności nie tylko zakrywanego Słońca, ale także nieba i całego otoczenia w miejscu obserwacji. Zanim jednak tarcza słoneczna skryje się za Księżycem, na krótką chwilę pojawia się tzw. diamentowy pierścień, czyli ostatni błysk promieni

słonecznych. Ten wyjątkowej urody kosmiczny klejnot jest wyczekiwany przez wielu obserwatorów, chcących uwiecznić go na fotografii. Zdarzało się nawet, że panowie z wyjątkowo bogatymi pokładami astronomicznego romantyzmu, oświadczali się podczas tej chwili swojej zupełnie zaskoczonej wybrance (trzeba byłoby mieć serce z kamienia, żeby takich oświadczyn nie przyjąć), wręczając jej ziemski odpowiednik klejnotu. Diamentowy pierścień pojawia się dwukrotnie — podczas początku i końca fazy całkowitej zaćmienia (tuż po III kontakcie).

Gdy nachodząca tarcza Księżyca „ociera się" o brzeg tarczy słonecznej, wtedy podczas fazy całkowitej światło od gwiazdy przedostaje się ku naszym oczom spomiędzy nierówności na powierzchni Srebrnego Globu. Obserwujemy wtedy mieniący się pierścień z jaśniejszymi punktami, przypominającymi korale lub naszyjnik z pereł. Zjawisko to jako jeden z pierwszych wyjaśnił angielski astronom Francis Baily (1774–1844) podczas zaćmienia z 15 maja 1836 r. Od jego nazwiska dziś określamy je mianem pereł Baily'ego. Co ciekawe, ponad sto lat wcześniej Edmund Halley zaobserwował i opisał to samo zjawisko (podczas zaćmienia z 3 maja 1715 r.) poprawnie sugerując, że musi to być spowodowane przeświecaniem spomiędzy księżycowych kraterów i gór.

Kolekcję słonecznych precjozów uzupełniają pióropusze materii uwięzione w liniach słonecznego pola magnetycznego. Mowa o protuberancjach, które stają się również widoczne podczas fazy całkowitej zaćmienia, w normalnych warunkach ginąc w oślepiającym blasku fotosfery. Do ich obserwacji wymagana jest lornetka lub teleskop, pod warunkiem, że odpowiednio zabezpieczymy wzrok. Tylko największe protuberancje mogą być dostrzegalne bez przyrządu optycznego. Mają one rozmiary często wielokrotnie przewyższające wielkość naszej planety. Jeśli uwolniona z protuberancji materia zostanie, jak z procy, wystrzelona w kierunku Ziemi, po kilku dniach można spodziewać się intensywnych zórz polarnych i zakłóceń ziemskiego pola magnetycznego.



Geometria głównych rodzajów zaćmień Słońca

Polacy nie gęsi i swoje zaćmienia... mieli

W ponadtysiącletniej historii Polski całkowite zaćmienia Słońca (wyłączając obrączkowe) miały miejsce 17 razy. Chronologicznie były to zaćmienia z dnia (w nawiasie podano wybrane większe miasta i miasteczka, które objął stożek cienia):

20 marca 1140 r. (Słupsk, Władysławowo, Hel)

4 września 1187 r. (Gdańsk, Olsztyn, Warszawa, Białystok, Lublin, Lwów)

26 czerwca 1321 r. (Włocławek, Leszno)

16 czerwca 1406 r. (Szczecin, Kołobrzeg, Świnoujście)

7 czerwca 1415 r. (Wrocław, Katowice, Kraków, Łódź, Kielce, Warszawa, Lublin, Białystok, Wilno)

26 czerwca 1424 r. (Szczecin, Poznań, Toruń, Częstochowa, Łódź, Warszawa, Lublin, Lwów)

16 marca 1485 r. (Zakopane, Stryj, Tarnopol)

24 stycznia 1544 r. (Olsztyn, Płock, Sieradz)

12 sierpnia 1654 r. (Słupsk, Gdańsk, Olsztyn, Siedlce, Biała Podlaska)

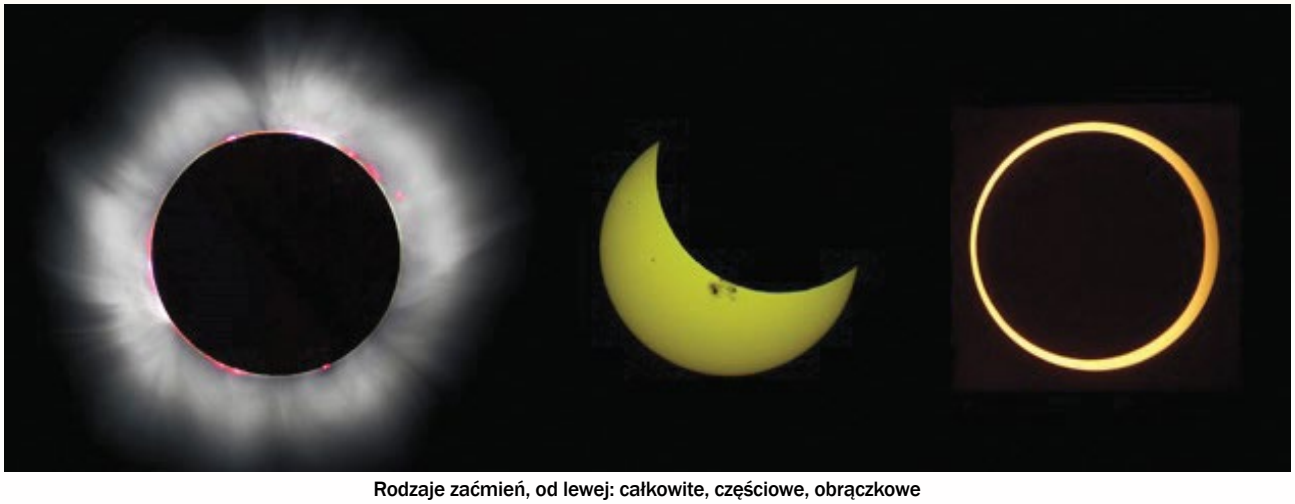
23 września 1699 r. (Świnoujście, Piła, Radom, Zamość, Tarnopol)

12 maja 1706 r. (Gdańsk, Poznań, Toruń, Wrocław)

13 maja 1733 r. (Władysławowo, Hel, Braniewo)

19 listopada 1816 r. (Słupsk, Bydgoszcz, Włocławek, Łódź, Warszawa, Rzeszów)

8 lipca 1842 r. (Zakopane, Rzeszów, Przemyśl, Lwów)

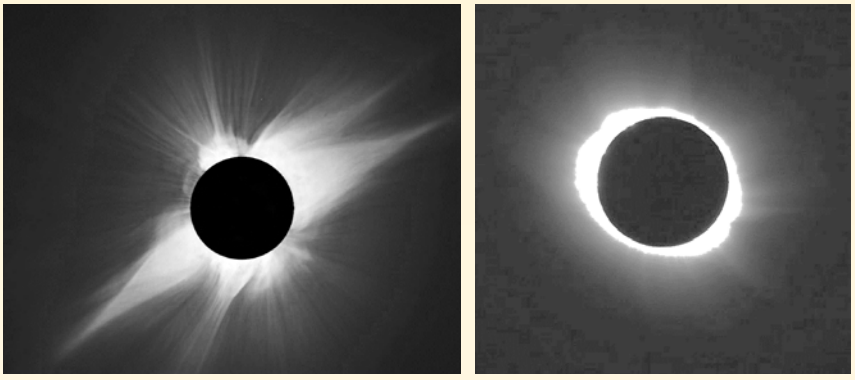

Rodzaje zaćmień, od lewej: całkowite, częściowe, obrączkowe

28 lipca 1851 r. (Gdańsk, Olsztyn, Warszawa, Białystok, Lublin, Tarnopol)

19 sierpnia 1887 r. (Gorzów Wielkopolski, Poznań, Bydgoszcz, Toruń, Olsztyn, Suwałki, Wilno)

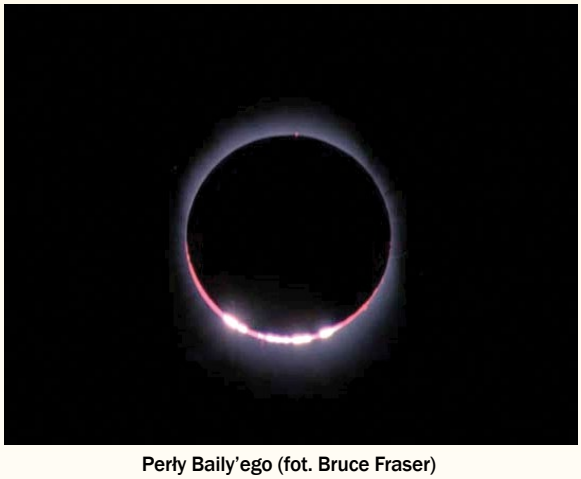
30 czerwca 1954 r. (Suwałki, Sejny)

Jak widać z przytoczonych dat, wyjątkowym szczęściem do zaćmień mogą poszczycić się mieszkańcy nadbałtyckiej Polski, przez którą aż dziesięć razy przechodził pas całkowitego zaćmienia. Również centralne rejony kraju nie powinny czuć się tu specjalnie poszkodowane. Jak łatwo się domyślić, powyższa lista dotyczy tylko obszaru ograniczonego od północy brzegiem Bałtyku, od zachodu Odrą, od południa pasmem Sudetów i Karpat, a od wschodu granicami sprzed II wojny światowej (Kresy). Gdyby jednak uwzględnić historyczne zmiany terytorialne będące wynikiem wojen, unii i innych traktatów, jak chociażby epokę największego rozkwitu i zasięgu granic państwa w epoce kazimierzowskiej i jagiellońskiej („Polska od morza do morza"), poszerzyłoby to z pewnością powyższą listę o dodatkowe zjawiska.



Korona słoneczna podczas lat niskiej (po lewej) i wysokiej (po prawej) aktywności gwiazdy

Diamentowy pierścień



Perły Baily'ego (fot. Bruce Fraser)

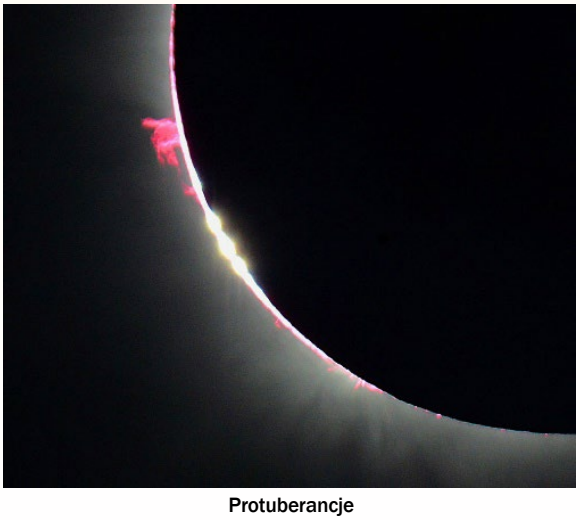
Z wczesnych przekazów historycznych uwagę przykuwa całkowite zaćmienie Słońca z 7 czerwca 1415 r., które w późniejszej relacji Jana Długosza (1415–1480) miało zaskoczyć Władysława Jagiełłę (1362–1434) podczas jego podróży na Litwę:

(…) W piątek po Oktawie Bożego Ciała, o trzeciej godzinie, w godzinie pacierzy Tercją zwanych, wielkie zaćmienie Słońca się objawiło, które jako zjawisko niespodziewane i nieznane Króla Władysława i wszystkich, którzy z nim jechali wpierw w wielkie zdumienie, a potem w bojaźń zabobonną wprawiło. Tak bowiem było wielkie, że ptaki nagłą ciemnością przestraszone na ziemi osiadły, a gwiazdy świeciły jak w nocy; tenże Król Władysław z powodu ciemności zmuszony był się zatrzymać i nie wcześniej mógł ruszyć naprzód, aż zaćmienie Słońca nie minęło. (...)

Zaćmienia Słońca, choć tylko częściowe, obserwowali też Mikołaj Kopernik (1473––1543) i Jan Heweliusz (1611–1687). Pierwszy z nich pozostawił krótkie zapiski, które kreślił w studiowanych w tym czasie książkach. Dotyczyły one zaćmień częściowych 29 marca 1530, 18 czerwca 1536, 18 kwietnia 1539, 7 kwietnia 1540 i 21 sierpnia 1541 r., które widoczne były z siedziby astronoma we Fromborku. Podobne szczęście miał gdański astronom, któremu obserwację całkowitego zaćmienia z 1654 r. uniemożliwiły chmury, które zasłoniły całe niebo w chwili, gdy słoneczny dysk był mniej więcej w połowie zakryty przez Księżyc. Wcześniej uczony obserwował też zaćmienia częściowe 1 czerwca 1639, 8 kwietnia 1650, a później 30 marca 1661 r., za każdym razem wyznaczając momenty początku i końca zjawiska.

5 września 1793 r., w trudnej sytuacji politycznej królestwa podczas burzliwego sejmu grodzieńskiego, dwór Stanisława Augusta Poniatowskiego wybrał się do Augustowa, aby obserwować zaćmienie obrączkowe Słońca. Królowi asystowali wtedy astronomowie Jan Śniadecki (1756––1830), założyciel Obserwatorium Krakowskiego, oraz Marcin Odlanicki Poczobut (1728–1810) z Obserwatorium Wileńskiego.

Niezwykle ważne jest przypomnienie działalności innego polskie-

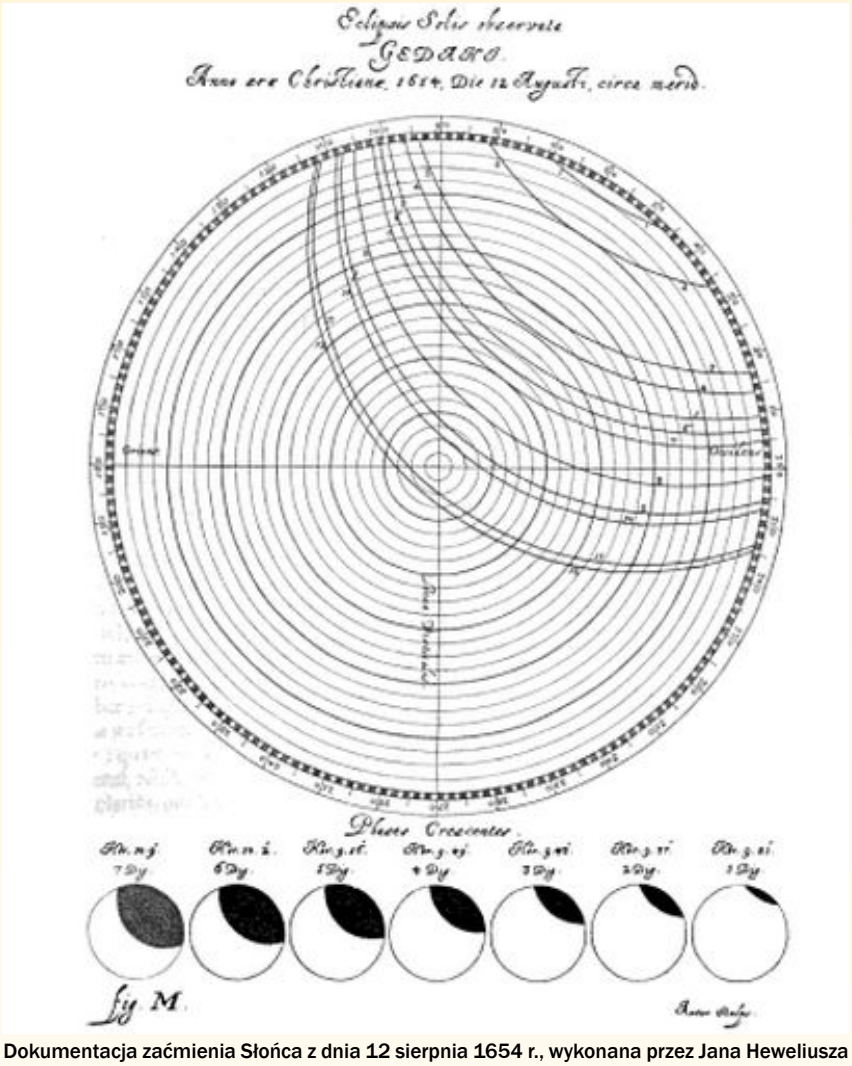


Protuberancje

go astronoma, który w naszym kraju (będącym wtedy pod zaborami) dał początek badaniom heliofizycznym, a ogólniej astrofizycznym. Mowa o Adamie Prażmowskim (1821–1885), który poza rozległą wiedzą teoretyczną był też świetnym konstruktorem przyrządów naukowych. Obserwacja całkowitego zaćmienia Słońca w 1851 r. (uczony przebywał wtedy w Wysokim Mazowieckim) skłoniła go do zbudowania przyrządu do pomiarów polaryzacji korony słonecznej. Poglądy na jej naturę były wtedy różne. Jedni uważali ją za przejaw atmosfery Księżyca, inni twierdzili nawet, że Słońce jest czarną kulą otoczoną gorącą koroną (plamy słoneczne miały być przerwami w koronie, przez które widać ów czarny glob). Prażmowski przypuszczał z kolei, że korona świeci światłem odbitym od Słońca i gdyby miał rację, jej światło byłoby spolaryzowane. Aby zweryfikować swoją hipotezę, uczony zorganizował ekspedycję zaćmieniową do Hiszpanii (18 lipca 1860), gdzie za pomocą zaprojektowanego przez siebie polarymetru stwierdził polaryzację światła korony, a więc że świeci ona światłem pochodzącym od Słońca. Sam zainteresowany pisał:

(…) Dla wyznaczenia kierunku płaszczyzny polaryzacji światła korony słonecznej użyłem lunety z okularem ziemskim o powiększeniu 22-krotnym. We wspólnym ognisku obiektywu i okularu umieściłem obracalną płytkę z kwarcu nieco zabarwioną. Również obracalny pryzmat Nicola został zamontowany pomiędzy pierwszą a drugą soczewką okularu. Nie wpływało to na ostrość obrazów lunety. Jak w polaryskopie Arago, pole widzenia było podzielone na dwa barwne odcinki. Zabarwienie to powinno zniknąć, gdy linia podziału pola widzenia odpowiadała płaszczyźnie polaryzacji światła. W czasie zaćmienia całkowitego naprowadziłem Księżyc na środek pola widzenia. Wystąpiły żywe uzupełniające się barwy: czerwona i zielona. Ponieważ obrót pryzmatu Nicola w okularze dokoła jego osi nie dał żadnej zmiany barwy, światło korony słonecznej było więc światłem słonecznym odbitym pod kątem 45° od cząsteczek gazowych, spolaryzowanym w płaszczyźnie prostopadłej do profilu Księżyca. (…)

Jakby tego było mało, podczas tej samej ekspedycji naukowiec zauważył też brak polaryzacji światła protuberancji, co było dowodem na to, że świecą one samoistnie. Prace polskiego astronoma odbiły się szerokim echem wśród współczesnych mu badaczy natury naszej Gwiazdy Dziennej.



Dokumentacja zaćmienia Słońca z dnia 12 sierpnia 1654 r., wykonana przez Jana Heweliusza

Adam Prażmowski (1821–1885)

Zjawisko z 28 lipca 1851 r., poza inspiracją dla późniejszych sukcesów Adama Prażmowskiego, było też okazją wykonania pierwszego dagerotypu zaćmionego Słońca i jego korony. Dokonał tego prawdopodobnie nasz rodak (przynajmniej sądząc po nazwisku) Johann Julius Friedrich Berkowski (1810–1892), który wraz z odpowiednim ekwipunkiem obserwował je, będąc w progach Królewskiego Obserwatorium Astronomicznego w pruskim wtedy Królewcu (Königsberg). Fotografię naświetlaną przez 84 sekundy wykonał za pomocą 6-cm refraktora zamocowanego na 16-cm heliometrze Fraunhofera. Zaćmienie obserwowano także z okolic Rozewia, Gdańska (na Biskupiej Górce) i Sopotu, Fromborka, Malborka, Kętrzyna, Węgorzewa, Giżycka, Łomży, Ostrołęki, Serocka i Zambrowa. W Warszawie, w której zaćmienie obserwowały zebrane na ulicach tłumy mieszkańców, również wykonano jego dagerotypy. Ich autorem był Karol Beyer (1818–1877). Ciekawostką jest fakt, że zaćmienie

sprowadziło do naszego kraju wielu wybitnych astronomów tamtego okresu. Ich nazwiska mówią same za siebie: Carl Frederik Fearnley (1818–1890), August Ludwig Busch (1804–1855), Otto Wilhelm von Struve (1819––1905), a także Johann Gottfried Galle (1812–1910), który pięć lat wcześniej odkrył planetę Neptun. Zachowały się też zapiski Polaków będących w tym czasie poza krajem — astronom Marian Kowalski (1821–1884) obserwował zaćmienie na Zaporożu, geodeta Józef Chodźko (1800–1881) widział je w Osetii, a Telesfor Szpadkowski (1817–1903), budowniczy gubernialny miasta Warszawy, był jego świadkiem w Dagestanie.

Zaćmienie z 19 sierpnia 1887 r. stało się inspiracją dla Bolesława Prusa (1847–1912), który zachwycony wrażeniami, jakie wywołuje zmrok podczas dnia, osiem lat później umieścił opis zjawiska w słynnej powieści historycznej „Faraon". Pomimo pochmurnego nieba w Mławie, gdzie wtedy przebywał, uniemożliwiającego bezpośrednią obserwację, pisarz w dwa dni po nim opublikował felieton w „Kurierze Codziennym", w którym czytamy:

(…) Wy ludzie dobrzy nie sądźcie, że zupełne zaćmienie słońca, nawet przy dniu pochmurnym, należy do tuzinkowych zjawisk. Ja także je widziałem w biednej Mławie przy chmurach, a owe półtorej minuty, przez które trwało, uważam za najszczęśliwszą chwilę w moim życiu. I jeżeli kiedy to w tym wypadku zrozumiałem dawny aforyzm, że kto chce poznać i od czuć naturę w jej cudach, musi przede wszystkim umieć czuć i patrzeć. W przeciwnym razie lepiej zrobi, nie podnosząc się na czas zaćmienia od stolika, na którym „śrubują winta". (…)

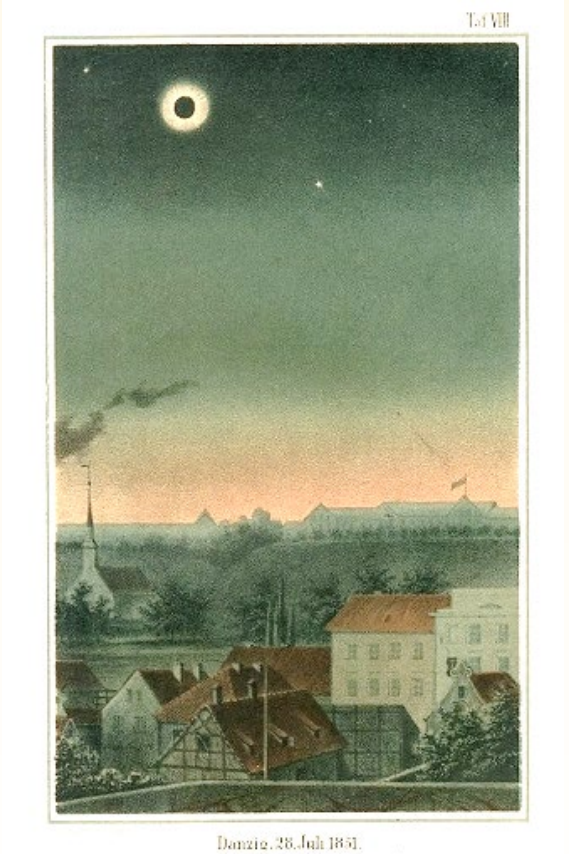
Opis tego samego zaćmienia podał również Stefan Żeromski (1864–1925), który obserwował je, będąc w Szulmierzu, około 10 km na północ od Ciechanowa. Tam ku jego szczęściu panowała dobra pogoda. W swoich „Dziennikach" pisze:

(…) Wreszcie nadeszła chwila, że nastała ciemność absolutna i taka, że nie widać było nic o cztery kroki. Bydło idące na pole zaczyna ryczeć i zawracać do domu, na wsi pieją koguty, gwałtowny wicher obraca ramiona wiatraka z gwałtownością, szare obłoki nabierają barwy popiołu, później

Pierwszy w historii dagerotyp zaćmienia Słońca autorstwa Johanna Juliusa Friedricha Berkowskiego

stają się brudnoczarnymi, wreszcie czarnymi jak sadze. Tę nieprzejrzaną ciemność, jaka piorunem spadła na cały widnokrąg, przeszywa ostry śpiew, zmieszany z płaczem: to kobiety wiejskie śpiewają przed figurą Matki Boskiej. Co jednak było najwspanialsze, to to, że gdy na całej północno-wschodniej stronie panowała nieprzejrzana ciemność — w stronie Warszawy było najzupełniej jasno. Szulmierz leży na granicy pasa zaćmienia. Ale oto — po upływie 45 sekund światło wraca… Straszliwe, fantastyczne przedstawienie! Piekielnie drżą nerwy, gdy na taką straszną przestrzeń — w ciągu jednej sekundy upada nie przejrzana noc. Nieoszacowana szkoda, że nie widać było fenomenu całego — przepadł widok korony słonecznej, gwiazd etc. (…)

Przed II wojną światową polscy astronomowie (w tym m. in. Tadeusz



Zaćmienie z 1851 r. z widokiem na Biskupią Górkę w Gdańsku. Obok zaćmionego Słońca widoczny Merkury (róg po lewej) i Wenus (na prawo), litografia z atlasu Karla von Littrowa (1811–1877)

Polska ekspedycja zaćmieniowa do Laponii i chronokinematograf, który posłużył do badań szeregu kolejnych zaćmień (fot. J. M. Kreiner)

Banachiewicz, Stanisław Struzik, Stanisław Szeligowski, Kazimierz Kordylewski, Edward Stenz, Eugeniusz Rybka, Stanisław Andruszewski, Józef Witkowski, Włodzimierz Zonn, Stefan Piotrowski, Tadeusz Olczak, Fryderyk Koebcke), organizowali również zagraniczne ekspedycje do miejsc, gdzie miało dojść do całkowitego zaćmienia Słońca. Wystarczy wymienić zjawiska z 29 czerwca 1927 r. do Laponii w Szwecji, 1 sierpnia 1932 r. w USA, 19 czerwca 1936 r. do Grecji, Syberii i Japonii. Bardzo ciekawym pomysłem na wykorzystanie zaćmień Słońca w pomiarach geodezyjnych, była idea Tadeusza Banachiewicza. Uczony rozumował, aby w przypadku zaćmień przebiegających na kilku kontynentach wyznaczyć możliwie dokładnie momenty II i III kontaktu (początku i końca fazy całkowitej), co pozwoliłoby obliczyć odległość pomiędzy kontynentami z dokładnością do kilkudziesięciu metrów.

Ostatnie całkowite zaćmienie Słońca obserwowane było z obszaru Polski w dniu 30 czerwca 1954 r. W związku z tym, że zaczęło się w Ameryce Północnej, po czym powędrowało do Europy, a niej do Azji, nazwano je zaćmieniem trzech kontynentów. Pas całkowitego zaćmienia przebiegał w rejonie Suwalszczyzny, dokąd udała się rzesza nie tylko profesjonalistów, ale też i miłośników astronomii. Zawodowcom podzielonym na kilka grup obserwacyjnych (Suwałki, Sejny, Wiżajny, Trakiszki i Ogrodniki) przewodził Eugeniusz Rybka, a zacne grono astronomów uzupełniali m.in. Jan Gadomski, Józef Witkowski, Jan Mergentaler, Kazimierz Kordylewski, Konrad Rudnicki, Maciej Bielicki, Antoni Rybarski, Wojciech Krzemiński i Tadeusz Przypkowski. Pogoda tego dnia była bardzo zmienna i utrudniała prowadzenie obserwacji. Mimo tego, zbierając i kompletując materiał ze wszystkich stacji, udało się udokumentować przebieg zjawiska. Grupa uczonych z Torunia i Wrocławia, pod kierownictwem Wilhelminy Iwanowskiej, wyjechała w rejon północnego Kaukazu w ówczesnym ZSRR (dziś Rosja), jednak wyjątkowo zła pogoda uniemożliwiła tam jakiekolwiek obserwacje. Zaćmienie z 1954 r. było też pierwszym w Polsce zjawiskiem śledzonym z pokładu samolotu. Brak doświadczenia w tego typu obserwacjach, drgania i porywy strumienia powietrza na wysokości ponad 5 km spowodowały, że zrealizowano tylko część zaplanowanych wcześniej obserwacji. Warto dodać, że z pomocą dwóch anten radiowych w obserwatorium Fort Skała pod Krakowem, przeprowadzono tego dnia pierwsze w kraju radioastronomiczne obserwacje zaćmienia Słońca.

Najbliższe całkowite zaćmienie Słońca w naszym kraju będziemy mogli obserwować dopiero 7 października 2135 r., natomiast obrączkowe 13 lipca 2075 r. Dla większości czytających te słowa nie pozostawiają one złudzeń

Fragment Suwałk, fotografowany przez dr T. Przypkowskiego podczas zaćmienia Słońca 30 VI. 1954, w następujących momentach: lewa kolumna od góry — 13^h20^m, 13^h55^m, 13^h58^m; prawa kolumna od góry — 13^h59^m, 14^h00^m, 14^h10^m.

Suwałki przed, w trakcie, i po zaćmieniu Słońca z dnia 30 czerwca 1954 roku na fotografiach Tadeusza Przypkowskiego

co do realnych możliwości ich obserwacji. Ale nie ma co załamywać rąk, tylko już dziś wpisać w wakacyjny grafik wyjazd do Hiszpanii lub północnej Afryki (Maroko, Algieria, Tunezja, Libia, Egipt) na dwa całkowite zaćmienia Słońca, które będą tam miały miejsce 12 sierpnia 2026 i 2 sierpnia 2027 r. Fascynujące będzie szczególnie to drugie, gdyż w samym środku pasa znajdą się starożytne Luksor i Teby, z jednymi z najwspanialszych zabytków cywilizacji egipskiej — świątynią Hatszepsut, świątynią w Karnaku, kolosami Memnona czy świątynią Ramzesa III. Dla tych, którzy się tam wybiorą, może to być symboliczne zmaterializowanie się cytowanej na początku tego eseju literackiej wizji Bolesława Prusa. Zważywszy na wysokie prawdopodobieństwo doskonałej pogody i względną łatwość w dotarciu do rejonu pasa zaćmienia całkowitego, nadarza się doskonała okazja do spełnienia marzeń o samodzielnej obserwacji rzadkiego fenomenu przyrody.

Amerykańska część pasa zaćmienia całkowitego z dnia 21 sierpnia 2017 r.

Całkowite zaćmienie Słońca 21 sierpnia 2017 r.

Już pierwszy rzut oka na mapę przebiegu stożka cienia tegorocznego zaćmienia daje do zrozumienia, że jest ono niezwykłe i nie bez powodu zyskało miano Wielkiego Zaćmienia Ameryki (The Great American Eclipse). Przebiega równoleżnikowo przez praktycznie całe Stany Zjednoczone, od stanu Oregon przez Idaho, Wyoming, Nebraskę, Kansas, Iowa, Missouri, Kentucky, Tennessee, Georgię, aż do Północnej i Południowej Karoliny. Pora roku dobrze rokuje odnośnie pogody, która przy odrobinie szczęścia powinna dopisać na większej części pasa zaćmienia całkowitego. Blisko jego środka znajduje się stolica muzyki country Nashville, gdzie bez wątpienia można się spodziewać licznych pielgrzymek o zupełnie różnym od muzycznego charakterze. Inne większe miasta w pasie to Salem, Kansas City, Saint Louis, Charleston, a we względnej bliskości strefy całkowitego zaćmienia znajdują się Portland, Salt Lake City, Denver, Oklahoma City, Memphis, Atlanta i Charlotte.

Sierpniowe zaćmienie będzie 22. zjawiskiem w ramach Saros 145. Co ciekawe, 21. zaćmieniem tego cyklu było wspomniane na początku tego eseju zaćmienie w Rumunii w 1999 r. Szerokość pasa zaćmienia wyniesie tylko 115 km, w związku z czym faza całkowita będzie trwać maksymalnie 2 minuty i 41 sekundy. Chętni do wzięcia udziału w ekspedycji w ramach zorganizowanej grupy muszą się spieszyć ze względu na kończące się miejsca, a także ograniczony czas potrzebny na załatwienie niezbędnych dokumentów, z biletem lotniczym i amerykańską wizą włącznie. Dlatego też zapisy do grup zaćmieniowych prowadzone były już rok temu, kiedy istniała szansa na kupno znacznie tańszych biletów. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, aby do Stanów Zjednoczonych wybrać się samemu lub w gronie najbliższych przyjaciół. Tam po wynajęciu większego samochodu można spokojnie ruszyć w dalszą drogę. Trzeba jednak pamiętać, że ze względu na duże zainteresowanie zjawiskiem, aktualnie wysokie ceny biletów lotniczych i ich ograniczona dostępność mogą być dla wielu portfeli dużym wyzwaniem. Co do samego zaćmienia, wielu obserwatorów wybierze zapewne spokojne i mało zaludnione obszary położone z dala od dużych aglomeracji. Dla wielu gości z zagranicy podróż na kontynent amerykański będzie też zapewne okazją spędzenia dłuższego urlopu połączonego ze zwiedzaniem wspaniałych i licznych atrakcji przyrodniczych kraju.

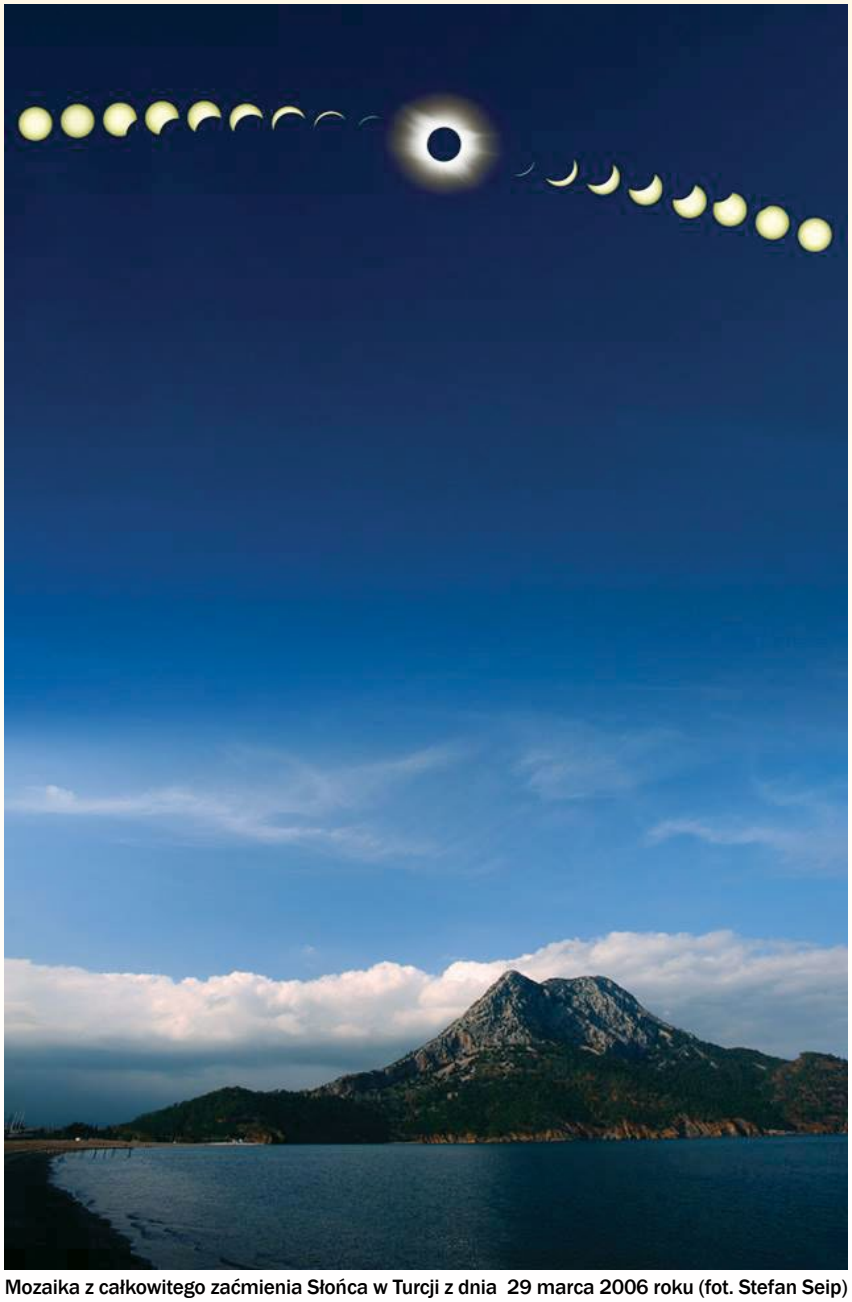
Jak i co obserwować?

Zasady obserwacji zaćmień Słońca są podobne jak w przypadku tranzytów Merkurego i Wenus. Wokół tej kwestii narosło jednak wiele nieporozumień i przejaskrawień. Czytamy więc, że patrzenie na zaćmione Słońce może spowodować uszkodzenie lub utratę wzroku. Jest w tym racja, o ile obserwujemy je bez zabezpieczenia podczas fazy częściowej lub gdy zaćmienie jest obrączkowe. W tych przypadkach dociera

Bezpieczne metody obserwacji zaćmienia Słońca, od lewej: okulary zaćmieniowe, projekcja na ekran, filtr obiektywowy

do naszych oczu jego wciąż oślepiający blask. Ale i tutaj trzeba wyjątkowego samozaparcia, żeby pomimo rażącego światła nadal z uporem maniaka nie zakrywać wzroku. Podczas fazy częściowej należy więc założyć specjalne okulary zaćmieniowe, a w przypadku obserwacji za pomocą teleskopu, który zwiększa ilość dochodzącego do oka światła, wyposażyć go w odpowiednio silny filtr lub, po zamontowaniu specjalnego ekranu, obserwować metodą projekcyjną. Podczas fazy całkowitej zaćmienia można je jednak spokojnie obserwować gołym okiem i delektować się widokiem diamentowego pierścienia, pereł Baily'ego, korony słonecznej, protuberancji i rzecz jasna rozgwieżdżonego nieba. Obserwatorzy znajdujący się na wyższych wzniesieniach mogą też spróbować zaobserwować zbliżający się z zachodniego kierunku cień Księżyca, który stopniowo ogarnia oddalone elementy krajobrazu.

Zwielokrotniony obraz częściowo zaćmionego Słońca jako efekt *camera obscura* dzięki przerwom pomiędzy liśćmi



Mozaika z całkowitego zaćmienia Słońca w Turcji z dnia 29 marca 2006 roku (fot. Stefan Seip)

Warto też w miarę możliwości zwracać uwagę na zachowanie się przyrody, głównie ptaków i zwierząt domowych. Dla nich nagła noc w środku dnia jest czymś zupełnie niepojętym, stąd mogą wykazywać dziwne zachowania. Piszący te słowa, podczas zaćmienia w Turcji, widział przysiadające na ulicach i chodnikach wróble, które zaskoczone wolały przerwać lot i głośne do niedawna jeszcze ćwierkanie. W upalny dzień podczas fazy całkowitej temperatura może spaść nagle nawet o kilkanaście stopni. Zrywa się wiatr, co jeszcze potęguje atmosferę tajemniczości, a nawet grozy. Inne charakterystyczne zdarzenia to zapalanie się witryn i reklam sklepowych, które automatycznie reagują na zmrok. Podczas fazy częściowej wszelkie niewielkie otwory, przez które przedostaje się światło słoneczne (np. przerwy pomiędzy liśćmi drzew), stanowią naturalną *camera obscura*, przez co w miejscu, gdzie pada obraz, widzimy pomniejszone obrazy zakrywanej tarczy słonecznej.

Wspaniałą pamiątką z obserwacji zaćmienia Słońca jest mozaika zdjęć przedstawiających rozwój zjawiska od I do IV kontaktu. Wykonuje się ją na nieruchomym statywie tak, aby zmieścić w kadrze początek fazy częściowej, w centrum kadru zaćmienie całkowite oraz koniec całego zjawiska. Ostatecznego złożenia kilkunastu ekspozycji dokonuje się za pomocą programu komputerowego. Aby pod-

kreślić walory estetyczne fotografii, kadruje się ją tak, aby kolejne fazy zaćmienia ukazać na tle malowniczych elementów otoczenia — gór, jezior, formacji roślinnych, plaży. Niektórzy idą inną drogą, a mianowicie w ciągu dnia wykonują odpowiednio skadrowaną panoramę otoczenia, a w trakcie zaćmienia na dłuższej ogniskowej fotografują tylko tarczę słoneczną z zakrywającym ją Księżycem. Później, już w domowym zaciszu, dokonują złożenia wybranych klatek w pełną sekwencję przebiegu zjawiska i nanoszą ją na przygotowane wcześniej tło.

Wiele osób jeździ na zaćmienia, traktując je jako hobby. Ich życie rodzinne i zawodowe podporządkowane jest rytmowi kolejnych zjawisk. Znajomość przyszłych zaćmień pozwala tak dopasować grafik pracy i innych obowiązków, aby mieć wystarczająco dużo czasu na zebranie niezbędnych funduszy, wymaganych dokumentów, przygotowanie zaćmieniowego ekwipunku. Można powiedzieć, że zaćmienia stały się dla nich sposobem na życie.

Zamiast zakończenia, czyli nic nie trwa wiecznie

Fascynujący fenomen przyrody, jakim jest całkowite zaćmienie Słońca, niestety będzie miał kiedyś swój kres. Nie wydarzy się to jednak szybko, bo dopiero za około 560 milionów lat. Oddalający się wciąż od Ziemi Księżyc (ok. 3,8 cm rocznie) będzie miał wtedy zbyt małe rozmiary kątowe, aby całkowicie zakryć tarczę słoneczną, nawet przy idealnych warunkach (Ziemia w aphelium, Księżyc w perygeum). W tym samym czasie Słońce również trochę się powiększy, co dodatkowo spotęguje niekorzystny z naszego punktu widzenia efekt. Ostatecznie więc, wszelkie zaćmienia całkowite staną się obrączkowymi i nie będzie od tego odwrotu. Nie ma się jednak czym przejmować, gdyż dla nas, ludzi XXI w., oraz mieszkańców Ziemi w przyszłych stuleciach i tysiącleciach, wciąż dane będzie podziwiać jeden z najwspanialszych cudów Matki Natury. To on, przez kilka minut fazy całkowitej, czyni z nas newralgiczny i niezmiernie ważny element tej astronomiczno-geometrycznej układanki. Ważny dlatego, że za pomocą zmysłów możemy świadomie napawać się widokiem spektakularnego kosmicznego zbiegu okoliczności, badać go, czerpać osobistą satysfakcję, szukać inspiracji czy ładować wewnętrzne akumulatory na nadchodzący czas. Warto wykorzystać ten niewątpliwy przywilej i choć raz wybrać się do pasa całkowitego zaćmienia. Będzie to z pewnością jedno z najbardziej niezapomnianych wspomnień w naszym życiu.

PRAWIE WSZYSTKO O PRAKTYCE OBSERWACJI ZAĆMIEŃ SŁOŃCA W BIBLIOFILSKIM NUMERZE SPECJALNYM URANII

Wybierasz się do USA na zaćmienie Słońca?

Nie zapomnij zabrać ze sobą naszego numeru specjalnego!

Cena 25,- zł.

Śpiesz się z zamówieniem na https://sklep.pta.edu.pl/1999/109-urania-nr-specjalny-1999.html bo nakład bliski wyczerpania.

Polecamy również nasz poradnik, mówiący o tym, jak fotografować zaćmienie Słońca:

http://www.urania.edu.pl/poradnik/zacmienie-w-obiektywie.html

Od kilkunastu miesięcy na łamach *Uranii* bardzo często goszczą materiały przygotowane przez Przemysława Rudzia. Są one obdarzone wielką popularyzatorską pasją, faktograficzną rzetelnością i talentem literackim. Z wykształcenia geograf-klimatolog, na co dzień pracuje w Departamencie Edukacji Polskiej Agencji Kosmicznej POLSA, a od święta koncertuje prezentując swoją, inspirowaną kosmosem muzykę elektroniczną.

POLSKA AGENCJA KOSMICZNA

O całkowitych zaćmieniach Słońca w Polsce w latach 1699 i 1706

Ciemność w pogodny dzień

Marek Zawilski

Zbliżające się zaćmienie Słońca w Stanach Zjednoczonych wywołuje, co zrozumiałe, znaczne zainteresowanie i emocje. Skłania także do refleksji nad historią obserwacji tych niecodziennych zjawisk na terenie naszego kraju. Przegląd zaćmień historycznych ujawnia przy tym zaskakujące luki informacyjne o niektórych zjawiskach z przeszłości. Trudno uwierzyć, że tak właśnie stało się z dwoma całkowitymi zaćmieniami Słońca w latach 1699 i 1706, które były widoczne prawdopodobnie w najlepszych w Polsce warunkach pogodowych w historii, a które zostały niemal zapomniane. Tę sytuację można wytłumaczyć tylko splotem niekorzystnych okoliczności, jakie miały miejsce w czasie obu zaćmień oraz w okresach późniejszych.

Tło historyczne i materiały źródłowe

Przełom XVII i XVIII wieku był dla Polski, jak wiadomo, okresem trudnym i zapowiadającym jeszcze gorsze czasy. Po śmierci Jana III Sobieskiego nie ustawały dążenia do zawarcia pokoju z Turcją i zabezpieczenia granic na Kresach, co nastąpiło w roku 1699. Zarysowujący się kryzys państwa i niefortunny wybór na króla Augusta II Mocnego w 1697 r. zaowocował wkrótce uwikłaniem Polski w wyniszczającą Wojnę Północną (1700–1709). Liczne przemarsze wojsk, kontrybucje, wysiedlenia, rabunki, pożary itp. były w tych latach codziennością. Przez Polskę maszerowały i ścierały się ze sobą wojska szwedzkie, polskie, saskie i rosyjskie. Szwedzi wkroczyli na ziemie polskie w roku 1702, a ich spuściznę rujnującą kraj w następnych latach ocenia się nawet gorzej niż tę znaną z okresu „potopu". Zatem ten cały okres nie sprzyjał rozwojowi nauki w Polsce, w tym także działalności nielicznych astronomów. Zachowane materiały pisane, oprócz nielicznych raportów obserwacyjnych, pochodzą od osób prywatnych, z urzędów miejskich i konwentów zakonnych. Niestety, wykazują one znaczne luki czasowe, wywołane omówionym kryzysem i zanikiem dotychczasowej działalności (brak spisywania spraw bieżących w wyniku wyludnienia miast, epidemii, ograniczania swobód przez okupantów, zajmowania klasztorów na inne cele, zniszczeń wojennych itd.). Można także odnieść wrażenie, że nawet zauważone zaćmienie Słońca nie było zjawiskiem aż tak godnym zapisania w porównaniu do innych tragicznych, aktualnych wydarzeń. U schyłku Wojny Północnej przydarzyła się jeszcze epidemia dżumy w latach 1708–1710. Późniejsze kasaty niektórych zakonów (np. jezuitów w XVIII wieku) lub ich inne kłopoty spowodowały zaginięcie lub rozproszenie dawnych zbiorów, szczególnie w okresie zaborów i obu wojen światowych[1]. Materiały te udało się opublikować wcześniej lub odtworzyć do dziś tylko w niewielkiej części. Przy tym interesujące nas informacje rzadko pojawiają się w opracowaniach zbiorczych, a głównie można je odnaleźć w trudno dostępnych dokumentach źródłowych. Celem niniejszej pracy jest właśnie przedstawienie tych cennych zachowanych dowodów z przeszłości. Część tekstów źródłowych była opublikowana wcześniej[2].

[1] Szczególnie dotkliwe są straty dokumentów archiwalnych polskich zniszczonych bezpowrotnie w czasie Powstania Warszawskiego w roku 1944 oraz niemieckich podczas ewakuacji i zniszczeń archiwów w roku 1945.

[2] J. Włodarczyk, M. Pilska-Piotrowska i M. Zawilski: Unusual Events: Polish Written Sources on Solar Eclipses in the Eighteenth Century, [w:] Science in Contact at the Beginning of Scientific

Pary zaćmień całkowitych zdarzających się krótko po sobie

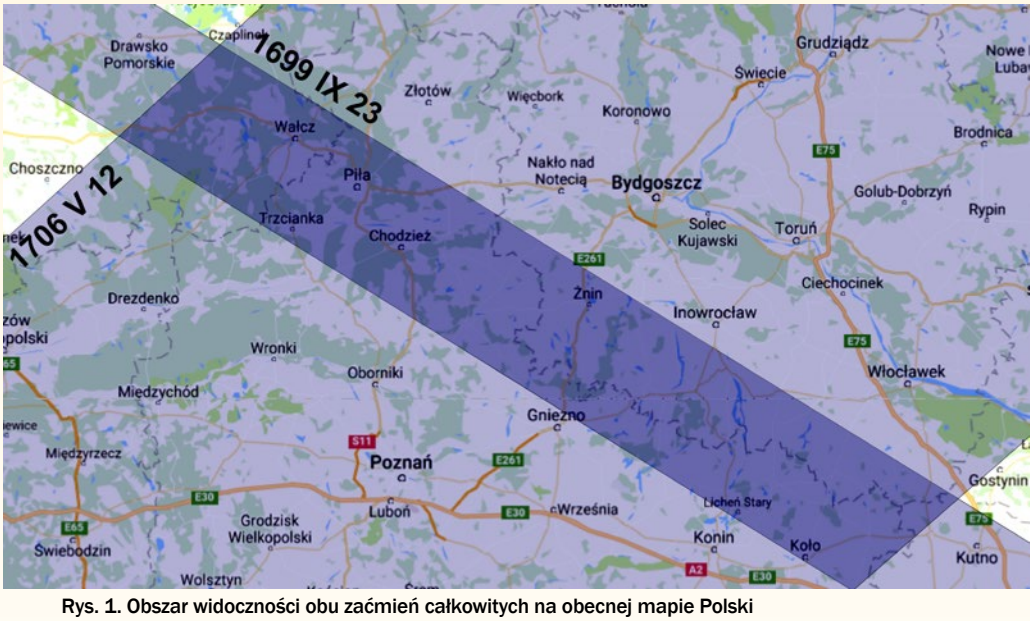
Omawiane dwa zaćmienia całkowite wydarzyły się stosunkowo krótko po sobie — w odstępie tylko około 7 lat. Okoliczność taka zachodzi od czasu do czasu w różnych miejscach na świecie, przy czym najkrótszy czas między dwoma zaćmieniami całkowitymi na danym obszarze wynosi tylko 2 lata i 4 miesiące! W innych przypadkach może to być kilkanaście lat, co i tak wydaje się okresem krótkim, zważywszy, że w danym miejscu na kuli ziemskiej zaćmienie całkowite można obserwować średnio raz na kilkaset lat. W tabeli 1 przedstawiono pary zaćmień historycznych, jakie miały miejsce na terenie Europy. Oczywiście, niełatwo jest dziś stwierdzić, które z ich były obserwowane łącznie, zazwyczaj bowiem mamy zapisy o zaobserwowaniu tylko jednego z nich (lub nieraz o żadnym). Pierwsza wiarygodna informacja pochodzi z roku 1239 i 1241, kiedy to oba zaćmienia całkowite odnotował w swojej kronice archidiakon Splitu Tomasz. Następne zaś zapiski dotyczą dopiero wieku XVIII i XIX, przy czym dane te pochodzą z wymienionego w tabeli regionu, ale nie z tego samego miejsca.

W roku 1699 i 1706 pasy dwóch zaćmień całkowitych przecięły się na obszarze północnej Wielkopolski i Kujaw (rys. 1). W wąskim pasie o szerokości o 37 do 39 km wzdłuż linii centralnej Mirosławiec-Mogilno-Krośniewice mieszkańcy mogli obserwować dwa zaćmienia całkowite w odstępie niecałych 7 lat. W pasie tym znalazły się m.in. takie miejscowości, jak: Mirosławiec, Wałcz, Piła, Żnin, Kruszwica, Trzemeszno, Mogilno, Wągrowiec, Strzelno, Chodzież, Kłodawa, Koło (brzegowo w roku 1699). Co więcej, jak na to wskazują przytoczone dalej dane historyczne, oba zjawiska faktycznie zostały dostrzeżone w bardzo dobrych warunkach pogodowych.

Tabela 1. Pary całkowitych zaćmień Słońca widoczne w przeszłości w Europie.
Drukiem pogrubionym zaznaczono pary zaćmień, dla których są znane autorowi informacje pisane o dostrzeżeniu obu z nich jako całkowitych.

Lp.	Para zaćmień całkowitych		Obszar widoczności obu zjawisk
1	24 stycznia 1024	31 sierpnia 1030	Norwegia
2	1 maja 1185	4 września 1187	Szwecja
3	2 sierpnia 1133	20 marca 1140	Holandia
4	**3 czerwca 1239**	**6 października 1241**	**Chorwacja**
5	16 czerwca 1406	26 czerwca 1424	Pomorze Przednie i Zachodnie
6	7 czerwca 1415	26 czerwca 1424	Polska*
7	26 czerwca 1424	12 lutego 1431	Ukraina
8	12 lutego 1431	17 czerwca 1433	Serbia, Węgry
9	29 lipca 1478	16 marca 1485	N-W Hiszpania
10	8 kwietnia 1652	12 sierpnia 1654	płn. Szkocja
11	23 września 1699	12 maja 1706	płn.Wielkopolska, Kujawy
12	12 maja 1706	22 maja 1724	Szwajcaria
13	**3 maja 1715**	**22 maja 1724**	**płd.Anglia**
14	**8 lipca 1842**	**28 lipca 1851**	**Ukraina**
15	30 czerwca 1954	15 lutego 1961	płd.Rosja**

* w okolicach Trzemeszna było odnotowane zaćmienie prawie całkowite w roku 1415 i całkowite w roku 1424, tak więc te dane nie spełniają do końca powyższego kryterium.
** zapewne oba zaćmienie były tam również obserwowane, lecz autor nie znalazł na ten temat danych źródłowych.



Rys. 1. Obszar widoczności obu zaćmień całkowitych na obecnej mapie Polski

Zaćmienie Słońca 23 września 1699 r.

Zaćmienie to należało do tzw. hybrydowych — w części pasa centralnego (około wschodu i zachodu Słońca) było widoczne jako obrączkowe, w pozostałej — jako krótkotrwałe całkowite. Pas fazy centralnej przebiegał od Grenlandii przez płn. Szkocję, Danię, płn. Niemcy, Polskę (w godzinach przedpołudniowych), Ukrainę, Mołdawię, Iran, Pakistan, płn. Indie aż do dzisiejszego Bangladeszu. Na terenie dzisiejszej Polski oraz w jej dawnych granicach wąski pas fazy całkowitej biegł od Świnoujścia przez Mirosławiec, Mogilno, Piątek, Rawę Maz., Radom, Tomaszów Lub., Tarnopol i Jampol (rys. 2, tab. 2).

Podstawowe informacje o zaćmieniu były w tym czasie dostępne wcześniej w postaci licznych danych w kalendarzach oraz na opublikowanych mapach z przebiegiem pasa fazy centralnej. Inną sprawą jest natomiast ich ograniczone rozpowszechnienie wśród społeczeństw, toteż w wielu przypadkach dostrzeżenie zaćmienia było raczej dziełem przypadku niż zorganizowanej obserwacji.

Jedyne znane doniesienie z pasa fazy całkowitej pochodzi ze Stralsundu na niemieckim wybrzeżu Bałtyku („podczas zaćmienia gwiazdy świeciły jak w nocy"). Z wydanego w Szczecinie „Kalendarza Historycznego za okres 1600–1699" autorstwa G.H. von Schwalenberga dowiadujemy się też, że zaćmienie wywołało w Stralsundzie wielkie ciemności od godz. 10 do 11.

Cenną obserwację wykonał Th. Pyl w Greifswaldzie w północnych Niemczech, gdzie odnotował zaćmienie brzegowe, podczas którego niezakryty przez Księżyc fragment tarczy sło-

Revolution, pod red. J. Zamrzlovej, Praga 2004 (*Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum*, New Series, vol. 9), s. 337–362.

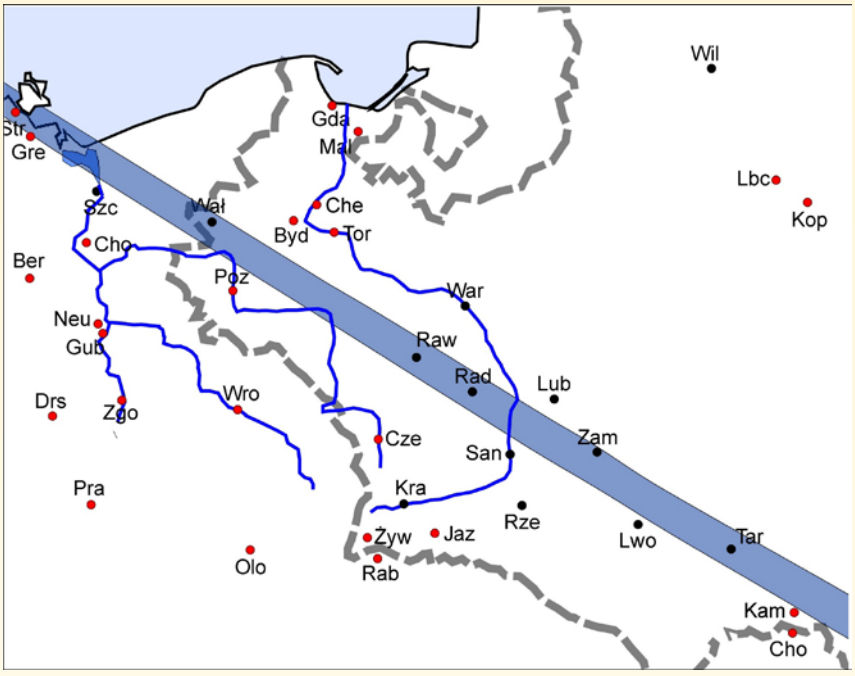
necznej ocenił na 1/180 jej średnicy (co stanowi około 10”). Na niebie dostrzeżono też planety i gwiazdy: Wenus i Merkurego, a także Regulusa i Spikę, a okolicę spowiły gęste ciemności (rys. 3). Znaczne zaćmienie odnotował także A. Rehrberg w miejscowości Chojna na południe od Szczecina.

Duża faza zaćmienia została zapisana w klasztorze bernardynów w Bydgoszczy[3] i jest to zarazem jeden z najpiękniejszych kronikarskich opisów zaćmienia Słońca w Polsce: *W tym roku [1699] 23 września w równonoc jesienną, w czasie nowiu, w jasny dzień zdarzyło się straszne zaćmienie słońca o godz.9 przed południem, czterdzieści minut przed godz.10 i trwało dwie godziny i siedem minut. Zaćmienie było ogromne, największe od niepamiętnych czasów[4]. Ponieważ zaćmione było 11 cali Słońca i 45 minut* (z 12 odpowiadających średnicy tarczy słonecznej — przyp. autora). *Tylko 15 minut, czyli $^{1}/_{12}$ część Słońca, przypominającego sierp Księżyca, dawała światło, takie jakie panuje po zachodzie Słońca. Rzemieślnicy prosili o światło, jak też zapalano światła na chórze w czasie mszy porannych. Jak mówiono, w czasie zaćmienia nie tylko drzewa w lasach i ogrodach, ale też kamienie pokryły się jakby wielkim potem. Jakaś dziwna chmura była w dolnej części atmosfery, podobna w kolorze do zadymionego wosku, a część jej była oświetlona. Masz więc, drogi czytelniku, prawdziwy obraz zaćmienia. Po zachodniej stronie Słońca jakaś gwiazda, czasem jak krzyż, jasno świeciła, ale wyżej, niż Słońce, a była ona widoczna przez cały czas zaćmienia, gdyż zwykłe światło Słońca zniknęło zaćmione. Przeczytaj i rozważ przebieg przemiany i wzrostu światła do zwykłej postaci*.

Zapewne zauważono cień Księżyca w atmosferze nad południowym horyzontem oraz Wenus, jak też rosę, która pojawiła się przy spadku temperatury. Wielkość fazy całkowitej została natomiast niedoszacowana (pochodziła ona raczej z efemerydy niż z obserwacji).

[3] Tekst kroniki został opublikowany w 1907 r. (ed. K. Kantak) i zachował się także w oryginalnym rękopisie łacińskim (Archiwum Bernardynów w Krakowie). Znana jest też wcześniejsza publikacja niemiecka fragmentów kroniki, która jednak nie zawiera cytowanego opisu zaćmienia.

[4] Co jest prawdą — większa fazę miało tam jedynie zaćmienie całkowite z roku 1424, ale brak o nim wzmianki w źródłach bydgoskich.



Rys. 2. Przebieg pasa zaćmienia całkowitego 23 września 1699 r. Na mapie zaznaczono ówczesne granice Rzeczypospolitej i wybrane miejscowości. Kolor czerwony oznacza miejsca, dla których odnaleziono archiwalne informacje o zaćmieniu

Tabela 2. Wielkość fazy maksymalnej dla zaćmienia Słońca 23 września 1699 r.

L.p.	Miejscowość	Czas trwania fazy całkowitej [s]	Wielkość fazy częściowej
1	Świnoujście	30	—
2	Wałcz	30	—
3	Chodzież	32	
4	Mogilno	35	
5	Bydgoszcz	—	0,994
6	Toruń	—	0,992
7	Gdańsk	—	0,964
8	Malbork	—	0,968
9	Chełmno	—	0,986
10	Poznań	—	0,991
11	Wrocław	—	0,964
12	Rawa Maz.	28	—
13	Częstochowa	—	0,975
14	Radom	39	—
15	Zamość	17	—
16	Żywiec	—	0,952
17	Jazowsko	—	0,960
18	Tomaszów Lub.	31	—
19	Lwów	—	0,997
20	Tarnopol	42	—
21	Kamieniec Pod.	—	0,994

Obliczenia wg programu OCCULT v.4.2.5.0 z uwzględnieniem profilu brzegu Księżyca wg standardu LOLA (*Lunar* Orbiter Laser Altimeter). Moment fazy maksymalnej od 9.26 (Świnoujście) do 9.43 (Tarnopol).

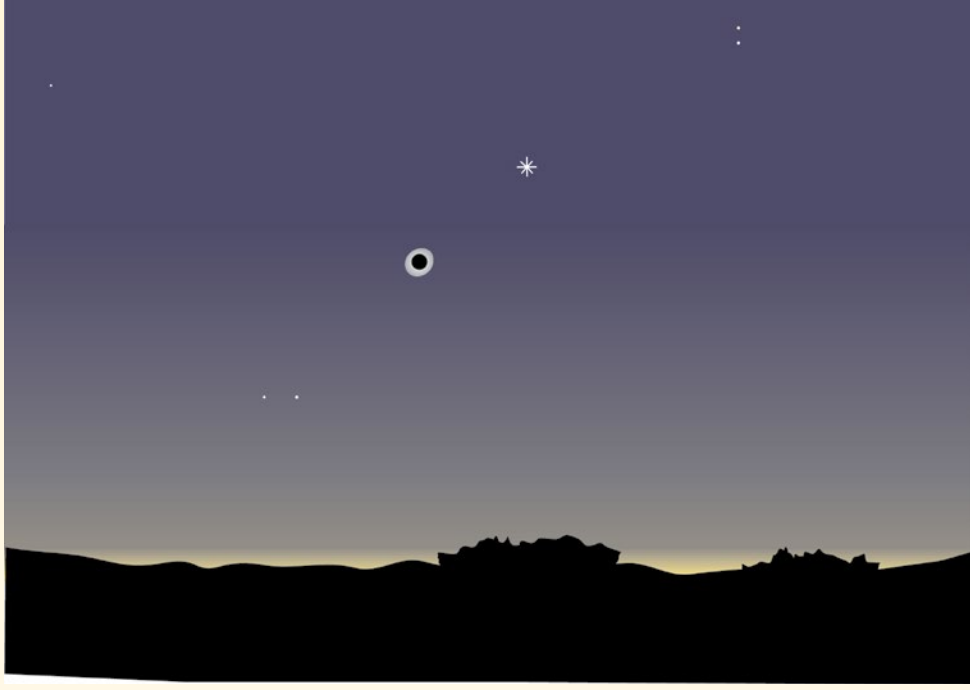
Obserwację zaćmienia przy podobnej jego fazie maksymalnej podjął w Toruniu Paul Pater, w tym czasie nauczyciel nauk ścisłych w Gimnazjum Akademickim i zorganizował ją w formie pokazu dydaktycznego. Niestety, nie pozostawił żadnego raportu z tej obserwacji.

W pobliskim Chełmnie n. Wisłą okoliczności zaćmienia zapisali też w kronice księża misjonarze[5]. Fazę maksymalną oceniono na 11 cali (także z niedoborem, ale taka wartość oznaczała po prostu zaćmienie prawie całkowite). Czas trwania podano od godz. 10 do 13. *Wszystko było pobladłe, jakby na wpół żywe, powietrze zaś było spokojne, a dzień pogodny i ciepły przed zaćmieniem i po nim. Przy tym przewidywano zwykle wojny, choroby, pomór bydła itd., co też wszystko się potem wydarzyło. Boże chroń nas wszystkich!*

[5] Kronika ta została także opublikowana — w roku 1936, ed. W. Szołdrski.

Jedyna naukowa obserwacja omawianego zaćmienia dotyczy tylko fazy częściowej. Przeprowadził ją w Gdańsku Constantin Gabriel Hecker, który próbował kontynuować działalność J.Heweliusza. Z tej obserwacji Hecker sporządził dokładny raport[6], zawierający momenty kontaktów oraz wyznaczone fazy zaćmienia częściowego (tab. 1, rys. 4). Obraz Słońca był otrzymany przez rzutowanie w urządzeniu typu *camera obscura*, zapatrzonym w soczewki o ogniskowej 3 stóp, czas zaś był wyznaczany wg zegara wahadłowego angielskiego, korygowanego pomiarami wysokości Słońca przy użyciu kwadrantu. Z obserwacji w formie graficznej Hecker stwierdził, że widoma średnica Księżyca była mniejsza niż Słońca (co nie zgadzało się mu z tablicami astronomicznymi, ale co było obarczone oczywistym błędem obserwacji; z racji wystąpienia fazy zaćmienia całkowitego na terenie Polski stosunek obu średnic był bowiem odwrotny). Pogoda do obserwacji była dobra, jedynie zaraz po maksymalnej fazie zaćmienia chmury przesłoniły Słońce na około pół godziny.

[6] Opublikowany w *Nova literaria maris Balthici*, 1699, Nov., s. 331–333.



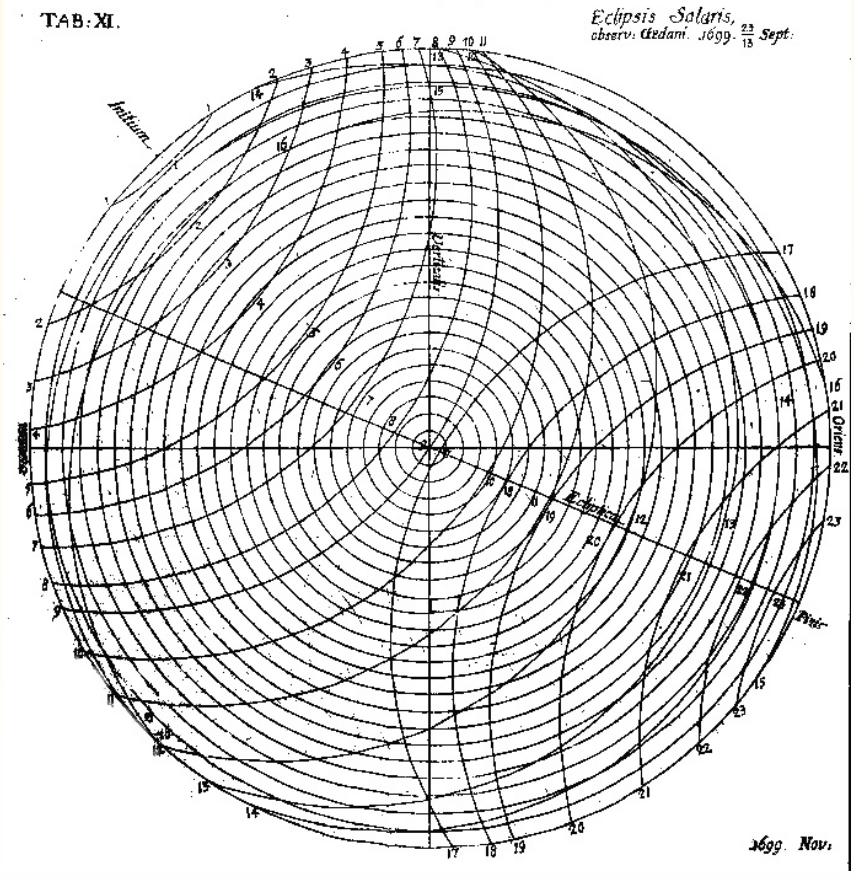
Rys. 3. Widok nieba w czasie całkowitego zaćmienia Słońca 23 września 1699 r. W prawo w górę od zaćmionego Słońca — Wenus, jeszcze dalej — Mars i Regulus, w lewo w dół — Merkury i Spika, na lewo — Arktur

Niestety, także wyznaczone momenty kontaktów były obarczone sporym błędem (tab. 3).

Z Gdańska pochodzi też anonimowy odręczny zapisek na zachowanym kalendarzu astronomicznym na rok 1699. Autor notatki oszacował maksymalną fazę zaćmienia na 11 cali.

Pozostałe informacje możemy znaleźć w kilku innych zachowanych źródłach historycznych. W Elblągu lokalne roczniki wspominają o prawie całkowitym zaćmieniu o fazie maksymalnej 11 2/5 cala. Burmistrz Malborka Samuel Wilhelmi zapisał z kolei w swojej kronice, że zaćmienie trwało od 9.48 do 12.19 i było tak znaczne, że ukazały się na niebie różne gwiazdy, a w domach zapalano światła. Roczniki wrocławskie wymieniają zaćmienie około godz. 11, kiedy to tylko 1 cal Słońca pozostał niezaćmiony, a w domach zapanował mrok. Dalej, dziejopis żywiecki Andrzej Komoniecki podaje pod rokiem 1699, że *dnia 23 miesiąca września straszne i wielkie zaćmienie słońca widziane było, które niemal wszystko słońce zaćmiło, a prawie przed południem samym będąc ciemno na godzinę, jak po zachodzie słońca. Skąd ludzi bardzo zatrwożyło wszędzie.* Podobny opis pozostawił ks. Jan Owsiński z Jazowska k.Starego Sącza w „Rocznikach do dziejów Podtatrza i Śpiża": *1699. A.D. dnia 23 Septembris przed południem na półtory godziny było wielkie zaćmienie słońca, trwające przez półtrzecia godziny, na co patrzeć było z wielkim strachem*.

Paulini jasnogórscy także zanotowali okoliczności zaćmienia *niewidzianego od półwiecza*[7]. Zdarzyło się ono bowiem w dzień równonocy jesiennej, w którym to dniu zmarł także przeor klasztoru o.Tobiasz Gruszkowicz. Zjawisko trwało prawie trzy godziny, a w czasie jego maksimum *było tak,*



Rys. 4. Odwzorowanie faz zaćmienia częściowego — obserwacja C.G. Heckera w Gdańsku

[7] Zapewne fraza ta odnosi się do zaćmienia z roku 1654.

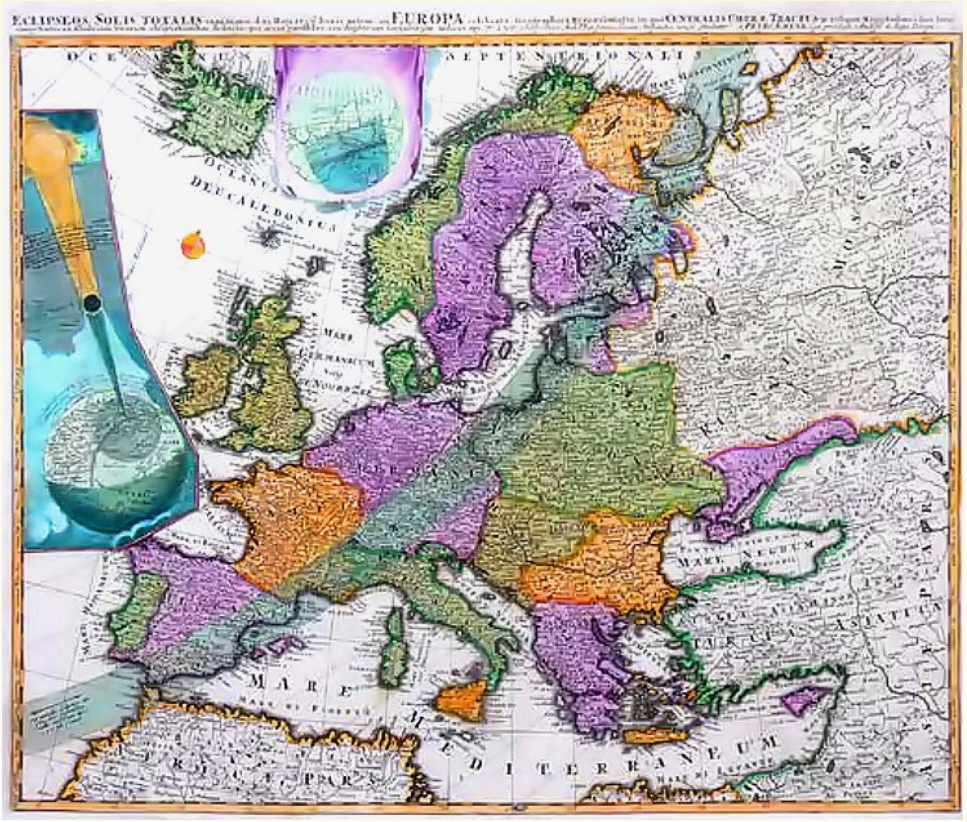
że przy pogodnym niebie w południe zaćmienie przypominało zmierzch wieczoru, co wiernie oddaje okoliczności zdarzenia.

Niecodzienna sytuacja miała miejsce w Kamieńcu Podolskim i okolicy. Stosownie do tzw. pokoju karłowickiego ze stycznia 1699 r. Turcja zobowiązała się oddać Polsce twierdzę kamieniecką wraz z miastem, którym administrowała od jego zdobycia w roku 1672. Po przeciągających się rokowaniach do ostatecznego przekazania doszło wreszcie 22 września (!) 1699 r. Zachowało się kilka oficjalnych i prywatnych relacji o tym wydarzeniu. Wiadomo, że następnym dniu porządkowano wnętrze katedry oraz okolicznego terenu, natomiast żaden z dokumentów nie wspomina o zaćmieniu Słońca, które w Kamieńcu było bliskie całkowitemu (granica pasa całkowitości przebiegała 15 km na północny wschód od miasta).[8] Nie odnaleziono również żadnej informacji w źródłach ze Lwowa, gdzie również doszło do niemal całkowitego zaćmienia, ani też z innych miejscowości Podola. Jedyną lakoniczną wzmiankę o zaćmieniu z 23 września zamieścił w swym pamiętniku „towarzysz jazdy" Walerian Puchalski, przebywający w tym czasie w Kamieńcu lub w jego okolicach.[9] Dalsze informacje o wielkim zaćmieniu zawdzięczamy jednak historykom tureckim[10]. I tak według tych źródeł zaćmienie wywołało strach wśród ludności, która opuściła Kamieniec i zgromadziła się w okolicy Chocimia — przekazanego z kolei Turcji, a znajdującego się już po mołdawskiej stronie Dniestru.

Tab. 3. Porównanie obserwacji zaćmienia, wykonanej przez C.G. Heckera z obliczeniami dzisiejszymi.

Momenty zaćmienia 1706 V 12	Czas lokalny*	Równoważny czas UT	Momenty zaćmienia wg programu Occult	Różnice czasów [mm:ss]
poczatek	09:39:40	8:27:27	8:25:34	01:33
pocz.całk.	10:49:00	9:36:47	9:35:25	01:22
maksimum	10:49:30	9:37:17	9:36:04	01:13
kon.całk.	10:50:00	9:37:47	9:36:29	01:18
koniec	12:02:20	10:50:07	10:49:35	00:32

Przyjęte współrzędne miejsca obserwacji: λ=18°38'35", φ=54°21'16"
Górowanie Słońca w Greenwich: $11^h52^m08^s$.
* **Momenty skorygowane wg obserwacji wysokości Słońca; moment końca zaćmienia dodatkowo uwzględnia korektę autora błędu tej poprawki, widocznego w raporcie oryginalnym (bez tej korekty wynik byłby jeszcze gorszy).**



Rys. 5. Przebieg zaćmienia z roku 1706 na ówczesnej mapie Europy: Peter Schenk I (1661–1711), Johann Gabriel Doppelmayr (1677–1750) oraz Simon van de Moolen (1658–1741) — Eclipseos Solis Totalis cum mora, d. 12 Maji 1706.Amsterdam, ok. 1706 r.

Inne źródła polskie wspominają o zaćmieniu częściowym, widocznym *na kresach*: Jan Kraiński pisze w swoim diariuszu o *okropnej ciemności* w czasie mszy w Kopylu (na dzisiejszej Białorusi), a niedaleko od niego, w Lubeciu, Stanisław Niezabitowski obserwował *dość znaczne zaćmienie*, którego według niego nie było tak duże, jak to w roku 1654. Zaś wojewoda miński Krzysztof Zawisza w swoich pamiętnikach napisał wręcz, że zaćmienie miało według przepowiedni spowodować duże ciemności, ale na szczęście tak się nie stało…

Niestety, brak jest także wzmianki o zaćmieniu m.in. w zachowanych kronikach z Zamościa (Z. Arakiełowicza) i Żółkwi (klasztoru dominikanów) gdzie zaćmienie było całkowite. Oczywiście, nie można wykluczyć zachmurzenia nieba na tym akurat obszarze.

Zaćmienie Słońca 12 maja 1706 r.

Zaćmienie to okazało się jednym z najlepiej obserwowanych w Europie. Rozpoczęło się ono przy wschodzie Słońca na środkowym Atlantyku, po czym cień Księżyca przesunął się przez Wyspy Kanaryjskie, zachodnie Maroko, wschodnią Hiszpanię, południową Francję, Szwajcarię, częściowo przez północne Włochy, południowe Niemcy, zachodnie Czechy, Polskę, Litwę, Łotwę, część Estonii oraz północno-zachodnią Rosję. Akurat koło Żagania

[8] Po tym, gdy wojewoda kijowski Marcin Kątski otrzymał od ostatniego tureckiego komendanta twierdzy Kahramana Paszy klucze od bram, polska załoga w tym samym dniu wkroczyła do miasta i samej twierdzy. Natychmiast zdecydowano m.in. o przeniesieniu cmentarza tureckiego poza mury, co rozpoczęło się 23 września, a co odbywało się wbrew prośbie strony tureckiej, aby cmentarz ten oszczędzić. Można spekulować o powiązaniu tego faktu z brakiem w dokumentach wzmianki o zaćmieniu…

[9] Tekst źródłowy wraz z podobnymi opublikował w roku 1846 J.I. Kraszewski, przypisując jednak oryginałowi mylne daty: odebranie Kamieńca 22.07, a zaćmienie 23.07, co wynikło zapewne z błędnego odczytania miesiąca z oryginału.

[10] Takim, jak Silahdar Findiklili Mehmet Aga, który z kolei popełnił błąd, pisząc o zaćmieniu Księżyca, a nie Słońca, w tym właśnie dniu.

zaćmienie całkowite trwało najdłużej na kuli ziemskiej.

Zachowała się rekordowa ilość zapisków o zaobserwowaniu tego zjawiska od Hiszpanii po północną Rosję i niemal wszędzie podziwianiu zaćmienia towarzyszyła piękna pogoda[11]. Zaćmienie to doczekało się licznych efemeryd, w tym w postaci map (rys. 5). Na obszarze dzisiejszej Polski istotny jest obszar Dolnego Śląska, Wielkopolski, Pomorza wschodniego i Mazur (rys. 6). Linia zaćmienia centralnego przebiegała od Iłowej przez Nową Sól, Grodzisk Wkp., Przeźmierowo k.Poznania, Szubin, Bydgoszcz, Chełmno i Pieniężno (rys. 6, tab. 4).

Niestety, opisane wcześniej okoliczności historyczne utrudniły oglądanie zaćmienia w spokoju, a także wpłynęły na ograniczoną liczbę zachowanych dokumentów oryginalnych[12].

Ciekawostką jest też pora zaćmienia — na terenie Polski nastąpiło ono niemal w tej samej porze doby, co zjawisko z roku 1699 (różnice były kilkuminutowe).

Jedną z istotnych zachowanych informacji o zaćmieniu całkowitym jest zapisek w kronice z miejscowości Radosno (Freudenburg) na południe od Wałbrzycha w okręgu Mieroszów (Friedland). Sporządził ją Gottfried Preussler, członek rodziny właścicieli nieistniejącej już huty szkła, a cytuje A.Werner w „Kronice Mieroszowa i okolicy". Oto w dniu 12 maja nastąpiło wielkie zaćmienie Słońca o godz. 10 przed południem i gwiazdy ukazały się na niebie. Podobną informację przekazał również z Jeleniej Góry (Hirschberg) Caspar Gottlieb Lindner w kronice, spisanej ok. roku 1742, ale zapewne opartej na oryginalnych źródłach lokalnych. Tym razem podano, że zaćmienie było między godz. 9 do 12 i również widziano na niebie gwiazdy. Bardzo ciekawe zapisy znajdują się w „Rocznikach Zgorzeleckich" (*Annalium Gorlicensium continuatio*)[13]. To źródło omawia zaćmienie z roku 1706 dość szczegółowo (rys. 7). Dostępna autorowi roczników efemeryda, opracowana na podstawie tablic Keplera, mówiła o dużym zaćmieniu częściowym o fazie 11 cali i 14'. Tymczasem zdumieni obserwatorzy zorientowali się *nie bez strachu*, że zaćmienie będzie całkowite i faktycznie Słońce nagle stało się całe czarne, a na niebie można było dostrzec wiele gwiazd. Widziano zapewne także koronę słoneczną, gdyż zaćmione Słońce przyrównano do oka, ze źrenicą jako czarnym kręgiem i białkiem oka jako jasną otoczką. Całe zaćmienie zaczęło się dwa kwadranse przed godz. 10, a skończyło trzy kwadranse po 11. Faza całkowita trwała 4 minuty. Informacje te są zgodne z dzisiejszymi obliczeniami.

[11] Źródła historyczne mówią też o wyjątkowo suchej wiośnie w Europie.

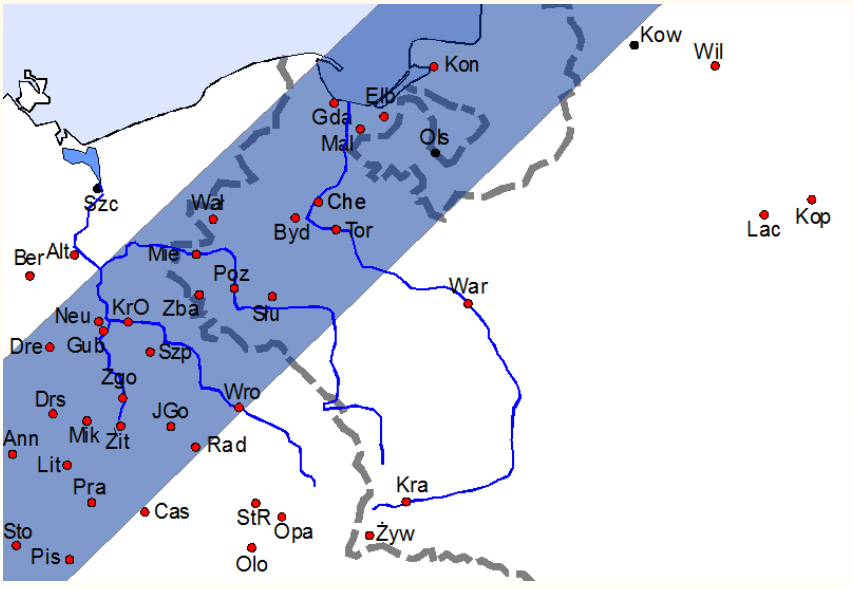
[12] Działania wojenne oprócz Polski miały miejsce także w Hiszpanii (np. w Barcelonie) i północnych Włoszech (Turyn). Zagrożona wojną była także Saksonia.

[13] Oryginał rękopiśmienny znajduje się w Bibliotece Uniwersyteckiej we Wrocławiu.

Tabela 4. Wielkość fazy maksymalnej dla zaćmienia Słońca 12 maja 1706 r.

L.p.	Miejscowość	Czas trwania fazy całkowitej [min:ss]	Wielkość fazy częściowej
1	Jelenia Góra	3:25	—
2	Zgorzelec	4:06	—
3	Wrocław	1:04	—
4	Krosno Odrzańskie	3:37	—
5	Legnica	3:29	—
6	Leszno	3:57	—
7	Szprotawa	4:07	—
8	Zbąszyń	3:57	—
9	Poznań	4:07	—
10	Słupca	3:36	—
11	Wałcz	2:59	—
12	Międzychód	3:32	—
13	Bydgoszcz	4:06	—
14	Chełmno	4:07	—
15	Grudziądz	4:08	—
16	Malbork	3:53	—
17	Gdańsk	3:11	—
18	Elbląg	3:57	—
19	Olsztyn	3:44	—
20	Toruń	3:55	—
21	Królewiec	3:58	—
22	Szczecin	—	0,984
23	Żywiec	—	0,946
24	Kraków	—	0,945
25	Warszawa	—	0,979
26	Wilno	—	0,987
27	Kowno	2:28	—

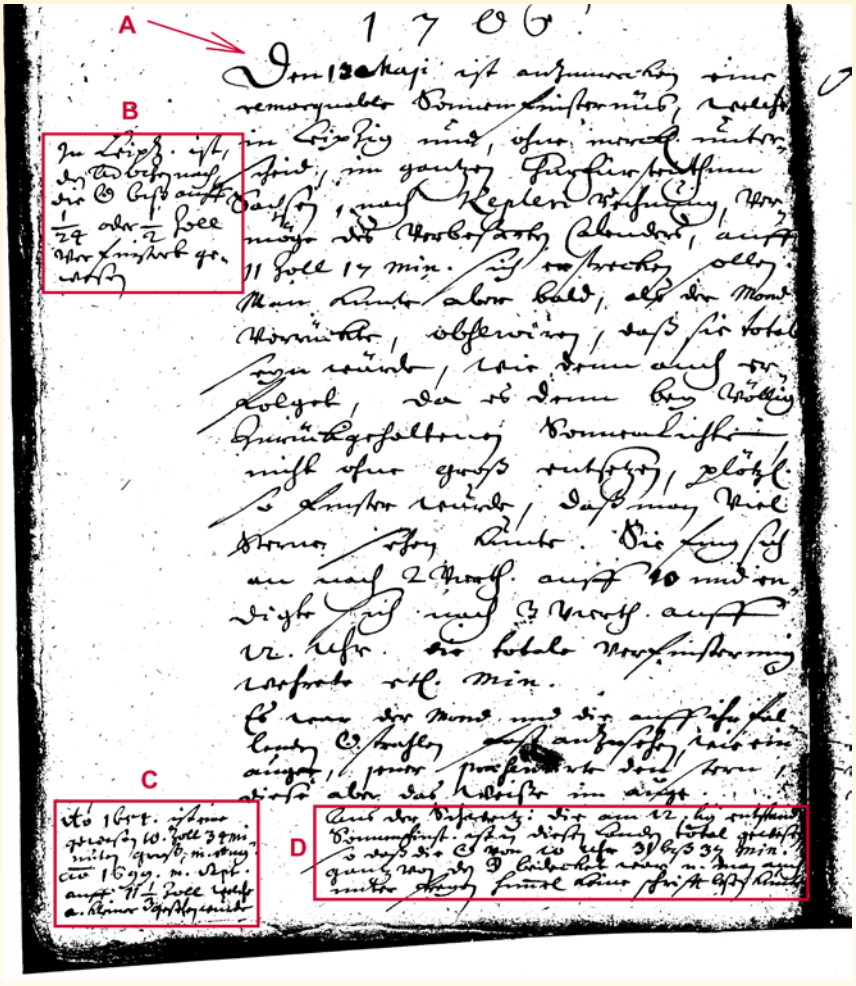
Obliczenia wg programu OCCULT v.4.2.5.0 z uwzględnieniem profilu brzegu Księżyca wg standardu LOLA (*Lunar* Orbiter Laser Altimeter). Moment fazy maksymalnej od 9.34 (J.Góra i Zgorzelec) do 9:44 (Olsztyn).



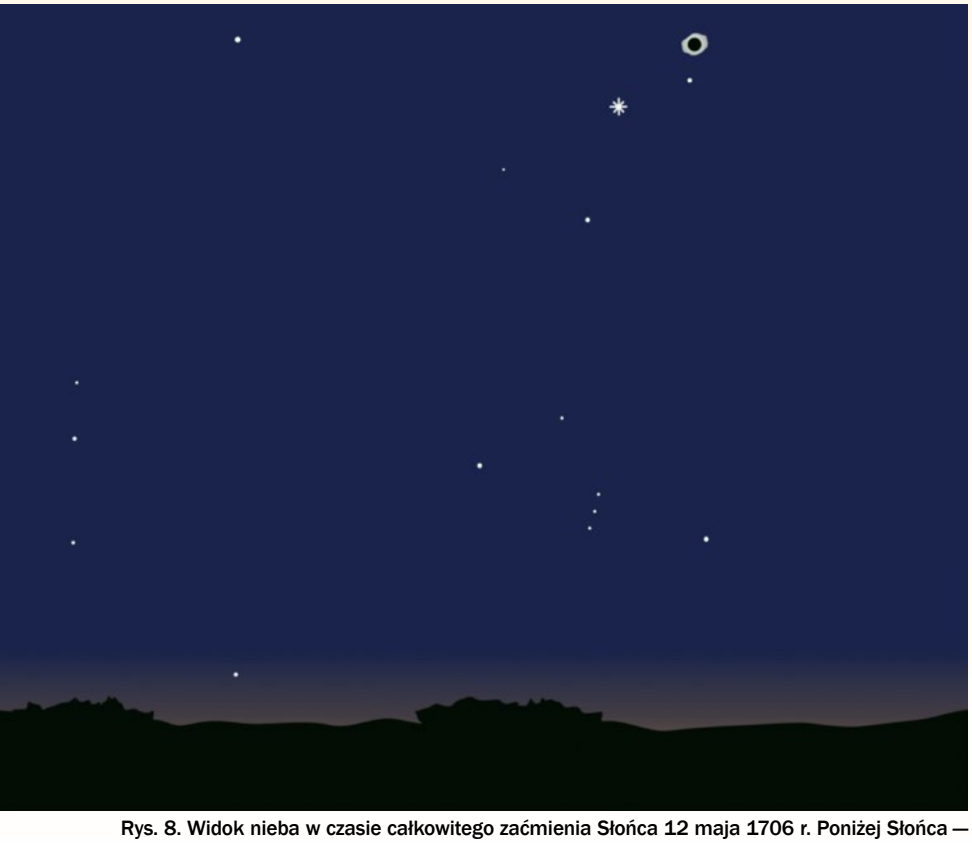
Rys. 6. Przebieg pasa zaćmienia całkowitego 12 maja 1706 r. Na mapie zaznaczono ówczesne granice Rzeczypospolitej i wybrane miejscowości. Kolor czerwony oznacza miejsca, dla których odnaleziono archiwalne informacje o zaćmieniu

We Wrocławiu (Breslau) została wykonana ważna obserwacja naukowa. Jej autorem był Christopher Heinrich, profesor teologii i matematyki w jezuickim kolegium akademickim14. Heinrich zanotował w czasie lokalnym dokładny początek zaćmienia (9.39.40) i jego koniec (12.20.20), także oba kontakty dla fazy całkowitej (10.49.00 i 10.50.00), tak więc zaćmienie całkowite trwało we Wrocławiu tylko 1 minutę (a to z powodu położenia miasta blisko południowej granicy fazy całkowitej). Dodatkowo Heinrich zapisał, że w czasie fazy całkowitej na niebie było widać gołym okiem wiele gwiazd, w tym dwie blisko Słońca, wokół którego pojawiła się słaba poświata, jak halo. Na obrazie Słońca, rzutowanym na białą kartę widać było nierówności brzegu Księżyca, szczególnie w okolicy końca zaćmienia całkowitego, gdy fragmenty Słońca przebłyskiwały w dolinach między górami księżycowymi (rys. 9). Zjawisko to, dziś powszechnie znane pod nazwą pereł Baily'ego, zostało zatem opisane ponad 100 lat przed tym, zanim uczynił to Francis Baily (przy okazji obserwacji zaćmień w latach

[14] Obecnie budynek kolegium jest siedzibą Uniwersytetu Wrocławskiego. Raport obserwacyjny został opublikowany w wychodzącym w Lipsku czasopiśmie *Acta Eruditorum*, 1706, s. 335 i nast.



Rys. 7. Oryginalny opis zaćmienia w „Rocznikach Zgorzeleckich" (A). Fragment (B) opisuje zjawisko w Lipsku, (C) — zaćmienie z roku 1654, zaś (D) to doniesienie ze Szwajcarii



Rys. 8. Widok nieba w czasie całkowitego zaćmienia Słońca 12 maja 1706 r. Poniżej Słońca — Saturn, na lewo — Wenus, poniżej — Merkury i Aldebaran, jeszcze niżej — Orion, po lewej stronie — Procjon, Jowisz, nad nim Bliźnięta, powyżej — Capella

1836 i 1842), lecz najwyraźniej popadło w zapomnienie. Heinrich dodał też, że podczas zaćmienia niebo było nadzwyczaj czyste (rys. 9). Wyznaczone momenty kontaktów są obarczone pewnym błędem systematycznym, natomiast różnice czasów (w tym długość fazy całkowitej) odpowiadają dobrze dzisiejszym obliczeniom (tab. 5).

Z Wrocławia zachowały się także dwa krótkie rękopiśmienne doniesienia kronikarskie. Anonimowy pamiętnik podaje wielkie zaćmienie trzy kwadranse po godz. 10 przed południem i wiele jasnych gwiazd widocznych na niebie. Także Martin Hanke, dyrektor jednej z największych szkół wrocławskich i kurator miejski, napisał w swej biografii, że przy bardzo pogodnym niebie obserwował zaćmienie od godz. 10 do 12 (?) przed południem przy największych ciemnościach w godzinę po rozpoczęciu, kiedy to zauważył gwiazdy koło zaćmionego Słońca.

Dwa doniesienia pochodzą z Ziemi Lubuskiej. W XIX-wiecznej opublikowanej kronice miasta Krosna Odrzańskiego (Crossen) znajdujemy opis

zaćmienia całkowitego z roku 1706, kiedy to zapadły ciemności, na niebie pokazały się *całkiem obce gwiazdy*, a ludzie przerazili się bardzo, nie mogąc też siebie rozpoznać w ciemnościach. Ptactwo zaczęło udawać się na spoczynek, jak czyni to pod wieczór. Zrobiło się przy tym wyjątkowo zimno. Autorem oryginalnej informacji był prawdopodobnie Johann Joachim *Möller,* w tym czasie archidiakon kościoła Marii w Krośnie. Zaś wzmianka o obcych gwiazdach dotyczy zapewne tych, które w maju nie mogły być obserwowane nocą. Z kolei z kroniki, spisanej w Szprotawie w XIX w. przez Johanna G.Kreisa na podstawie starszych źródeł[15], dowiadujemy się, że *we środę przed Wniebowstąpieniem* (czyli 12 maja) *widoczne było do południa wielkie zaćmienie Słońca, w okolicy jego środka na niebie było widać te same gwiazdy* (!)*, a ciemności były tak znaczne, iż w wielu domach zapalano światła* (rys. 10). Można sądzić, że w tym przypadku rozpoznano zatem dobrze znane konstelacje zimowe.

Inna kronika, spisana w jęz. niemieckim, pochodzi z gminy ewangelickiej w Międzychodzie (Birnbaum)[16]. Tu zanotowano zaćmienie całkowite trwające prawie 2 minuty. Tak straszne zaćmienie nie było znane mieszkańcom; na niebie ukazały się gwiazdy i było nie inaczej, jak w nocy (rys. 10). Krótka wzmianka o *bardzo dużym zaćmieniu Słońca 12 maja* znajduje się też w opublikowanej historii kolegium jezuickiego w Wałczu[17]

Z Wielkopolski, niestety, zachowały się tylko nieliczne informacje o zaćmieniu. Wyjątkiem jest cenny i czytelny opis, zawarty w księdze burmistrzowskiej m.Zbąszynia[18] (rys. 11): *1706. D. 12 Maia było wielkie zaćmienie wpołudnie tak dalece że ciemność była iako wnocy y widziane były gwiazdy wtym mieyscu gdzie miało bydź słońce — gdzie ztego zaćmienia potym nastało powietrze gwałtowne*.

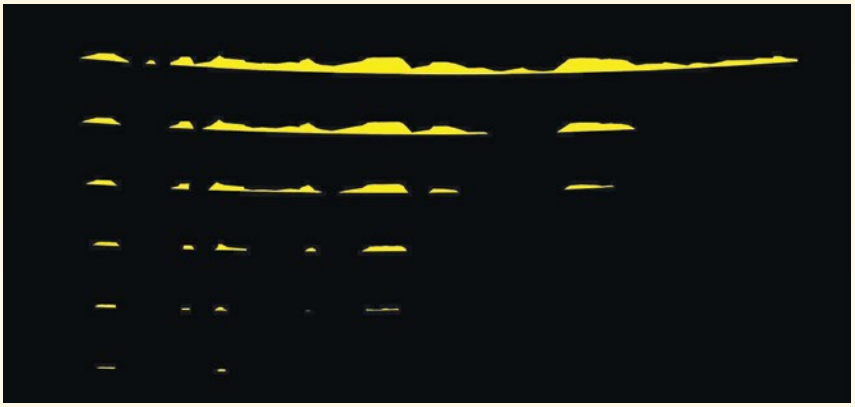
Jest to prawdopodobnie pierwszy opis wielkiego zaćmienia Słońca sporządzony w języku polskim (dotychczasowe były bowiem spisywane po łacinie). Opis ten jest o tyle wyjątkowy,

[15] Oryginał rękopiśmienny znajduje się w Archiwum Państwowym z Zielonej Górze.
[16] Oryginał rękopiśmienny znajduje się w Archiwum Państwowym w Poznaniu.
[17] W którym to źródle brak jest z kolei informacji na temat zaćmienia z roku 1699!
[18] Rękopis nr 1730, Biblioteka PAN w Kórniku k. Poznania.

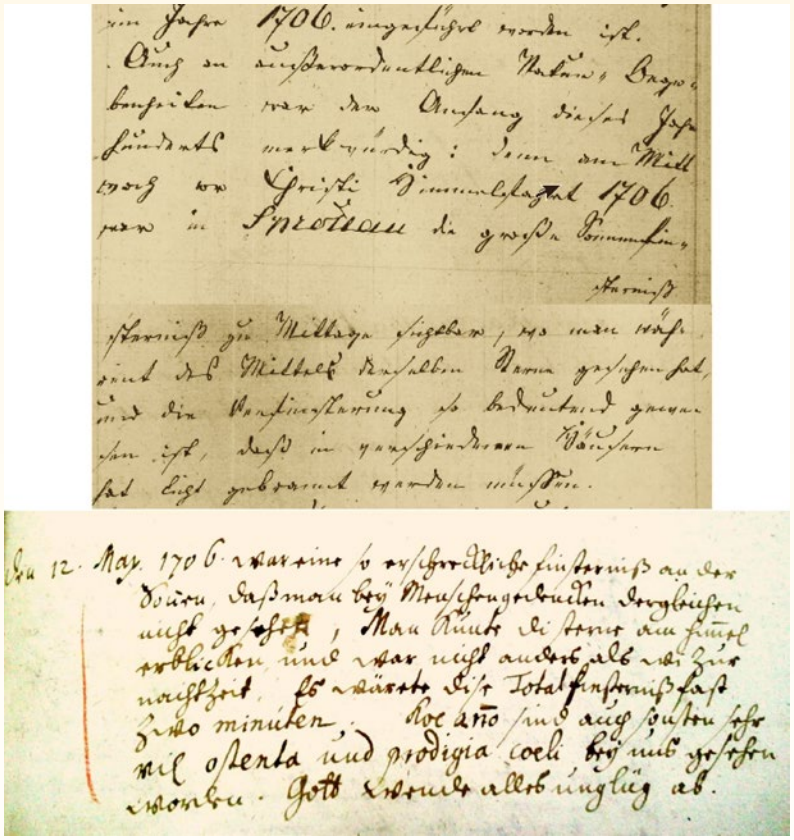
Tabela 5. Porównanie obserwacji zaćmienia, wykonanej przez Ch. Heinricha z obliczeniami dzisiejszymi.

Moment zaćmienia 1706 V 12	Czas lokalny	Równoważny czas UT	Momenty zaćmienia wg programu Occult	Różnice czasów [mm:ss]
poczatek	09:39:40	8:27:27	8:25:34	01:33
pocz.całk.	10:49:00	9:36:47	9:35:25	01:22
maksimum	10:49:30	9:37:17	9:36:04	01:13
kon.całk.	10:50:00	9:37:47	9:36:29	01:18
koniec	12:02:20	10:50:07	10:49:35	00:32

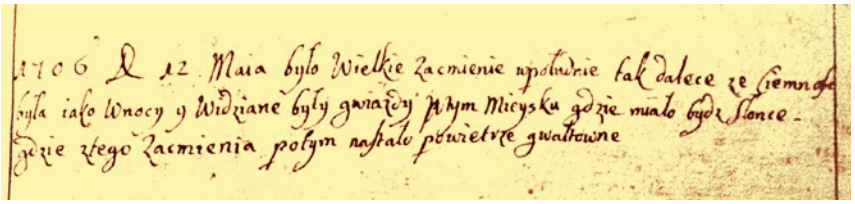
Współrzędne miejsca obserwacji: λ = 17°02'13", φ = 51°06'51"
Górowanie Słońca w Greenwich: $11^h55^m55^s$.



Rys. 9. Zjawisko „pereł Baily'ego" odtworzone dla Wrocławia programem Occult. Widok brzegu Słońca co 5 sekund (od 9:36:35 do 9:37:00 UT)



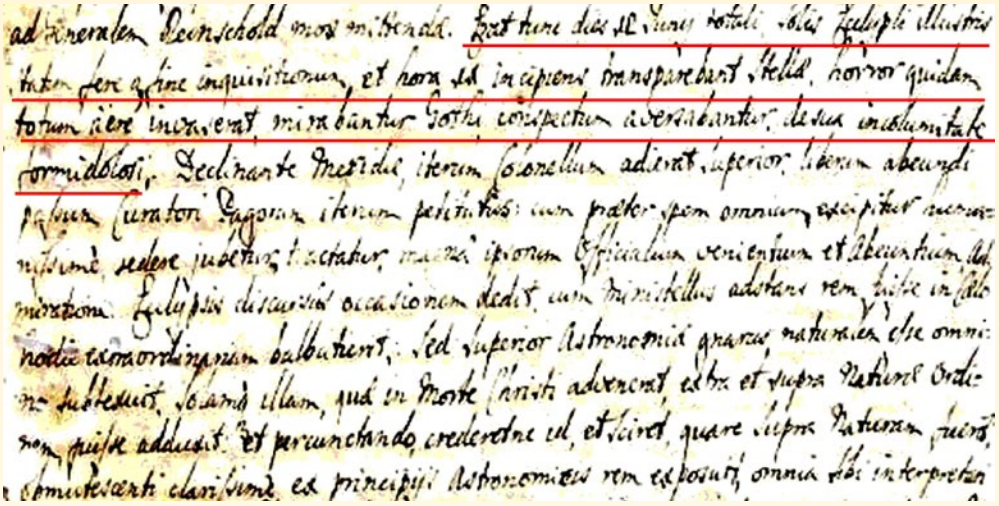
Rys. 10. Dwa opisy zaćmienia z 1706 r. w jęz. niemieckim: u góry ze Szprotawy, u dołu z Międzychodu



Rys. 11. Opis zaćmienia z roku 1706, zawarty w księdze burmistrzowskiej m. Zbąszynia

że pochodzi z dokumentu urzędowego, a został w nim umieszczony po kilku latach od zjawiska, po wycofaniu się Szwedów i ustąpieniu epidemii dżumy.

Sam głównodowodzący armii szwedzkiej, generał Carl Gustav Rehnsköld zapisał z kolei w swym dzienniku, że *dokładnie w porze zaćmienia wróg przepłynął rzekę Wartę i zaatakował regiment ze Skanii w mieście Słupcy, zabijając 1 lejtnanta i 23 ludzi*. Niewykluczone, że atakującymi byli żołnierze z oddziału gen. Adama Śmigielskiego, prowadzącego przeciwko Szwedom wojnę podjazdową, a w tym czasie raportującego pojmanie jeńców szwedzkich.



Rys. 12. Fragment historii kolegium jezuickiego w Bydgoszczy z zaznaczonym istotnym opisem zaćmienia z roku 1706 (z błędem daty — 12 czerwca, zamiast maja)

Niestety, żadnej wzmianki o zaćmieniu nie ma w zachowanych źródłach narracyjnych z Poznania, gdzie zaćmienie całkowite musiało być widoczne. Wiadomo wszakże o trudnym położeniu miejscowych klasztorów w okupowanym mieście, które zostało zajęte przez armię szwedzką już we wrześniu 1703 r.; oficjalna księga miejska z kolei nie była spisywana w Poznaniu już od dłuższego czasu, a pisarz miejski w tym czasie wyemigrował. Zaprzestano też prowadzenia notatek w innych kronikach klasztornych, np. w Lubiniu (benedyktyni) i Trzemesznie (kanonicy regularni — tu od lipca 1699 r.). A jednak jest niemal pewne, że co najmniej jedno z doniesień o zaćmieniu pochodzi z Poznania. Oto bowiem 15 lat później o. Gabriel Rzączyński, jezuita, interesujący się ogólnie pojętą naturą rzeczy, opublikował jedno ze swoich dzieł[19], w którym zapisał, że w roku 1706 zdarzyło się wielkie zaćmienie Słońca od wpół do dziesiątej do dwunastej, a gdy zapadły ciemności, ukazały się gwiazdy. Wiadomo, że Rzączyński przeniósł się do Poznania w roku 1698, gdzie od sierpnia tego roku aż do roku 1708 był wykładowcą retoryki w kolegium jezuickim. Informację o zaćmieniu z 1706 r. spisał z własnych notatek lub z innych, nie istniejących już dziś źródeł. W tej samej publikacji umieścił też wzmiankę o zjawisku z roku 1699, gdy dzień zamienił się w noc, co zatrwożyło mieszkańców Wielkopolski. Kolejna informacja o zaćmieniu z 3 maja 1715 r. jest z kolei przesadzona, ponieważ zawiera znowu informację o widoczności gwiazd w Wielkopolsce i Małopolsce, podczas gdy zaćmienie to było w Polsce tylko częściowym o dużej fazie.

W Bydgoszczy, która znalazła się w środku pasa całkowitości, obserwacji dokonał rektor kolegium jezuickiego Wojciech Głazowicz, zajmujący się też astronomią. W odnalezionym oryginalnym tekście historii kolegium czytamy, że *nastąpiło wspaniałe całkowite zaćmienie słońca, aż gwiazdy zaczęły się pokazywać, strach wszędzie zapanował i zadziwili się Goci (czyli Szwedzi)* kwaterujący kolegium, zaś rektor musiał im wyjaśniać przyczyny zjawiska (rys. 12)[20]. Na tym tle jednak dziwi zupełna nieobecność pod rokiem 1706 opisu zaćmienia w kronice bernardynów bydgoskich…

W środku pasa całkowitości znalazło się też Chełmno. Kronika miejscowych księży misjonarzy pod r. 1706 opisuje zjawisko dość obszernie: *…w tym roku, 12 maja było zaćmienie słońca, większe niż obserwowaliśmy w roku 1699, od około godz. 10 przed południem do 1. po południu. Słońce zaćmiło się na 12 cali i żadna z jego części nie świeciła. Gwiazdy ukazały się jak w nocy, obraz nieba był przerażający, ptaki lamentowały, wszystkie rzeczy przybrały żółty (!) kolor. Było to w wigilię Święta Wniebowzięcia, gdy spodziewaliśmy się procesji rogacyjnej*.

Z Torunia nie mamy tym razem żadnych danych — Paul Pater przeniósł się w międzyczasie do Gdańska, gdzie znowu zorganizował dla uczniów pokaz dydaktyczny zaćmienia, o czym wiemy z dokumentów Gimnazjum Akademickiego, gdzie był w tym czasie zatrudniony. Niestety, i tym razem nie jest znany żaden opublikowany raport z tej obserwacji. Natomiast wcześniej Pater wydał drukiem prognostyk zjawiska pt. „Opisanie pojawienia się i znaczenia mającego się wkrótce wydarzyć zaćmienia słońca, jakie od stu lat i więcej nie było widziane, które właśnie będzie widoczne 12 maja 1706 roku" (rys. 13). O tym, że w Gdańsku obserwowano zaćmienie całkowite wiadomo natomiast z innych źródeł zagranicznych, zaś znowu brak jest oryginalnych doniesień lokalnych. Na tym tle zagadkowy jest też brak kolejnego raportu z obserwacji C.G. Heckera (a przecież opublikowane są jego raporty obserwacji całkowitego zaćmienia Księżyca w kwietniu 1707 r. i częściowego zaćmienia Słońca 3 maja 1715 r.).

W Malborku S. Wilhelmi w swym pamiętniku opisał zaćmienie trwające od wpół do dziesiątej do nieco ponad dwunastej (w sumie około 2,5 godziny), jednak fazę maksymalną określił na 11,5 cala (podczas gdy na pewno nastąpiło zaćmienie całkowite), widział także jednocześnie kilka gwiazd. Prawdopodobnie więc pomylił okoliczności tego zjawiska z wcześniejszym z roku 1699.

Z Elbląga zachowało się kilka podobnych opisów, m.in. w lokalnych

[19] *Historia naturalis curiosa Regni Poloniae, Magni Ducatus Lituaniae annexarumque provinciarum in tractatus XX divisa*, Sandomierz 1721.

[20] Kopia oryginalnej Historii Kolegium Bydgoskiego o.o. jezuitów jest przechowywana w Archiwum Zakonu w „Ignatianum" w Krakowie.

rocznikach (których autorem był J.H. Dewitz), według których około godz. 11 całe Słońce zaćmiło się i można było na niebie zobaczyć gwiazdy.

Jak na razie nie udało się odnaleźć żadnych danych z rejonu Warmii i Mazur. Nieliczne prace historyczne o zjawisku nie wspominają[21]. Można przypuszczać, że i tam zaćmienie było widoczne, ponieważ zachował się np. oryginalny opis z pobliskiego Królewca (Königsberg)[22].

Inne znane doniesienia dotyczą zaćmienia częściowego. I tak Andrzej Komoniecki zapisał, w Żywcu pod rokiem 1706, że: *Tegoż roku die 12 Maii, w wigilię Bożego Wstąpienia, zaćmienie słońca wielkie przez godzin dwie przed południem było, iż się słońce wszytko zaćmiło, aż ciemno wszędzie było*, a więc ocenił zjawisko z dużą przesadą.

Krótką notatkę o *zaćmieniu słońca nad Krakowem podczas nowiu maja*, trwającym nie dłużej niż trzy kwadranse, sporządził Krzysztof Dobiński w swej „Kronice wypadków współczesnych".

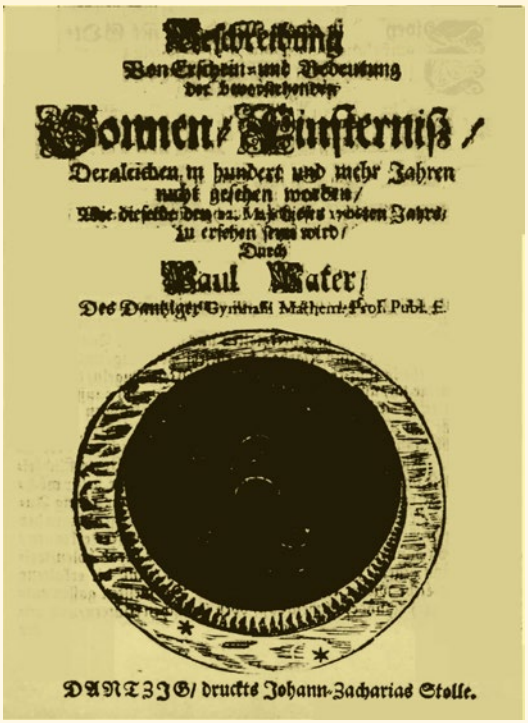
Z Warszawy posiadamy relację na temat zaćmienia, zachowaną w kronice o.o. pijarów i ich kościoła[23]. Zdarzenie to zakłóciło przygotowania do uroczystości religijnych przy obecności znacznej liczby wiernych, a wyraźnie osłabienie światła Słońca widać było na murach i wieżach kościoła.

W Wilnie, gdzie zaćmienie było częściowe blisko całkowitego, jego efekty odnotował w pamiętniku Krzysztof Zawisza: *zaćmienie Słońca było tego roku z wiosny w maju bardzo straszne, bo w sam dzień przed południem ćmiło się powoli słońce i zaćmiło tak, jakoby zmrok był; powoli potem ciemność odchodziła i trwało to przez dobrą godzinę*.

Na dzisiejszej Białorusi zaćmienie również zostało zauważone. Jan Kraiński w Kopylu zanotował, że (pisownia oryginalna): *D. 12 Maij w dzień Postu Publicznego, zaćmienie słoneczne było okropne y straszne, już od lat kilkunastu nie bywałe, dziesięć bowiem części zaćmiło się, a dwie tylko świecili, począwszy od godziny 9, aż do podwunastej przestało, zkąd taka ciemność była w Domach, żeledwo bez świec i ognia obeiść się było można*.

Dane z tego rejonu mamy także ze strony szwedzkiej. Oficer armii szwedzkiej Leonhard Kagg, działający w tym czasie gdzieś na Białorusi, zanotował w swym dzienniku informację o wielkim zaćmieniu około godz.11. Było też ono uważane przez Szwedów za korzystną okoliczność, ponieważ akurat w dniu zaćmienia udało im się zdobyć obleganą przez nich twierdzę Lachowicze.

Wreszcie książę Jan M. Radziwiłł obserwował zaćmienie częściowe w Wysocku na Wołyniu, używając do tego celu zwierciadła (? prawdopodobnie niezbyt dobrego, gdyż, jak to wynika z opisu zamieszczonego w jego diariuszu, dawało ono obraz kilku słońc na raz…).



Rys. 13. Strona tytułowa prognostyku P. Patera na temat zaćmienia Słońca 12 maja 1706 r.

Zakończenie

Odnalezione dotąd materiały historyczne pozwalają na jednoznaczne stwierdzenie, że w roku 1699 i 1706 obserwowano w Polsce w dobrych warunkach pogodowych dwa znaczne zaćmienia Słońca, które w pewnych rejonach były całkowite. Potwierdzają to także odnalezione przez autora informacje z innych krajów (np. zaćmienie z roku 1706 było także obserwowane w przy dobrej pogodzie w wielu miejscach w Czechach, w Saksonii i Brandenburgii — patrz rys. 6). Niestety, oba zaćmienia, a szczególnie to drugie, wydarzyły się w niesprzyjających okolicznościach historycznych, co w znacznym stopniu ograniczyło ich społeczny odbiór i ilość zachowanych dokumentów. Niemniej, nigdy potem nie były widoczne w Polsce całkowite zaćmienia Słońca w tak dobrych warunkach pogodowych.

Autor zdaje sobie sprawę z niekompletności odnalezionych informacji, niewykluczone bowiem, że ciekawe dane mogą się jeszcze znajdować w innych trudno dostępnych i rozproszonych źródłach. Istnieje więc szansa na uzupełnienie luk informacyjnych w przyszłości, gdyż akurat te dwa piękne zjawiska na pewno na to zasługują.

Emerytowany profesor Politechniki Łódzkiej gdzie zajmował się inżynierią środowiska, m.in. w zakresie modelowania matematycznego i projektowania systemów odprowadzania opadów. Jeden z najznakomitszych autorów *Uranii*. Obydwa opublikowane ostatnio artykuły (patrz *Urania* 3/2017 s. 18.) i wiele wcześniejszych, zawierają unikatowe dokumentacje zjawisk zakryciowych i zaćmień w czasach historycznych. W tym zakresie stanowią bezcenny materiał źródłowy dla historyków nauki, astronomów i miłośników astronomii.

[21] Np. kronika Lidzbarka Warmińskiego autorstwa G. A. Heidego, która zawiera wiele opisów innych zjawisk przyrodniczych.

[22] Reinhold Gruben: Diarium dessen, was von A.1687 bis 1715 merckwürdiges in Königsberg und Preussen vorgegangen.

[23] *Chronicon rerum gestarum ab anno 1700 ad annum 1706, 1707…*, rękopis w Bibliotece Narodowej. Kościół ten to obecna Katedra Polowa Wojska Polskiego.

Wielka Wyprawa PTMA na zaćmienie

Marek Substyk, Agnieszka Nowak

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii organizuje w sierpniu 2017 r. kolejną Wielką Wyprawę PTMA, której celem jest całkowite zaćmienie Słońca w Stanach Zjednoczonych. Tym razem, określając trudność realizacji wyprawy, musimy się wznieść na wyżyny, aby udało się osiągnąć nam cel, jakim są wizualne i fotograficzne rejestracje zjawiska w dość licznej grupie.

Już na początku 2013 r. przy okazji pierwszego zorganizowanego wyjazdu PTMA do Norwegii padła propozycja zaplanowania i realizacji dość dużego przedsięwzięcia, jakim byłby wyjazd na całkowite zaćmienie Słońca do Stanów Zjednoczonych w 2017 r. Termin był na tyle odległy, co powodowało, że plan w zasadzie rodził się tylko w głowie. Wiadomo, gdzie i kiedy miało dojść do zaćmienia, bo przecież efemeryda i tym samym przebieg pasa zaćmienia znany jest wszystkim. Wystarczyło więc zbierać fundusze, analizować statystyki pogodowe i czekać na moment, w którym będziemy mogli powiedzieć: jedziemy.

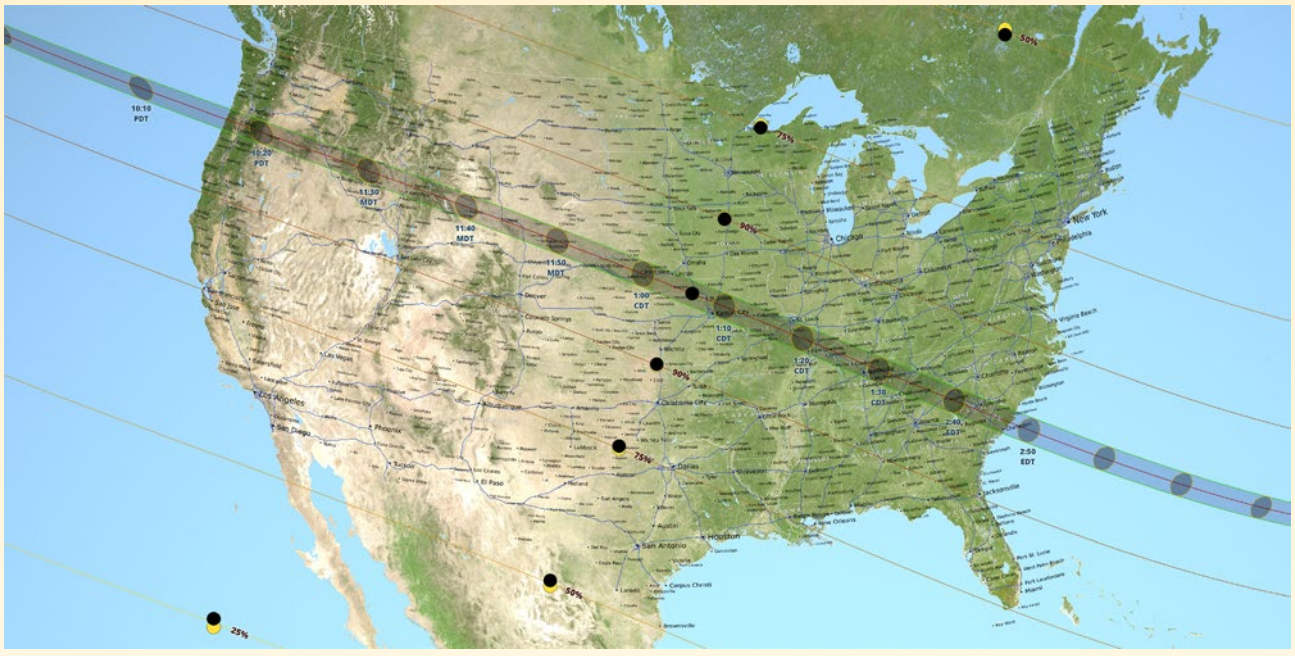
Pierwsze informacje o wyjeździe pojawiły się w internecie pod koniec 2013 r. Wstępne dyskusje dotyczyły głównie wizy, bez której, jak wiemy, Polacy nie mogą podróżować do Stanów Zjednoczonych. Jako stowarzyszenie, mieliśmy okazję wystąpienia o wizę grupową, i tak się stało. W marcu 2016 r. rozpoczęliśmy składanie wniosków wizowych, a następnie po otrzymaniu promesy wizowej, rozpoczęliśmy zapisy na Wyprawę.

W międzyczasie przy współpracy z serwisem interameryka.com zaczął powstawać potężny plan wyprawy, nad którym pracowaliśmy aż pół roku. Należało w nim uwzględnić nie tylko samo zaćmienie, ale również plan zwiedzenia dużej części USA. Plan zamknięty został we wrześniu, uwzględniając daty lotów do USA i z powrotem.

Na liście pojawiło się ponad 50 chętnych, część zrezygnowała z przeróżnych powodów, a my zamknęliśmy listę na liczbie 40 uczestników. Grupa bardzo duża i wydawałoby się, że niemożliwa do ogarnięcia, jednak doświadczenie z poprzednich wypraw, w tym dużej wyprawy na Islandię w 2016 r., w której brały udział 32 osoby, pokazało, że jest to możliwe, pod warunkiem zarezerwowania noclegów, samochodów i zakupu biletów. Udało się.

Dla nas wyprawa rozpocznie się 15 sierpnia, kiedy to lotem z Krakowa przez Oslo udajemy się do San Francisco, aby rozpocząć wspaniałą podróż, która zapewne dla wielu z nas będzie niesamowitą przygodą i chyba nie przesadzimy pisząc, że wyprawą życia.

Docelowym miejscem obserwacji jest stan Wyoming i pas zaćmienia, który dość dobrze pokrywa się z drogą stanową numer {26},



co umożliwi nam szybkie poruszanie się na wypadek niesprzyjających warunków pogodowych.

Dlaczego właśnie tutaj? Przede wszystkim plan oparł się o statystyki pogodowe, których w internecie przy okazji zbliżającego się wielkiego wydarzenia jest dość dużo. Skorzystaliśmy z serwisu http://eclipsophile.com/overview/, za pomocą którego wybrane zostało wstępne miejsce obserwacji mało narażone na zachmurzenie.

Wybrane miejsce, czyli północne przedmieścia Riverton w Wyoming cechuje duże prawdopodobieństwo wystąpienia bardzo dobrych warunków pogodowych. W początkowej części zjawiska średnie zachmurzenie wynosi zaledwie 17%, aby pod koniec zjawiska osiągnąć 27%. Oczywiście to tylko statystyka. W razie potrzeby wspomnianą drogą stanową {26} możemy ruszyć zarówno w kierunku zachodnim, jak i wschodnim nawet po 200 km!

Efemeryda dla naszego miejsca obserwacji (43°11'16", 108°14'36"W)

- początek zaćmienia częściowego: 16:19:49 UT, alt=40,8°, az=115,9°
- początek zaćmienia całkowitego: 17:39:12 UT, alt=52,3°, az=139,0°
- faza maksymalna (1,015): 17:40:24 UT, alt=52,5°, az=139,4° — czas trwania: 2'24"
- koniec zaćmienia całkowitego: 17:41:36 UT, alt=52,6°, az=139,8°
- koniec zaćmienia częściowego: 19:05:29 UT, alt=58,6°, az=175,1°

Pas zaćmienia całkowitego o maksymalnej szerokości 114,7 km przechodzi wyłącznie przez terytorium Stanów Zjednoczonych. Zaćmienie w fazie częściowej będzie obserwowane w całej Ameryce Północnej i Środkowej oraz w północnej części Ameryki Południowej oraz zachodnich części Europy i Afryki.

Trwające w całości ponad 5 godzin i 17,5 minuty zaćmienie rozpocznie się o godzinie 15:46:48 UT, a zakończy o 21:04:20 UT. Oczywiście dla konkretnych miejsc obserwacji momenty początku i końca zjawiska będą odmienne. Maksymalna faza zaćmienia będzie trwała 2 minuty i 40 sekund na terenie stanu Kentucky, 20 km na północny zachód od Hopkinsville.

Zbliżające się zaćmienie będzie 22. zaćmieniem 145. okresu saros, który rozpoczął się zaćmieniem 4 stycznia 1639 r., a zakończy zaćmieniem 17 kwietnia 3009 r. W trwającym ponad 1370 lat 145. okresie saros wystąpi 77 zaćmień Słońca, w tym aż 41 to całkowite. W ciągu 50 wieków, w latach od -1999 do 3000 (2000 BCE do 3000 CE) przypada 11 898 zaćmień Słońca, w tym 4200 (35,3%) częściowych, 3956 (33,2%) obrączkowych, 3173 (26,7%) całkowitych oraz 569 (4,8%) hybrydowych.

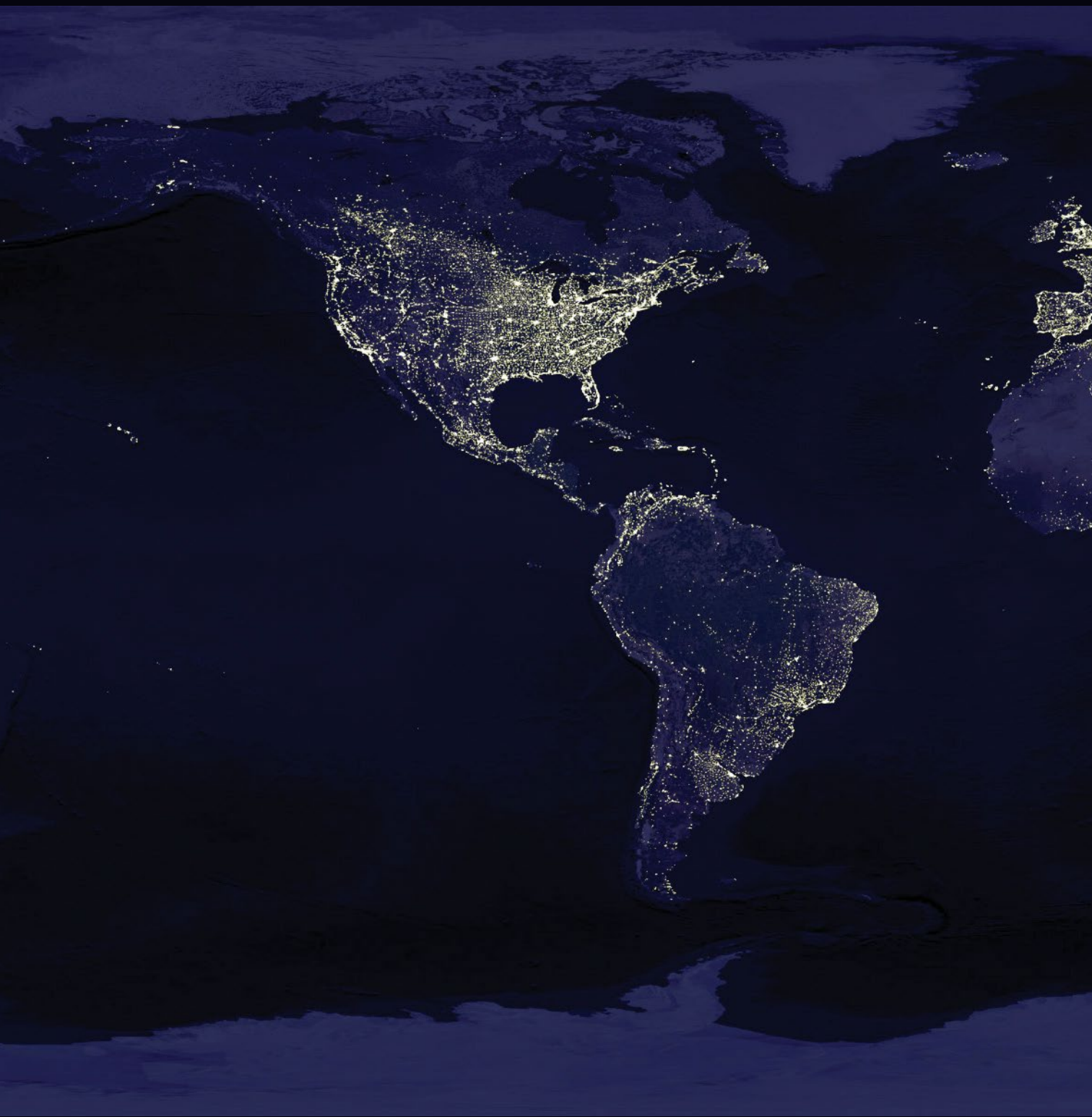
Oczywiście nie samym zaćmieniem będziemy żyć. W planach mamy odwiedzenie 6 stanów: Nevada, Arizona, Utah, Idaho, Wyoming, Kalifornia. Do przebycia mamy ponad 7000 km. W planie Wyprawy już znalazł się krater meteorytowy w Arizonie, Wielki Kanion Kolorado, Park Yellowstone, Dolina Śmierci oraz wiele innych ciekawych miejsc związanych z astronomią oraz kilka parków narodowych.

Powrót planowany jest na 3 września.

Grupa nasza nie jest jedyną udającą się do Stanów Zjednoczonych

Przebieg wyprawy i przygotowania można śledzić na naszym profilu https://www.facebook.com/wyprawy.ptma

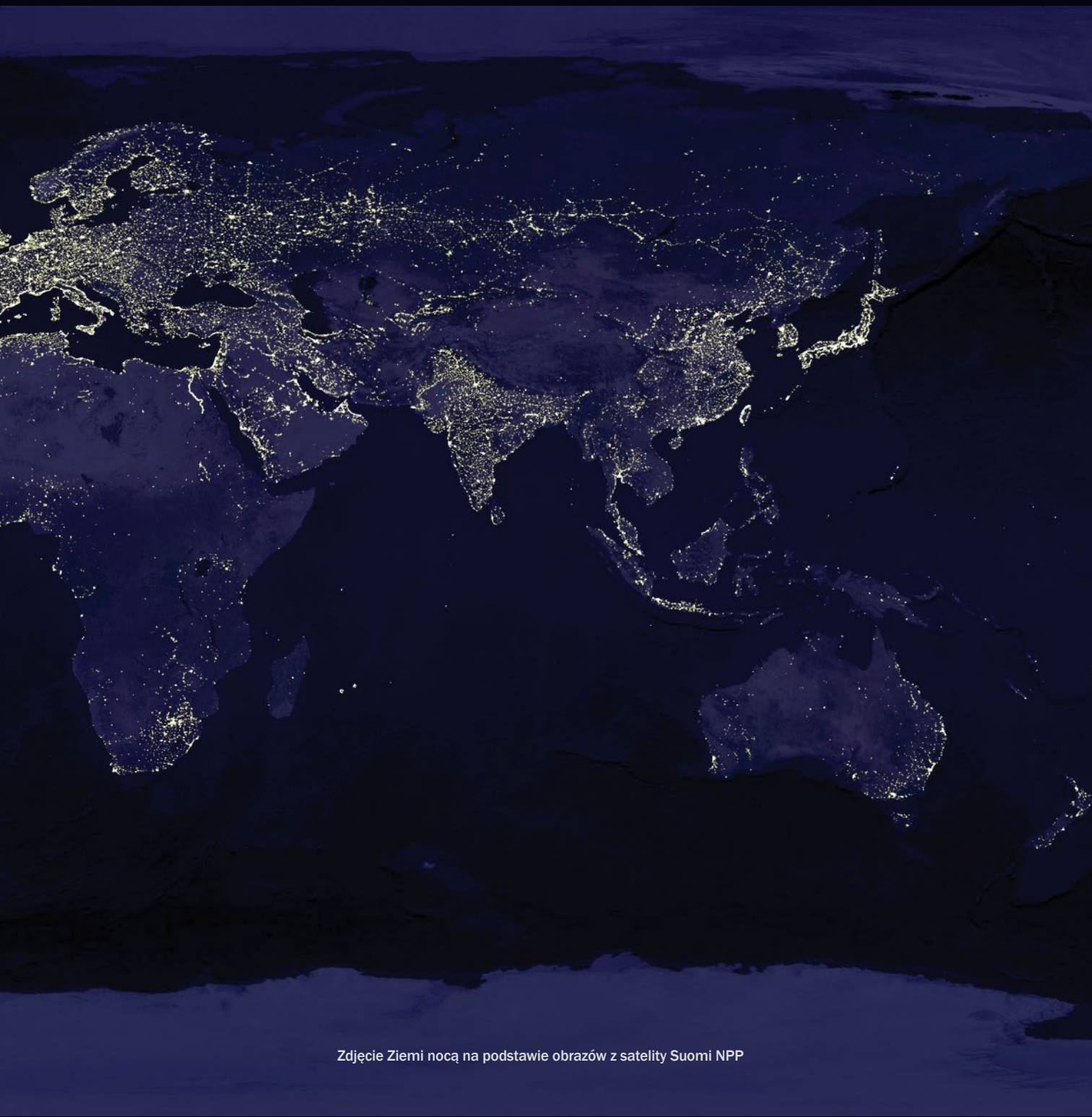
Nowa mapa jasności nocne



Jeśli szukasz miejsca oferującego dobre warunki do obserwacji astronomicznych, zacznij od nowej mapy jasności nocnego nieba nad Polską. Mapa sporządzona jest w niespotykanej dotychczas rozdzielczości 100 m i jest dostępna dla każdego. Wystarczy zajrzeć na do internetu. Dzięki mapie szybko znajdziesz miejsce z ciemnym niebem w Twojej okolicy.

Henryka Netzel

ego nieba na terenie Polski



Zdjęcie Ziemi nocą na podstawie obrazów z satelity Suomi NPP

Gwiazd prawie nie widać

Droga Mleczna to cudowny widok, który niestety nie jest dostępny dla znacznej części mieszkańców Polski (i nie tylko). Szacuje się, że co najmniej połowa mieszkańców Unii Europejskiej żyje pod niebem zbyt jasnym, by móc podziwiać Drogę Mleczną. Obecnie rozgwieżdżone niebo możemy zobaczyć jedynie na wsiach, w górach, daleko od dużych miast, dróg, fabryk i innych źródeł światła. Blisko zurbanizowanych terenów obserwuje się pojaśnienie nocnego nieba spowodowane nadmierną emisją sztucznego oświetlenia. To zjawi-

sko nazywamy zanieczyszczeniem światłem. Oświetlenie w nocy oczywiście jest konieczne, jednak jego nadmiar lub złe ukierunkowanie powoduje zanieczyszczenie. Mamy z nim do czynienia, gdy oświetlenie jest źle zaprojektowane. Przykładem są latarnie uliczne, których oprawy nie ukierunkowują światła bezpośrednio w dół, lecz pozwalają, by jego część była emitowana w górę, gdzie nie jest potrzebne.

Zanieczyszczenie światłem z oczywistych przyczyn jest problemem dla astronomów oraz amatorów obserwacji astronomicznych. Zbyt jasne niebo powoduje, że zbieranie danych, obserwacje gwiazd oraz robienie zdjęć nieba jest bardzo utrudnione. Z tego powodu profesjonalne obserwatoria są budowane w miejscach o znikomym zanieczyszczeniu światłem. Amatorzy z kolei starają się odjechać jak najdalej od dużych miast, fabryk oraz dróg, aby móc oglądać i fotografować niebo.

Rysunek 1 przedstawia porównanie widoku nieba w miejscach o różnym stopniu zanieczyszczenia światłem. W centrum dużego miasta niebo jest bardzo jasne. Gwiazdy nie są widoczne. Na niebie jedynie można dostrzec Saturna. W mieście, ale dalej od centrum, niebo jest nadal jasne. Widać pojedyncze gwiazdy i Saturna. Niebo wiejskie jest znacznie bardziej rozgwieżdżone. Można zobaczyć na nim Drogę Mleczną, chociaż nie sięga ona do horyzontu. Najpiękniejszy widok to niebo niezanieczyszczone światłem. Pod takim niebem astronomowie budują obserwatoria.

Problem nie tylko dla astronomów

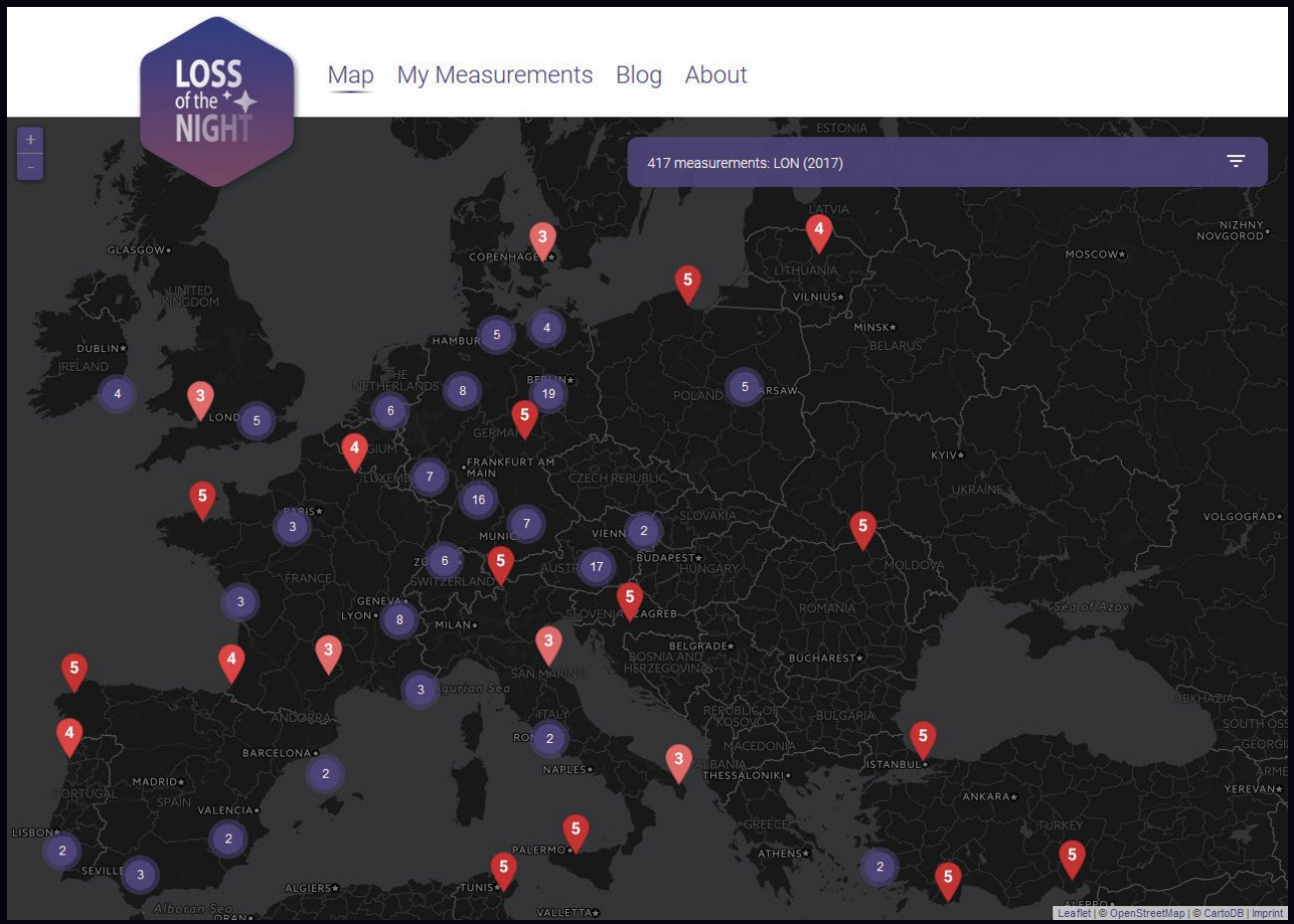
Utrudnienie obserwacji nieba to niestety nie jedyny negatywny skutek zanieczyszczenia światłem. Światło oraz brak światła to sygnały, które kontrolują cykl dobowy fauny i flory. Brak oświetlenia w nocy powoduje wydzielanie się melatoniny. Jest to hormon, który nakłania organizm do snu, dzięki czemu może się on zregenerować. Dodatkowo melatonina wpływa na poprawę odporności. Światło, niezależnie czy jest naturalne czy sztuczne, powoduje hamowanie wydzielania melatoniny. Światło dzienne oczywiście nie ma negatywnych skutków, natomiast sztuczne oświetlenie w nocy powoduje zaburzenia w wydzielaniu melatoniny, co z kolei skutkuje problemami ze snem. Efektem jest występowanie różnych dolegliwości, takich jak tycie czy choroby. Zaburzenie cyklu dobowego, miesięcznego (zgodnego z fazami Księżyca) a także rocznego powoduje problemy z rozmnażaniem, zdobywaniem pożywienia oraz innymi istotnymi aspektami życia zwierząt. Sztuczne oświetlenie w nocy zaburza też komunikację oraz orientację w terenie zwierząt nocnych, na przykład nietoperzy[1].

Kolejnym negatywnym efektem zanieczyszczenia światłem jest bezpieczeństwo ludzi. Rażące oświetlenie powoduje zjawisko nazywane olśnieniem. Polega ono na tym, że oko, do którego dociera bardzo jasne światło, ma problem z obserwowaniem dużo ciemniejszego otoczenia. Z tego względu zbyt jasne lub źle zaprojektowane oświetlenie drogowe jest bardzo niebezpieczne dla użytkowników dróg. Kierowcy mają zmniejszoną widoczność ciemnych obszarów oraz możliwość koncentracji. Zbyt duża, niepotrzebna emisja światła to oczywiście również większe koszty. Oświetlenie dobrze ukierunkowane i o odpowiedniej intensywności nie tylko będzie pomagało chronić ciemne niebo, ale także pomoże zmniejszyć koszty użytkowania sztucznego światła.

Niebo — wskaźnik zanieczyszczenia światłem

Jasność nocnego nieba ma dwie składowe. Pierwszą z nich jest naturalna jasność nieba. Jest to naturalna poświata atmosfery (ang. *airglow*), a także światło zodiakalne, rozproszone światło gwiazd i planet, światło pochodzące z Drogi Mlecznej oraz Księżyca. Naturalna jasność nieba zmienia się w czasie, na przykład wraz ze zmianą fazy Księżyca. Niebo, nawet daleko od miast, jest bardzo jasne podczas pełni. Drugą składową jest sztuczne światło, które rozproszone powoduje dodatkowe pojaśnienie nocnego nieba.

Rys. 1. Nocne niebo o różnym stopniu zanieczyszczenia światłem. Symulacja wykonana w programie Stellarium



Rys. 2. Serwis myskyatnight.com z zaznaczonymi pomiarami jasności nieba. Pomiary zbierane są w bazie danych od 2006 r. za pomocą różnych metod obserwacji. Każdy może uzupełnić ją o swoje pomiary. Jest to nieoceniona pomoc dla osób zajmujących się badaniem zanieczyszczenia światłem[2]

Zanieczyszczenie światłem to poważny problem, który nie dotyczy jedynie astronomów. Dlatego należy się nim zająć i starać się go rozwiązać. W tym celu trzeba w odpowiedzialny sposób projektować i użytkować oświetlenie zewnętrzne. Światło powinno być skierowane na docelowy obszar, aby zminimalizować emisję w górę. Należy też chronić ciemne obszary, aby możliwie zmniejszyć wpływ sztucznego światła na faunę i florę. Aby oszacować skalę problemu oraz badać wpływ sztucznego światła na dziko żyjące zwierzęta, należy znać jasność nocnego nieba na danym obszarze. Istnieje kilka metod pomiaru jasności nocnego nieba. Można wykorzystywać do tego specjalne urządzenia do mierzenia jasności nieba (na przykład Sky Quality Meter). Inną metodą jest szacowanie jasności nocnego nieba na podstawie liczby widocznych gwiazd. Im jaśniejsze niebo, tym mniej gwiazd można zobaczyć. Istnieją aplikacje ułatwiające ocenę jasności nocnego nieba w ten sposób. Do pomiarów jasności nocnego nieba nie jest więc konieczne posiadanie specjalistycznego sprzętu. Oczywiście im więcej pomiarów, tym lepiej. Dlatego istnieją serwisy takie jak *myskyatnight.com*, gdzie każdy może dodać zmierzoną przez siebie jasność nocnego nieba. Obecnie w serwisie znajduje się ponad 13 000 pomiarów zebranych na całym świecie. Mapa Europy wraz z zaznaczonymi liczbami pomiarów na danym terenie jest przedstawiona na rys. 2.

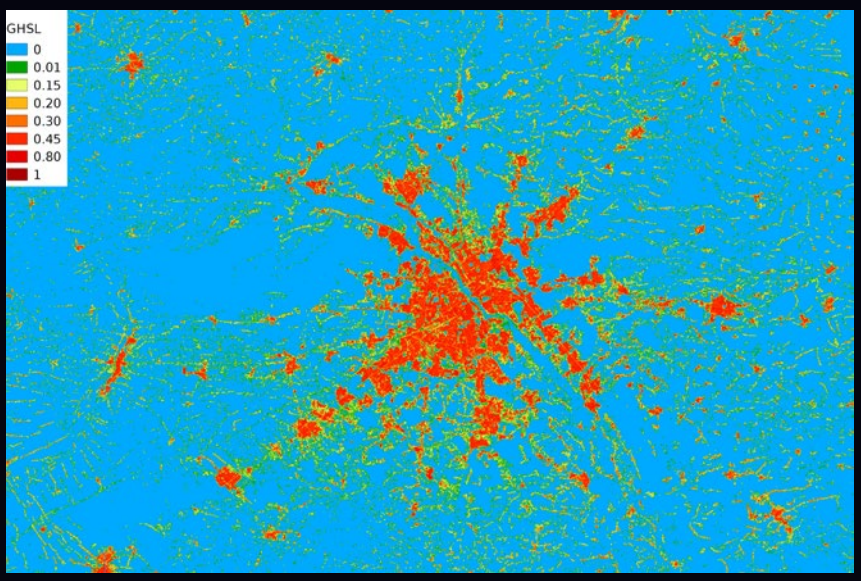
Modele jasności nieba nocnego

Niestety bezpośrednie mierzenie jasności nocnego nieba ma swoje ograniczenia. Zebranie pomiarów na dużym obszarze przy porównywalnej pogodzie wymagałoby wiele pracy. Duża liczba pomiarów jest konieczna, aby stworzyć jak najbardziej kompletną „mapę" jasności nieba. Stan, w jakim znajduje się atmosfera, jest bardzo zmienny. Podczas nocy zmienia się temperatura, czasem pojawiają się i znikają chmury lub mgła. To wszystko ma wpływ na mierzoną jasność nieba. Chcielibyśmy mieć natomiast do dyspozycji typową jasność nieba na całym obszarze. Tu z pomocą przychodzą nam modele, dzięki którym tworzy się mapy zanieczyszczenia światłem. Takie modele uwzględniają źródła światła, na przykład miasta, drogi, fabryki. Muszą szacować, jak dużo światła jest emitowane w górę, a następnie opisać jego drogę przez atmosferę. Podczas przechodzenia światła przez atmosferę ulega ono rozpraszaniu na cząsteczkach powietrza oraz osłabianiu wraz z odległością. Część światła jest rozpraszana z powrotem w dół i powoduje obserwowane pojaśnienie nieba. Im bardziej szczegółowo model opisze źródła światła oraz jego drogę przez atmosferę, tym bardziej wiarygodną mapę jasności nieba otrzymamy. Oczywiście im więcej szczegółów uwzględnia model, tym więcej potrzeba mocy obliczeniowej, aby za jego pomocą obliczyć mapę. Jesteśmy więc ograniczeni czasem, w jakim komputer jest w stanie obliczyć mapę na podstawie danego modelu.

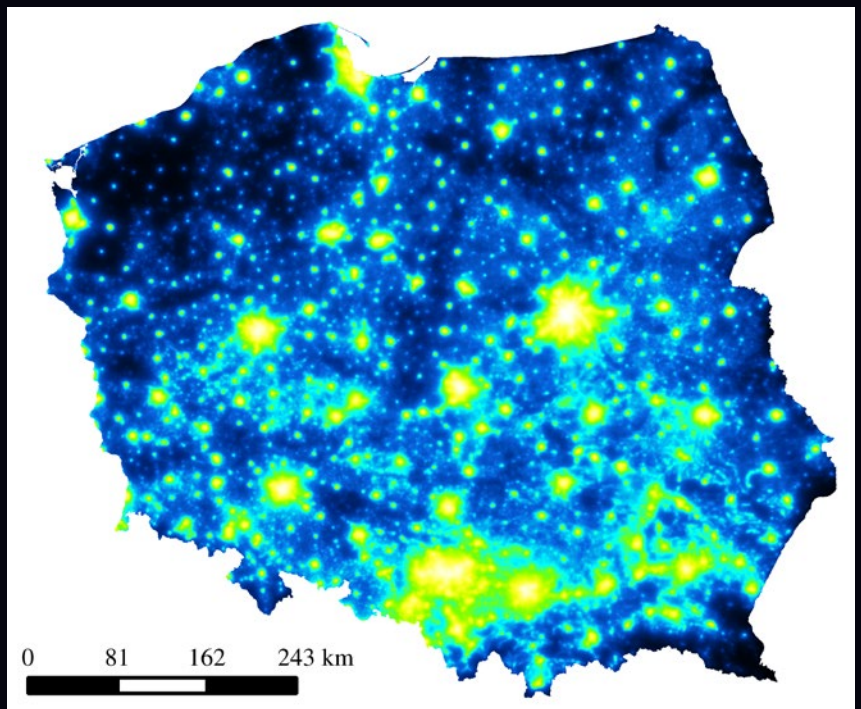
Pierwsze modele były bardzo proste, korzystano z wielu uproszczeń i przybliżeń. Na przykład traktowano atmosferę jako jednorodną, co, jak wiemy, nie jest prawdą, bowiem chociażby tempera-

tura zmienia się razem z wysokością. Innym upraszczającym założeniem jest traktowanie miast jako punktowych źródeł światła o zerowej powierzchni. Oczywiście to założenie także jest dalekie od rzeczywistości. W pierwszych modelach wykorzystywano populację miasta i uważano, że emisja światła jest proporcjonalna do populacji. Oznacza to, że każdy mieszkaniec miasta „produkuje" taką samą ilość światła. Więcej mieszkańców oznacza odpowiednio większą ilość światła pochodzącą z danego miasta. Jednym z takich pierwszych modeli jest model Richarda Berry'ego zaproponowany w 1976 r.[3] Za jego pomocą Berry policzył mapę zanieczyszczenia światłem na terenie Ontario w Kanadzie o rozdzielczości ośmiu kilometrów. Późniejsze modele są bardziej zaawansowane. Dokładniej opisują drogą światła w atmosferze, która już nie jest jednorodna, lecz jej własności zmieniają się z wysokością.

Wraz z rozwojem techniki pojawiły się nowe możliwości patrzenia na zanieczyszczenie światłem — tym razem „z góry", czyli z satelity. W 2011 r. NASA wraz z Amerykańską Narodową Służbą Oceaniczną i Atmosferyczną (NOAA) wysłała na orbitę satelitę Suomi NPP, na pokładzie którego znalazł się instrument VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite). Dzięki jego czułości otrzymujemy zdjęcia powierzchni Ziemi w nocy. Monitoruje atmosferę Ziemi, chmury, temperaturę powierzchni, kolor oceanów. Dokładność obserwacji z tego satelity pozwala na wykrycie świateł statku na oceanie! Zdjęcie świateł na Ziemi powstało jako mozaika zdjęć zrobionych podczas bezchmurnych nocy i przedstawione jest na s. 38–39. Takie obserwacje źródeł światła otworzyły nowe możliwości w modelowaniu zanieczyszczenia światłem. Znając emisję w górę, korzystając z modeli, próbuje się odtworzyć drogę światła i dzięki temu obliczyć, o ile jaśniejsze jest nocne niebo. W ten sposób Fabio Falchi ze współpracownikami w 2016 r. stworzyli atlas sztucznej jasności nocnego nieba na świecie (*world atlas of artificial night sky brightness*)[4]. Oczywiście obliczenie tak dużej mapy z rozdzielczością około 750 metrów było bardzo wymagające dla komputerów.



Rys. 3. Mapa stopnia zurbanizowania terenu dla Warszawy (źródło: ghslsys.jrc.ec.europa.eu)



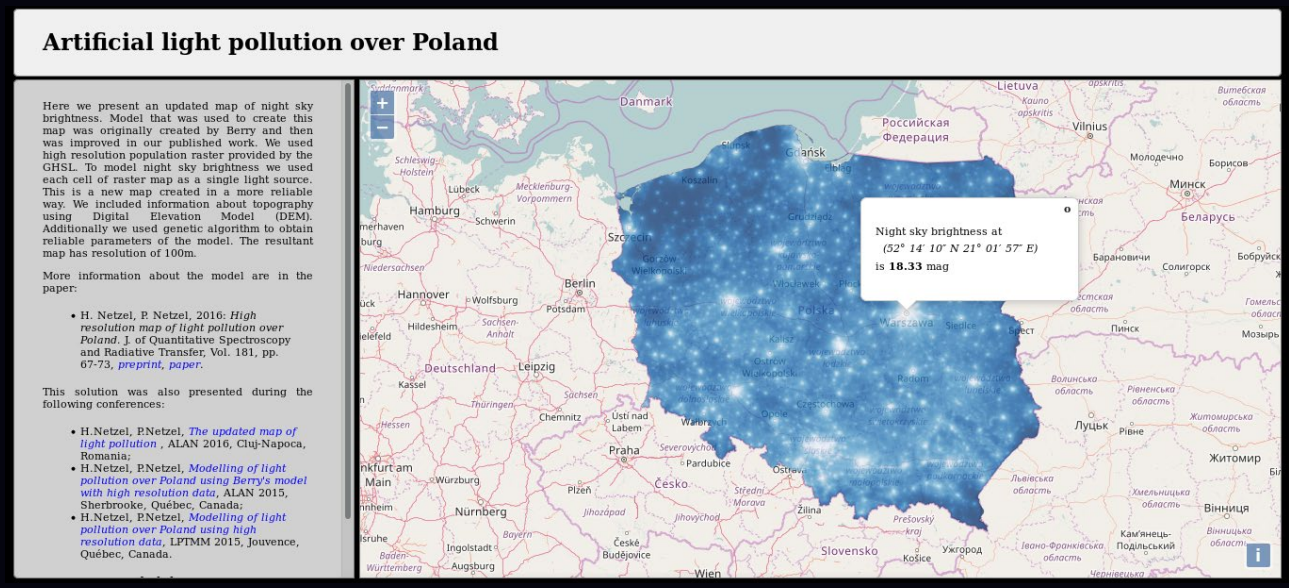
Rys. 4. Wynikowa mapa jasności nocnego nieba na terenie Polski. Ciemniejszy kolor oznacza ciemniejsze niebo

Nowa mapa jasności nieba dla Polski

We współpracy z Pawłem Netzelem z Uniwersytetu w Cincinnati stworzyliśmy w 2016 r. mapę jasności nocnego nieba na terenie Polski w jeszcze większej rozdzielczości, która pozwala dokładnie wyznaczyć ciemniejsze miejsca, czyli takie nadające się do obserwacji nieba. Ze względu na ograniczoną moc obliczeniową dostępnych dla nas komputerów, wykorzystaliśmy jeden z najprostszych i najmniej wymagających modeli — model Berry'ego z 1976 r. Oryginalny model, ze względu na swoje liczne założenia, daje wynikową jasność nieba znacznie różniącą się od wartości zmierzonych. Aby ulepszyć model, odrzuciliśmy założenie, że miasta są punktami o zadanej populacji. Zamiast tego, wykorzystaliśmy dane opisujące w skali od 0 do 1 stopień urbanizacji terenu (Global Human Settlements Layer) w rozdzielczości 100 metrów. Na rys. 3 przedstawiona jest mapa urbanizacji terenu dla Warszawy.

Żółte i czerwone wartości na mapie oznaczają tereny bardziej zabudowane. Tereny o mniejszej zabudowie są zaznaczone kolorem zielonym i niebieskim. Na mapie doskonale widać Wisłę przepływającą przez całe miasto. Widać też parki i tereny zielone, które mają mniejszą zabudowę. Wyraźne są drogi, węzły komunikacyjne i centra handlowe.

Obszary o wyższym stopieniu urbanizacji terenu (bliżej 1) są z reguły ob-



Rys. 5. Interaktywna mapa jasności nocnego nieba na terenie Polski (darksky.netzel.pl)

szarami emitującymi więcej światła. Szczególnie ważna jest rozdzielczość tej mapy, która pozwala na osiągnięcie takiej samej rozdzielczości w wynikowej mapie jasności nocnego nieba, tj. 100 metrów.

Mapa jasności nocnego nieba obliczona z wykorzystaniem modelu Berry'ego i danych o urbanizacji jest przedstawiona na rys. 4. Rozdzielczość mapy to 100 m i jest to największa rozdzielczość wśród obecnie dostępnych map zanieczyszczenia światłem. Zastosowanie prostego, addytywnego modelu pozwoliło na otrzymanie tak wysokiej rozdzielczości bez konieczności używania superkomputerów.

Im ciemniejszy kolor (granatowy, czarny), tym ciemniejsze niebo. Jaśniejszy kolor (zielony, żółty, biały) odpowiada niebu, które jest w większym stopniu zanieczyszczone światłem. Takie niebo obserwujemy w miastach. Największe zanieczyszczenie jest na Górnym Śląsku w okolicach Katowic. Nad stolicą Polski niebo jest równie jasne. Mieszkańcy dużej części południowej Polski niestety nie mają szans cieszyć się rozgwieżdżonym niebem. Ciemne obszary na południu Polski można zobaczyć głównie w górach. Warto tu wspomnieć o Izerskim Parku Ciemnego Nieba, znajdującym się w Górach Izerskich w dolinach Izery i Jizerki. Turyści mają szansę zobaczyć na niebie prawie dwa tysiące gwiazd oraz Drogę Mleczną sięgającą niemal do horyzontu! Położenie Izerskiego Parku Ciemnego Nieba w dolinie dodatkowo sprzyja widoczności gwiazd. Góry znajdujące się naokoło Parku przysłaniają część światła pochodzącą z najbliższych miejscowości, dzięki czemu niebo jest jeszcze ciemniejsze. Ten efekt nazywa się *efektem zasłonięć* i jest niezwykle istotny. Uwzględniliśmy go na terenach górzystych, dzięki czemu wynikowa mapa jest jeszcze bardziej realistyczna. Efekt zasłonięć jest również istotny w Beskidzie Niskim i Bieszczadach — dwóch najciemniejszych obszarach górskich w Polsce.

Zastosowany bardzo prosty model daje wyniki porównywalne do modeli dużo bardziej wymagających, a obliczenia można przeprowadzić nawet na własnym komputerze. Porównywanie stworzonej przez nas mapy z obserwacjami daje obiecujące wyniki — model jest zgodny z mierzonymi wartościami. Interaktywna mapa jasności nocnego nieba na terenie Polski dostępna jest pod adresem *darksky.netzel.pl.* Można w niej sprawdzić jasność nieba dla dowolnego punktu w Polsce. Zdjęcie serwisu pokazane jest na rys. 5.

Przypisy od redakcji

(1) Więcej o wpływie sztucznego światła w nocy na organizmy żywe Czytelnik znajdzie w dwuczęściowym artykule *Ciemne niebo cz.1 — podstawy fizjologii* (*Urania* 4/2015) i *Ciemne niebo cz.2 — biochemia nocy* (*Urania* 5/2015) autorstwa pań Krystyny Skwarło-Sońty i Krystyny Zużewicz.

(2) Ciekawą metodę oceny jasności nocnego nieba opartą o obserwacje komet przedstawił Tomasz Ściężor w artykule *Komety w służbie ciemnego nieba* (*Urania* 6/2015).

(3) *Light Pollution in Southern Ontario*. Richard L. Berry, *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 70, 97, 1976.

(4) *The new world atlas of artificial night sky brightness*. Fabio Falchi i in., *Science Advances* 2(4), e1600377, 2016.

Henryka Netzel studiuje na piątym roku studiów magisterskich w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego oraz prowadzi grant diamentowy w Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika w Warszawie. Zainteresowania naukowe dotyczą głównie badania gwiazd pulsujących. Poza studiami zajmuje się modelowaniem zanieczyszczenia światłem. Jej wkład w ochronę ciemnego nieba został doceniony przez organizację International Dark Sky Association, która przyznała jej nagrodę The Rising Star Award.

50 lat Oddziału Lubelskiego PTMA

Oddział PTMA w Lublinie istnieje już 50 lat. Zebranie założycielskie odbyło się 24 stycznia 1967 r. w Instytucie Fizyki UMCS. Po załatwieniu wszystkich formalności prawnych, nasz oddział został wpisany 27 maja do Ewidencji Stowarzyszeń i Związków przez Prezydium Miejskiej Rady Narodowej w Lublinie. Pierwszym prezesem został Stanisław Hałas — wtedy student UMCS, później profesor. Wiceprezesem został wybrany magister, a obecnie profesor Longin Gładyszewski. Rozpoczęły się początkowo nieregularne zebrania, działalność popularyzatorska i obserwacyjna. Na początku oddział liczył ponad 20 członków. Od roku 1975 zebrania odbywały się systematycznie raz w miesiącu. Wtedy też zapoczątkowane zostały, prowadzone nieprzerwanie do dziś przez Longina Gładyszewskiego, obserwacje promieniowania radiowego Słońca. W 1983 r. nastąpiła zmiana prezesa.

Obecny prezes Wiesław Krajewski w trakcie wystąpienia

Został nim Longin Gładyszewski, który funkcję tę sprawował do marca 1989 r. Wtedy prezesem został wybrany Zbigniew Rzepka. Oddział wzbogacił się o rosyjski teleskop Mizar, powstała strona internetowa. Od roku 2003 do chwili obecnej funkcję prezesa sprawuje Wiesław Krajewski.

Nie jesteśmy dużym oddziałem. Obecnie skupia on ponad 25 czynnych miłośników z Lublina, Zamościa i okolic. Ale stanowimy zgrany zespół osób, dla których poznawanie tajemnic nieba stanowi prawdziwą przyjemność. Dzielimy się wiedzą i doświadczeniem, przekazując ją młodzieży lubelskich szkół, organizując publiczne pokazy nieba, popularyzując astronomię wśród mieszkańców Lubelszczyzny. Współpracujemy z Li-

Medal Prezydenta Miasta Lublin

Okolicznościowy tort

ceum im. I. Paderewskiego, Zespołem Szkół nr 12 oraz muzeum Dworek Wincentego Pola w Lublinie. Działamy w Zarządzie Głównym PTMA. Fakt 50 lat istnienia oddziału napawa nas dumą i dlatego postanowiliśmy uroczyście obchodzić ten jubileusz. Rocznicowe zebranie odbyło się 22 kwietnia. Wzięli w nim udział wszyscy byli prezesi naszego oddziału, zaproszeni goście, a wśród nich także prezesi z całej Polski, ponieważ właśnie w Lublinie odbyła się w tym czasie doroczna Konferencja Prezesów Oddziałów. Dziękujemy Wam za miłe słowa i gratulacje z tej okazji. Jubileuszowe zebranie było okazją do paru wyróżnień. Nasza działalność zyskała uznanie w postaci przyznanego Medalu Prezydenta Miasta Lublin, a prezes Wiesław Krajewski otrzymał Złotą Odznakę PTMA.

Pierwszy prezes prof. dr hab. Stanisław Hałas

Nasza radość ze złotego jubileuszu jest jednak niepełna. Kilkanaście dni po naszych uroczystościach zmarł nagle pierwszy prezes naszego oddziału prof. dr hab. Stanisław Hałas. Był nie tylko miłośnikiem astronomii. Studia ukończył na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii UMCS, uzyskując tytuł magistra fizyki w 1968 r. Pracę rozpoczął jako asystent w Katedrze Fizyki Doświadczalnej. Prowadził badania w zakresie spektrometrii mas. Stopień doktora nauk fizycznych uzyskał w 1973 r., doktora habilitowanego w 1983 r., a tytuł profesora uzyskał w 1992 r. Profesor czynnie uczestniczył w działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej UMCS. Także teraz, na emeryturze nie przestał być aktywny. Już byliśmy umówieni, że w czerwcu wygłosi na naszym zebraniu wykład na temat gromad kulistych. Miał 72 lata. Żegnamy Go z wielkim żalem.

Drugi prezes prof. dr hab. Longin Gładyszewski

Wkroczyliśmy już w następne 50-lecie. Przed naszym oddziałem nowe wyzwania, nowe zadania, wiele ciekawych zjawisk i obserwacji do wykonania. Liczymy, że będziemy się nadal rozwijać i wspólnie cieszyć się astronomią — dziedziną, która przynosi nam tyle satysfakcji.

Wiesław Krajewski

Trzeci prezes Zbigniew Rzepka

Autorzy zdjęć: Adam Kisielewicz, Zbigniew Jankowski, Wiesław Krajewski

Sukces wielkopolskich miłośników astronomii

Gwiazdy poznańskiego nieba

Ostatnimi laty o Poznaniu jako ośrodku popularyzacji astronomii nie mówiło się zbyt wiele. Regularne spotkania PTMA oraz wykłady odpowiadały na zapotrzebowanie najbardziej zainteresowanych. Spotkania przygotowywane i prowadzone na szerszą skalę przez Łukasza Wojtyniaka (Prezesa PTMA Poznań) cieszyły się dużym powodzeniem, jednak okrojony zespół utrudniał realizację większych projektów. Na szczęście, wszystkie te problemy udało się pokonać, czego efektem było Otwarte Obserwatorium Wilda, które odbyło się 1 kwietnia bieżącego roku.

Inicjatywa powstała spontanicznie. W jednej z osiedlowych grup na portalu Facebook, jako autor fanpage'a „Księżycowe Love" i członek PTMA Poznań, zapytałem sąsiadów, czy chcieliby spotkać się w parku i pooglądać niebo wspólnie przez mały teleskop. Reakcja poznaniaków przerosła wszelkie oczekiwania. W ciągu jednej doby ponad dwieście osób wyraziło chęć uczestnictwa w takim wydarzeniu. Decyzja była prosta — trzeba działać. Ze względu na warunki obserwacyjne — Merkury, Mars, Jowisz, Księżyc (27%) oraz możliwości organizacyjne i wolny czas gości termin ustalono na sobotę 1 kwietnia. Z Zarządem Zieleni Miejskiej w Poznaniu ustaliliśmy miejsce, Park Jana Pawła II, udało nam się także wynegocjować wyłączenie oświetlenia miejskiego w tej części parku. Z Tomaszem Książczykiem z PTMA Poznań ustalaliśmy program, kolejne prelekcje, sprzęt, którym dysponujemy i rozpoczęliśmy uzupełnianie braków. Do współpracy organizacyjnej zaprosiliśmy również lokalny sklep astronomiczny oraz Radę Osiedla Wilda. Równolegle umieściliśmy wydarzenie Otwarte Obserwatorium Wilda na Facebooku. Wirtualne zainteresowanie nim onieśmielało — 1200 osób deklarowało przyjście, a ponad 4,5 tysiąca było zainteresowanych!

Po miesiącu pracy, uzyskaniu zgód ze strony Miasta Poznania, zorganizowaniu zaplecza w postaci nagłośnienia, namiotu, sprzętu obserwacyjnego oraz zbudowaniu zespołu, który niesamowicie się zmobilizował, pomimo odbywającego się równolegle zlotu astronomicznego, byliśmy gotowi. Udało nam się ustawić łącznie 16 różnych teleskopów, na różnych montażach i w różnej konstrukcji, włącznie z dwoma teleskopami słonecznymi Coronado. Planowaliśmy początek o godzinie 17, jednak prace organizacyjne na miejscu trwały już od południa, co budziło niemałe zainteresowanie i bardzo wiele pytań, zwłaszcza że przy pięknej pogodzie w Parku Jana Pawła II spacerowało bardzo wiele osób. Rozpoczęliśmy od obserwacji Słońca, które, jak na życzenie, po okresie spokoju zaoferowało nam plamy w samym centrum tarczy. Tłum gęstniał coraz bardziej i do każdego teleskopu ustawiały się kolejki, czasem po kilkadziesiąt osób. Równolegle z pokazem nasi koledzy z PTMA Poznań prowadzili prelekcje. Tomasz Kluwak opowiadał o Słońcu i jego aktywności, Juliusz Żujewski o podstawach dotyczących sprzętu obserwacyjnego, Wojciech Pietrzak o Jowiszu i jego księżycach, a Tomasz Zaraś o utworzeniu Ostoi Ciemnego Nieba Izdebno i Chalin oraz o ochronie ciemnego nieba. Sam wybrałem tematykę związaną z Księżycem oraz Międzynarodową Stacją Kosmiczną. Z relacji gości wynika, że największe wrażenie zrobił na nich przelot Międzynarodowej Stacji Kosmicznej nad naszymi głowami, choć konkurował on z zachwytami dotyczącymi Księżyca czy Jowisza. Zainteresowanie było tak duże, że pomimo planowanego zakończenia spotkania o 22.00, ostatni z nas kończyli obserwacje z zachwyconymi uczestnikami cztery godziny później.

Z bezpiecznych szacunków wynika, że udział w Otwartym Obserwatorium Wilda wzięło udział około 500 osób. Już kolejnego dnia zgłosiły się do nas różne poznańskie instytucje chcące współorganizować kolejne wydarzenia tego typu w przyszłości. W ten sposób powstał plan na realizację cyklu miejskich wydarzeń. Kolejne zostało zorganizowane 30 czerwca bieżącego roku — Otwarte Obserwatorium Wilda: Asteroid Day. Organizatorami są Asteroid Day, PTMA O/Poznań, Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika Należy też wskazać wyraźne wsparcie podmiotów nie związanych z „branżą astronomiczną", a należą do nich: Miasto Poznań, SPOT., Estrada Poznańska. Impreza ta uzyskała Honorowy Patronat Prezydenta Miasta Poznania.

Marcin Eysymontt

Fot. Bartosz Seifert

W Wałbrzychu powstało obserwatorium astronomiczne

W Wałbrzychu, przy Prywatnym Liceum Ogólnokształcącym Sióstr Niepokalanek, powstało obserwatorium astronomiczne. Uroczyste otwarcie nastąpiło 21 czerwca, przy czym placówka nie jest jeszcze w pełni wyposażona. Szkolne obserwatorium za główny cel stawia sobie popularyzację wiedzy o kosmosie. Pomysłodawczynią projektu jest dyrektor szkoły — siostra Dorota. W planowanym wyposażeniu obiektu jako główny teleskop znajdzie się Meade LX200 14" o średnicy 36 cm. Obserwatorium będzie dysponowało również mniejszymi instrumentami optycznymi, takimi jak: 20-cm Celestron Advanced VX 8 SCT czy kilka 15-cm teleskopów Newton Sky-Watcher BKP 15075 EQ3-2 oraz teleskop słoneczny Coronado PST 40/400. Koszt całego projektu wyniesie 300 tysięcy złotych.

Adam Tużnik

Źródło: obserwatorium.niepokalanki.pl

Budynek obserwatorium astronomicznego przy Prywatnym Liceum Ogólnokształcącym Sióstr Niepokalanek

Będzie obserwatorium w mieście Adama Giedrysa

Ze Szczecinkiem związane są astronomiczne tradycje. To tu mieszkał i pracował słynnym astronom Adam Giedrys (jako pierwszy Polak otrzymał od NASA próbkę gruntu księżycowego z misji Apollo 11, która poza wielkimi światowymi ośrodkami naukowymi prezentowana była tylko w Szczecinku).

Projekt polegał na wykonaniu ośrodka popularyzującego naukę poprzez rozbudowę i nadbudowę z przebudową istniejącej byłej wieży ciśnień na obserwatorium astronomiczne i planetarium wraz z pomieszczeniami uzupełniającymi.

Zestawienie zabytkowych murów wieży wodociągowej z technologicznym wyposażeniem obserwatorium wymagało stworzenia miejsca nowoczesnego, ale szanującego historyczną wartość obiektu. Przywrócono wieży rozebraną w 2012 r. głowicę (niegdyś zbiornik na wodę), a na jej szczycie ustawiono kopułę obserwatorium. Rozbudowa u podnóża, sfera planetarium, eliptyczne dojścia oraz taras widokowy nawiązują swoim układem do ciał niebieskich.

Zastosowane w projekcie rozwiązania minimalizują przenoszenie się drgań na główny teleskop. Wieża położona jest na wyeksponowanym wzgórzu, dlatego konieczne było wyeliminowanie wpływu wiatru. Zdecydowano się wykonać niezależną, wewnętrzną konstrukcję nośną pod teleskop. Ściany zewnętrzne są od niej oddylatowane, tworząc osłonę przed wiatrem. Dodatkowo, dla wytłumienia drgań od windy i osób poruszających się po budynku, słup teleskopu usadowiono na wibroizolacyjnej macie.

Władze miasta planują organizować w nowym obiekcie m.in. zajęcia z astronomii dla uczniów i miłośników astronomii, spotkania Koła Przyjaciół Astronomii, wykłady popularnonaukowe oraz całonocne obserwacje i fotografowanie obiektów Układu Słonecznego, mgławic i galaktyk. Placówka posiadać będzie również stację bolidową do rejestrowania meteorów.

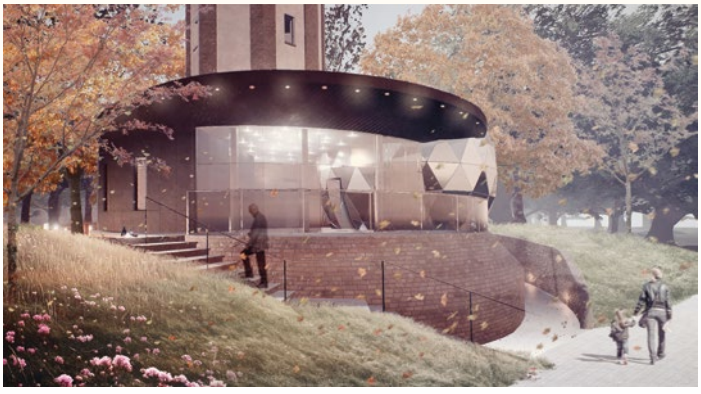
Przewidywany termin realizacji — rok 2018.

Rafał Maliński
Aleksandra Dziedzicka

Źródło: Pracownia Architektury STUDIUM

Parametry obiektu:

Powierzchnia zabudowy	197,67 m^2
Powierzchnia całkowita	646,90 m^2
Powierzchnia netto	542,90 m^2
Powierzchnia użytkowa	187,20 m^2
podstawowa	147,80 m^2
pomocnicza	39,40 m^2
Wysokość	32,43 m
Kubatura	1 845,0 m^3



Budowa teleskopu ELT ruszyła na dobre

Ekstremalnie Wielki Teleskop (ELT) ma mieć ponad 39 m średnicy i gdy zacznie obserwacje w 2024 r., będzie największym teleskopem optycznym/podczerwonym świata. W ostatnich tygodniach Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) podało szereg informacji o kolejnych etapach konstrukcji tego gigantycznego instrumentu. Przede wszystkim wystartowała budowa kopuły i głównej struktury teleskopu ELT — 26 maja odbyła się uroczystość wmurowania kamienia węgielnego pod tę budowę. Kopuła ma ważyć 5000 t, a główna struktura teleskopu 3000 t. Teleskop powstanie na górze Cerro Armazones w Chile. Już wcześniej zbudowano drogę dojazdową na szczyt i wyrównano wierzchołek góry.

Pod koniec maja podpisano także kontrakty na odlanie i wyszlifowanie lustra głównego. Wszystkie jego segmenty zostaną odlane przez niemiecką firmę SCHOTT, natomiast ich szlifowaniem, zamontowaniem i przetestowaniem zajmie się francuskie przedsiębiorstwo Safran Reosc. Zwierciadło główne będzie składać się z 798 sześciokątnych segmentów, z których każdy będzie mierzyć 1,4 m. Dodatkowo wyprodukowanych zostanie 133 segmentów zapasowych. Dokładność szlifowania powierzchni ma być lepsza niż 10 nanometrów. Gdybyśmy chcieli to sobie wyobrazić, można zastosować następujące porównanie: jeśli segment zwierciadła miałby rozmiary Francji, to odstępstwa od idealnej powierzchni będą mniejsza niż owad taki jak biedronka. Produkcja segmentów zwierciadła zajmie siedem lat, a w maksymalnej fazie produkcji będzie wytwarzany jeden segment dziennie.

Z kolei zwierciadło wtórne jest już odlane i czeka na kolejne etapy obróbki. Jego średnica to 4,2 m, a masa 3,5 t. Zostało odlane z bloku specjalnej szklanej ceramiki Zerodur (ten sam materiał zostanie zastosowany także do zwierciadła głównego). Jest to materiał stworzony dla teleskopów astronomicznych i stosowany od końca lat 60. ubiegłego wieku. Charakteryzuje się praktycznie brakiem rozszerzalności cieplnej, nawet jeśli zmiany temperatury są duże. Zerodur jest odporny chemicznie i można go bardzo precyzyjnie szlifować. Jest używany w zwierciadłach wielu największych obecnie działających teleskopów, które pracują stabilnie od dziesięcioleci.

ESO przygotowało całe mnóstwo wizualizacji i filmów przedstawiających, jak będzie wyglądał teleskop ELT — można je obejrzeć m.in. na stronach portalu *Uranii*. Przypomnijmy też, że ponieważ Polska jest członkiem ESO, oznacza to, iż teleskop ELT będzie pośrednio należał też do naszego kraju, a w budowie niektórych jego elementów wezmą udział polskie firmy.

Krzysztof Czart

Artystyczna wizualizacja pokazuje nocny widok Ekstremalnie Wielkiego Teleskopu (ELT) w trakcie pracy na Cerro Armazones w północnym Chile. Pokazano użycie laserów do wytwarzania sztucznych gwiazd porównania wysoko w atmosferze. Źródło: ESO/L. Calçada

Znana radiogalaktyka Cygnus A może mieć dwie czarne dziury

Cygnus A to duża galaktyka eliptyczna położona blisko 800 mln lat świetlnych od Ziemi. W jej środku rezyduje supermasywna czarna dziura o masie miliarda mas Słońca. Czy ma ona jednak podobną do siebie towarzyszkę? Nowe obserwacje wykonane przy pomocy interferometru radiowego VLA sugerują, że może tak być!

Radiogalaktyka Cygnus A jest jednym z pierwszych obiektów zauważonych na falach radiowych — zaobserwował ją już Grote Reber w 1939 r. Od tego czasu przyglądano się jej wielokrotnie — niedawno radioastronomowie obserwowali ją m. in. w latach 2015 i 2016. Zauważyli wówczas, że w odległości 1,5 tys. lat świetlnych od centrum galaktyki znajduje się obiekt, którego wcześniej tam nie widziano. Obiekt jest tak jasny, że musiałby być wcześniej dostrzeżony na starszych obrazach radiowych — ale nie był. Według obliczeń musiał pojawić się tam po 1996 r.

Po obserwacjach z lat 2015–2016 astronomowie wykorzystali dodatkowo technikę VLBI (interferometria wielkobazowa), uzyskując jeszcze wyraźniejszą mapę otoczenia Cygnus A. Nowy obiekt ujawnił się także na obrazach w podczerwieni, wykonanych przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a i teleskopy z Obserwatorium

Radiowy obraz z roku 2015 (kolor pomarańczowy) centralnego obszaru galaktyki Cygnus A nałożony na zdjęcie z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. Źródło: Perley, et al., NRAO/AUI/NSF, NASA

Kecka z lat 1994–2002, na których początkowo brano go za gęste zgrupowanie gwiazd. Wiemy dziś jednak, że od tego czasu obiekt stał się dużo jaśniejszy na falach radiowych, co podaje poprzednie przypuszczenia w wątpliwość.

Naukowcy byli zaskoczeni odkryciem drugiego jasnego składnika w centrum galaktyki Cygnus A, ale czy to na pewno czarna dziura? Tak naprawdę możliwości są dwie: nowy obiekt to faktycznie supermasywna czarna dziura albo wybuch supernowej w tej odległej galaktyce. Supernowe to potężne, energetyczne eksplozje, jednak obiekt jest tak jasny, że prawdopodobieństwo czarnej dziury jest znacznie większe. Ponadto supernowe dość szybko tracą swój blask w dziedzinie optycznej, czego w przypadku zagadkowego obiektu się nie obserwuje. Obiekt ten po prostu nie pasuje do żadnej typowej krzywej zmian blasku dla supernowych.

Spekuluje się też, że druga czarna dziura mogła być niegdyś centrum innej galaktyki, która na pewnym etapie swego życia zlała się z „oryginalną" galaktyką Cygnus A. Jak mógł wyglądać taki galaktyczny merger? Jako typowe przykłady podaje się tu znane obiekty CXO J101527.2+625911 i 3C 186.

Tak czy inaczej — wiemy już dziś, że jest to prawdopodobnie najbliższy nam przykład podwójnego układu złożonego z dwóch supermasywnych czarnych dziur (przykładów takich znamy dużo więcej). Czemu więc nie dostrzeżono go wcześniej? Czarna dziura mogła na przykład nie być przedtem aktywna, czyli nie pochłaniała dużych ilości okolicznej materii i nie posiadała jasno świecącego na falach radiowych dysku akrecyjnego. Przy jego braku czarna dziura nie emituje silnego, możliwego do zaobserwowania w dużej odległości promieniowania.

Elżbieta Kuligowska

SKLEP INTERNETOWY URANII

www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

- **PRENUMERATA** „Uranii” i ciekawe książki
- numery bieżące, archiwalne i bibliofilskie „Uranii”
- praktyczna czapka ASTRONARIUM z latarką, do wyboru światło czerwone lub białe

wygodny sposób zakupów – częste promocje i rabaty – możliwość płatności kartą oraz przelewem

Sztuka promocji nauki

Poradnik dla naukowców

W połowie marca br. ukazała się bezpłatna książka skierowana do naukowców, która jest poradnikiem, jak opowiadać o nauce „zwykłym ludziom” i w jaki sposób promować wyniki swoich badań. Tytuł pozycji to: „Sztuka promocji nauki. Praktyczny poradnik dla naukowców”.

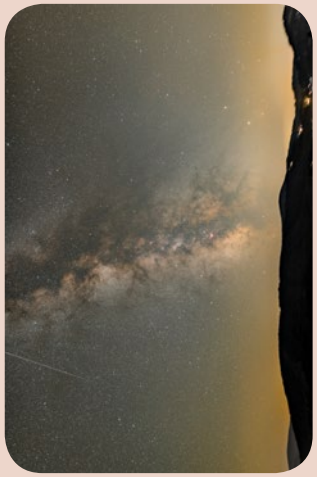
Autorami książki jest dwoje specjalistów w dziedzinie popularyzacji i promocji nauki: Natalia Osica — zajmująca się PR nauki oraz Wiktor Niedzicki — dziennikarz naukowy. Publikacja stanowi instrukcję popularyzacji badań naukowych, daje też wskazówki na temat wystąpień publicznych, sposobów przygotowania prezentacji, kwestię zdjęć i innych elementów, na które trzeba zwrócić uwagę, gdy chce się popularyzować wyniki swoich badań naukowych.

Pomysł napisania publikacji powstał w Ośrodku Przetwarzania Informacji — Państwowym Instytucie Badawczym, który w ostatnich latach wdrażał Polsko-Szwajcarski Program Badawczy, obejmujący 31 projektów z takich obszarów, jak technologie informacyjne i komunikacyjne (ICT), energia — odnawialne źródła energii, nanotechnologie, zdrowie oraz środowisko.

Książka jest dostępna bezpłatnie w formie elektronicznej na stronie http://www.opi.org.pl/Sztuka-promocji-nauki.html.

Krzysztof Czart

Tytuł: Sztuka promocji nauki. Praktyczny poradnik dla naukowców
Autorzy: Natalia Osica, Wiktor Niedzicki
Wydawca: Ośrodek Przetwarzania Informacji — Państwowy Instytut Badawczy
Rok wydania: 2017 Liczba stron: 102
Numer ISBN: 978-83-63060-17-6



Droga Mleczna. Fot. Bartosz Wojczyński

Centrum Drogi Mlecznej.
Fot. Mariusz Świętnicki

Galaktyka spiralna M51.
Fot. Marcin Jeziorny i Filip Ogorzelski

Zorza polarna. Fot. Iwona Jot

(Zdjęcia niewykorzystane w naszym kalendarzu astronomicznym)

nr rachunku odbiorcy
44 1160 2202 0000 0000

nr rachunku odbiorcy c.d.
5530 5241

Odbiorca
POLSKIE TOWARZYSTWO
ASTRONOMICZNE
BARTYCKA 18
00-716 WARSZAWA

kwota

Imię, nazwisko, adres wpłacającego

Tytułem

Opłata

*P - polecenie przelewu
*W - wpłata gotówkowa

nazwa odbiorcy
POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE

nazwa odbiorcy cd.
UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA

l.k. nr rachunku odbiorcy
44 1160 2202 0200 0000 0005 5305 2241

WP* waluta PLN kwota

kwota słownie (wpłata)

imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora

dokładny adres wysyłki prenumeraty

dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.

tytułem
Prenumerata Uranii od nr 5/2017, dodatkowo zamawiam

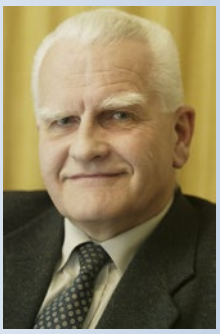
Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy

Opłata

Podpis

PRENUMERATA
— PRZEDŁUŻ
jeśli właśnie się kończy
— ZAMÓW
jesli jesteś nowym
czytelnikiem
— SKORZYSTAJ
z promocji dla szkół,
nauczycieli
i członków PTMA
szczegóły
www.urania.edu.pl
zakładka "prenumerata"

Rewelacyjna książka wieloletniego redaktora *Uranii* w naszej księgarni internetowej: sklep.pta.edu.pl



Spacerkiem po planetach

Kiedy wziąłem do ręki kolejną pozycję sygnowaną przez Krzysztofa Ziołkowskiego, nie tyle spodziewałem się, co wiedziałem, że będzie to coś ciekawego i pewnie trochę niezwykłego. I tak rzeczywiście było. Pomimo ogromu materiału, który Autor zgromadził w tym liczącym ponad 350 stron tomie, trudno było się od niego oderwać.

Książka obejmuje okres kilkudziesięcioletniej już eksploracji przestrzeni międzyplanetarnej z wykorzystaniem technik kosmicznych. Autor opisuje krótko poszczególne „światy", m.in. planety wewnętrzne (Merkury i Wenus), Mars, gazowe olbrzymy czy komety, aby następnie przedstawić historię ich badania przy pomocy sond kosmicznych. Dzięki temu unika prostych wyliczanek, w rodzaju co zaobserwowały poszczególne sondy w trakcie swej aktywności, a raczej skupia się na ciągłym i trwającym do dzisiaj procesie wzbogacania naszej wiedzy na temat poszczególnych badanych obiektów i upartemu, często wbrew licznym przeciwnościom i niepowodzeniom, wypełnianiu „białych plam". Obecnie duża część naszej wiedzy na temat Układu Słonecznego (a np. dla planet zdecydowana) pochodzi właśnie z takich badań. Wiele z wymienionych w książce misji znalazło się w swoim czasie na pierwszych stronach gazet, ale potem bywało różnie. Dlatego przedstawienie ciągłości procesu badania Układu Słonecznego oraz uporządkowanie go i umieszczenie w dzisiejszej perspektywie jest tak cenne. Autor włożył dużo benedyktyńskiej pracy w szczegółowe opisy misji (łącznie z nieudanymi czy tymi, które z różnych względów nie doszły do skutku), jak i badanych przez nie obiektów. Zgromadzenie tak olbrzymiej wiedzy na podstawie dostępnych na polskim rynku wydawniczym pozycji jest niemożliwe, co dodatkowo podkreśla unikatowość omawianej pozycji. Można ją również traktować jako bogaty w szczegóły opis Układu Słonecznego takiego, jakim go widzimy i rozumiemy dziś. Powstał niezwykły, bogaty w szczegóły fresk, w którym znalazło się też miejsce dla polskich naukowców i inżynierów. W czasie kilkudziesięciu lat „ery kosmicznej" uzbierało się całkiem sporo badań z udziałem Polaków, jak i urządzeń które sami zbudowali, bądź w których konstrukcji uczestniczyli.

Opisy misji kosmicznych oraz uzyskanych przy ich pomocy wyników sięgają okolic połowy 2016 r. Od tego czasu to i owo się wydarzyło — można wspomnieć np. ostatnie wyniki misji JUNO uzyskane w okolicach Jowisza. A w planach są już kolejne (m.in. do gazowych olbrzymów) — poświęcony jest temu raport NASA, który wspominam w „Ciekawych stronach internetowych".

Książka zawiera liczne, dobrze dobrane ilustracje. Zebranie tak obszernego materiału w jednym tomie robi duże wrażenie. Na samym końcu znajdziemy szereg użytecznych skorowidzów, poczynając od słowniczka trudnych pojęć, poprzez oddzielne skorowidze osobowe i ciał oraz obiektów kosmicznych wymienionych w książce, a kończąc oczywiście na misjach, sondach i statkach kosmicznych.

Wydawcą jest Wydawnictwo Naukowe PWN SA. Wsparcia finansowego i merytorycznego udzieliło Centrum Badań Kosmicznych PAN — macierzysta instytucja Autora, której roli w inicjowaniu i prowadzeniu badań kosmicznych, a w szczególności badań Układu Słonecznego w Polsce nie sposób przecenić. W książce można znaleźć szereg konkretnych uwag na ten temat.

Krótko mówiąc, warto, a nawet trzeba sięgnąć po tę bardzo ciekawą i unikatową na naszym rynku wydawniczym pozycję. Tak przynajmniej było w moim przypadku…

Roman Schreiber

Gwiezdnymi szlakami Palatynatu

Astronomia nad Neckarem

Dwie historyczne stolice Palatynatu Reńskiego mają sporo do zaoferowania turystom, w tym zainteresowanym nauką. Położone w południowo-zachodnich Niemczech miasta już od niemal 300 lat są ważnym punktem na astronomicznej mapie Europy.

Miasta Heidelberg i Mannheim, oddalone od siebie o zaledwie 20 km, są położone nad rzeką Neckar, której źródło jest ulokowane ponad 300 km na południe w górach Schwarzwaldu, oba też były stolicą niewielkiego państewka znanego jako Palatynat Reński. Heidelberg jest mniejszy od Mannheim, można go przyrównać rozmiarem do Olsztyna. Malowniczo położony nad rzeką, u wylotu z jej przełomu przez góry Odenwald, jest miastem uniwersyteckim przyciągającym rzesze studentów i turystów historycznym rdzeniem oraz wyjątkową atmosferą. Mannheim, miasto partnerskie Bydgoszczy położone u ujścia Neckaru do Renu, jest dwa razy większe od Heidelbergu, ma charakter przemysłowy, nie może się też równać urokiem ze swoim sąsiadem ze wschodu, jednak oferuje kilka atrakcyjnych miejsc. W dodatku, po drugiej stronie najpotężniejszej niemieckiej rzeki znajduje się Ludwigshafen słynące z największej fabryki chemicznej w Europie.

Astronomiczne detale na XIX-wiecznym budynku biblioteki uniwersyteckiej w Heidelbergu

Przebywając w tym specyficznym trójmieście, nie mogłem się opędzić od porównań z dobrze mi znanym i słynącym z kłótni duetem toruńsko-bydgoskim. Z jedną, szczególną różnicą — te niemieckie miasta są przykładem współpracy, a nie sporów. Dodatkowo, zarówno Heidelberg, jak i Mannheim są ciekawym przystankiem na szlakach astroturystów.

Historia Palatynatu Reńskiego jest zakręcona niczym dzieje Europy Środkowej. Początkowo było to miano ziem będących własnością palatyna — zarządcy pałacu monarszego. Kilku bardziej przedsiębiorczych administratorów dorobiło się na tyle potężnych majątków, że gdy Niemcy popadały w rozdrobnienie dzielnicowe, byli w stanie stworzyć własne państewka. Tak też narodził się Palatynat Reński ze stolicą w Heidelbergu. Wpływ władcy urósł z czasem na tyle, że został on jednym z siedmiu elektorów — osób uprawnionych do wyboru cesarza. O znaczeniu ówczesnego miasta niech świadczy też fakt, że w 1386 r. ufundowano w nim uniwersytet — najstarszy w granicach dzisiejszych Niemiec. Do dziś jest to jedna z najświetniejszych uczelni Republiki Federalnej, jak i Europy, rywalizując o prymat w kraju z uczelniami monachijskimi.

Palatynat Reński zniknął z kart historii wraz z wojnami napoleońskimi, a jego terytorium ostatecznie rozdzieliły między siebie Hesja, Bawaria, Badenia i Nadrenia. Mimo to dziedzictwo tego kraju przetrwało do dziś, czy to w mowie, względnie nietypowej strukturze religijnej, czy w tożsamości lokalnej. Współcześnie większość obszaru dawnego księstwa spaja obszar metropolitarny Ren-Neckar, długi na 200 km, ale szeroki jedynie na 50, który jest jednym ze wzorowych przykładów współpracy między miastami i miasteczkami.

Mannheim, znane jako „kwadratowe miasto" dzięki swojemu barokowemu układowi urbanistycznemu, powstało jako nowa, modelowa stolica, w miejsce zniszczonego przez Francuzów Heidelbergu. Jest położone u ujścia Neckaru do Renu, w samym środku długiej Niziny Górnoreńskiej, malowniczo ograniczonej przez niskie pasma górskie od wschodu i zachodu. Mimo że miasto zostało zrujnowane w trakcie drugiej wojny światowej, zachowało kilka cennych zabytków, w tym baroko-

wy kościół pojezuicki i pałac książęcy. Przetrwała też późnobarokowa wieża dawnego obserwatorium astronomicznego, powstałego z inicjatywy księcia-elektora Karola Teodora. Do założenia instytutu astronomicznego zachęcił go Voltaire, regularnie goszczący na dworze w Mannheim. Budową zajął się czeski jezuita oraz profesor fizyki i matematyki na Uniwersytecie w Heidelbergu, Chrystian Mayer. Przy budowie obserwatorium wykorzystał on doświadczenie zdobyte w Paryżu, najważniejszym wówczas ośrodku naukowym. Był on jednym z wybitniejszych astronomów epoki, a zasłynął z obserwacji komety Halleya i tranzytów Wenus, choć jego największym osiągnięciem były pionierskie badania nad gwiazdami podwójnymi.

Z czasem Mannheim straciło na znaczeniu, zarówno politycznie, jak i naukowo. Ostatecznie instytut przeniesiono do Karlsruhe, a sąsiadująca z majestatyczną świątynią wieża stała się miejscem pracy artystów. Zabytkowe wyposażenie obserwatorium przetrwało i jest wystawiane w muzeum techniki Technoseum, do którego warto zajrzeć, szczególnie z dziećmi.

Technoseum jest położone na wschód od centrum miasta, blisko jednego z ładniejszych parków miejskich w Niemczech — Luisenparku. Opodal muzeum znajduje się także kolejna z astronomicznych atrakcji Mannheim — planetarium. Założone w 1927 r. jest jednym z najstarszych na świecie. Budynek posiada futurystyczną bryłę, jednym kojarzącą się z piramidą, a innym z lądownikiem marsjańskim. Jego kopuła jest wysoka na 20 m i może pomieścić ponad 200 widzów, a wyposażone jest od 2002 r. w projektor Universarium wyprodukowany przez Carla Zeissa. Jest to jedno z popularniejszych planetariów w kraju, odwiedzane przez ponad sto tysięcy gości rocznie.

Po zwiedzeniu Mannheim warto wybrać się do sąsiedniego Heidelbergu. Między oboma miastami można przemieszczać się zarówno pociągiem, jak i tramwajem linii nr 5, który spina sieci transportowe obu miejscowości. Wspomniany wcześniej instytut astronomiczny nie zagościł na długo w Karlsruhe, będącym stolicą Badenii, za sprawą młodego naukowca i jednego z pionierów astrofotografii, Maksa Wolfa. Urodzony w Heidelbergu, większość swojego życia spędził w „Mieście Romantyków". Przekonał on wielkiego księcia Fryderyka I do ulokowania nowego obserwatorium na górze Königstuhl, dominującej nad miastem i okolicą. Instytut uroczyście otwarto w 1898 r.

Stary Heidelberg, obszarem nieco większy od zabytkowego centrum Torunia i podobnie jak Gród Kopernika składał się ze Starego i Nowego Miasta. W XIX w. przyciągał wielu niemieckich romantyków, z Gœthem na czele i został uwieczniony w licznych malowidłach tej epoki. Nieco ponad wiek wcześniej Heidelberg został niemal doszczętnie zniszczony i odbudowany w stylu barokowym, przez co wyróżnia się architektonicznie od większości miast Niemiec. Jednocześnie przetrwał niemal bez szwanku ostatnią wielką zawieruchę wojenną tej części Europy. Panoramę zabytkowego zespołu urbanistycznego można podziwiać z bulwaru Philosophenweg, wybudowanego na zboczu sąsiedniego wzgórza. Nad miastem górują okazałe ruiny gotycko-renesansowego zamku książęcego, wzniesionego z wykorzystaniem tak charakterystycznego dla Palatynatu budulca, jakim jest piaskowiec o różowym zabarwieniu, okazale dopełniając malowniczy widok. Spod niego można na Königstuhl pojechać koleją linową, która dotarła na szczyt już w 1907 roku!

Obserwatorium w Heidelbergu funkcjonuje do dziś jako jednostka badawcza uniwersytetu, choć niemal wszystkie obserwacje są obecnie prowadzone z wykorzystaniem nowoczesnych teleskopów w różnych częściach świata lub na superkomputerach. Dziś jednak nie jest to jedyny zespół budynków na szczycie. Z instytutem sąsiaduje infrastruktura turystyczna, ale także oddział Instytutu Astronomii Towarzystwa Maksa Plancka (MPIA) — niemieckiego odpowiednika PAN. Jednym z bardziej charakterystycznych budynków MPIA jest Haus der Astronomie (Dom Astronomii) w kształcie galaktyki spiralnej, zbudowany przez Fundację Klausa Tschira, będący ośrodkiem dydaktyczno-kongresowym. Co ciekawe, znajduje się w nim także planetarium, jednak nie posiada ono stałego programu.

Zarówno obserwatorium, jak i Haus der Astronomie można zwiedzić i regularnie odbywają się „astronomiczne wycieczki po Königstuhl" w niewielkich grupach, trzeba się jednak wcześniej zameldować.

Obecnie w Heidelbergu pracuje ponad stu astronomów w pięciu instytutach badawczych i jest to, obok Paryża i Monachium, jeden z trzech największych ośrodków naukowych tej dyscypliny w Europie. Historyczne centrum miasta, pełne kawiarenek i wąskich uliczek, przyciąga studentów i turystów, jednocześnie wzorowo współpracując z sąsiadującym od zachodu bardziej nowoczesnym Mannheim. Warto poświęcić weekend i poznać dawne stolice Palatynatu Reńskiego, tętniące astronomią, nauką i historią.

Wieńczysław Bykowski

Stary Heidelberg, zamek i wznoszący się nad nimi szczyt Königstuhl

W jaki sposób i kiedy powstała Ziemia?

O czym mówią meteoryty?

Dzięki meteorytom naukowcy mają szanse w sposób „eksperymentalny" zbadać początki Układu Słonecznego. Oto najnowsze badania nad meteorytami w kontekście wiedzy o powstawaniu Ziemi i innych planet.

Od pewnego czasu pojawia się sporo artykułów dotyczących analizy składu meteorytów. Tendencja wydaje się zrozumiała, biorąc pod uwagę, że meteoryty dostarczają praktycznie jedynych próbek materii pozaziemskiej możliwych do analizy laboratoryjnej. Poza tym, to stosunkowo tanie badania, jako że materiał badawczy „sam spada z nieba". Dodatkowo okazuje się, że wyniki są bardzo interesujące i np. badając skład tych ciał, możemy „zajrzeć" do początków Układu Słonecznego. Po prostu meteoroidy podlegały stosunkowo niewielkim wpływom zewnętrznym, spokojnie krążąc w przestrzeni międzyplanetarnej i dzięki temu zachowały informację o warunkach, w jakich powstały. Istnieje więc szansa na porządną „eksperymentalną" analizę procesów, które doprowadziły do powstania planet, a w tym najbardziej nas interesującej Ziemi. Poniżej spróbujemy krótko zreferować kilka ostatnio opublikowanych prac dotyczących tego zagadnienia.

Chronologia absolutna

Na wstępie warto zauważyć, że badania meteorytów umożliwiają ustalenie absolutnej, czyli liczonej w latach, chronologii. Na przykład w 2012 r. J.N. Connelly i in (*Science,* t. 338, s. 651) opublikowali informację, że wapniowo-glinowe inkluzje (CAIs) powstały 4567,30 ± 0,16 mln lat temu. Niemal w tym samym czasie powstawały chondry — wiek ich powstawania to między 4567,32 (±0,42) do 4564,71 (±0,3) mln lat. Chondry powstały więc wyraźnie później, choć różnica nie jest wielka. Warto zwrócić uwagę na liczbę miejsc znaczących podanych powyżej liczb — dokładność jest lepsza od miliona lat. Jak łatwo się domyśleć, pomiar został wykonany przez określenie ilości długo żyjących izotopów. Konkretnie, nuklidami wyjściowymi były izotopy uranu rozpadające się do trwałych izotopów ołowiu. Pomijając szczegóły techniczne (trzeba m.in. określić wyjściową ilość izotopów uranu), mierzono stosunek ilościowy ^{207}Pb do ^{206}Pb. Jak się okazuje, obie przedstawione wartości wydają się kluczowe w ewolucji pierwszych kilkunastu milionów lat istnienia Układu Słonecznego, a wyższa z nich (powstawanie CAIs) może w ogóle zostać uznana za wiek powstania Układu Słonecznego.

W lutym 2017 r. ukazał się w *Science* raport (H.Wang i in., t. 355, s. 623) dotyczący badania własności magnetycznych takich bardzo wcześnie powstałych meteorytów. W pracy przedstawiono wyniki badań czterech meteorytów pochodzenia wulkanicznego, zwanych angrytami. Konkretnie badano meteoryty zwane D'Orbigny, Sahara 99555, Asuka 881371 oraz nieco młodszy Angra dos Reis. Wiek tych meteorytów to odpowiednio 4563,37 (±0,12), 4563,54 (±0,14), 4562,4 (±1,6) oraz 4556,51 (±0,11). Oczywiście wszystkie wartości w mln lat p.n.e. Jak łatwo zauważyć, pierwsze trzy z tych meteorytów powstały niemal jednocześnie, a jedynie ostatni jest nieco późniejszy. Różni je też historia. Wprawdzie wszystkie powstały w gorącym (stopionym) środowisku, jednak chłodziły się zupełnie inaczej. Pierwsze trzy stygły bardzo szybko, 10–50 stopni na godzinę, a w przypadku ostatniego wyniosło to mniej niż stopień na tysiąclecie. Z powyższych danych nietrudno wywnioskować, że wszystkie powstały wewnątrz stosunkowo dużych ciał. Na tyle dużych, by ich wnętrza uległy stopieniu (o średnicach rzędu 100 i więcej kilometrów), a ciała zróżnicowaniu na jądro i płaszcz. Macierzyste ciała pierwszych trzech meteorytów doznały kolizji i uległy rozpadowi, zanim ich wnętrze zostało wychłodzone. Materia meteorytu Angra dos Reis spokojnie wystygła w macierzystym ciele. Również i to ciało rozpadło się w początkach historii Układu Słonecznego, co oznacza, że nie było duże, jako że zdążyło się szybko wychłodzić. Jak twierdzą autorzy pracy, wszystkie wspomniane meteoryty spokojnie przeżyły czas między rozpadem macierzystych ciał a zderzeniem z Ziemią, nie ulegając metamorfizacji ani nie będąc istotnie ogrzewane. Badania przeprowadzone w MIT wykazały, że zawarte w nich namagnesowane ziarna są stabilne magnetycznie do temperatur rzędu kilkuset stopni Celsjusza (D'Orbigny do 400/500, a Angra dos Reis do około 200). Tym samym ich magnetyzm świadczy o polu magnetycznym, w którym stygły. Starsze trzy meteoryty stygły w bardzo słabym polu, mniejszym od 0,6 μT. Z ocen ich wieku wynika, że działo się to około 3,8 mln lat po powstaniu Układu Słonecznego (rozumianego jako powstanie CAIs). Oznacza to, że w tym momencie pole magnetyczne w odległości 1–3 au od młodego Słońca praktycznie zanikło. Pomiary magnetyczne chondr (R.R. Fu i in., *Science* 346, 2014, s. 346) wskazują, że w mgławicy powstającego układu planetarnego pole magnetyczne wynosiło 5–50 μT. I to pole miało istotne znaczenie, m.in. przenosząc moment pędu z młodego Słońca do powstających planet. Z pracy Wanga wynika, że pole magnetyczne zanikło około 3,8 mln lat po powstaniu Układu Słonecznego, a z jego zanikiem można wiązać zanik mgławicy i ocenić, że stało się to niemal błyskawiczne — w czasie rzędu 100 tys. lat. Zgadza się to z tym, co obserwuje się w przypadku młodych gwiazd. Obserwując młode układy planetarne, można stwierdzić, że mgławica zanika 2–6 mln lat po powstaniu. Zakładając, że pole magnetyczne ma zasadniczy wpływ na powstające Słońce, oceniono (Wang),

Meteoroid — okruch skalny poruszający się w przestrzeni międzyplanetarnej. Meteoroidy mają rozmiary od ułamków milimetrów do metrów. Ciała większe określane są jako planetoidy (albo np. komety), natomiast mniejsze stanowią pył kosmiczny.

Meteoryt — pozostałość po upadku meteoroidu na powierzchnię Ziemi lub innej planety.

Planetozymal — bryła pierwotnej materii w dysku protoplanetarnym w początkowym okresie formowania się układu planetarnego. Planetozymale zderzały się ze sobą, tworząc protoplanety. Termin „planetozymal" pochodzi od połączenia matematycznego terminu „infinitezymalny" (nieskończenie mały) i terminu „planeta".

Pierwiastki syderofilne — inaczej: pierwiastki żelazolubne, czyli takie, które łatwiej tworzą związki chemiczne z żelazem niż z tlenem lub siarką. Do tego rodzaju pierwiastków należą żelazo, kobalt, nikiel, platynowce.

Pierwiastki litofilne — inaczej: pierwiastki skałolubne, łatwo reagują z tlenem, tworząc związki trudno lotne, takie jak krzemiany, glinokrzemiany, tlenki, sole kwasów tlenowych. Do te rodzaju pierwiastków należą sód, potas, magnez, wapń, glin, krzem, tytan, mangan.

że w momencie zaniku pola akrecja na Słońce spadła do mniej niż 10^{-9} $M_\odot$ na rok. Czyli w tym momencie zakończyło się budowa Słońca. Można dodać, że wartość ta we wcześniejszym okresie była 10–100 razy większa (Fu).

Wspomniany już nieco młodszy meteoryt Angra dos Reis przebywał dłużej wewnątrz macierzystego ciała. Własności magnetyczne zawartych w nim ziaren wskazują na przebywanie w trakcie jego stygnięcia w polu magnetycznym około 17 μT. Oczywistym jego źródłem jest dynamo działające wewnątrz macierzystego planetozymala. Jeżeli wcześniejsze meteoryty takiego pola nie wykazują, należy sądzić, że dynamo wewnątrz tego typu ciał zaczęło działać między 4 a 11 mln lat po powstaniu Układu Słonecznego. Ostatnia wartość oczywiście wynika z oceny czasu stygnięcia planetozymala.

Fragment kamiennego meteorytu Angra dos Reis, od którego wywodzi się nazwa angrytów, grupy meteorytów należących do achondrytów. Źródło: www.meteoritestudies.com

Jak przebiegało powstawanie planet?

Czas zaniku mgławicy ma również wpływ na powstawanie planet. Uzyskane dane nie przeczą możliwości powstania olbrzymów, szybko powstających w wyniku niestabilności grawitacyjnej. Planety skaliste powstają prawdopodobnie nieco dłużej i dzieje się to już po zaniku mgławicy. Mechanizm polega na sklejaniu się planetozymali w większe ciało. Nietrudno zauważyć, że zderzenia prowadzące do sklejania muszą następować z niewielką prędkością, czyli zderzające się ciała powinny być przed zderzeniem na zbliżonych orbitach. W przeciwnym wypadku zderzenia byłyby na tyle gwałtowne, że bardziej prawdopodobny byłby rozpad. Jeżeli zauważyć, że w Układzie Słonecznym każdej odległości od Słońca odpowiada nieco inny skład izotopowy, to materia różnych planet powinna charakteryzować się innym składem izotopowym. I tak rzeczywiście jest. Gdy planeta urośnie do znacznych rozmiarów, a pozostałe planetozymale będą dużo od niej mniejsze, to nawet gwałtowne zderzenie nie spowoduje rozpadu planety. W takim momencie zaczyna mieć znaczenie zwykła chemia. Po prostu pewne pierwiastki się ze sobą łączą, a inne tego nie lubią. Z tego punktu widzenia możemy je ustawić w szeregu. Na jednym końcu szeregu umieścimy pierwiastki rozpuszczalne w żelazie, czyli tzw. pierwiastki syderofilne. Na drugim jego końcu znajdą się pierwiastki litofilne, czyli nierozpuszczalne w żelazie. Jest oczywiste, że ponieważ planety są zróżnicowane wewnętrznie, czyli w znacznej mierze roztopione, to pierwiastki syderofilne wraz z żelazem znajdą się w jądrze. Na odwrót, pierwiastki litofilne utworzą płaszcz planety. Planeta z czasem stygnie i niewielki meteoroid, uderzając w zestalony płaszcz, pozostawi przyniesione pierwiastki syderofilne w tym płaszczu. Gdy przyjrzymy się temu bliżej, zobaczymy, że pozwala to na przynajmniej częściowe odtworzenie procesu tworzenia się planety. I takie prace się ostatnio często pojawiają. Spróbujemy niektóre z nich omówić. Otóż w tomie 541 *Nature* z 23 stycznia 2017 r. pojawiły się dwie takie prace (N. Dauphas, s. 521 i M. Fischer-Gödde & T. Kleine, s. 525) oraz ich omówienie (R.W. Carlson, s. 468). W omówieniu R. W. Carlson zwraca uwagę, że obecne badania wskazują na konieczność zmiany obrazu powstawania planet skalistych, a konkretnie Ziemi. Mniej ogólna wydaje się praca M. Fischer-Gödde & T. Kleine'a, dotycząca zawartości rutenu w skorupie ziemskiej. I od niej zaczniemy. Ruten zawarty w skorupie ziemskiej jako zdecydowanie syderofilny pierwiastek pochodzi z ostatniej fazy wzrostu naszej planety, odpowiadającej za ostatnie 0,5% masy Ziemi. Stosunek rozpowszechnienia izotopów rutenu jest dobrze określony dla różnych rodzajów meteorytów i dlatego można określić, z jakiej okolicy Układu Słonecznego pochodzi dana próbka. W sumie pomiary rozpowszechnienia izotopów tego pierwiastka (i skorelowanego z nim rozpowszechnienia molibdenu) w skorupie ziemskiej umożliwia stwierdzenie, skąd pochodziły planetozymale odpowiadające za ostatnie stadium wzrostu naszej planety. Problem jest istotny z powodu istnienia na Ziemi oceanów. Oceaniczna woda musiała zostać na Ziemię jakoś dostarczona. Jest dosyć oczywiste, że została dostarczona z zewnętrznych obszarów Układu Słonecznego leżących poza tzw. linią śniegu. I tu pojawiają się dwie zasadniczo różne możliwości. Albo stało się to na końcu wzrostu Ziemi, albo woda była dostarczana przez większość okresu wzrostu Ziemi. To ostatnie wydaje się mało prawdopodobne, bo gwałtowne zderzenia pierwszej fazy wzrostu planety nie sprzyjają zachowaniu lotnych substancji. Jednak rozpowszechnienie izotopów rutenu przedstawione przez Fischer-Gödde i Kleine'a zdaje się wskazywać, że za ostatni okres wzrostu Ziemi odpowiadają planetozymale powstałe w wewnętrznych, suchych, obszarach Układu Słonecznego. Dlatego, jak zauważa Carlson, stanowi to wyzwanie dla naszego rozumienia, jak Ziemia uzyskała swoją wodę.

Nieco bardziej ogólna wydaje się praca Dauphasa. Przy pomocy bardzo prostego analitycznego modelu uzyskuje on coś, co nazywa funkcją gęstości prawdopodobieństwa dostarczania pierwiastków na Ziemię. Nie wchodząc w szczegóły (dość proste, zainteresowany znajdzie je w cytowanej pracy), obliczenie tej funkcji umożliwia określenie, w jakim okresie powstawania planety dany pierwiastek został dostarczony do płaszcza Ziemi. Oczywiście mocno litofilne pierwiastki niemal całkowicie pozostają w płaszczu. Na odwrót, prawie wszystkie syderofilne pierwiastki toną w jądrze, więc ruten i molibden znajdowany w płaszczu mógł zostać dostarczony na Ziemię jedynie w ostatnich stadiach jej formowania, gdy już istniała praktyczne cała Ziemia. W modelu opisanym przez Dauphasa rolę czasu pełni procent akreowanej masy — absolutna chronologia wydaje się, jak na razie, niemożliwa. Dauphas otrzymuje, że np. umiarkowanie syderofilny chrom znajdujący się w płaszczu pochodzi z praktycznie całego okresu powstawania Ziemi, natomiast nikiel już tylko z ostatnich 39% procent akrecji (do płaszcza dostarczyły go planetozymale odpowiadające za ostatnie 39% wzrostu masy Ziemi). Jeżeli te rachunki są poprawne, a Dauphas twierdzi, że przy znacznie bardziej rozbudowanym modelu wyniki są podobne (czyli wyniki są „model independent" albo inaczej mówiąc realne), oznacza to, że udało się stwierdzić, w jaki sposób powstawał skład chemiczny Ziemi. Oczywiście dalszym krokiem (w pewnym stopniu przedstawionym w omawianej pracy) jest określenie, skąd (z jakich rejonów Układu Słonecznego) pochodziły planetozymale, z których powstała nasza planeta. Tym samym wydaje się, że zarysowuje się zdumiewająco szczegółowy scenariusz powstania Ziemi. Czy zostanie potwierdzony, dowiemy się pewnie już w najbliższych latach.

Jerzy Kuczyński

Zdalna obsługa stacji bolidowych

Głównym celem działania stacji bolidowej jest obserwacja zjawisk meteorowych wpadających w ziemską atmosferę, a akże wyznaczanie ich trajektorii, orbit a w przypadku wyjątkowo dużego bolida obliczenie przybliżonego miejsca spadku na podstawie obserwacji uzyskanych z kilku miejsc w Polsce. Aby zadanie to wykonywane było jak najlepiej sprzęt musi uruchamiać się codziennie każdego dnia zaraz po zachodzie Słońca. Zadanie to, choć proste, nie zawsze jest wykonywane. Każdemu zdarza się zapomnieć o uruchomieniu komputera, lub operator po prostu wyjedzie, a sprzęt nie uruchomi się. W ten sposób tracone są cenne dane do analizy. Sposób na rozwiązanie tego problemu jest jeden — zautomatyzować pracę stacji bolidowej.

Jeszcze kilka lat temu było nie do pomyślenia, aby zdalnie obsługiwać stację bolidową. Słabe łącze internetowe, awaryjne komputery oraz mocno ograniczona pojemność dysków powodowały, że operator musiał stale być przy swoim sprzęcie. Ludzie, często myśląc o założeniu stacji bolidowej, twierdzą, że skoro rzadko bywają w miejscu, w którym miałaby działać, to nie będzie możliwa regularna praca. Dynamiczny rozwój technologii spowodował, że dzisiaj w każdym miejscu na świecie możemy łączyć się z resztą świata, a gigabajty transferu poprzez internet kosztują grosze. W tym artykule postanowiłem opisać, jak wygląda obsługa 7 kamer obserwujących niebo w różnych miejscach w Polsce przez jednego obserwatora mieszkającego w Warszawie.

Zdalny dostęp do komputerów

Każdej nocy kamery Polskiej Sieci Bolidowej zapisują gigabajty danych, wśród których oprócz meteorów pojawiają się przeloty satelitów, samolotów czy różnych ciekawskich owadów. Wiadomo, że jeżeli kamera wisi pod bardzo ciemnym niebem, a w pobliżu nie ma żadnych lamp, które oświetlałyby latające stworzenia w ten sposób, że wywołują one detekcję, to liczba zjawisk niepożądanych jest bardzo mała, ale jak wiemy, ciemnych miejsc w Polsce jest coraz mniej. Zdarzają się noce, podczas których szybko przemieszczające się niskie chmury wywołują ciągłe detekcje. Efektem takiej niepogodnej nocy jest zapisanie kilku tysięcy „zjawisk", które zajmą całą wolną przestrzeń dysku twardego. W takim przypadku ważne jest, aby mieć łączność z komputerem obsługującym stację. Z pomocą przychodzi bardzo dobrze sprawujący się, łatwy i przyjemny program Teamviewer. Aplikacja pozwala na uzyskanie zdalnego dostępu do komputera obsługującego kamerę. Wystarczy tylko, że podamy numer komputera oraz hasło dostępu i mamy dostęp do wirtualnego pulpitu komputera. W każdej chwili możemy się zalogować i dokonać redukcji danych, pozbywając się zapisów niezwiązanych z meteorami, a następnie dokonać wstępnej analizy i przesłać je na serwer.

Brak łącza internetowego

Bywają miejsca, w których łącze internetowe jest bardzo słabe lub w ogóle go nie ma. Powodem może tu być duża odległość peceta od routera i brak możliwości połączenia kablem. Wtedy uzyskanie zdalnego dostępu do komputera, jak już się uda, jest tak słabe, że nie jesteśmy w stanie nic zrobić. Na szczęście takich stacji jest niewiele. Jedną z nich jest PFN70 zlokalizowana w Kodniu. Dane zgrywane są przez osobę zajmującą się stacją i wysyłane z miejsca z dostępem do internetu lub dostarczane osobiście na nośniku pamięci.

Kamery PFN nie są montowane tylko na prywatnych dachach. Zainteresowanie obserwacjami wykazują również placówki naukowe, takie jak Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Opolski, czy szkoły lub obserwatoria. W takim przypadku często z powodów bezpieczeństwa niemożliwy

Struktura danych generowana przez automat eksportujący dane na serwer zewnętrzny

jest zdalny dostęp, który może mieć tylko osoba upoważniona (np. pracownik Uniwersytetu). Dane każdego dnia są przesyłane na zewnętrzny serwer, przez który możemy pobrać folder z danymi.

Proces udostępniania danych został z czasem zautomatyzowany i teraz po każdej nocy mamy dostęp do świeżych danych.

Z brakiem dostępu do internetu wiąże się również brak możliwości synchronizacji czasu. Jest to bardzo ważny aspekt w obserwacjach video, dzięki któremu możliwe jest bardzo precyzyjne wyznaczenie trajektorii meteorów zaobserwowanych przez przynajmniej dwie kamery obserwujące ten sam obszar nieba. Aby wyniki były jak najlepsze, czas we wszystkich stacjach musi być ten sam co do sekundy. Gdy mamy dostęp do internetu problem ten rozwiązujemy poprzez zastosowanie programu służącego do synchronizacji czasu np. Dimmension4. W przypadku, gdy komputer jest odcięty od łącza internetowego rozwiązanie tego problemu wiąże się z zakupem anteny gps. Jest to małe urządzenie, które możemy podłączyć poprzez USB do komputera.

Konstrukcja „czarnej skrzynki" w wersji z telefonem komórkowym

„Czarna skrzynka" gotowa do pracy

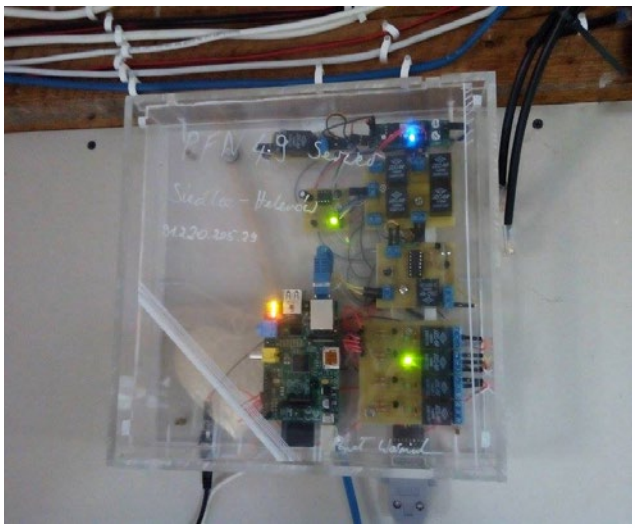
Autostart komputerów

Ze względu na oszczędności związane ze zużywaniem prądu obserwatorzy starają się (w szczególności latem, gdy dni są długie) wyłączać swoje komputery na dzień i uruchamiać je na noc. Jeśli jednak nasza stacja oddalona jest kilkadziesiąt czy kilkaset kilometrów od nas, to pojawia się pewien problem.

Najwygodniej, jeśli w BIOS-ie komputera można ustawić włączanie o określonej godzinie. Jeśli opcji takiej nie ma — możemy skorzystać z zewnętrznego włącznika z programatorem czasowym i gniazdkiem, do którego podłączymy komputer — ale tylko pod warunkiem, że w BIOS-ie jest opcja „uruchom ponownie komputer po przywróceniu zasilania". Wówczas komputer uruchomi się, kiedy po okresie bez zasilania zegar (programator) włączy napięcie.

Pomijając jednak aspekty związane z komputerem, zdarzają się noce, w które kamerom uda się złapać naprawdę okazały bolid, który mógł dać spadek meteorytu. Sytuacja taka wymaga jak najszybszego dostarczenia danych, które posłużą do obliczenia miejsca spadku. W przypadku, gdy komputer po zakończeniu obserwacji wyłączył się, a nas nie ma w domu musimy czekać cały dzień, aby pobrać dane i przesłać dalej.

Aby umożliwić natychmiastową reakcję i możliwość zaglądania do danych o każdej porze dnia a jednocześnie zachować oszczędność prądu, Paweł Woźniak, który jest operatorem stacji PFN49, zaczął opracowywać różne metody, które były pomocne w wyżej opisanych sytuacjach.



System automatycznego wybudzania stacji oparty o platformę komputerową Raspberry Pi

1. Start przez telefon

Pierwszy pomysł był bardzo prosty i dość skuteczny. Skonstruowana została mała skrzynka (nazwana przez nas „czarną skrzynką"), której wnętrze zostało dobrze odseparowane od światła. W środku został zamknięty jakiś tani model telefonu komórkowego (w tym konkretnym przypadku był to Samsung Avila). Na wyświetlaczu zamontowano fotodiodę. Układ podłączono do włącznika komputera. W momencie gdy dzwoniło się na numer telefonu siedzącego w skrzynce, wyświetlacz świecił i komputer uruchamiał się. Wystarczyło raz do roku doładować telefon za 5 zł, aby karta SIM nie wygasła.

Metoda bardzo wygodna, jeśli faktycznie poleciał jakiś bolid i trzeba było szybko działać. Ale żeby w ten sposób uruchamiać stacje bolidowe każdego dnia po zmroku? Często zdarzało mi się o tym zapomnieć albo miałem rozładowany telefon, albo brak środków na koncie.

Pomysł dobry, ale nie do codziennego użytku.

2. Raspberry PI

Pewnego dnia w ręce Pawła wpadła jedna z wersji Raspberry PI[1]. Urządzenie dało nam sporo możliwości. Udało się połączyć w pełni automatyczne uruchamianie stacji i możliwość uruchomienia jej w każdej chwili za dnia.

Napisany został program, który zawierał kalendarz zachodów Słońca i wydawał polecenie uruchamiania stacji. Podłączenie „malinki" do internetu umożliwiło uruchomienie małej strony internetowej, przez którą mogliśmy o dowolnej godzinie uruchomić stację.

Użycie raspberry daje jeszcze sporo innych możliwości, nad którymi pracujemy. Jednym z nich jest informowanie użytkownika sms-em o jasnym zjawisku.

Wygląd strony internetowej służącej do zdalnej obsługi stacji PFN 49 wyposażoną w układ z Raspberry Pi

Jak widać, obsługa stacji bolidowej nie wymaga od obserwatora bezpośredniego dostępu do komputera na co dzień. Kamera może wisieć w dowolnym miejscu na Ziemi. Wystarczy, że będzie tam dostęp do internetu, co w dzisiejszych czasach nie jest problemem.

Maciej Myszkiewicz

[1] Raspberry PI to niewielki układ elektroniczny na bazie jednej płytki drukowanej będący pełnoprawnym mikrokomputerem pracującym pod systemem operacyjnym z rodziny Linux (zapisanym np. na karcie SD), dający możliwość rozbudowy za pomocą gniazd USB.

C/2017 K2 (Pan-STARRS) — jasna kometa w 2023 roku?

W poszukiwaniu wielkiej komety

Co roku są odkrywane setki nowych komet, z których tylko nieliczne mają wystarczającą jasność do obserwacji amatorskich. Przybycie tych najbardziej spektakularnych, wielkich komet, choć wyjątkowo rzadkie, wciąż porusza naszą wyobraźnię. Kolejny taki obiekt wydaje się kwestią czasu, kiedy więc możemy zacząć odliczanie?

Jest lipiec roku 1995. Dwaj astronomowie amatorowie — Alan Hale i Thomas Bopp w pobliżu gromady kulistej M70 spostrzegają, niezależnie od siebie, niewielki rozmyty obiekt, którego nie są w stanie powiązać z żadnym innym znanym obiektem mgławicowym. Następnego dnia za pomocą cyrkularza nr 6187 Biuro Telegramów Astronomicznych Międzynarodowej Unii Astronomicznej informuje o odkryciu nowej komety — C/1995 O1. Wszystkich zdumiewają już pierwsze wyliczenia elementów jej orbity. Ciało niebieskie odkryto co prawda w rozległym asteryzmie Czajniczek, ale to nie za jego sprawą atmosfera towarzysząca temu obiektowi jest gorąca. Świat obiega wieść o nadchodzącej komecie, wielokrotnie większej od komety Halleya, która może uzyskać ujemną jasność, pod tym względem ustępując jedynie Słońcu i Księżycowi. Obserwatorzy mający możliwość zobaczenia wiosną 1997 r. komety Hale'a-Boppa mogą tylko przypuszczać, czy i kiedy przydarzy im się jeszcze obserwacja obiektu przynajmniej do niej zbliżonego. Pozostali wciąż zachodzą w głowę, jakie to uczucie podziwiać tak jasną „gwiazdę z warkoczem". Gdzie zatem można jej szukać? Na niebie, rzecz jasna.

Jest rok 2017, koniec maja. Usytuowane na szczytach hawajskich wulkanów obserwatorium Pan-STARRS rejestruje obiekt o jasności 20 mag, przemierzający gwiazdozbiór Smoka. 24 maja odkrycie zostaje potwierdzone cyrkularzem będącego pod jurysdykcją Międzynarodowej Unii Astronomicznej Minor Planet Center. Najwcześniejsze wyliczenia orbity, traktowane z odpowiednim dystansem, niczym nie zadziwiały. 14 pierwszych pomiarów astrometrycznych pozwoliło jedynie na szczątkowe obliczenie orbity obiektu, który miałby przejść przez peryhelium w 2027 r., pozostając raczej słabym i trudnym do zaobserwowania. Uzupełnienie danych do 50, a później 170 pomiarów pozwoliło na przesunięcie peryhelium do stycznia 2023 r. Wówczas kometa Pan-STARRS miałaby zbliżyć się do Słońca na 1,8 au (a więc nie przecinając orbity Ziemi) i w maksimum blasku osiągnąć około 5 mag, będąc widoczną głównie z południowej półkuli.

Czym może zaskoczyć nas obiekt prawdopodobnie niewystarczająco jasny na miano wielkiej komety, w dodatku tak długo przed peryhelium? Okazuje się, że nie jest to kometa, jakich wiele w Układzie Słonecznym. W chwili odkrycia C/2017 K2 (Pan-STARRS) znajduje się bowiem blisko orbity Urana, w odległości około 16 au od Słońca (i Ziemi). Odkrywanie tak dalekich komet to wciąż prawdziwa rzadkość! Wielka Kometa z 1997 r. (jak śmiało można nazwać C/1995 O1 (Hale-Bopp)) została odkryta nie aż na sześć, lecz na dwa lata przed przejściem przez peryhelium swojej orbity. Znajdowała się wówczas niewiele ponad 7 au od Słońca i była dosyć jasnym obiektem (10,5 mag). Zwykle kometarna natura małych ciał Układu Słonecznego uwidacznia się dopiero w okolicach orbity Jowisza (ok. 5 au od Słońca), kiedy w wyniku rozpoczynającej się sublimacji lodów, jądro komety zaczyna spowijać gazowa otoczka. W przypadku ponadnormowo aktywnej C/1995 O1 obecność komy nie budziła żadnych wątpliwości już w chwili odkrycia, dwie jednostki astronomiczne poza orbitą największego gazowego olbrzyma. Stąd nie mniejsze zdziwienie wzbudziło zaobserwowanie niegwiazdopodobnej a rozmytej struktury słabiutkiej C/2017 K2 (Pan-STARRS). Jest gazowa otoczka! Jeszcze daleko poza orbitą Saturna, zaledwie o średnicę ziemskiej orbity bliżej Słońca niż lodowaty Uran. Kiedy w czasie ostatniego powrotu po raz pierwszy odnaleziono kometę Halleya w odległości 11 au od Słońca, była słabsza o 4 wielkości gwiazdowe i zdecydowanie gwiazdopodobna, co oznacza, że typowa aktywność kometarna *Pierwszej wśród komet* była jeszcze uśpiona w zimnych rubieżach przestrzeni międzyplanetarnej.

Należy również wspomnieć, że *mizerne*, jak mogłoby się wydawać, 20 mag w odległości 16 au od Słońca czyni C/2017 K2 kometą stosunkowo jasną. Dla porównania, inna kometa odkryta w ramach projektu Pan-STARRS — C/2011 L4, widoczna gołym okiem przed czterema laty, w odległości 16 au od Słońca miałaby ok. 24 mag. C/2014 Q2 (Lovejoy) natomiast — zaledwie około 35 mag, co w praktyce oznacza, że aby ją dostrzec, mogłyby nie wystarczyć najlepsze kosmiczne teleskopy (zasięg gwiazdowy teleskopu Hubble'a wynosi właśnie około 35 mag). Co prawda 19,5–20 mag nowo odkrytej komety Pan-STARRS nie może się równać z szesnastoma komety Hale'a-Boppa, jaką mogłaby uzyskać zaobserwowana odpowiednio wcześniej. Jednak w przypadku C/1995 O1 nie ma się co dziwić — w końcu to obiekt o ujemnej jasności absolutnej. Jasność absolutną C/2017 K2 (Pan-STARRS) początkowo wyznaczono na ok. 1,5–1,7 mag, jednak obecnie mówi się już nawet o 0,5 mag! Oznacza to jasność, jaką miałaby kometa oddalona od Słońca i Ziemi (obserwatora) o jedną jednostkę astronomiczną.

W przeciwieństwie do komety Hale'a-Boppa, dla której po odkryciu odnaleziono obserwacje jeszcze z 1993 r. (tzw. *prediscovery*), które wzbogacając dane z 1995 r. pozwoliły na w miarę szybkie ustalenie orbity obiektu z dobrą dokładnością; astrometria C/2017 K2 (Pan-STARRS) przysporzyła znacznie więcej kłopotów ze względu na małą ilość danych. Jedne z pierwszych obliczeń wskazywały nawet na okresową naturę obiektu, mającego powracać w okolice Słońca co 125 lat. Gdyby dokładniejsze kalkulacje to potwierdziły, kometę z pewnością obserwowano by w czasie jej wcześniejszego (wcześniejszych?) powrotów, choć i wtenczas większe szanse na jej dostrzeżenie mieliby mieszkańcy południowej półkuli, gdzie do niedawna nie było rozwiniętej sieci obserwatoriów mających możliwość odnalezienia nowego obiektu. Mogła nam umknąć. Poszukiwania dogodnej kandydatki u schyłku XIX w. spaliły na panewce, a trzeba też przyznać, że sama dyskusja nad możliwością powiązania nowej komety z innym obiektem z przeszłości była mocno przedwczesna, mając na uwadze niedokładność w ustaleniu jej orbity wokół Słońca.

Mówiło się także o nieokresowości bądź długookresowości komety Pan-STARRS. Ekscentryczność wynosząca niemal 1 oznacza bardzo wydłużoną, prawie paraboliczną orbitę, co stawiałoby jej sytuację w zupełnie innym świetle, ustalając okres orbitalny nie na setki, a tysiące lat. Niewykluczone, że kolejne publikacje dotyczące elementów orbity z wykorzystaniem więcej niż 170 obserwacji (te ostatnie poja-

wiły się w połowie czerwca) potwierdzą ekscentryczność bliską 1, co przy tak znakomicie wydłużonej orbicie może poddawać pod wątpliwość, czy C/2017 K2 w ogóle pozostanie w Układzie Słonecznym. Taka ewentualność jeszcze bardziej upodobniałaby nową kometę do stosunkowo jasnej C/2015 V2 (Johnson), którą do końca czerwca można było obserwować z terenów Polski. Kometa Johnsona, poruszająca się po orbicie hiperbolicznej, z całą pewnością opuści Układ Słoneczny. Co więcej, 12 czerwca przeszła przez peryhelium w odległości 1,6 au od Słońca, czyli całkiem podobnej do tej, na jaką za 5,5 roku ma zbliżyć się kometa Pan-STARRS.

Przy nie mniej prawdopodobnym, a przy tym nieco lepszym scenariuszu, kometa Pan-STARRS miałaby w przeciągu nieco ponad 350 lat dokonywać pełnego okrążenia wokół Słońca, stając się jedną z komet okresowych o najdłuższym znanym okresie orbitalnym, porównywalnym z kometą Heweliusza. Po uzyskaniu większej liczby obserwacji zostaną opublikowane znacznie dokładniejsze wyliczenia, które powinny zamknąć pole do dywagacji nad wyglądem orbity tego obiektu. Być może nastąpi to jeszcze przed ukazaniem się niniejszego numeru, dlatego warto śledzić najnowsze cyrkularze MPEC (http://www.minorplanetcenter.net/mpec/RecentMPECs.html) i portal internetowy „Uranii". Dokładne poznanie orbity bezpośrednio przekłada się na prognozy dotyczące danej komety. Jeśli okaże się, że mamy do czynienia z kometą jednopojawieniową, a więc „młodą", po raz pierwszy przybywającą w bliskie rejony Słońca, wówczas jej wzrost jasności może okazać się nieco mniejszy od spodziewanego, przez co w maksimum zamiast oczekiwanych 5, osiągnie w granicach 7–8 mag. Paliwem napędzającym aktywność młodych komet jest bowiem sublimacja zlodowaciałej skorupy wokół jądra, niemającej do tej pory kontaktu z ciepłem słonecznym. „Stare" komety, regularnie powracające w obszary Słońca są pozbawione tej powierzchownej zmarzliny, wystawiając położone głębiej wewnątrz jądra złoża lodu na działanie promieniowania Dziennej Gwiazdy. W zależności od wielkości aktywnych złóż kształtuje się aktywność całego obiektu, co nieraz może sprawić pozytywną niespodziankę za sprawą wybuchów aktywności lub stałego jaśnienia w szybszym tempie niż to zakładane przez prognozy.

Zmiana terminu X Konferencji SOK PTMA

Nastąpiło tygodniowe przesunięcie terminu konferencji Sekcji Obserwatorów Komet PTMA. W imieniu Sekcji zapraszamy w dn. 6–8 października 2017 r. do Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego w Niepołomicach.

Zapisy:

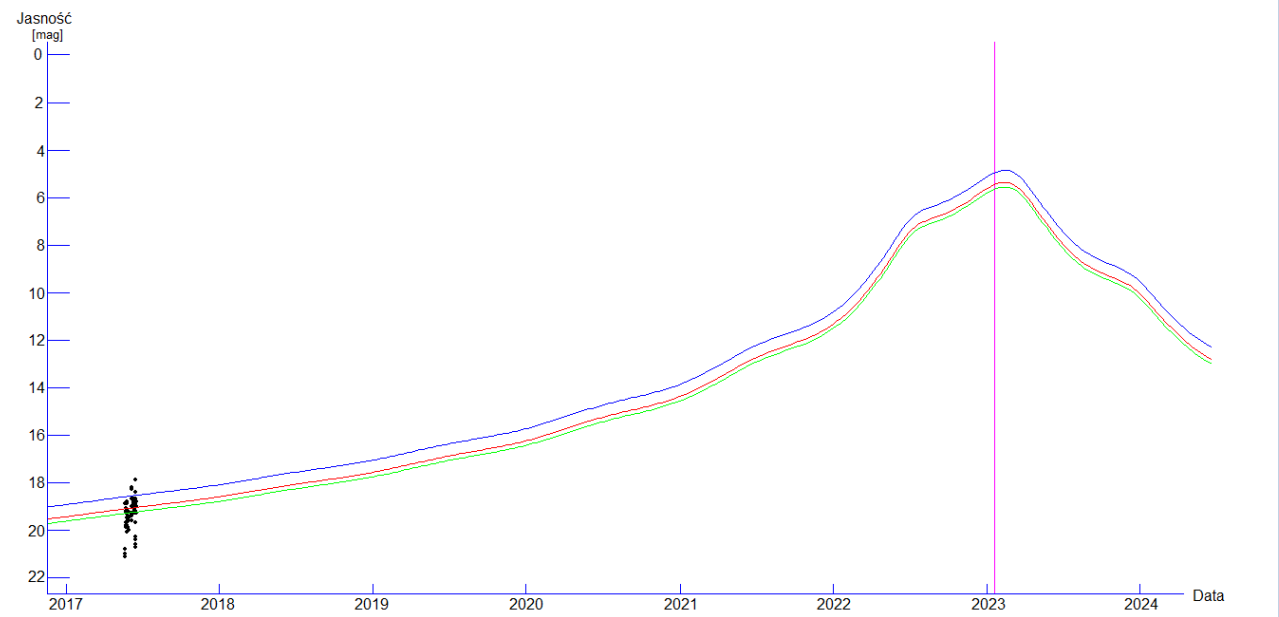
- na stronie internetowej: www.sok.ptma.pl/rejestracja/
- korespondencyjnie: PTMA Oddz. w Kielcach, ul. Warszawska 284, 25-414 Kielce
- w dowolnym oddziale terenowym PTMA

Uczestnictwo w konferencji jest bezpłatne, zapisani słuchacze i prelegenci mają zapewnione wyżywienie. Za wniesieniem opłaty możliwe jest zakwaterowanie na terenie MOA w czasie trwania konferencji (30 zł/dobę).

Zapraszamy

W Polsce C/2017 K2 (Pan-STARRS) będzie widoczna do połowy 2022 r. Do tego czasu powinna osiągnąć jasność lornetkową, ok. 7–8 mag. Wtedy też znajdzie się najbliżej Ziemi, w odległości niecałych 2 au. Nie jest to najkorzystniejsza możliwość. Gdyby oba ciała znalazły się bliżej siebie, z pewnością rozmowy o widowiskowej jasności byłyby znacznie bardziej uzasadnione. W czasie maksimum zobaczą ją już tylko mieszkańcy z południowej części globu. Na poznanie losów komety Pan-STARRS przyjdzie nam jeszcze poczekać. Również długo wyczekiwaną, choć bardziej przewidywalną będzie 46P/Wirtanen, która pod koniec przyszłego roku uzyska ok. 3–4 mag na polskim niebie. Wygląda na to, że na całkiem jasny obiekt nie będziemy musieli bardzo długo czekać.

Mikołaj Sabat



Prognozowana jasność C/2017 K2 na podstawie obserwacji z MPEC w zależności od jasności absolutnej (0,5 mag — kolor niebieski, 1 mag — czerwony, 1,5 mag — zielony). Fioletowa linia wyznacza moment peryhelium

Grupowe zdjęcie uczestników obozu ESO Astronomy Camp 2016. Fot. L. Polo

ESO Astronomy Camp — poradnik przetrwania

Co roku Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) organizuje we Włoszech dla młodzieży obóz astronomiczny o nazwie ESO Astronomy Camp. Oto praktyczne porady od polskich uczestników poprzedniej edycji obozu. W tym roku część z opisywanych atrakcji będzie zapewne wyglądać podobnie, a niektóre mogą być nieco różne. Zachęcamy do udziału w obozie!

Obozowicze

Jak w przypadku każdego obozu, najważniejsze nie są tu zajęcia, ale kontakt z innymi osobami. Wbrew pozorom, nie będą to tylko Europejczycy! Na naszym obozie pojawiły się osoby z przeróżnych zakątków świata, od Chin i Pakistanu, przez Stany Zjednoczone, aż po Brazylię i Urugwaj! Podstawowym wymogiem jest więc język angielski, opanowany w stopniu przynajmniej komunikatywnym. Bez niego nie wyciągnięcie żadnej wiedzy z wykładów ani nawet nie dacie rady porozumieć się z innymi obozowiczami. Podobnie jak my, zostaniecie prawdopodobnie podzieleni na kilka grup, w których będziecie później pracować, uczyć się oraz przede wszystkim — dobrze się bawić. W wolnych chwilach spędzicie czas na rozmowach, dowcipkowaniu, wspólnej grze w karty, wymienianiu monet i uczeniu obcokrajowców najtrudniejszych polskich zwrotów wyrazowych (świetna zabawa gwarantowana). Zawrzecie naprawdę mnóstwo znajomości i podobnie jak my, z wieloma osobami będziecie utrzymywać kontakt na długo po zakończeniu obozu. Media społecznościowe okażą się w tym bardzo pomocne. Cały ten niezwykły tydzień to niepowtarzalna okazja do wymiany doświadczeń i wiedzy z osobami o podobnych zainteresowaniach, pochodzących z miejsc położonych setki, a nawet tysiące kilometrów od was. Niektórzy z nich po raz pierwszy zobaczą Gwiazdę Polarną i północną sferę niebieską!

Ekwipunek

Kilka tygodni przed wyjazdem, organizatorzy obozu wysyłają uczestnikom listy rzeczy do spakowania. Są one dosyć kompletne, ale mimo wszystko jest kilka rzeczy, o których trzeba pamiętać. Niewątpliwie najważniejsze jest wzięcie ciepłych ubrań — najcieplejszych, jakie macie! Obserwowanie nieba naturalnie odbywa się nocą, gdy w Alpach w grudniu temperatury sięgają –20°. Mile widziane są brzydkie swetry świąteczne i kolorowe czapki z pomponami! Ponadto przydają się spodnie narciarskie, ponieważ będziecie brali udział w zajęciach rekreacyjnych i sportowych w śniegu, a także okulary przeciwsłoneczne i krem z wysoką ochroną UV. Na wycieczkach niezbędny jest plecak. Dobrze jest wziąć trochę typowych słodyczy ze swojego kraju, żeby podzielić się nimi z innymi uczestnikami (najlepiej skontaktujcie się z innymi Polakami przed wyjazdem, żeby wszyscy nie zabrali krówek).

Jeśli interesujecie się astrofotografią, oczywiście weźcie swój sprzęt! Widok nieba nad Doliną Aosta jest naprawdę niesamowity, więc weźcie lornetkę, a najlepiej też własny laser. Nie zapomnijcie też talii kart lub innych gier (polecamy Karty Przeciwko Ludzkości, oczywiście w wersji angielskiej) i swoich ulubionych książek o tematyce naukowej. Jeśli nie macie dużego doświadczenia astronomicznego, przydaje się też mapka nieba, dzięki której możecie skutecznie udawać ekspertów.

Przybycie na miejsce

Przed wyjazdem na obóz skontaktujcie się z kilkoma innymi uczestnikami, a najlepiej postarajcie się podróżować z kimś z Polski. Dzięki wcześniejszemu zapoznaniu się będzie wam razem raźniej. Prawdopodobnie będziecie też czekać już na lotnisku we Włoszech na przyjazd pozosta-

Obserwatorium Astronomico della Regione Autonoma Valle d'Aosta e Planetario. Fot. K. Serafin

łych uczniów. To właśnie idealna okazja na poznanie kolegów i koleżanek z innych krajów!

Wykłady

Nudzić się nie będziecie! Każdego dnia weźmiecie udział w przynajmniej jednym wykładzie naukowym, przeprowadzonym przez osoby prowadzące badania dla ESO. Na naszym obozie pojawili się m.in naukowcy pracujący w ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) oraz na Uniwersytecie w Mediolanie! Większość zajęć dotyczyła tematyki spektroskopii. Zapoznaliśmy się więc z wizerunkami naszej Galaktyki oraz wielu obiektów kosmicznych, obserwowanych na różnych długościach fal. Na przykład pewnego razu każdy z nas otrzymał zdjęcie przedstawiające niepodpisaną galaktykę lub mgławicę, sfotografowaną na określonej długości fal. Następnie musieliśmy odnaleźć osoby, którym przypadł ten sam obiekt, tyle że uchwycony w zupełnie inny sposób. Wbrew pozorom, nie było to łatwe zadanie! Czasami wykłady odbywały się rano, zaraz po śniadaniu, a czasem… na długo po kolacji, trwając aż do północy!

Zajęcia naukowe

Obóz astronomiczny nie miałby racji bytu bez nocnych obserwacji! Podczas całego tygodnia kilkukrotnie odwiedzie położone tuż obok hostelu obserwatorium Astronomico della Regione Autonoma Valle d'Aosta e Planetario. W małych grupach będziecie mogli skorzystać z ośmiu (o ile nas pamięć nie myli) sporych rozmiarów teleskopów Cassegraina, jakich nie uświadczycie na własnych podwórkach. Górski klimat oraz fakt, że będziecie znajdować się na wysokości ponad 2000 m nad poziomem morza, przyczynią się do bardzo… chłodnych temperatur. Ciepła zimowa kurtka i kilka warstw ubrań są konieczne, by przez kilka godzin wytrzymywać powiewy mroźnego, gwałtownego powietrza i zachować skupienie. A warto! Wykładowcy oprowadzą was po nocnym, alpejskim niebie, pokazując najciekawsze obiekty, które będziecie mogli podziwiać w okularach teleskopów. Zobaczycie nie tylko najważniejsze gwiazdy, ale zapewne również Marsa i Jowisza, które podczas tegorocznej edycji obozu będą pojawiać się na niebie wczesnym rankiem (innymi słowy: nie wyśpicie się). Skorzystacie również ze spektroskopu — uzyskacie widma emisyjne gwiazd, na podstawie których będziecie musieli wspólnie dokonać ich klasyfikacji. Będziecie również pracować z anteną i oscyloskopem, z wykorzystaniem odpowiednich programów komputerowych i (o zgrozo) wzorów matematycznych. Nie obawiajcie się jednak — we wszystkim otrzymacie odpowiednią pomoc, zarówno od kadry, jak i pozostałych

Pisemna relacja z obozu:
http://news.astronet.pl/index.php/2017/03/01/eso-astronomy-camp-2016-relacja-z-czwartej-edycji-obozu/

Relacja wideo:
https://www.youtube.com/watch?v=BFKkNF5my8g

Zajęcia z widmami gwiazd. Fot. K. Serafin

uczestników. Powinniśmy tu wspomnieć też o wizycie w pobliskim planetarium, gdyby nie fakt, że… wszyscy w nim zasnęliśmy!

Aktywności sportowe

Na obozie, oprócz obserwacji i wykładów, będzie też czas na sport — pojedziecie jeszcze wyżej w góry, do snow parku. Tam podzielą was na grupy. Jedna z nich zostanie skierowana na śnieżną zjeżdżalnię, a druga — na biegówki. Ale nie bójcie się, nic was nie ominie! Będziecie w snow parku dwa razy, więc skorzystacie z wszystkich atrakcji.

Na zjeżdżalni będziecie mogli zjeżdżać albo na pontonach, albo na sankach, chociaż polecamy pontony, są chyba mniej inwazyjne ;) Tak czy siak, ślizgawka sprawia ogromną frajdę!

Co do nart biegowych — po prostu nie zrażajcie się, jeśli jazda na nich wydawać się wam będzie niemal niemożliwa do osiągnięcia. Z każdą chwilą będziecie się czuć na nartach coraz pewniej. W końcu trening czyni mistrza!

Dla osób, które już mają doświadczenie w jeździe na biegówkach, będzie to idealna okazja do szusowania i podziwiania pięknego widoku ośnieżonych gór. Będziecie też mogli podszkolić się nieco pod okiem trenerów, którzy poprowadzą zajęcia.

Jeden z ostatnich dni obozu przeznaczony zostanie na wyprawę pod Matterhorn! Spędzicie kilka godzin w cieniu jednego z najwyższych europejskich szczytów oraz w pobliskim urokliwym miasteczku, gdzie ugości was miejscowa szkoła.

Zasady panujące na obozie

Przestrzegajcie zasad panujących na obozie, jeżeli chcecie mieć możliwość powrotu w to niesamowite miejsce! Nie kierujcie się stwierdzeniem, że „zasady są po to, żeby je łamać", bo tutaj to się nie sprawdzi.

Pierwszego dnia zostaniecie podzieleni na grupy — zapamiętajcie, w której jesteście i nie spóźniajcie się na zajęcia, by nikt nie musiał na was czekać i bez potrzeby się złościć. Jeśli chcecie wyjść poza teren hostelu, zawsze informujcie o tym kadrę i czekajcie na pozwolenie. Oczywiście alkohol i narkotyki są surowo zabronione, choć podczas nocy sylwestrowej będziecie mieli możliwość skosztowania szampana, więc spokojnie. :)

Polscy uczestnicy obozu ESO Astronomy Camp 2016. Od lewej: Bartosz Cieślik, Aleksandra Krauze, Dominika Krawiec, Zofia Błażyca, Anna Komarowska, Kamil Serafin. Fot. Vittorio Erba

ESO Astronomy Camp 2017

Masz ochotę pojechać na kolejną edycję obozu? Nabór zgłoszeń trwa do 11.10.2017 r. do godz. 23:00 CET.

Obóz przeznaczony jest dla uczniów w wieku od 16 do 18 lat (roczniki 1999, 2000, 2001). Polski konkurs jest prowadzony przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne, we współpracy z ESO. „Urania" jest patronem konkursu. Można wygrać stypendium finansujące udział w obozie.

Szczegóły na stronie www.pta.edu.pl/eso-camp

Słuchajcie kadry i wykładowców, nie przeszkadzajcie. Jeżeli jakiś wykład was nie zaciekawi, nie okazujcie tego w przesadny sposób, by nie utrudniać innym odbioru. Przestrzegajcie ciszy nocnej. Podczas jej trwania powinniście być już w swoich pokojach i gotowi do spania. Nie hałasujcie, by dać innym możliwość wyspania się. Bądźcie kulturalni i przestrzegajcie zasad savoir-vivre'u, aby dla wszystkich obóz był nieziemskim doświadczeniem.

Powyższe kilka zdań może wyglądać jak fragment z książki zakazów i nakazów, ale to naprawdę działa! Naszą radą jest to, aby się integrować, być pozytywnym i dobrze się bawić!

Warunki

Ilość osób przypadających na jeden pokój to między 2 a 8, ale lepiej nastawić się na pobyt w dużym pokoju (a przede wszystkim na ograniczony czas w łazience). Śpiworów nie trzeba brać, a hostel jest dobrze ogrzewany.

Jedzenie w hostelu jest bardzo dobre (śniadanie jest jedzone po włosku, tzn. na słodko), a porcje obiadowe są duże, więc nikt nie będzie głodował. Jeśli jesteście amatorami kawy, wycieczka do Włoch może wydawać się podwójnie atrakcyjna, ale nie róbcie sobie nadziei — kawa w hostelu, jeśli można ją nazwać kawą, smakuje… właściwie to niczym nie smakuje. Mimo wszystko własną kawę, herbatę lub zupki instant zostawcie w domu, ponieważ do czajnika raczej nie ma dostępu.

W hostelu jest Wi-Fi, ale nie jest najszybsze, a poza tym zdarza się, że trzeba dzielić z kimś hasło, więc dla uzależnionych polecamy kupno pakietu internetowego, a ponieważ w Unii Europejskiej niedawno zniesiono (lub mocno graniczono) opłaty roamingowe, to internet nie powinien być problemem.

* * *

Tym, którzy w grudniu tego roku odwiedzą Dolinę Aosty, by spędzić tam najbardziej niezwykły tydzień swojego życia, życzymy niezapomnianych wrażeń! Mamy nadzieję, że podobnie jak my, powrócicie z Włoch z nową wiedzą, telefonem pełnym zdjęć upamiętniających wszystko, co przeżyliście, oraz przede wszystkim — mnóstwem nowych znajomości! Powodzenia!

Kamil Serafin
Zofia Błażyca
Dominika Krawiec
Anna Komarowska

Rozwiązanie zadania zawodów finałowych LX Olimpiady Astronomicznej

Treść zadania nr 3.

Pomiar odległości w skalach międzygalaktycznych sprawia zasadnicze trudności. Bezpośredni ich pomiar jest niewykonalny, natomiast prawa optyki geometrycznej, wykorzystywane w pomiarach pośrednich, prowadzą do różnych definicji odległości. W szczególności zależność:

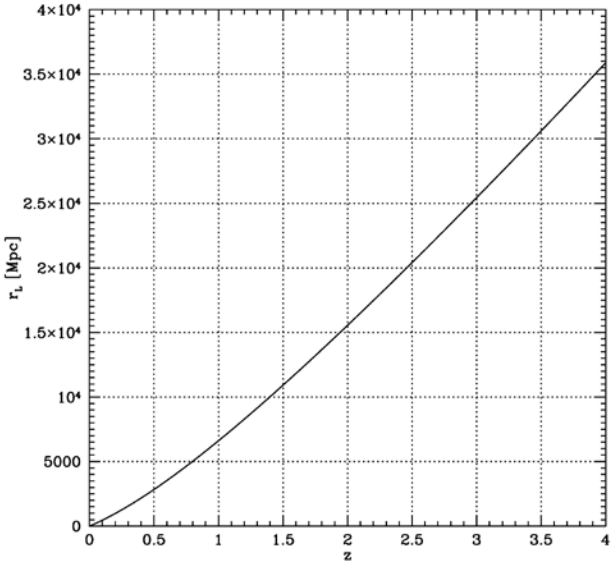
$$S = \frac{L}{4\pi r_L^2}$$

między natężeniem oświetlenia (S) a mocą promieniowania źródła (L), definiuje tzw. odległość jasnościową (r_L). Z kolei związek między rozmiarem liniowym dowolnego obiektu (l) i jego rozmiarem kątowym (θ):

$$\theta = \frac{l}{r_\theta}$$

definiuje odległość rozmiaru kątowego (r_θ).

Obie wielkości: r_L i r_θ, są identyczne jedynie w przestrzeni opisanej przez geometrię euklidesową, gdy źródło światła nie porusza się względem obserwatora. W ekspandującym Wszechświecie założenia powyższe nie są spełnione – wielkości r_L i r_θ nie są sobie równe, ale pozostają związane zależnością: $r_L = r_\theta(1 + z)^2$, gdzie z oznacza kosmologiczne przesunięcie ku czerwieni (*redshift*).



Wykres przedstawia funkcyjną zależność: $r_L(z)$ dla przyjmowanego obecnie modelu kosmologicznego ze stała Hubble'a $H = 70$ km · s^{-1} ·Mpc^{-1}.

Wykonaj wykres zależności: $\theta(z)$, w zakresie $0{,}1 < z < 4$, dla galaktyki podobnej do M101 oraz zinterpretuj otrzymany wykres. Przyjmij, że dla galaktyki M101 wyznaczone są: odległość $r_{M101} = 6{,}4$ Mpc i średnica widoma $\theta_{M101} = 28'$.

Rozwiązanie:

Najpierw obliczymy rozmiar liniowy galaktyki M101. Ponieważ θ_{M101} jest małym kątem, możemy skorzystać ze wzoru $l = \theta$[rad] · r, gdzie r jest odległością do obiektu. Rozmiar wynosi: $l_{M101} = \theta_{M101}$[rad] · $r_{M101} = 0{,}0521$ Mpc = 52,1 kpc.

Chcąc otrzymać zależność $\theta(z)$, musimy uzależnić podany wzór:

$$\theta = \frac{l}{r_\theta} \qquad (1)$$

od z. Aby to zrobić, przekształcimy wzór:

$$r_L = r_\theta (1+z)^2$$

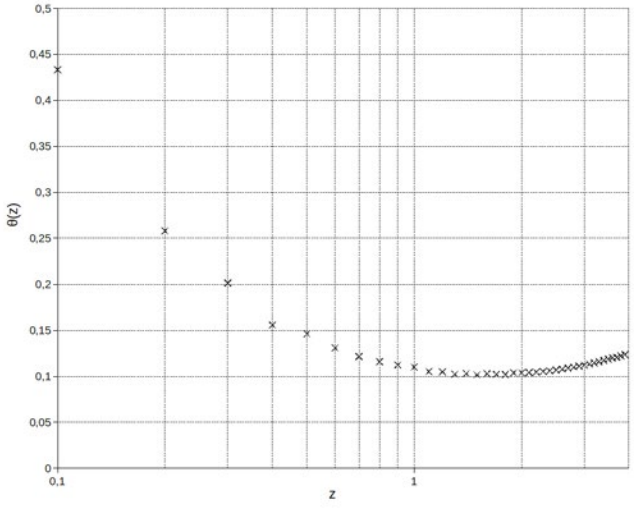
do postaci:

$$r_\theta = \frac{r_L}{(1+z)^2}$$

a następnie podstawimy do równania (1), otrzymując:

$$\theta(z) = \frac{l}{r_\theta} = \frac{l}{\frac{r_L}{(1+z)^2}} = \frac{l\cdot(1+z)^2}{r_L(z)} \qquad (2)$$

Do wykonania wykresu użyjemy wartości l równej l_{M101}. Następnie odczytujemy z wykresu wartości r_L, obliczamy dla nich θ i rysujemy wykres. Wzór (2) podaje wynik w radianach, dla czytelności wykresu wartości te zamieniłem na minuty kątowe (θ).



Widzimy, że początkowo średnica kątowa maleje. Im większe przesunięcie ku czerwieni, tym dalej znajdują się od nas obiekty, a im dalej znajduje się obiekt, tym mniejszą powinien mieć widoczną średnicę ($\theta = l/r$). Zależność ta na wykresie jest jednak zachowana tylko w zakresie $0, 1 < z < 1, 5$, później średnica kątowa zaczyna się z powrotem zwiększać.

Dzieje się tak dlatego, ponieważ światło, które widzimy docierające od różnych obiektów, nie zostało wyemitowane w tym samym czasie. Dla mniejszych przesunięć ku czerwieni ($z < 1, 5$) efekt ten nie jest bardzo znaczący, ale inna sytuacja jest z obiektami bardziej oddalonymi. Światło z nich zostało wyemitowane, kiedy znajdowały się bliżej niż obecnie znajdują się obiekty o $z < 1, 5$, a przez rozszerzanie się Wszechświata dopiero teraz ono do nas dociera. Tak więc obiekty bardzo od nas oddalone wydają się być większe niż są w rzeczywistości.

Michał Wójcik

Autor jest laureatem LIX i LX Olimpiady Astronomicznej i zdobywcą wyróżnienia na 10 Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki (IOAA). W tym roku, wraz pozostałymi laureatami, będzie reprezentował Polskę na 11 IOAA w Tajlandii. Absolwent III Liceum Ogólnokształcącego im. Adama Mickiewicza w Tarnowie, w październiku rozpocznie studia na Politechnice Warszawskiej na kierunku Automatyka i Robotyka.

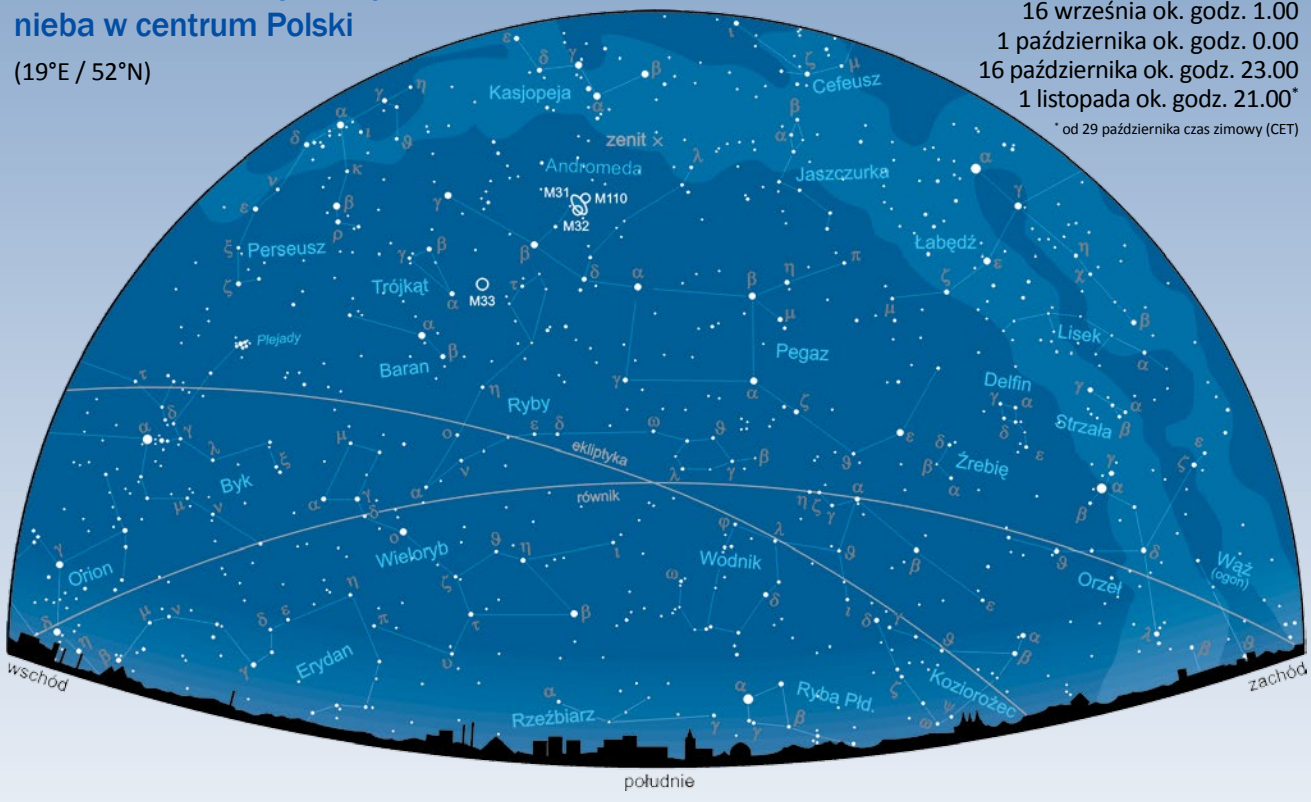
Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 września ok. godz. 2.00
16 września ok. godz. 1.00
1 października ok. godz. 0.00
16 października ok. godz. 23.00
1 listopada ok. godz. 21.00*

* od 29 października czas zimowy (CET)



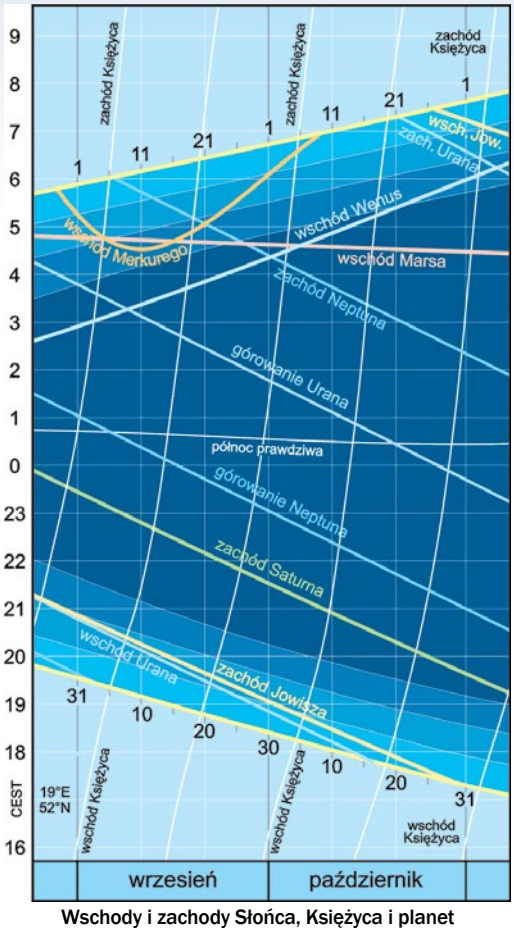
Niebo we wrześniu i październiku 2017

Dwa miesiące przełomu lata i jesieni, to pod względem astronomicznym już w blisko 2/3 jesień, choć z klimatycznego punktu widzenia zazwyczaj jeszcze w ponad połowie ciepły, letni czas, w średnich szerokościach geograficznych wydłużony dzięki następującemu po lecie okresowi tzw. babiego lata, sięgającemu nawet pierwszych tygodni października. Niezależnie od tego, wydłużające się już od letniego przesilenia noce, w ostatniej dekadzie września zaczynają być dłuższe od dni. W centrum Polski, ostatni dzień omawianego okresu trwa już tylko 9 h 40 min, o 4 h 40 min krócej od nocy.

W tym roku Słońce osiąga punkt jesiennej równonocy, punkt Wagi, 22 września o godz. 22.02, prawie 6 h później niż w minionym, przestępnym roku 2016 i o blisko 6 h wcześniej niż w przyszłym, 2018 r. To skutek rozbieżności pomiędzy długością roku kalendarzowego a długością astronomicznego roku zwrotnikowego, co jest okresowo niwelowane przez system lat przestępnych. Faktyczne zrównanie długości dnia i nocy, jak zwykle u progu jesieni, spóźni się o około 2,5 doby. W tym roku dopiero dzień 25 września trwać będzie dokładnie 12 godzin, podczas gdy noc z 24 na 25 września będzie jeszcze o 2 minuty krótsza, a kolejna, z 25 na 26 — już o minutę dłuższa od dnia.

W całym omawianym okresie układ gwiazd krótko po zmierzchu będzie w przybliżeniu jednakowy, z dominującym na niebie gwiezdnym symbolem lata — Trójkątem Letnim. Wynika to z niemal stałego, zwłaszcza w pierwszych 4–5 tygodniach, tempa przyspieszania godziny zachodów Słońca, jak również opóźniania się wschodów, co ilustruje prawie prostoliniowy przebieg odpowiadających im żółtych linii na wykresie obok. I tak, porównując wygląd nieba w centralnej Polsce godzinę po zachodzie Słońca, 1 września zobaczymy górującą właśnie Wegę, prawy górny wierzchołek Trójkąta Letniego, a 31 października — Deneba, odległy o 24° na zachód jego lewy górny wierzchołek.

Przez cały jednak ten okres, od pierwszych chwil nocy nad wschodnim horyzontem widnieje również gwiezdny symbol jesieni — Jesienny Kwadrat. Trzy gwiazdy tej konfiguracji należą do najjaśniejszych gwiazd Pegaza,



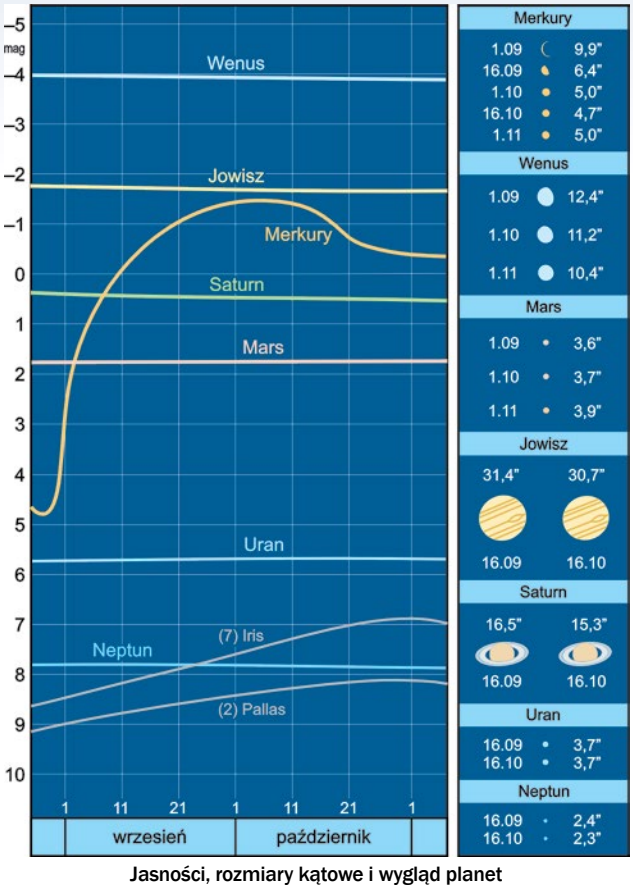
Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

czwarta — dawniej również zaliczana do Pegaza — to obecnie alfa Andromedy. Dlatego ten dość regularny prostokąt tradycyjnie nazywany bywa też Kwadratem Pegaza. Wraz z pozostałymi dwiema najjaśniejszymi gwiazdami Andromedy tworzy on kształt zbliżony do Wielkiego Wozu, tyle że kilkakrotnie większy i z... prostym dyszlem.

W miarę upływu kolejnych godzin coraz dłuższych nocy, gwiazdozbiory letnie ustępują miejsca jesiennym, do których zaliczają się również „wodne" konstelacje Wodnika, Ryby Południowej, Ryb i Wieloryba, a także Baran oraz niewielkie Źrebię i Trójkąt. Pod koniec nocy jesienne gwiazdozbiory są już w odwrocie, a zdecydowanie dominuje na niebie Zimowy Sześciokąt — największe zgrupowanie bardzo jasnych gwiazd nocnego nieba — zapowiadający kolejną porę roku. Na przełomie września i października, wspaniały Orion i otaczające go zimowe konstelacje Byka, Woźnicy, Bliźniąt oraz Małego i Wielkiego Psa najwyżej wznoszą się już przed świtem.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie wrześniowych i październikowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarza. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Wszystkie momenty podano w obowiązującym w Polsce do 28 października czasie urzędowym — środkowoeuropejskim letnim (CEST).



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia września i października 2017

wrzesień

1	4.03	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°24'
3	11.37	koniunkcja Merkurego 3,4°S z Marsem
4	20.40	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 323°59'
5	7.27	Neptun w opozycji do Słońca, 28,939 au od Ziemi
5	13.05	Merkury powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
6	7.06	bliska koniunkcja Księżyca 44'S z Neptunem
6	9.03	pełnia Księżyca
9	14.54	koniunkcja Księżyca 4,1°S z Uranem
12	12.16	maksymalna elongacja Merkurego, 17,9°W od Słońca
13	8.25	ostatnia kwadra Księżyca
13	18.06	perygeum Księżyca, 368 865,7 km od Ziemi
14	15.02	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°26'
16	20.56	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Panny; λ = 173,9°
16	21.01	bardzo bliska koniunkcja Merkurego 3,4'N z Marsem
17	20.29	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 143°47'
18	2.33	bliska koniunkcja Księżyca 32'S z Wenus
18	21.47	b. bliska koniunkcja Księżyca 8'N z Marsem
19	1.19	b. bliska koniunkcja Księżyca 2'S z Merkurym
20	7.30	nów Księżyca
22	12.26	koniunkcja Księżyca 3,5°N z Jowiszem
22	22.02	Słońce wstępuje w znak Wagi; λ = 180°
27	2.15	koniunkcja Księżyca 3,5°N z Saturnem
27	8.50	apogeum Księżyca, 404 354,2 km od Ziemi
28	4.54	pierwsza kwadra Księżyca
28	12.07	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°31'

październik

2	4.04	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 323°10'
3	14.44	bliska koniunkcja Księżyca 43'S z Neptunem
5	5.08	Ziemia w średniej odległości od Słońca: 1,000 au
5	18.52	bliska koniunkcja Wenus 12'N z Marsem
5	20.40	pełnia Księżyca
6	20.58	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Uranem
9	3.27	koniunkcja górna Merkurego ze Słońcem (1,1°N)
9	7.55	perygeum Księżyca, 366 861,3 km od Ziemi
11	20.23	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°37'
12	14.25	ostatnia kwadra Księżyca
15	0.11	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 142°21'
17	13.26	koniunkcja Księżyca 1,7°N z Marsem
18	3.56	koniunkcja Księżyca 1,9°N z Wenus
18	10.53	bliska koniunkcja Merkurego 56'S z Jowiszem
19	19.34	Uran w opozycji do Słońca, 18,915 au od Ziemi
19	21.12	nów Księżyca
20	7.40	koniunkcja Księżyca 3,7°N z Jowiszem
20	13.22	koniunkcja Księżyca 5,0°N z Merkurym
21	–	maks. aktywności roju meteorów Orionidy
23	7.27	Słońce wstępuje w znak Skorpiona; λ = 210°
24	13.54	koniunkcja Księżyca 3,2°N z Saturnem
25	4.26	apogeum Księżyca, 405 160,9 km od Ziemi
25	20.14	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°44'
26	20.09	koniunkcja Jowisza ze Słońcem (1,0°N)
28	0.22	pierwsza kwadra Księżyca
28	14.50	opozycja planetoidy (2) Pallas, 1,70 au od Ziemi
29	7.41	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 320°50'
30	22.31	bliska koniunkcja Księżyca 50'S z Neptunem
31	8.01	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Wagi; λ = 217,8°
31	19.06	opozycja planetoidy (7) Iris, 0,85 au od Ziemi

Słońce

Swoją wrześniowo-październikową, a więc w większości już jesienną drogę na tle gwiazd, Słońce rozpoczyna w połowie odcinka ekliptyki zawartego we wiosennej konstelacji Lwa. Nie ma w tym sprzeczności, bo obszary nieba przypisywane kolejnym porom roku, to właśnie te usytuowane po przeciwnej stronie nieba, niż w danym okresie Słońce, dzięki czemu są wtedy najlepiej i najdłużej widoczne.

Wydawać by się mogło, że pokonanie każdego z 12 zodiakalnych gwiazdozbiorów zajmuje Słońcu miesiąc. Jednak tym razem, w dwa miesiące pokonując dystans dokładnie 60,0°, przemierza ono tylko około 1,5 gwiazdozbioru, kończąc swą wędrówkę 31 października na granicy Panny i Wagi. Jest tak dlatego, że w granicach obszernego gwiazdozbioru Panny zawiera się najdłuższy odcinek ekliptyki: 44,0°, czyli prawie półtora znaku zodiaku. Jednocześnie w tym czasie deklinacja Słońca ulega dalszemu zmniejszeniu: z +8,4° do –14,3°, co skutkuje dalszym skracaniem dziennego łuku Słońca na niebie, a więc długości dni.

Warto zwrócić uwagę na fakt, że w tym czasie Ziemia porusza się na swej orbicie z prędkością bliską średniej, wynoszącej 29,8 km/s, czego odbiciem na niebie jest przemieszczanie się Słońca w ciągu doby o 0,985° na wschód. Najwolniejszy ruch obiegowy Ziemi ma miejsce w pierwszych dniach lipca, gdy wędruje ona w pobliżu aphelium swej orbity, czyli najdalej Słońca, zaś najszybszy w pierwszych dniach stycznia, w pobliżu peryhelium, czyli gdy jest najbliżej Słońca. Pomiędzy tymi momentami, w pierwszych dniach kwietnia i października, w średnich odległościach, prędkość ta jest również średnia. To przekłada się wprost na prędkość pozornego ruchu Słońca po ekliptyce, na tle gwiazd.

Księżyc

Wrześniowo-październikową wędrówkę na tle gwiazd, 73-procentowy, rosnący do pełni Księżyc rozpoczyna w północno-zachodnim rejonie gwiazdozbioru Strzelca (6,6° znaku Koziorożca), by po dokonaniu 2,22 obiegów nieba, zakończyć ją w północno-wschodnim krańcu Wodnika, 2,5° od granicy z Rybami, pokonując w tym czasie łącznie drogę 798,2°.

Tym razem 15-krotnie Księżyc spotka się z planetami — trzykrotnie z Neptunem i dwukrotnie z każdą z pozostałych. Dwie spośród tych koniunkcji, szczególnie bliskie z geocentrycznego punktu widzenia, będą miały miejsce nocą z 18 na 19 września, niewiele ponad dobę przed nowiem, blisko Słońca, gdy oświetlony zaledwie w 2%, wąziutki sierp Księżyca oraz obie planety będą również pod horyzontem. Obydwie skutkować będą zakryciami planet przez Księżyc, dostrzegalnymi jednak głównie poza lądem. Zakrycie Marsa będzie widoczne z szerokiego pasa Pacyfiku, zahaczając jedynie o zachodnie krańce Ameryki Południowej i Środkowej. Drugie, zakrycie Merkurego, podobnie — swym zasięgiem zaledwie zahaczy o wschodnie krańce Chin i Filipin.

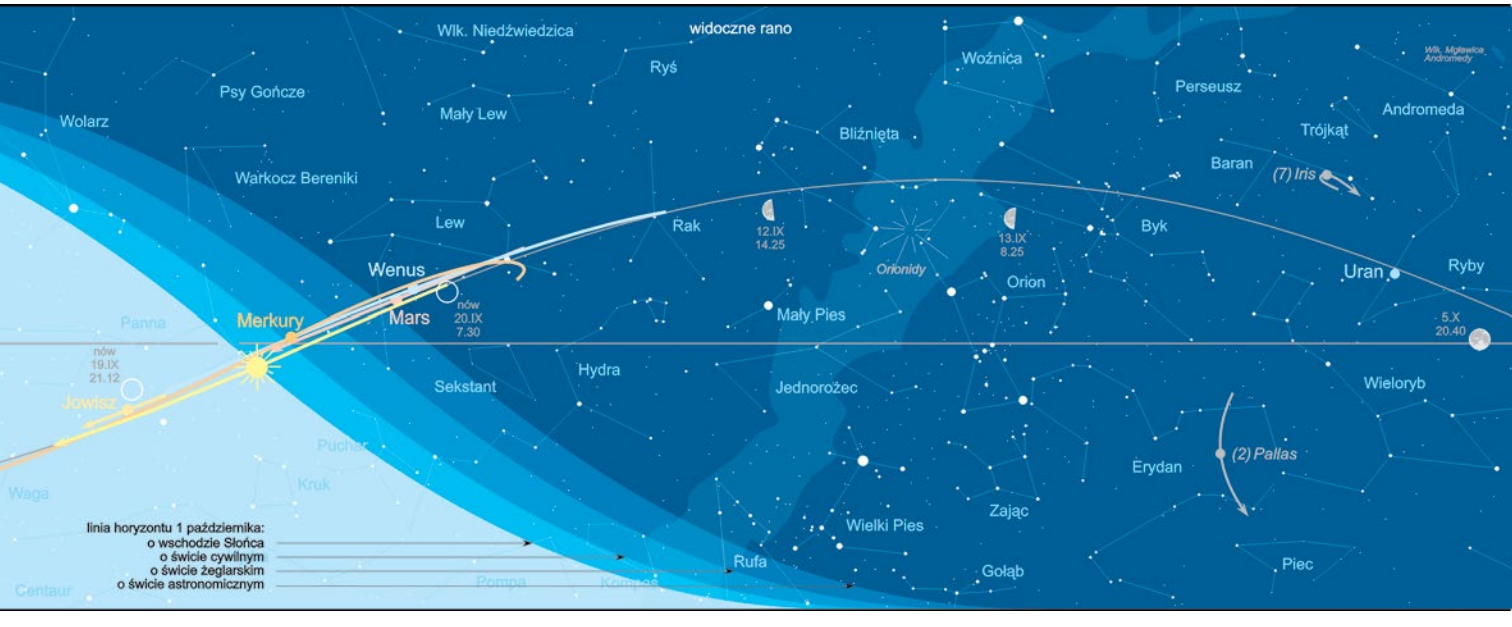
Nie możemy również w omawianym okresie liczyć na spektakularne zakrycia jasnych gwiazd ani zaćmienia Słońca lub Księżyca, ponieważ zarówno nowie, jak i pełnie Księżyca będą w tym okresie miały miejsce z dala od węzłów księżycowej orbity.

Planety i planetoidy

W pierwszej połowie września mamy drugą w tym roku (po styczniowej) szansę porannej obserwacji Merkurego, w związku z przypadającą 12 września zachodnią elongacją. W tym czasie obserwujemy również gwałtowny, 25-krotny wzrost jasności tej najbliższej Słońca planety.

Wrzesień i październik to również miesiące wciąż dobrej widoczności Wenus, mimo stopniowo ulegającego skracaniu czasu jej widoczności w roli Gwiazdy Porannej. Nie jest również większą przeszkodą w dostrzeżeniu Wenus — nawet w trakcie trwającego już świtu — minimalna niemal od pierwszych dni września aż do połowy przyszłego roku, jej jasność: –3,9 ^{m}, ponieważ jej blask i tak niemal 8-krotnie przewyższa jasność Jowisza i aż 9-krotnie Syriusza, najjaśniejszej gwiazdy nocnego nieba. Po trwającej około miesiąca, styczniowo-lutowej, wspólnej wędrówce po niebie Wenus i Marsa 5–7 stopni od siebie, kiedy jednak nie doszło do koniunkcji obu planet, kolejne ich spotkanie czeka nas teraz, na przełomie września i października.

Z początkiem września Wenus wschodzi jeszcze 2,5 h przed świtem, pod koniec października widoczna jest już o godzinę krócej. Mars — przeciwnie — zwiększa w tym okresie czas swej widoczności z 0,5 h do 2,5 h przed świtem. Warto dodać, że to swoisty start Czerwonej Planety do dwuletniego okresu ciągłej widoczności na nocnym niebie, związanej z przypadającą z końcem lipca przyszłego roku, drugą w tym stuleciu wielką opozycją Marsa. Na początek tego spektaklu, 5 października br. Mars spotka się w bliskiej koniunkcji z Wenus. Zbliżenie Wenus na zaledwie 1/5° do na razie 180 razy ciemniejszego od niej Marsa, nastąpi w południowo-wschodniej części konstelacji Lwa, co będziemy mogli obserwować przez ponad 1,5 h przed świtem.



Wenus swą wrześniową wędrówkę na tle gwiazd rozpoczyna w centrum gwiazdozbioru Raka, tuż poniżej malowniczej otwartej gromady gwiazd M44 Praesepe (Żłóbek), w końcu października docierając niemal do Spiki, najjaśniejszej gwiazdy Panny. Trasa Marsa w tym czasie przebiega od zachodnich okolic konstelacji Lwa (3° na zachód od Regulusa), do zachodnich rejonów Panny — podobnie jak w przypadku Wenus, przy na razie minimalnej jasności (1,8^m).

Długo przed spektakularną koniunkcją z Wenus, Mars dwukrotnie spotka się przed świtem z Merkurym, kończącym kreślenie planetarnej pętli w pobliżu Regulusa w Lwie. I to właśnie Merkury, na razie ciemniejszy od Marsa (2,2 ^{m}), poruszając się jeszcze ruchem wstecznym, po raz pierwszy minie Marsa 3 września, przechodząc 3,4° na południe od niego. Powróciwszy 2 doby później do ruchu prostego, 16 września wieczorem, już 16 razy jaśniejszy Merkury (–0,8^m), dogoni Marsa, tym razem mijając go od północy w odległości niespełna 3,4'. Zbliżenie to będziemy jednak mogli zobaczyć dopiero nad ranem, gdy godzinę przed świtem obie planety będą nadal bardzo blisko, 19' od siebie.

Jeszcze jednej bliskiej koniunkcji Merkurego, 18 października, tym razem niespełna 1° od Jowisza nie będziemy mieli szans zaobserwować, ponieważ będzie miała miejsce 9 dni po górnej koniunkcji Merkurego ze Słońcem i 8 dni przed koniunkcją Jowisza ze Słońcem, kiedy obie planety będą na niebie zaledwie 6,5° na wschód od naszej dziennej gwiazdy.

W przeciwieństwie do Jowisza, na razie niezłe są jeszcze warunki wieczornej widoczności Saturna, wciąż goszczącego w południowej części konstelacji Wężownika, z końcem października zachodzącego 2 h po zmierzchu. Dzięki opozycjom dwóch najdalszych planet Układu Słonecznego: 5 września Neptuna, a 19 października Urana, obydwa te miesiące są w miarę korzystnym okresem dla ich obserwacji.

W omawianym okresie na uwagę zasługują dwie planetoidy. Jaśniejsza z nich, to odkryta jako druga po Ceres, w 1802 roku (2) Pallas, podczas opozycji 31 października osiągająca jasność 6,9^m, drugą jest odkryta dopiero w 1847 roku (7) Iris, której opozycja przypada 28 października, z maksymalną jasnością 8,2^m.

Roje meteorów

Pomiędzy 2 października a 7 listopada swą aktywność wykazuje obfity rój meteorów Orionidy, związany ze słynną kometą Halleya. Podczas maksimum, 21 października, możemy spodziewać się w ciągu godziny nawet do 20 szybkich, białych meteorów ze śladami, pozornie wybiegających z północno-wschodniego krańca konstelacji Oriona, co zapewnia doskonałe warunki obserwacji w drugiej połowie nocy.

Gwiazdy zmienne

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przykładowych przedstawicieli trzech typów gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

wrzesień	październik
6, 4.16	1, 23.35
9, 1.05	4, 20.24
11, 21.54	19, 4.36
26, 5.59	22, 1.26
29, 2.48	24, 22.15
	27, 18.04

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

wrzesień	październik
5, 21.35	8, 2.19
21, 23.56	18, 19.55
	24, 4.43

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

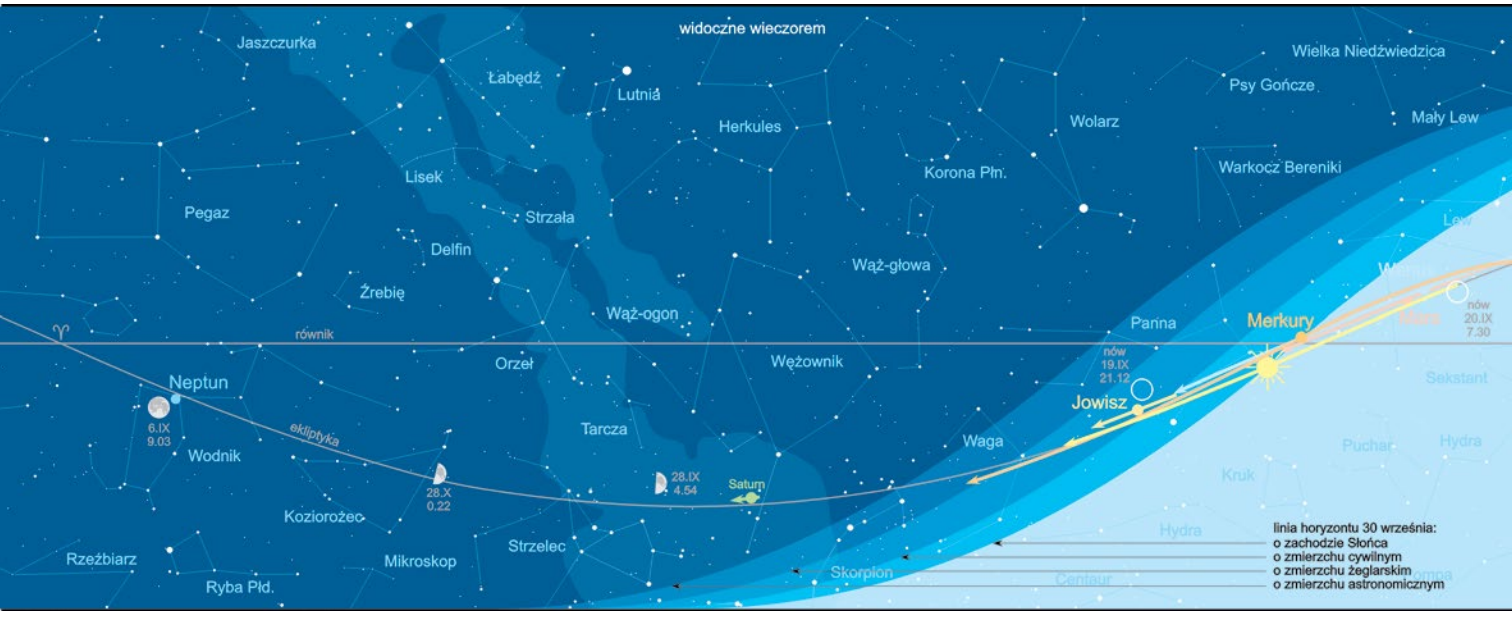
wrzesień	październik
17, R Lyn 7,9^m	11, R Crv 7,5^m
20, V CrB 7,5^m	24, χ Her 5,2^m
27, RU Her 8,0^m	

Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY
TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://www.urania.edu.pl/almanach

ROCZNIK ASTRONOMICZNY
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII
http://www.igik.edu.pl/



Jesienne galaktyki

W poprzednich numerach prezentowaliśmy kolejno kilka kulistych, a następnie otwartych gromad gwiazd, obserwowanych na niebie letnim. Na przełomie lata i jesieni są doskonałe warunki obserwacji kilku galaktyk — w tym najbardziej znanej tzw. Wielkiej Mgławicy Andromedy i jej satelitów. Wszystkie one są składnikami Grupy Lokalnej, skupiska ponad 50 galaktyk, do którego należy m.in. nasza Galaktyka. Poświęćmy każdej z nich kilka zdań, zachęcając tym samym Czytelników do odnalezienia ich na nocnym niebie. Zdecydowanym ułatwieniem jest fakt, że obiekty te we wrześniu i październiku są widoczne przez całą noc.

Cztery przedstawione niżej galaktyki zawarte są w XVIII-wiecznym „Katalogu mgławic i gromad gwiazd" Charlesa Messiera, lecz różna jest historia poznawania każdej z nich.

M31, Galaktyka Andromedy — najdawniej znana galaktyka poza naszą Drogą Mleczną. Podobnie, jak inne tego typu obiekty odkrywane od XVII wieku, dzięki zastosowaniu teleskopów do obserwacji nieba, do lat 20. ubiegłego stulecia uważana za mgławicę, początkowo jako jedną z wielu należących do naszej Galaktyki, później jako mgławicę pozagalaktyczną. Niełatwo wskazać odkrywcę tego obiektu, który bez większego trudu dostrzegalny jest gołym okiem na ciemnym niebie — właśnie jako mglisty obłok. Najdawniejszy, taki właśnie opis owej „chmurki" pochodzi z połowy X wieku od perskiego astronoma Al Sufiego.

Galaktyka Andromedy jest największą w Grupie Lokalnej, przewyższając drugą w tej grupie naszą Galaktykę również pod względem liczby gwiazd i być może masy. Jest to najjaśniejsza z galaktyk naszej półkuli nieba, ustępująca pod tym względem miejsca jedynie dwóm Obłokom Magellana na półkuli południowej. Jest ona również najdalszym obiektem dostrzegalnym gołym okiem. Odległa od nas ponad 2,5 mln lat św., spiralna galaktyka o rozmiarach 110 tys. lat św. ma masę blisko 150 miliardów Słońc. Kątowe rozmiary oglądanej z ukosa galaktyki: 3°×1°, wielokrotnie przewyższają wielkość tarczy Księżyca.

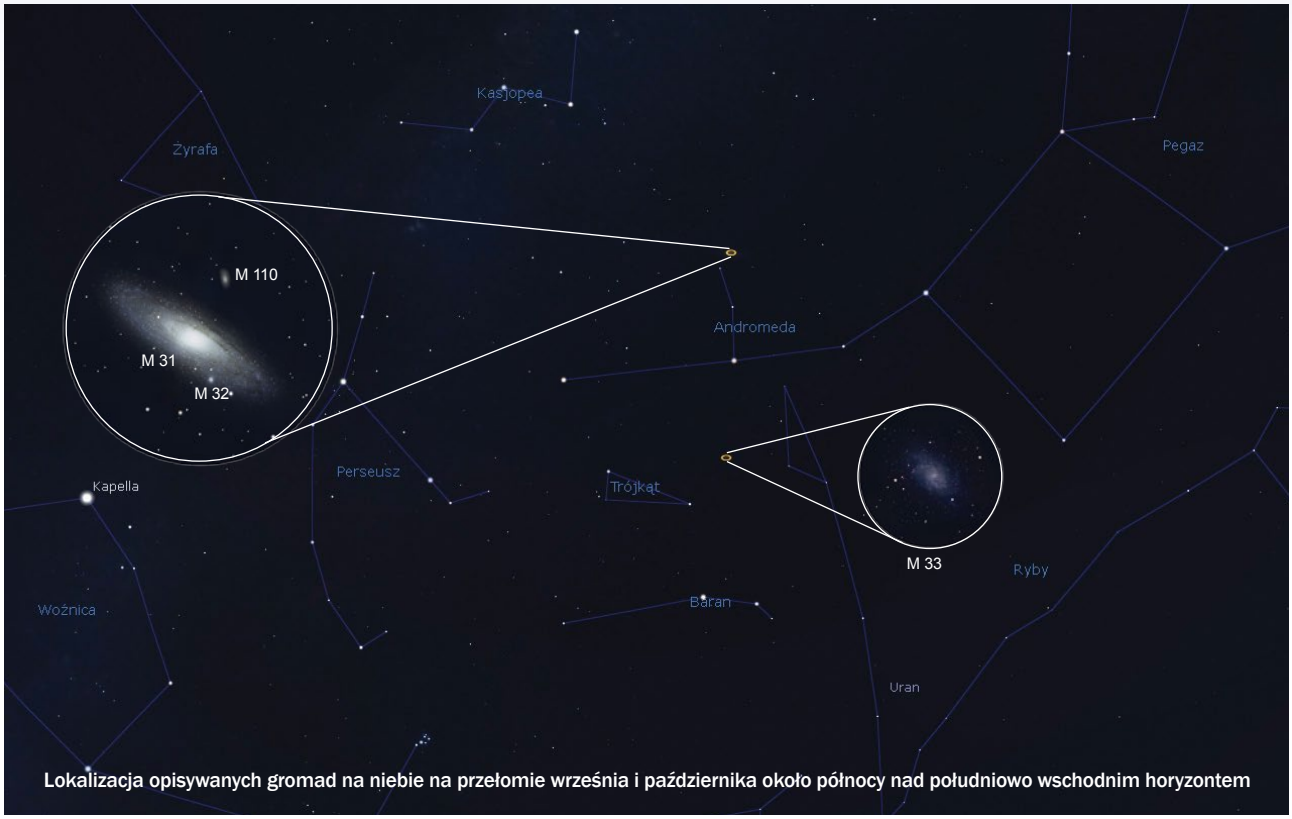
Galaktykę Andromedy odnajdziemy na ciemnym niebie 7,5° ponad gwiazdą Mirach (beta And), środkową z trzech najjaśniejszych gwiazd Andromedy. Przez dobrą lornetkę lub amatorski teleskop dostrzeżemy również dwie znacznie ciemniejsze jej satelitarne galaktyki: M32 i M110.

M32 — widoczna na południowo-zachodnim skraju Galaktyki Andromedy, jej niewielka satelitarna galaktyka eliptyczna o średnicy około 8 tys. lat św. i rozmiarach kątowych na naszym niebie 8,7'×8,5', odkryta w 1749 r. przez francuskiego astronoma Guillaume'a le Gentila.

M110 — widoczna poza najjaśniejszą częścią, 0,6° na północny zachód od centrum Galaktyki Andromedy, jej druga satelitarna galaktyka eliptyczna, o średnicy 17 tys. lat św., na naszym niebie przybierająca kątowe rozmiary 24'×12'. Odkryta przez samego Messiera w 1773 r., nie znalazła się jednak w oryginalnej wersji jego Katalogu, dołączona dopiero w 1960 r.

M33, Galaktyka Trójkąta — druga pod względem jasności galaktyka północnej półkuli nieba i w ogóle druga według jasności, (po Galaktyce Andromedy) galaktyka spiralna całego nieba, o masie około 20 mln Słońc, odkryta w połowie XVII wieku przez Giovanniego Hodiernę. Odległa 2,4–3,0 mln lat św., w szczególnie sprzyjających warunkach obserwacyjnych osiągalna dla ludzkiego oka, konkuruje w kategorii najdalszego obiektu dostrzegalnego gołym okiem z Galaktyką Andromedy. Przy rzeczywistej średnicy około 60 tys. lat św., kątowymi rozmiarami na naszym niebie: 71'×42', również kilkakrotnie przekracza rozmiary księżycowej tarczy. Galaktykę tę odnajdziemy niemal dokładnie po przeciwnej stronie gwiazdy Mirach (beta And) i w podobnej od niej odległości jak Galaktyka Andromedy.

Jan Desselberger



Źródło: Stellarium

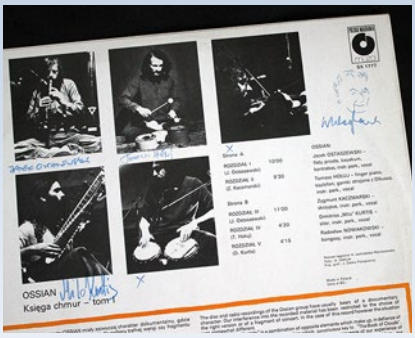
Lokalizacja opisywanych gromad na niebie na przełomie września i października około północy nad południowo wschodnim horyzontem

Muzyczna księga chmur

Co fotografują wpatrzeni w niebo pasjonaci astronomii, gdy nie widać ani Słońca, ani Księżyca i gwiazd? Chmury. Błyskawice. Byle coś się działo, byle zachwycało. Gorzej, gdy tak jak teraz, gdy piszę te słowa, tło za oknem wypełnia jednolita, jasnoszara kurtyna, odbierająca wrażenie, iż tam również istnieje trójwymiarowa przestrzeń. Zaawansowani miłośnicy astrofotografii zapewne wykorzystują taki czas na żmudną obróbkę komputerową materiału zgromadzonego podczas pogodnych nocy. Stackowanie (czy, jak woli kol. red. Naczelny *Uranii* — stertowanie) tysięcy zdjęć wymaga czasu. Ponieważ nie zaliczam się do tych zaawansowanych, a raczej pozostaję w gronie sporadycznych prostych pstrykaczy, ten czas wypełniam np. muzycznie. Akurat zmobilizowałem się do skatalogowania winylowych krążków zalegających półki, szafki i skrzynie. Kolejny dzień uzupełniania naprędce stworzonej bazy danych i powoli zbliżam się chyba do półmetka. Ileż to wspomnień odżywa, ileż emocji. Czasami rozczarowanie, bo ulubiona płyta ujawnia swój fatalny stan, czasami radość z odnalezienia zapomnianego rarytasiku. Ot, choćby jak w tym przypadku. „Księga chmur" zespołu Ossian. Muzyka idealna na taki wypełniony mleczną szarością dzień. Bujny świat dźwięków prowokujący wyobraźnię do wędrówki po całej aerosferze Błękitnej Planety.

Muzycy Ossian tak napisali o tej płycie: *„Zróżnicowana jednorodność" — połączenie przeciwstawnych elementów tworzących jednak, na przekór logice, żywą, zwartą całość, było dla nas kluczem do "Księgi chmur". Była to nie tyle koncepcja płyty, co raczej konsekwencja naszego doświadczenia muzyki i życia. A nasze życie — to nieustanne podróżowanie, to instrumenty dźwigane na plecach, to uszy wypełnione ich subtelnym, ostrym, zmiennym niczym chmury brzmieniem, krzykiem, gwarem, stukotem i klekotaniem i rodzącym się z tego jednym, stojacym dźwiękiem łączącym wszystko w nierozdzielną całość, tak jak linia horyzontu łączy niebo z ziemią (…), gdzie wszystko biegnie swoim torem od wschodu do zachodu słońca...*

Autografy muzyków złożone na rewersie okładki przypomniały mi koncert, jaki dał zespół Ossian w sali klubu studenckiego MAFIA* mieszczącego się w budynku akademika nr 5 w Toruniu. Z pięcioosobowego składu wymienionego na płycie brakowało dwóch członków zespołu, za to towarzyszył im Wojciech Waglewski. Ten stwierdził, że nie może złożyć autografu, bo nie ma go na zdjęciu (muzycy podpisywali się pod swoimi fotografiami). Moja reakcja była natychmiastowa — po prostu dorysowałem jego portret z natury i już nie miał wymówki, musiał się podpisać.



Przypomniała mi się jeszcze jedna anegdotyczna sytuacja z tego koncertu. Przy wejściu do sali klubowej było małe pomieszczenie gospodarcze, gdzie koleżanki trzymały m.in. swoje naczynia. Grającego na instrumentach perkusyjnych Tomasza Hołuja zainteresował szczególnie jeden z garnków, jakie tam akurat były. Bardzo mu się spodobała barwa dźwięku, jaki ów garnek wydawał przy uderzeniu. Stwierdził, że chętnie dołączy go do swego instrumentarium i chciałby go odkupić. Zaczęło się intensywne poszukiwanie właścicielki garnka. Niestety, ta, jak się dowiedziała, o co chodzi, wyraziła zdecydowany sprzeciw.

O, widzę za oknem, że już pada. W takim razie czas odkurzyć kolejny czarny krążek — „Księgę deszczu"…

Jacek Drążkowski

* Nazwa klubu, co może nie dla wszystkich jest oczywiste, to połączenie pierwszych liter kierunków studiów mieszkańców "piątki": **ma**tematyków, **fi**zyków i **a**stronomów :)

Konkurs na fotki z Uranią

Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z „Uranią" lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres portal@urania.edu.pl z tytułem „Fotki z Uranią" lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami **#fotkizurania** i **#urania** (dodatkowo może być też **#podrozujzurania**). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Uranii" — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania

Pora na wakacje... z Uranią

Paulina Tyrpa spędzała ubiegłoroczny urlop na Krecie, a czas opalania się umilała sobie lekturą swojego ulubionego czasopisma.

Termin nadsyłania dokumentacji: 31 października 2017 r.

KONKURS „URANII” 2016/2017

„Nasza szkolna przygoda z astronomią”

Konkurs przeznaczony dla szkół, które w roku szkolnym 2016/17 lub w roku kalendarzowym 2017 prenumerują czasopismo „Urania-Postępy Astronomii”, w ramach dofinasowania otrzymanego z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Skorzystać z dofinasowania może każda szkoła do końca roku 2017. Koszt rocznej prenumeraty wynosi tylko 30 zł! Wystarczy wypełnić formularz zgłoszeniowy na stronie www.urania.edu.pl w zakładce „Prenumerata”

Zadanie konkursowe polega na przedstawieniu wiarygodnej dokumentacji dowolnej, astronomicznej aktywności całej szkoły, zespołu lub grupy uczniów. Przykładami aktywności dzieci i młodzieży mogą być **pokazy nieba, regularne obserwacje, prace badawcze, wykłady lub artykuły, szkolna gazeta lub strona internetowa poświęcona astronomii, organizacja astropikniku lub astrofestiwalu, spektakl teatralny, film popularnonaukowy, poszukiwania astronomicznych artefaktów w okolicy, spotkania z astronomami** itp. Dopuszczalne formy dokumentacji to **album, pokaz multimedialny, film albo strona internetowa**. Jedna szkoła może przedstawić wiele różnych rodzajów aktywności i kilka form jej dokumentacji, które będą oceniane jako całokształt. Szkołę może zgłosić do Konkursu nauczyciel-opiekun, samorząd szkolny, uczeń lub grupa uczniów za wiedzą dyrekcji szkoły. Do nadesłanej dokumentacji należy dołączyć wypełniony formularz konkursowy oraz krótki (5–8 tys. znaków + materiały graficzne) atrakcyjny artykuł o astronomicznej działalności szkoły w formie gotowej do publikacji w „Uranii”. Zgłoszenia szkół do Konkursu wraz z adresem swojej strony internetowej będą przyjmowane **do 15 października 2017 r.** za pośrednictwem strony internetowej www.urania.edu.pl. Pozostała dokumentacja powinna zostać nadesłana pocztą na adres Redakcji „Uranii” lub e-mailem na adres redakcja@urania.edu.pl do **31 października 2017 r.**

Przewidywane nagrody wartości 3 000 zł za I miejsce, 2 000 zł za II miejsce i 1 000 zł za III miejsce w postaci sprzętu astronomicznego wg własnego wyboru. Ponieważ czynimy starania o pozyskanie dodatkowych sponsorów, Jury może zadecydować o innym podziale i ilości nagród oraz kategoryzacji szkół na podstawowe, gimnazja i ponadgimnazjalne. W ocenie nadesłanej dokumentacji będą brane pod uwagę (1) merytoryczna wartość i poprawność działalności uczniów, (2) stopień zaangażowania społeczności szkolnej w realizację projektu, (3) oddziaływanie popularyzatorskie w środowisku lokalnym, (4) pomysłowość i oryginalność przestawionych form działania, (5) wiarygodność i jakość dokumentacji. Główne nagrody będą wręczane w szkołach osobiście przez przedstawiciela redakcji „Uranii”.

Szczegółowy Regulamin Konkursu i formularz zgłoszeniowy znajduje się na stronie www.urania.edu.pl w zakładce „Konkursy”. Wszelkie zapytania odnośnie Konkursu można kierować e-mailem na redakcja@urania.edu.pl lub telefonicznie 509 44 17 17.

Grand Prix 2014 — ekipa Gimnazjum w Pokoju wraz z nagrodami: refraktorem 12 cm (z montażem i napędem paralaktycznym) i 8” Newtonem na montażu Dobsona

I miejsce w roku 2016 — uczniowie z SP 2 w Brzeszczach ubrani w stroje przypominające kombinezony astronautów

I miejsce w roku 2016 — uczniowie z Zespołu Szkół Miejskich nr 3 Jaśle

Spotkania w nagrodzonych szkołach kończyły się oglądaniem meteorytów i protuberancji na Słońcu

Ponownie w Przeźmierowie

To już po raz drugi przyjechałem do Przeźmierowa. Tym razem zostałem poproszony przez Łukasza Wojtyniaka do pomocy w przeprowadzeniu pokazu obserwacji Słońca oraz w przygotowaniu krainy nauki na IX festyn parafii św. Antoniego w Przeźmierowie. Na takie imprezy zawsze zabieram swój teleskop adaptowany do Słońca, nieustannie wywołujący pewne zdziwienie wśród osób, które nigdy się nie spotkały z taką modyfikacją teleskopu. Oprócz teleskopu zabrałem kilka egzemplarzy promocyjnych czasopisma „Urania – Postępy Astronomii", ulotki, czapkę i parasol. Łukasz miał ze sobą teleskop słoneczny Coronado. Piękniejszej pogody nie można było sobie wymarzyć. Niedosyt robił tylko zupełny brak plam na tarczy Słońca. W Coronado uważny obserwator mógł zobaczyć małe kłaczki (rozbłyski) na obrzeżach tarczy słonecznej. Mimo to znaleźli się tacy, którzy chcieli spojrzeć w nasze teleskopy. Po jakimś czasie wspomogli nas Tomasz Kluwak i Krzysztof Klimorowski z córką Karoliną oraz Mikołaj Króżyński z żoną Dorotą. Na scenie D.J. Maciej Narożny z Eski prezentował kolejnych wykonawców. Występowały zespoły z przedszkoli oraz szkół. My w wolnej chwili korzystaliśmy z obecności dwóch doktorantów z UAM — Doroty i Mikołaja Króżyńskich i rozmawialiśmy o astronomii.

Spotkałem też młodą miłośniczkę kosmosu z przedszkola w Chybach, której dałem *Uranię* i smycz ze zjazdu SOS PTMA. Gdy rozmawialiśmy o Obserwatorium Mikołaja Kopernika w Toruniu, zauważyłem błysk w oku tej dziewczynki. Tak rodzą się nasi potencjalni następcy. Na jednym z wielu stoisk kupiłem książkę pt. „W niebo wpatrzeni" Willy'ego Leya. No cóż, odezwała się słabość do książek astronomicznych z lat osiemdziesiątych. Dotarli do naszej krainy proboszcz parafii ks. Tomasz i wikary ks. Wiktor. Żal było opuszczać taką wspaniałą imprezę. Organizatorem festynu była Małgorzata Racibowska, a organizatorką koncertu jubileuszowego, który odbył się już po moim odjeździe, była Dorota Barełkowska.

Do zobaczenia za rok.

Tadeusz Figiel

Na zdjęciu od lewej: Tadeusz Figiel, Tomasz Kluwak i Łukasz Wojtyniak.

Fot. Magda Rajewicz

Raport nr 5/2017

Aktywność Słońca na niskim poziomie. Od 09 do 15 maja zerowa aktywność. Średnia liczba Wolfa w maju wyniosła R = 15,1 a średnia SN = 12,75. Swoje raporty przysłało 11 obserwatorów. W maju do grona obserwatorów dołączył Tomasz Książczyk z O/PTMA Poznań. Serdecznie witamy.

Obserwatorzy:

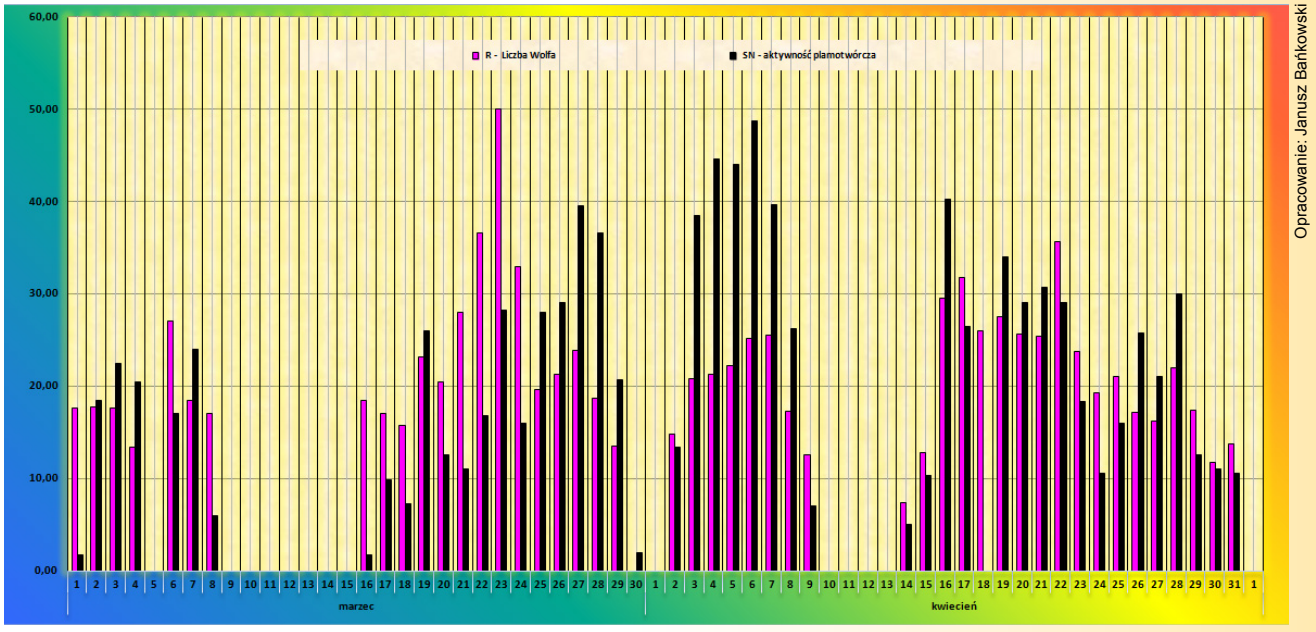
1. Gimenez Francisco	26	7. Figiel Tadeusz	11
2. Zagrodnik Jerzy	23	8. Koło Astronomiczne	7
3. Winnicki Mateusz	23	9. Skorupski Piotr	4
4. Raczyński Łukasz	17	10. Sabat Mikołaj	1
5. Kucemba Łukasz	17	11. Książczyk Tomasz	1
6. Bańkowski Janusz	12		

Raport nr 6/2017

Średnia liczba Wolfa w czerwcu wyniosła R=18,12 a średnia plamotwórcza aktywność SN = 20,75. Raporty przysłało 10 obserwatorów.
Wszystkim obserwatorom dziękuję i życzę udanych obserwacji.

Obserwatorzy:

1. Zagrodnik Jerzy	29	6. Figiel Tadeusz	13
2. Jimenez Francisco	28	7. Skorupski Piotr	7
3. Raczyński Łukasz	22	8. Moskal Kinga	2
4. Bańkowski Janusz	21	9. Bohusz Jerzy	1
5. Kucemba Łukasz	14	10. Książczyk Tomasz	1



Chmury — co prawda utrudniają obserwacje astronomiczne, ale i tak warto się im przyjrzeć

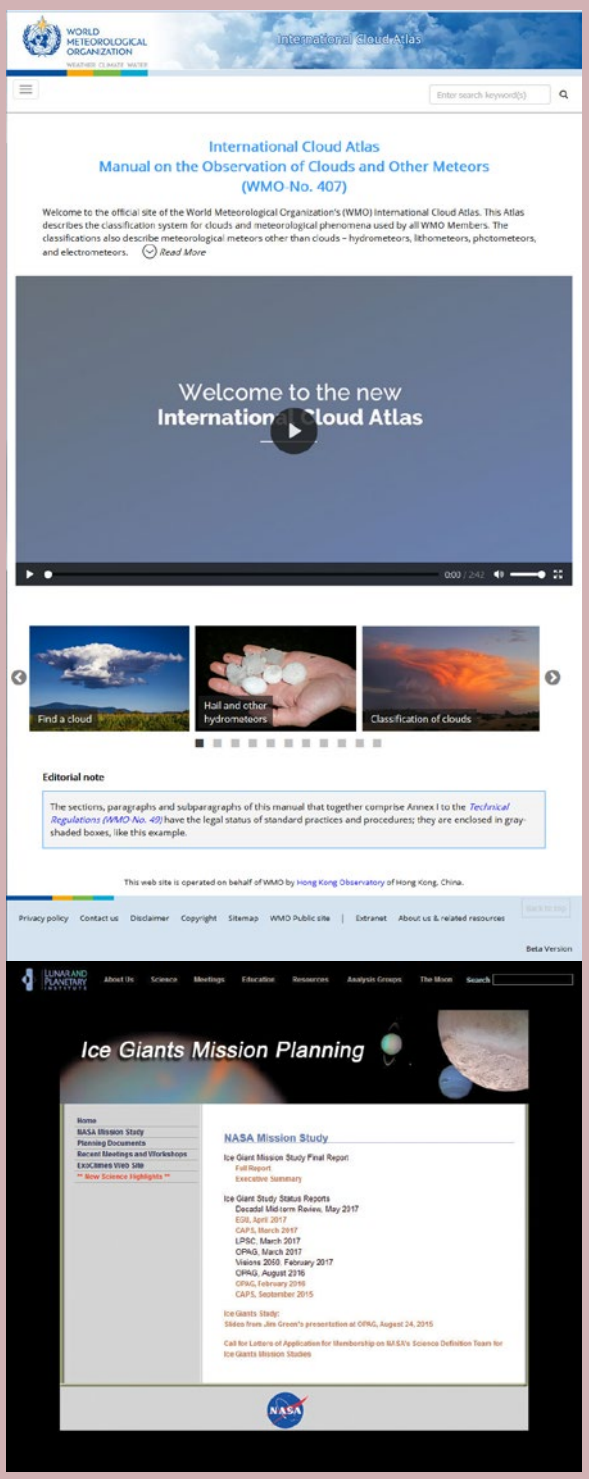
Chmury będące częścią atmosfery Ziemi utrudniają, a najczęściej uniemożliwiają obserwacje astronomiczne (przynajmniej w zakresie światła widzialnego). Dziś proponuję spojrzeć na ten problem trochę z innej strony — skoro musimy (?) z nimi żyć, to może warto je bliżej poznać. Zajrzyjmy na specjalny portal Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO) nazwany po prostu *International Cloud Atlas*. Adres jest łatwy do zapamiętania: https://www.wmocloudatlas.org/home.html.

O ile poprzednie wersje atlasu były dostępne w formie drukowanej, to obecnie (od marca br.) mamy do czynienia z pierwszą wersją w pełni internetową. Nie jest to jednak prosty atlas zdjęć (niejednokrotnie bardzo pięknych i reprezentujących ciekawe ujęcia) poszczególnych, uzgodnionych na forum WMO (stąd słowo *International* w tytule) typów obłoków. Każdemu z nich towarzyszy mnóstwo dodatkowych informacji — możemy np. dowiedzieć się, kto pierwszy zaproponował klasyfikację/wydzielenie konkretnego typu obłoków. W pierwszym podejściu bardzo użyteczne są dobrze zorganizowane, rozbudowane menu u góry strony. Jak zwykle pozostawiamy naszym Czytelnikom wędrówkę w poszukiwaniu szczegółów.

Chmury są powszechnym zjawiskiem w Układzie Słonecznym. Wystarczy wspomnieć Wenus czy gazowe olbrzymy. Ostatnio okazało się, że nawet w atmosferze Plutona mogą prawdopodobnie istnieć obłoki – tak dają się zinterpretować twory widoczne w atmosferze na zdjęciach uzyskanych przez sondę New Horizons – wersję pracy przyjętej do druku w *The Astronomical Journal* można znaleźć pod adresem https://arxiv.org/abs/1706.03389, ostateczna wersja (dla prenumeratorów AJ) to https://doi.org/10.3847/1538-3881/aa78ec.

Skoro zawędrowaliśmy już tak daleko, proponuję jeszcze zajrzeć do świeżo opublikowanego raportu NASA poświęconemu planowaniu potencjalnych misji do gazowych olbrzymów (tutaj nazywanych „lodowymi"). Raport liczy sobie powyżej 500 stron i zawiera m.in. szereg informacji dotyczących fizyki wspomnianych planet, ale też tego, czego o nich nie wiemy czy nie w pełni rozumiemy. Niestety nie ma w nim odniesienia do ostatnich odkryć misji Juno. Z drugiej strony może to i dobrze, bo takie rzeczy wymagają czasu na przemyślenie i przyswojenie. Raport znajdziemy pod adresem http://www.lpi.usra.edu/icegiants/mission_study/Full-Report.pdf. Dla niecierpliwych proponuję obcięcie adresu do postaci http://www.lpi.usra.edu/icegiants/mission_study/ i obejrzenie znacznie krótszych materiałów dostępnych z tego poziomu.

Roman Schreiber



Poczta

Ślubuję w przyszłym roku w maju (...) Mam cudowną narzeczoną, której chciałbym podarować kawałek nieba, a dokładnie gwiazdę na niebie. Czy istnieje taka możliwość, żebym mógł w legalny sposób ją nazwać i otrzymać jakiś dokument potwierdzający. Jeśli jest taka możliwość, prosiłbym o cenę i w jaki sposób mógłbym tego dokonać.

Red.: Z tego co nam wiadomo, są firmy, które sprzedają certyfikaty potwierdzające własność działki na Księżycu czy gwiazdy na niebie, ale robią to bez żadnego umocowania prawnego, więc mówiąc kolokwialnie, to jedna wielka lipa i naciąganie klientów. Można natomiast legalnie kupić kawałek czegoś, co spadło z nieba, czyli meteoryt. Pięknym pozaziemskim prezentem może być biżuteria wykonana z meteorytu, do której sprzedawcy często dołączają stosowny certyfikat. Wystarczy poszukać w internecie.

* * *

Czytanie kolejnych numerów „Uranii" przysparza coraz większych kłopotów ze względu na smród farby. Czy nie można wymóc na drukarni zmiany komponentów tejże? Czy może pozostanie nam wietrzenie nowych numerów przed czytaniem? Gdzie te czasy, gdy książki i gazety wabiły do czytania zapachem.

Krzysztof Socha

Red.: Zapewniamy, że nasze farby są bardzo wysokiej jakości, jedne z mniej eterycznych na rynku. Problem w tym, że pismo wysyłamy czytelnikom dosłownie w kilka godzin po zejściu z maszyny drukarskiej. Przy okazji przypominamy, że *Urania* jest dostępna również w wersji elektronicznej. Tylko pojedyncze numery, ale całkowicie bezzapachowe. Coś za coś…

* * *

Od wielu lat popularyzuję astronomię, a ostatnio w formie autorskich pokazów multimedialnych. Zajęcie dość absorbujące, ale myślę, że warto poświęcić mu trochę czasu. Może dlatego mniej fotografuję. Udało mi się jednak niedawno wykonać dwa interesujące obrazki.

Pierwszy ukazuje Drogę Mleczną widzianą z okolic nieistniejącej już wsi Wólka (611 m n.p.m.) w masywie Przymiarek w Beskidzie Niskim. Lekkie zanieczyszczenie świetlne nad horyzontem z lewej pochodzi od Rymanowa Zdroju, natomiast z prawej od lampy na wieży radiowej ustawionej w okolicy Przełęczy Szklarskiej. Subtelne zielone zabarwienie to efekt zjawiska airglow, które tej nocy wystąpiło nad naszą częścią Europy (…).

Drugi przedstawia supernową SN2017eaw, odkrytą 14 maja br. w galaktyce NGC 6946. W górnej części fotografii znajduje się gromada otwarta NGC 6939, a z lewej ślad pozostawiony przez sztucznego satelitę Ziemi (…).

Mariusz Świętnicki

Red.: Już się trochę niepokoiliśmy długim milczeniem jednego z najwierniejszych naszych Czytelników. Odetchnęliśmy z ulgą i z wielką przyjemnością pokazujemy Pańskie nowe prace.

ZAPROSZENIA

Odczyty, wykłady, spotkania, wydarzenia

2–3 września 2017: II AstroPiknik w Podzamczu
Regionalne Centrum Naukowo-Technologiczne
http://www.rcnt.pl

11–14 września 2017: 38. Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, Zielona Góra, https://www.pta.edu.pl/zjazd38

5–6 października 2017: VIII Sieradzka Konferencja Kosmiczna

6–8 października 2017: X Konferencja Sekcji Obserwacji Komet, Niepołomice
http://sok.ptma.pl/rejestracja/

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Warszawie, 9 października 2017:
Paweł Bielewicz *Misja satelity Planck*
https://www.camk.edu.pl/pl/outreach/wyklady-popularne/

Zloty i wyjazdy obserwacyjne

10–13 sierpnia 2017: XXI Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii OZMA 2017
Urzędów k. Kraśnika
http://www.ppsae.pl/category/aktualnosci/

14–27 sierpnia 2017: Krakowski Zlot Miłośników Astronomii, Wiśniowa,
http://forum.ptma.pl/viewtopic.php?f=10&t=1019

15 sierpnia – 3 września 2017: Wielka Wyprawa PTMA na całkowite zaćmienie Słońca do USA
https://www.facebook.com/wyprawy.ptma

17–20 sierpnia 2017: Toruń–Barbarka
6. Toruński Zlot Miłośników Astronomii
http://www.tzma2017.pl

25–27 sierpnia 2017: 7. AstroShow z Delta Optical Janów Podlaski, http://astroshow.deltaoptical.pl/

14–17 września 2017: PTMA O/Lublin
12. Jesienny Zlot Miłośników Astronomii (Star-Party), Roztocze – Kraina nad Tanwią
http://www.astrozloty.pl

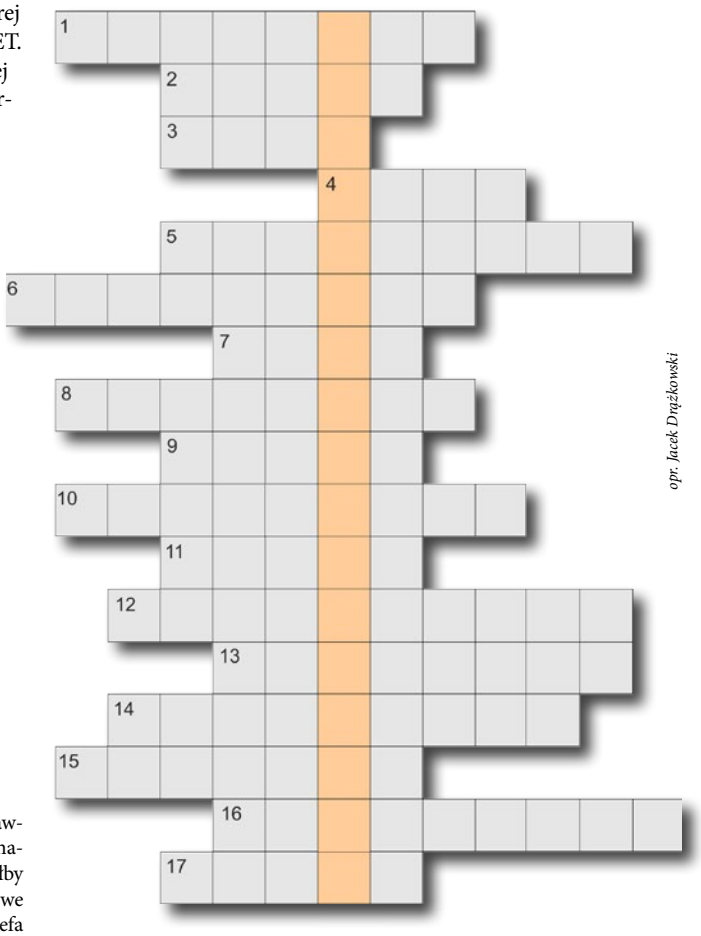
21–24 września 2017: PTMA O/Katowice
32. zlot miłośników astronomii PTMA
Zwardoń, http://www.zloty.astrocd.pl

19–22 października 2017: PTMA O/Katowice – 33. zlot miłośników astronomii PTMA
Zwardoń, http://www.zloty.astrocd.pl

W „Uranii–PA” nr 2/2017 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło SIEDEM NOWYCH PLANET. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Wiesława Kerl** z Bydgoszczy i **Krzysztof Kuczaj** z Jurkowa (gm. Czchów). Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Autor „Kanonu zaćmień”
2. Pierwszy prezes Oddziału Lubelskiego PTMA
3. „Wystarczająco” inaczej
4. Już jest taka, która pokaże nam jasność nocnego nieba
5. Bardziej doświadczony kolega Jacka Fischera
6. Gwiazdozbiór z największą galaktyką Gromady Lokalnej
7. Sonda muskająca atmosferę Jowisza
8. Rój meteorów związany z kometą Halleya
9. Przewidział zaćmienie Słońca w 585 r. p.n.e.
10. Książę, który obserwował zaćmienie Słońca w Wysocku na Wołyniu
11. 30-kilometrowy „pieróg”
12. Twierdził, że korona słoneczna świeci światłem odbitym
13. Pierwsza rakieta „elektryczna”
14. Nowe gwiazdy na niebie o niezwykle dużej jasności
15. Słynny astronom amator ze Szczecinka
16. Ponoć ukrywa kominy hydrotermalne
17. Planetoida nr 1352

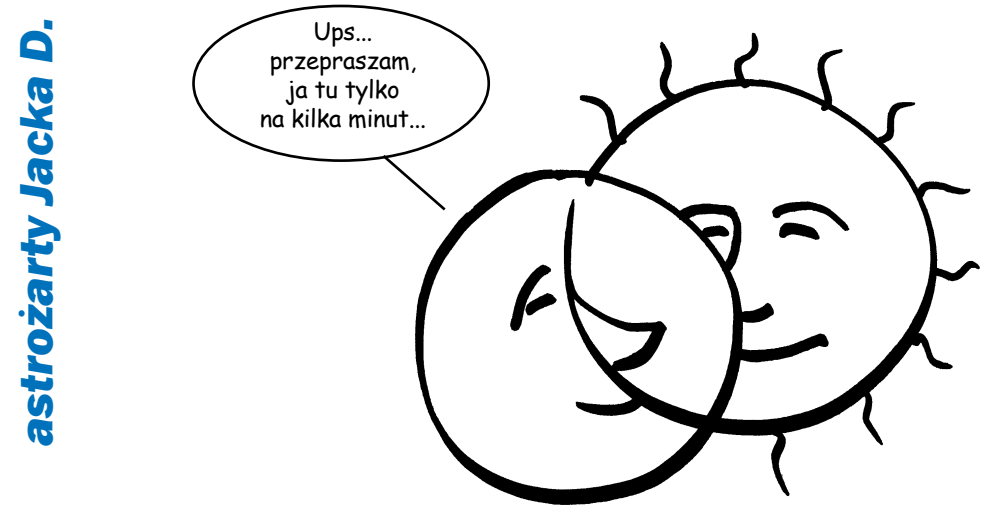
Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek.
Na rozwiązania czekamy do końca września 2017 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe. Do rozwiązania należy dodać swój adres oraz tytuł lub numer książki, którą Czytelnik chciałby otrzymać w wyniku losowania spośród następujących propozycji: 1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka; 2. „Relacja pierwsza” („Narratio Prima”) Joachima Retyka, tłumaczenie popularnonaukowego dzieła poświęconego „De Revolutionibus” Kopernika oraz kopia oryginału; 3. „Mały astronom”, nowa ksiażka o astronomii dla dzieci autorstwa profesora Grzegorza Karwasza. Rozwiązania można przesyłać drogą elektroniczną na adres: urania@urania.edu.pl.



opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 2/2017: 1. MROZOWSKI, 2. KUSIAK, 3. CERNAN, 4. KIDS, 5. PLANETOIDA, 6. CIEMNE, 7. RUBIN, 8. FLORENCJA, 9. NOWA, 10. SADBURY, 11. COLLINS, 12. CHARON, 13. NEPTUN, 14. LOWELL, 15. GWIAZDA, 16. JUNO, 17. BENNU, 18. ALMUKANTARAT.

21 sierpnia 2017 r. nad Ameryką Północną



astrożarty Jacka D.

Kosmos w zasięgu ręki

Nasze teleskopy, lornetki i mikroskopy przybliżają świat i ten całkiem bliski i ten odległy o lata świetlne. Delta Optical to bardzo szeroka oferta produktów, fachowa porada, a także korzystne ceny.

TELESKOP

Sky-Watcher Discovery

Przedstawiamy nowe teleskopy Sky-Watcher Star Discovery przeznaczone dla początkujących użytkowników, poszukujących nowoczesnego i ergonomicznego teleskopu w dobrej cenie. Stabilny, azymutalny montaż na stalowym, rozsuwanym statywie skrywa nowoczesny system **GO-TO SynScan**. Za pośrednictwem pilota znajdującego się w zestawie, umożliwia on namierzanie i śledzenie ponad **42.900 obiektów**! Głowica montażu zasilana jest z 8 baterii AA, dzięki którym teleskop może działać bezprzewodowo. Otwiera to wspaniałe możliwości obserwacji z dala od zabudowań, np. podczas wyprawy samochodowej pod ciemne, rozgwieżdżone niebo poza miasto. Jest to również idealna propozycja dla organizatorów pokazów nieba, popularyzatorów astronomii, nauczycieli.

Dostępne modele w serii Discovery:

- Refraktor achromatyczny 102/500 mm 2099 zł
- Reflektor paraboliczny Newtona 130/650 mm 1739 zł
- Reflektor paraboliczny Newtona 150/750 mm 1799 zł
- Maksutov-Cassegrain 127/1500 mm 2549 zł

LORNETKA

Delta Optical SkyGuide 15x70

Specjalistyczna, w pełni metalowa lornetka astronomiczna o bezkonkurencyjnie ostrym i jasnym obrazie. Powiększa aż 15-krotnie i daje możliwość oglądania pierścieni Saturna, księżyców Jowisza i wielu innych perełek nocnego nieba w stereo i w jakości HD.

TELESKOP

Sky-Watcher BK15075EQ3-2

Ten wspaniały teleskop astronomiczny pozwoli odkryć galaktyki, mgławice i poznać z bliska wszystkie planety Układy Słonecznego. Ten model daje duże możliwości rozbudowy i umożliwia podłączenie dowolnego aparatu fotograficznego w celu wykonywania zdjęć wielu ciał niebieskich.

Oferta specjalna na hasło „Urania2017". Promocja ważna do 30.09.2017.

DELTA® optical | bliżej pasji

www.deltaoptical.pl

blog: www.deltasky.pl ★ www.facebook.com/Delta.Optical.Polska

Centrala Delta Optical Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786.05.20

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Deloitte House (od H.Westin), T. 22 624.08.04

Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729.94.90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739.52.10

POLSCY UCZENI O NAJWIĘKSZYM ODKRYCIU XXI WIEKU

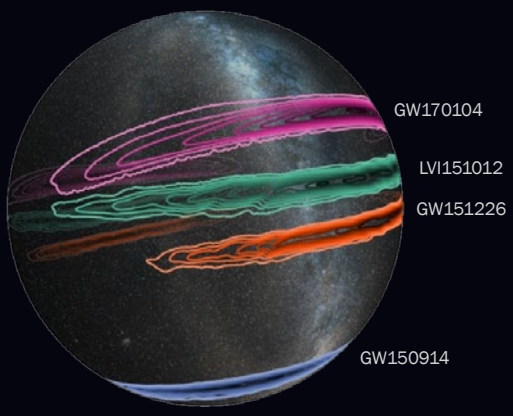
FALE GRAWITACYJNE

W Uranii przed rokiem

Krótko po ogłoszeniu sensacyjnego odkrycia relacjonowaliśmy jego szczegóły w artykule Grzegorza Karwasza. Jak przewidzieli, że pierwszą detekcją będą zderzające się czarne dziury, piszą Krzysztof Belczyński i jego uczniowie.

W bieżącym numerze

Bezpłatny dodatek (do wyczerpania nakładu płyty) w postaci DVD z czterema filmami na temat przyczyn i skutków grawitacji. Na filmach wypowiedzi kilkunastu polskich uczonych z całego świata.



W następnym numerze

Obszerny artykuł Michała Różyczki i Piotra Lasoty o badaniach poprzedzających — poczynając od samego Einsteina — odkrycie fal grawitacyjnych.

Członkowie zespołu POLGRAV biorącego udział w odkryciu — Dorota Gondek-Rosińska i Tomasz Bulik — autorami wyczerpującego podsumowania wszystkich dotychczasowych odkryć.

Bieżące informacje, numery archiwalne i prenumerata czasopisma na portalu internetowym:

www.urania.edu.pl

„NASZA PRZYGODA Z ASTRONOMIĄ” - ZGŁOŚ SWOJĄ SZKOŁĘ NA URANIA.EDU.PL

Urania
Postępy Astronomii

5/2017 (791)
Tom LXXXVIII

Cena 12,90 zł
w tym 5% VAT

www.urania.edu.pl

ukazuje się od 1919 r.

JAK ODKRYTO FALE GRAWITACYJNE?

CIEMNA MATERIA Z LABORATORIUM

ISSN 1689-6009 indeks 401323

FOTOMETRIA LUSTRZANKOWA

Korona słoneczna sfotografowana podczas całkowitego zaćmienia Słońca w Genevie w Stanach Zjednoczonych przez Roberta Szaja przy współpracy Filipa Ogorzelskiego i Marcina Jeziornego 21 sierpnia br. wraz z mozaiką zdjęć ukazujących różne fazy zjawiska (patrz tekst obok)

URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Tegoroczny sierpień obfitował w spektakularne zjawiska na niebie. Najpierw zaćmienie Księżyca, kilka dni później maksimum roju Perseidów. W końcu całkowite zaćmienie Słońca. Zjawisko to w USA zapowiadano od wielu lat jako najbardziej spektakularne na amerykańskim niebie ostatnich kilku dekad. Już kilka lat wcześniej rozpoczęło się szaleństwo związane z rezerwacją miejsc hotelowych i campingowych w pasie zaćmienia całkowitego. Ostatnie wolne pokoje sprzedawane na kilka miesięcy przed zjawiskiem osiągały ceny wielokrotnie wyższe, niż w najdroższym wakacyjnym sezonie turystycznym.

Pomysł, by zorganizować wyprawę Fundacji Nicolaus Copernicus, zrodził się dwa lata temu, gdy pierwszy raz przeprowadziliśmy internetową transmisję z Obserwatorium Astronomicznego w Truszczynach. Kolejne transmisje, w tym tranzytu Merkurego w 2016 r. przekonały nas, że jest to jedna z lepszych metod upowszechniania wiedzy astronomicznej.

Zanim dziesięcioosobowa ekipa pojawiła się w otoczonym polami kukurydzy i soi miasteczku Geneva w południowej Nebrasce, przeprowadziliśmy szczegółową analizę pogodową oraz logistyczną potencjalnych miejsc obserwacji. Ponad rok przed zaćmieniem przejechałem trasą wiodącą przez pas całkowitego zaćmienia, wyszukując potencjalne miejsca obserwacji i transmisji. Wszędzie byłem ciepło przyjmowany, a otwartość mieszkańców najczęściej małych miejscowości była ogromna. Ostateczny wybór padł na niewielką miejscowość Geneva. To tam pracuje Sarah Haiden Johnson, która jest dyrektorem przepięknej biblioteki publicznej. Jej otwartość, nieoceniona pomoc, doskonały internet oraz potencjalne bardzo dobre warunki pogodowe sprawiły, że to z tego miejsca postanowiliśmy zrealizować nasz projekt. Dzięki pomocy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego zabraliśmy do USA kilkaset kilogramów sprzętu oraz dziesięcioosobową ekipę realizacyjną.

Oprócz naszej wyprawy, do USA pojechała Wielka Wprawa PTMA, która poza obserwacjami zaćmienia odbyła niesamowitą podróż po zachodniej stronie kontynentu. W Nashville rezydowała grupa miłośników astronomii z Niepołomic pod wodzą prezesa PTMA Janusza Jagły. W pasie zjawiska spotkać można było także setki Polaków przybyłych przez Atlantyk lub mieszkających na stałe w USA.

Nasza ekipa dotarła do Genevy na kilka dni przed zjawiskiem. Przez dwa dni sprawdzaliśmy i składaliśmy sprzęt. Jeszcze przed zaćmieniem przez naszą „bazę" z teleskopami skierowanymi na Słońce przewinęło się kilkaset osób. Większość ekipy władała językiem angielskim pozwalającym na wyjaśnianie skomplikowanych zjawisk na niebie. Wieść o naszym przybyciu do tego niewielkiego miasteczka rozeszła się z prędkością światła.

Regularnie odwiedzał nas burmistrz miasta, Rodney Norrie, który podczas zaćmienia dumnie nosił naszą pamiątkową koszulkę. Nieocenione wsparcie otrzymaliśmy od wspólnoty kościoła prowadzonego przez pastora Stuarta Davisa. Wspólne obserwacje zaćmienia zakończyły się zaproszeniem do Indiany, do jego domu w miasteczku Peru, gdzie w 2024 r. Słońce znowu skryje się za Księżycem.

Kluczowym czynnikiem przy obserwacji zaćmienia jest oczywiście pogoda. Prognozy na 21 sierpnia dla Genevy nie były optymistyczne. Nasza obecność w świątyni zarządzanej przez pastora Davisa nie była związana z modlitwą o pogodę, ale każdy z nas marzył o tym, by tych największych osiem amerykańskich portali pogodowych, przewidujących dla Genevy opady deszczu, myliło się.

W dniu zjawiska poranek zastał nas deszczową aurą. Z godziny na godzinę chmury zaczęły się na szczęście rozrzedzać, by na początku fazy częściowej niemal całkowicie opuścić rejon Słońca. Faza całkowita została przywitana brawami i okrzykami. Spadek temperatury o prawie 10° czy cisza przyrody, to tylko niektóre ze zjawisk, jakie wprawiły w zdumienie oglądających. Na kilka minut przez zaćmieniem całkowitym i u nas emocje wzięły górę.

W ramach projektu przeprowadziliśmy transmisję oraz przygotowaliśmy na potrzeby TVP film dokumentalny z naszej wyprawy. Nieocenione okazało się doświadczenie telewizyjne Bogumiła Radajewskiego (Astronarium) oraz Michała Juszczakiewicza. Dr Milena Ratajczak i niżej podpisany korzystali z cennych wskazówek kolegów oraz starali się przekazać emocje i wiedzę o zjawisku.

Zaćmienie, które wywołało tyle dobrych emocji, nie zakończyło naszych dobrych doświadczeń z mieszkańcami gościnnego stanu Nebraska. Ich otwartość to nie tylko dobre słowa i wsparcie, ale też wymierne gesty i czyny. Gdy kilka dni wcześniej byliśmy w restauracji na kolacji, spotkaliśmy młode małżeństwo z trójką małych dzieci. Wywiązała się niezwykle serdeczna krótka rozmowa, podczas której wyjaśniliśmy też dzieciom, na czym polega zjawisko zaćmienia. Gdy chcieliśmy zapłacić rachunek, okazało się, że kilkadziesiąt minut wcześniej zrobiło to młode małżeństwo. Podobnie zostaliśmy wyposażeni w „przekąski", gdy z Michałem Juszczakiewiczem natknęliśmy się na drogowskaz prowadzący do domu rodzinnego Prezydenta Ronalda Raegana w Tampico. Nocne zwiedzanie miejsca, w którym dzieciństwo spędził 40. Prezydent USA zaowocowało kilkoma nowymi znajomościami i przyjaźniami.

Na opisy samego zjawiska przyjdzie jeszcze zapewne czas na łamach *Uranii – Postępów Astronomii*. Zapraszam do obejrzenia naszej relacji na stronie www.fundacjacopernicus.pl oraz na naszym profilu https://www.facebook.com/ObserwatoriumTruszczyny/

Robert Szaj

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

wrzesień–październik 2017

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**" (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii".

Nakład: 3000 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Sebastian Soberski, Robert Szaj, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 509 44 17 17
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
http://www.urania.edu.pl

Dystrybucja, sekretariat:
Joanna i Ernest Świerczyńscy,
tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł
Prenumerata roczna 60 zł

Uwaga! Zmiana numeru konta!
Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

Prenumerata sponsorowana czasopisma „Urania — Postępy Astronomii" dla szkół finansowana w ramach umowy 886/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18,
00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35,
31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

*** ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA * MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA * ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW * PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI * OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW * REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM ***

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

Dawno temu w… „Uranii”

Narodziny 5-metrowego zwierciadła astronomicznego

...Przy projektowaniu 5 metrowego teleskopu poszukiwano długo odpowiedniego materiału z którego można byłoby odlać wielki jednorodny krąg, przeznaczony do oszlifowania na zwierciadło. Sprawa była trudna, bo wymagania trzeba było stawiać bardzo wysokie. Nie żałowano trudu i pieniędzy, aby zagadnienie najlepiej rozstrzygnąć, by nowy teleskop, którego koszt ma wynosić około 6 000 000 dolarów. został jak najlepiej wykonany. Zdecydowano się ostatecznie na szkło gatunku Pyrex, które wyróżnia się małym współczynnikiem rozszerzalności i ma inne użyteczne właściwości. Dobrze nadawałby się na zwierciadło kwarc, nie da się on jednak odlewać w dużych kręgach.

2 grudnia 1934 r. w zakładach Corning Glass Work w stanie New York, nastąpił I akt narodzin zwierciadła — odlanie bloku szklanego. Wybudowano tam specjalną osłonę w postaci ogromnego ula o średnicy przeszło 5 metrów. do którego miało być wlane gotujące się od 30 dni roztopione szkło. W celu zmniejszenia ciężaru postanowiono, że krąg ma być nie jednolity, lecz winien posiadać od spodniej strony komory. W tym celu na dnie „ula” umieszczono szereg słupków murowanych tak że płynne szkło wypełniało tylko przerwy miedzy słupkami i pokrywało je z wierzchu. Otrzymano w ten sposób redukcję ciężaru z 30 tonn przy pełnym bloku do 16 tonn bez zmniejszenia sztywności. Przez 7 godzin automatyczne czerpaki przelewały roztopione szkło do wnętrza ula, dopóki forma nie została wypełniona. Trwała ta czynność od 7-mej godziny zrana do

2-ej po południu. Około północy tegoż dnia forma z jej rozpalonymi do białości ładunkiem została podniesiona za pomocą ogromnego dźwigu i przeniesiona do specjalnego elektrycznego ogrzewacza, w którym cały rok powoli stygła w temperaturze powoli obniżającej się. 8 grudnia 1935 r. ostudzanie zostało ukończone i blok był gotowy do wywiezienia z fabryki. Z wierzchu miał on kształt zamarzniętej sadzawki o średnicy 5-ciu metrów, od spodu zaś — plastra miodu z opisanych wyżej powodów.

Zagadnienie przewozu bloku szklanego do Kalifornii. gdzie miał być poddany szlifowaniu, nie było łatwe, zachodziła bowiem obawa, że przepusty kolejowe i tunele mogą się okazać za niskie. Wykonano specjalną platformę, na której umieszczono stalową skrzynię z dyskiem tak, że jej spód był odległy zaledwie o 14 cm od poziomu szyn. wierzch zaś w niektórych tunelach podchodził pod ich sklepienie na odległość zaledwie 12 cm. Blok szklany przewieziony został do Kalifornii

W AKTUALNYM NUMERZE

Urania — nasza muza 17

Dawno temu w… „Uranii” 4

Kronika

Odkrycia i wydarzenia astronomiczne 6
Misje i badania kosmiczne 8

Michał Różyczka, Jean-Pierre Lasota 10
Zanim zadrżały detektory LIGO
Zanim doszło do przełomowego odkrycia fal grawitacyjnych, kilka pokoleń fizyków i astronomów prowadziło zawiłe rachunki, zdumiewające eksperymenty i śmiałe obserwacje. Wśród nich było wielu polskich uczonych.

Przeczytane w *Nature* i *Science*
O czarnych dziurach 17

Dorota Gondek-Rosińska i Tomasz Bulik 20
Astronomia fal grawitacyjnych
Dwa lata temu zarejestrowano pierwsze zderzenie dwóch czarnych dziur. W ten sposób narodziła się nowa dziedzina astrofizyki obserwacyjnej — astronomia fal grawitacyjnych. Poznajmy jej metody i perspektywy.

Okiełznać szumy
Czułość detektorów LIGO nie może się równać z żadną do tej pory zbudowaną na świecie aparaturą. Mimo to fala grawitacyjna jest ukryta na samym dnie gęstego lasu szumów ,,wstrząsających" detektorem.

VIRGO rozpoczyna wspólne obserwacje z LIGO w kampanii obserwacyjnej O2 27

Czytelnicy obserwują

Ryszard Biernikowicz 30
Fotometria lustrzankowa
Niemal każdy ma w domu aparat cyfrowy i komputer. Jeśli posiada również statyw fotograficzny i wężyk spustowy, to ma już wszystko, czego trzeba, by wykonywać całkiem poważne pomiary fotometryczne — jak zawodowi astronomowie. Autor wprowadza w technikę tzw. fotometrii lustrzankowej, na własnych przykładach pokazując, jak skuteczne jest to narzędzie.

Beata Zjawin 40
Ciemna materia z laboratorium
Od wielu dekad astrofizycy poszukują skupisk ciemnej materii daleko we Wszechświecie. Tymczasem toruńscy fizycy przypuszczają, że jej ściany mogą przebiegać wprost przez ich laboratorium.

W skrócie

Polski miłośnik astronomii odkrył pięć nowych gwiazd zmiennych 37
Burze śnieżne na Marsie 56
TRAPPIST-1 starszy od Układu Słonecznego 56
Pierwszy obraz „zaćmienia" Słońca 57
Odkryto pierwszy egzoksiężyc? 57

Astrofotografia amatorska: *Zaćmienia Słońca i Księżyca* 38

W kraju

38. Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego 45
Władze PTA na lata 2017–2021 45

Astropodróże

Turysta na szlaku Boskowicia i Milankowicia 46

Czy przeżyłbyś na Marsie?
Rozmowa z Ignacym Trzewiczkiem, autorem nowej gry planszowej 48

Szkoła astropejzażu

Księżyc w fotografii astropejzażowej 54

Poradnik obserwatora

Kolimacja teleskopu Newtona 58

CYRQLARZ No 224

Podstawy nauki o meteorytach 60

Kącik olimpijczyka

LXI Olimpiada Astronomiczna 2017/2018 62
Rozwiązanie zadania zawodów I stopnia LIII Olimpiady Astronomicznej 63

Ciekawe strony internetowe
Nowy zwierzak w kosmicznym ZOO 73

Kalendarz astronomiczny

Niebo nad Polską w listopadzie i grudniu 2017 64
Obiekty pod choinkę 68

Astronomia i muzyka

Letnie poszukiwania kosmicznych dźwięków 69

Obserwator Słońca

Aktywność słoneczna w 2016 roku — najciekawsze wydarzenia 70
***Raport:* lipiec — sierpień 2017** 72
Relaks z Uranią (krzyżówka, astrożarty) 74
Poczta, zaproszenia 75

specjalnym pociągiem, który jechał tylko za dnia i rozwijał prędkość najwyżej 40 km/godz. Podróż trwała 15 dni do 10 kwietnia 1936 r. Od tego czasu rozpoczęło się szlifowanie. które potrwa kilka lat...

Fragment artykułu Prof. Dr Eugeniusza Rybki (Lwów)

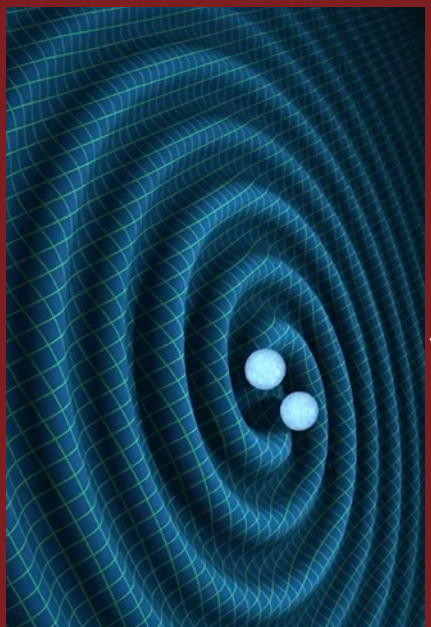
Może się przydać

Tania i praktyczna **Ruchoma Mapka Nieba** zawiera gwiazdozbiory widzialne w Polsce. Cena mapki niepodklejonej tylko 40 gr (30 gr), Mapka podklejona na kartonie 60 gr (50 gr). Mapka oprawiona w teczce kartonowej 2.00 zł. Zatwierdzona przez Ministerstwo W. R. i O. P. do użytku szkolnego. Do nabycia za pośrednictwem każdej księgarni i w oddziałach Towarzystwa. W nawiasach ceny dla członków P. T. P. A. (na mapkę w teczce zniżkę (1,50) mają tylko członkowie Oddziału Pozn.).

Fotografie najpiękniejszych ciał niebieskich wielkich lunet i t. p. są do nabycia w poznańskim Oddziale Towarzystwa w cenie 40 gr za sztukę. Przyjmuje się zamówienia na powiększenia, ceny na zapytania. Zamówienia kierować należy pod adresem: Poznański Oddział P. T. P. A.. Poznań. Sloneczna 36. P. K. O. Nr 209.187.

Urania 2/1937, pisownia oryginału.

NA OKŁADCE



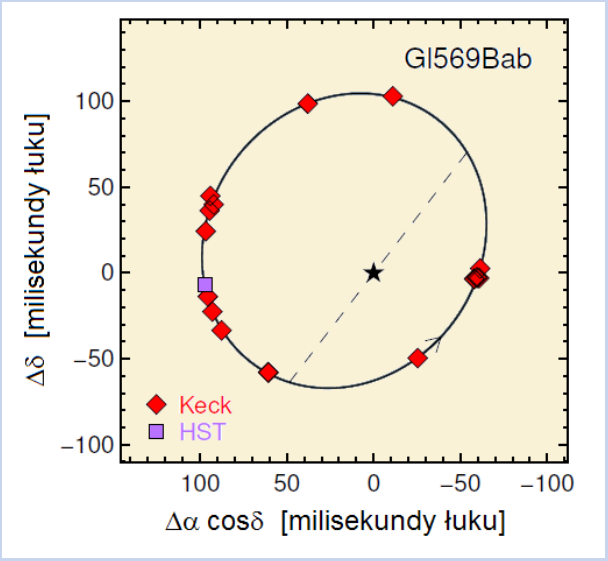
Źródło: materiały promocyjne CALTECH/MIT/LIGO

Kadr z animacji ukazującej emisję fali grawitacyjnej z układu podwójnego (gwiazd, gwiazd neutronowych, czarnych dziur), w postaci zmarszczek czasoprzestrzeni. wykorzystany w 26. odcinku serialu Astronarium: https://www.youtube.com/astronariumPl

CZERWIEC 2017

1 VI — Ogłoszono trzecią niewątpliwą rejestrację fal grawitacyjnych. Zdarzenie nastąpiło 4 stycznia br. i było rezultatem zlania się w jedną dwóch czarnych dziur o masach ok. 19 i 31 $M_\odot$. Wciąż działają tylko 2 detektory fal grawitacyjnych, więc nie jest możliwe triangulacyjne określenie miejsca na niebie, gdzie to się stało. Wiadomo tylko, że w galaktyce odległej o ok. 3 mld lat św.

1 VI — Powstające gwiazdy muszą mieć masę powyżej pewnej granicy, by rozpalić w sobie wodorowy piec. W przeciwnym razie zostają nieudanymi gwiazdami — brązowymi karłami. Teoretycy już dawno wyliczyli, że ta granica leży na poziomie 0,07–0,08 $M_\odot$ (70–80 $M_{Jowisza}$), zależnie od zawartości pierwiastków cięższych od helu, czyli tzw. „metaliczności". Co na to obserwacje? Dotychczas nic, bo tylko dla paru brązowych karłów zmierzono masę niezależnie od wszelkich modeli. Teraz tę liczbę powiększono wielokrotnie, dzięki wieloletnim, precyzyjnym pomiarom orbit 19 układów podwójnych z udziałem brązowych karłów (jedna z nich na rys. obok). Żaden z nich nie przekroczył 70 $M_{Jowisza}$, w niezłej zgodzie z teorią.



Źródło: T.J. Dupuy, M.C. Liu / arXiv 1703.05775

5 VI — Ogłoszono odkrycie dwóch nowych księżyców Jowisza, powiększając rodzinę znanych satelitów Króla Planet do 69. Jak większość tego towarzystwa, dwa nowe, tymczasowo nazwane S/2016 J1 i S/2017 J1, to ciała drobne (średnica 1–2 km), krążące ruchem wstecznym po wydłużonych orbitach, a więc przechwycone planetoidy. Ciekawe jest to, że odkryć dokonano teleskopami naziemnymi, których możliwości w tej dziedzinie wyczerpały się, zdawało się, już kilkanaście lat temu. Okazuje się, że wyczerpała się tylko cierpliwość poszukiwaczy, na szczęście nie całkiem.

19 VI — Opublikowano ósmy ostatni katalog kandydatów na planety, odkrytych w trakcie pierwotnej misji satelity „Kepler". Łącznie, w ciągu 4 lat działania (2009–2013) „Kepler" znalazł 4034 kandydatów, z których 2335 zostało już potwierdzonych jako planety.

23 VI — Obiekt TWA 42 (bardziej oficjalnie 2MASS J11193254−1137466) pierwotnie był uważany za brązowego karła. Okazał się jednak parą planet. Są to planety swobodne, czyli nie krążą wokół żadnej gwiazdy, za to obiegają się nawzajem w odległości 4 j.a. Obie są ok. 4 razy masywniejsze od Jowisza, co czyni ten układ podwójny najmniej masywnym ze znanych.

26 VI — Na swoje 25-lecie warszawski projekt OGLE (zob. *Urania* 4/2012 s. 186,190) zaowocował odkryciem nowego typu gwiazd zmiennych pulsujących. Są bardzo rzadkie — znaleziono ich tylko 14 — gorące (temperatura ~30 000 K, typ B) i jak na ich bardzo krótki okres pulsacji (tylko 20–40 min.) mają duże amplitudy zmian blasku (0,2–0,4^m w barwie V). Stąd ich wspólna nazwa: wielkoamplitudowe niebieskie pulsatory (*Blue Large-Amplitude Pulsators* — *BLAP*). Teoria pozwala oscylować w ten sposób gwiazdom o ich własnościach, ale zagadką pozostaje, jaką ewolucyjną drogą doszły do tego stanu.

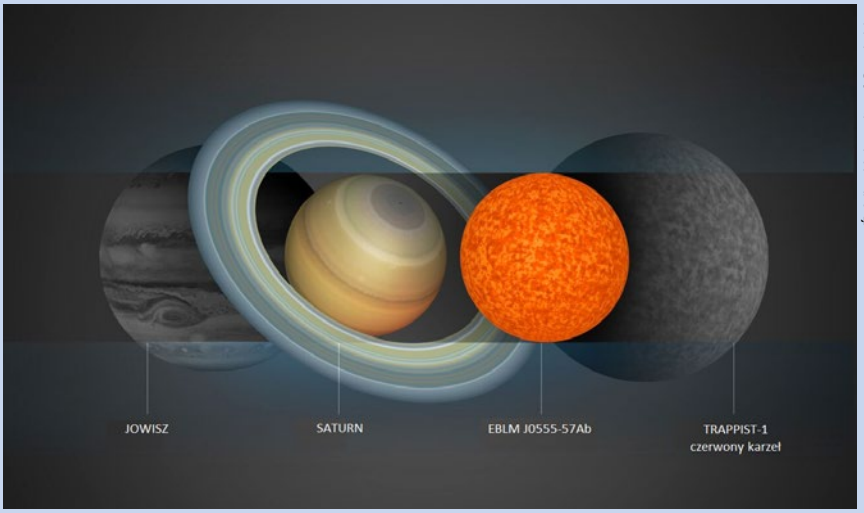
27 VI — Zderzenia galaktyk są powszechne, więc również częste powinny być bliskie spotkania ich centralnych, supermasywnych czarnych dziur, tworzących w efekcie układy podwójne. A jednak takich układów znamy tylko parę i tylko w jednym z nich, w galaktyce eliptycznej 0402+379, czarne dziury są blisko siebie — w odległości 24 lat św. i są widoczne osobno. Analizując obserwacje z 12 lat, udało się dostrzec ich wzajemny ruch i wyznaczyć podstawowe parametry: obiegają się z prędkością 0,5% *c*, z okresem ok. 30 000 lat, a ich łączna masa wynosi 15 mld $M_\odot$.

LIPIEC 2017

4 VII — Ile jest brązowych karłów? Próbuje się to oszacować, zliczając je w młodych gromadach otwartych, ostatnio w szczególniej gęstej RCW 38 (na fot. niżej, brązowe karły wskazane strzałkami). Wychodzi, że jest ich parę razy

Źródło: K. Muzic, A. Scholz, R. Schoedel, V. Geers, R. Jayawardhana, J. Ascenso, L. Cieza,ESO

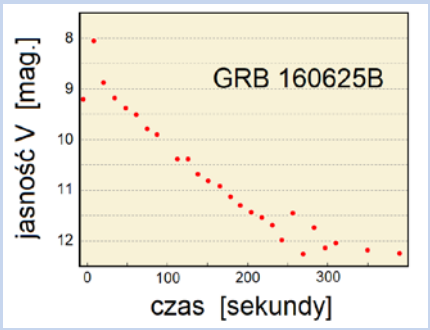
mniej niż prawdziwych gwiazd. W skali całej Galaktyki daje to liczbę rzędu 10^{11}. Niby sporo, ale ich łączna masa nie przekracza kilku % masy zawartej w gwiazdach.



Źródło: University of Cambridge

12 VII — Wiadomo, że najmniej masywne czerwone karły mogą mieć rozmiary mniejsze od Jowisza, o ile tylko są mało „metaliczne" i dość stare. Pierwszą taką właśnie znaleziono. Nazywa się EBLM J0555-57Ab i jest składnikiem układu potrójnego CD−57 1311. Ma masę 85 $M_{Jowisza}$, a zatem to prawdziwa gwiazda (czerwony, a nie brązowy karzeł), lecz jej promień wynosi tylko 0,84 $R_{Jowisza}$. Jest więc tylko odrobinę większa od Saturna (rys. obok).

21 VII — Odebrano dziwny sygnał radiowy — quasi-okresowy, szerokopasmowy i niespolaryzowany, pochodzący z kierunku nieodległego czerwonego karła Ross 128 (FI Virginis). Inne czerwone karły, obserwowane w tym samym programie, niczego podobnego nie wykazywały. Wśród kilku hipotez, którymi próbowano wyjaśnić to zjawisko, pojawił się również pomysł (a jakże!) obcej cywilizacji, popularny raczej w mediach niż wśród astronomów. Niestety, okazało się, że najpewniej jest to sygnał od jednego lub kilku satelitów geostacjonarnych, wiszących na niebie akurat w pobliżu tej gwiazdy.



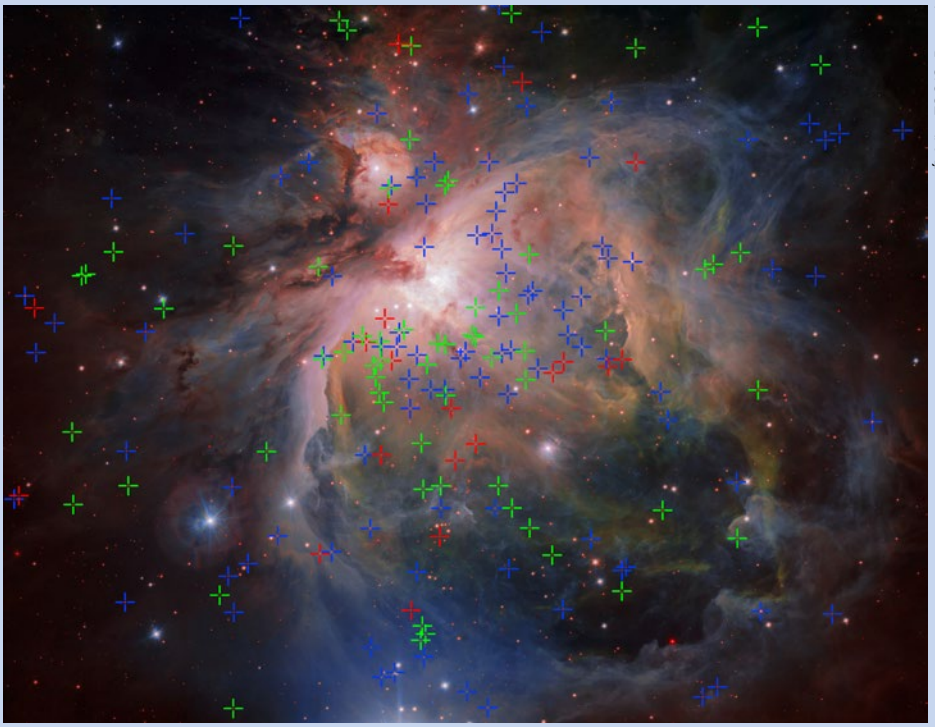
Źródło: www.pi.fuw.edu.pl/results

24–28 VII — W Warszawie odbyła się międzynarodowa konferencja naukowa z okazji 25-lecia programu OGLE, prowadzonego przez astronomów Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem prof. Andrzeja Udalskiego. Zakres tematyki równie szeroki jak program OGLE — od kosmicznej skali odległości, poprzez gwiazdy zmienne do mikrosoczewek grawitacyjnych.

26 VII — Opublikowano wyniki optycznych obserwacji rozbłysku γ GRB 160625B. Zjawisko należało do klasy tzw. długich rozbłysków, uważanych za skutek zapaści bardzo masywnej, szybko wirującej gwiazdy. Inaczej niż w „zwyczajnej" supernowej, powstaje wówczas wąska, bardzo jasna struga, która jeśli przypadkiem omiecie Ziemię, daje efekt rozbłysku γ. Choć z nazwy długie, trwają one zaledwie sekundy-minuty, a tylko poblask w zakresie optycznym i na dłuższych falach trwa godziny. Dlatego, mimo że zdarzają się codziennie, są trudne do odkrycia, a zwłaszcza naziemnych obserwacji od samego początku. To właśnie udało się tym razem kilku zespołom (przykład na rys. wyżej — obserwacje wykonane przez warszawską drużynę „Pi of the Sky"). Najcenniejszym trofeum są pomiary polaryzacji światła we wczesnej fazie zjawiska, co wiele mówi o roli pola magnetycznego w formowaniu strugi.

27 VII — Ukryta w mgławicy M42 znajduje się najbliższa z najmłodszych gromad otwartych (kolorowe krzyżyki na fot. niżej). Od pewnego czasu wiadomo było, że tworzące ją gwiazdy nie są równolatkami. Teraz już wiemy, jak do tego doszło. W rzeczywistości są to trzy grupy gwiazd, ułożone wzdłuż promienia widzenia, które rodziły się w trzech kolejnych epizodach. Najpierw, ok. 3 mln lat temu, powstały najbliższe (niebieskie krzyżyki), 1 mln lat później dalsze (zielone krzyżyki), a wreszcie 1,25 mln lat temu najdalsze (czerwone krzyżyki).

Wybrał i skomentował: Marek Muciek

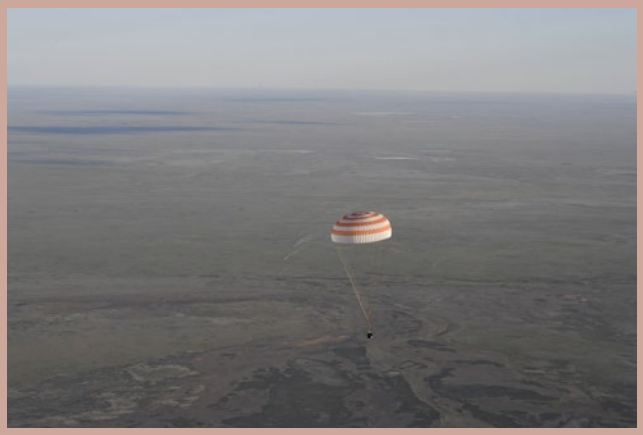

Źródło: ESO/G. Beccari

CZERWIEC 2017

1 VI — Japońska rakieta H-IIA wystartowała z kosmodromu Tanegashima, wynosząc na orbitę satelitę QZS-2, który dołączy do flotylli satelitów poprawiających sygnał z systemu GPS na terenie Japonii i pobliskiego rejonu Azji Pacyficznej. QZSS poprawia i uzupełnia amerykańskie usługi, wysyłając kompatybilny sygnał oraz dodatkowe poprawki uzyskiwane dla odbiorców sygnału ze stacji naziemnych. Japoński system będzie się finalnie składał z czterech satelitów i ma być w pełni operacyjny w 2018 r.

2 VI — Po 196 dniach spędzonych na orbicie dwóch astronautów wróciło na Ziemię na pokładzie statku Sojuz MS-03. Kapsuła z Olegiem Nowickim (Rosja) i Thomasem Pesquet (Francja) wylądowała na kazachstańskich stepach o 16.10 polskiego czasu. Astronauci mieszkali na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej w ramach 51. Ekspedycji od 19 listopada 2016 r.

Źródło: ESA



Kapsuła Sojuz MS-03 lądująca z dwójką astronautów na terenie Kazachstanu po półrocznej misji na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

3 VI — W jubileuszowym setnym starcie rakiety z historycznego stanowiska LC-39A Falcon 9 wyniósł w drogę do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej bezzałogową kapsułę zaopatrzeniową Dragon. Start był też wyjątkowy z innego powodu. Po raz pierwszy w kierunku stacji poleciała użyta już wcześniej w innym locie kapsuła.

W ładunku naukowym Dragona znalazł się m.in. teleskop promieniowania rentgenowskiego przeznaczony do badania pulsarów, platforma MUSES do montażu instrumentów teledetekcyjnych na zewnątrz kompleksu czy ROSA — panel słoneczny, testujący nową konstrukcję lekkiej, rozwijanej jak rolka struktury na ogniwa fotowoltaiczne.

Źródło: SpaceX

Rakieta Falcon 9 startująca z przylądka Canaveral na Florydzie. Ładunkiem misji była kapsuła Dragon z zaopatrzeniem naukowym do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

5 VI — Indie wykonały kolejny krok w kierunku uniezależnienia się od zagranicznych operatorów rakietowych. Z Satish Dhawan wystartowała GSLV Mk III — najcięższa wyprodukowana do tej pory przez ten kraj rakieta.

GSLV Mk III to dwustopniowa rakieta mierząca 43,4 m i ważąca podczas startu 630 t. Jest zdolna wynieść około 10 t na niską orbitę okołoziemską i 4 t na popularną głównie wśród ładunków telekomunikacyjnych orbitę transferową do geostacjonarnej (GTO). Dolny stopień używa toksycznych paliw hipergolicznych, jednak górny stopień jest już zasilany nowoczesną mieszanką ciekłego tlenu i wodoru. Dodatkowo rakietę wspomagają dwie rakiety na paliwo stałe.

Źródło: ISRO

Pierwszy start nowej rakiety indyjskiej GSLV Mk. III. Dzięki niej Indie będą w stanie wysyłać nawet ciężkie sondy telekomunikacyjne, bez potrzeby korzystania z usług zagranicznych

8 VI — Po rocznej przerwie spowodowanej dużymi problemami z jakością komponentów rakiety Proton-M wrócił do służby, wynosząc satelitę telekomunikacyjnego EchoStar 21.

Swój ostatni lot przed przerwą rakieta wykonała 9 czerwca 2016 r. Wtedy problemy z procesem produkcyjnym uwidoczniły się w przedwczesnym zakończeniu działania silnika drugiego stopnia. Ostatni stopień Briz-M na szczęście nadrobił wtedy deficyt energii, ale Roskosmos zdecydował się na uziemienie rakiet do czasu poznania przyczyn problemów. Przerwa miała się skończyć już w grudniu, jednak kolejne problemy odkryte po katastrofie rakiety Sojuz, związane z silnikami RD-0110 3. stopnia rakiety spowodowały kolejny poślizg.

Powrót Protona był całkowicie udany i po dziewięciu godzinach lotu po dość skomplikowanej trajektorii do orbity GTO, można było obwieścić sukces wypuszczeniem prawie 7-tonowego satelity.

14 VI — Kapsuła zaopatrzeniowa Progress po raz drugi w tym roku wystartowała na szczycie rakiety Sojuz 2.1a, udając się w podróż do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Statek został wypakowany 2,5 tonami towaru, wśród którego znalazło się jedzenie i picie dla załogi, ubrania, środki higieny i sprzęt oraz eksperymenty przeznaczone do rosyjskiej części kompleksu.

15 VI — Chiny wysłały przy pomocy swojej rakiety Długi Marsz 4B teleskop HXMT, który będzie badał promieniowanie w paśmie rentgenowskim. Jest to pierwszy wystrzelony przez Chiny satelita przeznaczony do obserwacji astronomicznych.

Głównym celem naukowym teleskopu będzie obserwacja płaszczyzny naszej Galaktyki w poszukiwaniu nowych źródeł promieniowania rentgenowskiego, monitorowanie tych już znanych naukowcom oraz obserwacja gwiazd podwójnych składających się z czarnej dziury lub gwiazdy neutronowej

połączonych grawitacyjnie z gwiazdą ciągu głównego. Takie układy charakteryzują się silną emisją promieniowania w tym paśmie.

LIPIEC 2017

2 VII — Największa chińska rakieta orbitalna — Długi Marsz 5 uległa awarii podczas swojego drugiego w historii lotu. Start przebiegał prawidłowo aż do momentu odrzucenia rakiet pomocniczych. Dolny stopień systemu został odrzucony znacznie później niż planowano i rakieta nie osiągnęła orbity.

To duży cios dla chińskiego programu kosmicznego, gdyż od rozwoju tej rakiety zależą najbardziej strategiczne chińskie misje m.in. lądownik księżycowy Change 5 czy budowa chińskiej stacji kosmicznej. Do czasu rozwiązania problemów na pewno loty tych misji zostaną opóźnione.

Trzeba też podkreślić, że również debiut tej rakiety nie można było zaliczyć do całkowicie udanego. Wtedy za wcześnie wyłączył się podczas lotu drugi stopień rakiety i tylko dzięki zapasowi energii 3. stopnia udało się umieścić satelitę na prawidłowej orbicie.

3 VII — Po 29 dniach na orbicie, kapsuła Dragon wylądowała w Oceanie Spokojnym. Wracając na Ziemię z Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, zabrała ze sobą 2 tony eksperymentów naukowych i sprzętu. Kapsuła, dla której był to już drugi pobyt w przestrzeni kosmicznej (wcześniej w 2014) wykonała też pierwsze w historii firmy wodowanie nocą, na godzinę przed wschodem słońca.

5 VII — Rakieta Falcon 9 wystartowała z wybrzeży Florydy, wynosząc na orbitę prawie 7-tonowego satelitę Intelsat 35E, który będzie udostępniał transmisję sygnału telewizyjnego i innych usług telekomunikacyjnych dla Europy Zachodniej, Afryki, Wysp Karaibskich i Ameryki Południowej.

Rakieta leciała tym razem w wersji nieprzeznaczonej do lądowania dolnym stopniem z powrotem na Ziemi. Był to trzeci start rakiety w przeciągu zaledwie dwóch tygodni. SpaceX pobił tym samym swój kolejny rekord częstotliwości startów.

11 VII — Sonda Juno krążąca wokół Jowisza, wykonała swój 7. przelot przez peryjowium (najbliższy powierzchni planety punkt na orbicie). Statek miał wtedy włączone wszystkie instrumenty naukowe i kamerę, która sfotografowała po raz pierwszy w historii z takimi szczegółami „Wielką Czerwoną Plamę" — gigantyczną burzę w atmosferze Jowisza.

Źródło: NASA

Członkowie 52. Ekspedycji ISS. Z przodu, od lewej: Fiodor Jurczichin (dowódca stacji, Rosja) oraz Randy Bresnik (USA). Z tyłu od lewej: Jack Fischer (USA), Peggy Whitson (USA), Paolo Nespoli (Włochy), Sergiej Riażański (Rosja)

Źródło: NASA

Przetworzone przez Geralda Eichstadta zdjęcie z kamery umieszczonej na sondzie Juno. Większość fotografii zajmuje słynny antycyklon występujący na Jowiszu prawdopodobnie od co najmniej 350 lat

28 VII — Z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie wystartowała rakieta Sojuz FG, wynosząc w kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej trzyosobową załogę, która spędzi razem na orbicie prawie 5 miesięcy.

Dowódcą kapsuły Sojuz MS-05 podczas transportu do stacji był Sergiej Riażański — biochemik, dla którego będzie to już druga podróż kosmiczna (był wcześniej członkiem 37/38 Ekspedycji). Poza nim do stacji poleciał Amerykanin Randy Bresnik — pilot Marynarki Wojennej Stanów Zjednoczonych, członek misji wahadłowca Atlantis w 2009 r. Od września będzie on dowodził pracom 53. Ekspedycji do ISS. Najbardziej doświadczonym z całej trójki jest Włoch Paolo Nespoli, który brał udział w misji wahadłowca Discovery w 2007 r. i ma za sobą też jeden długi pobyt na stacji w 2011 r. Nowi członkowie załogi dołączyli do rezydujących tam: Fiodora Jurczichina (Rosja) oraz Peggy Whitson i Jacka Fischera (USA).

Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański

Pionierzy badań grawitacji i historia poszukiwań fal grawitacyjnych

Zanim zadrżały detektory LIGO

Michał Różyczka
Jean-Pierre Lasota

Niemały wkład w bezpośrednią rejestrację pierwszych fal grawitacyjnych ma polski zespół POLGRAW. Nim jednak doszło do tego przełomowego odkrycia, kilka pokoleń fizyków i astronomów, poczynając od samego Einsteina, prowadziło zawiłe rachunki teoretyczne, zdumiewające eksperymenty i śmiałe interpretacje coraz bardziej precyzyjnych obserwacji. Wśród nich także było wielu polskich uczonych.*

DLA KOGO NOBEL?

Pierwsze fale grawitacyjne zarejestrowano kilkanaście miesięcy temu podczas oznaczonej jako O1 sesji obserwacyjnej amerykańskich detektorów LIGO, która zakończyła się w styczniu 2016 r. Do końca listopada 2016 r. trwały prace nad zwiększeniem czułości detektorów, po czym rozpoczęła się zaplanowana na pół roku sesja O2, podczas której do LIGO ma dołączyć europejski detektor VIRGO. Wyniki O2 zapewne zadecydują, czy Nobel za bezpośrednią rejestrację fal grawitacyjnych zostanie przyznany już w tym roku, czy przyjdzie jeszcze na niego poczekać. Najpoważniejszymi kandydatami są niewątpliwie ojcowie LIGO — Kip Thorne z California Institute of Technology (CalTech) i Rainer Weiss z Massachusetts Institute of Technology (wymieniany wraz z nimi Ronald Drever z CalTechu zmarł w marcu br.). Spore szanse wydają się też mieć Thibault Damour z Institut des Hautes Etudes Scientifiques i Andrzej Trautman z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego — teoretycy, którzy dowiedli realności fal grawitacyjnych i możliwości ich bezpośredniej detekcji. Sukces LIGO jest sukcesem fizyków. Warto jednak pamiętać, że właściwego odkrycia fal grawitacyjnych (co prawda pośredniego, ale niebudzącego najmniejszych wątpliwości) dokonali już dość dawno temu astronomowie i niemały udział w tym odkryciu mieli astronomowie polscy. Cofnijmy się zatem w czasie o kilkadziesiąt lat i podążmy śladami pionierów astronomii grawitacyjnej.

CO WYNIKA Z OGÓLNEJ TEORII WZGLĘDNOŚCI[1]

W połowie dwudziestego wieku status fal grawitacyjnych był wysoce niejasny. Z jednej strony, sam Einstein, a po nim radzieccy fizycy Lew Landau i Jewgienij Lifszyc, otrzymali konkretne formuły na tempo emisji tej formy energii ze źródła o zmiennym

* Patrz *Urania* 3/2016 s. 8, a także *Urania* 2/2016 s. 8.

[1] Niezwykle prosty, intuicyjny wykład ogólnej teorii względności, naśladujący rozumowanie Einsteina, przedstawił w stulecie ogłoszenia teorii Marek Abramowicz w *Uranii* 1/2015 s. 58. Można tam znaleźć wyjaśnienia pojawiających się tutaj pojęć zasady równoważności grawitacji i przyspieszenia czy linii geodezyjnych bez odwoływania się do analizy tensorowej.

w czasie kwadrupolowym[2] momencie masy. Z drugiej strony, Einstein powątpiewał w realność fal, a nawet napisał z Nathanem Rosenem pracę dowodzącą ich nieistnienia (w tak kategorycznej formie nie została jednak opublikowana). Pojawiały się też prace, z których wynikało, że mimo emisji energia źródła fal pozostawałaby niezmieniona lub nawet… miałaby rosnąć! Przyczyną tego zamieszania były nie tylko przybliżenia stosowane przy rozwiązywaniu równań Einsteina, lecz także, a może nawet przede wszystkim, problemy natury pojęciowej i koncepcyjnej związane z tym, że zgodnie z zasadą równoważności lokalnie grawitacja „znosi sama siebie" (w spadku swobodnym siła przyciągania znika). W konsekwencji, w ogólnej teorii względności energia pola grawitacyjnego nie jest lokalnie dobrze określona: zawsze można dobrać swobodnie spadający układ odniesienia, w którym ma ona wartość zerową. Wydawać się więc mogło, że na przykład gwiazdowy układ podwójny, którego składniki poruszają się po liniach geodezyjnych, czyli nieustannie swobodnie spadają, emitować energii grawitacyjnej raczej nie będzie.

Dopiero w 1956 r. Felix Pirani z King's College London zrozumiał, że fale grawitacyjne są falami krzywizny czasoprzestrzennej, której matematyczną reprezentacją jest tensor Riemanna. Krzywizna z kolei opisuje siły pływowe i w przeciwieństwie do energii pola grawitacyjnego jest dobrze określona: jeśli nie znika w jednym układzie odniesienia, to nie znika w żadnym innym. Ważnym wydarzeniem w historii zmagań z teorią fal grawitacyjnych była konferencja w Chapel Hill w Północnej Karolinie, która odbyła się w styczniu 1957 r. Pirani wygłosił na niej referat o roli tensora Riemanna w pomiarach prawdziwej (czyli pływowej) siły grawitacyjnej. Tam też przeprowadzono eksperyment myślowy dowodzący, że fale niosą energię (powinny bowiem przesuwać koraliki nanizane na pręt, który się dzięki temu rozgrzewa).

Wkrótce po konferencji w Chapel Hill, jeszcze w roku 1957, Pirani przyjechał do Warszawy, gdzie spotkał bardzo wówczas młodego Andrzeja Trautmana, który po ukończeniu studiów na Wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej pracował w Instytucie Fizyki PAN nad doktoratem poświęconym falom grawitacyjnym. Jego opiekunem był Jerzy Plebański z Instytutu Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego. Rolę promotora pełnił Leopold Infeld, bliski współpracownik Einsteina, który tak jak Einstein powątpiewał w istnienie fal, ale wielkodusznie popierał działalność swojego doktoranta. Trautman wytłumaczył Piraniemu, że warunki, które ten nałożył na tensor Riemanna, aby móc opisywać fale grawitacyjne, były nieodpowiednie, i wykorzystując wyniesione z Politechniki obycie z falami elektromagnetycznymi, pokazał, jakie warunki są właściwe. Zachwycony Pirani natychmiast zaprosił go do King's College. W 1958 r., podczas trzymiesięcznego pobytu w Londynie, Trautman wygłosił cykl wykładów o ogólnej teorii względności, który w rzeczywistości dotyczył podstaw teorii fal grawitacyjnych. Między innymi dowiódł, że układ emitujący fale grawitacyjne ma w każdej chwili dobrze określoną energię i że ta energia maleje z upływem czasu. Wśród słuchaczy był Hermann Bondi z King's College, który cztery lata później wprowadził tzw. *Bondi news function* wiążącą strumień energii fali grawitacyjnej z tempem, w jakim traci masę jej źródło. Funkcja ta powinna nosić nazwę funkcji Trautmana-Bondiego, ale wykłady z King's College ukazały się w druku dopiero w 2002 r.; przedtem krążyły tylko w odpisach. Trautman opublikował jeszcze wraz Ivorem Robinsonem z University of North Carolina w Chapel Hill ścisłe rozwiązanie równań Einsteina dowodzące, że fale grawitacyjne istnieją w pełnej teorii, a nie tylko w jej przybliżeniach, po czym zajął się innymi zagadnieniami, uznając zapewne problem za rozwiązany. Po latach, już na emeryturze, nie był specjalnie poruszony detekcją fal grawitacyjnych: ich istnienie było dla niego oczywiste…

„WARSZAWSKIE" UKŁADY PODWÓJNE

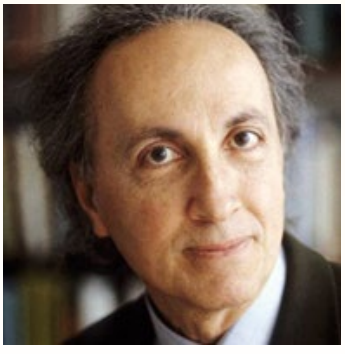
Praca Robinson-Trautman ukazała się w kwietniu 1960 r. w prestiżowym *Physical Review Letters (PhRvL)*. Tak więc na początku lat sześćdziesiątych można było zacząć poważnie myśleć o detekcji fal grawitacyjnych, a przynajmniej o zaobserwowaniu efektów związanych z ich emisją. Narzucającymi się kandydatami na źródła fal były układy podwójne o bardzo krótkich okresach orbitalnych. Pozostawało tylko je znaleźć. W tym właśnie momencie na scenie pojawili się astronomowie z Polski, a konkretnie z Obserwatorium Astronomicznego UW i Zakładu Astronomii PAN. Aby wyjaśnić, jak do tego doszło, musimy ponownie cofnąć się w czasie, ale tym razem już tylko o parę lat. Po „październikowej odwilży" 1956 r. zaczął odwiedzać Warszawę Jerzy Spława-Neyman, znakomity matematyk pracujący na University of California Berkeley, gdzie kierował założonym przez siebie Statistical Laboratory, przekształconym w 1955 r. w Department of Statistics. Będąc

[2] Równość masy inercyjnej i masy grawitacyjnej (ładunku grawitacyjnego) i zachowanie pędu wykluczają istnienie promieniowania dipolowego.

Kip Thorne

Rainer Weiss

źródło: Wikipedia

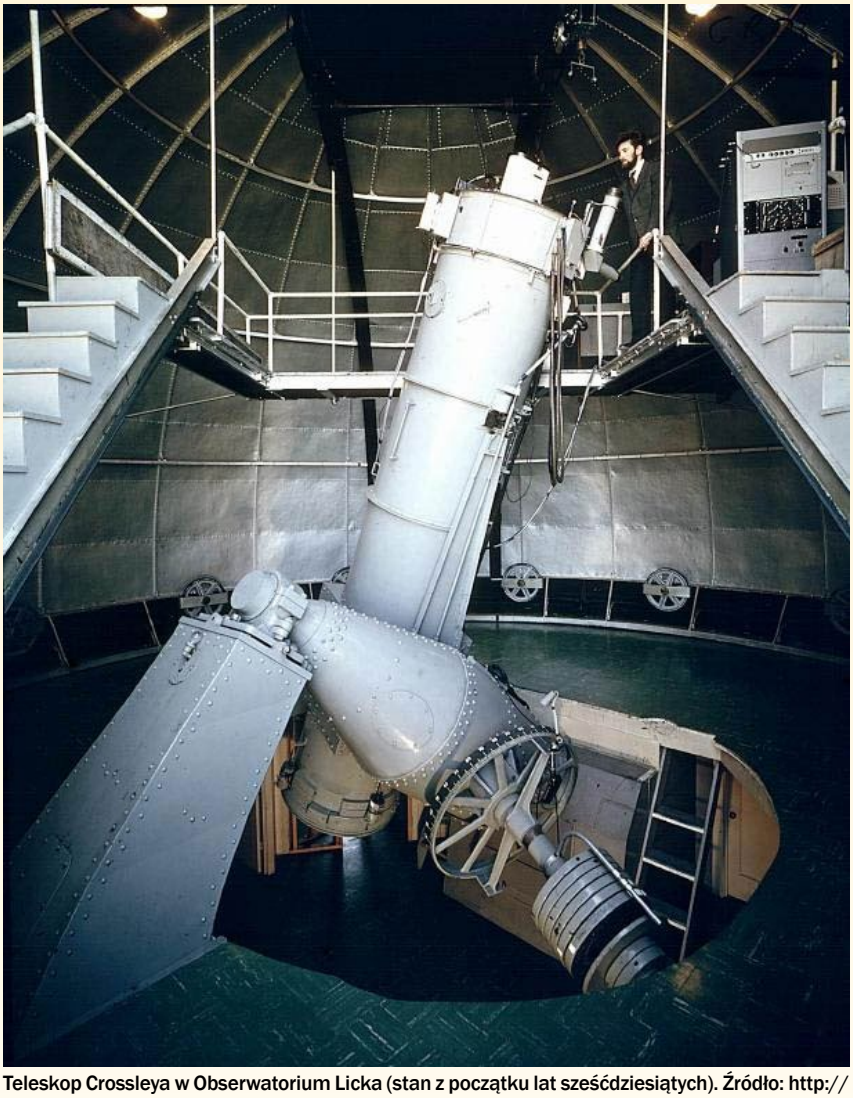


Thibault Damour
www.ihes.fr

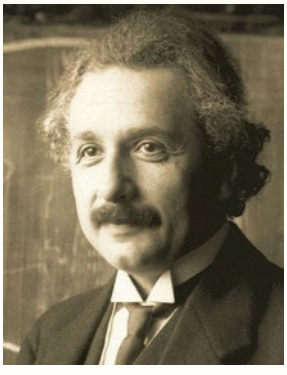
Andrzej Trautman
fot. Adam Walanus

żywo zainteresowanym praktycznymi zastosowaniami rozwijanych przez siebie metod statystycznych, podejmował współpracę z reprezentantami tak odległych dziedzin, jak teoria ewolucji, onkologia i … astronomia. Nic więc dziwnego, że wśród młodych naukowców zapraszanych przez niego na staże w Berkeley znalazł się astronom Andrzej Kruszewski, obecny emerytowany profesor Uniwersytetu Warszawskiego (polecił go Neymanowi jeden z twórców warszawskiej szkoły astronomicznej, Włodzimierz Zonn). Neyman od lat był w bliskich stosunkach z położonym niedaleko Berkeley i świetnie jak na owe czasy wyposażonym Lick Observatory, z którego pracownikami opublikował kilka artykułów o przestrzennym rozmieszczeniu galaktyk. Delegował tam Kruszewskiego, zapewne nie przypuszczając, że otwiera w ten sposób polski rozdział w historii „Licka", jak powszechnie nazywano tę placówkę naukową. Ówczesny dyrektor Licka, Albert Whitford, był bowiem z egzotycznego gościa tak zadowolony, że postanowił kontynuować współpracę z Polakami.

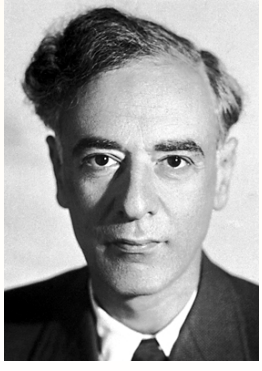
Następnym warszawiakiem w Licku był utalentowany fotometrysta Wojciech Krzemiński. W dniach 11–12 sierpnia 1961 r. odbyło się w Berkeley siedemnaste sympozjum Międzynarodowej Unii Astronomicznej poświęcone gwiazdom podwójnym. Krzemiński poznał na nim spektroskopistę Roberta Krafta z Mount Wilson and Palomar Observatories, który zachęcił go do zajęcia się intrygującą nową karłowatą (uchodzącą wówczas za nową powrotną) WZ Sge o nietypowym, a do tego zmiennym widmie. Owocem ich spotkania było pierwsze z serii polskich odkryć związanych pośrednio z falami grawitacyjnymi. Powróciwszy do Licka, Krzemiński już po kilku dniach zaobserwował za pomocą 90-cm teleskopu Crossleya powtarzające się z okresem 81,5 min wahania jasności WZ Sge. Jego dane w połączeniu z wcześniejszymi danymi spektroskopowymi jednoznacznie identyfikowały ten obiekt jako układ podwójny. Artykuł Krzemińskiego „Nova WZ Sagittae: an Extremely Short-period Eclipsing Binary" ukazał się w lutym 1962 w *Publications of the Astronomical Society of Pacific.* Niespełna pół roku później Robert Kraft oraz Jon Mathews i Jesse Greenstein z CalTechu, bazując m. in. na wynikach Krzemińskiego, opublikowali w *The Astrophysical Journal (ApJ)* pracę „Nova WZ Sagittae: a Possible Radiator of Gravitational Waves". Można przypuszczać, że za jej



Teleskop Crossleya w Obserwatorium Licka (stan z początku lat sześćdziesiątych). Źródło: http://mtham.ucolick.org/techdocs/images/Lick/crossley.jpg



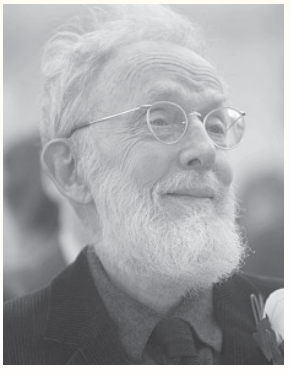
Albert Einstein



Lew Landau
źródło: Wikipedia

Nathan Rosen

Herman Bondi
www.telegraph.co.uk



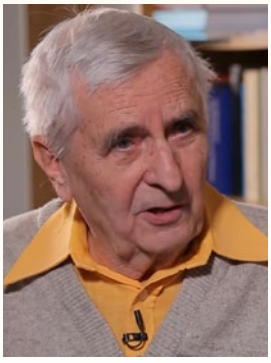
Felix Pirani
fot. Stuart Conway

grawitacyjny kontekst odpowiadał jedyny wśród autorów fizyk, którym był Mathews (pozostali dwaj to astronomowie). Z użytej przez niego formuły Landaua i Lifszyca wynikało, że WZ Sge traci energię w tempie powodującym skracanie się okresu orbitalnego o 0,001 sekundy na piętnaście lat. Przesunięcie fazowe narosłoby w ciągu tych piętnastu lat do jednej minuty, co autorzy ocenili jako efekt „mały, ale prawdopodobnie możliwy do zmierzenia". W konkluzji pracy pojawiło się znamienne zdanie: „Jest interesujące, że emisja grawitacyjna z ciasnych układów podwójnych może być znacząca z punktu widzenia astrofizyki, a nawet wykrywalna".

Niestety, już wkrótce okazało się, że dokonana przez Krafta, Mathewsa i Greensteina ocena tempa emisji była znacznie zawyżona. W artykule zamieszczonym w 1964 r. w *ApJ* Krzemiński i Kraft oszacowali sumaryczne przesunięcie fazy na jedną minutę w ciągu ok. 700 lat, zauważając jednocześnie, że efekt ten trudno będzie oddzielić od przesunięć fazy spowodowanych wymianą masy między składnikami WZ Sge i/lub jej wypływem z układu. Wątek astrofizycznego znaczenia fal grawitacyjnych, a konkretnie ich wpływu na ewolucję układów podwójnych, był kontynuowany przez Krafta w artykule „The Problem of Ultra-short Period Binaries", który ukazał się w styczniu 1966 r. w XII tomie *Transactions of the International Astronomical Union B*. Nawiasem mówiąc, Kraft zauważa tam, że fizycy ciągle jeszcze powątpiewają w realność fal, co może oznaczać, że w połowie lat sześćdziesiątych co najmniej niektórzy astronomowie już się takich wątpliwości pozbyli. Jego konkluzje nie są jednak optymistyczne — ocenia, że tempo przepływu masy wywołanego zacieśnianiem się orbity wskutek emisji fal grawitacyjnych jest znacznie mniejsze od tempa obserwowanego w układach WZ Sge i AE Aqr.

Tymczasem pod koniec 1961 r. przy Crossleyu pojawił się kolejny przybysz z Warszawy — Józef Smak, obecny emerytowany profesor Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN (CAMK). Jego ówczesne zainteresowania obejmowały m. in. krótkookresową zmienność białych karłów. Jak dziś wspomina, podczas obserwacji obiektu HZ 29 w nocy z 3 na 4 lutego 1962 r. „piórko urządzenia rejestrującego zaczęło rysować wyraźną krzywą zmian blasku o amplitudzie 2–4 procent i okresie ok. 9 minut!" Dokładniejsza analiza obserwacji wykazała, że okres zmienności jest dwukrotnie dłuższy i wynosi 17,5 minuty. W artykule zamieszczonym w 1967 roku w *Acta Astronomica (AcA)* Smak stwierdził, że HZ 29 może być układem podwójnym o takim właśnie, rekordowo krótkim okresie orbitalnym, i skonkludował: jeśli tak jest w istocie, to wkrótce obserwacje tego obiektu przesądzą o istnieniu bądź nieistnieniu fal grawitacyjnych. Miał rację — HZ 29, znany teraz jako AM CVn, rzeczywiście okazał się układem podwójnym, o czym przekonano się w latach dziewięćdziesiątych. Na razie grawitacyjny sygnał z układów tego typu (znamy ich dziś ponad 30) jest zbyt słaby, by go zarejestrować. Ale ich obecność odczujemy już w bliskiej przyszłości, i to dość boleśnie: będą źródłem nieusuwalnego grawitacyjnego szumu zmniejszającego czułość kosmicznego detektora LISA, który z wokółsłonecznej orbity ma odbierać fale grawitacyjne emitowane przez pary czarnych dziur o bardzo dużych masach.

Na Crossleyu obserwował także Bohdan Paczyński (1940–2007); był to jednak tylko krótki epizod w karierze naszego największego astronoma po Koperniku i jednego z największych astronomów XX wieku. Wybrawszy teorię, Paczyński zajął się ewolucją gwiazd oraz gwiazdowych układów podwójnych. W opublikowanym w *AcA* we wrześniu 1967 r. i do dziś cytowanym artykule „Gravitational Waves and the Evolution of Close Binaries" wykazał, że w ciągu życia Galaktyki emisja fal grawitacyjnych znacząco wpływa na ewolucję zmiennych kataklizmicznych oraz układów typu W UMa. W szczególności, założywszy, że mniej masywny wtórny składnik WZ Sge jest całkowicie zdegenerowany, otrzymał tempo przepływu masy zgodne co do rzędu wielkości z obserwowanym przez Krzemińskiego i Krafta. Trzeba wyraźnie podkreślić, że przez następne dziesięciolecie wynik ten był najsilniejszym argumentem za realnością fal grawitacyjnych. Rachunki Paczyńskiego zostały powtórzone przy użyciu dokładniejszych równań stanu przez Henryka Brancewicza z Uniwersytetu Jagiellońskiego (1970) oraz Samuela Vilę z University of Pennsylvania (1971), ale ich konkluzje pozostały niezmienione. Praca Vili kończy się zdaniem: „Jest znamienne, że we wszystkich rozważanych przypadkach promieniowanie grawitacyjne okazało się *conditio sine qua non* dla przepływu masy". Niezależnie od Paczyńskiego, Brancewicza i Vili do takich samych wniosków doszedł w 1971 r. John Faulkner z University of California Santa Cruz. Wprawdzie w swej opublikowanej w *ApJ* pracy zaznaczył, że według niego WZ Sge skraca okres, zamiast go wydłużać jak u Paczyńskiego, ale w jego rachunkach

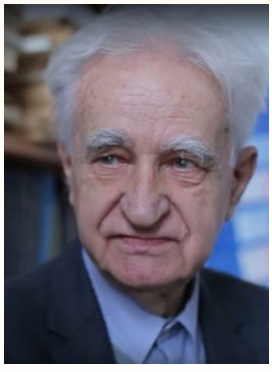


Józef Smak
fot. Astronarium

Henryk Brancewicz

Bohdan Paczyński
fot. J.P. Lasota

Wojciech Krzemiński
fot. Archiwum Uranii

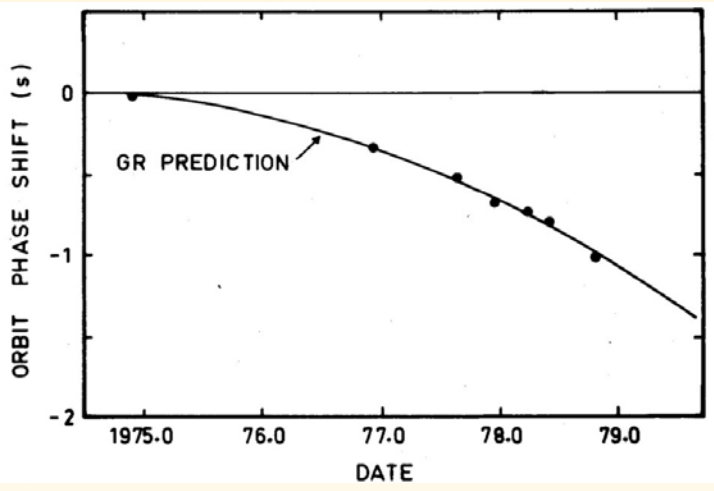


Andrzej Kruszewski
fot. Astronarium

Joseph Weber, źródło: www.physicstoday.org

okres orbitalny ewoluującego układu kataklizmicznego nie malał monotonicznie, lecz osiągał minimalną wartość ok. 30 minut, po czym zaczynał rosnąć. Następowało to po osiągnięciu przez wtórny składnik masy mniejszej od pewnej wartości granicznej, a taką właśnie niewielką masę (sugerowane przez Krzemińskiego i Krafta 0,03 masy Słońca) przyjął w swym artykule Paczyński.

Kilkanaście lat później okazało się, że minimalny okres orbitalny układów kataklizmicznych rzeczywiście istnieje; jest jednak równy nie 30, lecz 81 minut. Krzemiński zwrócił na to uwagę Paczyńskiego, wykluczając jednocześnie możliwość wystąpienia efektu selekcji obserwacyjnej. Paczyński ustalił, że jeśli ewolucja układu podwójnego złożonego z białego karła i wypełniającej swoją powierzchnię Roche'a małomasywnej gwiazdy ciągu głównego jest spowodowana utratą momentu pędu wskutek emisji fal grawitacyjnych, to orbita tego układu zacieśnia się do rozmiarów odpowiadających okresowi 81 minut, po czym zaczyna się rozszerzać. W pracy opublikowanej z Ryszardem Sienkiewiczem z Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika, która ukazała się w ApJ w sierpniu 1981 r., znajduje się stwierdzenie: „Obserwowana minimalna wartość okresów orbitalnych bogatych w wodór zmiennych kataklizmicznych (81 minut) dowodzi, że emisja fal grawitacyjnych jest głównym czynnikiem odpowiedzialnym za ewolucję tych krótkookresowych układów." Dziś wiemy, że minimalny okres układów kataklizmicznych jest nieco krótszy (76 minut), co oznacza, iż oprócz fal grawitacyjnych działa w nich jeszcze jakiś inny, znacznie mniej wydajny mechanizm utraty momentu pędu. Dużo krótszy okres orbitalny wspomnianych wcześniej gwiazd typu AM CVn wynika z odmiennej ścieżki ewolucji. Mniej masywną gwiazdą wypełniajacą powierzchnię Roche'a nie jest tu bogata w wodór gwiazda ciągu głównego, ale znacznie bardziej zwarta gwiazda helowa.



Zmiany okresu orbitalnego pulsara PSR B1913+16. Punkty — obserwacje. Krzywa — przewidywany przez ogólną teorię względności efekt emisji fal grawitacyjnych. Pierwszy z wieloletniej serii takich wykresów, pokazany przez Taylora i McCullocha w grudniu 1978 roku na dziewiątym Sympozjum Teksaskim.
Źródło: Gravitational radiation and the binary pulsar, McCulloch et al. 1980, Lecture Notes in Physics 124,5 (1980)

„WALCE" JOSEPHA WEBERA[3]

W tym miejscu wypada wspomnieć o pracach, jakie jednocześnie z astronomami, lecz całkowicie od nich niezależnie prowadzili fizycy. Philip Peters, doktorant znanego nam już Jona Mathewsa z CalTechu, otrzymał formułę na strumień energii emitowanej w postaci fal grawitacyjnych przez układ dwóch punktowych mas obiegających się po elipsie. Odnośny artykuł z Mathewsem jako współautorem ukazał się w lipcu 1963 r. w *Physical Review*. Półtora roku później, w pracy opublikowanej także w *PR*, lecz już bez współautora, Peters podał wzory na spowodowane przez emisję fal zmiany wielkiej półosi oraz mimośrodu orbity. Używając pierwszego z nich, można obliczyć, że w ciągu roku wielka półoś AM CVn skraca się mniej więcej o 10 m — oczywiście w przybliżeniu, w którym składniki układu uznajemy za masy punktowe, a emisja grawitacyjna jest jedynym procesem zmieniającym jego energię i moment pędu. Moc tej emisji niemal dorównuje mocy promieniowania

[3] Ciekawostką może być fakt, że żoną Webera była słynna astronomka, Virginia Trimble. Kilka słów o tym niezwykłym małżeństwie pisze Marek Biesiada w poprzednim numerze *Uranii* 3/2017, s. 34.

Joel M. Weisberg
źródła:/apps.carleton.edu

Joseph Taylor
wikipedia

Russell Hulse
www.nobel-winners.com

Peter McCulloch
www.utas.edu

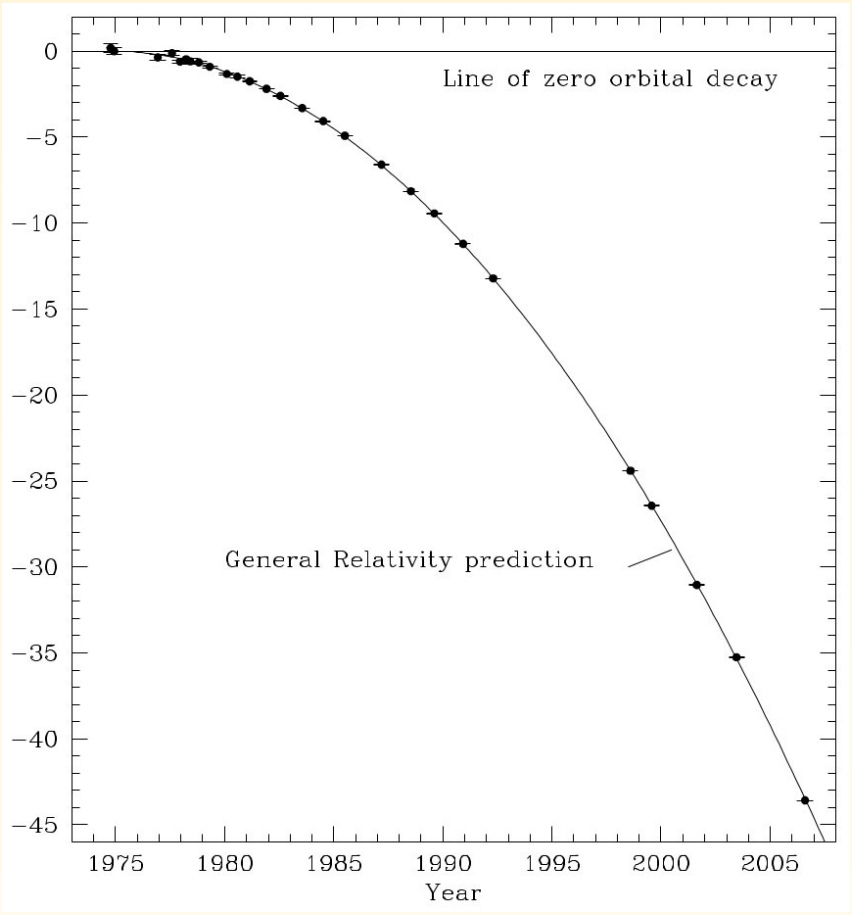
Aleksander Wolszczan
fot. Astronarium

Słońca. Niby to dużo, ale wobec znikomości efektów towarzyszących oddziaływaniu fal grawitacyjnych z materią ich detekcja wymaga pokonania olbrzymich problemów technicznych.

Jednak już w pierwszej połowie lat sześćdziesiątych Joseph Weber z University of Maryland doszedł do wniosku, że detekcja fal grawitacyjnych jest możliwa i rozwinął teorię detektorów rezonansowych. Prototyp takiego urządzenia zaczął działać w roku 1966. „Anteną" był w nim półtoratonowy walec z aluminium, który pod wpływem fali grawitacyjnej o odpowiedniej częstości wpadał w drgania rezonansowe rejestrowane za pomocą czujników piezoelektrycznych. Trzy lata później, w opublikowanym w *PhRvL* artykule „Evidence for Discovery of Gravitational Radiation", Weber doniósł o powtarzających się koincydencjach sygnałów zarejestrowanych przez detektory odległe od siebie o 1000 km. Niestety, wobec fiaska przeprowadzonych przez kilka zespołów prób powtórzenia eksperymentu, obrana przez niego droga do fal grawitacyjnych okazała się ślepą uliczką. Co więcej, jak wykazał Dennis Sciama z Cambridge University, fale o amplitudzie zaobserwowanej przez Webera spowodowałaby taką utratę energii (a więc i masy) z centrum Galaktyki, że gwiazdy z obrzeża jej dysku powinny by uciekać w przestrzeń międzygalaktyczną, czego jednak nie obserwowano. Jak się dziś przypuszcza, koincydencje Webera mogły być artefaktem spowodowanym przez błąd w oprogramowaniu.

PULSAROWE LABORATORIA GRAWITACJI

Tymczasem w astronomii grawitacyjnej szykował się przełom. W grudniu 1974 r., podczas 144 zjazdu Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego w Gainesville, Russell Hulse i Joseph Taylor z University of Massachusetts w Amherst donieśli o odkryciu pulsara w układzie podwójnym, którego drugim składnikiem była najprawdopodobniej gwiazda neutronowa lub czarna dziura (wkrótce miała się potwierdzić pierwsza z tych dwóch możliwości). Obiekt ten, znany dziś jako PSR B1913+16, wysyłał bardzo stabilne pulsy powtarzające się co 59 milisekund. Krążąca po silnie wydłużonej orbicie para prawie punktowych



Najnowszy z serii wykresów ilustrujących zgodność obserwowanych zmian okresu orbitalnego PSR B1913+16 z przewidywaniami ogólnej teorii względności
Źródło: Weisberg, Nice & Taylor 2010, ApJ 722,1030

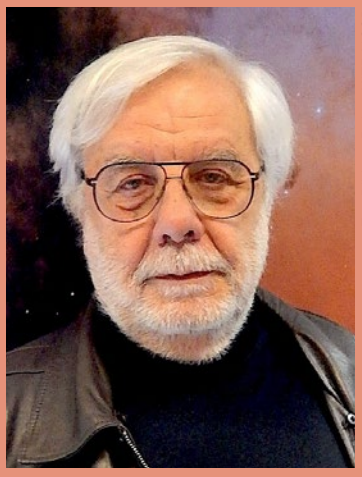
mas, z których jedna była niezwykle dokładnym zegarem, stwarzała idealne warunki do testowania ogólnej teorii względności, w tym oczywiście do poszukiwania efektów związanych z emisją fal grawitacyjnych. Jednak Hulse i Taylor najwyraźniej nie do końca zdawali sobie z tego sprawę: w ich zamieszczonej w styczniu 1975 roku w *ApJ* pracy „Discovery of a Pulsar in a Binary System" termin „fala grawitacyjna" nie pojawia się ani razu. Ale już miesiąc później Larry Esposito i Edward Harrison (obaj także z Amherst) opublikowali w ApJ kompletną prognozę zmian obserwowanych parametrów układu, przewidując m.in. tempo skracania się okresu orbitalnego wskutek emisji fal grawitacyjnych. Po dalszych dwóch tygodniach, również w ApJ, bardzo podobne wyniki przedstawił Robert Wagoner ze Stanford University. O ile jednak tytuł artykułu Esposito i Harrisona „Properties of the Hulse-Taylor Binary Pulsar System" brzmi raczej powściągliwie, o tyle Wagoner nie zawahał się przed profetycznym „A Test for the Existence of Gravitational Waves".

Po niespełna czterech latach okazało się, że powściągliwość nie popłaca. W grudniu 1978 r., na dziewiątym z serii Sympozjów Teksaskich poświęconych astrofizyce relatywistycznej, Taylor i Peter McCulloch z University of Tasmania przedstawili referat „Evidence for the Existence of Gravitational Radiation from Measurements of the Binary Pulsar PSR B1913+16". Jego najważniejszym elementem był rysunek, na którym punkty pomiarowe układały się niemal dokładnie wzdłuż teoretycznej krzywej opisującej skracanie się okresu orbitalnego. W konkluzji Taylor i McCulloch stwierdzili: „najprostszą interpretacją pomiarów pochodnej okresu orbitalnego jest to, że fale grawitacyjne istnieją i unoszą energię z tego układu w tempie zgodnym z przewidywaniami ogólnej teorii względności". Ich oficjalna publikacja, sygnowana dodatkowo przez Lee Fowlera z Amherst, ukazała się po dwóch miesiącach w *Nature*. Trudno było o lepszy prezent na setne urodziny Einsteina (który, nawiasem mówiąc, przyszedł na świat w Ulm, odległym o zaledwie 150 km od Monachium, gdzie odbyło się Sympozjum

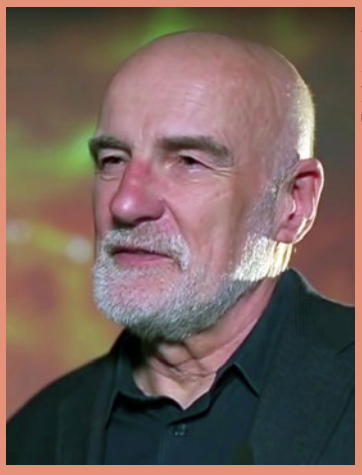
Teksaskie, po raz pierwszy zorganizowane poza terytorium USA).

Dalsza historia PSR B1913+16 jest odmierzana publikacjami opisującymi kolejne efekty relatywistyczne zaobserwowane w tym układzie. Nieodmiennie zamieszczane są też w nich uaktualnione wersje rysunku pokazanego przez Taylora i McCullocha w Monachium. Najnowsza z nich, autorstwa Joela Weisberga z Carleton College, Davida Nice'a z Lafayette College i Taylora, została opublikowana w ApJ w październiku 2010 r. Naliczana od 1975 r. różnica między momentem przejścia pulsara przez periastron oczekiwanym przy założeniu niezmienności okresu orbitalnego i momentem obserwowanym urosła wówczas do 45 sekund, a jej zgodność z przewidywaniami teorii względności osiągnęła poziom 0,997±0,002 (to, że z upływem czasu obserwacje coraz lepiej zgadzają się z teorią, zawdzięczamy coraz dokładniejszej znajomości parametrów układu).

Wątpliwości co do istnienia fal grawitacyjnych zniknęły w zasadzie już w Monachium. Wprawdzie niektórzy rygoryści kręcili nosem na formuły użyte przez Taylora i McCullocha, ale już w grudniu 1981 r. przydatność tych wzorów została w ścisły sposób wykazana w artykule opublikowanym przez Damoura i Nathalie Deruelle z Observatoire de Meudon w *Physics Letters A*. Jeśli zostali jeszcze jacyś niedowiarkowie, to pod naporem faktów musieli ostatecznie ustąpić na początku lat dziewięćdziesiątych. Aleksander Wolszczan odkrył wtedy drugiego pulsara w układzie podwójnym z gwiazdą neutronową i opisał go w kwietniowym numerze *Nature* z 1991 r. Okazało się, że PSR B1534+12, bo taką nazwę otrzymał ten obiekt, pod kilkoma względami daje lepsze możliwości wykrywania efektów relatywistycznych niż PSR B1913+16: jego pulsy są silniejsze i węższe, a ponadto krąży po orbicie, którą oglądamy niemal dokładnie „z boku", patrząc prawie w jej płaszczyźnie. Dzięki temu odkryciu już po kilku miesiącach Taylor i Wolszczan oraz Damour i Weisberg mogli stwierdzić, iż „teoria Einsteina z pełnym sukcesem przeszła kilka nowych, wymagających testów eksperymentalnych" i że konkurencyjne teorie grawitacji muszą spełniać bardzo silne ograniczenia, które stawiają je pod znakiem zapytania bądź wręcz eliminują. Ta ważna praca ukazała się w styczniu 1992 r. Być może to właśnie ona przynagliła zachowujący do tej pory ostrożność Komitet Noblowski, by w końcu zaprosił odkrywców PSR B1913+16 do Sztokholmu. W 1993 r., decyzją Szwedzkiej Królewskiej Akademii Nauk, Russell A. Hulse i Joseph H. Taylor otrzymali Nagrodę Nobla „za odkrycie nowego typu pulsara, odkrycie, które otworzyło nowe możliwości badania grawitacji". ■



Fot. Bibiana Rojas, KITP UCSB

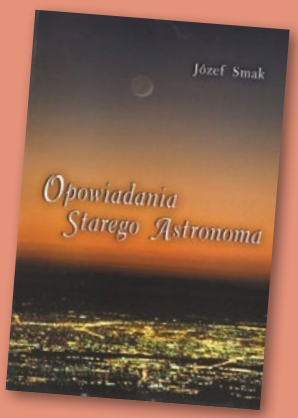


Fot. Astronarium

Autorami tego niezwykłego arytkułu jest dwóch znakomitych profesorów Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie. **Michał Różyczka** (z prawej) całymi latami zajmował się komputerowymi symulacjami procesów gazodynamicznych w różnych obiektach astronomicznych, jak kolaps protogwiazdowy, eksplozje supernowych, dynamika dysków akrecyjnych, formowanie się planet w dysku protoplanetarnym i inne. Ostatnio zajął się obserwacyjnym wyznaczaniem podstawowych parametrów układów podwójnych w gromadach kulistych. Fizyk teoretyk i astrofizyk, **Jean-Pierre Lasota** (z lewej) przez wiele lat kierował Wydziałem Astrofizyki Relatywistycznej i Kosmologii Obserwatorium Paryskiego, był doradcą naukowym prezesa francuskiego Narodowego Centrum Badań Naukowych i członkiem komitetów nadzorujących budowę i działanie detektora fal grawitacyjnych Virgo. Jest autorem licznych publikacji i książek w dziedzinie astrofizyki relatywistycznej, m.in. dysków akrecyjnych i zwartych obiektów astrofizycznych.

Obydwaj profesorowie nie stronią od popularyzacji astronomii. Michał Różyczka napisał kilkaset artykułów popularnonaukowych; znaczną ich część jako współpracownik *Wiedzy i Życia*, *Świata Nauki* oraz *Polityki*. Natomiast w kwietniu br. miała miejsce premiera niezwykłej książki „Czy Wielki Wybuch był głośny", której autorami są Jean-Pierre Lasota wspólnie z dziennikarką radiową, Karoliną Głowacką. Książka mówi o początkach i przyszłości Wszechświata, gwiazdach, planetach, supernowych, pulsarach, kwazarach, czarnych dziurach i wreszcie — tak jak powyższy artykuł — o falach grawitacyjnych. *Urania* zapozna się w najbliższym czasie z tą lekturą i już zachęca do niej Czytelników.

Za pomysł napisania tego artykułu i za wspomnienia z Licka autorzy dziękują Profesorowi Andrzejowi Kruszewskiemu. Przy pisaniu korzystali także ze wspomnień Profesora Józefa Smaka oraz z lektury „Opowiadań starego astronoma" jego autorstwa. Ostatnie, bibliofilskie egzemplarze tej książki są jeszcze dostępne w sklepie internetowym Uranii.



O czarnych dziurach

Czarne dziury wbrew pozorom wcale nie są jednolitą kategorią obiektów. W zależności od masy możemy rozróżnić przynajmniej trzy ich rodzaje: czarne dziury gwiazdowe, pośrednie i supermasywne. Co wiemy o poszczególnych ich rodzajach i czy udało się wykryć ich przedstawicielki?

W *Nature* z 23 marca 2017 r. (t. 543, s. 466) pojawiła się krótka notatka relacjonująca artykuł z innego czasopisma (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*). W notatce tej poinformowano o istnieniu w gwiazdozbiorze Tukana białego karła poruszającego wokół innego ciała (47 Tuc X9) z okresem 28 minut i w odległości około dwa i pół raza większej od odległości Ziemia–Księżyc. Nietrudno wyliczyć, że oznacza to, iż ciało centralne ma masę około 100 mas Słońca. Nie potrafimy wyobrazić sobie, czym innym niż czarną dziurą mogłoby być ciało o takiej masie, mieszczące się wewnątrz tak ciasnej orbity. Mamy więc czarną dziurę o masie około 100 mas Słońca (dalej $M_\odot$) czyli tzw. pośrednią czarną dziurą. Pośrednią, bo mającą masę wyraźnie większą od czarnej dziury będącej końcowym etapem ewolucji gwiazdy, a dużo mniejszą od czarnych dziur znajdujących się w centrach galaktyk. W gruncie rzeczy zestaw informacji podanych w notatce to standard wiadomości w przypadku czarnych dziur — dane do oszacowania masy i rozmiarów o wartościach w praktyce wykluczających inny obiekt niż czarna dziura. I z tych danych, plus trochę wiedzy o otoczeniu, próbuje się coś dowiedzieć o tych dość egzotycznych ciałach.

Gwiazdowe czarne dziury

W praktyce okazało się, że mogą istnieć trzy rodzaje czarnych dziur. Najbardziej ugruntowany status mają gwiazdowe czarne dziury powstające w końcowych etapach istnienia masywnych gwiazd. Dolną granicą ich masy jest około 2,8 masy Słońca. Po prostu obiekty mniej masywne zakończą życie jako gwiazdy neutronowe lub białe karły. Wprawdzie można wyobrazić sobie, że ciało o niewielkiej masie zapadnie się do czarnej dziury, ale... trzeba wyobraźnię sporo wytężyć. Po prostu kolaps takiego ciała zostanie zatrzymany przez siły wynikające z zakazu Pauliego tworzących go cząstek (chyba że będą to np. bozony ciemnej materii). Dlatego dopiero nieco masywniejsze ciało może być gwiazdową czarną dziurą. Jest i ograniczenie górne. Jak wiemy, normalne gwiazdy nie przekraczają stu mas Słońca, a powstawanie gwiazdowej czarnej dziury wiąże się z wybuchem supernowej, która większość swej materii wyrzuci na zewnątrz. To, co pozostanie, może mieć około 10 mas Słońca. Do wyliczonych, wg cytowanej na wstępie notatki, stu mas Słońca, daleko. Nawet biorąc pod uwagę bardzo masywne gwiazdy III populacji, powstanie czarnej dziury o masie kilkuset mas Słońca jest zdecydowanie trudne do wyobrażenia. Tym niemniej gromada kulista 47 Tuc wydaje się wyjątkowo bogata w tego typu obiekty.

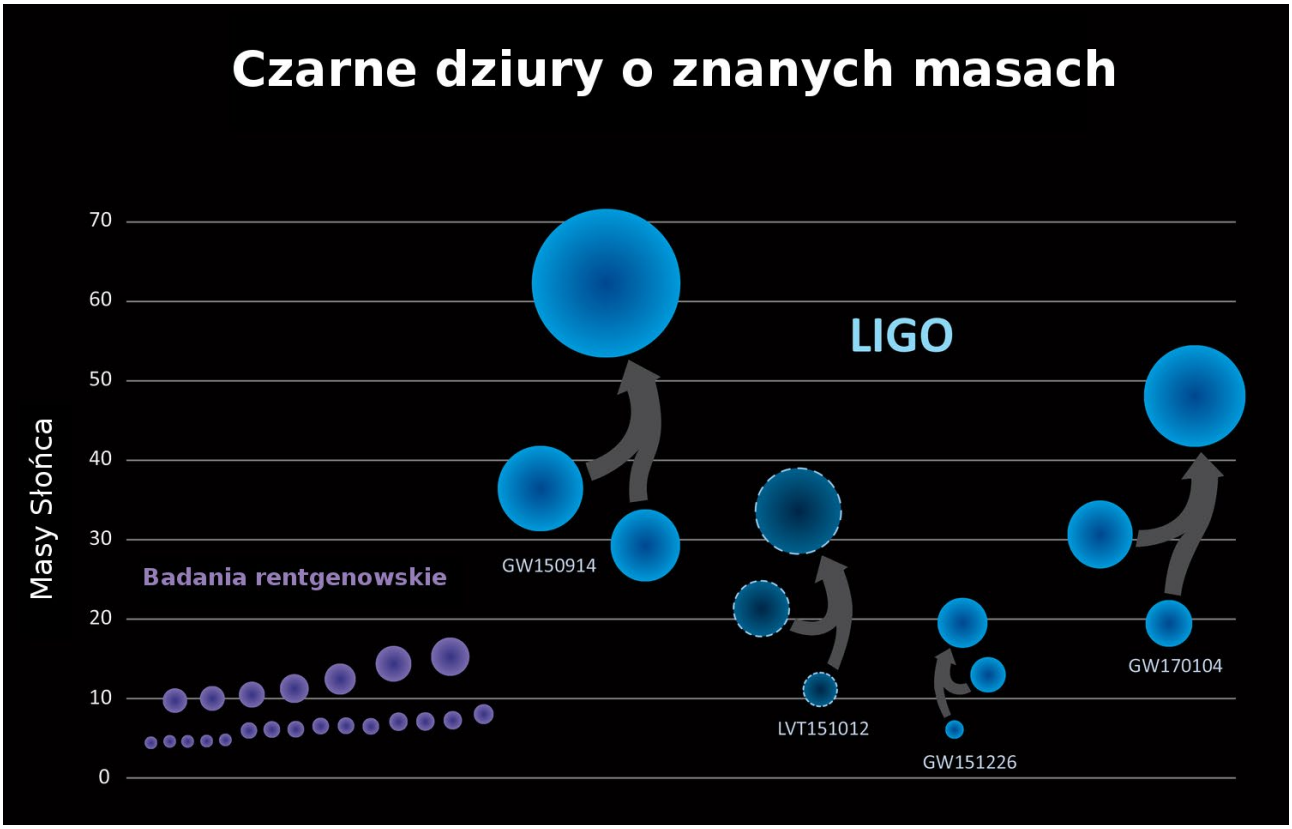
Pośrednie czarne dziury

Z początkiem lutego 2017 r. ukazała się praca B. Kiziltan, H. Baumgardt i A. Loeb (*Nature*, t. 542, s. 203), której autorzy, mierząc prędkości pulsarów w tej gromadzie i dopasowując rozkład materii do tych pomiarów, stwierdzili, że masa gromady wynosi około $7{,}5 \cdot 10^6\ M_\odot$, a w jej centrum znajduje się punktowa masa mająca 2200 $M_\odot$ (z dokładnością +1500 i –800 $M_\odot$). Oczywiście taka masa nie może być niczym innym, jak pośrednią czarną dziurą. Pewien kłopot, że owa czarna dziura nie jest widoczna ani w świetle widzialnym, ani w promieniowaniu wysokoenergetycznym. W tym przypadku jest jednak o tyle dobrze, że można sobie wyobrazić, jak taka czarna dziura powstała i dlaczego nie świeci. Otóż w gromadzie kulistej gęstość gwiazd jest na tyle duża, że w wyniku zderzeń względnie niewielka czarna dziura może szybko wyrosnąć do sporych rozmiarów, a następnie, podobnie jak to się dzieje z kwazarami, na tyle „uporządkować" swoje okolice, by zabrakło materii mogącej ją zasilać. Inaczej mówiąc, mielibyśmy do czynienia z „drzemiącym minikwazarem".

Supermasywne czarne dziury

Znacznie gorzej jest z wyobrażeniem sobie, jak powstały czarne dziury rezydujące w centrach galaktyk. Podobnie jak w przypadku opisanego na początku obiektu, nie potrafimy sensownie zaproponować innej możliwości niż czarna dziura — obiekty zajmują na tyle mały obszar i są tak masywne, że jedyną możliwością jest przyjąć, że są to czarne dziury. A tu masy są naprawdę imponujące, zawierające się w przedziale od około miliona do kilkunastu miliardów $M_\odot$. W trakcie „rośnięcia" czarna dziura staje się kwazarem — materia w trakcie spadku na czarną dziurę wypromieniowuje nawet 10% swej masy spoczynkowej. Mimo szybkiego tempa wzrostu pojawia się problem. Otóż nic nie może promieniować z większą mocą niż tzw. jasność Eddingtona — ciśnienie promieniowania musi być mniejsze od siły grawitacji, bo inaczej ciało się rozleciałoby. Otóż najjaśniejsze kwazary emitują powyżej 10^{41} J/s, z czego łatwo wyliczyć, że masa utrzymująca kwazar w całości musi mieć około $10^{10}\ M_\odot$. Problem w tym, że tak jasne kwazary widzimy w momencie, gdy Wszechświat miał nawet mniej niż miliard lat. Tym samym centralna czarna dziura musiałaby wyrosnąć w ciągu tego czasu. Łatwo wyliczyć, że zaczynając od gwiazdowej czarnej dziury, nie jest to możliwe. Wprawdzie w takim przypadku wzrost jest eksponencjalny, ale z e-krotnym powiększeniem masy w czasie kilku dziesiątków milionów lat. Można próbować budować modele, w których tempo wzrostu w okresie odpowiadającym przesunięciu ku czerwieni rzędu kilkunastu, jest super eksponencjalne. T. Alexander i P. Natarajan (*Science*, 2014, 345, s. 1330) uważają, że w stosunkowo gęstym i chłodnym gazie promieniowanie jest „więzione" i akrecja na czarną dziurę w gęstej gromadzie gwiazdowej jest na tyle duża, by w ciągu trwania tego zjawiska zwykła gwiazdowa czarna dziura mogła urosnąć do masy około $10^5\ M_\odot$, co już wystarczyłoby przy „zwykłym" eksponencjalnym wzroście do uzyskania supermasywnej czarnej dziury. I w końcu można sądzić, że zwykły kurczący się obłok gazowy zamiast rozpaść się na kilkaset gwiazd, skurczy się do jednej sporej czarnej dziury (J. Sokol, *Science*, 13 stycznia 2017 r.).

W kwietniu 2016 r. J. Thomas i in. (*Nature*, t. 532, s. 340) donieśli o istnieniu ogromnej czarnej dziury w centrum galaktyki NGC 1600. NGC 1600 jest dużą galaktyką o masie całkowitej (wraz z ciemną materią!) około $1{,}5 \cdot 10^{14}\ M_\odot$ i masie gwiazd $8{,}3 \cdot 10^{11}\ M_\odot$, znajdującą się 64 Mpc od Ziemi. Mierząc dyspersję prędkości gwiazd w jej centrum (wykorzystując tzw. relację M-σ wiążącą masę czarnej dziury ze wspomnianą dyspersją prędkości gwiazd), oszacowano, że znajduje się tam masa $1{,}7 \cdot 10^{10}\ M_\odot$, stanowiąca około 2,1% masy gwiazdowej tej galaktyki. Gdyby czarna dziura w NGC 1600 świeciła z jasnością spodziewaną



Zestawienie mas czarnych dziur zaobserwowanych przez detektory fal grawitacyjnych aLIGO (niebieskie koła) z tymi wyznaczonymi z obserwacji rentgenowskich układów podwójnych (fioletowe koła). Obserwacje w falach grawitacyjnych pokazują, że masy czarnych w układach podwójnych mogą być większe niż 20 mas Słońca. Źródło: LIGO/Caltech/Sonoma State (Aurore Simonnet)

dla kwazara o tej masie, byłaby widoczna z Ziemi gołym okiem! Oczywiście nie widać jej — jądra galaktyk przestają być aktywne po względnie krótkim okresie. Dzieje się z nimi to samo, o co można podejrzewać czarną dziurę w centrum 47 Tuc — orbity gwiazd ewoluują do takich, które nie prowadzą do dalszej akrecji. Można powiedzieć, że czarna dziura w centrum galaktyki wpływa na jej ewolucję i vice versa.

Już dość dawno T.M. Heckman i G. Kauffmann (*Science*, 2011, t. 333, s. 182) oraz Marta Volonteri (*Science*, 2012, t. 337, s. 544, zob. także lutowy *Sky & Telescope*) dokonali przeglądów związków własności czarnej dziury i jej macierzystej galaktyki. Omawiając je, trzeba zacząć od tego, że zbudowana ze „zwykłej" materii, a więc widoczna część galaktyki, składa się głównie z dwu części. Prawie sferyczna, wolno rotująca część centralna i płaska, szybciej rotująca część zwana dyskiem. Jest jeszcze halo galaktyczne, zbudowane głównie z ciemnej materii, ale stanowiące też rezerwuar chłodnego gazu, z którego mogą powstawać nowe gwiazdy. Jak wiadomo, są galaktyki intensywnie tworzące nowe gwiazdy oraz te, w których taki proces zachodzi mało intensywnie. W ciągu ostatnich ośmiu miliardów lat wyraźnie maleje ilość galaktyk, w których tworzy się wielka ilość gwiazd, czyli ewolucja Wszechświata prowadzi do powstawania coraz mniejszej ilości gwiazd. Jak się wydaje, ma to związek z masywnymi czarnymi dziurami. Otóż najmasywniejsze galaktyki i ich czarne dziury rosły intensywnie we wczesnym Wszechświecie, by obecnie zachowywać się dosyć pasywnie. Mniej masywne galaktyki i ich również mniej masywne czarne dziury wydają się rosnąć bardziej jednostajnie, wskazując, że masy te nie tylko są skorelowane, ale i mają związek z ewolucją. Współczesny paradygmat wzrostu galaktyk zawiera dwa mechanizmy: wzrost w wyniku akrecji gazu z zewnętrznej przestrzeni oraz zlewania się galaktyk w wyniku zderzeń. To ostatnie jest znacznie bardziej efektywne i prowadzi do galaktyk o większych masach. W przypadku zderzenia dwu galaktyk, uporządkowane dotychczas dyski mieszają się, a mgławice ściskają, inicjując gwałtowne tworzenie się gwiazd. Powstałe nagle nowe źródła promieniowania mogą być na tyle intensywne, że wyrzucają poza galaktykę resztę gazu. Centralne czarne dziury zlewają się w jedną, a opadający na centrum gaz chwilowo podnosi poziom akrecji materii na czarną dziurę, powodując wzrost promieniowania i powiększając energię dżetów. Dżety przekazując energię do otaczającego galaktykę gazu, zmniejszają jego dopływ do centralnych części galaktyki. Galaktykę otacza więc bardzo gorący gaz nie mogący z powodu wysokiej temperatury opaść w kierunku centrum, by wziąć udział w tworzeniu nowych gwiazd. W sumie, po chwilowym wzroście aktywności, galaktyka staje się pasywną. Jeżeli galaktyka jest względnie niewielka i nie przeżywa wielu zderzeń, to jej pole grawitacyjne jest w stanie ściągnąć ze swych obrzeży pewną ilość gazu, ale nie wydaje się, by była to znaczna ilość. Taka galaktyka pozostaje niewielką, jednak powstawanie w niej gwiazd nie zostaje przerwane i trwa dłużej. Niewielka też pozostaje jej centralna czarna dziura. Własności bliskich nam galaktyk wydają się potwierdzać przedstawiony powyżej model. Najmasywniejsze galaktyki z czarnymi dziurami o masach powyżej 100 milionów $M_\odot$ nie akreują znaczącej ilości gazu i tworzą nowe gwiazdy w umiarkowanej ilości. Ich centralne czarne dziury tworzą duże dżety dobrze widoczne w radioteleskopach. Energia dżetów podgrzewa otaczający je gaz do bardzo wysokich temperatur, wykluczając jego schłodzenie i spadek do centralnych rejonów galaktyki. Galaktyki mające czarne dziury o masach rzędu 1–100 miliona $M_\odot$ akreują gaz i prowadzą gwiazdogenezę, jednak ich czarne dziury pochłaniają materię raczej incydentalnie, więc ich masa rośnie umiarkowanie. W momencie pochłaniania materii

obserwuje się błyski promieniowania elektromagnetycznego, jednak tej wielkości czarne dziury nie wytwarzają dżetów. Prędkość wzrostu tych czarnych dziur jest skorelowana z masą gwiazd powstających w centralnej części galaktyki — stosunek tych mas wynosi około jednej tysięcznej, czyli tyle samo co stosunek mas wielkich galaktyk i ich czarnych dziur. Sugeruje to, że mechanizm ustalający ten stosunek nadal działa. Pozostaje więc tylko sprawdzić, jak przedstawione powyżej idee znajdują potwierdzenie w materiale obserwacyjnym.

W maju 2016 r. w *Nature* ukazały się dwie prace (praca E. Cheunga i in., t. 533, s 504 i jej omówienie M. Sarziego na s. 473), w których potwierdza się zarysowany powyżej scenariusz. Otóż w pracy E. Cheunga badano średniej wielkości galaktykę o nieformalnej nazwie Akira. Stwierdzono dwustożkowy, odśrodkowy wypływ materii. Według autorów, centralna czarna dziura powoduje ruch materii w przeciwne strony, podgrzewając otaczający gaz. Akira wydaje się o tyle mało typowa, że aktywność jej jądra może być wywoływana przez oddziaływanie z niewielką pobliską galaktyką o nazwie Tetsuo. Galaktyki są oddalone o około 67 sekund kątowych, co odpowiada 32 kpc. Wpływ Tetsuo powoduje, że ruch gwiazd w Akirze jest dość skomplikowany i nie ma charakteru rotacji. W Akirze gwiazdy powstają w bardzo umiarkowanym tempie wynoszącym nie więcej niż około 10^{-2} $M_\odot$ na rok, a z badań fotometrycznych wynika, że może to być nawet dwa rzędy mniej ($7 \cdot 10^{-5}$). Można więc domniemywać, że czarna dziura skutecznie przerwała powstawanie gwiazd w tej galaktyce. Podobnie się dzieje w wielu innych galaktykach.

Teleskop Horyzontu Zdarzeń

Oczywiście najlepiej byłoby, gdyby dało się bezpośrednio przyjrzeć czarnej dziurze. Pomysł na pierwszy rzut oka niewiarygodny, jednak okazuje się, że wcale realny. W marcu 2017 r. w *Science* i *Nature* ukazały się teksty (D. Castelvecchi, *Nature*, t. 543, s. 478; D. Clery, *Science*, t. 355, s. 893) omawiające projekt „teleskopu o rozmiarach Ziemi" o nazwie Event Horizon Telescope (EHT). W tym przypadku, wbrew nazwie, nie chodzi o budowę nowego teleskopu, a o nowy sposób wykorzystania istniejących już radioteleskopów pracujących na falach milimetrowych. Nietrudno policzyć, że tworząc interferometr z teleskopów oddalonych o odległość zbliżoną do średnicy Ziemi możemy uzyskać zdolność rozdzielczą zbliżoną do rozmiarów horyzontu zdarzeń najbliższych wielkich czarnych dziur. Np. horyzont zdarzeń czarnej dziury zwanej Sgr A*, znajdującej się w centrum Galaktyki, ma z Ziemi rozmiary kątowe zbliżone do obwarzanka na Księżycu. Prawie takie same rozmiary kątowe ma dużo większa czarna dziura znajdująca się w centrum galaktyki M87, a podobne rozmiary kątowe ma czarna dziura w NGC 1600. Jeżeli dodać, że sama czarna dziura działa jako soczewka grawitacyjna powiększająca około pięciu razy obraz najbliższego otoczenia, to szansa, że EHT je zobaczy, wydaje się spora. A czego się spodziewamy? Ano takiego małego Księżyca. Po prostu dysk akrecyjny czarnej dziury obraca się z prędkością bliską prędkości światła. I ta część, która biegnie w naszym kierunku, będzie bardzo jasna, a ta druga będzie słaba. Z różnicy tych jasności dowiemy się, jak szybko i w którą stronę obiega czarną dziurę gaz tworzący dysk akrecyjny oraz jakie ma inne własności (np. temperaturę). Niezależnie jednak co zobaczymy, dowiemy się wiele o najbliższym otoczeniu wielkiej czarnej dziury i jest szansa, że nastąpi to w ciągu najbliższych kilku lat. Niestety pośrednie czarne dziury pozostaną chyba jeszcze długo tajemnicze.

Jerzy Kuczyński

Artystyczna wizja supermasywnej czarnej dziury z dyskiem akrecyjnym wokół niej. Źródło: NASA/JPL-CalTech

Śmiertelny uścisk dwóch czarnych dziur

Astronomia fal grawitacyjnych

Dorota Gondek-Rosińska i Tomasz Bulik

We wrześniu tego roku mijają dwa lata od rejestracji pierwszego zderzenia czarnych dziur. W ten sposób narodziła się nowa dziedzina astrofizyki obserwacyjnej – astronomia fal grawitacyjnych. To odkrycie, oraz najprawdopodobniej trzy kolejne, były możliwe dzięki niezwykle czułym detektorom Advanced LIGO oraz zaawansowanym technikom numerycznym. W odkryciu brali udziała uczeni z kilkudziesięciu krajów, w tym z Polski.

ODKRYCIE GW150914

Wieloletnie poszukiwania fal grawitacyjnych, niezwykle małych oscylacji czasoprzestrzeni, przewidzianych przez Alberta Einsteina w 1916 r., zakończyły się spektakularnym sukcesem.

12 września 2015 r., po serii ulepszeń dwa detektory drugiej generacji Advanced LIGO (aLIGO) w Stanach Zjednoczonych rozpoczęły swój pierwszy sezon obserwacyjny O1, który trwał do 19 stycznia 2016 r. Po uruchomieniu detektorów obserwatorów czekała nie lada niespodzianka. Już 14 września pojawił się sygnał, GW150914, i to jaki! Po raz pierwszy zaobserwowano koalescencję (połączenie się) dwóch gwiazdowych czarnych dziur, i to o dużych masach — około 29 i 36 mas Słońca i powstanie rotującej

Advanced LIGO: najbardziej precyzyjny instrument na świecie czuje wszystko, co go otacza*

OKIEŁZNAĆ SZUMY

Czułość detektorów LIGO nie może się równać z żadną do tej pory zbudowaną na świecie aparaturą, tak słaby jest sygnał grawitacyjny, który próbują zmierzyć. Nic dziwnego zatem, że dosłownie wszystko zakłóca te pomiary. Fala grawitacyjna jest ukryta na samym dnie gęstego lasu szumów „wstrząsających" detektorem.

Naziemne detektory fal grawitacyjnych Advanced LIGO (ang. *Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*), w skrócie aLIGO, to najbardziej precyzyjne instrumenty na świecie (schemat detektora pokazano na rys. A). Aby wykryć falę grawitacyjną taką jak ta pochodząca z pierwszego wykrytego źródła GW150914, musiały zmierzyć przy pomocy wiązki laserowej względną zmianę odległości między masami testowymi detektora delta $\Delta L/L$ rzędu 10^{-21}, gdzie L jest odległością między masami testowymi detektora, a delta ΔL zmianą tej odległości. Dla ustalonej wielkości amplitudy fali grawitacyjnej h, zmiany odległości między dwoma punktami, wynikające z propagacji fali grawitacyjnej, są tym większe im większa jest odległość między nimi, $\Delta L = h\,L$

Co to znaczy? Gdyby chcieć zmierzyć odległość z Ziemi do Słońca z taką dokładnością, to znalibyśmy ją co do jednego nanometra, a więc z dokładnością do średnicy atomu! Natomiast w przypadku detektora aLIGO, ze względu na znacznie mniejsze odległości między

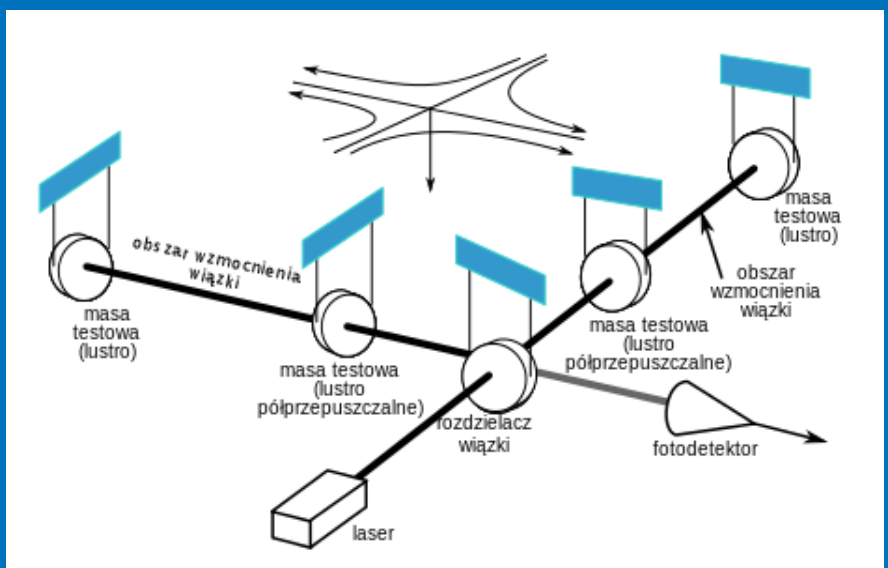
* Artykuł ten, choć nieco trudniejszy niż publikowana obok „Astronomia fal grawitacyjnych" w pełni ukazuje skalę trudności projektów LIGO i VIRGO, kunszt ich projektantów i mistrzostwo obserwatorów (red.).

czarnej dziury o masie około 62 mas Słońca. Dla wielu naukowców było to zaskoczenie, gdyż większość środowiska oczekiwała, że naziemne detektory fal grawitacyjnych będą obserwować przede wszystkim koalescencję dwóch gwiazd neutronowych. GW150914 choć niewidoczny w falach elektromagnetycznych a przez detektory aLIGO obserwowany zaledwie przez około 150 ms był najbardziej energetycznym zjawiskiem, jakie kiedykolwiek zaobserwowano. W momencie największej „jasności" moc wyemitowana w postaci fal grawitacyjnych była rzędu 10^{56} erg/s (co odpowiada 10^{49} W). Wielkość ta jest wielokrotnie większa od mocy wyemitowanej w postaci fal elektromagnetycznych przez cały Wszechświat w tym czasie, przy założeniu, że jest w nim 100 mld galaktyk, z których każda zawiera po 100 mld gwiazd typu Słońca. Czarne dziury tuż przed połączeniem krążyły wokół siebie z zawrotną prędkością, około 150 000 km/s. Do tej pory detektory aLIGO zaobserwowały jeszcze dwie (a być może trzy) koalescencje czarnych dziur. Pierwsze detekcje fal grawitacyjnych to wielki sukces szybko rozwijającej się nowej dziedziny nauki — astronomii fal grawitacyjnych. Ten sukces był możliwy dzięki współpracy zespołów LIGO i europejskiego VIRGO, które od 2007 r. wspólnie obserwują i analizują dane obserwacyjne. Polscy uczeni mieli istotny udział

Artykuł o odkryciu pierwszej fali grawitacyjnej w postaci charakterystycznego „ćwierku" zlewających się czarnych dziur zamieściliśmy w *Uranii* 2/2016. Polscy astronomowie, modelując ewolucję ubogich w metale masywnych układów podwójnych, przewidzieli, że po miliardach lat ich produktem będzie koalescencja czarnych dziur dająca najbardziej prawdopodobny do zaobserwowania sygnał grawitacyjny. Ich artykuły publikowaliśmy w *Uranii* 2 i 3/2017.

masami testowymi, dokładność pomiaru musi być znacznie większa i wynosiła jedną tysięczną promienia protonu ! Jak można uzyskać taką dokładność? Z jakimi zakłóceniami, szumami należy się uporać, aby uzyskać tak niezwykle precyzyjny wynik ?

Jednym z najistotniejszych źródeł szumów ograniczających czułość detektorów fal grawitacyjnych jest tzw. **szum sejsmiczny**. Dominuje on w częstotliwościach poniżej 10 Hz. Detektory fal grawitacyjnych są zbudowane na Ziemi, a jej powierzchnia to

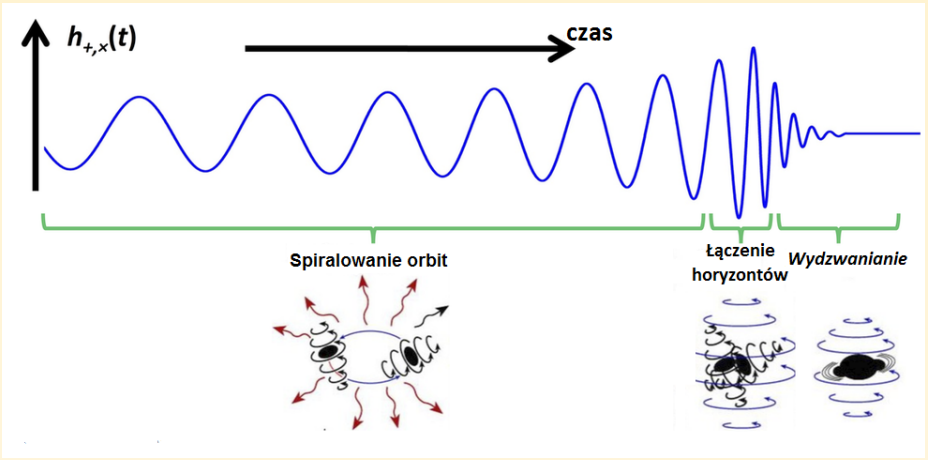


Rys A. Schemat działania interferometrycznego detektora fal grawitacyjnych aLIGO, w którym zmianę odległości pomiędzy masami testowymi, wynikającą z przejścia fali grawitacyjnej, mierzymy przy pomocy światła. Światło lasera, padając na płytkę półprzepuszczalną, jest rozdzielane na dwie wiązki. Wiązki kierowane są do 4 km tuneli, gdzie każda z nich jest odbijana około 100 do 500 razy pomiędzy masami testowymi, zanim powróci do płytki półprzepuszczalnej. Część światła po przejściu przez płytkę wraca do lasera, pozostała część jest kierowana do fotodetektora. Światło wpadające do fotodetektora jest złożeniem wiązek pochodzących z obu ramion serektora. W fotodetektorze jest mierzona względna faza światła z obu wiązek, która ulega zmianie w wyniku przejścia fali grawitacyjnej naprzemiennie skracającej i wydłużającej odległości pomiędzy masami testowymi w każdym z tuneli

w odkryciu fal grawitacyjnych, za co zostali uhonorowani prestiżowymi nagrodami.

ANATOMIA ĆWIERKU

Jak wygląda koalescencja czarnych dziur? Układy podwójne czarnych dziur powstają w wyniku ewolucji układów podwójnych masywnych gwiazd. Kiedy powstaje taki układ, odległość pomiędzy czarnymi dziurami wynosi nie więcej niż kilka promieni Słońca. Układy te pozostają niewidoczne przez okres nawet kilku miliardów lat. Przez ten czas ich orbity powoli, ale nieuchronnie się zacieśniają dzięki utracie energii i momentu pędu poprzez emisję fal grawitacyjnych. Na tym etapie detekcja fal grawitacyjnych z takiego układu jest bardzo trudno wykrywalna. Nie mamy dotychczas detektorów na tyle czułych, aby mogły bezpośrednie wykryć fale grawitacyjne o tak małej amplitudzie. Układ podwójny staje się widoczny dla detektorów aLIGO dopiero w ostatnich chwilach — na ułamki sekundy przed koalescencją (czyli łączeniem się dwóch czarnych dziur). Na rys. 1 jest pokazany typowy sygnał z układu podwójnego zlewających się czarnych dziur, który mogły zarejestrować naziemne detektory fal grawitacyjnych. Sygnał ten możemy podzielić na trzy fazy: powolnego spiralowania, czyli zacieśniania się orbity, łączenia się horyzontów czarnych dziur oraz tzw „wydzwaniania". Podczas pierwszej fazy i częściowo drugiej sygnał pochodzący z układu zlewających się czarnych dziur charakteryzuje się stopniowym zwiększaniem częstotliwości połączonym ze zwiększaniem się amplitudy sygnału. Ta własność jest źródłem nazwy takiego sygnału — sygnał ćwierku (ang *chirp*), gdyż odpowiadający mu dźwięk podobny jest do ćwierkania ptaków[1].



Rys. 1. Zmiana amplitudy fal grawitacyjnych w czasie podczas fazy powolnego zacieśniania się orbity, fazy łączenia się horyzontów dwóch czarnych dziur oraz fazy „wydzwaniania". Amplituda i częstotliwość fali rosną w czasie w miarę, jak czarne dziury zbliżają się do siebie. Maksymalna amplituda jest osiągana w momencie łączenia się czarnych dziur, a następnie szybko maleje, gdy nowo utworzona wirująca czarna dziura emituje swoją asymetrię w falach grawitacyjnych. Źródło ligo.caltech.edu/gallery

W czasie fazy zacieśniania układ podwójny jest źródłem fal grawitacyjnych o częstotliwości równej dwukrotności częstotliwości orbitalnej. Tak więc kiedy układ się zacieśnia, to częstotliwość rośnie. Wraz ze wzrostem częstotliwości rośnie też natężenie fal grawitacyjnych, a zatem rośnie ich amplituda.

Co ciekawe, zarówno amplituda, jak i tempo zmiany częstotliwości są opisywane jednym parametrem, nazywanym masą ćwierku (ang *chirp mass*), która zależy jedynie od mas obiektów w układzie podwójnym. Faza zacieśniania kończy się, kiedy horyzonty zdarzeń dwóch czarnych dziur zaczynają się łączyć, tworząc nową pojedynczą czarną dziurę. Powstaje nowa czarna dziura, która jest wysoce asymetryczna i musi zrelaksować się

[1] Patrz i słuchaj: ligo.caltech.edu/video/ligo20160211v2; ten sam efekt można również usłyszeć i zobaczyć w 26. odcinku *Astronarium* (red.)

ośrodek, w którym rozchodzą się fale sejsmiczne. Grunt pod naszymi nogami nieustannie drga. Drgania te są wzbudzane przez wiele czynników, ale najważniejszym z nich są fale oceaniczne uderzające o brzegi. Inne źródła tego typu drgań to np. wiatr poruszający drzewami i uderzający we wzgórza albo działalność człowieka (jeżdżące samochody, wycinka drzew, roboty drogowe itd.). Tego typu drgania mechaniczne mogą być stłumione przez konstrukcję mechaniczną detektora. Wyobraźmy sobie, że masy testowe detektora zawieszamy na wahadłach (rys. 2). Punkt zawieszenia wahadła przyczepiony jest do budynku i drga tak jak podłoże. Drgania o częstotliwości poniżej częstości rezonansowej wahadła będą przenoszone przez wahadło, zaś drgania o częstotliwości wyższej będą tłumione. Drgania mechaniczne tłumione są przez taki układ o czynnik rzędu kwadratu stosunku częstości rezonansowej do częstości drgań. Przy typowej częstości rezonansowej wahadła około 1 Hz, możemy osiągnąć tłumienie o czynnik 100 dla częstotliwości około 10 Hz. Jeżeli teraz na końcu jednego wahadła zawiesimy następne, to każdy stopień takiego układu będzie tłumić drgania o czynnik około 100. W detektorach aLIGO i aVIRGO mamy 5 stopni tłumienia, co daje efektywne tłumienie drgań mechanicznych o 10 rzędów wielkości. Szum sejsmiczny w zakresie 1 Hz – 10 Hz można znacznie zniwelować poprzez umieszczenie detektora na odpowiedniej głębokości pod ziemią. Tego typu rozwiązanie zostanie zastosowane w detektorze 3. generacji Einstein Telescope. Polscy uczeni (w tym autorzy artykułu) z Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Warszawskiego oraz Uniwersytetu Zielonogórskiego poszukują miejsca na budowę tego 10-krotnie bardziej czułego niż aLIGO detektora. W tym celu, dzięki zaprojektowanym i zbudowanym przez polskich inżynierów Mariusza Suchenka i Tomasza Starecki bardzo czułym sejsmometrom, badają poziom szumu sejsmicznego na głębokościach 50 m – 300 m w różnych miejscach w Europie, m.in. w Laboratorium Geodynamicznym CBK PAN mieszczącym sie w tunelu pod zamkiem Książ w Polsce. Na zdjęciu polski zespół podczas wizyty roboczej w laboratorium Nikef na Uniwersytecie w Amsterdamie wraz z grupą eksperymentalistów prowadzoną przez prof. Jo van den Branda, rzecznika projektu fal grawitacyjnych Virgo.

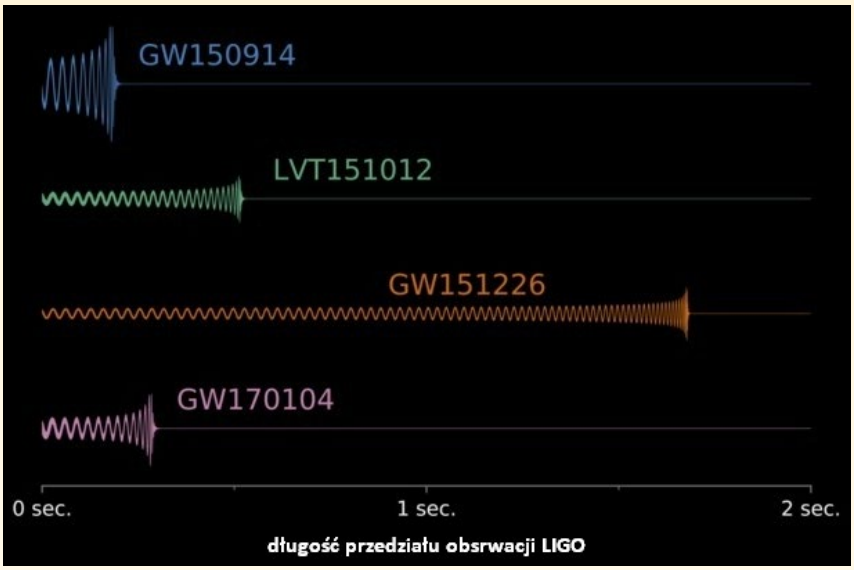
Szum sejsmiczny ma jeszcze jedną konsekwencję. Fale sejsmiczne to fale gęstości w gruncie lub w skale, czyli przesuwające się rejony o zwiększonej i zmniejszonej gęstości. Takie obszary są źródłem pola grawitacyjnego. A zatem lokalne pole grawitacyjne podlega fluktuacjom — zmienia się zarówno jego kierunek, jak i natężenie. Te zmiany lokalnego pola grawitacyjnego to właśnie **szum newtonowski**. Tego szumu nie da się stłumić, ponieważ nie ma izolacji przed polem grawitacyjnym. Możemy jedynie go zmierzyć i próbować odjąć od danych. Jednak na obecnym etapie obserwacji fal grawitacyjnych ten szum jest zaniedbywalny, ale już w niedługiej przyszłości, kiedy czułość detektorów będzie zwiększana, szum newtonowski będzie musiał być uwzględniony. Na rys. B pokazano szkic systemu zawieszenia stosowanego w naziemnych detektorach fal grawitacyjnych w celu zminimalizowania szumu sejsmicznego oraz przykład fluktuacji

do konfiguracji rotującej czarnej dziury — tak zwanej czarnej dziury Kerra. To przejście jest związane również z emisją fal grawitacyjnych, odpowiada to fazie zwanej „wydzwanianiem". Czarne dziury mogą być opisane przez dwa parametry: masę i moment pędu. Tak więc charakterystyka promieniowania grawitacyjnego pochodzącego z czarnej dziury, która dochodzi do konfiguracji statycznej, też jest opisywana tymi dwoma parametrami. Taka czarna dziura zachowuje się jak struna w instrumencie muzycznym — emituje falę o ustalonej częstotliwości zanikającą w czasie. Zarówno ta częstotliwość, jak i czas zaniku może być wyznaczony przez masę i moment pędu czarnej dziury. W ogólności może ona emitować fale o wielu częstotliwościach, ale zawsze one są wyznaczone przez te dwa parametry. Emisja fal grawitacyjnych nie zachodzi izotropowo — to znaczy kształt i natężenie fali zależy od kierunku obserwacji. Bierze się to stąd, że fala generowana jest przez ruch w kierunku poprzecznym do kierunku do obserwatora. Także dla danej czułości detektora wykrywalność koalescencji zależy od orientacji źródła względem kierunku obserwacji.

PIERWSZE KOALESCENCJE

W czasie pierwszej rundy obserwacyjnej aLIGO zaobserwowano dwie koalescencje czarnych dziur, i dodatkowo jedno wydarzenie, które z dużym prawdopodobieństwem jest trzecią koalescencją, jednakże nie spełnia w całości restrykcyjnych kryteriów wymaganych do ogłoszenia detekcji. 30 listopada 2016 r. detektory aLIGO zaczęły drugą kampanię obserwacyjną, O2, na podobnej czułości do O1. Sezon obserwacyjny O2 zakończył się 25 sierpnia 2017. Kolaboracja Ligo-VIRGO ogłosiła do tej pory jedną potwierdzoną detekcję fal grawitacyjnych podczas O2, również z koalescencji dwóch czarnych dziur, GW170104. Zderzenie tych dwóch czarnych dziur nastąpiło dwa razy dalej niż poprzednie zderzenia. Analiza danych z detektorów trwa, więc spodziewamy się kolejnych odkryć.

Podstawowe informacje o odkrytych obiektach przez detektory aLIGO zostały przedstawione w tabeli 1, zaś odtworzone sygnały fal grawitacyjnych pochodzących z tych źródeł przedstawione są na rys. 2. Sygnały wyglądają podobnie, lecz różnią się amplitudą, częstotliwością w momencie koalescencji i długością obserwacji. Każdy z nich jest unikatowy. GW150914 jest pierwszym zaobserwowanym i jedno-



Rys. 2. Rekonstrukcja sygnałów fal grawitacyjnych z trzech układów zderzających się czarnych dziur (GW150914,GW151226 i GW170104) oraz jednego kandydata na taki układ (LVT151012) zarejestrowanych przez aLIGO. Ze względu na ograniczoną czułość w małych częstościach (poniżej 30 Hz) detektory aLIGO mogą obserwować czarne dziury w układach podwójnych jedynie ułamki sekund przed ich koalescencją. Im większe masy czarnych dziur, tym silniejszy sygnał, ale też krócej obserwowany przez aLIGO (Źródło: ligo.caltech.edu/gallery, autor Ben Farr).

lokalnego pola grawitacyjnego generującego szum newtonowski.

Trzecim źródłem szumu jest **szum termiczny**. Masy testowe detektora znajdują się w niezerowej temperaturze i w związku z tym podlegają drganiom termicznym. Im wyższa temperatura otoczenia, tym atomy mają większą energię kinetyczną. W materiale rozchodzą się fale termiczne powodujące oscylacje i deformacje mas testowych. Jest to szum termiczny. Okazuje się, że można ten szum zminimalizować poprzez odpowiedni dobór materiału na masy testowe. W detektorach fal grawitacyjnych stosuje się kryształy o bardzo niskim szumie termicznym. Jednakże masy testowe, aby odbijać promieniowanie lasera, muszą mieć lustra. Lustra są szeregiem warstw odbijających i to właśnie te warstwy są głównym źródłem szumu termicznego w detektorach fal grawitacyjnych. Można dodatkowo zmniejszyć ten szum poprzez schłodzenie detektora.

Polski zespół badawczy podczas wizyty roboczej w laboratorium Nikef na Uniwersytecie w Amsterdamie mającej na celu kalibrację skonstruowanych na Politechnice Warszawskiej bardzo czułych geofonów do pomiaru szumu sejsmicznego z sejsmometrem Trillium. Od lewej Tomasz Starecki (PW), Alessandro Bertolini (Nikef), Tomasz Bulik (UW), Jo van den Brand (Nikef, spokesman Virgo), Dorota Gondek-Rosińska (UZ), Mariusz Suchenek (PW), Mark Beker (Nikef)

Tabela 1. Podstawe parametry układów czarnych dziur zarejestrowanych przez detektory fal grawitacyjnych aLIGO w Hanford i Livingston. M_1 i M_2 oznaczają wyznaczone masy czarnych dziur przed koalescencją, w masach Słońca, z podanymi zakresami, M_K masę czarnej dziury po połączeniu się dwóch czarnych dziur. Odległość wyrażona jest w Mpc, a lokalizacja na niebie w stopniach kwadratowych z wiarygodnością 90%

Zjawisko	$M_1/M_\odot$	$M_2/M_\odot$	$M_K/M_\odot$	Odległość [Mpc]	Precyzja lokalizacji [(°)²]
GW150914	**36,2** (+5,2/−3,8)	**29,1** (+3,7/−4,4)	**62,3** (+3,7/−3,1)	**420** (+150/−180)	**230**
GW151226	**14,2** (+8,3/−3,7)	**7,5** (+2,3/−2,3)	**20,8** (+6,1/−1,7)	**440** (+180/−190)	**850**
LVT151012	**23** (+18/−6)	**13** (+4/−5)	**35** (+14/−4)	**1000** (+500/−500)	**1600**
GW170104	**31,2** (+8,4−6,0)	**19,4** (+5,3/−5,9)	50,7 (+5,9/−5,0)	**880** (+450/−390)	**1200**

cześnie najmasywniejszym układem zlewających się dwóch czarnych dziur. GW151226 jest najmniej masywnym układem i jednocześnie najdłużej obserwowanym, ponad 1,5 s. Z kolei GW170104 jest najdalszym wydarzeniem spośród potwierdzonych detekcji. Jego obserwacja pozwala na przeprowadzenie dodatkowych testów ogólnej teorii względności, m.in. nie zaobserwowano dyspersji fal grawitacyjnych do odległości 1 Gpc, co nałożyło górne ograniczenia na masę grawitonu. W przypadku tej ostatniej detekcji istnieją marginalne przesłanki, że kierunek spinu jednej z czarnych dziur nie jest zgodny ze spinem całego układu. Może to sugerować formowanie się tego układu w obszarach o dużej gęstości gwiazd, np. w gromadzie kulistej, aczkolwiek takie układy mogą też powstać w wyniku standardowej ewolucji układu podwójnego.

Im większe masy czarnych dziur, tym większa amplituda fali, ale tym niższa częstotliwość, przy której łączą się dwie czarne dziury. Bardziej masywne układy obserwowane są krócej. Ze względu na ograniczoną czułość w małych częstościach (poniżej 30 Hz), detektory aLIGO mogą obserwować układy podwójne czarnych dziur jedynie przez ułamki sekund przed koalescencją. Oszacowanie mas początkowych składników na podstawie analizy sygnału w fazie powolnego zacieśniania jest pokazane na rys. 3. Czarne dziury obserwowane przez aLIGO są masywne, co może wskazywać na ich pochodzenie z rejonów o małej metaliczności, a więc np. ze wczesnych faz ewolucji Wszechświata. Przy niskiej metaliczności mogły powstawać i ewoluować gwiazdy o ekstremalnie wielkich masach, nie podlegając rozwianiu przez własny wiatr gwiazdowy. Rysunek na s. 18 pokazuje, że masy czarnych dziur wyznaczone z obserwacji w falach grawitacyjnych są nawet kilkukrotnie większe niż te z obserwacji rentgenowskich układów podwójnych.

ODFILTROWANIE SYGNAŁU

Sygnał pochodzący od fali grawitacyjnej jest niezwykle słaby[2] Jak znaleźć schowany głęboko w szumie sygnał fal grawitacyjnych? Stało się to możliwe dopiero przy założeniu, że najbardziej prawdopodobnym sygnałem będzie koalescencja czarnych dziur lub gwiazd neutronowych w układzie podwójnym.

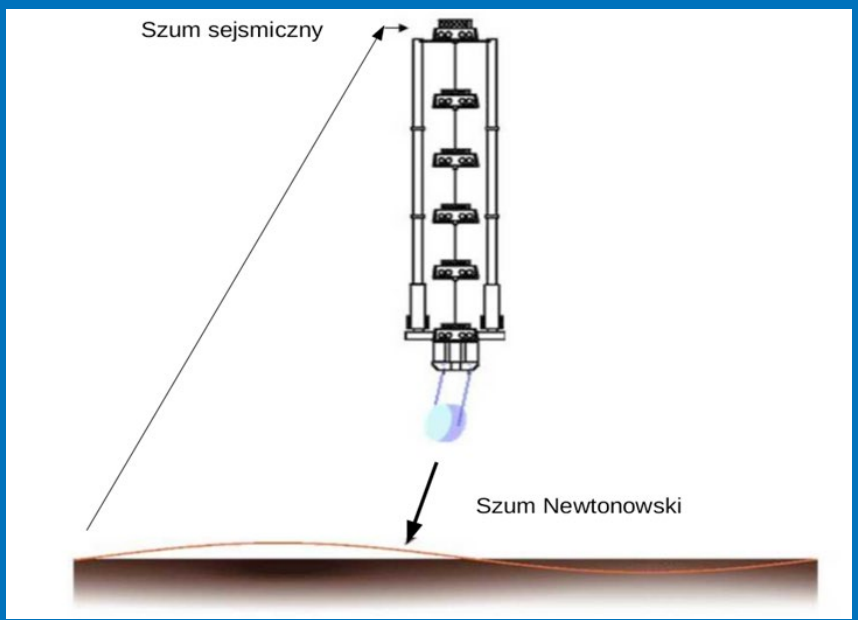
Standardową metodą stosowaną do wykrycia w szumie detektora słabego sygnału z koalescencji obiektów zwartych jest przeszukiwanie danych metodą filtru dopasowanego[3], polegającą na dopasowaniu wzorca teoretycznego (tzw. filtru) do danych. Współpraca LIGO-VIRGO w oparciu o obliczenia teoretyczne (analityczne dla fazy zacieśniania się orbity i fazy „wydzwaniania" oraz symulacje numeryczne dla fazy łączenia się horyzontów czarnych dziur) ma przygotowany zbiór sygnałów dla różnych mas obiektów w układ

[2] Patrz ramka na s. 9 w *Uranii* 3/2016 (red.)

[3] ang. *match filtering method*, autorzy artykułu i reszta polskich uczestników grupy POLGRAW używa takiego tłumaczenia (red.)

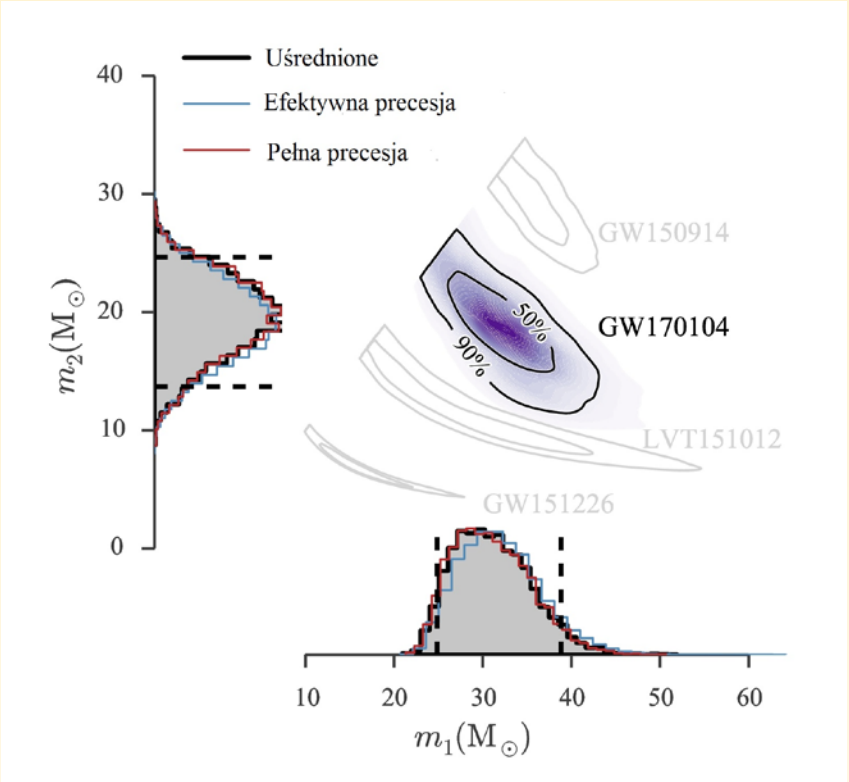
Podstawowym problemem i najtrudniejszym do zminimalizowania źródłem szumu jest **szum kwantowy**. Związany jest on z tym, że wiązka światła laserowego odbijana od luster i docierająca do detektora składa się ze skończonej ilości fotonów podlegających tzw fluktuacjom poissonowskim. Jeśli przyjmiemy, że średnia ilość fotonów, w wiązce laserowej, docierających do odbiornika w danym przedziale czasu *dt* wynosi N, to ilość fotonów zmierzona w równych przedziałach czasu będzie podlegać fluktuacjom i odchylenie standardowe od średniej wartości będzie wynosić pierwiastek z *N*, sqrt(*N*).

Co to znaczy dla detektorów fal grawitacyjnych? Jeśli mierzymy zmianę fazy wiązki laserowej dochodzącej z każdego z ramion interferometru, wynikającą z oddziaływania fali grawitacyjnej na detektor, to taka różnica będzie również podlegać fluktuacjom kwantowym. Wielkość tych fluktuacji będzie wynosić 1/sqrt(*N*), gdzie *N* to ilość średnia fotonów dochodzących do detektora w danym przedziale czasu dt=1/f, gdzie *f* to częstotliwość pomiaru. Łatwo sprawdzić, że



Rys. B. Przykład kilkustopniowego zawieszenia minimalizującego drgania sejsmiczne (górna strzałka) oraz fluktuacji lokalnego pola grawitacyjnego generującego szum newtonowski. Fala sejsmicza, przechodząc pod masą testową, zaburza lokalny kierunek grawitacji, a zatem wprawia w ruch masy testowe

dzie podwójnym, ich spinów oraz ich wzajemnej orientacji etc., które tworzą bank filtrów. Każdy filtr jest jakby „odciskiem palca" charakterystycznym dla każdej z możliwych koalescencji. Jeśli w dwóch detektorach aLIGO dochodzi do jednoczesnej detekcji (z niewielkim przesunięciem czasowym, rzędu milisekund, ze względu na odległość 3000 km pomiędzy detektorami) to wybrany filtr musi pasować do każdego z dwóch sygnałów zaobserwowanych przez detektory. Przy odtworzeniu pierwszego zarejestrowanego sygnału fal grawitacyjnych w analizie użyto 230 000 filtrów, biorąc pod uwagę masy w zakresie 1–99 mas Słońca. Nieraz, gdy sygnał jest silny, jak to miało miejsce w przypadku GW150914, możemy go znaleźć jako sygnał typu wybuchowego, stosując inne techniki numeryczne niż opisane powyżej. Pierwszy zaobserwowany sygnał fal grawitacyjnych został właśnie w taki sposób znaleziony w danych z obydwu detektorów aLIGO. Nastąpiło to zaledwie 3 minuty od momentu dotarcia sygnału do detektorów. Parametry układu GW150914 zostały odtworzone później dzięki metodzie dopasowania filtru.



Rys. 3. Ograniczenia na masy czarnych dziur (w masach Słońca) przed koalescencją zgodnie z obserwacjami GW170104. Różne kolory oznaczają różne modele emisji grawitacyjnej. Cieniowanymi konturami w środku rysunku zaznaczono obszar mas z prawdopodobieństwem 50% i 90% dla tego wydarzenia oraz analogiczne kontury dla pozostałych trzech obserwacji z tabeli 1 (Źródło: publikacja z odkryciem, Abbott i inni 2017).

WYZNACZANIE MASY

Pierwszy parametr, który możemy zmierzyć, mając sygnał fal grawitacyjnych z układu podwójnego obiektów zwartych, to masa ćwierku. Związana jest ona z tempem zmiany częstotliwości sygnału w fazie zacieśniania się orbity układu podwójnego. Sygnał w tej wczesnej fazie jest bardzo dobrze opisywany analitycznymi wzorami w przybliżeniu postnewtonowskim. Mając więc wykryty sygnał możemy zmierzyć tę kombinację dwóch mas czarnych dziur. Aby jednak wyznaczyć indywidualne masy, musimy zmierzyć jeszcze jedną funkcję tych mas. Możemy wyznaczyć masę bardziej masywnego składnika, a w zasadzie stosunek mas składników poprzez pomiar częstotliwości, przy której kończy się faza zacieśniania. Ta częstotliwość odpowiada mniej więcej częstotliwości na marginalnie stabil-

fluktuacje te skalują się z częstotliwością jak sqrt(f) i rosną dla coraz wyższych częstotliwości. Pierwszy pomysł, aby stłumić ten szum, to zwiększenie ilości fotonów w interferometrze, czyli zwiększenie mocy lasera. Okazuje się jednak, że pociąga to za sobą skutki uboczne. Pierwszy z nich to fakt, że zwiększona moc lasera powoduje podgrzanie luster i mas testowych, a co za tym idzie, zwiększenie szumu termicznego. Zakładając, że możemy pozbyć się tego szumu przez inteligentnie zaprojektowany system chłodzenia luster i mas testowych, mamy jeszcze drugą przyczynę wzrostu szumu kwantowego. Wiązka światła laserowego, odbijając się od luster, wywiera na nie ciśnienie promieniowania. Każdy foton niesie ze sobą pęd, który w wyniku odbicia przekazuje lustru. Strumień pędu przekazywany lustru to ciśnienie promieniowania. Wielkość tego ciśnienia będzie podlegać fluktuacjom, gdyż ilość fotonów padająca na lustra w danym przedziale czasu podlega fluktuacjom kwantowym. Wielkość tych fluktuacji jest proporcjonalna do sqrt(*N*), a więc szum skaluje się jak 1/sqrt(*f*). Tak więc jeśli zwiększymy moc lasera, to zmniejszamy szum kwantowy dla wysokich częstotliwości, ale zwiększamy je dla niskich. Te dwa efekty są źródłem tak zwanego fundamentalnego limitu czułości interferometru. Okazuje się, że i ten limit można pokonać, korzystając z tak zwanych stanów ściśniętych światła. W skrócie idea polega na tym, aby wykorzystać zasadę nieznaczności Heisenberga. Zgodnie z tą zasadą amplituda i faza fali elektromagnetycznej nie mogą być zmierzone dokładnie jednocześnie. W detektorach fal grawitacyjnych chcemy dokładnie zmierzyć fazę fali. Aby zwiększyć dokładność, można stworzyć fotony o dobrze określonej fazie a słabo określonej amplitudzie. Obecnie taka technologia jest testowana w detektorze GEO600 w Niemczech.

Kolejnym źródłem szumu w detektorach jest **szum magnetyczny**, związany z wielkoskalowym polem magnetycznym na Ziemi. Obszar pomiędzy powierzchnią Ziemi a jonosferą to wnęka rezonansowa, w której można wzbudzić fale elektromagnetyczne o małych częstotliwościach. Takie fale są wzbudzane ciągle przez wyładowania atmosferyczne, a typowo na Ziemi jest około 100 takich wyładowań na sekundę. W ten sposób w takiej kulistej wnęce rezonansowej powstają fale o charakterystycznych częstotliwościach około 8, 16, 24 Hz. Pola magnetyczne oddziałują ze wszystkimi metalowymi częściami detektorów fal grawitacyjnych — wzbudzają w nich prądy i powodują oddziaływania. Tak więc stochastyczne pole magnetyczne wokół Ziemi jest źródłem szumu w detektorach fal grawitacyjnych. Szum ten może być skorelowany pomiędzy detektorami znajdującymi się w dużych odległościach, a więc może udawać fale grawitacyjne. Obecnie trwają intensywne prace nad analizą i wielkością tego szumu. Może on mieć znaczenie w detektorach aLIGO i Advanced VIRGO.

Na rys. C przedstawiono poziom poszczególnych szumów w detektorze aLIGO w roku 2015. Szumy te determinują czułość detektora (linia czerwona), ograniczając zarówno jego zasięg (limit na odległość, z jakiej możemy zaobserwować astrofizyczne źródło), jak i zakres częstotliwości fal grawitacyjnych do 10 Hz – 10 kHz. Czułość zależy od częstotliwości fal grawitacyjnych. Detektory aLIGO

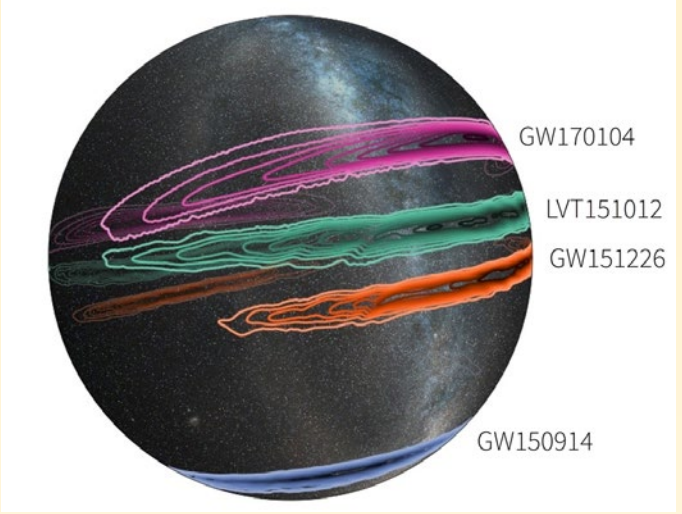
nej orbicie wokół bardziej masywnego składnika. Mniej więcej — gdyż jest to prawdą, kiedy stosunek mas jest duży, zaś w przypadku kiedy masy są porównywalne, to z tej częstotliwości możemy wyznaczyć stosunek mas dwóch czarnych dziur. Dla bardzo silnych sygnałów możemy również zmierzyć stosunek mas czarnych dziur, badając dokładnie zależność częstotliwości fali grawitacyjnej od czasu tuż przed koalescencją.

Kolejny parametr masowy to masa czarnej dziury po koalescencji. Możemy ją wyznaczyć, mierząc częstotliwość fali grawitacyjnej w końcowej fazie wydarzenia — kiedy nowo powstała czarna dziura wyświeca swoją asymetrię w falach grawitacyjnych i dochodzi do tzw. konfiguracji Kerra. Jeżeli zmierzymy częstotliwość i tempo zanikania fali grawitacyjnej w tej fazie, możemy z nich uzyskać zarówno masę, jak i moment pędu nowo powstałej czarnej dziury. Sygnał w tej fazie jest z dobrym przybliżeniem opisany przez tzw. kwazinormalne mody drgań czarnej dziury Kerra.

Ponadto indywidualne momenty pędu czarnych dziur będą modulowały amplitudę sygnału w czasie przed koalescencją. Należy pamiętać, że zmierzone wielkości mas to wielkości przesunięte ku czerwieni — jeżeli źródło jest na odległościach kosmologicznych, to obserwowane wielkości masy związane są z przebiegiem czasowym sygnału, a zatem rozciągnięty jest przez ekspansję Wszechświata o czynnik $1+z$.

LOKALIZACJA ŹRÓDŁA

Jak można zlokalizować źródło fal grawitacyjnych na niebie? W astronomii fal grawitacyjnych nie mamy soczewek ani luster tak, aby stworzyć obraz źródła na grawitacyjnej kliszy fotograficznej… Pierwsze ograniczenie położenia źródła na niebie bierze się z porównania czasu jego detekcji przez dwa detektory aLIGO. Detektory te są w odległości około 3000 km, a zatem fala grawitacyjna przebiega tę odległość w czasie 10 ms (fala grawitacyjna porusza się z prędkością światła), jeśli źródło znajduje się na osi łączącej te dwa detektory. Jeśli zmierzony czas jest krótszy, to wyznacza on nam krąg na niebie widoczny na rys. 4 w przypadku zaobserwowanych przez aLIGO koalescencji. Lokalizacja źródeł fal grawitacyjnych na niebie jest obarczona bardzo dużym błędem, rzędu kilkuset do tysiąca stopni kwadratowych z wiarygodnością 90%. Ograniczenia położenia na niebie dotychczasowych detekcji wokół wspomnianego wyżej okręgu, są przedstawione na rys. 4. Gdybyśmy mieli trzy detektory, moglibyśmy wyznaczyć położenie na niebie metodą triangulacji — badając opóźnienia czasów pomiędzy poszczególnymi detektorami. Dlatego właśnie czekaliśmy, aby detektor Advanced VIRGO w Pizie, po serii ulepszeń, dołączył do sieci detektorów aLIGO. Pozwoli to na znaczne zmniejszenie niepewności obszaru lokalizacji źródła fal grawitacyjnych, ograniczając go do kilkudziesięciu stopni kwadratowych.



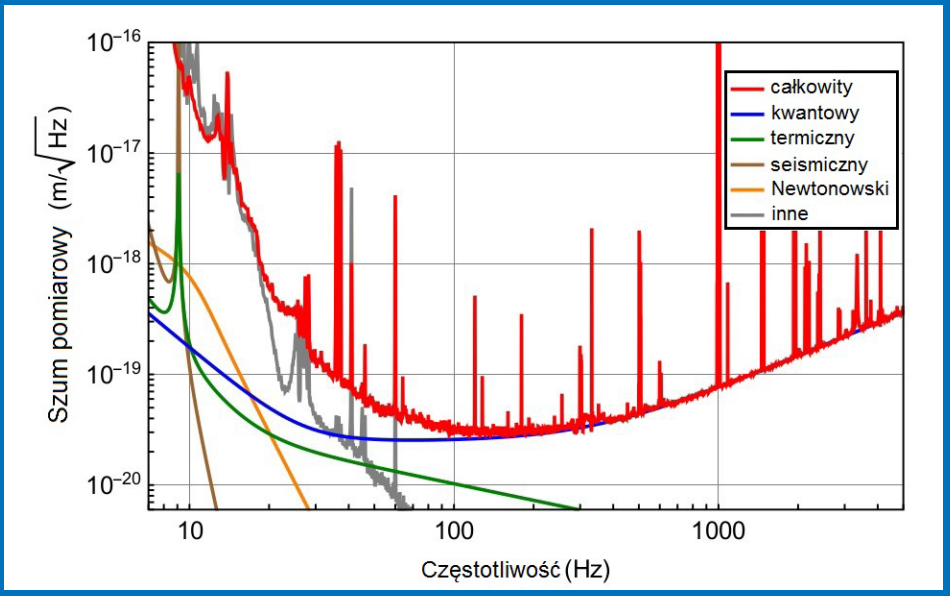
Rys. 4. Lokalizacja na niebie źródeł sygnałów fal grawitacyjnych koalescencji czarnych dziur zarejestrowanych przez detektory aLIGO w Hanford i Livingston (Źródło: ligo.caltech.edu/gallery, autor Leo Singe; Milky Way image: Axel Mellinger)

Podczas dwóch weekendów 16–19 oraz 23–26 czerwca tego roku detektor aVIRGO, po raz pierwszy po modernizacji, pracował wspólnie z detektorami aLIGO, przeprowadzając pierwsze testy nowej technologii. Wspólne obserwacje prowadzono od 1 do 25 sierpnia[4].Obserwatorium VIRGO osiągnęło

[4] Komunikat prasowy o przyłączeniu się VIRGO do wspólnych obserwacji z LIGO w ramach sezonu O2 publikujemy obok (red.)

są najbardziej czułe na częstości fal grawitacyjnych 100–200 Hz. Są to częstości charakterystyczne dla zderzających/łączących się gwiazdowych czarnych dziur w układach podwójnych o masach 10–30 mas Słońca (im większe masy czarnych dziur w uładzie pdwójnym, tym mniejsza częstość, przy której dochodzi do zderzenia). W przypadku fal grawitacyjnych z układów podwójnych częstość fal grawitacyjnych równa jest podwojonej częstości orbitalnej, a więc im mniejsza odległość między obiektami zwartymi w układzie podwójnym tym większa częstość emitowanych fal grawitacyjnych.

Tomasz Bulik
Dorota Gondek-Rosińska



Rys. C. Zależność wielkości szumu w detektorze Advanced LIGO (czerwona linia) od częstości fal grawitacyjnych. Linia niebieska, zielona, brązowa i pomarańczowa odpowiadają szumowi kwantowemu, termicznemu, sejsmicznemu oraz newtonowskiemu. Linia szara to dodatkowe szumy mechaniczne, zaś szereg linii pionowych odpowiada rezonansom mechanicznym oraz częstotliwości prądu w sieci w USA (60 Hz). Szum sejsmiczny — linia brązowa — jest wytłumiony przez układ mechaniczny opisany w tekście

VIRGO rozpoczyna wspólne obserwacje z LIGO w kampanii obserwacyjnej O2

Pierwszego sierpnia 2017 r. europejski detektor VIRGO oficjalnie dołącza do „kampanii obserwacyjnej 2" (Observational Run 2, O2), rozpoczynając zbieranie danych wspólnie z dwoma amerykańskimi detektorami LIGO. Ten duży krok naprzód dla współpracy VIRGO jest wynikiem wieloletniego programu modernizacji, którego podstawowym celem było znaczące poprawienie czułości detektora. *W ostatnich miesiącach z powodzeniem testowaliśmy usprawniony detektor VIRGO. Z niecierpliwością oczekiwaliśmy momentu, w którym zaczniemy wraz z LIGO zbierać dane naukowe w tym ekscytującym dla naszej dziedziny czasie* — mówi Jo van den Brand (Nikhef, VU University w Amsterdamie), rzecznik projektu VIRGO.

Mimo że czułość detektora VIRGO jest obecnie niższa niż interferometrów LIGO, jest ona wystarczająca do potwierdzenia potencjalnych detekcji obserwowanych przez LIGO i do lokalizacji zjawiska na niebie z większą dokładnością. Aktualna czułość VIRGO znacznie przekracza czułość poprzedniej wersji detektora, osiągniętej w 2011 r. przed rozpoczęciem zakończonych właśnie ulepszeń. VIRGO jest teraz zupełnie nowym instrumentem składającym się z wielu nowoczesnych podsystemów, których współdziałanie zostało dopracowane podczas trwającej mniej niż rok fazy rozruchu. *Osiągnięcie ambitnych celów ulepszenia detektora VIRGO zajęło wiele lat intensywnej i nowatorskiej pracy. Ten cel nie zostałby osiągnięty bez ofiarności członków współpracy VIRGO, pracowników Europejskiego Obserwatorium Grawitacyjnego EGO i pracowników współpracujących laboratoriów* — mówi Federico Ferrini, dyrektor EGO.

Kampania obserwacyjna O2 rozpoczęła się 30 listopada 2016 r. i zakończyła się 25 sierpnia bieżącego roku. W czasie jej trwania już po raz trzeci dokonano detekcji fal grawitacyjnych wytworzonych w procesie zlania się dwóch czarnych dziur o masach gwiazdowych. Sygnał zarejestrowany 4 stycznia 2017 r. nazwano GW170104, odkrycie to zostało ogłoszone przez LIGO i VIRGO 1 czerwca 2017 r. Nowe dane są wciąż zbierane, po raz pierwszy przez trzy zaawansowane instrumenty, wspólna analiza tych danych trwa. David Shoemaker z MIT, rzecznik prasowy LIGO Scientific Collaboration, zauważa: *Mimo iż dotychczasowe detekcje dokonane przez instrumenty LIGO dostarczyły wielu nowych i cennych informacji naukowych, to obserwacje prowadzone za pomocą trzech detektorów otwierają przed nami zupełnie nowe możliwości. Ścisła współpraca pomiędzy VIRGO i LIGO pozwoli nam w pełni te możliwości wykorzystać.*

Trwająca aktualnie kampania obserwacyjna jest czymś więcej niż tylko kolejnym osiągnięciem dokonanym przez konsorcjum VIRGO. To początek nowej epoki dla konsorcjum. Po zakończeniu kampanii O2 czułość detektora VIRGO będzie zwiększana, co będzie wymagało lepszego zrozumienia głównych źródeł szumów w detektorze, które tę czułość aktualnie ograniczają. Następnie zostanie wdrożonych kilka kluczowych ulepszeń, między innymi zostaną zainstalowane monolityczne zawieszenia zwierciadeł. Będą one zawieszone za pomocą wytrzymałych szklanych włókien, które zastąpią używane w tej chwili metalowe druty. Wiosną 2018 r. procedura przygotowywania detektora do zbierania danych zostanie rozpoczęta, jej celem będzie przygotowanie bardziej czułego detektora do udziału w trzeciej kampanii obserwacyjnej O3 prowadzonej przez LIGO i VIRGO, która powinna się rozpocząć jesienią 2018 r. *Miesiące, które są przed nami, będą dla nas i ekscytujące, i wymagające równocześnie. Spodziewamy się, że planowane ulepszenia zwiększą czułość detektora, ale jednocześnie sprawią, że instrument stanie się bardziej złożony. Będziemy musieli w pełni wykorzystać możliwości nowych technologii, które będa instalowane w detektorze* — mówi Alessio Rocchi z INFN na rzymskim uniwersytecie Tor Vergata, koordynator konsorcjum VIRGO odpowiedzialny za przygotowanie instrumentu do kolejnej kampanii obserwacyjnej.

Dziś, po raz pierwszy, mamy sieć trzech detektorów drugiej generacji umożliwiającą lokalizację źródeł fal grawitacyjnych. To wielkie osiągnięcie, ale najlepsze jeszcze przed nami: czułość detektorów sieci będzie stopniowo poprawiana, a kolejne detektory dołączą w ciągu kilku następnych lat, otwierając fascynujące perspektywy przed obserwacjami naszego Wszechświata przy użyciu różnego typu metod (tak zwanej multi-messenger astronomy) — podsumowuje Giovanni Losurdo z INFN w Pizie, poprzedni lider projektu „Advanced VIRGO".

Badania zespołu VIRGO są prowadzone przez ponad 280 fizyków i inżynierów z 20 europejskich grup: 6 z Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) we Francji, 8 z Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) we Włoszech, 2 z Nikhef w Holandii, MTA Wigner RCP na Węgrzech oraz Europejskiego Obserwatorium Grawitacyjnego (European Gravitational Observatory, EGO), laboratorium, w którym znajduje się detektor VIRGO (niedaleko Pizy, Włochy). Niedawno do współpracy dołączyła Hiszpania (grupa badawcza w Walencji). Wśród naukowców pracujących przy detektorze VIRGO znajduje się także polska grupa POLGRAW. W jej skład wchodzą badacze z Instytutu Matematycznego PAN, Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN, Narodowego Centrum Badań Jądrowych, Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, a także Uniwersytetów: w Białymstoku, Jagiellońskiego w Krakowie, Mikołaja Kopernika w Toruniu, Warszawskiego, Wrocławskiego i Zielonogórskiego.

czułość pozwalającą na zaobserwowanie dwóch zlewających się gwiazd neutronowych do odległości 27 Mpc. Obecnie detektory są w kolejnej fazie modernizacji, która potrwa około roku. Uczeni z projektów aVIRGO i aLIGO wspólnie analizują dane z ostatniej kompanii obserwacyjnej O2.

W przeciągu kilku najbliższych lat do detektorów aLIGO i aVIRGO dołączą detektory KAGRA w Japonii oraz trzeci detektor LIGO w Indiach, co pozwoli na znaczne zwiększenie dokładności lokalizacji obiektu na niebie. Jest to kluczowe do poszukiwań sygnału elektromagnetycznego ze źródeł fal grawitacyjnych. Kolaboracja VIRGO-Ligo podpisała porozumienia z 80 zespołami naukowymi prowadzącymi obserwacje w promieniowaniu elektromagnetycznym, począwszy od promieniowania radiowego, skończywszy na promieniowaniu gamma. Aż 65 zespołów podczas kampanii obserwacyjnej O1 aLIGO szukało elektromagnetycznego odpowiednika silnych sygnałów promieniowania grawitacyjnego w lokalizacji podanej przez kolaborację VIRGO-LIGO.

Prawdopodobne położenie na niebie wokół wyznaczonego wstępnie kręgu możemy dodatkowo ograniczyć na dwa sposoby. Po pierwsze, przez analizę względnej amplitudy sygnału w dwóch detektorach. Każde położenie na niebie w ramach wyznaczonego kręgu odpowiada innemu położeniu we współrzędnych każdego z detektorów. Oczywiście ten stosunek amplitud zależy również od orientacji źródła. Uśredniając te wielkości, możemy więc ograniczyć rejon prawdopodobnego położenia źródła na niebie. Po drugie, czułość detektorów jest funkcją położenia na niebie. Dla różnych położeń na niebie zasięg detektorów różni się i bardziej prawdopodobne jest znalezienie źródła tam gdzie czułość jest większa, a mniej tam, gdzie jest mniejsza na kręgu na niebie. Biorąc pod uwagę te dwa efekty, możemy wyznaczyć położenie źródła na niebie. Dla pierwszego sygnału wykrytego przez LIGO położenie źródła na niebie zostało wyznaczone z dokładnością do około 230 stopni kwadratowych. To jest bardzo duży rejon i poszukiwanie rozbłysków w zakresie elektromagnetycznym w tak dużym fragmencie nieba jest nie lada wyzwaniem dla obserwatorów.

ODLEGŁOŚĆ, CZYLI SYRENY STANDARDOWE

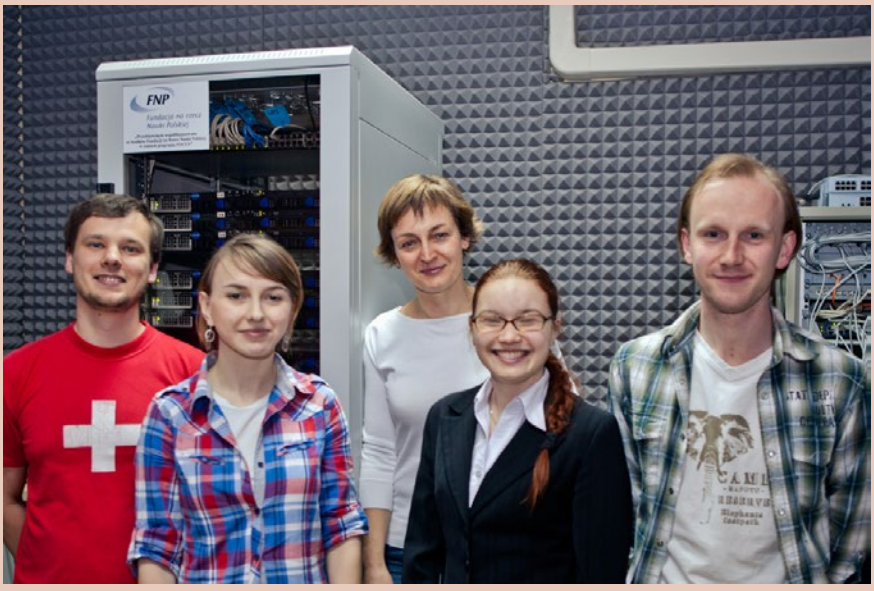
Potrafimy już wyznaczyć masy czarnych dziur przed i po zderzeniu, coś powiedzieć o ich spinie i zlokalizować zjawisko na niebie. Czy można również wyznaczyć odległość do źródła? Koalescencje czarnych dziur bywają nazywane syrenami standardowymi w nawiązaniu do źródeł używanych do wyznaczania odległości w kosmologii, tak zwanych świec standardowych. Bierze się to stąd, że zarówno zależność częstotliwości sygnału od czasu, jak i amplituda sygnału wyznaczone są przez jeden parametr — masę ćwierku. Mając wyznaczona masę ćwierku z przebiegu czasowego sygnału, mamy jego absolutną amplitudę, którą możemy porównać z amplitudą obserwowaną, i to daje nam odległość. Jest tylko jedno „ale”: amplituda obserwowana zależy od położenia źródła na niebie i jego orientacji. Jednakże zarówno

Jak do tej pory dwa odcinki serialu Astronarium bezpośrednio nawiązywały do odkrycia fal grawitacyjnych. Można je było znaleźć na płycie DVD dołączonej do porzedniego numeru *Uranii* 4/2017 albo odtworzyć na YoyTube na kanale: https://www.youtube.com/astronariumPl. W odcinku 26. odwiedzamy europejskie obserwatorium VIRGO około Pizy we Włoszech. Dzięki inż. Adamowi Kutyni poznajemy tam tajniki budowy tego unikatowego interferometru i spotykamy profesora Andrzeja Królaka, kierującego biorącym udział w odkryciu polskim zespołem POLGRAW. Łączymy się też z obserwatorium LIGO, skąd autorka niniejszego artykułu, Dorota Gondek-Rosińska, zdradza sekrety rodzącej się astronomii fal grawitacyjnych.

Z kolei w odcinku 30. schodzimy kilkadziesiąt metrów pod słynny zamek Książ w Wałbrzychu. Zamiast złotego pociągu, spotykamy tu unikatowa aparaturę należącą do Centrum Badań Kosmicznych PAN badającą zachowanie grawitacji pod wpływem pływów i ruchów górotworu. To jedno z potencjalnych miejsc, gdzie może być umieszczony w przyszłości wielokrotnie czulszy od LIGO i VIRGO tzw. Teleskop Einsteina. Opowiada o tym drugi autor artykułu, Tomasz Bulik. Na koniec udajemy się do Arecibo, gdzie przy największym radioteleskopie na świecie spotykamy Aleksandra Wolszczana. Opowiada o próbie użycia sieci rozsianych po całej Galaktyce pulsarów do poszukiwania fal grawitacyjnych najniższych częstości.

ZESPÓŁ PILOTA PIRXA

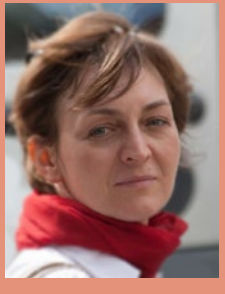
Wokół polskich odkrywców fal grawitacyjnych miało okazję się kształcić w tej dziedzinie wielu młodych polskich astrofizyków. I tak np., współautorka tego artykułu została laureatką programu FOCUS Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej (2008–2013) oraz programu europejskiego POMOST FNP (2013–2015). Dzięki tym programom na Uniwersytecie Zielonogórskim powstał specjalny zespół naukowy oraz zbudowano klaster komputerowy PirxGW (Pirx — od lemowskiego pilota, GW — od Gravitational Waves). Dzięki klastrowi i stypendiom dla 9 doktorantów i doktorów prowadzono obliczenia związane z falami grawitacyjnymi, jak analiza danych z detektorów Virgo/Ligo, symulacje sygnału fal grawitacyjnych z układów podwójnych gwiazd neutronowych i czarnych dziur oraz badanie własności astrofizycznych innych źródeł fal grawitacyjnych. Na zdjęciu część zespołu na tle kapitana Pirxa od lewej: Tomasz Joachimiak, Magda Szkudlarek, Dorota Gondek-Rosińska, Anna Studzińska, Marcin Kucaba.



położenie, jak i orientację można było ograniczyć przez dokładną analizę sygnału opisaną powyżej. Mając odległość, możemy wyznaczyć przesunięcie ku czerwieni. W rezultacie możemy też znaleźć masy spoczynkowe czarnych dziur, dzieląc zmierzone masy przesunięte ku czerwienie przez czynnik $1+z$.

PESPEKTYWY

Pierwsze obserwacje fal grawitacyjnych z koalescencji czarnych dziur przez detektory aLIGO pokazały, że mamy technologię pozwalającą na badanie Wszechświata w nowy, unikatowy, komplementarny do obserwacji elektromagnetycznych sposób. Ma to istotne znaczenie dla astrofizyki, kosmologii i fundamentalnej fizyki. Po raz pierwszy mamy możliwość testowania ogólnej teorii względności w bardzo silnym polu grawitacyjnym i badania natury czarnych dziur. Wszystkie zarejestrowane do tej pory sygnały fal grawitacyjnych są w zgodzie z przewidywaniami teorii Alberta Einsteina. Artykuł jest poświęcony najsilniejszym źródłom fal grawitacyjnych, jakimi są dla naziemnych detektorów fal grawitacyjnych zderzające się czarne dziury w układach podwójnych. Wraz ze wzrostem czułości detektorów będziemy mogli obserwować również inne, słabsze, astrofizyczne źródła fal grawitacyjnych, takie jak układy podwójne gwiazd neutronowych czy gwiazdy neutronowej z czarną dziurą, rotujące gwiazdy neutronowe, supernowe, początki Wszechświata czy też inne nieznane obiekty/zjawiska. Jednoczesne obserwacje obiektów astrofizycznych w promieniowaniu grawitacyjnym i elektromagnetycznym, np. koalescencji dwóch gwiazd neutronowych czy gwiazdy neutronowej z czarną dziurą mogą pozwolić odpowiedzieć na wiele istotnych pytań dotyczących np. natury błysków gamma, zapadania się jądra masywnej gwiazdy po wybuchu supernowej, budowy gwiazd neutronowych. ■



Dorota Rosińska jest profesorem Uniwersytetu Zielonogórskiego w Instytucie Astronomii im. Janusza Gila. Od 2009 r. jest członkiem zespołu polskich naukowców POLGRAW, zajmującego się poszukiwaniem fal grawitacyjnych w ramach eksperymentów międzynarodowych LIGO i Virgo. W swojej pracy naukowej bada astrofizyczne źródła fal grawitacyjnych.

Profesor Tomasz Bulik pracuje w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego. Zajmuje się astrofizyką relatywistyczną, ewolucją układów podwójnych, a także obserwacjami w zakresie bardzo wysokich energii i w dziedzinie fal grawitacyjnych. Koordynował poszukiwania i charakteryzację miejsc na budowę sieci teleskopów Czerenkowa (CTA) do obserwacji promieniowania gamma, CTA, a obecnie jest zaangażowany w kampanię wyboru miejsc do budowy tzw. Teleskopu Einsteina do odbioru fal grawitacyjnych. Pracuje także nad charakteryzacją szumu newtonowskiego w detektorze Virgo. Jest autorem ponad trzystu artykułów naukowych.

W latach 2016-2017 Tomasz Bulik i Dorota Rosińska za udział w odkryciu pierwszego źródła fal grawitacyjnych otrzymali, wraz z siedmioma innymi polskimi uczonymi zespołu POLGRAW, medal PAN im. Mikołaja Kopernika oraz nagrody: Breakthrough Prize In Fundamental Physics, Gruber Cosmology Prize i Nagrodę Naukową Polskiego Towarzystwa Fizyków.

Prawdziwa astronomia dla każdego!

Fotometria lustrzankowa

Ryszard Biernikowicz

Świat technologii pędzi do przodu, a z nim również metody obserwacji astronomicznych. Kilkadziesiąt lat temu czytałem z wielkim podziwem, jak astronom wkładał kasetę z kliszą do kamery fotograficznej w ognisku głównym 5-m teleskopu na Mount Palomar, wtedy największego na świecie, i naświetlał ją przez kilka nocy, aby uzyskać obraz odległej mgławicy. Dzisiaj podobne możliwości w zakresie zbierania fotonów posiada 25-cm amatorski teleskop z kamerą CCD. Kilka lat temu przeżyłem kolejne astronomiczne zadziwienie, gdy dowiedziałem się, że moją lustrzankę cyfrową używaną do uwieczniania codzienności mogę potraktować jak dokładny fotometr pozwalający mierzyć jasność gwiazd w standardowym filtrze astronomicznym V z dokładnością do 0,01 wielkości gwiazdowej. W artykule podzielę się tym moim astronomicznym zadziwieniem i opiszę, jak można zrobić prawdziwą fotometrię astronomiczną w systemie Johnsona-Cousinsa BVR za pomocą zwykłego aparatu cyfrowego.

Co to jest cyfrowa fotometria lustrzankowa i dlaczego warto ją robić?

Fotometria jest techniką obserwacji astronomicznych, pozwalającą porównywać jasności jednych gwiazd względem innych w określonym zakresie barw. Najczęściej jednak porównuje się jasności gwiazd zmieniających swój blask z gwiazdami o stałej jasności. Nie będę się rozwodził nad wartością obserwacji gwiazd zmiennych — to jeden z fundamentów astrofizyki. Zarazem jest to źródło ogromnej satysfakcji dla obserwatora, dla którego niebo przestaje być statyczne — każdej nocy jest inne. Pytanie brzmi: dlaczego można i warto je obserwować aparatem fotograficznym?

Detektorem zliczającym fotony może być ludzkie oko (błąd pomiaru ~10%, czyli astronomicznie $0{,}1^m$), kamera CCD, ale również matryca aparatu cyfrowego, dająca dokładność do $0{,}01^m$.

Matryca aparatu cyfrowego jest trwale zespolona z kolorową maską Bayera. Stanowią ją mikroskopijne pigmenty barwników czerwonych, zielonych i niebieskich, czyli w skrócie RGB (*red/green/blue*), napylone na powierzchnię każdego piksela. Struktura kolorystyczna układa się w grupy czterech pikseli (zwykle 2 piksele G oraz po jednym R i B) i jest powielona na całą matrycę (rys. 1). Jednoczesna obserwacja tego samego obszaru nieba w trzech barwach jest zaletą tej techniki. Krzywe czułości kanałów RGB są wypadkową właściwości transmisyjnych optyki, filtrów przed matrycą oraz czułości spektralnej samej matrycy. Rys. 2 przedstawia porównanie krzywych czułości astronomicznych filtrów systemu Johnsona-Cousinsa BVR i aparatu cyfrowego, dla odróżnienia oznaczonych tu małymi literami rgb. Te drugie obejmują mniejszy zakres widma i są znacznie węższe w porównaniu do filtrów astronomicznych BVR. Na rys. 2 zaznaczono również położenie linii wodoru serii Balmera Hα i Hβ, które są bardzo silne w widmach niektórych gwiazd. Filtr „r" jest znacznie mniej czuły na fotony Hα niż astronomiczne R, a filtr „b" — znacznie czulszy na Hβ niż B. Jednak dla wielu gwiazd zmiennych (żadnych silnych linii emisyjnych lub absorpcyjnych, wskaźnik barwy $\sim 0{,}3^m < B–V < \sim 1{,}0^m$) wyniki obserwacji w barwie zielonej aparatu cyfrowego bardzo dobrze transformują się do standardowej barwy astronomicznej V. W najnowszej wersji podręcznika do fotometrii lustrzankowej AAVSO[1] pojawiły się przykłady,

Na niebie są tysiące gwiazd zmiennych, czekających na swoich obserwatorów. Wiele z nich ma amplitudy blasku zbyt małe, by mogli je śledzić obserwatorzy wizualni, ale w sam raz do obserwacji aparatami cyfrowymi. One czekają właśnie na Ciebie.

[1] AAVSO (*The American Association of Variable Star Observers*) — Amerykańskie Stowarzyszenie Obserwatorów Gwiazd Zmiennych to organizacja koordynująca prace i zbierająca rezultaty amatorskich obserwacji gwiazd zmiennych. Nie trzeba być członkiem AAVSO, by korzystać z ich zasobów i wysyłać tam swoje wyniki.

że najpewniej dotyczy to również pozostałych barw. Ale wymaga to dalszych praktycznych weryfikacji, do których wykonania gorąco zachęcam czytelników, wykonując fotometrię trójbarwną np. δ Cep, zaćmienia β Per itp.

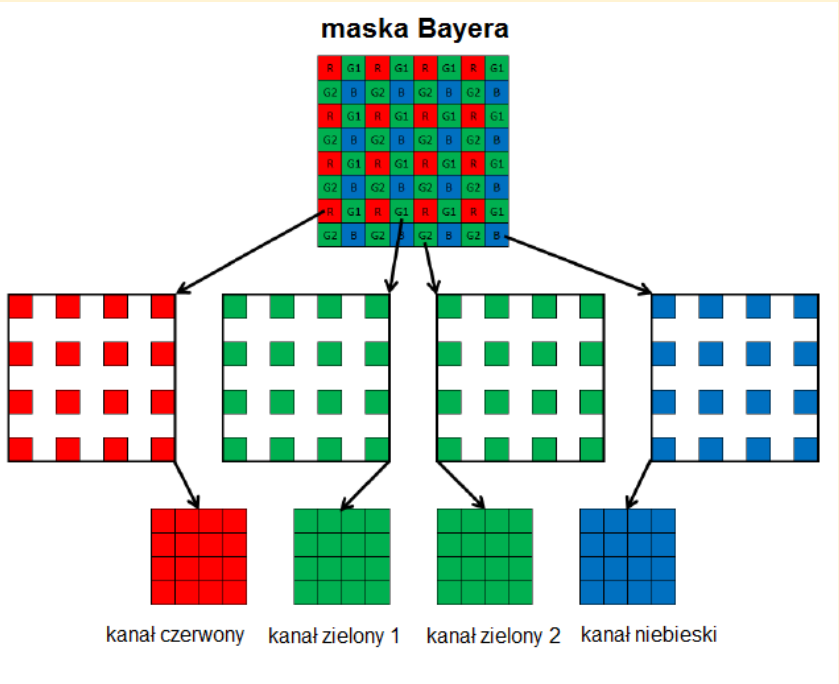
Zestawy do fotometrii lustrzankowej mogą mieć bardzo duże pole widzenia. Można je wyliczyć z przybliżonego wzoru:

$$P = 57° \frac{m}{F}$$

gdzie *m* — rozmiar matrycy, a *F* — ogniskowa obiektywu (wyrażone w mm). Np. aparat z obiektywem o ogniskowej 55 mm ma pole widzenia aż 15° × 23° i w jednej klatce na matrycy APS-C może zmieścić się prawie cały gwiazdozbiór Oriona. Ale i dłuższymi obiektywami można jednocześnie obserwować wiele gwiazd zmiennych (rys. 3).

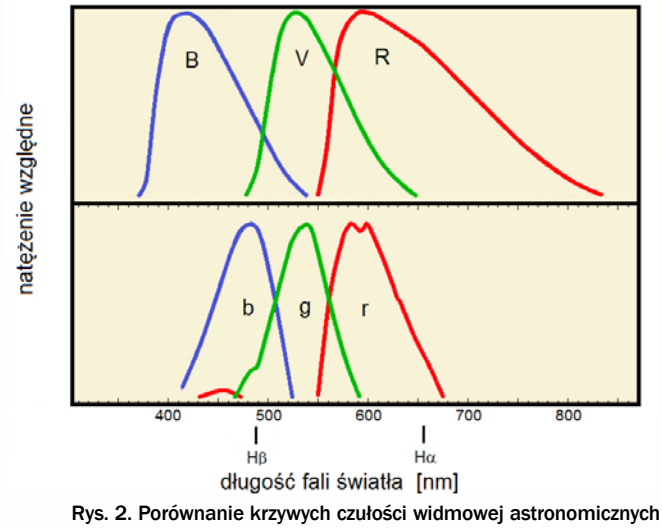
Fotometrię lustrzankową warto robić również dlatego, że wymaga ona minimalnych nakładów finansowych. Wystarczy aparat cyfrowy, statyw z głowicą fotograficzną oraz wężyk spustowy. Wielu pasjonatów fotografii posiada taki zestaw i bez dodatkowych wydatków może od zaraz rozpocząć przygodę z fotometrią.

Aparat cyfrowy posiada również sporo niedogodności, w porównaniu do sprzętu stosowanego w fotometrii CCD. To sprawia, że należy się więcej napracować, aby otrzymać dobre wyniki. Matryce stosowane w lustrzankach cyfrowych nie są chłodzone i podczas



Rys. 1. Maska Bayera i separacja kolorów RGB podczas opracowywania zdjęć cyfrowych. Jak widać na rysunku, po tej operacji klatki wynikowe mają tylko ¼ liczby pikseli. W programie IRIS, używanym przez autora, oba kanały zielone są łączone w jedną klatkę. W innych programach mogą być traktowane oddzielnie

dłuższych sesji obserwacyjnych ich temperatura może się znacznie podnieść. Posiadają znacznie mniejszy zakres dynamiczny w porównaniu do 16-bitowych kamer CCD, gdyż informacja z każdego piksela jest zapisywana tylko na 12 lub 14 bitach. W dodatku liniowość detektora, która jest podstawą dobrej fotometrii, w lustrzankach cyfrowych nie rozciąga się w całym zakresie wartości odczytywanych z matryc 12/14 bitowych. Z powodu istnienia maski Bayera nie ma sensu montować w lustrzance cyfrowej dodatkowych filtrów fotometrycznych (np. R lub I), gdyż ich kombinacja z maską Bayera znacznie zmniejsza liczbę zbieranych fotonów oraz stanowi system fotometryczny poza wszelkimi standardami.



Rys. 2. Porównanie krzywych czułości widmowej astronomicznych filtrów fotometrycznych systemu Johnsona-Cousinsa BVR (góra) z filtrami w aparacie cyfrowym (dół)

Kilka zasad ogólnych

Przed pierwszymi obserwacjami warto zweryfikować liniowość matrycy aparatu. Robi się to na podstawie serii zdjęć białej oświetlonej powierzchni, z coraz dłuższymi czasami ekspozycji. Liniowość sprawdza się na wykresie, w którym na osi odciętych odkłada się czas ekspozycji, a na osi rzędnych — średnią wartość w ADU (*analog-to-digital unit*) tego samego obszaru zdjęcia, zmierzoną programem fotometrycznym. Liniowość odbiornika (tzn. n-krotnie jaśniejsza gwiazda generuje n razy więcej elektronów w pikselu) jest podstawowym założeniem, na którym bazują astronomiczne systemy fotometryczne. Dla fotometrii istotny jest również wybór czułości matrycy (ISO), czyli stopnia wzmocnienia rejestrowanego sygnału. W idealnym przypadku jednemu elektronowi powinna odpowiadać odczytana wartość 1 ADU. Dla obecnie najpopularniejszych lustrzanek 14-bitowych uzyskuje się ją przy wyborze wartości ISO pomiędzy 100 a 300. Jednak w praktyce nie zawsze się to wykorzystuje. Niską czułość, np. 100 ISO, wykorzystuje się przy fotometrii jasnych gwiazd. Wtedy otrzymujemy największy zakres dynamiczny zdjęcia (różnica w magnitudo pomiędzy najjaśniejszymi nieprześwietlonymi i najsłabszymi gwiazdami), ale tracimy na czułości. Przy większych wartościach ISO znacznie zwiększa się czułość (np. jednemu elektronowi

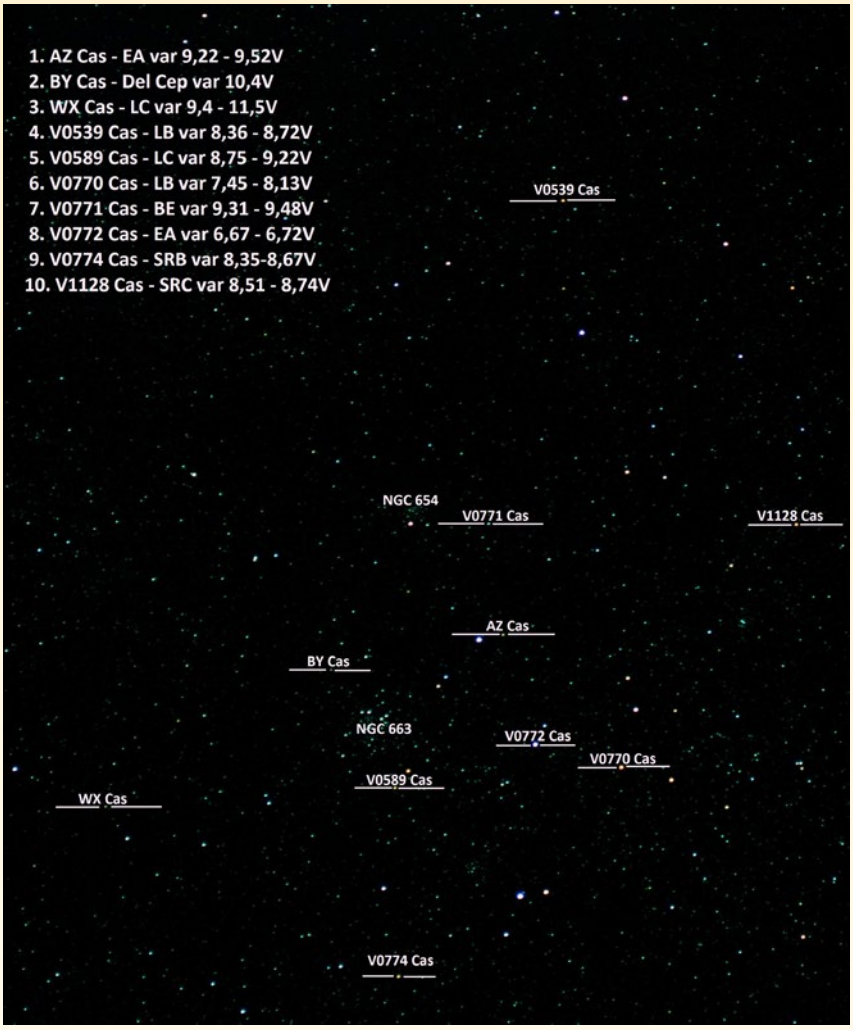
odpowiada kilka ADU), ale jednocześnie rośnie szum i zmniejsza się zakres dynamiczny, a tym samym dokładność. Wyższych ISO można użyć do fotometrii wielu gwiazd o podobnej jasności.

Podczas planowania sesji obserwacyjnej należy tak wybrać moment obserwacji gwiazdy zmiennej, aby była ona na wysokości co najmniej 30° nad horyzontem. Dla niżej położonych na niebie obiektów, nawet przy dobrej pogodzie, tracą dokładność równania transformacyjne (liniowe) od jasności instrumentalnych do standardowych jasności astronomicznych i nie uzyskamy zadowalającej dokładności.

Obserwacja gwiazdy zmiennej nie może trwać krócej niż minutę, ponieważ obiektywy używane w aparatach mają małe źrenice wejściowe. Mierząc jasność gwiazdy ze zdjęć naświetlanych zbyt krótko, w rzeczywistości mierzymy fluktuacje jasności wywołane scyntylacjami atmosferycznymi. Im mniejsza źrenica wejściowa obiektywu, tym silniejszy jest to efekt. Dla obiektywu o źrenicy wejściowej 1 cm (ogniskowa 55 mm, przysłona f/5) amplituda scyntylacji jest mniejsza od $0{,}05^m$ dopiero przy naświetlaniu przez 60 s. Dla obiektywów o większych źrenicach wejściowych wpływ scyntylacji atmosferycznych jest odpowiednio mniejszy.

Z drugiej strony lustrzankami cyfrowymi umieszczonymi na statywie fotograficznym nie da się zrobić nieporuszonych zdjęć nieba podczas minutowej ekspozycji. Tę niedogodność rozwiązuje się, wykonując serię krótszych ekspozycji tego samego fragmentu nieba, który sumarycznie daje przynajmniej 1-minutowy czas naświetlania. Maksymalny dopuszczalny czas ekspozycji, kiedy jeszcze jest nieporuszone zdjęcie wykonane ze statywu, wynosi 20 s dla obiektywu o ogniskowej 55 mm i tylko 5,5 s dla ogniskowej 200 mm. Zależy to również od deklinacji obiektu — im bliżej bieguna niebieskiego, tym dłuższe czasy naświetlania mogą być zastosowane.

Kolejnym problemem podczas długiego naświetlania, szczególnie jasnych gwiazd, jest niebezpieczeństwo ich prześwietlenia, co dyskwalifikuje zdjęcie do celów fotometrycznych. Przyjmuje się, że np. dla źrenicy wejściowej 1 cm przy ISO 100 i ekspozycji 20 s prześwietlone są gwiazdy jaśniejsze od 4^m. To jest górna granica naszego zasięgu. Z drugiej strony aparat umieszczony na statywie fotograficznym pozwala wykonywać fotometrię z dokładnością do setnych części magnitudo dla gwiazd o jasności $8–10^m$, natomiast umieszczona na montażu paralaktycznym pozwala sięgnąć o kilka magnitudo dalej.



Rys. 3. Okolica układu zaćmieniowego AZ Cas, wraz z innymi gwiazdami zmiennymi o porównywalnej jasności, w polu widzenia 2,8° × 4,2° lustrzanki cyfrowej Canon 400D z obiektywem Tair FS 300 mm na montażu EQ3-2 z napędem. Jest to wynik stertowania serii 10 zdjęć naświetlanych przez 30 s każde

Gwiazdy na zdjęciu należy nieco rozogniskować, aby ich okrągły obraz obejmował większą liczbę równomiernie oświetlonych pikseli (nawet 10–20 pikseli średnicy). Eksperymentalnie dla każdego obiektywu można dobrać optymalne rozogniskowanie obrazu gwiazd. W skrajnych przypadkach fotometrii jasnych gwiazd niektórzy obserwatorzy rozogniskowują aż do 65 pikseli. Zbyt duże rozogniskowanie objawia się tym, że obraz gwiazdy wygląda jak obwarzanek z dziurą w środku.

Mój sprzęt

Do fotometrii potrzebny jest następujący zestaw sprzętowy:

1. Aparat cyfrowy (lustrzanka cyfrowa/kompakt/hybryda) umożliwiający:

— zapis zdjęć w formacie RAW (JPG, TIFF wykluczone!),

— ręczne nastawianie czasów ekspozycji przynajmniej do ~ 10 s,

— obiektyw o ogniskowej F = 50 – – 200 mm,

— ręczne ustawianie ostrości.

2. Statyw z głowicą fotograficzną lub lepiej montaż paralaktyczny z napędem w kącie godzinnym (np. EQ3-2) — szczególnie dla obiektywów o ogniskowej ponad 200 mm.

3. Wężyk spustowy lub pilot na podczerwień.

4. Komputer do redukcji obserwacji z arkuszem kalkulacyjnym (w dzisiejszych czasach jest w każdym domu!).

Mój pierwszy zestaw obserwacyjny składał się z aparatu Canon 400D ze stałoogniskowym obiektywem Jupiter 9 (ogniskowa 85 mm, maksymalna przysłona F/2), na statywie z głowicą fotograficzną PZO. Obserwacje tym obiektywem zwykle prowadziłem przy przysłonie F/2,8 — co daje źrenicę wejściową mojego zestawu: 85 mm / 2,8 = 30 mm. To wystarczało do obserwacji minimum ζ Aurigae jesienią 2011 r., od czego rozpocząłem przygodę z fotometrią lustrzankową.

Później, do obserwacji słabszych gwiazd zmiennych zakupiłem obiektyw Soligor o ogniskowej 200 mm (źrenica wejściowa 57 mm przy maksymalnej przysłonie F/3,5) i radziecki Tair FS o ogniskowej 300 mm (źrenica wejściowa 67 mm przy maksymalnej przysłonie F/4,5). Obiektywów Jupiter 9 i Soligor 200mm używam z Canonem 400D zamontowanym na nieruchomym statywie fotograficznym. Natomiast Tair wykorzystuję wyłącznie z montażem EQ3-2 i napędem (rys. 4).

Przy wyborze obiektywów moim głównym kryterium była niska cena. Wymienione obiektywy nie najlepiej nadają się do fotografowania nocnego nieba. Posiadają dość silne winietowanie i komę, szczególnie przy krawędzi pola widzenia. A jednak, pomimo niskiej jakości, obiektywy te pozwalają wykonywać fotometrię z dokładnością do kilku setnych magnitudo.

Przebieg sesji obserwacyjnej

Po rozstawieniu sprzętu i jego schłodzeniu do temperatury otoczenia (dla lustrzanki z obiektywem 200 mm zwykle wystarczy kilkanaście minut do pół godziny) ustawiam ostrość, a właściwie stopień rozogniskowania zdjęcia. Mój aparat cyfrowy nie posiada bardzo przydatnej do tego celu funkcji Live-View (dostępne np. w lustrzankach cyfrowych Canon 450D i nowszych). Dlatego rozogniskowanie gwiazd weryfikuję w czasie rzeczywistym na wykonanych zdjęciach testowych. Jeżeli to jest pierwsze zdjęcie okolicy danej gwiazdy zmiennej, to wyjmuję kartę pamięci i sprawdzam na laptopie za pomocą darmowego programu do fotometrii IRIS, czy zdjęcie nie jest prześwietlone. Natomiast mój zestaw fotometryczny z obiektywem Tair zapisuje zdjęcia od razu na dysku laptopa, gdzie mogę sprawdzić ich jakość w programie IRIS.

Zawsze na początku lub na końcu sesji obserwacyjnej wykonuję zdjęcia płaskiego pola (*flat*). Stosuję niskie ISO (100–200) i czasy naświetlania 1–5 s. Używam do tego własnej konstrukcji „flatownicy". Jest to kilkunastocentymetrowy odcinek plastikowej rury kanalizacyjnej o średnicy 20 cm, z wlotem z obu stron zaklejonym białym papierem i przytkniętym białym źródłem światła z jednej strony. „Flatownicę" poruszam przed obiektywem przez 1–5 sekund, aby uśrednić strumień światła na zdjęciu. Jeżeli podczas kolejnych nocy obserwacyjnych nie modyfikuję mojego zestawu fotometrycznego (np. nie zmieniam obiektywu, ostrości itp.) to przez czas rzędu 1–2 tygodni korzystam z tego samego wzorca płaskiego pola (*master flat*).

W moim aparacie przy czasach naświetlania krótszych od 30 s nie wykonuję zdjęć kalibracyjnych prądu ciemnego (*dark*) w każdej sesji obserwacyjnej. Jednak raz na 1–2 miesiące wykonuję serię klatek z prądem ciemnym, ale wykorzystuję je tylko do uzyskania aktualnej mapy gorących pikseli matrycy CMOS mojej lustrzanki. Natomiast wykonuję zdjęcia kalibracyjne prądu ciemnego przy czasach naświetlania 30 s i dłuższych. Jest to seria przynajmniej 16 zdjęć z zakrytym obiektywem, o takim samym czasie naświetlania i ISO jak zdjęcia gwiazdy zmiennej. Przy dłuższych sesjach obserwacyjnych i dłuższych czasach naświetlania warto wykonać część zdjęć z prądem ciemnym na początku, a część na końcu, gdyż w niechłodzonych aparatach cyfrowych temperatura matrycy CMOS może się podnieść nawet o 10°C podczas ciągłej, godzinnej pracy.

Nie wykonuję klatek kalibracyjnych szumu o stałej strukturze (*bias*), czyli zdjęć z zakrytym obiektywem i najkrótszym możliwym czasem naświetlania. Zamiast tego mam przygotowany sztuczny wzorzec szumu (*master bias*) — oryginalną klatkę RAW z Canona 400D, wypełnioną stałą wartością 256 ADU. Jest to wartość poziomu czerni w moim aparacie; w nowszych modelach to może być wartość 1024 lub nawet 2048 ADU.

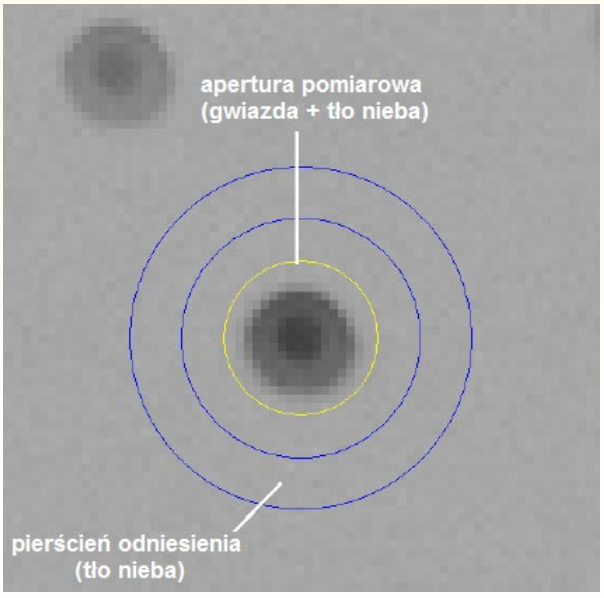
Rys. 4. Sprzęt obserwacyjny autora. Po lewej: statyw z głowicą fotograficzną PZO + Canon 400D + obiektyw stałoogniskowy Soligor (F3,5/200 mm). Po prawej: montaż EQ3-2 z napędem + Canon 400D + obiektyw stałoogniskowy Tair FS (F4,5/300 mm). Miejsce obserwacji to najczęściej obrzeża Szczecina

Redukcja obserwacji z aparatu cyfrowego

Całość opisanego poniżej procesu redukcji zdjęć i fotometrię wykonuję za pomocą programu IRIS. Pierwszym etapem jest konwersja wszystkich zdjęć RAW do formatu astronomicznych plików FIT/FITS i ich kalibracja w oparciu o wzorcowe zdjęcia techniczne: płaskie pole, prąd ciemny i szumy. Pozwala to uwzględnić efekty instrumentalne, takie jak niedoskonałości optyki obiektywu /teleskopu (np. winietowanie, kurz) i matrycy (np. gorące piksele). W kolejnych krokach następuje konwersja zdjęć do RGB (jeszcze bez separacji na indywidualne kolory) i korekta drobnych niedoskonałości prowadzenia lub jego cyfrowa symulacja, gdy zdjęcia były wykonywane na nieruchomym statywie (*alignment*). Wynikiem jest przesunięcie na kolejnych zdjęciach serii obrazów gwiazdy do tych samych pikseli.

Jeżeli zdjęcia zostały zrobione obiektywem o małej źrenicy wejściowej i mają czasy ekspozycji krótsze od ok. minuty, to wykonuję ich stertowanie (*stacking*) tak, aby uśrednić wpływ scyntylacji atmosferycznych. Dopiero teraz można wyodrębnić kolory składowe RGB, uzyskując trzy zdjęcia w oddzielnych barwach. Dobrzy obserwatorzy nie poprzestają tylko na 1 zdjęciu w każdej barwie. Wykonują kilka (np. 5) serii 1-minutowych ekspozycji po to, aby na koniec procesu uzyskać kilka jasności gwiazdy zmiennej, z których można obliczyć średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe tej średniej. W ten najprostszy sposób można określić jasność gwiazdy wraz z błędem jej wyznaczenia.

Ostatnim etapem jest wykonanie fotometrii, czyli pomiaru natężenia światła gwiazdy zebranego podczas naświetlania przez matrycę. Najprostszym sposobem pomiaru jasności gwiazd jest fotometria aperturowa. Polega on na tym, że mierzy się dwa parametry: natężenie światła w małym kole otaczającym gwiazdę oraz w pierścieniu zawierającym tylko tło nieba (bez gwiazd!). Wspomniane współśrodkowe koła inaczej są nazywane aperturami — stąd nazwa techniki: fotometria aperturowa (rys. 5).



Rys. 5. Idea fotometrii aperturowej — trzy koła, czyli apertury

Trzy szczeble fotometrii

a) Fotometria różnicowa

W wyniku przeprowadzenia procedury fotometrii aperturowej uzyskujemy tzw. jasności instrumentalne. Nie można ich bezpośrednio porównywać z wynikami innych obserwatorów, a nawet tego samego obserwatora w innych warunkach. Zależą one od ustawionych parametrów aparatu cyfrowego, jego optyki itp. Ale można wykorzystać różnicę jasności instrumentalnych pomiędzy gwiazdą zmienną i inną gwiazdą z tego samego pola, przyjętą jako gwiazdę porównania. Taki sposób wyznaczania jasności nazywa się fotometrią różnicową i może znaleźć zastosowanie do wyznaczania np. minimów układów zaćmieniowych lub okresów rotacji planetoid.

Gwiazda porównania powinna być pojedyncza i mieć jasność i wskaźnik barwy zbliżony do gwiazdy zmiennej.

Oprócz gwiazdy porównania i gwiazdy zmiennej bardzo ważny jest pomiar jasności gwiazdy testowej (*check star*). Gwiazda testowa, podobnie jak porównania, ma znaną i niezmienną jasność katalogową oraz znajduje się w polu widzenia razem z gwiazdą zmienną. Jednak spełnia inną funkcję — jej zadaniem jest weryfikacja, czy gwiazda porównania nie zmienia jasności.

Istotne jest również, aby gwiazda porównania, testowa i zmienna były jak najbliżej siebie, maksymalnie w odległości kilkudziesięciu minut kątowych, by wpływ różnicowej ekstynkcji atmosferycznej był pomijalny. Jednak dla odległości zenitalnych większych od ~35° nie można pominąć wpływu różnicowej ekstynkcji atmosferycznej nawet na tak małych odległościach.

b) Fotometria standaryzowana

Bardziej przydatna jest jasność gwiazdy wyznaczona w odniesieniu do astronomicznej skali wielkości gwiazdowych, czyli tzw. jasność standaryzowana. W tym celu do wyznaczonej różnicy jasności instrumentalnych gwiazdy zmiennej i porównania Δ należy dodać jasność katalogową gwiazdy porównania (C_{kat}):

Jasność standaryzowana $\approx \Delta + C_{kat}$

Np. jeżeli z pomiarów na zdjęciu w barwie zielonej wyznaczymy różnicę jasności pomiędzy gwiazdą zmienną a porównania $0{,}26^m$ i mamy jasność katalogową gwiazdy porównania w filtrze $V = 7{,}15^m$, to standaryzowana jasność w barwie V gwiazdy zmiennej wynosi $7{,}41^m$. Tak wyznaczoną jasność można porównywać z wynikami innych obserwatorów i wprowadzić do bazy AAVSO. Jako rodzaj filtru należy przy tym wybrać „TG". Jasność TG oznacza, że jest to wynik standardowej fotometrii uzyskanej z zielonych pikseli w trójkolorowej matrycy cyfrowej, gdzie jasność katalogowa gwiazdy porównania jest standardową jasnością w filtrze V. Obserwacje standaryzowane można również wysłać do opiekuna polskiej bazy obserwacji gwiazd zmiennych Stanisława Świerczyńskiego (e-mail: sswdob@poczta.onet.pl). Wprowadzone obserwacje są dostępne na portalu *Uranii* (http://sogz-ptma.urania.edu.pl).

To samo można zrobić z fotometrią uzyskaną z pikseli niebieskich i czerwonych. Jako jasność katalogową gwiazdy porównania bierzemy wówczas jej jasność w filtrach astronomicznych odpowiednio B i R. Do

bazy AAVSO wprowadzamy je jako TB i TR.

Obserwacje w barwach standaryzowanych TB, TG i TR wnoszą istotny wkład do analizy wielu gwiazd zmiennych krótko- i długookresowych, nowych i supernowych.

We wzorze na jasność standaryzowaną symbol przybliżonej równości (≈) został użyty celowo, gdyż, jak widzieliśmy na rys. 2, filtry RGB w aparatach cyfrowych mają inną czułość spektralną niż standardowe filtry astronomiczne systemu B,V, R.

Głównym źródłem informacji o jasnościach katalogowych gwiazd porównania i testowych dla określonej gwiazdy zmiennej jest narzędzie VSP (*Variable Star Plotter*) dostępne na portalu AAVSO, które generuje ich listę po wybraniu opcji *photometry table*.

c) Fotometria B,V, R

Najlepszy użytek z naszych zdjęć zrobimy, transformując jasności instrumentalne do powszechnie stosowanego w astronomii systemu Johnsona-Cousinsa BVR. Wymaga to sporo pracy, ale gra jest warta świeczki — działamy wtedy jak profesjonalni astronomowie. W rzeczywistości dobrze daje się zrobić transformację jasności instrumentalnych do standardowych jasności astronomicznych BVR dla niezbyt czerwonych gwiazd „normalnych" (wskaźnik barwy ~0,3^m < B–V < ~1,0^m), których rozkład energii w widmie ciągłym można przybliżyć krzywą Plancka.

Transformacji dla barwy V dokonuje się przy użyciu wzoru:

$$V = Vi - k*X - e*(B-V)_{kat} - z$$

gdzie:

V — jasność skalibrowana do standardu astronomicznego V;

Vi — jasność instrumentalna gwiazdy zmierzona na zdjęciu w barwie zielonej;

k — współczynnik ekstynkcji atmosferycznej 1. rzędu;

X — masa powietrzna — w pierwszym przybliżeniu secans odległości zenitalnej gwiazdy;

e — współczynnik transformacji jasności instrumentalnej do standardowej jasności V,

$(B–V)_{kat}$ — katalogowa różnica jasności gwiazdy w barwach B i V;

z — stała zależna od rodzaju/wielkości obiektywu lub teleskopu itp.

Współczynniki e, k, z wyznacza się metodą najmniejszych kwadratów z pomiarów minimum 6 gwiazd porównania.

Analogiczne transformacje można wykonać dla pozostałych kolorów za pomocą arkusza kalkulacyjnego dostępnego na stronie AAVSO w materiałach dodatkowych (https://www.aavso.org/dslr-observing-manual). Warto podkreślić, że ten arkusz kalkulacyjny jest przystosowany do transformacji gwiazd zmiennych o zmiennej barwie (tzn. zmienna różnica wskaźnika B–V, np. cefeidy). Aby uzyskać dżonsonowskie V, należy podać jasności instrumentalne w barwie zielonej i niebieskiej zarówno gwiazd porównania, jak i gwiazdy zmiennej. Nie jest potrzebna katalogowa różnica jasności w barwach B i V dla gwiazdy zmiennej!

Jak już wspomniałem, wpływ ekstynkcji atmosferycznej jest pomijalny przy polu widzenia mniejszym od kilkudziesięciu minut kątowych, dla odległości zenitalnych mniejszych od ~35°. Wówczas przyjmuje się, współczynnik k = 0.

Przykłady ciekawych gwiazd zmiennych do fotometrii lustrzankowej

Zaćmienia atmosferyczne ζ Aurigae

ζ Aur jest pierwszą gwiazdą zmienną, której zaćmienie w listopadzie 2011 r. obserwowałem za pomocą mojej lustrzanki Canon 400D z obiektywem 85 mm (rys. 6). W polu widzenia tego zestawu zmieściła się również druga gwiazda zmienna o porównywalnej jasności — ε Aurigae.

ζ Aur jest układem zaćmieniowym typu Algola o okresie orbitalnym 2,66 lat, z chłodnym nadolbrzymem (200 $R_\odot$, 8 $M_\odot$, typ widmowy K) i drugim znacznie mniejszym i gorętszym składnikiem — niebieską gwiazdą ciągu głównego typu B. W tym układzie występują zaćmienia atmosferyczne, gdy przez 3–4 dni światło niebieskiej gwiazdy prześwituje przez atmosferę nadolbrzyma podczas wejścia lub wyjścia z zaćmienia. Zaćmienie główne ζ Aur trwa około 43 dni, a środek najbliższego jest przewidywany na 14 listopada 2019 r. Obserwacje należy rozpocząć już 3 tygodnie wcześniej, aby złapać całą krzywą blasku.

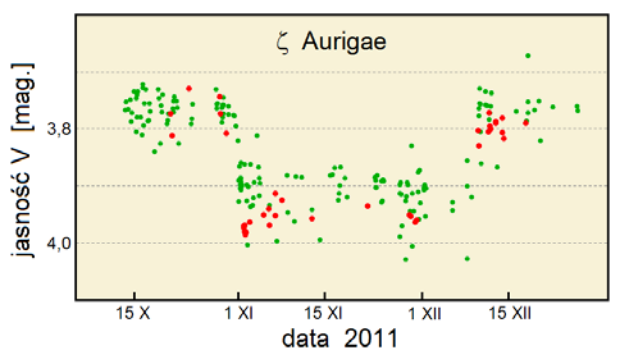
Podobne układy zaćmieniowe możliwe do obserwacji tą metodą to 61 Cygni i 62 Cygni.

Zawsze ciekawa ε Aurigae

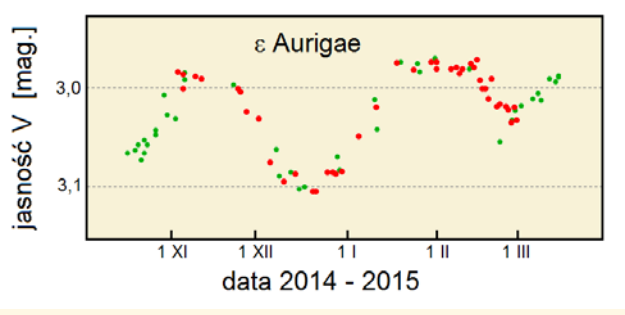
ε Aur jest zaćmieniowym układem podwójnym o bardzo długim okresie orbitalnym około 27,12 lat i czasie trwania zaćmienia głównego około 640–730 dni. Według jednego z bardziej prawdopodobnych modeli, w czasie zaćmienia głównego ogromny nieprzezroczysty dysk częściowo przesłania nadolbrzyma typu widmowego F. Wewnątrz dysku najprawdopodobniej znajduje się gwiazda (gwiazdy?) ciągu głównego. Ostatnie zaćmienie główne ε Aur zaobserwowano w latach 2009––2011. Okazuje się jednak, że ε Aur warto obserwować również poza zaćmieniem. Przez około 1/3 całego okresu orbitalnego występują pulsacje w zakresie optycznym. Te zmiany jasności często mają amplitudę ~0,05^m w filtrze V, z typowym okresem zmienności 60–100 dni. Obserwacje mogą pomóc ustalić, czy wspomniane zjawisko dotyczy wewnętrznych zmian w nadolbrzymie typu widmowego F, czy też jest napędzane czynnikami zewnętrznymi związanymi z pływowym oddziaływaniem towarzysza. W roku 2011 obserwowałem ε Aur przy okazji zaćmienia ζ Aur (fotometria na tych samych zdjęciach). Rys. 7 przedstawia zachowanie ε Aur w sezonie 2014–2015.

Mirydy i zmienne półregularne

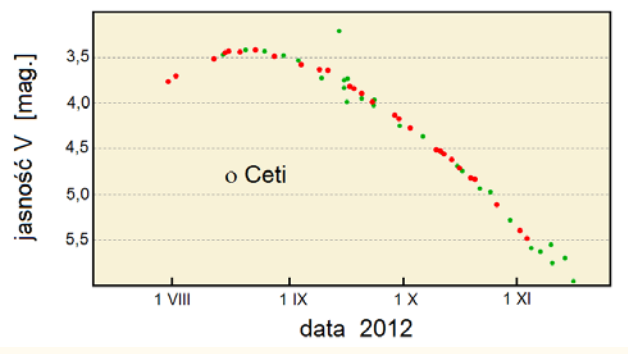
Obserwowałem kilka gwiazd zmiennych późnych typów widmowych. W szczególności w 2012 r. zarejestrowałem ostatnie maksimum Miry (o Ceti) przed dłuższą przerwą spowodowaną tym, że w kolejnych latach maksima jasności Miry przypadają na moment, gdy gwiazda jest schowana za Słońcem (rys. 8). Wynika to ze specyficznego okresu pulsacji tego olbrzyma, zbliżonego do roku ziemskiego (~332 dni). Jednak najbliższe maksimum Miry będzie można zaobserwować ok. 11 listopada 2017 r., w korzystnych warunkach.



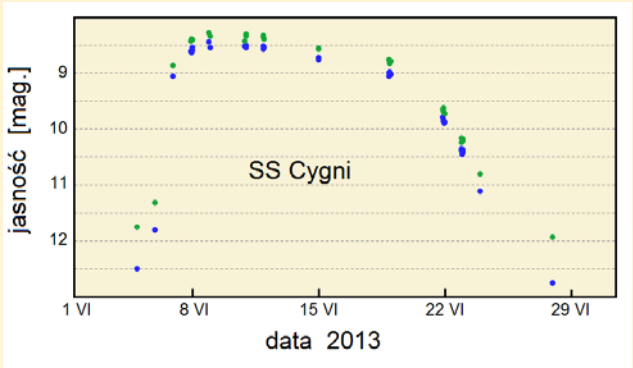
Rys. 6. Krzywa blasku w barwie V z zaćmienia głównego ζ Aur w listopadzie 2011 r., według danych zebranych przez AAVSO. Obserwacje autora oznaczone są czerwonymi kółkami



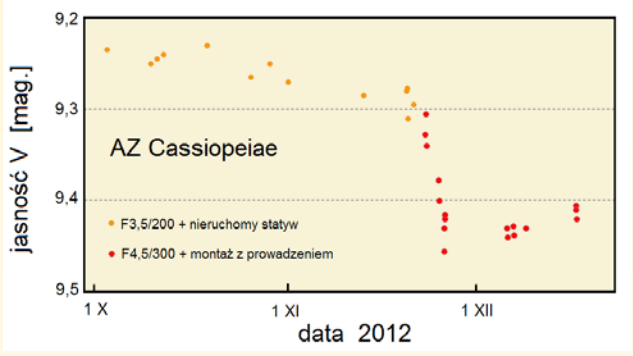
Rys. 7. Krzywa blasku *ε Aur* w barwie V w latach 2014–2015, według danych zebranych przez AAVSO. Obserwacje autora oznaczone są czerwonymi kółkami



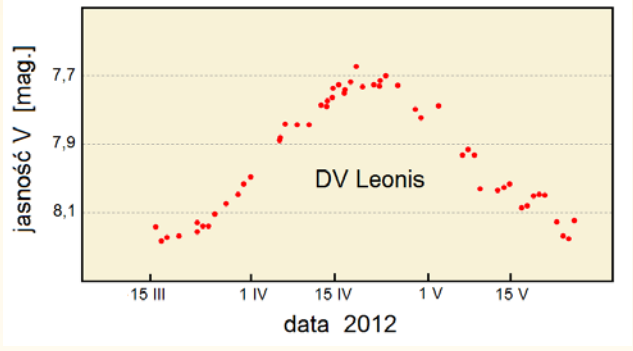
Rys. 8. Krzywa blasku w barwie V Miry około maksimum jasności w 2012 r., według danych zebranych przez AAVSO. Obserwacje autora oznaczone są czerwonymi kółkami



Rys. 9. Krzywa blasku w barwie V zmiennej półregularnej DV Leo z wiosny 2012 r. Poza autorem nikt tej gwiazdy w tym okresie nie obserwował



Rys. 10. Obserwacje autora wybuchu SS Cygni w czerwcu 2013 r. w barwach TB (niebieskie kółka) i TG (zielone kółka)



Rys. 11. Krzywa blasku w barwie V początkowej fazy zaćmienia gwiazdy AZ Cas w okresie listopad — grudzień 2012 r., sporządzona na podstawie wyłącznie własnych obserwacji autora, dwoma różnymi zestawami instrumentalnymi. W opracowaniu nie uwzględniono współczynników ekstynkcji atmosferycznej drugiego rzędu

Wiosną 2012 r. obserwowałem również inną mirydę, R Leonis, w okolicach maksimum jasności. Jednak w polu widzenia mojego zestawu fotometrycznego z obiektywem o ogniskowej 85 mm mieściła się również DV Leo, o porównywalnej jasności, która jest gwiazdą zmienną półregularną (rys. 9). Moje 53 obserwacje tej gwiazdy to prawie połowa znajdujących się w bazie danych AAVSO.

Wybuch SS Cygni

W czasie białych nocy w czerwcu 2013 r. zaobserwowałem wybuch w układzie kataklizmicznym SS Cygni, za pomocą lustrzanki cyfrowej Canon 400D z obiektywem Tair 300 mm, na montażu EQ3-2 z napędem.

SS Cygni jest jedną z najjaśniejszych nowych karłowatych. Tutaj gwiazda ciągu głównego (typ widmowy K5, masa ~0,4 $M_\odot$) tworzy ciasny układ podwójny z białym karłem (masa ~0,6 $M_\odot$). Odległość pomiędzy składnikami jest nie większa niż ~160 tys. km. Przeciętnie co 50 dni jasność w tym układzie wzrasta od około 12^m do 8^m – 9^m w ciągu 1–2 dni i następnie w ciągu kilku tygodni powraca do wartości początkowej. Podczas tego zjawiska zmienia się wskaźnik barwy B–V od około $+0{,}6^m$ w fazie spokojnej do $+0{,}3^m$ w czasie wybuchu (gwiazda staje się bardziej niebieska). Analogiczny wskaźnik barwy (TB–TG) dostępny dla aparatów cyfrowych, również wykazuje podobną tendencję (rys. 10).

Zaćmienie AZ Cassiopeae

AZ Cas jest układem podwójnym obiegającym wspólny środek masy w ciągu 9,3 roku po bardzo rozciągniętej elipsie (mimośród e = 0,55), który składa się z nadolbrzyma (1000 $R_\odot$,

masa 18$M_\odot$, T_{eff} ~ 4000 K, typ widmowy — późne K/wczesne M) i gwiazdy ciągu głównego typu widmowego B (30 $R_\odot$, masa 13 $M_\odot$, T_{eff} ~ 21 000 K). Jasność gwiazdy B jest porównywalna z jasnością nadolbrzyma. W ciągu kilkunastu dni (16–18 listopada 2012 r.) gorąca gwiazda schowała się za nadolbrzyma i nie było jej widać prawie do wiosny 2013 r. Międzynarodowa akcja obserwacji zaćmienia AZ Cas koordynowana była przez toruńskiego astronoma dr Cezarego Gałana.

Na rys. 11 widać moje obserwacje początkowej fazy zaćmienia w układzie AZ Cas. Nie dokończyłem opracowania całego przebiegu zaćmienia, trwającego od listopada 2012 r. do marca 2013 r., ze względu na niedoskonałości metody. AZ Cas jest bardzo czerwona (B–V~+1,8^m) i w czasie zaćmienia głównego jeszcze bardziej czerwienieje, do B–V~+2,3^m. Zamierzam dokończyć opracowanie obserwacji z tego zaćmienia, ale tylko z jasnościami standaryzowanymi (TR, TG, TB). ■

Zainteresowanych szczegółami technicznymi zachęcam do lektury pełnej wersji tego tekstu (~50 stron) zamieszczonego w sieci pod adresem http://proxima.org.pl/pliki/wprowadzenie_do_fotometrii_dslr.pdf, a zwłaszcza podręcznika AAVSO (https://www.aavso.org/dslr-observing-manual), lada dzień dostępnego w języku polskim.

Ryszard Biernikowicz, z wykształcenia astronom, pracuje jako informatyk w branży motoryzacyjnej. Kilka lat temu, po ponad 20-letniej przerwie powrócił do odkrywania astronomii, ze zdumieniem otwierając oczy, jak bardzo przez ten czas się zmieniła. Szczególnie interesuje się astrofizyką gwiazd. Lubi czasami popatrzeć w niebo przez lornetkę lub 12" dobsona (w samotności lub w doborowym towarzystwie koleżeństwa ze szczecińskiego oddziału PTMA), a niekiedy wyznaczyć jasność interesującej gwiazdy zmiennej.

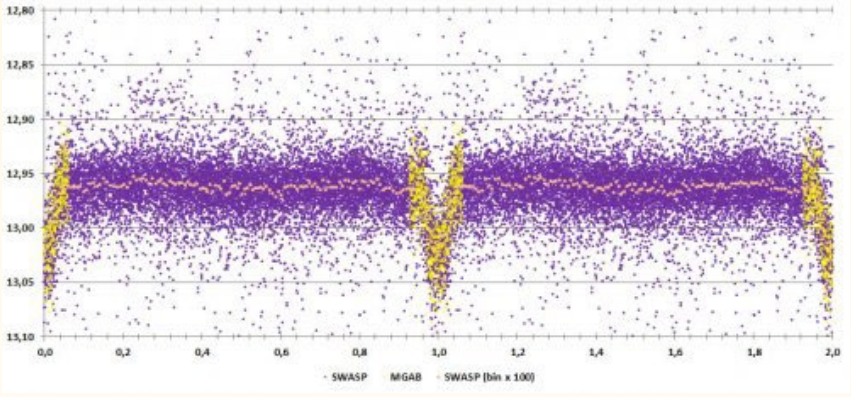
W skrócie

Polski miłośnik astronomii odkrył pięć nowych gwiazd zmiennych

Od początku sierpnia tego roku Gabriel Murawski z PTMA Białystok podczas swych obserwacji tranzytów egzoplanet odkrył aż pięć nowych gwiazd zmiennych!

Pierwsze odkrycie pochodzi z nocy 1/2 sierpnia 2017 r. Dwudziestoletni miłośnik astronomii przeprowadził wówczas własne fotometryczne obserwacje gwiazdy HD 5843 leżącej w konstelacji Ryb. Nowe odkrycia zostały oficjalnie potwierdzone przez AAVSO (ang. *American Association of Variable Star Observers*) — organizację zrzeszającą obserwatorów gwiazd zmiennych nie tylko z Polski, ale i z całego świata. Z nowo znalezionych przez Polaka gwiazd zmiennych dwie są typu DSCT (Delta Scuti), dwie EA (typu Algola) i jedna EW (W Ursae Majoris).

Obiekty te znajdują się między innymi w konstelacjach Łabędzia, Andromedy, Pegaza i Ryb. Najjaśniejszą z nich jest HD 5843 o jasności 8 mag. Warto wiedzieć, że odkrycia tych obiektów zostały dokonane „przypadkiem" podczas prób zaobserwowania tranzytów planet pozasłonecznych, jednak na chwilę obecną nie podejrzewa się istnienia żadnej planety wokół tych gwiazd. Na dziś dzień młody odkrywca znalazł jednak piętnaście takich kandydatek w obserwacyjnych danych archiwalnych. Na bazie danych SWASP, ASAS-SN i K2 Gabriel planuje również przeprowadzenie dokładnej analizy ich zmienności.



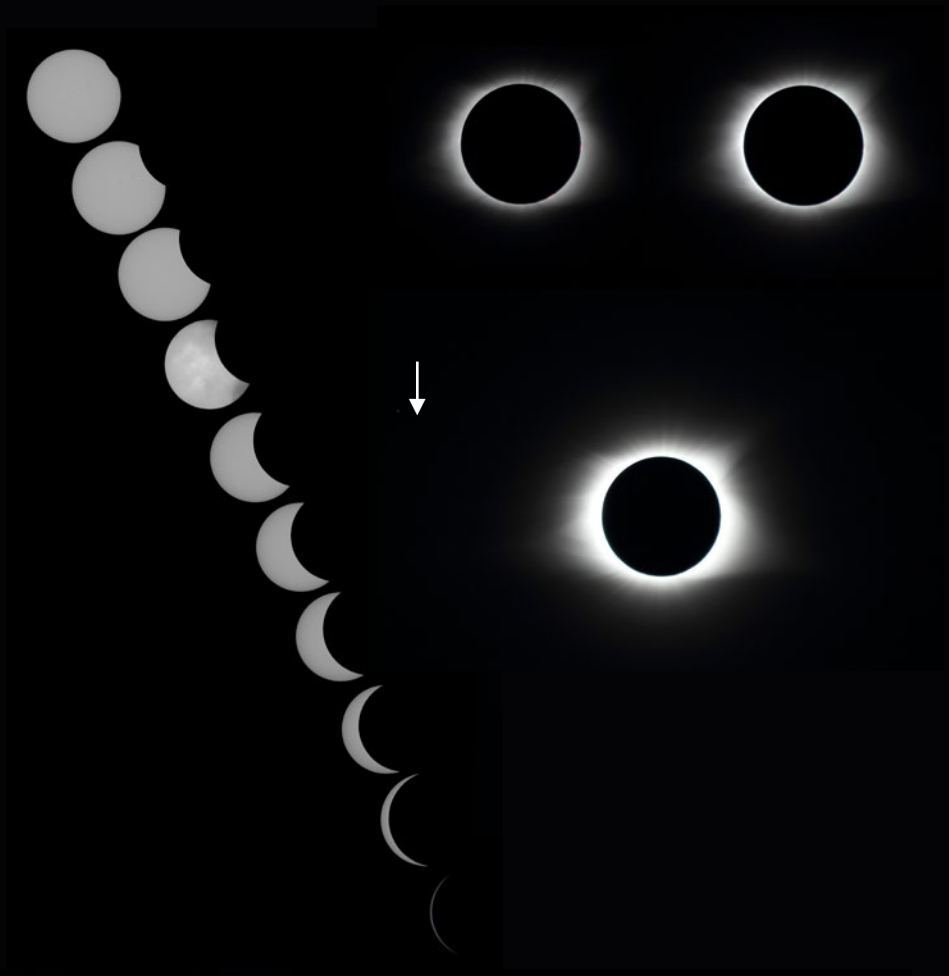
Wykres krzywej zmian jasności gwiazdy GSC 02752-00490 (Gabriel Murawski)

Wszystkie obserwacje zostały wykonane przy pomocy kamery ASI178MM-c, obiektywu Canon FD 300 mm f/2.8L i montażu paralaktycznego EQ5. Warto też dodać, że tego typu pulsujące gwiazdy zmienne są wykorzystywane w astronomii jako świece standardowe — obiekty służące do wyznaczania odległości we Wszechświecie. Astronom amator, posiadając własne obserwacje, mógł przy tym skorzystać z archiwalnych danych (K2, HIPPARCOS oraz ASAS), na podstawie których zweryfikował swe detekcje w celu potwierdzenia lub wykluczenia charakterystycznych zmian blasku. Ostatniego, piątego odkrycia dokonano podczas obserwacji tranzytu planety pozasłonecznej KELT-16 b.

„Odnalazłem nową gwiazdę zmienną, która wcześniej nie była skatologowana w VSX. Jak na mój zestaw, jest bardzo słaba — ma zaledwie 14,5 mag, a rejestruję obiektywem o parametrach 300 mm f/2.8. W związku z tym rozrzut pomiarowy jest dość duży i można byłoby go łatwo poprawić, stosując uśrednianie pomiarów (bo przy pojedynczych i tak jest dość gęsto)" — podsumowuje Gabriel Murawski.

Gratulujemy młodemu astronomowi amatorowi odkryć — wierzymy, że już niebawem usłyszymy o jego kolejnych sukcesach!

Adam Tużnik

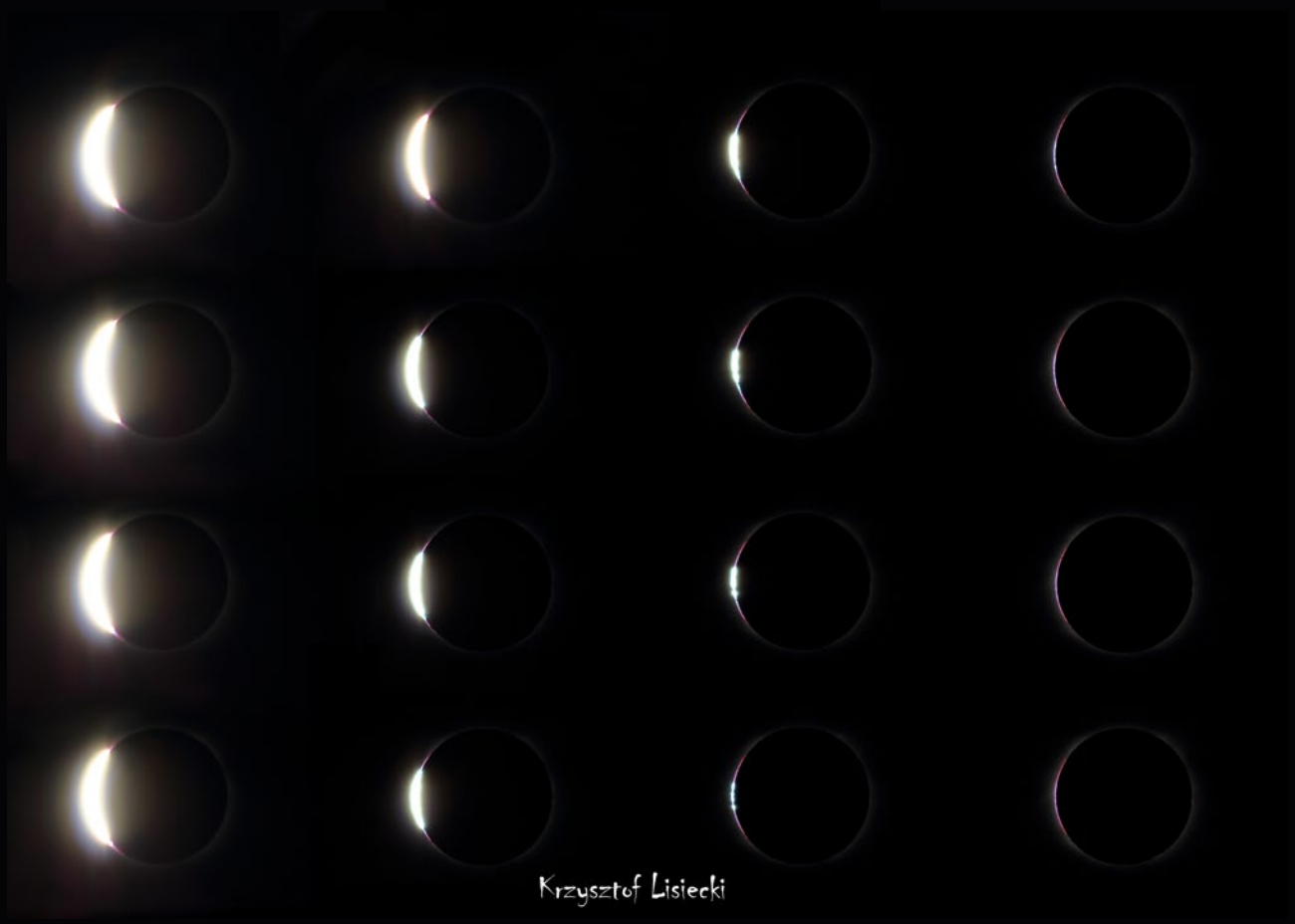


Absolwent naszego Łokietka Krzysztof Lisiecki miał okazję obserwować całkowite zaćmienie Słońca 21 sierpnia 2017 r. Z miejscowości Spring City w stanie Tennessee wykonał serię fotografii obrazujące to zjawisko. Wszystkie zdjęcia zostały wykonane aparatem Canon EOS 700d z obiektywem 70-300 f/4-5.6, z odpowiednim filtrem (folia Baadera).

Zdjęcia obok przedstawiają poszczególne fazy zaćmienia, boczne sekwencje zdjęć wykonywane było w około 10-minutowych odstępach czasu, natomiast 3 zdjęcia przedstawiające całkowite zaćmienie zostały wykonane w czasie 2 minut i 30 sekund całkowitej ciemności. Strzałka wskazuje widocznego w tym czasie Regulusa.

Seria zdjęć zamieszczonych niżej przedstawia końcową fazę zaćmienia częściowego. Można tu zobaczyć „pierścionek z brylantem", „perły Baily'ego", jak i początek fazy całkowitej zaćmienia. Wszystkie 16 zdjęć zostały wykonane w czasie krótszym, niż jedna minuta.

Janusz Wrzesiński



W czasie częściowego zaćmienia Księżyca 7 sierpnia pogoda w kraju dopisała i otrzymaliśmy sporo zdjęć obrazujących to zjawisko. Autorem sekwencji zdjęć prezentowanych u góry jest Piotr Majewski z Torunia. Jak widać na zdjęciu po prawej, miejscem ich wykonania były okolice Obserwatorium Astronomicznego w podtoruńskich Piwnicach.

Kolejne ciekawe ujęcie wschodzącego wygryzionego Srebrnego Globu chowającego się za drzewami wykonał Marcin Filipek.

Prezentowane po prawej zdjęcie pełnego Księżyca z uchwyconym na jego tle przelatującym samolotem już po zaćmieniu wykonał uczeń LO w Radziejowie i zarazem uczestnik zajęć w tamtejszej astrobazie Dawid Jankowski.

OPTYCZNY ZEGAR ATOMOWY ŚLEDZI KOSMOS

CIEMNA MATERIA z laboratorium

Beata Zjawin

Fot. Andrzej Romański

Ciemna materia jest jedną z największych zagadek astrofizyki. To nie pierwszy przypadek zjawiska, którego istnienie przypuszczamy, lecz nie możemy wprost go uchwycić. Od wielu dekad astrofizycy poszukują jej skupisk daleko we Wszechświecie[*]*, podczas gdy toruńscy fizycy przypuszczają, że jej ściany mogą przebiegać wprost przez ich laboratorium.*

[*] Przegląd aktualnych hipotez patrz serial naukowy *Astronarium* odcinek 32. https://www.youtube.com/astronariumPl (red.)

GDZIE SZUKAĆ CIEMNEJ MATERII?

Rok 2016 przejdzie do historii jako ten, w którym odkryto fale grawitacyjne, może 2017 przyniesie nam odkrycia kolejnych zagadek kosmosu. Badania wskazują na to, że we Wszechświecie istnieje jakaś nieznana nam materia, która grawitacyjnie oddziałuje ze znaną nam materią i do tego nie pochłania ani nie emituje światła. Do dzisiaj jednak człowiekowi nie udało się zgłębić jej natury. Jak więc naukowcy mogą próbować uchwycić i zbadać ciemną materię, skoro nawet nie mogą jej zobaczyć?

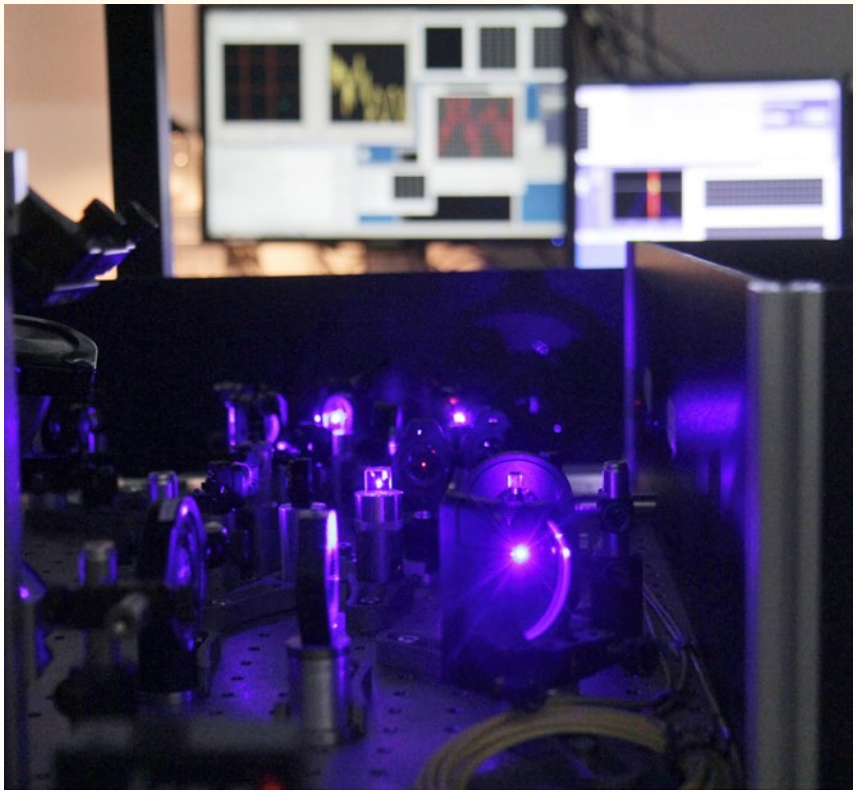
Teoria istnienia ciemnej materii była z początku bardzo kontrowersyjna. Kiedy w 1933 r. szwajcarski astronom Fritz Zwicky badał galaktyki w gromadach, zauważył, że na ich ruch wpływa jakaś siła grawitacyjna, której pochodzenia nie był w stanie określić. Szybki ruch galaktyk powinien spowodować ich rozrzucenie, jednak coś trzymało je blisko siebie. Źródło tajemniczego oddziaływania było wtedy zagadką, dziś myślimy jednak, że była nim ciemna materia. Zarówno światowi, jak i polscy naukowcy od lat próbują poznać naturę tajemniczej materii. Szukano jej już na niebie, na przykład podczas badań projektu OGLE zainicjowanego przez profesora Bohdana Paczyńskiego, wychowanka Uniwersytetu Warszawskiego. Projekt ten za pomocą mikrosoczewkowania grawitacyjnego miał odnaleźć tak zwane macho, czyli zwarte „kulki" ciemnej materii[1]. Długie obserwacje wykluczyły istnienie takich obiektów w halo naszej Galaktyki, dzięki czemu wiemy, że ciemna materia nie występuje w formie podobnej do gwiazd czy planet i znacznie różni się od znanej nam zwykłej materii. Istnienia ciemnej materii naukowcy starają się dowieść również w laboratoriach, na przykład w CERN-ie, przy pomocy Wielkiego Zderzacza Hadronów[2]. Z zupełnie inną inicjatywą wyszli fizycy z Instytutu Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, którzy postanowili poszukać ciemnej materii przy pomocy znajdującego się na UMK optycznego zegara atomowego. Zespół naukowy w składzie: doktorzy Piotr Wcisło, Piotr Morzyński, Marcin Bober i Agata Cygan oraz profesorowie Daniel Lisak, Roman Ciuryło i Michał Zawada poszukiwał odchyleń w pracy zegara, które mogłyby świadczyć o istnieniu ciemnej materii.

JAK DZIAŁA OPTYCZNY ZEGAR ATOMOWY?

Aby mierzyć czas, potrzebujemy dwóch rzeczy: oscylatora oraz licznika, który będzie zliczał liczbę oscylacji. W toruńskim optycznym zegarze atomowym rolę tę grają ultrastabilny czerwony laser, którego częstotliwość dopasowana jest do tak zwanego „przejścia zegarowego" w atomach izotopu strontu 88. Jak mówi mechanika kwantowa, atomy mogą występować tylko w stanach o określonej energii. Jeżeli chcemy zmienić poziom energetyczny atomu, czyli go wzbudzić, musimy dostarczyć mu dokładnie tyle energii, ile brakuje mu do następnego poziomu. Dzięki temu, że energia jest związana z częstotliwością fali, kiedy częstotliwość światła lasera będzie odpowiadać różnicy energii pomiędzy danymi poziomami energetycznymi atomu strontu, wzbudzimy go. Poprzez zliczenie związanych z absorpcją fotonów oscylacji w wiązce lasera możemy odczytywać upływ czasu. Liczba tych oscylacji jest jednak tak duża, że aby ją zmierzyć, trzeba ją najpierw przetworzyć za pomocą tzw. „grzebienia optycznego". Dzieje się to dzięki krótkim impulsom wytwarzanym przez laser, którym jest grzebień optyczny. Impulsy te tworzą coś na kształt linijki, w której podziałka jest zastąpiona równo odległymi znacznikami częstotliwości. Umożliwia to „podzielenie" częstotliwości ultrastabilnego czerwonego lasera do ok. 250 megaherców, ze zliczeniem ich poradzą sobie odpowiednie urządzenia elektroniczne.

WPŁYW CIEMNEJ MATERII NA „TYKANIA" ZEGARA

Żeby zrozumieć, jak za pomocą zegara badać jedną z największych tajemnic fizyki, trzeba cofnąć się do Wielkiego Wybuchu. Na początku Wszechświat był bardzo gorący i zwarty, później zaczął rozszerzać się i szybko stygnąć, przez co w czasie przejść fazowych pól kwantowych mogły powstać niejednorodności, tak zwane defekty topologiczne. Niektóre teorie zakładają, że ciemna materia występuje właśnie w formie takich defektów. Wyobraźmy sobie ścianę ciemnej materii przelatującą przez Wszechświat. My zareagowalibyśmy na nią niemal obojętnie, jednak przy założeniu, że ciemna materia oddziałuje ze zwykłą materią, ultraczuły optyczny zegar atomowy taką ścianę by wykrył. Podstawowe oddziaływania w fizyce



Toruński zegar optyczny

[1] Projekt OGLE obchodzi w tym roku jubileusz 25-lecia, ale po zasadnicze wyniki dotyczące zawartości ciemnej materii w postaci zwartych, niewidocznych obiektów astrofizycznych (czarne dziury, gwiazdy neutronowe, białe i brązowe karły, planety) znany był już kilka lat wcześniej – patrz *Urania* 4-6/2012 oraz odcinek 9. Astronarium (red.)

[2] Patrz Astronarium odcinek 27. (red.)

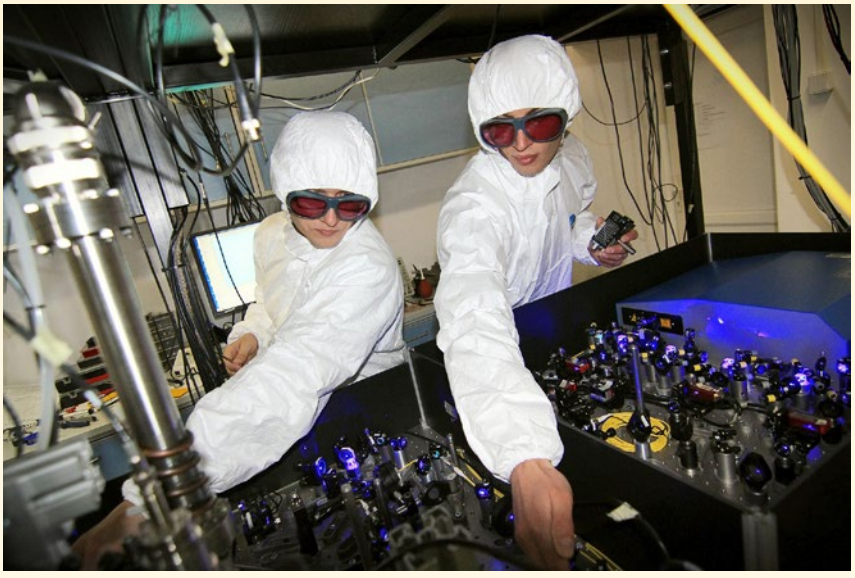
opisuje model standardowy i to na nim opiera się częstotliwość toruńskiego zegara. Oddziaływanie z ciemną materią mogło by skutkować zmianami w parametrach modelu standardowego, za czym idzie zmiana częstotliwości „tykań" zegara.

DOŚWIADCZENIE NA UMK

Do eksperymentu zostały wykorzystane dwa niemal identyczne zegary znajdujące się około 10 m od siebie. Aby wyczulić pomiary na defekty topologiczne, na odczyty z obydwóch zegarów nałożono filtr odpowiedni dla następujących założeń: ściana ciemnej materii, której szukamy, ma szerokość bliską promieniowi Ziemi i porusza się z prędkością około 300 km/s, czyli bliską prędkości Układu Słonecznego przmierzającego Galaktykę. Czas obserwacji wynosił 45 700 s, a sygnały pochodzące jednocześnie z dwóch urządzeń pomiarowych dla eliminacji zakłóceń były ze sobą skorelowane. Teoretyczne modele przewidują, że oddziaływanie ciemnej materii ze zwykłą materią skutkowałoby zmianą wartości niektórych fundamentalnych stałych występujących w modelu standardowym, czyli teorii cząstek elementarnych. Optyczny zegar atomowy daje nam dostęp do jednej z nich: stałej struktury subtelnej α. Praca zegara opiera się na atomach, a stała ta charakteryzuje siłę oddziaływań elektromagnetycznych. Badając zależność dwóch części zegara, atomów i wnęki optycznej od tej stałej, naukowcy wykonali pierwsze tego typu doświadczenie. Wyniki doświadczenia pokazały nam, jak zmieniłyby się parametry modelu standardowego, gdyby podczas pomiarów przez laboratorium przeszedł defekt topologiczny, a dzięki temu jesteśmy w stanie wyznaczyć, z jaką siłą ciemna materia oddziałuje ze zwykłą materią. W idealnych warunkach nawet jeden optyczny zegar atomowy dałby sobie radę z takim doświadczeniem, jednak w rzeczywistości nawet najmniejsze zakłócenia, takie jak ruch niedaleko zegara czy szumy, powodują zaburzenia w układzie naszego urządzenia pomiarowego.

NIEPEWNOŚCI ORAZ PRZYSZŁOŚĆ POMIARÓW

Naturalnym ograniczeniem tego doświadczenia jest założenie, że podczas trwania pomiaru (45 700 s) przez Ziemię przeniknie oczekiwana ściana.



W laboratorium FAMO. Fot. Andrzej Romański

Dlatego dla takich badań kluczowe jest ustanowienie programu obserwacyjnego, w którym kilka zegarów na świecie, w sposób ciągły i synchroniczny będzie nasłuchiwać sygnatury ciemnej materii przez kilka lat lub nawet dekad. Metoda opracowana przez fizyków z Torunia stanowi duży postęp w tym kierunku, ponieważ pozwala wykorzystywać jednocześnie kilka optycznych zegarów atomowych na całym świecie bez konieczności budowania kosztownych połączeń światłowodowych. Oczywiście rozwiązanie takie niesie za sobą nowe problemy, takie jak konieczność uwzględnienia w pomiarach ruchu Ziemi, gdyby zegary znajdowały się na dwóch różnych jej końcach. Potencjał widniejący w szukaniu ciemnej materii za pomocą optycznych zegarów atomowych nie jest lekceważony. Naukowcy z Instytutu Fizyki UMK pracują nad nawiązaniem współpracy z innymi ośrodkami naukowymi i stworzeniem globalnej sieci zegarów, których jedno niestandardowe, zsynchronizowane „tyknięcie" mogłoby rozpocząć nową erę badań fizycznych. ■

Beata Zjawin studiuje astronomię na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. Ma szerokie zainteresowania naukowe, od radioastronomii (na zdjęciu) po współczesną optykę kwantową i ciemną materię (artykuł).

SKLEP INTERNETOWY URANII

www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

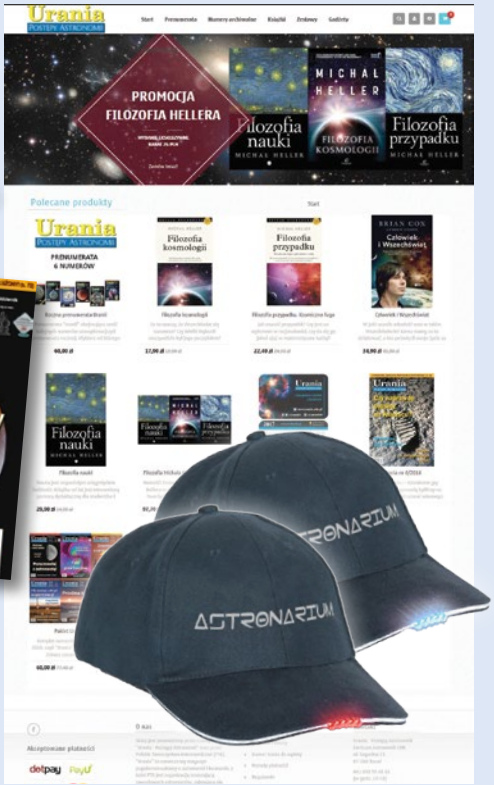
Uwaga! Zmiana numeru konta: 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

– prenumerata „Uranii” 6 lub 12 numerów

– numery bieżące i archiwalne „Uranii”

– najciekawsze książki popularnonaukowe rekomendowane przez „Uranię”

– czapka-niewidka ASTRONARIUM z latarką, do wyboru światło czerwone (dla obserwatorów) lub białe (dla pozostałych)



Wygodny sposób zakupów – częste promocje i rabaty
– możliwość płatności kartą oraz przelewem

UWAGA, NOWOŚĆ!

Najnowsze wydawnictwa PWN pod patronatem „Uranii” autorstwa laureatów Medalu Zonna: „Poza Ziemię” Krzysztofa Ziołkowskiego i „W stronę nieba” Andrzeja Branickiego

Astronomiczne ściereczki z mikrofibry do okularów i ekranów smartfonów

PROMOCJA

Specjalny rabat dla prenumeratorów „Uranii”!

Zamów lub przedłuż prenumeratę „Uranii” i skorzystaj z promocji na grę „Pierwsi Marsjanie: Przygody na Czerwonej Planecie” w specjalnej cenie **160 PLN**, z darmową wysyłką gry kurierem![*]

[*] Zamówienia na wysyłkę gry w ramach promocji prenumeraty są realizowane niezależnie od harmonogramu wysyłki *Uranii*, dwa razy w miesiącu. Premiera gry przewidywana jest na połowę października 2017 r. (termin może ulec zmianie). Grę w cenie specjalnej mogą zamówić wyłącznie prenumeratorzy *Uranii* (dotyczy również prenumeraty dla członków PTMA). Oferta ważna do 31 grudnia 2017 r. lub do wyczerpania zapasów gry w promocyjnej cenie.

Wielka plama na Słońcu

Kometa, zorza i radioteleskop

Merkury, Księżyc, Jowisz, Mars i Wenus

Niebo w Borach Tucholskich

Zdjęcia Piotra Wieczorka niewykorzystane w naszym kalendarzu astronomicznym na 2017 r.

Uwaga! zmiana numeru konta!

WIERNYM PRENUMERATOROM PRZYPOMINAMY O ODNOWIENIU PRENUMERATY! ZAPRASZAMY DO PRENUMERATY DAWNYCH I NOWYCH CZYTELNIKÓW!

nr rachunku odbiorcy
44 1160 2202 0000 0000

nr rachunku odbiorcy c.d.
5530 5241

Odbiorca
POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
BARTYCKA 18
00-716 WARSZAWA

kwota

Imię, nazwisko, adres wpłacającego

Tytułem

Opłata

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nazwa odbiorcy
POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE

nazwa odbiorcy cd.
UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA

nr rachunku odbiorcy
i.k.
85 1160 2202 0000 0000 3341 8732

WP*
waluta
PLN
kwota

kwota słownie (wpłata)

imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora

dokładny adres wysyłki prenumeraty

dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.

tytułem
Prenumerata *Uranii* od nr 6/2017, dodatkowo zamawiam

Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy

Opłata

Podpis

38. Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

W dniach 11–14 września 2017 r. Zielona Góra stała się na kilka dni stolicą polskiej astronomii, bowiem zgromadziło się tutaj około 170 astronomów z Polski i zagranicy. Konferencja była okazją do przeglądu obecnie prowadzonych w naszym kraju badań astronomicznych i udziału polskich naukowców w międzynarodowych projektach badawczych. Program konferencji obejmował dziewięć sesji naukowych i dotyczących popularyzacji nauki, takich jak astronomia fal grawitacyjnych, radioastronomia i LOFAR/POLFAR, egzoplanety i Układ Słoneczny, astrofizyka gwiazdowa, kosmologia i skale Wszechświata, astrofizyka wysokich energii, udział polskich instytucji w projektach instrumentalnych, historia astronomii, popularyzacja i promocja nauki.

Podczas 38. Zjazdu PTA przyznano nagrody stowarzyszenia. Najwyższe wyróżnienie przyznawane przez PTA, czyli Medal Bohdana Paczyńskiego, otrzymał prof. Aleksander Wolszczan. Nagrodę i Medal im. Włodzimierza Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie przyznano Bohdanowi Wszołkowi, a Nagrodę Młodych otrzymał Przemysław Mróz. W trakcie Zjazdu odbyło się także Walne Zebranie członków PTA, na którym m.in. wybrano nowe władze organizacji oraz przyznano członkostwo honorowe. Członkami honorowymi PTA zostali prof. Wojciech Dziembowski i prof. Sławomir Ruciński.

Prof. Aleksander Wolszczan (laureat Medalu Bohdana Paczyńskiego) i dr hab. Agnieszka Kryszczyńska — Prezes PTA kadencji 2015–2017. Fot. M. Polińska/PTA

(kc)

Zdjęcie uczestników 38. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, który odbywał się w dniach 11–14 września 2017 r. w Zielonej Górze Fot. K. Adamczewski/PTA

Władze PTA na lata 2017–2021

13 września 2017 r. w Zielonej Górze odbyło się Walne Zebranie członków Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (PTA). W jego trakcie dokonano m.in. wyborów nowych władz stowarzyszenia. Prezesem został prof. dr hab. Marek Sarna (CAMK PAN, Warszawa), a wiceprezesem redaktor naczelny „Uranii", dr hab. Maciej Mikołajewski, prof. UMK (CA UMK, Toruń). Pozostałe funkcje objęli: skarbnik — dr hab. Agata Różańska, prof. CAMK (CAMK PAN, Warszawa), sekretarz — dr Milena Ratajczak (IA UWr, Wrocław), Członkowie Zarządu — dr Krzysztof Czart (ESO, Toruń), dr Wojciech Hellwing (CFT PAN, Warszawa), dr hab. Radosław Smolec (CAMK PAN, Warszawa).

Zarząd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego na kadencję 2017–2021. Od lewej: M. Sarna, M. Ratajczak, W. Hellwing, M. Mikołajewski, K. Czart, A. Różańska. Na zdjęciu brakuje R. Smolca. Fot. PTA

Astronomiczny Belgrad

Turysta na szlaku Boskowicia i Milankowicia

Bałkany są w Europie postrzegane przez pryzmat krwawych konfliktów, jednak posiadają także ciekawe i pozytywne oblicze. Nie mogło w nim zabraknąć miejsca dla astronomii.

Belgrad nie jest miastem, które rozkochuje od pierwszego wejrzenia. Szare, choć nazwę wywodzi od bieli, brudne miasto, utopione w smogu. Jedna z największych metropolii bałkańskich nie skrywa też wielu atrakcji turystycznych, mimo dwóch i pół tysiąca lat historii. Jedynym wyróżniającym się zabytkiem jest potężna twierdza Kalemegdan, położona u ujścia Sawy do Dunaju.

Forteca stanowi główną atrakcję ponadstuletniego parku o tej samej nazwie. Spoglądając z drugiego brzegu szerokich rzek, tworzy ona efektowną kompozycję krajobrazową, gdzie leniwe wody Dunaju i Sawy oraz nieboskłon ograniczają potężne mury i zieleń drzew. Dzięki podświetleniu tego zabytku, widok jest równie okazały po zachodzie naszej dziennej gwiazdy.

Dzieje tej strategicznie położonej fortecy są złożone i ilustrują złożone dzieje całych Bałkanów. Nim przybyli tu Słowianie, ziemie te opanowywali Celtowie i Rzymianie. W średniowieczu miasto było kontrolowane głównie przez Bizantyjczyków, Bułgarów, Węgrów i sprzymierzonych z nimi Chorwatów. Rozwój Imperium Osmańskiego spowodował, że upadła przeżywająca swój złoty okres monarchia Serbów, która tylko okazjonalnie opanowywała te tereny. Nowa sytuacja zmusiła władców do przenosin i założenia kolejnego państwa z ośrodkiem w Belgradzie, tak zwanego Despotatu. Na początku XV w. miasto rozkwitło, później jednak Turcy podporządkowali sobie i to terytorium. W Belgradzie jedyną budowlą pamiętającą owe czasy jest wieża despota Stefana, jaką odnajdziemy w jednym z zakątków twierdzy.

Później Sawa i Dunaj stanowiły pogranicze imperiów. Rzeki często widziały przemarsze wojsk i zaciekłe bitwy. Z czasem potęga Osmanów zmalała, a Belgrad stał się stolicą odrodzonej Serbii, następnie zjednoczonego państwa Słowian Południowych, od 1929 r. znanego jako Jugosławia.

Twórcy tego państwa próbowali dokonać rzeczy w Europie trudnej, szczególnie gdy triumfy święciły poglądy nacjonalistyczne — stworzyć nowoczesne państwo wieloetniczne. Eksperyment ten dwukrotnie upadł w dość okrutny sposób. Dziś Jugosławia kojarzy się bardziej z brutalnymi konfliktami etnicznymi niż z pokojowym współistnieniem wielu nacji.

Był jednak czas, gdy wszystko sugerowało, że taka koegzystencja jest możliwa. W latach 60. Jugosławia się rozwijała, a dzięki wyjątkowej pozycji w czasie zimnej wojny zyskała na znaczeniu jako lider „państw niezaangażowanych". Belgrad rósł w oczach, powstawały nowe instytucje kulturalne i oświatowe. Jedną z nich było Publiczne Obserwatorium Astronomiczne im. Rudżera Boskowicia, założone w 1963 r. Zostało ono umieszczone w wieży despota Stefana.

* * *

Rudżer Józef Boskowić był jednym z najwybitniejszych astronomów XVIII stulecia, którego Werner Heisenberg miał określić jako „chorwackiego Leibnitza". Dziś, gdy patrzymy na Bałkany Zachodnie przez pryzmat nie tak dawnych wojen, wydaje się to rzeczą niezwykłą, że towarzystwo astronomiczne w stolicy Serbii za swojego patrona ma przedstawiciela znienawidzonego narodu. Gdy jednak w latach 30. zakładano tę instytucję, zresztą najstarszą tego typu na Bałkanach, zbrodnie lat 40. i 90. były dopiero nieznaną przyszłością.

Rudżer urodził się 18 maja 1711 r. w Raguzie, dziś znanej jako Dubrownik, w chorwacko-włoskiej rodzinie kupieckiej. Dawniej potężne miasto-państwo, jedyne jakie było w stanie stawić czoła sile Wenecji w regionie, było już tylko cieniem swojej znakomitej przeszłości, mimo to wciąż oferowało sporo możliwości. Jedną z nich była nauka w Kolegium Jezuickim, do którego nasz młody bohater uczęszczał. Zakonnicy stworzyli w poprzednich dwóch stuleciach wybitny jak na owe czasy system szkolnictwa, który stał się protoplastą nowoczesnych instytucji oświatowych, w tym polskiej Komisji Edukacji Narodowej.

Jako utalentowany nastolatek pojechał on na studia do Rzymu, gdzie przyjął święcenia kapłańskie i wstąpił do Towarzystwa Jezusowego. Obok teologii Rudżer zgłębiał tajniki fizyki i matematyki i był w tym tak dobry, że w wieku 29 lat został profesorem na jednej z najlepszych uczelni ówczesnego świata — Collegium Romanum.

Działalność naukowa Boskowicia była rozległa i bogata, pozostawiając po sobie dziesiątki traktatów naukowych i innych publikacji. Do jego zasług zalicza się opracowanie systemu wzmocnienia kopuły bazyliki św. Piotra w Rzymie, która zaczęła pękać, opracowanie mapy Państwa Kościelnego z pomiarami geodezyjnymi, rozwój teorii atomów czy opracowanie metody wyznaczania orbit kometarnych. Jezuita był też współzałożycielem Włoskiej

Narodowej Akademii Nauk oraz twórcą eksperymentu myślowego, znanego dziś jako „demon Laplace'a": jeśli istniałaby jakaś istota znająca w danym momencie dokładne położenie i pęd wszystkich cząsteczek Wszechświata, to byłaby ona w stanie wyliczyć całą historię i przyszłość każdej z nich. Boskowić dzięki swojej pracy zyskał uznanie u potomnych jako prekursor teorii względności i geometrii nieeuklidesowej, a jego imię nosi jeden z kraterów na Księżycu i patronuje kilku instytucjom naukowym.

Boskowić sporo podróżował i często zmieniał miejsce zamieszkania. W 1762 r. dotarł nawet do Rzeczpospolitej Obojga Narodów, a swoje wrażenia opisał w pracy „Dziennik z podróży z Konstantynopola do Polski". Patron belgradzkiego towarzystwa astronomicznego zmarł w wieku 75 lat w Milanie, gdzie został pochowany w niewielkim kościele Santa Maria Podone.

* * *

Wieżę Publicznego Obserwatorium Astronomicznego w Belgradzie można zwiedzić za niewielką opłatą. Za dnia rozciąga się z niej piękny widok na miasto oraz dwie potężne rzeki, dzielące je na trzy wyraźne części. Na zachodzie znajduje się potężne blokowisko znane jako Nowy Belgrad oraz Zemun, dawniej graniczne miasteczko wchodzące w skład Monarchii Habsburgów, a na północy rozciągają się luźno zabudowane przedmieścia Paliuli. Trzecią jest oczywiście centrum Belgradu, które przez stulecia wchodziło w skład osmańskiej Serbii.

Na środku średniowiecznej wieży znajduje się metalowa skrzynka. Chowa ona niewielki teleskop Zeissa 110/2000, który jest wykorzystywany w cotygodniowych, wieczornych pokazach nieba — szkoda tylko, że utrudnionych przez podświetlenie twierdzy. Widać z niej także dawne tureckie łaźnie, przerobione na planetarium, jedno z dwóch funkcjonujących w kraju.

Działalność Towarzystwa nie ogranicza się jedynie do prowadzenia obserwatorium i planetarium w Belgradzie. Organizuje ono także wydarzenia popularyzatorskie, a także wydaje magazyn *Wasjona* (co po serbsku znaczy Wszechświat) — odpowiednika naszej *Uranii*. Ma nawet podobny do niej format, jest jednak w znacząco trudniejszej kondycji finansowej. Z tego powodu ukazuje się, niestety, nieregularnie.

Zwiedzając wieżę, z odrobiną szczęścia możemy trafić na jednego z astronomów opiekujących się placówką, na przykład sympatycznego Saszę, doktoranta na lokalnym uniwersytecie. Najstarsza uczelnia wyższa w państwie posiada Katedrę Astronomii, co ciekawe wchodzącą w skład Wydziału Matematyki, a nie Fizyki, prowadzącą jedyne profesjonalne obserwatorium astronomiczne w Serbii. Posiada ono dwie placówki: historyczną w Belgradzie w dzielnicy Zwezdara i drugą na zachodnim skraju masywu górskiego Rodopów, na górze Vidojewica. Są plany utworzenia muzeum astronomicznego w pierwszej z nich, tkwiące jednak w martwym punkcie z powodów finansowych, jak to często bywa na Bałkanach.

Z Uniwersytetem w Belgradzie i obserwatorium na Zwezdarze jest związany kolejny znany astronom pochodzenia południowosłowiańskiego — Milutin Milankowić, który przez kilka lat był jego dyrektorem. Podobnie jak Boskowić urodził się on na terenie dzisiejszej Chorwacji, w ówczesnych Austro-Węgrzech, jednak był z pochodzenia Serbem. Swoją karierę zaczynał w Wiedniu, jednak gdy tylko nadarzyła się okazja, objął pozycję na nowo utworzonym uniwersytecie w serbskiej stolicy. Zdobył on uznanie dzięki swoim pracom poświęconym klimatowi i jego relacji z orbitą Ziemi, a periodyczne zmiany parametrów orbity ziemskiej opisane po raz pierwszy przez niego są dziś określane jako cykle Milankowicia. Jego imię noszą kratery na Księżycu i Marsie, asteroida, medal wręczany przez Europejskie Towarzystwo Geofizyczne, a także park otaczający obserwatorium na Zwezdarze. NASA, tymczasem, uznała go za jednego z piętnastu najwybitniejszych badaczy Ziemi w dziejach.

Aby poznać jakieś miejsce, nie wystarczy jedynie je odwiedzić. Bałkany posiadają ciekawe, choć skomplikowane dzieje, często upraszczane do schematów w stylu słynnego „kotła", piętnujące ten piękny, aczkolwiek nieco zaniedbany region. Mają one jednak inne, bardzo ciekawe oblicze, w którym nie zabrakło miejsca dla astronomii!

Wieńczysław Bykowski

Wieża despota Stefana, siedziba Belgradzkiego Towarzystwa Astronomicznego

Sprawdź się w nowej polskiej grze planszowej!

Czy przeżyłbyś na Marsie?

wywiad z autorem gry „Pierwsi Marsjanie”

Czy zastanawialiście się kiedyś, jak byście sobie poradzili w sytuacji bohatera powieści i filmu „Marsjanin” albo będąc członkami marsjańskiej ekspedycji? Na rynku ukazała się gra planszowa, w której można to sprawdzić. Jej autorem jest polski projektant, Ignacy Trzewiczek, bohater naszego wywiadu.

Kosmiczna inspiracja od fanów

Krzysztof Czart: Skąd pomysł na grę, której fabuła osadzona jest w kosmosie?

Ignacy Trzewiczek: Jestem autorem gry Robinson Crusoe, jednej ze słynniejszych w branży gier planszowych. Przez lata fani prosili mnie o stworzenie kontynuacji, jakby drugiej części tej gry, przy czym prosili, aby przenieść akcję w kosmos. Po jakichś trzech czy czterech latach wysłuchiwania próśb od fanów i otrzymywania mailów, stwierdziłem, że to faktycznie dość fajny pomysł, żeby rozwinąć grę Robinson Crusoe i tak powstał pomysł na First Martians (Pierwszych Marsjan). Czyli najpierw był pomysł fanów, aby przenieść akcję w kosmos, a potem gdy zacząłem rozważać ten wątek, padło na Marsa, który jest ostatnio bardzo ciekawym tematem i faktycznie dość realnym. Jeśli chodzi o fabułę gry, cała historia wydaje się spójna i sensowna.

KC: Na ile nowa gra jest podobna do Robinsona Crusoe?

IT: Mam nadzieję, że jest na tyle podobna, by ktoś, kto zna grę Robinson Crusoe, dość szybko się zaadaptował do nowej gry i szybko będzie czerpał z niej radość, ale na tyle różną, że gracze zechcą mieć na półce zarówno Robinsona Crusoe, jak i Pierwszych Marsjan, a zależnie od nastroju będą brali z półki którąś z pozycji. My jesteśmy po pierwszych pokazach publicznych tej gry na zlotach fanów gier planszowych i faktycznie „feedback” jest na razie taki, jak oczekiwaliśmy: fani po 5 czy 10 minutach rozgrywki czują się już bardzo swobodnie, ponieważ reguły są zbliżone do Robinsona Crusoe, natomiast sama gra daje na tyle inne doznania i zabawę, że mówią: na pewno będziemy chcieli ją kupić, jest wystarczająco inna, żeby mieć obydwa te tytuły na półce i być zadowolonym z obu.

KC: Gra jest przeznaczona, żeby grać w kilka osób. Czy można w nią też grać samodzielnie?

IT: Ona jest od jednego do czterech graczy. W Robinsonie Crusoe jest wariant solo, kiedy gracz gra jedną postacią i ma wsparcie Piętaszka oraz psiaka. Tutaj, w Pierwszych Marsjanach, gra się dwójką astronautów jednoosobowo, zyskuje się dodatkowe wsparcie przez technologię, czyli specjalne reguły robotów, różnych mechanicznych urządzeń, które wspierają dwójkę astronautów w pracy.

KC: Ile czasu zajmuje jedna rozgrywka?

IT: To zależy od misji, ponieważ w grze mamy sześć unikalnych misji, które mają różną ilość tur. Jest to od około jednej godziny dla przeciętnej, krótkiej misji, do prawie dwóch godzin w tych najdłuższych, najtrudniejszych scenariuszach, misjach.

KC: W grze jest coś takiego, jak tryb kampanii. Na czym polega?

IT: Tryb kampanii to pięć scenariuszy połączonych jedną wielką fabułą. W pudełku znajdują się dwie takie unikalne kampanie. Gra się wtedy tak, że każda z misji ma swoje unikalne cele i zadania, natomiast wszystkie razem tworzą pewną spójną fabułę. Oczywiście w żadnym wywiadzie nie mogę za bardzo zdradzać, co tam się wydarzy. Ale na przykładzie pierwszej kampanii: na początku pierwszej misji gracze tracą kontakt z Ziemią, pojawia się problem z połączeniem z antenami. Gracze będą antenę naprawiali i później w kolejnych misjach będą cały czas pewne kłopoty z komunikacją, cały czas będą się rozgrywały różne historie związane z tym zagadnieniem, aż w końcu w finale kampanii — jeśli graczom się uda całą kampanię przejść — odkryją historię, z czego to wynikało i dlaczego przez te kilka dni czasu tamtejszej fabuły były problemy z połączeniem.

Ignacy Trzewiczek nad planszą gry Pierwsi Marsjanie

KC: Czy taką kampanię trzeba zagrać jednorazowo, czy można sobie podzielić na przykład na kilka rozgrywek?

IT: Można oczywiście podzielić na kilka rozgrywek. Do gry Pierwsi Marsjanie jest dołączona specjalna aplikacja, do pobrania darmowo z internetu. Ta aplikacja ma w sobie funkcję zapisu stanu rozgrywki. Wpisujemy po prostu, ile mamy punktów życia u naszych bohaterów, co w bazie się zepsuło, jakie tereny Marsa odkryliśmy. Te wszystkie dane wprowadza się do aplikacji bardzo szybko i wygodnie, jest taka animowana sekwencja do tego celu. Potem, jak zagramy na drugi dzień albo za tydzień, albo za dwa tygodnie, albo nawet za rok, po prostu wczytujemy stan rozgrywki i możemy historię kontynuować. Jest to bardzo wygodne. Z jednej strony można to wszystko zrobić w jeden dzień — przejście całej kampanii to jest jakieś siedem, osiem godzin rozgrywki, więc jeśli ktoś jest bardzo uparty, to może rozpocząć w sobotę rano i skończyć w sobotę wieczorem. Ale raczej, jak sprawdzaliśmy z naszymi testerami, rozgrywa się jeden do dwóch scenariuszy w ciągu jednego posiedzenia, potem się to zapisuje i za jakiś czas ponownie wraca do gry.

KC: A czy aplikacja pełni jeszcze jakieś inne funkcje?

IT: Ona jest obowiązkowa do rozgrywki. W aplikacji znajduje się ponad 500 kart wydarzeń, przygód i różnych tego typu rzeczy. W trakcie gry, w każdej rundzie, aplikacja losuje co danego dnia się wydarzyło.

KC: Czy wiele jest takich gier planszowych, które stosują dodatkowo aplikację mobilną?

IT: Jest to teraz dość modny trend. Zaczęło się w 2014 r., kiedy jeden z największych wydawców na świecie, firma Fantasy Flight Games, wydała grę XCOM. Była to gra planszowa, która zawierała właśnie aplikację jako dodatkowy element potrzebny w rozgrywce. W zeszłym roku olbrzymim przebojem okazała się gra Mansion of Madness (Posiadłość szaleństwa), także wydawnictwa Fantasy Flight Games, która także jest grą przygodową i właśnie jest wymagana aplikacja. Teraz coraz więcej wydawców już przebąkuje w swoich informacjach prasowych, że nad takimi grami pracuje. My jesteśmy forpocztą, bo jesteśmy trzecią grą na rynku, która ma taką funkcjonalność z aplikacją zwiększającą radość z rozgrywki.

KC: W ostatnim czasie opisywaliśmy w „Uranii" takie gry, jak Terraformacja Marsa czy Misja na Marsa 2049. Jak w stosunku do tych gier można porównać Pierwszych Marsjan?

Fragment planszy gry Pierwsi Marsjanie: Przygody na Czerwonej Planecie

IT: Nie grałem w Misję na Marsa 2049, więc tutaj niewiele mogę powiedzieć. Natomiast jeśli chodzi o Terraformację Marsa, to jest ona grą strategiczną, która opowiada zgodnie z tytułem o terraformowaniu Marsa, czyli jest takim jakby bardzo globalnym spojrzeniem na tę tematykę. Gracze zmieniają całą planetę, budując morza, jeziora i zasiedlając tereny. Nasza gra, Pierwsi Marsjanie, jest skupiona na człowieku. Jak żartują testerzy czy jak plotkują internauci, a właściwie jak mówią wszyscy gracze, jest to tak *de facto* adaptacja powieści „Marsjanin" czy adaptacja filmu „Marsjanin", ponieważ skupia się na człowieku, na bohaterach całej historii. Akcja dzieje się w habitacie, przed graczami postawione są różne zadania, jak na przykład budowa farmy czy zbudowanie dodatkowych paneli solarnych. Tutaj jakby wcielamy się w konkretnych bohaterów, mamy konkretne przygody, cierpimy na jakieś choroby, lęki itd. Więc jest inna zupełnie skala opowieści, pod tym względem obie gry są zupełnie różne. Ja jestem przyjacielem wydawcy gry Terraforming Mars, firmy FryxGames. W naszych marketingowych staraniach opowiadamy właśnie, że Terraformacja Marsa jest niejako częścią tej historii. Najpierw są Pierwsi Marsjanie, którzy wylądowali na Marsie i mają olbrzymie problemy, żeby po prostu przetrwać w habitacie i coś tam zacząć budować, a potem następuje Terraformacja Marsa, wiele lat później, kiedy faktycznie ludzkość już na Marsie jest i tę planetę zmienia.

KC: Czy na rynku są jeszcze jakieś inne gry nawiązujące do kosmosu, w sposób nazwijmy to „realistyczny", czyli tak jak Pierwsi Marsjanie czy Terraformacja Marsa, a nie tak, jak np. Gwiezdne Wojny?

IT: Jest kilku wydawców, którzy się specjalizują w takich poważnych tematach i w podejściu bardzo poważnym do zagadnienia kosmosu. Wiadomo, że jest to o wiele bardziej niszowe, ponieważ czym bardziej temat jest poważny, czym bardziej naukowo się do tego podchodzi, tym bardziej traci się uczestników zabawy. Są to więc mniejsze wydawnictwa i mają dość niszowych odbiorców, natomiast są takie gry i to bardzo cenione wśród absolutnych fanów tych zagadnień.

KC: Czy w historii stworzonych przez siebie gier ma Pan jeszcze jakąś związaną z kosmosem?

IT: To jest moje pierwsze podejście do tego tematu, moja pierwsza gra science-fiction.

Projektowanie gier to zawód

KC: Proszę powiedzieć, czy projektowanie gier jest trudne.

IT: To jest piekielnie trudne. Dość regularnie występuję na różnych zlotach fanów gier z warsztatami dla autorów gier i cały czas im tłumaczę, że tworzenie gier to jest zawód. Tak samo jak bycie lekarzem, bycie prawnikiem. Bycie autorem gier także wymaga kompetencji, talentu, wiedzy, umiejętności i ciężkiej pracy.

KC: Ile czasu zajmuje zaprojektowanie takiej gry, jak Pierwsi Marsjanie?

IT: Pierwsi Marsjanie to był projekt, który zajął mi dwa i pół roku. To jest gigantyczne obciążenie czasu. Fakt, że akurat Pierwsi Marsjanie to jedna z największych premier tego roku i jedna z najbardziej poważnych gier, ponieważ tutaj nie mówimy tylko o stworzeniu mechaniki gry, ale także o gigantycznym „researchu", ilości przeczytanych książek, obejrzanych filmów, zaprojektowaniu 16 unikalnych wariantów tej gry (6 misji podstawowych i dwie kampanie, razem 16 misji). Więc ten projekt jest gigantyczny. Natomiast nieco mniej skomplikowana gra, którą tworzę, to zazwyczaj jest około roku czasu pracy. Więc to nie jest zadanie na dwa weekendy, tylko to jest normalny zawód i owoce tej pracy są widoczne po wielu, wielu miesiącach.

KC: Co by Pan podpowiedział osobom, które by chciały zająć się projektowaniem gier?

IT: Prowadzę na ten temat całe warsztaty. Generalnie trzeba po prostu zdiagnozować, czy się ma taką umiejętność, czy się ma talent do tego i spróbować mniejszych projektów, spróbować pojawić się ze swoimi projektami na zlotach fanów gier i zobaczyć, jaki jest odbiór. Ale podkreślam, że trzeba sobie to zdiagnozować. Tak jak nie każdy może być koszykarzem w NBA albo nie każdy może być prawnikiem czy astro-

Kosmos na planszy

Ciekawią Cię gry planszowe o kosmosie? Zajrzyj do działu „Kosmos na planszy" w portalu *Uranii* (www.urania.edu.pl/gry/planszowe). Poza tym, w numerze 5/2016 zamieściliśmy wywiad z twórcą gry „Misja na Marsa 2049", a w 6/2016 znalazł się artykuł będący przeglądem kosmicznych planszówek.

Pierwsi Marsjanie: Przygody na Czerwonej Planecie

Liczba graczy: 1–4 osób
Wiek: od 10 lat
Czas gry: ok. 60–90 minut
Wydawca: Portal Games
Projektant: Ignacy Trzewiczek

Dodatkowe materiały o grze znajdziesz w portalu *Uranii*
http://www.urania.edu.pl/qr/2017/5/pierwsi-marsjanie

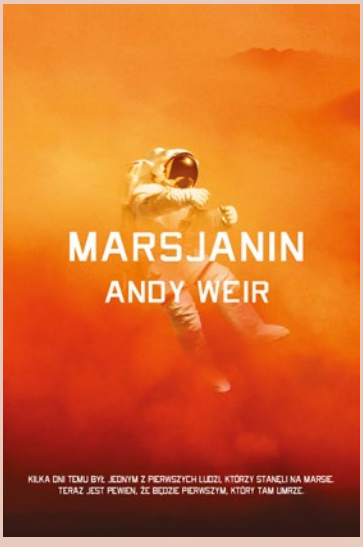
nautą NASA, tak samo nie każdy może być autorem gier. Natomiast jeśli ktoś z Czytelników czuje, że ma do tego smykałkę, że ma taką zdolność, to polecam, aby za tym zewem pójść dalej i próbować, bo jest to bardzo ciekawy zawód. Ale na pewno nie jest to coś takiego, co każdy potrafi robić. To naprawdę ciężki kawałek chleba i trzeba mieć troszeczkę zdolności, żeby zrobić dobrą grę.

KC: Czemu Pan zdecydował się na zawód projektanta gier i robienie gier?

IT: Z tym projektowaniem gier to wyszło dość przypadkowo. Tak naprawdę bardziej jestem pisarzem. Będąc na studiach zdiagnozowałem u siebie dość dobrą umiejętność pisania. Pisałem do studenckich czasopism, potem pisałem na użytek własny i swoich przyjaciół różne drobne rzeczy. W końcu zacząłem pisać dla magazynów i być opłacany z wierszówki. Jako student zarabiałem na życie z wierszówek, z tego co napisałem. Postanowiłem założyć wydawnictwo, które zajmowało się wydawaniem gier fabularnych, czyli takich, które są oparte na tekście. Wydawnictwo się rozwijało, wydawałem gry fabularne, pisałem dużo artykułów, byłem redaktorem naczelnym czasopisma o grach, więc jakby siedziałem w słowie pisanym i na tym zarabiałem. Natomiast będąc właścicielem wydawnictwa, przy okazji gdzieś tam się zakręciłem wokół gier planszowych, od jednej do drugiej. Jedną pomogłem zrobić, jedną testowałem, to się tak rozwijało, aż się okazało, że także mam jakiś tam talent, jakąś zdolność do robienia gier planszowych i zacząłem w tym kierunku iść, szkolić się, testować, robić również większe projekty i teraz faktycznie zajmuję się tym zawodowo, praktycznie utrzymuję się z robienia gier planszowych. Ale to wszystko się zaczęło od tego, że zdiagnozowałem u siebie umiejętność pisania, najpierw byłem jakby bardziej pisarzem, a dopiero potem, wiele lat później, okazało się, że potrafię także robić gry planszowe.

Marsjanin

W 2011 roku ukazała się książka *science fiction* autorstwa Andy'ego Weira pt. „The Martian" („Marsjanin", polskie wydanie w 2014 r.), a w 2015 r. do kin trafił film o tym samym tytule, w reżyserii Ridleya Scotta. „Marsjanin" opowiada historię astronauty, który na skutek wypadku podczas marsjańskiej ekspedycji pozostał sam na Czerwonej Planecie i musi wykazać się pomysłowością, aby przetrwać.



Początki były trudne

KC: W internecie można znaleźć informacje, że musiał Pan początkowo sporo zainwestować w to przedsięwzięcie, np. sprzedać samochód, żeby wydawnictwo mogło działać.

IT. Tak, rzeczywiście. Nie wiem, na ile czytelnicy pamiętają, jak wyglądała sytuacja kiedyś. Obecnie gdy ktoś pójdzie do EMPiK-u, do działu gier planszowych, to jest wystawionych dużo gier planszowych, albo jak pójdzie do Matrasa czy gdziekolwiek indziej. Natomiast gdy sobie przypomnimy, jak to wyglądało 10 lat temu — wtedy gier planszowych nie było w EMPiK-u, nie było takiej półki „gry planszowe". Kiedy ja zaczynałem, to były czasy pionierskie, w Polsce nie było gier planszowych w sklepach. Był oczywiście chińczyk i grzybobranie, ale nie mówimy tutaj o grach dla dzieci. Branży gier dla osób starszych w ogóle nie było. I ja z moimi przyjaciółmi, tutaj w wydawnictwie, tę branżę stworzyliśmy od początku.

Jestem np. twórcą pierwszego zlotu gier planszowych w ogóle w Polsce. To się odbyło 10 lat temu, kiedy jeszcze nikt w poważniejsze gry planszowe w ogóle nie grał. I myśmy faktycznie krok po kroku, bardzo ciężką pracą, takie gry promowali. Robiłem zloty fanów gier planszowych, przez jakiś czas byłem wydawcą czasopisma o grach planszowych. Ono upadło, wtedy tego rynku jeszcze nie było. Myśmy wydali chyba z 20 numerów, które były dostępne w EMPiK-ach, stały się bazą, by te gry promować. To były czasy ciężkie, kombatanckie, gry się jeszcze nie sprzedawały, to jeszcze nie była ta świadomość.

Dzisiaj o grach planszowych można usłyszeć w radiu, w telewizji, można zobaczyć czasem celebrytów opowiadających, jak grają w gry planszowe, można w EMPiK-u kupić gry planszowe oparte o znane seriale czy znane marki. Dzisiaj gry planszowe są oczywistością, jako jedna z form rozrywki. Można pójść sobie do EMPiK-u, kupić grę planszową, można pójść do jakiejś kawiarni i zagrać w grę planszową. 10 lat temu czegoś takiego nie było.

Natomiast faktycznie te początki były bardzo trudne. Wiedziałem, że na Zachodzie gry są bardzo popularne i wiedziałem, że jest to bardzo ciekawy temat i po prostu ciężką pracą to rozwijaliśmy. Na początku gry się nie sprzedawały, ja je produkowałem, wydawałem i miałem pełne magazyny gier, których nikt nie chciał kupować. I rze-

Promocja!

Grę Pierwsi Marsjanie można nabyć w promocyjnej cenie w internetowym sklepie *Uranii*.

Chcesz uzyskać jeszcze większą zniżkę na grę? Zamów ją razem z prenumeratą *Uranii* — szczegóły specjalnej promocji dla naszych Czytelników na s. 43 oraz w internecie www.urania.edu.pl/prenumerata.

czywiście, w pewnym momencie mojej kariery trzeba było sprzedać samochód, żeby powychodzić z długów i popłacić faktury, ale w końcu się udało. Masa tej pracy i wysiłków, który włożyliśmy w stworzenie gier, przeważyła i zaczęło się to sprzedawać coraz lepiej, a dzisiaj mamy gigantyczny rynek, z którego czerpie i Portal Games (czyli moje wydawnictwo), i wielu, wielu innych wydawców. A ja jestem szczęśliwym człowiekiem, że udało mi się stworzyć rynek na produkt, który marzyłem, że będą mógł tworzyć.

KC: Czyli obecnie, w roku 2017, rynek gier planszowych w Polsce jest dobrze rozwinięty?

IT: Aktualnie jesteśmy jednym z silniejszych rynków w Europie. Ten rynek w Polsce eksplodował. To jest troszeczkę tak jak w różnych innych gałęziach gospodarki. Ta Polska jest bardzo drapieżna i przepięknie się rozwija. Jest bardzo dużo młodych ludzi, którzy mają pasję i chcą pracować, cały nasz kraj rozwija się mocno do przodu, po tym jak zmienił nam się ustrój dwadzieścia parę lat temu. I faktycznie na mapie Europy jesteśmy bardzo silni. Oczywiście do rynków takich, jak niemiecki czy francuski, jeszcze daleka droga, to są gigantyczne, wspaniałe, bogate rynki. Ale w porównaniu do rynku włoskiego, hiszpańskiego czy czeskiego absolutnie nie mamy się czego wstydzić. Jesteśmy od nich więksi, a rynek gier planszowych w Polsce wspaniale się rozwija. Jestem bardzo dumny z tego, co nam wszystkim razem udało się osiągnąć w kraju.

KC: A jakby Pan skomentował kwestię, że jeszcze cały czas część osób ma takie przekonanie, iż gry planszowe są rozrywką tylko dla dzieci.

IT: Gdy zaczynałem, dawniej, tak właśnie było. Ale mam wrażenie, że teraz jest inaczej. Niedawno w Gliwicach odbył się największy na południu zlot fanów gier planszowych — Pionek. Jest organizowany od 10 lat na Śląsku. Na tego Pionka przybywa średnio tysiąc ludzi. To jest tysiąc ludzi tutaj z południa Polski, to są dorośli ludzie, którzy grają w gry planszowe. W Warszawie mamy szereg rożnych pubów i restauracji, gdzie młodzi ludzie po trzydziestce spotykają się na grę w gry planszowe. Wciąż są ludzie, dla których gry planszowe to wyłącznie monopol, chińczyk czy grzybobranie, natomiast mówimy już teraz o dziesiątkach tysięcy czy setkach tysięcy młodych ludzi, trzydziestolatków, czterdziestolatków, którzy odkryli, że gry planszowe to takie gry jak właśnie Robinson Crusoe czy Pierwsi Marsjanie, czy jak wiele innych. Że możemy się spotkać z naszymi znajomymi przy lampce wina i spędzić świetnie czas i gry planszowe absolutnie już nie są tylko dla dzieci. Mam wrażenie, że udało nam się zmienić tę percepcję.

KC: Tak sobie przewidując przyszłość, Pana zdaniem fabuła, która jest w Pierwszych Marsjanach, kiedy może stać się rzeczywistością? Kiedy będą misje załogowe na Marsa?

IT: O tyle, o ile śledzę obecnie, to mamy gigantyczny wyścig pomiędzy tym, co NASA ogłasza i na kiedy podaje swoje daty (bodajże ostatnio był 2030) i Elonem Muskiem ze SpaceX, który próbuje bardzo mocno prześcignąć NASA, bo dla niego byłoby to niesamowite wydarzenie, gdyby SpaceX dotarł tam wcześniej — ostatnio słyszałem gdzieś coś o 2020 roku. To, czego jestem pewien, choć trudno być pewnym oczywiście, ale to, w co ja wierzę, wydarzy się za naszego życia. W minionym wieku, po lądowaniu na Księżycu, percepcja społeczna, szczególnie w Ameryce, była taka, że skoro mamy już ten Księżyc, to teraz za kilkanaście lat będziemy gdzieś dalej. Minęło wiele, wiele lat i dalej nie byliśmy, bo to jednak nie było takie proste. Pokolenie mojego ojca, które jako dziecko było świadkiem lądowania na Księżycu, myślało, że zaraz będą kolejne wielkie rzeczy, a jednak kolejnego lądowania nigdzie indziej nie było. Obecnie w kwestii lądowania na Marsie mam wrażenie, że czy za 10 lat, czy za 20, ale jednak za naszego życia na tym Marsie będziemy i będzie się to rozwijało. Jestem po gigantycznym „researchu" przy przygotowaniu tej gry, naczytałem się bardzo dużo mądrych rzeczy, naoglądałem się różnych mądrych filmów i wygląda na to, że to już naprawdę jest w zasięgu ludzkości. To będą gigantyczne zmiany w całej naszej cywilizacji, bo to będzie zupełnie inna percepcja tego, co ludzkość potrafi osiągnąć. Jestem bardzo tego ciekaw. Dla mnie jest to też świetna szansa, żeby zaproponować interesującą grę w atrakcyjnym temacie. Bo to jest temat atrakcyjny dla ludzi. Natomiast prywatnie jestem, tak jak wszyscy inni, zainteresowany i uważam, że jest to kwestia 10–20 lat i ludzie staną na Marsie.

KC: Na koniec pytanie, jakie ma Pan hobby?

IT: Jestem wielkim fanem fantastyki, we wszelkich jej przejawach czy to filmów, czy komiksów, czy książek. Ja jestem takim klasycznym, znanym z różnych seriali lub komiksów, „geekiem", który w liceum zaczytywał się w książkach *science fiction*, w książkach Lema, Asimova czy innych autorów. Tym *science fiction* i tą fantastyką nasiąknąłem jako dziecko. Teraz udaje mi się łączyć tę właśnie pasję do fantastyki z życiem zawodowym, czyli tworzę gry fantastyczne i z tego się utrzymuję. Życie mi się potoczyło w sposób nieprawdopodobnie fantastyczny. Moja pasja do fantastyki to jedno, a drugie to pasja do sportu i piłki nożnej. Piłka nożna jest dla mnie odskocznią od książek i gier planszowych. Po prostu czasem pobiegać z przyjaciółmi, zmęczyć się, to jest także dla mnie wielka frajda. Jestem gigantycznym fanem piłki nożnej. Piłki nożnej nie w wydaniu kibolskim, bo to wydanie bardzo mnie smuci, natomiast w wydaniu takim, że gram w piłkę nożną z przyjaciółmi, regularnie oglądam mecze czy to reprezentacji, czy to ulubionych klubów piłkarskich. I to mnie pasjonuje.

Aplikacja mobilna

Grze Pierwsi Marsjanie towarzyszy aplikacja mobilna, stanowiąc nieodłączny element rozgrywki. To jedna z trzech pierwszych gier planszowych na świecie wydanych w takiej kombinacji.

PORTAL GAMES PREZENTUJE:
WALKA O PRZEŻYCIE PRZENIOSŁA SIĘ W KOSMOS

GRA AUTORSTWA **IGNACEGO TRZEWICZKA**

PIERWSI MARSJANIE

PRZYGODY NA CZERWONEJ PLANECIE

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Księżyc w fotografii astropejzażowej

Księżyc zmorą astrofotografa

Astrofotografia większości z nas kojarzy się z fotografowaniem ciemnego nocnego nieba. Te wszystkie gwiazdy, mgławice czy inne gromady wymagają dobrych warunków do fotografowania. Im ciemniejsze niebo, im mniejsze zanieczyszczenie światłem, tym lepsze zdjęcia możemy zrobić. Jest jeszcze jedna oczywistość, o której nie sposób wspomnieć. Księżyc, bo to o nim mowa, potrafi bardzo skutecznie utrudniać klasyczną astrofotografię. W zależności od fazy, w jakiej możemy go obserwować na niebie, może lekko przeszkadzać lub nawet całkowicie uniemożliwić zrobienie niektórych zdjęć. Gdy świeci w pełni, możemy raczej zapomnieć o fotografowaniu subtelnych detali nocnego nieba. A co w takiej sytuacji robi astropejzażysta? Ano, zaciera ręce i cieszy się na samą myśl o fotografowaniu w nocy.

Księżyc przyjacielem astropejzażysty

Księżyc, który zazwyczaj przeszkadza w klasycznej astrofotografii, jest w astrokrajobrazie tym czym Słońce dla pejzażysty. Fotografia to światło, a Księżyc jest podstawowym źródłem światła dla nocnego pejzażysty. Każdy fotograf lubujący się w zdjęciach krajobrazowych doskonale wie, jak ważna jest pora dnia, w której się fotografuje. Nie bez powodu większość zdjęć pejzażowych powstaje o poranku lub w okolicach zachodu Słońca. To właśnie wtedy światło jest najkorzystniejsze, najbardziej plastyczne, pięknie podkreślające walory fotografowanej sceny. I taka sama zasada obowiązuje w fotografii astropejzażowej. W nocy też powinniśmy zwracać uwagę na to, jak przez Księżyc jest oświetlony krajobraz.

Śledzimy fazy Księżyca

Noc nocy nierówna. Nie każda noc jest ciemna. Na co dzień trudno jest nam to zauważyć, gdyż żyjemy w świecie, w którym za wszelką cenę staramy się te noce rozświetlić. Miasta pełne są latarni i całej masy sztucznego oświetlenia. Przez to nie dostrzegamy, jak mocnym źródłem światła potrafi być Księżyc. Z dala od miejskiego oświetlenia różnica pomiędzy bezksiężycową nocą a tą, gdy Księżyc świeci w pełni, jest ogromna. W pierwszym przypadku ciężko jest się poruszać bez latarki, natomiast podczas pełni nie tylko obejdziemy się bez latarki, co więcej, po adaptacji oczu do ciemności będziemy widzieć całą masę szczegółów i czuli się prawie jak w dzień. I to właśnie dlatego warto śledzić fazy Księżyca. Jest to podstawowa wiedza potrzebna każdemu, kto myśli o robieniu zdjęć nocnych.

Wykorzystanie zachodzącego Księżyca do rozświetlania pejzażu

Księżyc wybiera kadry

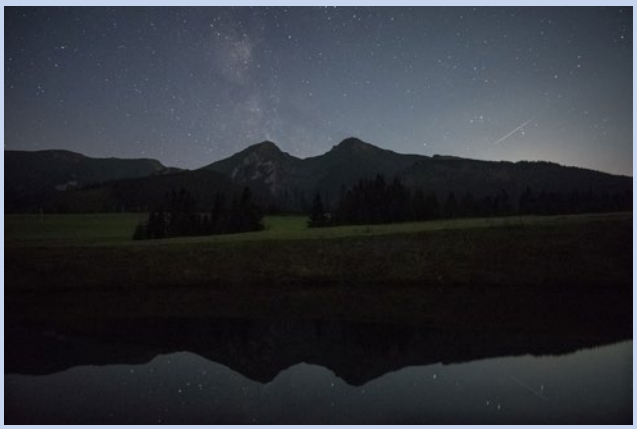
Planując nocny plener, sprawdźmy nie tylko, w jakiej fazie aktualnie znajduje się Księżyc, ale też o której godzinie wschodzi i zachodzi, oraz w której części nieba będzie widoczny. Dopiero mając te informacje, planujmy, co i gdzie będziemy fotografować. Inaczej może nas spotkać w plenerze duże rozczarowanie. To właśnie Księżyc decyduje pośrednio za nas, czy sfotografujemy Drogę Mleczną lub czy uda nam się pokazać na zdjęciu z gwiazdami jakiś ciekawy fragment krajobrazu na pierwszym planie.

Przy mocnym świetle Księżyca możemy zapomnieć o wykonaniu zapierającego dech w piersiach zdjęcia naszej Galaktyki. Niebo będzie zbyt jasne, by nam się to udało. Możemy za to bardzo ładnie naświetlić pierwszy plan na naszych zdjęciach. Jeśli mamy starszy aparat, który gorzej radzi sobie na wyższych czułościach, to zdecydowanie korzystniejsze będzie fotografowanie w okolicach pełni, gdy światła jest naprawdę sporo i nie trzeba mocno forsować matrycy naszego aparatu. Przy świetle Księżyca bardzo ładnie wychodzą zdjęcia typu startrails, pokazujące ruch gwiazd na niebie.

Gdy Księżyc jest pod horyzontem, dużo łatwiej będzie nam fotografować poza Drogą Mleczną również zorzę po-

Księżyc za górami

Księżyc nad horyzontem



Księżyc na horyzoncie

Księżyc nad horyzontem zoncie

Księżyc pod horyzontem

Brak Księżyca na niebie

larną, komety oraz wszystkie inne subtelne obiekty. Z kolei bez Księżyca na niebie bardzo trudno jest dobrze naświetlić pierwszy plan. Dlatego w okolicach nowiu szukajmy kadrów o charakterze konturowym, które niekoniecznie muszą być dobrze naświetlone i są atrakcyjne nawet mocno niedoświetlone. Rozglądajmy się za miejscami, które są chociaż w niewielkim stopniu oświetlone przez jakieś, choćby niewielkie, źródło światła. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, abyśmy sami pobawili się w malowanie światłem i spróbowali doświetlić fotografowany pierwszy plan.

Pierwsza kwadra

Jak widać, sporo zależy od tego, przy jakiej fazie Księżyca będziemy fotografować. Pomyślmy o tym następnym razem, wybierając się na nocny plener. Dobrym ćwiczeniem, pokazującym jak wiele zależy od naszego naturalnego satelity, jest odwiedzenie tego samego miejsca przy różnych fazach. Gorąco zachęcam do takiej próby, aby samemu przekonać się o tym, jak mocno Księżyc potrafi wpływać na nasze zdjęcia. Jeśli nie mamy tyle samozaparcia lub nie możemy poświęcić tyle czasu, to polecam plener w okresie, kiedy Księżyc jest w pierwszej kwadrze. Jest on wtedy oświetlony mniej więcej w połowie, swoim kształtem przypominając literę D. Tym samym zapewnia całkiem sporo światła. Jednak nie to jest najważniejsze. Największa zaleta tej fazy Księżyca to godzina, o której srebrny glob chowa się pod horyzontem. W tej fazie następuje to w środku nocy, dając tym samym możliwość fotografowania w zupełnie różnych warunkach oświetleniowych. I własnie przez to pierwsza kwadra jest moją ulubioną fazą Księżyca.

Piotr Potępa

Burze śnieżne na Marsie

Po zachodzie Słońca powierzchnia Czerwonej Planety zmienia się nie do poznania. Najnowsze badania przeprowadzone przez naukowców pokazują zmiany, jakie zachodzą po zmroku w atmosferze Marsa. Informacje uzyskane z tych badań mogą mieć znaczący wpływ nie tylko na kolejną misję marsjańską, ale także na możliwą w przyszłości kolonizację tej planety.

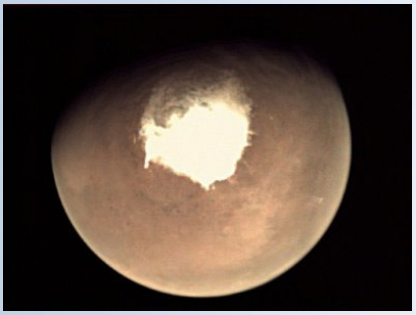
Wyniki badań opublikowanych 21 sierpnia w czasopiśmie *Nature Geoscience* wykazały, że na Marsie występują burze śnieżne. Naukowcy już wcześniej wiedzieli o istnieniu śniegu na powierzchni Czerwonej Planety, zwłaszcza w pokrywach lodowych znajdujących się na biegunach, oraz z danych otrzymanych w 2008 r. z lądownika NASA Phoenix. Nikt jednak dotąd nie przypuszczał, jak silne mogą być burze śnieżne na Marsie.

W ostatnich badaniach naukowcy zrezygnowali z analizy jedynie pojedynczego modelu przewidywania marsjańskiej pogody i zamiast tego połączyli 3 różne metody, dzięki którym byli w stanie przeprowadzić jednocześnie symulację klimatu planety, turbulencje powietrza w atmosferze oraz określić panujące warunki pogodowe.

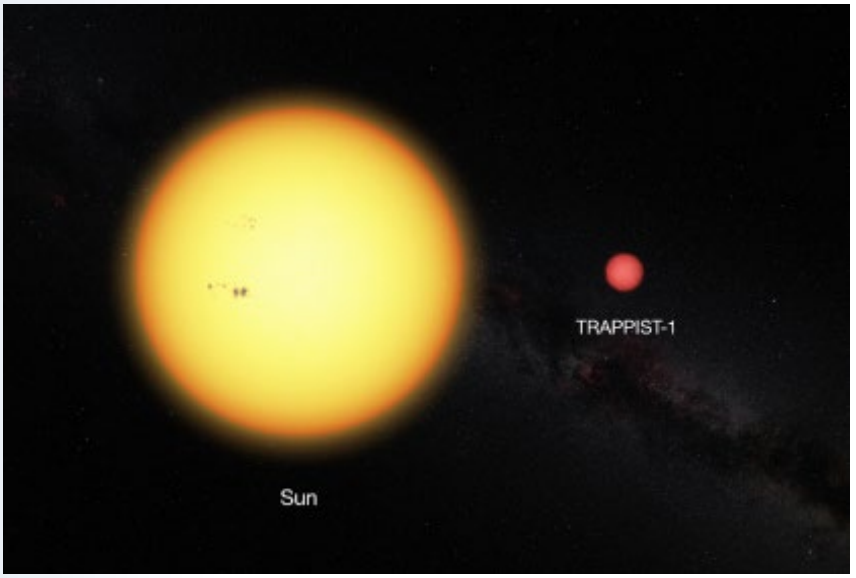
Od dawna było wiadomo, że na Czerwonej Planecie są chmury, jednak do tej pory nikt nie przypuszczał, że mogą być one tak istotne dla marsjańskiej pogody na większą skalę. Dzięki połączeniu 3 modeli naukowcy mogli zbadać, w jaki sposób zmienia się ich zachowanie w dzień i w nocy. Okazało się, że podczas dnia chmury absorbują światło słoneczne, przez co, mając wyższą temperaturę, utrzymują stabilną atmosferę, a po zmroku ich temperatura spada o około 4 °C na godzinę.

Wtedy gorące powietrze wznosi się znad powierzchni planety i miesza z chłodniejszymi masami powietrza opadającymi z chmur, powodując powstanie podobnych do śniegu cząstek oraz wiatru wiejącego z prędkością nawet do 10 m/s. Symulacje również wykazały, że w atmosferze Marsa, wewnątrz jego chmur polarnych, wznosi się para wodna. Jednak nie jest do końca pewne czy zostaje ona w chmurach czy też wznosi się na tyle wysoko, że ucieka w przestrzeń kosmiczną. Według naukowców ten proces może stanowić wyjaśnienie, w jaki sposób Mars stracił swoją wodę.

Agata Musiuk



Zdjęcie Marsa zrobione podczas misji Mars Explorer w 2016 r. Źródło: ESA



Porównanie wielkości Słońca z gwiazdą TRAPPIST-1. Źródło: ESA

TRAPPIST-1 starszy od Układu Słonecznego

Jednym z najważniejszych czynników mających wpływ na szanse powstania życia poza naszym Układem Słonecznym jest wiek gwiazdy danego systemu. Młode gwiazdy często wysyłają strumienie silnego promieniowania, nazywane rozbłyskami, które mogą docierać do powierzchni planet w ich układzie, a jeśli one są również młode, mogą mieć dodatkowo niestabilne orbity. Z drugiej strony, planety orbitujące starsze gwiazdy przetrwały już ich burzliwą młodość, ale były również narażone na ich niszczące promieniowanie przez długi czas.

Obecnie jednym z najbardziej intrygujących układów jest TRAPPIST-1, układ z 7 planetami wielkości Ziemi krążącymi wokół bardzo chłodnego czerwonego karła w odległości około 40 lat św. od Ziemi. W najnowszych badaniach naukowcy z NASA Jet Propulsion Laboratory oszacowali jego wiek na 5,4–9,8 mld lat. Jeśli TRAPPIST-1 znajduje się w górnej granicy tego przedziału, może być nawet dwa razy starszy od Układu Słonecznego, który powstał 4,5 mld temu.

W momencie odkrycia, naukowcy uważali, że TRAPPIST-1 musi mieć przynajmniej 500 mln lat. Przy swoich niewielkich rozmiarach (jest nieco większy od Jowisza) i masie (8% masy Słońca) to najkrótszy okres, który zajmuje gwiazdom o niskich masach, takim jak TRAPPIST-1, zmniejszenie się do swoich minimalnych rozmiarów. Jednak górna granica wieku tego układu aż do teraz pozostawała zagadką.

Nie jest do końca jasne, co tak „zaawansowany" wiek gwiazdy oznacza dla planet TRAPPIST-1. Z jednej strony starsze gwiazdy są dużo spokojniejsze niż młodsze, więc planety nie ucierpiałyby znacznie z powodu częstych rozbłysków. Z drugiej natomiast, planety orbitujące tak blisko swojej gwiazdy byłyby narażone na jej silne promieniowanie przez miliardy lat, co mogłoby odrzeć je z atmosfery i sprawić, że straciły duże ilości wody z powierzchni. Przykładem tego typu efektu z naszego Układu jest Mars, który w przeszłości prawdopodobnie posiadał wodę na powierzchni, ale utracił jej większą część oraz swoją atmosferę na skutek silnego promieniowania słonecznego na przestrzeni miliardów lat.

Niemniej jednak, starsze gwiazdy wcale nie muszą powodować utraty atmosfery. Jako że planety wokół TRAPPIST-1 mają mniejsze gęstości niż Ziemia, istnieje możliwość, że duże zasoby lotnych cząsteczek, takich jak H_2O, mogły utworzyć grubą atmosferę, która osłoniłaby powierzchnię planety przed promieniowaniem gwiazdy. Jednak gdy taka sytuacja staje się ekstremalna, może dojść do powstania efektu cieplarnianego, przy którym atmosfera staje się tak gruba, że powierzchnia planety przegrzewa się, tak jak miało to miejsce na Wenus.

Szczęśliwie dla planet z TRAPPIST-1, ich gwiazda, tak jak inne gwiazdy o niskiej masie, będzie miała relatywnie stałą temperaturę i jasność przez tryliony lat. Jej przewidywana długość życia jest o wiele dłuższa niż aktualny wiek Wszechświata — 13,7 mld lat.

Agata Musiuk

Pierwszy „obraz" zaćmienia Słońca?

W sieci mamy dziś wiele zdjęć ukazujących zaćmienia Słońca i Księżyca. Jednak ten „obraz" jest pod wieloma względami absolutnie wyjątkowy!

Od jak dawna ludzie interesują się zaćmieniami i w jakim stopniu je niegdyś rozumieli? Profesor J. McKim „Kim" Malville z Uniwersytetu Colorado Boulder uważa, że jedno z dawnych zaćmień Słońca może być uwiecznione na prastarym symbolu naskalnym znalezionym przez archeologów w kanionie Chaco w Nowym Meksyku.

Ten petroglif, czyli swego rodzaju obraz wyrzeźbiony w wielkim kamieniu o nazwie Piedra del Sol, przedstawia kółko i wychodzące z niego długie i zapętlające się linie, które w dużym stopniu kojarzą się nam ze współczesnym obrazem korony słonecznej. Odkryto go podczas... szkolnej wycieczki. Zdaniem profesora Malville może on prezentować całkowite zaćmienie Słońca z 11 lipca 1097 r.

Struktury podobne do tych dostrzegalnych na petroglifie można także odnaleźć w datowanej na 1860 r. rycinie jednego z niemieckich astronomów, przedstawiającej całkowite zaćmienie naszej gwiazdy mające miejsce podczas okresu wzmożonej aktywności słonecznej. Widzimy tam niemal te same promienie i pętle co na naskalnym rysunku z kanionu Chaco. Profesor Malville w swych badaniach petroglifu współpracował m. in. z José Vaquero z Uniwersytetu Extremadura w hiszpańskim Cáceres. Naukowcy chcieli sprawdzić jego możliwe powiązania z zaćmieniem z roku 1097. Wysunęli hipotezę, że narysowany na skale obraz korony może nawet ukazywać ogromne koronalne wyrzuty masy (CME), które mogły mieć miejsce w tym czasie.

Jak to jednak sprawdzić? Brano pod uwagę trzy różne źródła danych i zarazem metody. Pierwszą z nich jest analiza słojów drzew rosnących około tysiąc lat temu pod kątem zawartości izotopu węgla C14, która jest zależna od aktualnego poziomu aktywności słonecznej w danym okresie ich wegetacji. Im mniej znajduje się w nich C14, tym więcej było wówczas plam słonecznych, a więc tym większa aktywność Słońca. Drugą wykorzystaną techniką były optyczne zliczenia plam słonecznych z danego czasu, a trzecią — analogiczne badania rozkładu zórz polarnych na półkuli północnej, które także są wyznacznikiem wysokiej aktywności słonecznej. Wnioski z badań opisano w *Journal of Mediterranean Archaeology*. Wynika z nich, że zaćmienie z 1097 r. faktycznie powinno mieć miejsce w okresie maksimum cyklu 11-letniego.

Skała Piedra del Sol ma na sobie jeszcze jeden ciekawy z astronomicznego punktu widzenia, bardziej już spiralny rysunek. Malville sądzi, że może on obrazować sekwencję wschodów Słońca, począwszy od około 15 dni poprzedzających czerwcowe przesilenie letnie na półkuli północnej. Spekuluje się również, że dwa inne petroglify znalezione na skałach kanionu Chaco przedstawiają... supernową z 1054 r. naszej ery oraz kometę, która może być nawet słynną kometą Halleya. Trudno jednak powiedzieć, jak było naprawdę i co dokładnie mieli na myśli twórcy tych pradawnych dzieł sztuki, gdyż nie mamy dziś żadnej związanej z nimi dokumentacji...

Elżbieta Kuligowska

Źródło: University of Colorado

Zdjęcie: Petroglif znaleziony w kanionie Chaco przedstawia okrąg z charakterystycznymi pętlami wokół jego krawędzi. Czy to jednak naprawdę korona słoneczna obserwowana w czasie całkowitego zaćmienia Słońca?

Czy wykryto egzoksiężyc?

W serwisie arXiv.org pojawił się artykuł, w którym naukowcy sugerują, iż udało im się wykryć egzoksiężyc, czyli księżyc w innym układzie planetarnym. Na październik są szykowane obserwacje sprawdzające przy pomocy Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. Potencjalny egzoksiężyc nosi oznaczenie Kepler-1625b I.

Doniesienia o detekcji egzoksiężyców już się pojawiały, ale ciągle brak ich ostatecznego potwierdzenia. Dla przykładu, w 2014 r. agencja kosmiczna NASA informowała o egzoksiężycu wykrytym dzięki zjawiskom mikrosoczewkowania grawitacyjnego MOA-2011-BLG-262. Nowym potencjalnym egzoksiężycem może być Kepler-1625b I.

Temat księżyców krążących wokół planet w innych układach planetarnych to jedno z wyzwań współczesnej astronomii. W Układzie Słonecznym znamy wiele księżyców, więc czemu nie miałoby ich być także w innych systemach planetarnych? Najnowsze badania przeprowadzili Alex Teachey i David M. Kipping z Columbia University w Nowym Jorku i miłośnik astronomii Allan R. Schmitt.

W swoich analizach naukowcy skupili się na danych obserwacyjnych dotyczących 284 planet, pochodzących z teleskopu Keplera. Badana grupa obiektów to planety o masach od Ziemi do Jowisza, krążące w odległościach wokół swojej gwiazdy od 0,1 au do 1 au, czyli nie dalej niż Ziemia wokół Słońca. W opublikowanej pracy naukowcy wskazują, że górny limit dla populacji egzoksiężyców wokół takich planet okazuje się dość mały. Mimo tego udało im się wykryć jeden potencjalny przypadek egzoksiężyca — w przypadku układu Kepler-1625.

W tym systemie znajduje się planeta Kepler-1625b, która ma przypuszczalnie średnicę Jowisza i masę dziesięć razy większą. Wokół niej może krążyć księżyc o dość nietypowych parametrach. Może on mieć bowiem wielkość Neptuna! Tak dużych księżyców jak na razie teoria nie przewiduje, ale badacze nie wykluczają takiej możliwości. Zaznaczają, że na przykład „gorące jowisze" też najpierw wykryto obserwacyjnie, a teoria nie przewidywała wcześniej ich istnienia. Według obliczeń autorów orbita możliwego księżyca musi być na tyle stabilna, że w okresie 5 mld lat nie powinien on ani spaść na planetę, ani od niej uciec.

Artykuł nie ukazał jeszcze w żadnym recenzowanym czasopiśmie astronomicznym, jest to jak na razie wstępna publikacji w arXiv.org. Pozostaje nam poczekać na zapowiadane obserwacje przy pomocy Kosmicznego Teleskopu Hubble'a, które mają zweryfikować hipotezę o księżycu Kepler-1625b I.

Krzysztof Czart

Źródło: arXiv.org

Podstawy nauki o meteorytach

Niniejszy tekst powstał w oparciu o „Handbook for Meteor Observers", podręcznik wydany w 2008 r. przez International Meteor Organization, będący dość aktualnym i przystępnym wprowadzeniem w świat współczesnej nauki o meteorach. Tym razem kilka słów o bolidach.

Od czasów starożytnych aż do XIX w. terminem „meteor" określano wszelkie zjawiska atmosferyczne, takie jak błyskawice, zorze polarne, opady deszczu, gradu czy śniegu. (W języku polskim w specjalistycznej terminologii takie znaczenie słowa meteor jest po dziś dzień aktualne). Dawniej często uważano, że widoczne na niebie meteory powiązane są w jakiś sposób z aktywnością wulkaniczną czy silnymi wiatrami. Sądzono, że powstają wskutek zapłonu gazów krążących gdzieś wysoko w atmosferze. Tego typu pogląd przetrwał aż do XIX w., mimo że już dużo wcześniej niektórzy naukowcy sugerowali kosmiczne pochodzenie bolidów i meteorów.

Pierwszym badaczem próbującym obliczyć trajektorię bolidu był Schickard (1624), który podjął się zbadania natury zjawiska obserwowanego 17 listopada 1623 r. nad Niemcami. Wyniki Schickarda były jednak na tyle nieprecyzyjne, że nie pozwalały w bezsporny sposób określić pochodzenia bolidu. Podobne obliczenia przeprowadził w 1676 r. Montanari, próbując określić trajektorię bolidu obserwowanego 21 maja 1676 r. nad Adriatykiem. Stwierdził on, że obserwowany obiekt z dużym prawdopodobieństwem nie pochodził z Ziemi. W 1686 r. Edmund Halley określił wysokość ziemskiej atmosfery na 72 km a w kilka lat później wysunął hipotezę o pozaziemskim pochodzeniu meteorów.

Wieczorem 19 marca 1719 r. nad Anglią pojawił się wielki bolid. Na podstawie zebranych danych z przelotu Halley wyznaczył wysokość tego bolidu na 119 km a prędkość na 8 km/s. Ten sam bolid był źródłem silnych efektów dźwiękowych, co przy wyznaczonej wysokości wydawało się być trudne do wytłumaczenia. Pierwszym badaczem, który w nieco bardziej systematyczny sposób podchodził do badań meteorów, był Ernst Chladni uważany za ojca meteorytyki. W 1794 r. Chladni przedstawił spójną teorię dotyczącą kosmicznego pochodzenia znajdowanych meteorytów i związanych z nimi bolidów. Teoria ta nie znalazła jednak szerszego uznania. Nawet słynny Alexander von Humboldt, obserwujący wielki deszcz Leonidów z 1799 r. był przeciwnikiem pozaziemskiego pochodzenia bolidów, o czym pisał jeszcze w 1845 r. w swojej pracy pt. „Kosmos". Dochodzenie do prawdy odbywało się metodą małych kroków. Jednym z nich była jednoczesna obserwacja tego samego meteoru z dwóch różnych miejsc przez niemieckich studentów o nazwiskach Brandes i Benzenberg w roku 1798. Jesienią tegoż roku wspomniani studenci zorganizowali nawet planowe obserwacje, na podstawie których byli w stanie określić trajektorie 22 meteorów, potwierdzając jednocześnie ich pozaziemskie pochodzenie.

Wielki deszcz meteorów z 1799 r. nie wzbudził niestety większego zainteresowania tymi zjawiskami. Nie podjęto systematycznych badań na większą skalę. Nie potraktowano też poważnie pierwszych prawidłowych wyników. W pierwszych latach XIX w. meteory traktowano prawie tak samo jak w czasach Galileusza. Przełom przyszedł nagle, jak grom z jasnego nieba. 26 kwietnia 1803 r. w pobliżu miejscowości L'Aigle z nieba dosłownie posypały się kamienie, a wszystko to stało się na oczach licznie zgromadzonych świadków. Wydarzenie to w poważny sposób wpłynęło na poglądy ówczesnych uczonych. Na rozpoczęcie pierwszych poważniejszych badań trzeba było poczekać kolejne 21 lat. Pod wodzą Adolphe Queteleta wznowiono wizualne bazowe obserwacje meteorów, których to efektem było opublikowanie katalogu meteorów w 1841 r. 13 listopada 1833 r. ogromny deszcz Leonidów przykuwa po raz kolejny uwagę, a w pięć lat później zostaje zauważone istnienie roju Perseidów. Coraz więcej faktów świadczy o pozaziemskim pochodzeniu meteorów, tym niemniej jeszcze około 1863 r. takie pochodzenie było tu i ówdzie podawane w wątpliwość. Wkrótce wysunięto tezę, że deszcz Leonidów był spowodowany przez drobne ciała krążące wokół Słońca i przewidziano kolejny powrót roju na 1866 r. co okazało się być prawdą. Podczas powrotu Leonidów obserwowano ślady pozostawiane przez jasne meteory, co pozwoliło wyciągać pewne wnioski na temat wiatrów wiejących w górnej atmosferze.

Przypatrywano się też barwom meteorów, snując przypuszczenia na temat składu chemicznego meteoroidów. Przeprowadzono też pierwsze obserwacje spektroskopowe, obserwując pojawiające się meteory wizualnie, wprost przez pryzmaty. Pomimo oczywistych trudności związanych z prowadzeniem obserwacji metodami wizualnymi, w drugiej połowie XIX w. zebrano dość dużo wartościowych danych. W tym czasie pojawiają się też pierwsi miłośnicy astronomii obserwujący meteory.

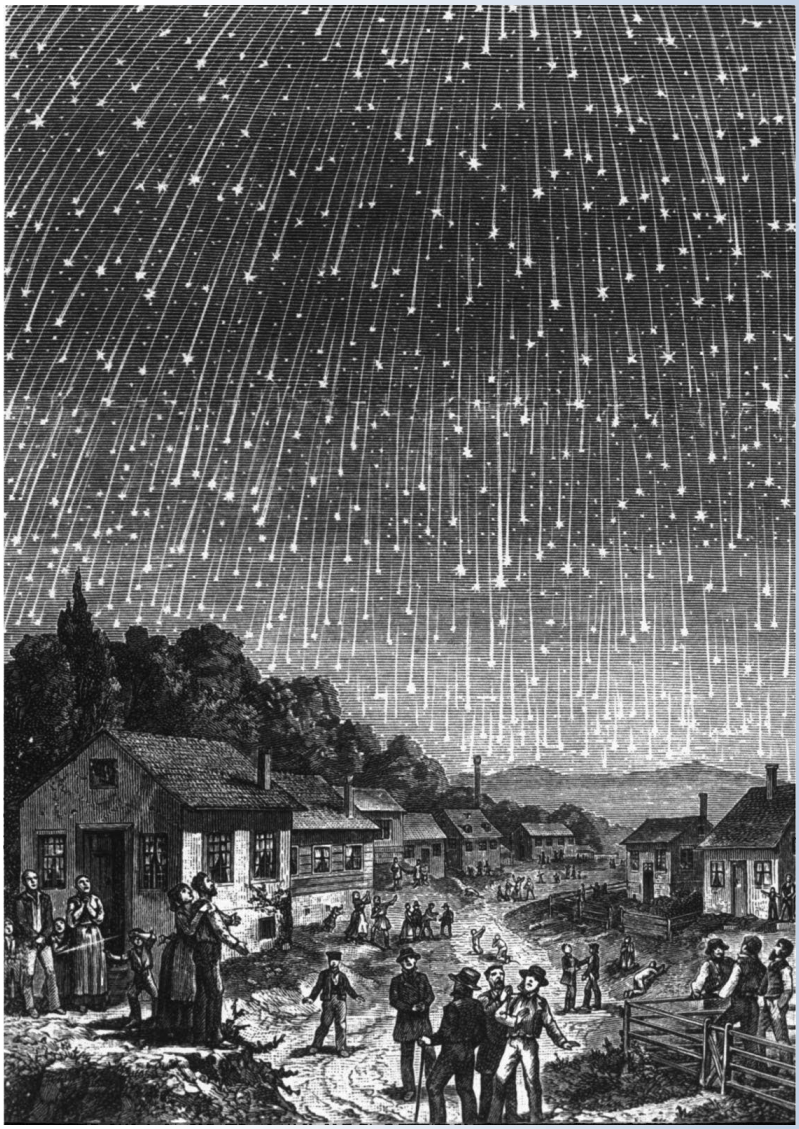
W 1861 r. Kirkwood wysunął tezę, że meteoroidy są drobnymi pozostałościami komet, które uległy rozpadowi. W 1867 r. Peters, Schiaparelli i Oppolzer niezależnie zauważyli podobieństwo orbity komety 55P/Tempel-Tuttle (1866 I) i orbity Leonidów. Schiaparelli poszedł nawet dalej i podobne wnioski wysunął dla Perseidów i komety 109P/Swift-Tuttle (1862 III).

Drobny fragment meteorytu L'Aigle z zachowaną skorupką obtopieniową (pokazany odcinek to 1 cm, okaz z kolekcji Jacka Drążkowskiego)

Systematyczne obserwacje meteorów

Systematyczne obserwacje meteorów prowadzone były przez miłośników astronomii już w XIX w. Zainteresowanie meteorami było szczególnie żywe w Wielkiej Brytanii, we Włoszech i w Niemczech. Na koniec XIX i początek XX w. przypada działalność niewątpliwie najsłynniejszego badacza meteorów owych czasów, Williama Fredericka Denninga (1848–1931), wybitnego obserwatora wizualnego i miłośnika astronomii. Pierwsze obserwacje Denninga datuje się na 1860 r. Dzięki niemu ilość znanych rojów meteorowych szybko wzrosła. W swoich obserwacjach pominął jednak istnienie tła aktywności sporadycznej meteorów, przez co oprócz odkrycia rzeczywistych rojów na listę dostało się też wiele nieprawidłowych radiantów klasyfikowanych na podstawie przypadkowego pojawienia się niezwiązanych ze sobą meteorów w jednym rejonie nieba. Denning był przekonany, że każdej nocy może być aktywnych nawet 50 różnych rojów meteorowych. Wizualnie taka ilość rojów da się zaobserwować nie w ciągu nocy, ale roku i wymaga to dużego doświadczenia obserwacyjnego. Z punktu widzenia współczesnych badań z wykorzystaniem dokładnych technik instrumentalnych oraz gromadzenia olbrzymich ilości danych o trajektoriach z wielu lat twierdzenie Denninga staje jednak prawdziwe, choć niemożliwe dla pierwotnego autora do naukowego potwierdzenia. Innym błędnym konceptem Denninga było uznawanie niezmienności położenia radiantów rojów meteorowych (jak dziś wiemy, przesuwają się one z nocy na noc, co jest odbiciem ruchu naszej planety względem strumienia meteoroidów). Pomimo pewnych błędów dorobek Williama Denninga był przełomowy, a historia obserwacji większości współcześnie znanych rojów zaczyna się właśnie od obserwacji przeprowadzanych przez tego badacza. Poświęcił on ponad 65 lat swojego życia na badania nad meteorami, opublikował setki prac w tej dziedzinie, a pod koniec życia został uhonorowany tytułem magistra honoris causa uniwersytetu w Bristolu.

Zainteresowania Denninga koncentrowały się wokół odkrywania nowych rojów meteorowych. Znacznie mniej uwagi przywiązywał on (i jemu współcześni) do określania poziomu aktywności rojów. Dość powiedzieć że w XIX w. nie powstał żaden w pełni użyteczny opis aktywności który można by jednoznacznie odnieść do współczesnego pojęcia zenitalnej liczby godzinnej (ZHR, ustandaryzowany sposób podawania aktywności roju, przy założeniu, że radiant znajduje się w zenicie, a każdy obserwator ma takie same warunki obserwacji, wyrażone w granicznej widoczności najsłabszych gwiazd wynoszących 6,2 mag). Wbrew pozorom nasza wiedza o profilach aktywności rojów nie sięga tak daleko wstecz, jak mogłoby się to wydawać. Czytając dziewiętnastowieczne opisy aktywności rojów, można dostrzec wiele sprzeczności. Różni autorzy opisują te same zjawiska w różny sposób, bardzo subiektywnie i w sposób, który uniemożliwia wyciąganie wartościowych wniosków.



Wielki deszcz Leonidów z 1833 r.

Z meteoroidami wiązały się w owym czasie dość osobliwe hipotezy. W 1890 r. Lockyer wysunął tezę, że głównym źródłem energii słonecznej jest ciągły dopływ wielkich ilości meteoroidów, które, docierając do Słońca, podtrzymywały jego świecenie przez tak długi czas. Co więcej, w ten sam sposób można było wytłumaczyć istnienie gwiazd zmiennych, tłumacząc zmiany blasku zmianami w ilości materii docierającej na powierzchnie takich gwiazd.

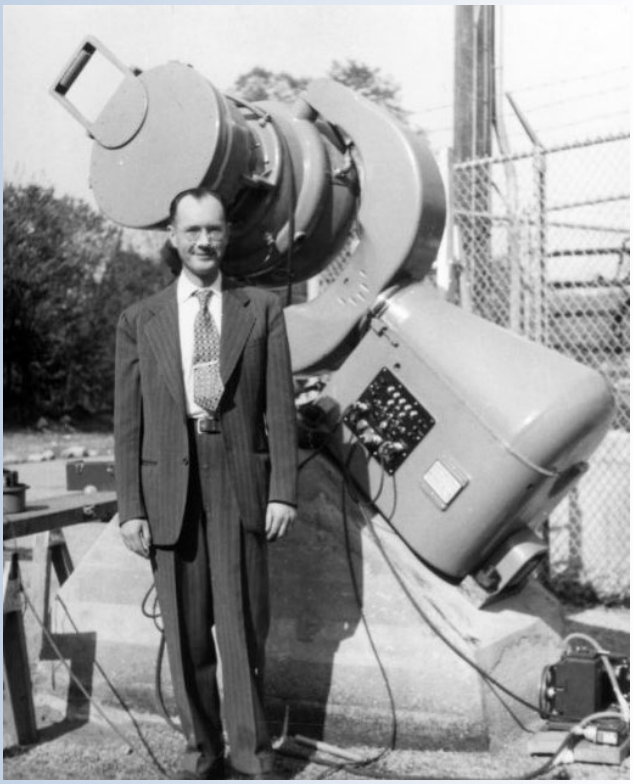
Pierwsze obserwacje fotograficzne i radarowe

Po raz pierwszy sfotografowano meteor w roku 1885 podczas wybuchu aktywności Andromedydów. Pierwsze zdjęcie wykonał Czech, Ladislaus Weinek. Po roku 1894 podjęto pierwsze systematyczne obserwacje fotograficzne, a już w 1898 r. w obserwatorium harwardzkim William Lewis Elkin zastosował dobrze nam dziś znany rotujący shutter. Fotografowanie w owych czasach było bardzo drogie i nieefektywne, zarówno materiały światłoczułe, jak i optyka były bardzo niedoskonałe. Pierwsze widmo meteorowe uchwycono przypadkiem w 1897 r. podczas obserwacji spektroskopowych gwiazd do katalogu Drapera. Do roku 1932, kiedy to Peter Millman rozpoczął swój program spektroskopowy, znane było tylko 8 widm meteorów natomiast szerszy rozwój spek-

troskopii meteorowej nastąpił dopiero po II wojnie światowej.

W 1929 r. narodziła się nowa technika obserwacji. Japońscy uczeni, badając odbicia fal radiowych od jonosfery, niespodziewanie zarejestrowali dodatkowe krótkotrwałe echa, które bardzo szybko powiązano z pojawiającymi się meteorami. W sposób planowy po raz pierwszy wykorzystano obserwacje radiowe podczas maksimum Leonidów w 1931 r. Podobnie jak w przypadku fotografii, tak i tu na szersze zastosowanie trzeba było zaczekać do zakończenia drugiej wojny światowej.

Okres międzywojenny przyniósł bardziej szczegółową debatę nad pochodzeniem meteoroidów. W ówczesnych bazach orbit figurowały zarówno meteory na orbitach eliptycznych, jak i wielka ilość meteorów na orbitach hiperbolicznych. Meteory pochodzące z orbit eliptycznych najwyraźniej pochodziły z naszego Układu Słonecznego, te na orbitach hiperbolicznych musiały jednak pochodzić z przestrzeni międzygwiezdnej. Wielki badacz meteorów Cuno Hoffmeister uważał, że aż 79% meteorów pochodzi spoza Układu Słonecznego. Podobnego zdania był Ernst Opik z obserwatorium w Armagh, który na dobre wprowadził pojęcie meteoroidu międzygwiezdnego. Aby dokonać weryfikacji tych oszacowań, zorganizowano w latach 1931–1933 ekspedycję harwardzką do Arizony. W arsenale urządzeń znajdowało się między innymi specjalne ruchome lustro zaprojektowane przez Opika, które, poruszając się w regularny sposób, powodowało powstawanie pofalowanego śladu meteoru na zdjęciu. Na podstawie takiego zdjęcia możliwe było zmierzenie prędkości kątowej, podobnie jak czyni się to w przypadku klasycznych shutterów. Niestety pomiar pofalowanych śladów okazał się być bardzo nieprecyzyjny, przez co aż 60% wyznaczonych orbit miało mimośród większy od 1. Dopiero po roku 1945 przeprowadzono prawidłowe obserwacje (aktualnie nie obserwuje się meteorów na realnie hiperbolicznych orbitach, występujące w tabelach przypadki zjawisk z mimośrodem większym niż 1 powiązane są z danymi o wątpliwej jakości).



Fred Whipple stojący obok kamery Baker Super-Schmidt, rok 1952. Kamera miała aperturę 31 cm, ogniskową 20 cm, numeryczną światłosiłę f/0.65 (rzeczywista wynosiła f/0.85). Zainstalowana w płaszczyźnie obrazowania specjalnie ukształtowana płyta fotograficzna pozwalała na uzyskanie prawidłowo naświetlonego, wolnego od winietowania pola widzenia o rozmiarze 55°

Organizacje miłośnicze

Organizacje miłośnicze działały prężnie przez cały XX w., poczynając od roku 1900 powstawały w różnych częściach świata. Już od 1890 r. prowadzone były obserwacje meteorów w ramach Sekcji Meteorowej Brytyjskiego Towarzystwa Astronomicznego. W 1911 r. założona została organizacja American Meteor Society (AMS), która działa prężnie po dzień dzisiejszy. Przed wojną dużym problemem był brak jakiejkolwiek szerszej koordynacji i wymiany informacji. Obserwacje prowadzono według różnych, nieporównywalnych wzajemnie metod. Podczas drugiej wojny światowej aktywność miłośnicza znacząco ucierpiała. Na frontach poległo wielu doświadczonych obserwatorów. W tych trudnych czasach tu i ówdzie prowadzono jednak regularne obserwacje, korzystając z ciemnego nieba miast, w których w obawie przed bombardowaniami wyłączano wszelkie oświetlenie

Badania meteorów po roku 1945

Po roku 1945 doszło do prawdziwej rewolucji w badaniach meteorów, a jej źródłem był znaczący rozwój technik obserwacyjnych (i techniki w ogóle). W 1950 r. do obserwacji zastosowano wielkie kamery Super-Schmidt pozwalające fotografować meteory do jasności +3,5 magnitudo (jest to zasięg bardzo wysoki, nawet biorąc pod uwagę współczesne standardy). Dzięki takim kamerom uzyskano setki precyzyjnych orbit meteorowych, zmniejszając przy tym drastycznie odsetek orbit hiperbolicznych.

Po wojnie duże roje meteorowe zbadane zostały dość szczegółowo. Poznano dokładnie ich orbity. przypatrzono się bliżej profilom aktywności. W przypadku wielu małych rojów, w których istnienie wierzyli obserwatorzy wizualni, nie udało się uzyskać pozytywnych wyników. Jednocześnie obserwacje fotograficzne pozwoliły odkryć kilka rojów, których istnienie nie było znane obserwatorom wizualnym. W ten sposób w latach 50. po raz pierwszy dostrzeżono słabsze strony obserwacji wykonywanych nieuzbrojonzm okiem. Przeceniano precyzję szkicowania meteorów na mapach, co więcej, dawna metodyka obserwacji zaniedbywała wiele istotnych spraw, takich jak określanie widoczności granicznej czy choćby rzetelny opis sposobu obserwacji. Wielu obserwatorów, słysząc o niewielkiej wartości naukowej swoich wieloletnich badań, porzuciło swoje dotychczasowe zajęcie.

Tymczasem w Europie i Ameryce Północnej powstały fotograficzne sieci bolidowe. Nastawione na rejestrację bardzo jasnych bolidów przy dużych polach widzenia pozwalały na obserwację zjawisk powiązanych z upadkami meteorytów. Bardzo duży postęp odnotowano w dziedzinie obserwacji radarowych. Dzięki tej technice określono radianty i orbity dla meteorów o jasności do +13,5 mag. Jednocześnie odkryto pierwszy dzienny rój meteorów (a w niedługim czasie kolejne.)

W latach 60. podjęto pierwsze obserwacje wideo (Spalding, 1963). Kamery telewizyjne, jakich wówczas używano, miały bardzo małą czułość i aby uzyskać jakiekolwiek rezultaty, montowano przed obiektywami wzmacniacze obrazu (mówiąc inaczej — noktowizory). Pierwsze kamery, które pozwalały na skuteczne obserwacje meteorów bez użycia wzmacniaczy, zaczęły pojawiać się dopiero w latach 90. XX w.

Przemysław Żołądek

Kosmos w zasięgu ręki

Nasze teleskopy, lornetki i mikroskopy przybliżają świat i ten całkiem bliski i ten odległy o lata świetlne. Delta Optical to bardzo szeroka oferta produktów, fachowa porada, a także korzystne ceny.

TELESKOP

Sky-Watcher Discovery

Przedstawiamy nowe teleskopy Sky-Watcher Star Discovery przeznaczone dla początkujących użytkowników, poszukujących nowoczesnego i ergonomicznego teleskopu w dobrej cenie. Stabilny, azymutalny montaż na stalowym, rozsuwanym statywie skrywa nowoczesny system **GO-TO SynScan**. Za pośrednictwem pilota znajdującego się w zestawie, umożliwia on namierzanie i śledzenie ponad **42.900 obiektów**! Głowica montażu zasilana jest z 8 baterii AA, dzięki którym teleskop może działać bezprzewodowo. Otwiera to wspaniałe możliwości obserwacji z dala od zabudowań, np. podczas wyprawy samochodowej pod ciemne, rozgwieżdżone niebo poza miasto. Jest to również idealna propozycja dla organizatorów pokazów nieba, popularyzatorów astronomii, nauczycieli.

Dostępne modele w serii Discovery:

- Refraktor achromatyczny 102/500 mm 2099 zł
- Reflektor paraboliczny Newtona 130/650 mm 1739 zł
- Reflektor paraboliczny Newtona 150/750 mm 1799 zł
- Maksutov-Cassegrain 127/1500 mm 2549 zł

LORNETKA

Delta Optical SkyGuide 15x70

Specjalistyczna, w pełni metalowa lornetka astronomiczna o bezkonkurencyjnie ostrym i jasnym obrazie. Powiększa aż 15-krotnie i daje możliwość oglądania pierścieni Saturna, księżyców Jowisza i wielu innych perełek nocnego nieba w stereo i w jakości HD.

TELESKOP

Sky-Watcher BK15075EQ3-2

Ten wspaniały teleskop astronomiczny pozwoli odkryć galaktyki, mgławice i poznać z bliska wszystkie planety Układy Słonecznego. Ten model daje duże możliwości rozbudowy i umożliwia podłączenie dowolnego aparatu fotograficznego w celu wykonywania zdjęć wielu ciał niebieskich.

Oferta specjalna na hasło „Urania2017". Promocja ważna do 31.10.2017.

DELTA® optical | bliżej pasji

www.deltaoptical.pl

blog: www.deltasky.pl ★ www.facebook.com/Delta.Optical.Polska

Centrala Delta Optical
Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786.05.20

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Deloitte House
(od H.Westin), T. 22 624.08.04

Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729.94.90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739.52.10

LXI Olimpiada Astronomiczna 2017/2018

INFORMACJE REGULAMINOWE

1. Olimpiada Astronomiczna jest organizowana dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych. Mogą w niej jednak także uczestniczyć rekomendowani uczniowie innych szkół (zgodnie z rozdz. II § 3 Regulaminu).

2. Zawody olimpiady są trójstopniowe. W zawodach I stopnia (szkolnych) każdy uczestnik rozwiązuje dwie serie zadań, w tym zadanie obserwacyjne.

3. W pierwszej serii zadań zawodów I stopnia należy nadesłać, do **16 października 2017 r.**, rozwiązania 2 zadań, dowolnie wybranych przez uczestnika, spośród zestawu zawierającego 3 zadania.

4. Uczniowie, którzy prześlą rozwiązania zadań pierwszej serii, otrzymają na adres prywatny tematy drugiej serii oraz przydzielony im osobisty kod uczestnika. Zadania drugiej serii będą również zamieszczone, od 18 października 2017 r., na stronie internetowej olimpiady astronomicznej: www.planetarium.edu.pl/oa.htm.

5. Rozwiązanie zadania obserwacyjnego należy przesłać wraz z rozwiązaniami zadań drugiej serii zawodów I stopnia, do **20 listopada 2017 r.** Nadesłanie rozwiązania zadania obserwacyjnego jest warunkiem koniecznym dalszego udziału w olimpiadzie.

6. W przypadku nadesłania rozwiązań większej liczby zadań, do klasyfikacji zaliczane będą rozwiązania ocenione najwyżej (dwa zadania z pierwszej serii, cztery z drugiej serii i jedno zadanie obserwacyjne).

7. Rozwiązania zadań zawodów I stopnia należy przesłać za pośrednictwem szkoły pod adresem: **KOMITET GŁÓWNY OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ, Planetarium Śląskie, 41-500 Chorzów, skr. poczt. 10**, w terminach podanych w p. 3 i 5. Decyduje data stempla pocztowego.

8. Rozwiązania zadań powinny być krótkie i zwięzłe, ale z wystarczającym uzasadnieniem. W przypadku polecenia samodzielnego wyszukania danych, należy podać ich źródło. Jako dane traktuje się również podręcznikowe stałe astronomiczne i fizyczne.

9. Rozwiązanie każdego zadania należy napisać na oddzielnym arkuszu papieru formatu A4. Każdy arkusz oraz wszelkie załączniki (mapki, wykresy, tabele itp.) należy podpisać imieniem i nazwiskiem.

Dodatkowo, do rozwiązań pierwszej serii zadań należy dołączyć wypełnioną ankietę uczestnika, dostępną na stronie internetowej olimpiady: www.planetarium.edu.pl/oa.htm.

10. Zawody II stopnia odbędą się **22 stycznia 2018 r.** Zawody III stopnia odbędą się w dniach **od 8 do 11 marca 2018 r.**

11. Powiadomienia o zakwalifikowaniu do zawodów kolejnych stopni otrzymają jedynie uczniowie awansujący.

12. O uprawnieniach w przyjmowaniu na wyższe uczelnie laureatów i finalistów olimpiady decydują senaty uczelni. Informacje na ten temat są umieszczane na ich stronach internetowych.

Pełny tekst Regulaminu Olimpiady zamieszczono na stronie internetowej: www.planetarium.edu.pl/oa.htm

* * *

ZALECANA LITERATURA:

Obowiązujące w szkołach podręczniki do przedmiotów ścisłych; H. Chrupała, M.T. Szczepański: *25 lat olimpiad astronomicznych;* H. Chrupała: *Zadania olimpiad astronomicznych XXVI–XXXV*; H. Chrupała, J.M. Kreiner, M.T. Szczepański: *Zadania z astronomii z rozwiązaniami*; J.M. Kreiner: *Astronomia z astrofizyką*; J.M. Kreiner: *Ziemia i Wszechświat – astronomia nie tylko dla geografów*; M. Królikowska–Sołtan, T. Kwast, A. Sołtan, M. Sroczyńska–Kożuchowska: *Słownik Szkolny – Astronomia*; W. Mizerski: *Tablice fizyczno-astronomiczne Wyd. Adamantan*; *Encyklopedia szkolna – Fizyka z astronomią,* praca zbiorowa; atlas nieba, obrotowa mapa nieba; czasopisma: *Urania – Postępy Astronomii, Astronomia, Delta, Fizyka w Szkole* oraz inne periodyki popularnonaukowe, poradniki i kalendarze astronomiczne dla obserwatorów nieba.

MINISTERSTWO EDUKACJI NARODOWEJ

PLANETARIUM ŚLĄSKIE

PIERWSZA SERIA ZADAŃ ZAWODÓW I STOPNIA

1. Jakie warunki powinny być spełnione, aby szerokość pasa całkowitego zaćmienia Słońca, mierzona po powierzchni Ziemi, była możliwie największa? Oszacuj maksymalną wartość szerokości tego pasa.

Potrzebne dane liczbowe wyszukaj samodzielnie.

2. W połowie 2017 roku, w czasopiśmie *Nature* opublikowano artykuł o odkryciu wyjątkowo gorącej planety KELT-9b, okrążającej gwiazdę o symbolu KELT-9 z okresem 1,48 doby ziemskiej. Temperaturę panującą po dziennej stronie powierzchni tej planety oszacowano na 4600 K. Masa oraz moc promieniowania macierzystej gwiazdy wynoszą odpowiednio: $M = 2{,}52\ M_\odot = 5{,}01 \cdot 10^{30}$ kg i $L = 53\ L_\odot = 2{,}04 \cdot 10^{28}$ W.

Zakładając, że planeta obiega gwiazdę po okręgu, a powierzchnia planety ma cechy ciała doskonale czarnego, przedyskutuj, czy przytoczone informacje pozwalają wysnuć wniosek, że planeta KELT-9b może być stale zwrócona jedną stroną ku macierzystej gwieździe – tzn. czy obrót planety wokół swojej osi może być zsynchronizowany z jej okresem obiegu wokół gwiazdy KELT-9.

3. Przyjmując, że Mars obiega Słońce w płaszczyźnie ekliptyki oraz że marsjański północny biegun niebieski znajduje się na sferze w połowie odległości pomiędzy Denebem (α Cyg) i Alderaminem (α Cep), określ, w jakich gwiazdozbiorach znajdują się marsjańskie odpowiedniki punktów równonocy i punktów przesileń oraz przez jakie gwiazdozbiory przebiega marsjański równik niebieski.

Termin przesłania rozwiązań zadań pierwszej serii upływa 16.10.2017 r.

ZADANIA OBSERWACYJNE

Rozwiązanie zadania obserwacyjnego powinno zawierać: dane dotyczące przyrządów użytych do obserwacji i pomiarów, opis metody i programu obserwacji, standardowe dane dotyczące przeprowadzonej obserwacji (m.in. datę, czas, współrzędne geograficzne, warunki atmosferyczne), wyniki obserwacji i ich opracowanie oraz ocenę dokładności uzyskanych rezultatów. Wykonaną obserwację astronomiczną należy odpowiednio udokumentować.

1. W odstępie jednej doby, w okolicach kwadry Księżyca, przeprowadź dwie obserwacje powierzchni naszego naturalnego satelity. Podczas każdej z obserwacji, na mapie Księżyca zaznacz położenia terminatora.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji oblicz, jaką część powierzchni tarczy Księżyca stanowi obszar pomiędzy obydwoma położeniami terminatora. Wynik podaj w procentach całej powierzchni księżycowej tarczy.

Obserwacje przeprowadź korzystając z dowolnej mapy widocznej z Ziemi powierzchni Księżyca (np. znalezionej w internecie), której wydruk w formacie A4, wraz z zaznaczonymi terminatorami, dołącz do rozwiązania.

2. Jako rozwiązanie zadania obserwacyjnego można nadesłać opracowane wyniki innych własnych obserwacji, prowadzonych w ostatnim roku.

INTERNETOWE ZADANIE OBSERWACYJNE

3. Nieruchomym aparatem cyfrowym wykonaj fotografię flary Iridium (tzn. błysku dowolnego satelity z serii Iridium). Na wydruku zdjęcia zidentyfikuj trzy najjaśniejsze spośród zarejestrowanych gwiazd oraz określ współrzędne równikowe równonocne błysku. Plik zdjęcia w formacie .jpg, jako element rozwiązania, prześlij pocztą elektroniczną na adres: olimpiada@planetarium.edu.pl.

Efemerydy flar Iridium, dla dowolnego miejsca obserwacji, można znaleźć na internetowej stronie: http://www.heavens-above.com.

Termin przesłania zadania obserwacyjnego upływa 20.11.2017 r.

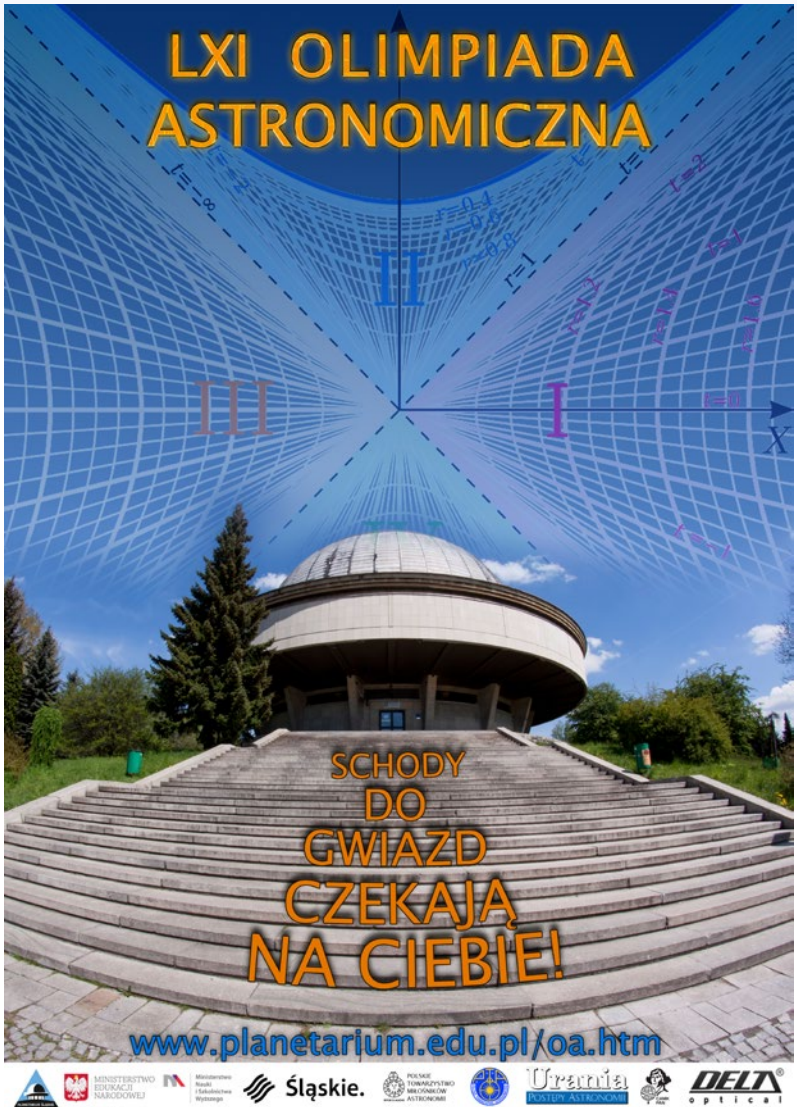
KOMITET GŁÓWNY
OLIMPIADY
ASTRONOMICZNEJ

Rozwiązanie zadania zawodów I stopnia LIII Olimpiady Astronomicznej

Treść zadania:

Zadaniem sondy Kepler jest poszukiwanie planet pozasłonecznych podobnych do Ziemi. Umieszczony na sondzie teleskop prowadzi równoczesne obserwacje fotometryczne dużej liczby gwiazd, celem wykrycia okresowych zmian ich jasności, wynikających z przejścia na tle tarczy danej gwiazdy hipotetycznej planety.

Oblicz, o ile procent zmieniłby się strumień dochodzącego światła od gwiazdy takiej jak nasze Słońce, gdyby na jej tle przechodziła planeta wielkości Ziemi. Obliczoną zmianę strumienia wyraź w wielkościach gwiazdowych.



Rozwiązanie:

Planeta, przechodząc przed tarczą gwiazdy, zasłania fragment jej powierzchni. Podczas tranzytu obserwator widzi gwiazdę odrobinę ciemniejszą, ponieważ część jej światła została zablokowana przez planetę.

Przyjmijmy założenie, że odległość planety od jej gwiazdy macierzystej jest pomijalnie mała w stosunku do odległości gwiazdy od obserwatora.

Dodatkowo możemy uprościć zagadnienie, przyjmując, że cała powierzchnia gwiazdy emituje światło jednorodnie.

Skoro gwiazda znajduje się bardzo daleko, możemy przyjąć, iż obserwator widzi połowę powierzchni gwiazdy.

Okazuje się także, że w takim przypadku natężenie promieniowania dochodzącego do obserwatora jest wprost proporcjonalne do pola widocznej przez nas części tarczy (czyli rzutu gwiazdy na płaszczyznę prostopadłą do kierunku obserwacji):

$$I \sim S_{\text{tarczy}}.$$

W celu obliczenia, o ile procent zmieni się natężenie promieniowania dochodzącego do obserwatora podczas zaćmienia, wystarczy obliczyć, ile procent powierzchni tarczy gwiazdy zostało przesłonięte.

Względny spadek natężenia promieniowania będzie więc stosunkiem pól powierzchni tarczy planety i gwiazdy:

$$\frac{\Delta I}{I_G} = \frac{S_P}{S_G} = \frac{\pi R_P^{\,2}}{\pi R_G^{\,2}} = \left(\frac{R_P}{R_G}\right)^2$$

Egzoplaneta jest rozmiaru Ziemi, zaś gwiazda macierzysta — Słońca. Potrzebne dane sprawdźmy w tablicach astronomicznych. Długości poszczególnych promieni możemy co prawda podać w kilometrach, ale użyjmy innej, bardziej użytecznej jednostki — promienia Ziemi. Słońce ma w przybliżeniu promień równy 109 promieniom Ziemi. Podstawmy tę wielkość do wyprowadzonego powyżej wzoru:

$$\frac{\Delta I}{I_G} = \left(\frac{R_P}{R_G}\right)^2 = \left(\frac{1}{109}\right)^2 \approx 8{,}42 \cdot 10^{-5}.$$

W wyniku tranzytu jasność gwiazdy macierzystej spadła zatem o około 0,008%.

Spadek jasności gwiazdy należy wyrazić również w wielkościach gwiazdowych. Skala *magnitudo* początkowo wydaje się być trudną w użyciu, lecz dla astronomów jest ona niezwykle użyteczna. Gwieździe polarnej przypisano w niej wielkość gwiazdową równą 2 mag. Aby obliczyć wielkość gwiazdową innej gwiazdy, należy porównać ją z obiektem o znanej wielkości gwiazdowej. Porównania dokonuje się przy użyciu wzoru Pogsona

$$m_1 - m_2 = -2{,}5 \cdot \log \frac{I_1}{I_2},$$

w którym I_1, I_2 oznaczają odpowiednio natężenia promieniowania pochodzącego od pierwszego i drugiego obiektu.

Aby policzyć spadek jasności w wielkościach gwiazdowych, należy podstawić do wzoru Pogsona stosunek natężeń promieniowania pochodzących od gwiazdy zaćmionej oraz od gwiazdy niezaćmionej:

$$\Delta m = -2{,}5 \log\left(\frac{\pi R_G^2 - \pi R_P^2}{\pi R_G^2}\right) = -2{,}5 \log\left(1 - \frac{R_P^2}{R_G^2}\right) \approx 9{,}14 \cdot 10^{-5} \text{ mag}.$$

W czasie tranzytu gwiazda wydaje się być ciemniejsza o $9{,}14 \cdot 10^{-5}$ mag.

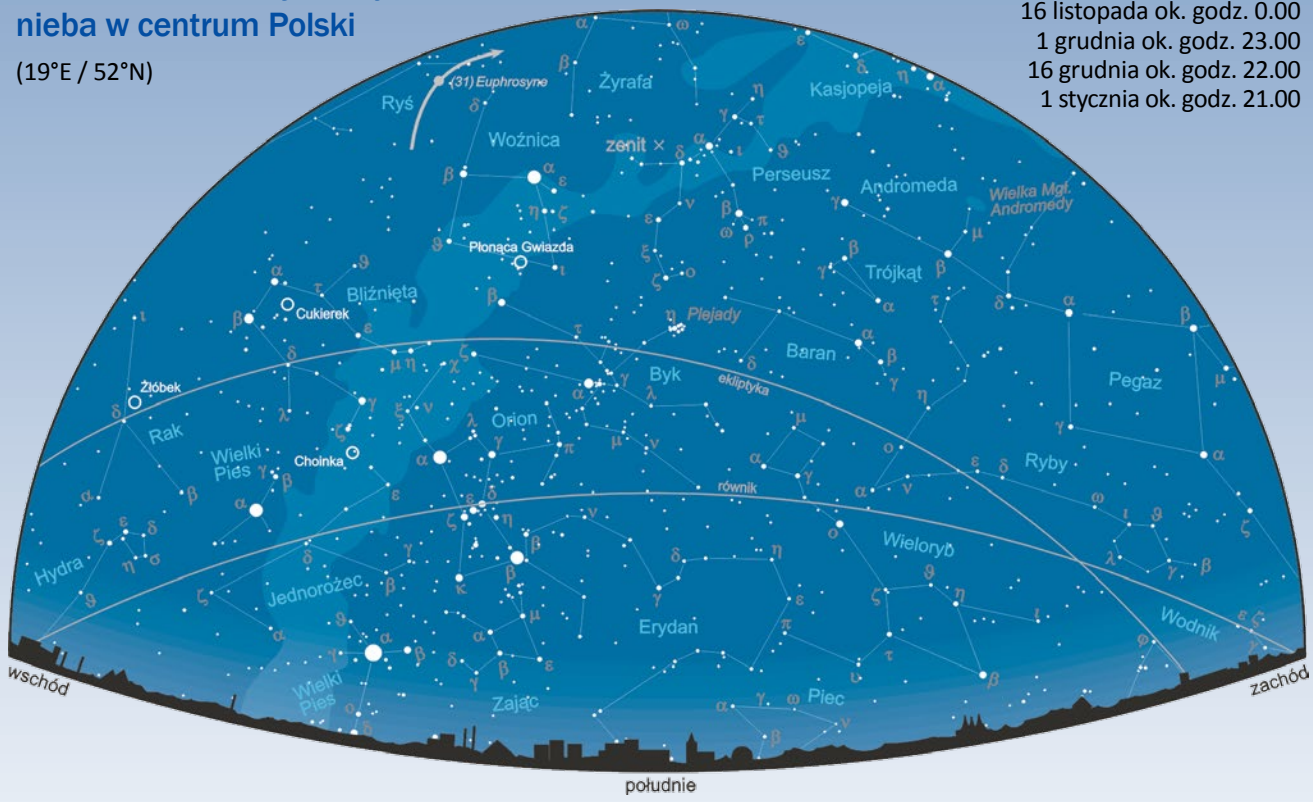
Autorzy rozwiązania:
Piotr Łubis, Jakub Pawlikowski

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 listopada ok. godz. 1.00
16 listopada ok. godz. 0.00
1 grudnia ok. godz. 23.00
16 grudnia ok. godz. 22.00
1 stycznia ok. godz. 21.00



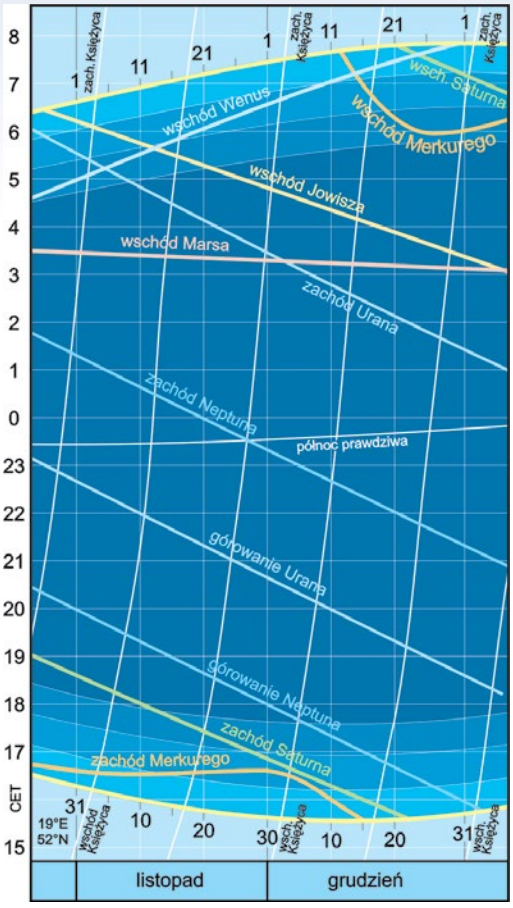
Niebo w listopadzie i grudniu 2017

Ostatnie dwa miesiące roku to, z wyjątkiem końcowych 10 dni grudnia, okres dalszego kurczenia się dni i wydłużania nocy. Od początku listopada do przypadającego 21 grudnia wieczorem zimowego przesilenia, w centrum Polski dzień ulega skróceniu o niemal dwie godziny: z 9 h 36 min do 7 h 44 min. Do końca roku przybywa na powrót zaledwie 5 min dnia, noce są więc praktycznie wciąż najdłuższe.

Dzięki wcześnie zapadającemu zmierzchowi, wciąż jeszcze, co najmniej do połowy listopada, z początkiem nocy wzrok przyciąga górujący właśnie Trójkąt Letni, gwiezdny symbol dawno minionej pory roku, wyznaczony przez najjaśniejsze gwiazdy Lutni, Łabędzia i Orła. Za nim wędrują konstelacje trwającej jeszcze jesieni, z dominującym Pegazem, którego 3 jasne gwiazdy wraz z pierwszą gwiazdą Andromedy, wytyczają kolejną figurę: Jesienny Kwadrat. Dopiero 1–2 h po północy najwyższe położenie nad południowym horyzontem osiąga Zimowy Sześciokąt, zapowiadający nieodległą już zimę, goszczący na niebie do końca nocy. Tworzy go 6 najjaśniejszych gwiazd zimowych konstelacji — począwszy od najdalej na zachód wysuniętego Aldebarana z Byka, poprzez Kapellę z Woźnicy, najjaśniejszego w Bliźniętach Polluksa, Procjona z Małego Psa, Syriusza, najjaśniejszą gwiazdę nie tylko Wielkiego Psa, ale również całego nocnego nieba, aż po Rigela z Oriona. W centrum tej figury błyszczy druga pod względem jasności gwiazda Oriona, czerwona Betelgeuse. Gdy ten gwiezdny symbol zimy chyli się już do zachodu, nad południowym horyzontem dominuje już Wiosenny Trójkąt, wytyczony przez najjaśniejsze gwiazdy Lwa, Wolarza i Panny.

Tak więc w ciągu jednej długiej nocy mamy okazję przyjrzeć się najważniejszym gwiazdom wszystkich czterech pór roku. Podobnie będzie nie tylko przez cały omawiany okres, ale niemal przez całą zimę, z tym że Trójkąt Letni pojawiać się będzie na końcu tego gwiezdnego korowodu, w końcowych godzinach nocy.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie listopadowych i grudniowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany



Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarza. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

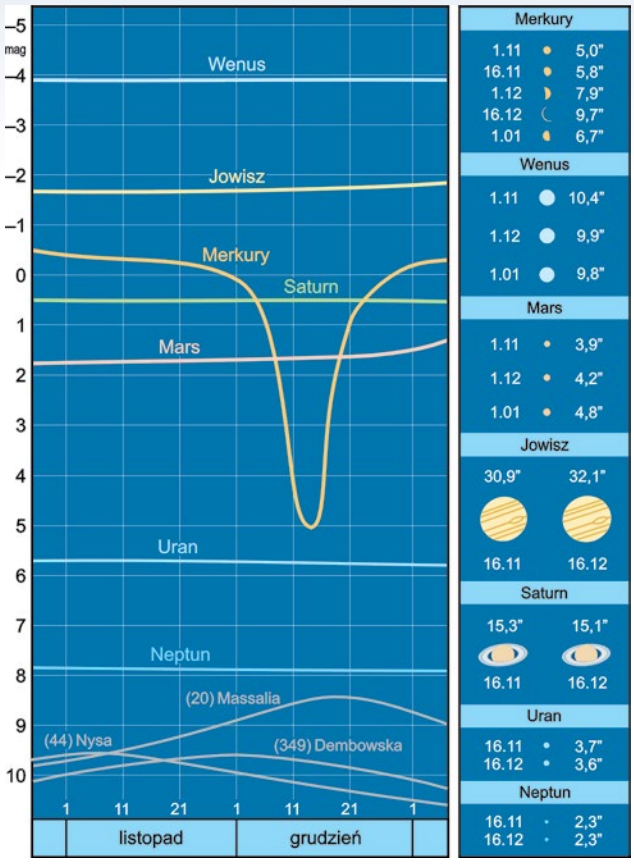
Dokładniejsze terminy omawianych zjawisk zebrano w tabelce na 2 stronie Kalendarza. Wszystkie momenty podane są w obowiązującym w Polsce od 29 października czasie urzędowym — środkowoeuropejskim (CET).

Słońce

Swoją listopadowo-grudniową, a więc w większości jeszcze jesienną drogę na tle gwiazd, Słońce rozpoczyna niespełna 1° od zachodniej granicy konstelacji Wagi, kończąc w centrum gwiazdozbioru Strzelca, wcześniej, 21 grudnia o godz. 17.28 osiągając zodiakalny punkt Koziorozca, w naszych czasach usytuowany również w Strzelcu, 3,5° od jego zachodniej granicy. W ciągu łącznie 61 dni rozpatrywanego okresu, nasza dzienna gwiazda pokonuje na tle gwiazd dystans 61,8°, o 1,8° większy niż w poprzednich dwóch miesiącach, w wyniku przyspieszania ruchu obiegowego Ziemi, w miarę zbliżania się do punktu perihelium ziemskiej orbity, który osiągnie już 3 stycznia rano.

Księżyc

Tegoroczną listopadowo-grudniową wędrówkę na tle gwiazd, 4 doby przed pełnią świecący już 86% swej tarczy, nasz naturalny satelita rozpocznie w północno-wschodnim krańcu gwiazdozbioru Wodnika, by już po 5 h wkroczyć do Ryb. Po przebyciu w sumie dystansu prawie 804°, czyli dokonaniu 2,23 obiegów nieba, zakończy rok wysoko na niebie — w rogach Byka, tym razem 97-procentowy, 2 doby przed pełnią.



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia listopada i grudnia 2017

listopad

3	4.02	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Uranem
3	—	opozycja planetoidy (44) Nysa, 1,3 au od Ziemi
4	6.23	pełnia Księżyca
6	1.10	perygeum Księżyca, 361 444,0 km od Ziemi
6	4.01	zakrycie Aldebarana (α Tau) przez Księżyc (do 4.46)
8	2.28	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°50'
10	21.37	ostatnia kwadra Księżyca
10	23.40	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 139°34'
12	—	maks. aktywności roju meteorów Półn. Taurydy
13	9.15	bliska koniunkcja Wenus 16'N z Jowiszem
15	4.08	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Marsem
17	1.01	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Jowiszem
17	9.16	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Wenus
17	~17.30	maksimum aktywności roju meteorów Leonidy
18	12.42	nów Księżyca
20	11.36	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Merkurym
21	1.26	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Saturnem
21	19.53	apogeum Księżyca, 406 138,2 km od Ziemi
22	3.06	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°57'
22	4.05	Słońce wstępuje w znak Strzelca; λ = 240°
22	14.20	Neptun powraca do ruchu wstecznego w dług. eklipt.
23	10.39	Słońce wkracza do gwiazdozb. Skorpiona; λ = 241,0°
24	1.26	maks. elongacja Merkurego, 22,0°E od Słońca
25	9.22	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 317°43'
26	18.03	pierwsza kwadra Księżyca
27	7.08	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Neptunem
28	7.58	koniunkcja Merkurego 3,1°S z Saturnem
29	22.59	Słońce wkracza do gwiazdozb. Wężownika; λ = 344,8°
30	13.15	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Uranem

grudzień

1	—	opoz. planetoidy (349) Dembowska, 1,9 au od Ziemi
3	6.47	pełnia Księżyca
3	8.10	Merkury rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
4	9.46	perygeum Księżyca, 357 498,0 km od Ziemi
5	12.42	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +20°01'
6	13.05	koniunkcja Merkurego 1,3°S z Saturnem
8	1.39	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 136°38'
8	22.25	zakrycie Regulusa (α Leo) przez Księżyc (do 23.12)
10	8.51	ostatnia kwadra Księżyca
13	0.41	koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem (1,7°N)
13	20.22	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Marsem
14	~7.30	maksimum aktywności roju meteorów Geminidy
14	17.57	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Jowiszem
15	15.08	koniunkcja Merkurego 2,2°N z Wenus
17	—	opozycja planetoidy (20) Massalia, 1,1 au od Ziemi
17	9.56	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Merkurym
17	19.33	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Wenus
18	6.29	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Strzelca; λ = 266,2°
18	7.30	nów Księżyca
18	14.09	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Saturnem
19	2.26	apogeum Księżyca, 406 609,4 km od Ziemi
19	10.32	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –20°04'
21	17.28	Słońce wstępuje w znak Koziorożca; λ = 270°
21	22.08	koniunkcja Saturna ze Słońcem (0,9°N)
22	11.05	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 315°24'
22	~16.00	maksimum aktywności roju meteorów Ursydy
22	—	opozycja planetoidy (31) Euphrosyne, 1,6 au od Ziemi
23	2.25	Merkury powraca do ruchu wstecznego w dług. eklipt.
24	14.42	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Neptunem
25	18.54	bliska koniunkcja Wenus 1,1°S z Saturnem
26	10.20	pierwsza kwadra Księżyca
27	21.56	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Uranem
31	2.22	zakrycie Aldebarana (α Tau) przez Księżyc (do 3.11)

W tym czasie Księżyc 15-krotnie przewędruje na niebie obok planet, trzykrotnie spotykając się z Uranem i dwukrotnie z każdą z pozostałych. Nie będzie już pośród tych koniunkcji tak spektakularnie bliskich, jak wrześniowe zakrycia Marsa i Merkurego czy wcześniejsze comiesięczne zbliżenia z Neptunem w I połowie kończącego się roku.

Warto zaobserwować, mające miejsce w omawianym okresie, szczególnie spektakularne 3 zakrycia przez Księżyc bardzo jasnych gwiazd, w tym dwa zakrycie Aldebarana, najjaśniejszej gwiazdy Byka. Po raz pierwszy w drugiej połowie nocy 5/6 listopada, dwie doby po pełni, 95% Księżyc na 3 kwadranse zakryje Aldebarana od strony swej jasnej krawędzi, kolejny raz niestety w środku dnia, 3 grudnia i w końcu ponownie nocą 30/31 grudnia po północy, na blisko 50 min zakryje Aldebarana ciemną krawędzią swej tarczy. Równie efektownie powinno prezentować się zakrycie Regulusa, najjaśniejszej gwiazdy Lwa, niemal w środku nocy 8/9 grudnia, przez malejący po pełni 65% Księżyc, od strony jego oświetlonej krawędzi. W obserwacji zakryć gwiazd przez Księżyc bardziej interesujące są momenty zakryć lub odsłonięć gwiazdy od strony ciemnej krawędzi, ale w przypadku tak jasnych gwiazd, można pokusić się również o uchwycenie momentów zetknięcia się z nimi jasnej krawędzi Księżyca.

Planety i planetoidy

Gdyby nie mała jasność dwóch najdalszych planet Układu Słonecznego, można by powiedzieć, że na listopadowo-grudniowym niebie królują Uran i Neptun. Wprawdzie ich opozycje miały już miejsce — odpowiednio — w październiku i wrześniu, to obie nadal goszczą na niebie przez większą część coraz dłuższych nocy, najwyżej wznosząc się wieczorami.

Jasne planety nadal goszczą na niebie stosunkowo blisko Słońca, stąd możliwe do obserwacji są tylko parę godzin po zmierzchu lub przed świtem. Do Merkurego, Wenus, Marsa i Jowisza, już z początkiem listopada dołącza również Saturn. Przez omawiane 2 miesiące cała piątka planet dokona kilku „przetasowań", skutkujących planetarnymi koniunkcjami.

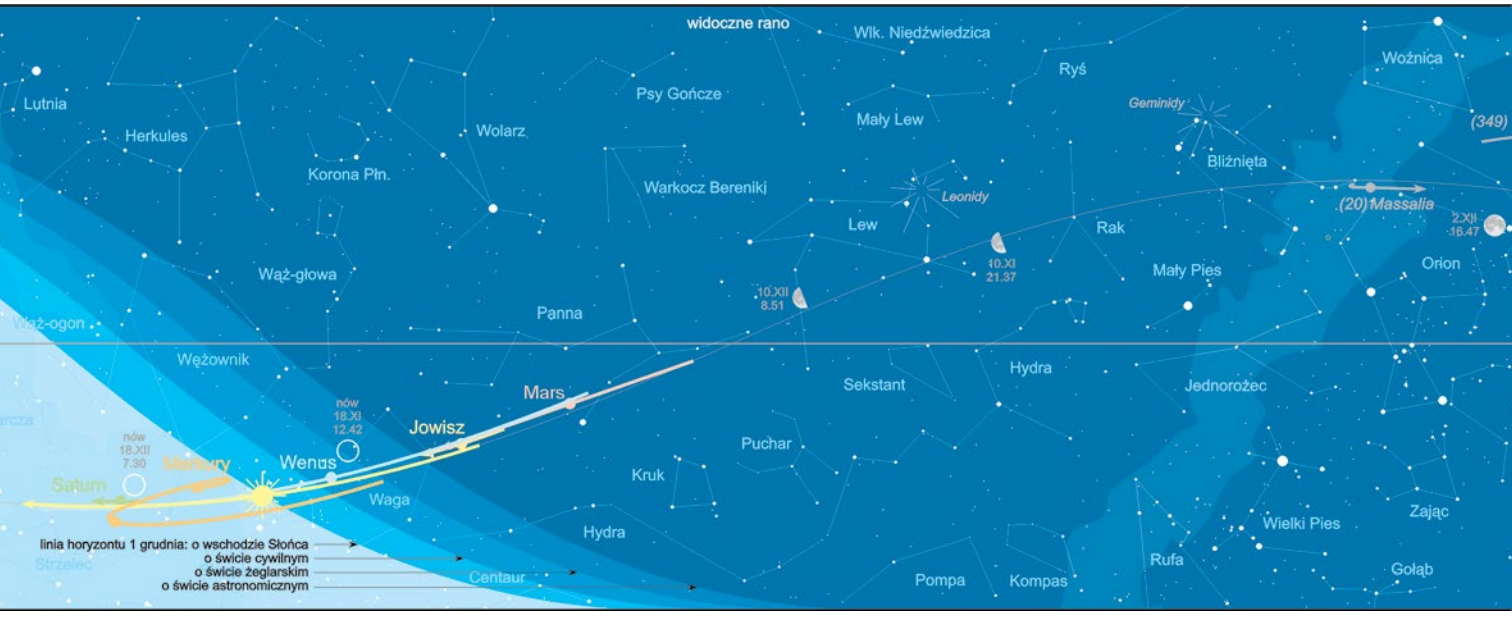
Już rankiem 13 listopada, tuż przy granicy Panny z Wagą, wschodząca niecałe 1,5 h przed Słońcem Wenus, minie w odległości niespełna 0,3° Jowisza, co możemy zaobserwować krótko przed świtem nisko ponad wschodnim horyzontem. Niestety, drugiej koniunkcji Wenus — „świątecznego" spotkania z Saturnem 25 grudnia, nie zobaczymy, bo odległe tylko 3,5° na zachód od Słońca, obie planety wschodzą zaledwie kilkanaście minut przed jego wschodem.

Warto też zwrócić uwagę na trzykrotnie powtarzające się w krótkim czasie koniunkcje Merkurego z Saturnem. Z powodu Merkurego, z zasady nie będą one zbyt łatwe do obserwacji, jednak możliwe dzięki dwóm w tym okresie elongacjom Merkurego — wschodniej w końcu listopada i zachodniej już 1 stycznia. Warto bowiem prześledzić szczególny „taniec" Merkurego wokół Saturna, związany z zakreślaną na przełomie roku, ostatnią już tegoroczną pętlą. Po raz pierwszy, jeszcze podczas ruchu prostego Merkurego, minie on Saturna 28 listopada rano, 20° na wschód od Słońca, co może uda się dostrzec tuż ponad południowo-zachodnim horyzontem, pod koniec zmierzchu poprzedniego wieczoru. Pięć dni później Merkury zaczyna poruszać się wstecz, znów napotykając na swej drodze Saturna 6 grudnia, ale już niecałe 14° od Słońca, co raczej wyklucza możliwość obserwacji. Na tym nie koniec, bo powróciwszy 23 grudnia ponownie do ruchu prostego, jeszcze raz Merkury dogoni Saturna, ale dopiero 13 stycznia, tym razem na porannym niebie.

Nie licząc niewdzięcznego do obserwacji Merkurego, na wieczornym niebie na razie mamy kompletny deficyt jasnych planet. Za to na porannym stopniowo wydłuża się czas widoczności Marsa, z końcem grudnia wschodzącego już 4,5 h przed Słońcem. Pod znakiem Marsa upływać będzie przyszły rok, w którym będzie on cały czas widoczny na nocnym niebie, osiągając około 60-krotnie większy niż obecnie blask, w związku z przypadającą 27 lipca, kolejną z powtarzających się co kilkanaście lat, jego wielką opozycją.

Szybko poprawia się również widoczność Jowisza, z początkiem nowego roku zrównującego się na krótko z Marsem. W tym samym czasie na poranne niebo zacznie powracać Saturn, teraz, w pierwszej połowie grudnia, zupełnie znikający z wieczornego nieba. W drugiej połowie grudnia z porannego nieba całkowicie znika Wenus, dzięki swej rekordowej pośród gwiazd jasności, widoczna nawet mniej niż pół godziny przed wschodem Słońca. Na jej ponowne ukazanie się, tym razem na wieczornym niebie, będziemy musieli poczekać co najmniej 1,5 miesiąca.

W omawianym okresie mają miejsce opozycje trzech w miarę jasnych planetoid, z których dwie są interesujące z racji swojsko brzmiących nazw. Znana od 160 lat (44) Nysa, nazwę swą przejęła jednak nie od polskiej granicznej rzeki, a od mitologicznej greckiej krainy o tej samej nazwie. Bardziej polski akcent znajdujemy w nazwie odkrytej przed 125 laty planetoidy (349) Dem-



bowska, nadanej na cześć XIX-wiecznego włoskiego astronoma polskiego pochodzenia, Herkulesa Dembowskiego.

Na uwagę zasługuje jeszcze jedna planetoida — osiągająca opozycję w końcu grudnia (31) Euphrosyne, w maksimum zbliżenia do Ziemi osiągająca wprawdzie jeszcze mniejszą jasność 10,5 mag, jednak wyróżniająca się szczególnie wysoko przebiegającą w tym czasie trasą na tle gwiazd. Nie zmieściła się ona na panoramicznej mapie nieba na 3 i 4 stronie Kalendarza, więc wyjątkowo została wykreślona na pierwszej mapie, z widokiem południowej strony nieba. Jak widzimy, trasa ta przebiega przez okołobiegunowe rejony nieba, pomiędzy konstelacjami Woźnicy i Rysia, co pozwala na obserwację planetoidy przez całą noc, w najciemniejszej części nieba.

Roje meteorów

W omawianym okresie mamy okazję obserwacji 4 dość efektownych rojów meteorów. Już 12 listopada przypada niezbyt obfite maksimum, aktywnych pomiędzy 20 października a 10 grudnia, Północnych Taurydów, skutkujące około 5 przelotami meteoru w ciągu godziny.

Niezbyt licznie zapowiadają się również w tym roku listopadowe Leonidy, słynne z powtarzających się co 33 lata obfitych deszczów meteorów, nawet do blisko 40 w ciągu sekundy (!). W tym roku, nawet podczas maksimum 17 listopada, przewiduje się zaledwie około 10 bardzo szybkich przelotów meteorów z tego roju w ciągu godziny, pozostawiających na niebie zielonkawe ślady. Bardzo korzystne natomiast będą tegoroczne warunki ich obserwacji podczas maksimum, w całkowicie bezksiężycową noc 17/18 listopada, przypadającą pół doby przed nowiem.

Nie powinny zawieść w tym roku grudniowe Geminidy, najliczniejszy rój meteorów północnej półkuli nieba. Dzięki przypadającemu nad ranem maksimum, w drugiej połowie nocy 13/14 grudnia mamy szansę zaobserwowania licznych „spadających gwiazd", spośród przewidywanych około 120 na godzinę, w czym nie powinien być przeszkodą wąski już sierp malejącego do nowiu Księżyca, świecącego nisko w Wadze, podczas gdy meteory tego roju zdają się wybiegać z radiantu w północnej części Bliźniąt.

Ostatnim w roku obfitszym rojem są Ursydy, z maksimum pod wieczór 22 grudnia, kiedy mamy szansę dopatrzeć się do 10 meteorów w ciągu godziny. Pomocnym w ich obserwacji jest usytuowanie radiantu roju blisko zenitu, a przeszkodą nie powinien być kilkunastoprocentowy sierp Księżyca, pomiędzy nowiem a pierwszą kwadrą, w Koziorożcu.

Gwiazdy zmienne

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech różnego typu gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

listopad	grudzień	
8, 5.42	1, 3.53	21, 5.33
11, 2.11	4, 0.42	24, 2.21
13, 23.00	6, 21.30	26, 23.09
16, 19.49	9, 18.19	29, 19.58
28, 7.05		

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

listopad	grudzień
5, 21.35	8, 2.19
21, 23.56	18, 19.55
5, 21.35	24, 4.43
21, 23.56	

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

listopad		grudzień			
2, R Hya	4,5^m	1, R Aql	6,1^m	20, T Aqr	7,7^m
7, U Cyg	7,2^m	14, R Vir	6,9^m	23, T Hya	7,8^m
13, RS Lib	7,5^m	16, U Cet	7,5^m	30, R Sgr	7,3^m
28, RT Cyg	7,2^m	20, R Dra	7,6^m		

Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY
TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://www.urania.edu.pl/almanach

ROCZNIK ASTRONOMICZNY
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII
http://www.igik.edu.pl/

Obiekty pod choinkę

Czy to w coraz dłuższe jesienne, czy na powrót skracające się zimowe noce, cały czas przez wiele godzin niebo ozdabiają skrzące się największym skupiskiem jasnych i bardzo jasnych gwiazd gwiazdozbiory zimowe. Z początkiem listopada zobaczymy je w komplecie dopiero około północy, z końcem grudnia już po 20.00, a w ostatnich dniach zimy — górujące krótko po zmierzchu. W tym obszarze nieba odnaleźć można kilka obiektów astronomicznych o nazwach kojarzących się z zimowymi świętami Bożego Narodzenia, które warto poznać, a może nawet spróbować odnaleźć na niebie, zwłaszcza jeśli zechcemy potraktować je jako kosmiczne uzupełnienie świątecznej dekoracji.

Przecież nietrudno wyobrazić sobie Choinkę, z Płonącą Gwiazdą na jej czubku, Cukierkiem pośród zawieszonych na niej ozdóbek i Żłóbkiem u jej stóp. Takiego obrazu nie zobaczymy, patrząc w część nieba wypełnioną zimowymi konstelacjami, ale przyglądając się każdemu z wymienionych elementów świątecznej scenografii, może zrozumiemy nadane im przez astronomów nazwy.

Pierwsze trzy obiekty zostały skatalogowane w „New General Catalogue" (NGC) z 1888 r. lub wydanych w latach 1895–1908 jego uzupełnieniach „Index Catalogue" (IC), czwarty w XVIII-wiecznym „Katalogu mgławic i gromad gwiazd" Charlesa Messiera.

Źródło: ESO

NGC 2264, **Choinka** — odkryta w 1784 r. przez Williama Herschela, młoda gromada otwarta gwiazd, znajdująca się wewnątrz oświetlonej przez sąsiednie gwiazdy mgławicy refleksyjnej, stanowiącej obszar gwiazdotwórczy, otoczonej mgławicą emisyjną, pobudzaną do świecenia przez nowo powstające gwiazdy. Wraz z przesłaniającą ją ciemną mgławicą Stożek, o charakterystycznym trójkątnym kształcie, gwiazdy gromady przypominają ustrojoną światełkami świąteczną choinkę. Jest to jeden z najjaśniejszych fragmentów Drogi Mlecznej, o sumarycznej jasności 3,9^m i kątowym rozmiarze 20', odległy około 2600 lat świetlnych od Słońca. Odnaleźć można go blisko północnej granicy Jednorożca, w połowie odcinka łączącego gwiazdy 13 Mon w Jednorożcu i ξ Bliźniąt.

Źródło: Hewholooks/Wikipedia

IC 405, **Płonąca Gwiazda** — jeszcze jedno połączenie mgławic: emisyjnej i refleksyjnej, o kątowych rozmiarach 30'×20' i jasności 9^m. Odległy od nas o 1500 lat świetlnych obiekt odkrył w 1892 r. John Schaeberle. Ten efektowny obiekt podświetlony jest przez niezwiązaną z nim, bardzo gorącą gwiazdę AE Aurigae, której promieniowanie jonizuje materiał mgławicy. Widoczne postrzępione włókna pyłów i gazów mgławicy podsunęły obserwatorom jej nazwę. Mgławicę można odnaleźć w południowo-zachodniej części konstelacji Woźnicy, 6° na północ od jasnej gwiazdy β Tau na granicy Byka i Woźnicy.

NGC 2371, **Cukierek** — odkryta w 1785 r. przez Williama Herschela, odległa o 4400 lat świetlnych, niezbyt jasna mgławica planetarna (13^m) o kątowych rozmiarach 0,43'×0,15', oświetlona przez centralną gwiazdę o jasności 14^m. Korzystając z teleskopu o aperturze nie mniejszej od 120 mm, wycelowanym 1,7° na północ od gwiazdy jota Gem w północno-wschodniej części gwiazdozbioru Bliźniąt, bez większego trudu powinniśmy odnaleźć mgiełkę o kształcie do złudzenia przypominającym zawinięty w papierek cukierek.

Źródło: Friendlystar/Wikipedia

M44, Żłóbek — omawiana już wcześniej w tym miejscu, bardziej znana pod łacińską nazwą Praesepe, licząca sobie 750 mln lat, jedna z najbardziej znanych gromad otwartych gwiazd. Na tę odległą od nas o 577 lat świetlnych gromadę, składa się 200–350 gwiazd. Dzięki dużej łącznej jasności 3,7^m i rozmiarom kątowym ponad 3-krotnie większym od tarczy Księżyca (95'), jest ona dostrzegalna gołym okiem w centrum gwiazdozbioru Raka, nieco na zachód od linii łączącej gwiazdy γ i δ Cnc (Północny i Południowy Osiołek).

Źródło: 2MASS

Jan Desselberger

Letnie poszukiwania kosmicznych dźwięków

Jak co roku w wakacje udałem się do Cekcyna na Festiwal Muzyki Elektronicznej. Niestety, tym razem dosłownie tylko na jeden konkursowy wieczór. Ta położona w Borach Tucholskich miejscowość wabi urokiem i przede wszystkim rodzinną atmosferą festiwalu. Zjawia się tu wielu miłośników astronomii i muzyki, a wspólne zainteresowania potrafią tworzyć bardzo silne więzi. Zawsze to miło spotkać choćby na chwilę i uściskać przyjaciół. Jest to też okazja do wzbogacenia kolekcji muzycznych zbiorów. Na stoisku z płytami pięknie prezentowało się analogowe wydanie „Music for Stargazing" Przemysława Rudzia, które nabyłem już jakiś czas temu, a tu jedynie skorzystałem z okazji, by autor złożył na nim zamaszysty autograf. O płycie pisałem rok temu. Tu jedynie dodam, że w wersji winylowej kompozycja poświęcona nieodżałowanemu Pawłowi Maksymowi „The Astronomer" jest znacznie dłuższa niż na kompakcie i zajmuje całą stronę jednego krążka. Słucha się jej wybornie!

Kolega Przemek nawet występował tego dnia na scenie po części konkursowej jako gwiazda wieczoru w towarzystwie przyjaciół: Roberta Kanaana i Krzysztofa Dudy. Trójmiejskie trio syntezatorzystów zaprezentowało swój ostatni projekt muzyczny „3C", a na gitarze towarzyszył im gościnnie Michał Kusz. Muszę przyznać, że ostatni zagrany wspólnie rozbudowany utwór „Tricity" zabrzmiał iście kosmicznie, przytłaczając potęgą brzmienia i niedookreślonej sakralności, jaką odczuwamy w obcowaniu z Universum. Spokojnie mógłby ten kawałek nosić jakiś bliższy Uranii tytuł.

Tytuły takowe znalazłem na okładce jednej z płyt ze stoiska. Nieznany mi wykonawca, Piotr Kozłowski, nagrał ją dwa lata temu i zatytułował „Nemo".Od razu skojarzyło mi się to z bohaterem powieści Juliusza Verne'a i słusznie, bo jeden z zawartych na płycie utworów to „Nautilus". Inne tytuły, takie jak „Podróż na siedem planet", „Andromeda", „Pulsar" czy „Orion" wystarczyły, by pokusić się o zakup. Autor ponoć był obecny na festiwalu. Chcąc wypytać go o inspiracje, zacząłem poszukiwania i naśladując kapitana Petersena z ulubionego serialu młodości „Samochodzik i Templariusze" zacząłem zaczepiać nieznanych mi mężczyzn pytaniem: — *Are You Mister Kozlovsky*? Niestety, bez efektu.

Z zawartością płyty mogłem zapoznać się dopiero w aucie podczas drogi powrotnej do domu. Z głośników w uszy wlewała się el-popowa muzyka rodem z lat 80. Czasami przypominała dźwiękowe ilustracje z kultowego programu „Sonda", częściej jednak jakieś bardziej taneczne kawałki. Kosmicznych skojarzeń, niestety, jak na lekarstwo. Równie dobrze można było utwory zatytułować „Taniec skrzatów o poranku", „W ogrodzie wielkiego maga" lub „Spacer w obłokach" czy jakkolwiek inaczej. Poszukiwaczom kosmicznych dźwięków i astronomicznych klimatów polecić tej pozycji szczerze nie mogę. No, może poza ostatnią prawie 10-minutową kompozycją pt. „Hibernaculum". Trochę to jednak mało.

W zaprzyjaźnionym sklepie płytowym widzę intrygująco zatytułowane krajowe nowości: „Cosmos In Your Mind", „Journey Into Unknown", „Pulses" oraz „Electronic Worlds". Ich okładki przyciągającą uwagę klimatycznymi grafikami ze scenami fantastycznych gwiezdnych podróży. Jak znajdę tam coś prawdziwie kosmicznego do słuchania, obiecuję dać znać!

Jacek Drążkowski

Konkurs na fotki z Uranią

Czarne Słońce w Ameryce

Pan Marian Talar, lecąc do Ameryki na całkowite zaćmienie Słońca, zdążył jeszcze zabrać ze sobą świeżo wydrukowany numer *Uranii* z okolicznościowym zdjęciem na okładce.

Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z „Uranią" lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres portal@urania.edu.pl z tytułem „Fotki z Uranią" lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami **#fotkizurania** i **#urania** (dodatkowo może być też **#podrozujzurania**). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Uranii" — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania

Aktywność słoneczna w 2016 roku — najciekawsze wydarzenia

Rok 2016 można już zaliczyć do niskiej aktywności słonecznej, związanej z kończącym się już 24 cyklem. Chociaż w większości przypadków Słońce się „zerowało" pod względem liczby Wolfa i aktywności plamotwórczej, to jednak były okresy, w których na jego powierzchni pojawiały się ciekawe obszary.

Styczeń

Najciekawszym okresem obserwacji była końcówka miesiąca, ponieważ w centrum dominowała grupa AR 2489, a przy zachodnim brzegu AR 2488. Rozmiar grupy centralnej dochodził do 300 milionowych powierzchni. W końcówce 2015 r., dokładnie 28 grudnia, doszło do rozbłysku klasy M 2.3, natomiast w miesiącu styczniu na powierzchni Słońca nie dochodziło do silniejszych rozbłysków. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R = 36,23 i SN = 30,9.

Luty

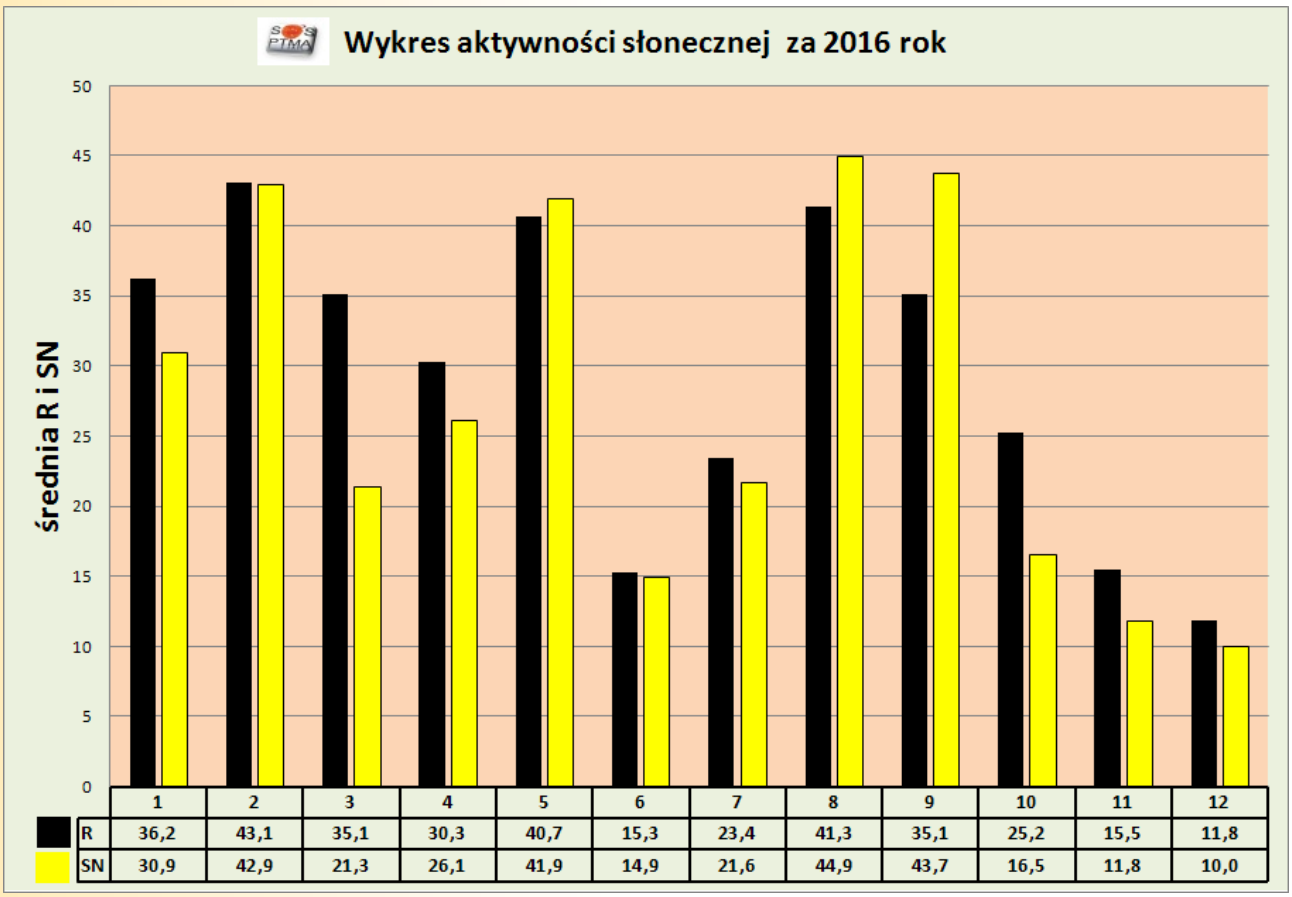
W pierwszym tygodniu lutego dominującym obszarem był AR 2494 usytuowany na południowej półkuli Słońca. Na uwagę zasługiwała jedna duża plama z kontrastowym półcieniem. Reszta wokół niej zajmowała wraz z nią obszar 220 milionowych powierzchni. Z grupą tą astronomowie wiązali nadzieję, że wygeneruje silny rozbłysk klasy X, jednak zakończył się na klasie C3.0. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R = 43,09 i SN = 42,88.

Marzec

Trzeci kończący się miesiąc 2016 r. nie był „urodzajny" w grupy plam słonecznych znaczących rozmiarów. Dopiero ostatni jego tydzień, tuż przed Wielkanocą zaobfitował w ciekawą grupę AR 2526, która powoli rozpoczynała swój tranzyt od wschodniego brzegu. Rejon ten był spokojny od rozbłysków wysokiej klasy ze względu na stabilne pole magnetyczne. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R = 35,09 i SN = 21,32.

Kwiecień

Grupa 2526, która pojawiła się 23 marca, 5 kwietnia opuszcza tarczę słoneczną, utrzymując swoją strukturę przez ten cały okres czasu. Po trzech dobach na tarczy pojawiła się dość silna strukturalnie grupa AR 2529. 13 kwietnia zajmowała centralną pozycję względem Ziemi. Obszar tej grupy składał się z 16 plam. Centralna plama swoim kształtem przypominała serce. Zajmowała obszar dość znaczący, bo 800 milionowych powierzchni. Plama



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R	36,2	43,1	35,1	30,3	40,7	15,3	23,4	41,3	35,1	25,2	15,5	11,8
SN	30,9	42,9	21,3	26,1	41,9	14,9	21,6	44,9	43,7	16,5	11,8	10,0

pokaźnych rozmiarów widoczna była również przy wschodzie i zachodzie Słońca. Mimo licznych plam i plamek, jakie powstały wokół niej, nie generowała ona silnego rozbłysku. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R = 35,09 i SN = 21,32.

Maj

Miesiąc maj przywitał nas ośmioma grupami różnych rozmiarów. Najciekawsza była grupa AR 2536. W niej, 1 maja o godzinie 9.00 UT doszło do rozbłysku klasy C2.4. Chociaż nie należała ona do największych, to dała znać o sobie. 4 maja na wschodnim brzegu tarczy, w pobliżu równika pojawiła się nowa grupa AR 2542 o silnej strukturze. Był to powrót grupy AR 2529, ale już mniejszych rozmiarów obszarowych. Po pięciu dniach dotarła do centrum tarczy słonecznej, „rozdrabniając się" na mniejsze plamy i plamki. Dość ciekawie i efektownie wyglądała na Słońcu, ponieważ dokładnie na południowej półkuli pod grupą AR 2542 symetrycznie znajdowała się grupa AR 2543 towarzysząca jej w tranzycie. Jednak obie grupy po dwóch dniach prawie zniknęły z powierzchni Słońca. Ciekawym obiektem stała się grupa AR 2546, która pojawiła się 14 maja. Do centrum dotarła 20 maja i pięknie wyglądała z półcieniem i ciemnym jądrem. Jej obszar wynosił 480 milionowych powierzchni, co odpowiada 5 średnicom Ziemi.

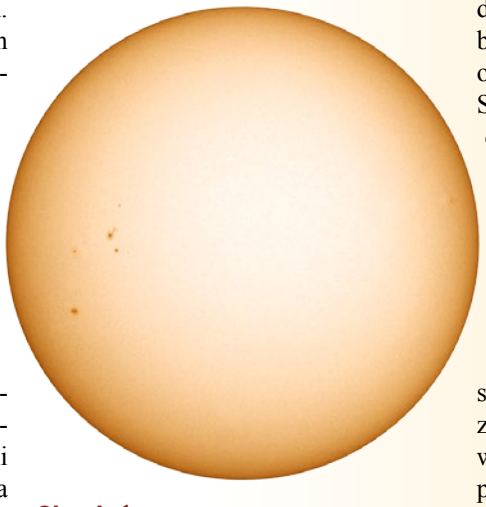
Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R = 40,68 i SN = 41,90.

Czerwiec

Czerwiec rozpoczął się w sumie brakiem plam i aktywnością zerową. Tak również było i na końcu miesiąca. Był to pierwszy incydent od lipca 2014 r., kiedy na okres dwóch dni „zamilkło" nasze Słońce. Co prawda pojawiały się grupy słoneczne z ładną grupą AR 2553 o obszarze 300 milionowych powierzchni. Grup nie było dużo, najwięcej trzy grupy z 11 plamami 11 czerwca. Słońce ponownie się wyciszyło 27 czerwca i cała jego seria trwała do 7 lipca. W tym czasie nie dochodziło do poważniejszych incydentów rozbłyskowych. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R = 15,26 i SN = 14,88.

Lipiec

Dopiero 8 lipca zaczęły być widoczne pierwsze grupy plam słonecznych. W sumie nie były to aż tak znaczące grupy. Dopiero 11 lipca na wschodnim brzegu tarczy słonecznej ukazała się grupa AR 2565, która osiągnęła rozmiar 320 milionowych powierzchni. Dotarła do centrum 15 lipca. Jednak mimo tak dużego obszaru i plam towarzyszących tej grupie nie dochodziło do rozbłysków powierzchniowych. Maksymalną aktywność Słońce osiągnęło 11 lipca. Liczba Wolfa dochodziła do wartości R = 58. Natomiast plamotwórczość dzień przed tym wyniosła 97. Pod koniec miesiąca aktywność dość szybko zmalała prawie do wartości zerowej. Należy nadmienić, że 24 lipca doszło do silnego rozbłysku klasy M7,6 z niepozornej grupy AR 2565, schodzącej już z tarczy słonecznej. „Erupcja" rozbłyskowa była silna, ale nie trwała długo, niecałe 30 min. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R = 23,41 i SN = 21,62.



Sierpień

Sierpień należał do najciekawszych miesięcy obserwacji Słońca pod względem plamotwórczości. Początek miesiąca to zerowa aktywność słoneczna. Słońce rozkręciło się dopiero w piątej dobie sierpnia, kiedy ukazywały się pierwsze grup plam. Trzy dni później plamotwórczość osiągnęła wartość SN = 148. Wówczas w czterech grupach plam znajdowało się 14 plam z półcieniami. W sumie aktywność słoneczna utrzymywała się do końca miesiąca. Grupy, jakie pojawiały się na tarczy słonecznej, nie należały do obszarowo wielkich grup. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R = 41,34 i SN = 44,91.

Wrzesień

Początek września zapowiadał się obiecująco. Na wschodnim brzegu tarczy słonecznej dominowała piękna grupa AR 2585 z czterema plamami otoczona półcieniami. Gdy zajmowała centralne położenie na tarczy słonecznej, jej obszar liczył 550 milionowych powierzchni. Grupa ta zawierała 11 plam, jednak niezdolna była do generowania rozbłysków powierzchniowych. Osiągając zachodni brzeg tarczy, grupa obszarowo zmniejszyła się o połowę. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R = 35,10 i SN = 43,71.

Październik

Okres IV kwartału 2016 r. to najmniejsza ilość obserwacji Słońca ze względu na panującą aurę pogodową. W ciągu 92 dni jedynie 18 było ze stanem zachmurzenie nieba od 0–50%. Reszta dni to powyżej 50%. Słońce na swojej powierzchni w październiku miało momenty, w których aktywność plamotwórcza dochodziła do artości SN = 85. W tym miesiącu powstał nowy numer grupy, zaczynający się od AR 2600. Na początku miesiąca trwała cisza słoneczna o zerowej aktywności. Formułowały się co prawda pojedyncze ledwo dostrzegalne grupy, które nie wpływały znacząco na liczbę Wolfa. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R= 25,23 i SN = 16,53.

Listopad

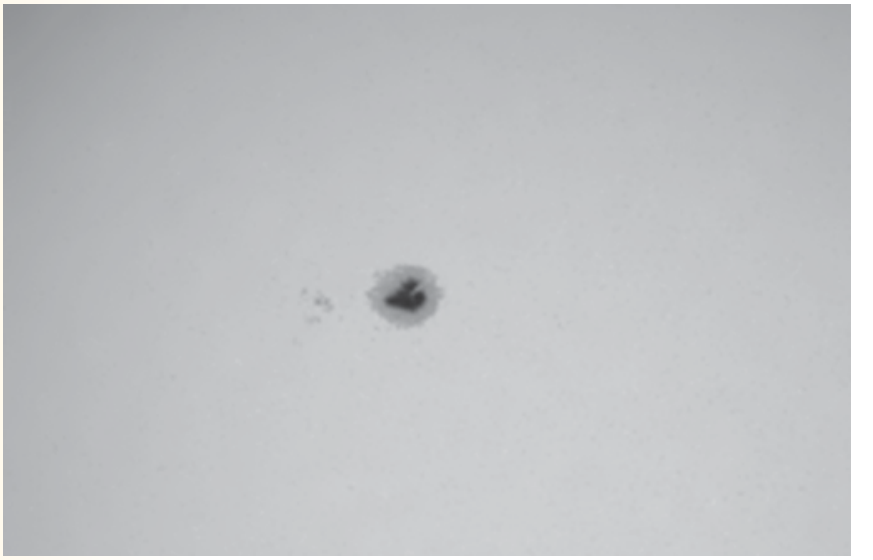
Przez większość listopada na powierzchni Słońca panowała niska ak-

tywność. SN nie osiągnęła wartości 50. Największą liczbę plam odnotowano 10 listopada w ilości 7 sztuk, w trzech grupach. Na tarczy słonecznej pojawiła się grupa AR 2615, która 30 listopada wygenerowała krótkotrwały rozbłysk klasy M1.2. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SPS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R =15,48 SN = 11,83.

Grudzień

Ostatni miesiąc roku zaliczał się do spokojnego Słońca. Po erupcji rozbłyskowej, która miała miejsce 30 listopada, wszystko ponownie powróciło do normy. Największa obserwowaną wartość liczby Wolfa przypadła na 3 grudnia R = 58. Z dnia na dzień aktywność słoneczna szybko malała, osiągając sporadycznie wartości R = 11. Na podstawie obserwacji i raportów nadesłanych przez członków SOS PTMA obliczono średnią liczbę Wolfa R=11,83 a dla SN = 10. Podsumowując 2016 rok z moich indywidualnych obserwacji, których przeprowadziłem 193, wynika, że 28 były z zerową aktywnością (R=0 i SN=0).

Opracował Janusz Bańkowski



Grupa 2529 z 13 kwietnia 2016 r. Fot. J. Bańkowski

Raport nr 7/2017

Średnia Liczba Wolfa w lipcu wyniosła R= 13,67 a średnia SN = 17,91 W lipcu najciekawszą grupa była grupa oznaczona nr. 2665 Rozmiary tej grupy szacowano na 710 mln. Powierzchni. Wewnątrz grupy naliczono aż 10 plam otoczonych półcieniem. Swoje obserwacje przysłało 8 obserwatorów, którym serdecznie dziękuję.

Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel

Obserwatorzy:

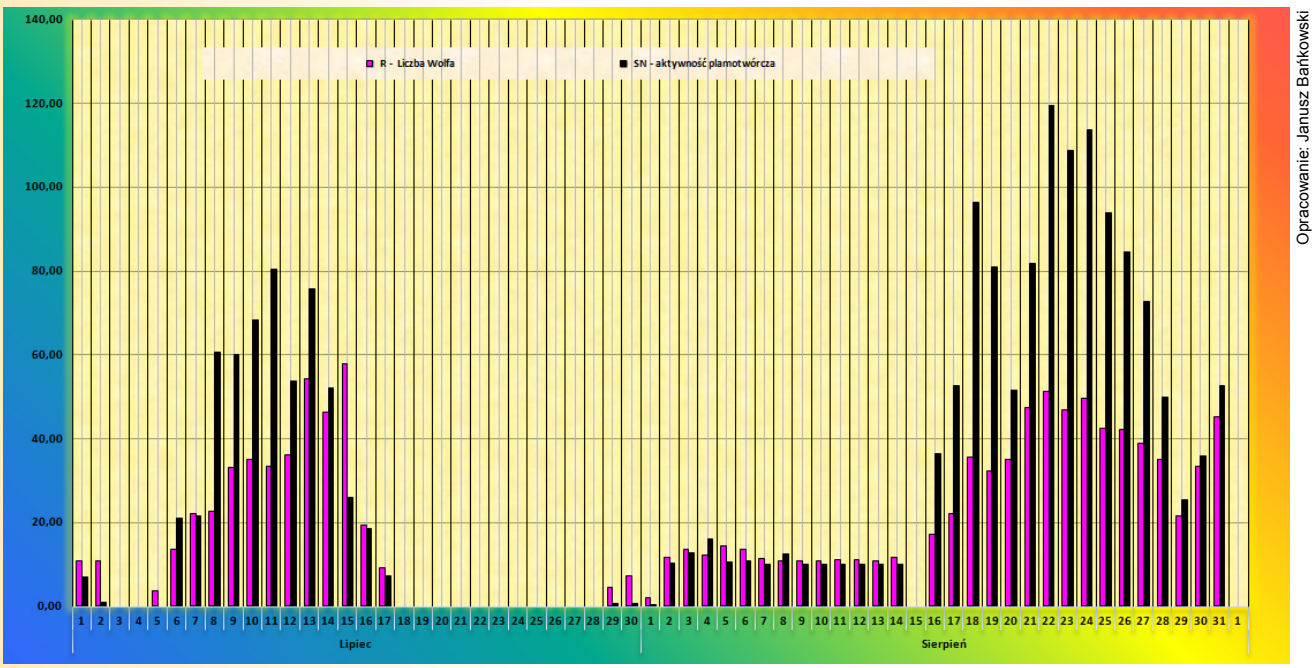
1. Zagrodnik Jerzy	27	5. Raczyński Łukasz	16
2. Winnicki Mateusz	24	6. Figiel Tadeusz	9
3. Jimenez Francisco	24	7. Kucemba Łukasz	8
4. Bańkowski Janusz	17	8. Moskal Kinga	1

Raport nr 8/2017

Średnia liczba Wolfa w sierpniu wyniosła R=25,08, a średnia SN= 43,35. Do połowy sierpnia jedna tylko grupa na Słońcu otoczona półcieniem. Pod koniec miesiąca liczba Wolfa wzrasta nawet do R=80, a SN przekracza 100. Swoje obserwacje przysłało 11 obserwatorów. Do wygenerowania raportu wykorzystano 152 obserwacje dla l.Wolfa i 109 dla SN.

Obserwatorzy:

1. Eugeniusz Mikołajczak	29	7. Skorupski Piotr	4
2. Jimenez Francisco	26	8. Bohusz Jerzy	4
3. Zagrodnik Jerzy	25	9. Raczyński Łukasz	4
4. Bańkowski Janusz 2	4	10. Książczyk Tomasz	4
5. Kucemba Łukasz	16	11. Moskal Kinga	3
6. Figiel Tadeusz	13		



Opracowanie: Janusz Bańkowski

Nowy zwierzak w kosmicznym ZOO

Zapewne wielu z naszych Czytelników miało do czynienia z portalem Zooniverse. Warto do niego znowu zajrzeć, bo od niedawna pojawił się na nim nowy „zwierzak". Znalazł dla siebie kącik pod adresem: https://www.zooniverse.org/projects/marckuchner/backyard-worlds-planet-9. Nazywa się „Backyard Worlds: Planet 9" i urodził się 15 lutego br.

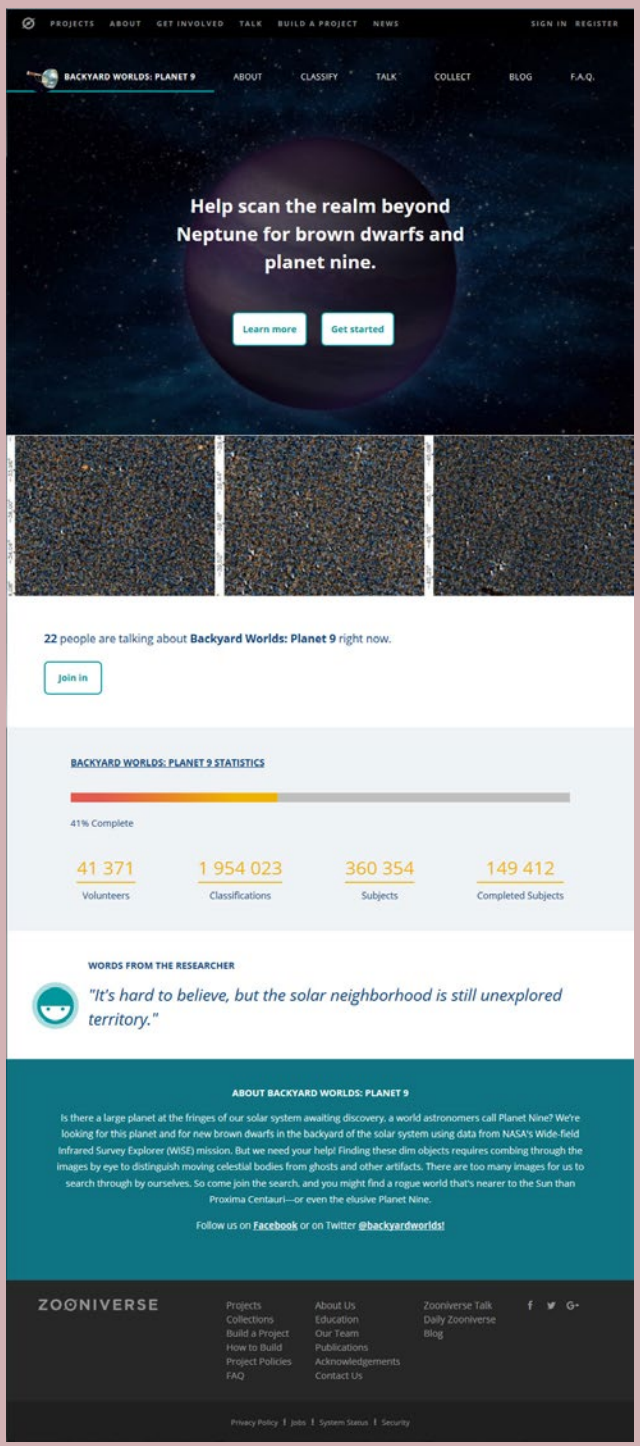
Po pojawieniu się rozważań na temat możliwości istnienia dziewiątej planety w naszym Układzie Słonecznym wzrosło zainteresowanie samotnymi obiektami mogącymi znajdować się w okolicach naszego Układu Słonecznego o masach zbyt małych, aby w ich wnętrzu mogły być zapoczątkowane reakcje termojądrowe, w związku z tym trudnymi do zaobserwowania. Mogą to być brązowe karły, ale też i mniejsze obiekty — planety wędrujące samotnie w przestrzeni.

Autorzy projektu są związani z Amerykańskim Muzeum Historii Naturalnej, Instytutem Teleskopu Kosmicznego — STSI, NASA, Uniwersytetem Kalifornijskim w Berkeley i Uniwersytetem Stanu Arizona. Proponują zainteresowanym wolontariuszom analizę sekwencji czasowych zdjęć uzyskanych w podczerwieni z pomocą misji NASA WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer). Zadanie polega na wychwyceniu z zaszumionych zdjęć słabych czy nawet bardzo słabych obiektów poruszających się na niebie. Pomimo ciągłego wzrostu mocy obliczeniowych współczesnych komputerów nawet zaawansowane algorytmy przeszukiwania obrazów gubią się, gdy mają do czynienia z podobnymi obiektami. Mózg człowieka nadal w podobnych warunkach okazuje się być najlepszym narzędziem do porządkowania obserwacji.

Jak i w innych odgałęzieniach Zooniverse, mamy do dyspozycji szczegółowe instrukcje pracy z danymi (można się z nich sporo nauczyć, niezależnie od stopnia zaawansowania uczestnictwa w projekcie), podejrzane obiekty mogą być konfrontowane z bazami danych, m.in. SIMBAD-em, a poza tym istnieje forum uczestników projektu, na którym można zadawać pytania, ale też i dyskutować szczegółowe kwestie.

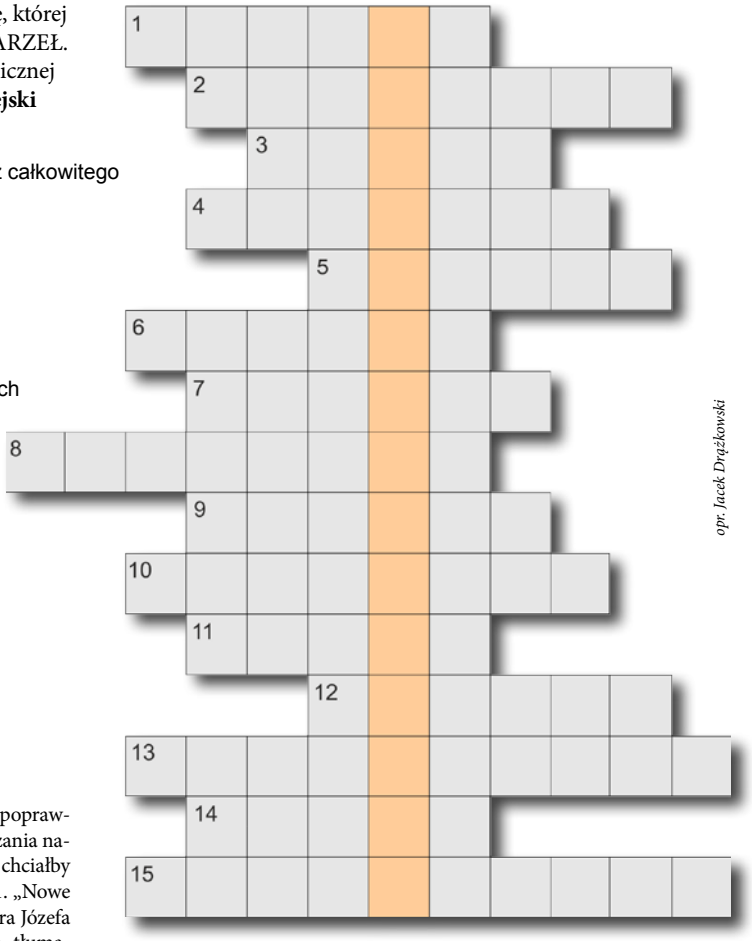
W kwietniu br. w projekcie uczestniczyło ponad 26 tys. osób, obecnie na początku września jest ich już więcej niż 41 tysięcy, natomiast 24 maja br. w *The Astrophysical Journal Letters* pojawiła się już pierwsza praca związana z projektem. Można ją znaleźć pod adresami: http://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/aa7200 (oryginalny artykuł na portalu wydawcy) lub na arXiv.org pod adresem https://arxiv.org/abs/1705.02919.

Roman Schreiber



W „Uranii–PA” nr 3/2017 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło ULTRACHŁODNY KARZEŁ. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Kamila Szafrańska** z Warszawy i **Witek Wierzejski** z Nałęczowa. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Miasteczko w USA, skąd m.in. transmitowano przekaz z całkowitego zaćmienia słońca 21 sierpnia br.
2. Grudniowy rój meteorów
3. Gatunek szkła dobrego do produkcji dużych zwierciadeł
4. Polski zespół zamieszany w bezpośrednią rejestrację fal grawitacyjnych
5. Planeta z dwoma nowymi księżycami
6. Nasza autorka o szerokich zainteresowaniach naukowych
7. Wciąż odkrywa nowe planety
8. Chorwacki Leibnitz
9. Bezzałogowy zaopatrzeniowiec Międzynarodowej Stacji Kosmicznej
10. Stamtąd startują Sojuzy
11. Budowany w Japonii detektor fal grawitacyjnych
12. Noblowski partner Hulse’a
13. Polski astronom pracujący w obserwatorium Licka
14. Mąż Virginii Trimble
15. Pozwala porównywać jasności gwiazd

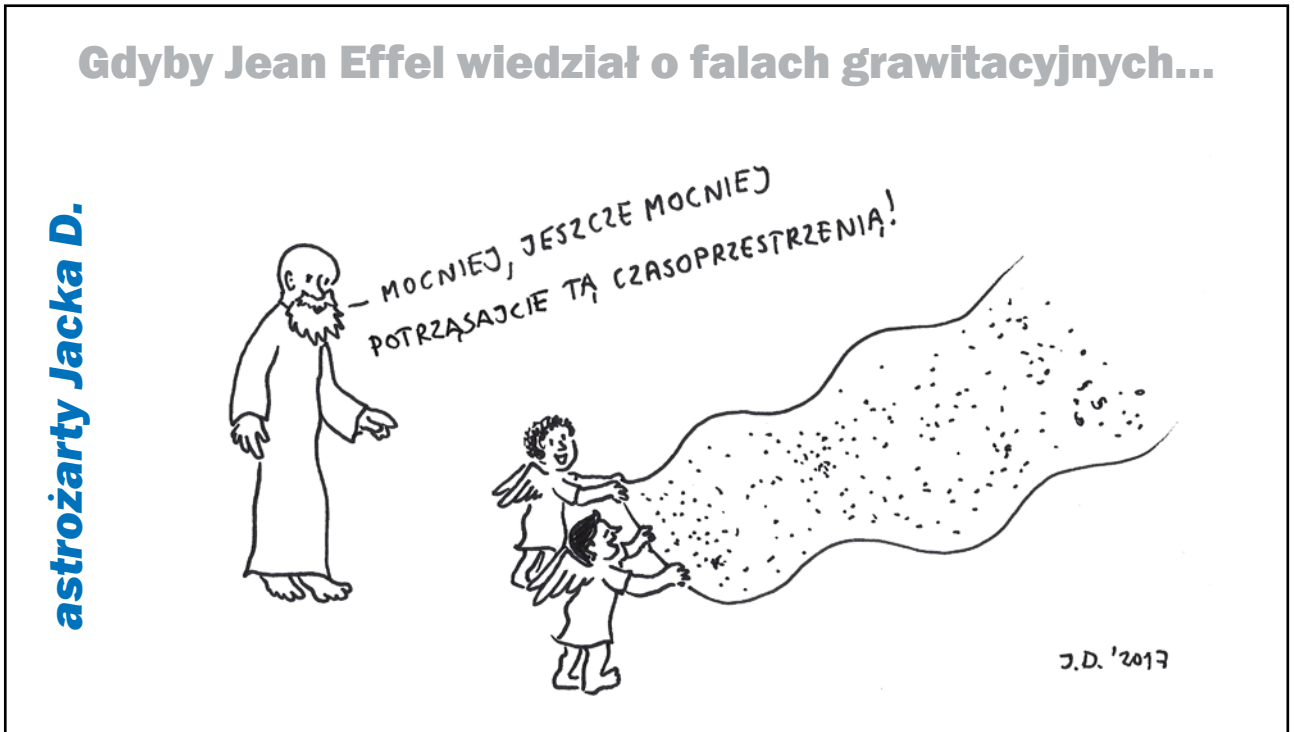


opr. Jacek Drążkowski

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca listopada 2017 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe. Do rozwiazania należy dodać swój adres oraz tytuł lub numer książki, którą Czytelnik chciałby otrzymać w wyniku losowania spośród następujących propozycji: 1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka; 2. „Relacja pierwsza” („Narratio Prima”) Joachima Retyka, tłumaczenie popularnonaukowego dzieła poświęconego „De Revolutionibus” Kopernika oraz kopia oryginału; 3. „Mały astronom”, nowa ksiażka o astronomii dla dzieci autorstwa profesora Grzegorza Karwasza. Rozwiązania można przesyłać drogą elektroniczną na adres: urania@urania.edu.pl.

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 3/2017: 1. SOJUZ, 2. BOLID, 3. SENTINEL, 4. BRITE, 5. TRAPPIST, 6. PHOCAEA, 7. JOHNSON, 8. PAWEŁ, 9. ATMOSFERA, 10. DERHAM, 11. PAN, 12. LOVEJOY, 13. ŁUSKINA, 14. ERYWAŃ, 15. FERMI, 16. TULISZKÓW, 17. WEBER, 18. ŁZY.

Gdyby Jean Effel wiedział o falach grawitacyjnych...



ZAPROSZENIA

Odczyty, wykłady, spotkania, wydarzenia

5–6 października 2017: VIII Sieradzka Konferencja Kosmiczna

6–8 października 2017: X Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet, Niepołomice http://sok.ptma.pl/rejestracja/

7–8 października World Space Week Wrocław, http://worldspaceweek.pl/

19–20 października 2017: 5. Ogólnopolska Konferencja na temat Zanieczyszczenia Światłem Warszawa, http://noc.edu.pl/

20–22 października: Konferencja „Astronomia XXI wieku i jej nauczanie" Niepołomice, astronomia-xxi-wieku-i-jej-nauczanie

październik 2017 – styczeń 2018: Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika Spotkania z Astronomią, Warszawa, http://camk.edu.pl/pl/outreach/wyklady-popularne/

6 października, 17 listopada, 1 grudnia 2017: Jesienne spotkania z Astronomią PTMA O/Katowice, http://www.katowice.ptma.pl

9 października, 23 października 2017 Kraków, http://krakow.ptma.pl/plan-odczytow

23–24 października 2017 II Forum Inteligentnego Rozwoju Jasionka koło Rzeszowa, http://irforum.pl/

Zloty i wyjazdy obserwacyjne

19–22 października 2017: PTMA O/Katowice – 33. zlot miłośników astronomii PTMA Zwardoń, http://www.zloty.astrocd.pl

Poczta

Z uwagą przeczytałem bardzo obszerny i bardzo ciekawy artykuł „Zanim cień Księżyca przetnie Amerykę" autorstwa Przemysław Rudzia. Są tam trzy zdania, które wydają się być w pewnej sprzeczności.

1. Zaćmienie Słońca zachodzi tylko i wyłącznie podczas *nowiu*...
2. Aby zaćmienie było długie, Księżyc w *pełni* powinien znajdować się w pobliżu perygeum ...
3. ... najkrótsze gdy Księżyc w *pełni* znajduje się w pobliżu apogeum...

Strona 15 i 16 Uranii.

Proszę o wyjaśnienie moich wątpliwości.

Ucieszyła mnie nowa kronika „Misje i badania kosmiczne". W jednym miejscu mogę przeczytać co dzieje się w astronautyce. Poza U-PA nie ma pisma, które podaje tyle informacji. Kiedyś tę rolę pełniła „Astronautyka", której czytelnikiem byłem od 1958 r. Mam w domowej bibliotece ponad setkę egzemplarzy – od numeru 2/1958 do rocznika 1990.

Kolejna sprawa: po przeczytaniu poczty w numerze 4/2017 zauważyłem, że *Urania* poza świetnymi artykułami bardzo ładnie pachnie. Żadnej zmiany farby!

Przeczytałem książkę „Poza Ziemię..." i wszystkim polecam. Gdyby autor pokusił się o spacerek po Księżycu to byłaby pełnia szczęścia.

Kasper Fabrowski, Bydgoszcz

Odp. *Dziękuję za krytyczną analizę tekstu i spostrzegawczość! Oczywiście doszło do pomyłki/przejęzyczenia, gdyż podczas zaćmienia Słońca o żadnej pełni nie może być mowy. Zjawisko to zachodzi tylko podczas nowiu, a jeśli ów przypada w pobliżu perygeum, wtedy tarcza naszego satelity ma największe rozmiary kątowe. Wtedy możemy się spodziewać względnie długiego zaćmienia. Gdy w tym samym czasie nasza planeta znajduje się w pobliżu aphelium, wtedy Słońce ma względnie najmniejsze rozmiary kątowe. Nałożenie się obu warunków skutkuje długimi lub bardzo długimi zaćmieniami.*

P. Rudź

* * *

Pozdrowienia od całej grupy Wielkiej Wyprawy PTMA na zaćmienie Słońca do USA dla Redakcji i Czytelników *Uranii–PA* prosto z miejsca obserwacji! To było cudowne przeżycie! W załączeniu zdjęcie przepięknej korony słonecznej. Więcej zdjęć i relację z naszego wyjazdu postaramy się przygotować do następnego numeru *Uranii*.

Agnieszka Nowak
wraz z ekipą PTMA Kraków

Korona słoneczna widoczna podczas całkowitego zaćmienia sfotografowana przez Agnieszkę Nowak. Po lewej stronie u dołu widoczna najjaśniejsza gwiazda gwiazdozbioru Lwa — Regulus

program telewizyjny

o astronomii i badaniach kosmosu

ASTRONARIUM

Premiery TVP3

Wszystkie odcinki na YouTube

Serial naukowy o tajemnicach kosmosu
i polskich astronomach odkrywających zagadki Wszechświata

www.astronarium.pl

youtube.com/AstronariumPL

facebook.com/AstronariumTVP

Godziny emisji w TVP 3:

premiery: soboty 8:05

powtórki: środy 15:35 i 00:40

producenci programu

TVP TELEWIZJA POLSKA

partner medialny

Urania Postępy Astronomii

dofinansowanie produkcji

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

W PREZENCIE KALENDARZ ASTRONOMICZNY 2018 PROSTO Z SATURNA!

Urania
Postępy Astronomii

6/2017 (792)
Tom LXXXVIII

Cena 14,90 zł
w tym 5% VAT

www.urania.edu.pl

ukazuje się od 1919 r.

KOMETY

FALE GRAWITACYJNE
zderzenie gwiazd neutronowych

BŁĄD W DE REVOLUTIONIBUS?
zakrycie Aldebarana

ISSN 1689-6009 indeks 401323

BOHDAN PACZYŃSKI
pierwszy po Koperniku

W nocy 28-29 lipca br. nasz grecki przyjaciel Anthony Ayiomamitis, którego zdjęcia niejednokrotnie gościły na łamach *Uranii*, wykonał efektowne zdjęcie wraku statku spoczywającego w Gytheio leżącym 630 km na południowy zachód od Aten.

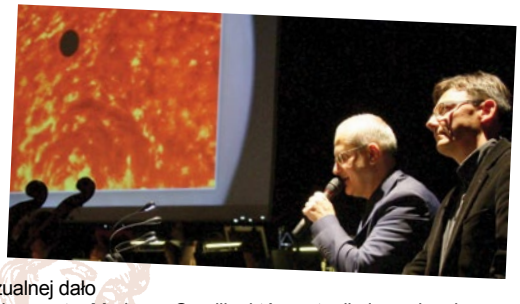
Bogactwo gwiazd letniego nieba w tle zaskoczyło samego autora. Zbieranie materiału do zdjęcia zabrało łącznie ponad 6 godz. i składa się nań 186 ekspozycji po 120 s każda przy czułości 1000 ISO (Canon EOS 6D z obiektywem Canon EOS EF 28mm/f1.8 USM ustawionym na f3.5 i filtrem Baader BCF2)

URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Urania patronuje coraz liczniejszym imprezom w całej Polsce. Pretekstów do nich dostarczają atrakcyjne zjawiska na niebie, festiwale i pikniki naukowe, konferencje, konkursy i seminaria. Już nie wszędzie jesteśmy w stanie pojechać, choć redakcja nam się rozrosła. Najbardziej cenię i szczególnie bliskie są mi wydarzenia z pogranicza różnych dziedzin kultury, zwłaszcza nauki i sztuki. Ze szczególną nostalgią wspominam wielki koncert „Moc Klasyki — Planety" z udziałem dwutysięcznej publiczności w Sali Kongresowej, 4 lata temu w Warszawie.

Gdy podobny koncert — co tam koncert, cały festiwal! — organizowano na toruńskich Jordankach, jak zwykle okazało się, że najciemniej pod latarnią. Nie tylko nikt nie przypomniał sobie o *Uranii*, ale nawet o całym wydarzeniu dowiedziałem się z gazety. Miało to jednak tę zaletę, że zamiast handlować czasopismem w foyer nowej, pięknej Sali Koncertowej, mogłem się oddać wyłącznie kontemplacji wysokiej sztuki.



Szczerze mówiąc, geocentryczne (patrz oryginalna kolejność) Planety Gustava Holsta — poza Marsem i Jowiszem — zawsze wydawały mi się trochę nudne. W mojej akademickiej karierze przeduraniowej też nigdy nie zainteresowałem się Układem Słonecznym i bezpośrednią eksploracją kosmosu. Ileż też można się przyglądać obrazom planet i ich księżyców z sond badawczych? A jednak tym razem połączenie przestrzeni dźwiękowej i wizualnej dało efekt zdumiewający. Podziwiać należy dyrygenta, Mariusza Smolija, który ustąpił nieco chwały dwóm niezastąpionym narratorom, Piotrowi Majewskiemu i Jerzemu Rafalskiemu, autorom stworzonej na potrzeby wydarzenia multimedialnej animacji. Efekt okazał się zdumiewający, co 700-osobowa publiczność nagrodziła długotrwałą owacją. Orkiestra ustawiona nad kanałem zabrzmiała niezwykle soczyście, a muzyka nabrała niezwykłego, ilustracyjnego charakteru. W krótkich wprowadzeniach do kolejnych części suity i na kolejne orbity przydało się radiowe i telewizyjne doświadczenie Piotra i Jurka — ani jednego słowa za dużo, ani jednego za mało! Najbardziej olśniewające były jednak same obrazy planet z ich księżycami, pierścieniami, obłokami i zorzami polarnymi. Próbując przekonać kolejnych ministrów o konieczności powrotu astronomii do programu edukacji, wielokrotnie przytaczałem argument, że właśnie takie obrazy nieba miały decydujący wpływ na wybór studiów politechnicznych przez kadry inżynierskie najbardziej rozwiniętych krajów świata. Dopiero jednak zaprezentowany na koncercie pokaz mógł przekonać o sile takiego przekazu. Bezcenne też okazało się dyskretne wplecenie niespodziewanych poloniców pośród nazw tworów geologicznych na planetach wewnętrznych i krater… Holst na Marsie.

Od kilku lat zastanawiam się, gdzie i kiedy zorganizować obchody 100-lecia *Uranii*. W Warszawie, gdzie w 1919 r. powstały pierwsze powielaczowe, a w 1922 pierwsze offsetowe egzemplarze? A może w Krakowie, blisko powojennej siedziby PTMA, pierwszego właściciela tytułu? I właśnie podczas tego koncertu pomyślałam, że może jednak tu, w Toruniu? Tu od 20 lat mieści się redakcja i magazyn pisma, wcześniej działała redakcja *Postępów Astronomii*, których formę przyjęło pismo po połączeniu. Wokół toruńskiej redakcji powstało całe edukacyjno-popularnonaukowe „imperium" *Uranii*: portal internetowy, serial naukowy Astronarium, kanały edukacyjne na YouTube „Niebo na dłoni" i „Urania TV" (start niedługo) oraz internetowy informator AstroGPS.

W Toruniu i okolicach mamy obserwatorium, planetarium, pomnik planetoidy i kilkanaście astrobaz. Miasto to miejsce kopernikańskiego kultu i uczelni. A co najważniejsze, mamy tu fantastycznych ludzi, przyjaciół i znajomych, którzy za astronomię pójdą w ogień. Mamy wreszcie tę niesamowitą, hiszpańską Salę Koncertową, do której już dziś zapraszam na galowe prawykonanie suity czy symfonii „Planetoida 30 Urania".

Maciej Mikołajewski

Zdjęcia: Magdalena Kujawa

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

listopad–grudzień 2017

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**" (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii".

Nakład: 3000 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Agnieszka Górska-Pukownik (sekretariat), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (red. naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Sebastian Soberski, Marek Substyk, Robert Szaj, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 600 663 640 Sekretariat
tel. 509 44 17 17 Redaktor Naczelny
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
http://www.urania.edu.pl

Dystrybucja:
Joanna i Ernest Świerczyńscy,
tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 12 zł
Prenumerata roczna 72 zł **NOWA CENA**
I KONTO!
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

Prenumerata sponsorowana czasopisma „Urania — Postępy Astronomii" dla szkół finansowana w ramach umowy 886/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

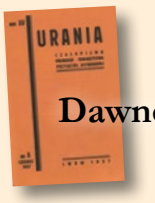
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18,
00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35,
31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

*** ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA * MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA * ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW * PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI * OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW * REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM ***

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14



Dawno temu w… „Uranii”

Aluminiowanie zwierciadeł astronomicznych.

Do niedawna zwierciadła astronomiczne były powlekane srebrem, które stanowiło powierzchnię odbijającą światło. Obecnie wielkie zwierciadła są pokrywane metalem glinem (aluminium) przy zastosowaniu procesu wyparowania. Aluminiowane zwierciadła przewyższają w swych zaletach zwierciadła srebrzone. Powłoka aluminiowa jest bardzo trwała i w dużym stopniu odporna na wpływy atmosferyczne. Zwierciadła aluminiowane nie wymagają przeto tak częstej zmiany odbijającej światło powłoki, jak to było konieczne przy zwierciadłach srebrzonych. Nadto zdolność odbijania jest wyższa u aluminium, niż u srebra, szczególnie zaś jest wysoka dla ultrafioletowego promieniowania, bardzo silnie pochłanianego przez srebro. Dzięki zastosowaniu aluminiowanych zwierciadeł do spektroskopii astronomicznej, udało się sfotografować widmo gwiazd aż do długości fali 3000 Å, to jest do granic przepuszczalności atmosfery. **E. R.**

Obserwatorium w stratosferze

W ostatnim numerze biuletynów Harwardzkiego Obserwatorium M. N. Saha wzywa do zorganizowania regularnych wzlotów balonów stratosferycznych, zaopatrzonych w spektrografy rejestrujące pozafioletowe światło gwiazd lub Słońca. Oczywiście w pierwszym rzędzie chodzi na razie o Słońce, Głównym wrogiem badaczy widma pozafioletowego ciał niebieskich jest zawarty w atmosferze ziemskiej ozon, który absorbuje krótkofalowe promieniowanie. Dzięki temu światło Słońca lub gwiazd o długości fali krótszej od 2900 Å jest całkowicie nieznane. Jest to o tyle przykra okoliczność, że niemożność poznania niektórych prążków widma Słońca lub gwiazd, leżących w pozafiolecie, uniemożliwia wytłumaczenie dostrzegalnych części widma, zmuszając do poszukiwania hipotez – niestety najczęściej nieskutecznych. Przypuszczano, że jeżeli chodzi o gwiazdy, uda się uniknąć ozonu przez założenie obserwatorium pod biegunem. Przypuszczano, że ozon powstaje na skutek promieniowania Słońca i że w nocy, a specjalnie w czasie wielomiesięcznej nocy podbiegunowej, ilość ozonu powinna tak zmaleć, że absorpcja pozafioletu stanie się nieistotna. Obserwacje nie potwierdziły tego przypuszczenia i w 1930 r. S. Chapman wyjaśnił, że promienie słoneczne nie tylko powodują powstawanie ozonu, ale również go rozkładają, skutkiem czego może go być nawet więcej w nocy niż w dzień. Skoro bieguny zawiodły, zwrócono się do stratosfery. Dawniejsze badania zdawały się wskazywać na to, że warstwa ozonu absorbującego pozafiolet, znajduje się na wysokości około 100 km. ponad powierzchnią Ziemi. Sprawa wyglądała beznadziejnie nawet dla balonów sond bez załogi. Badania Götz'a, Meetham'a i Dobson'a z r. 1934 obniżyły jednak znacznie wysokość warstwy ozonu, bo

W AKTUALNYM NUMERZE

Dawno temu w… „Uranii” 4

Kronika

Odkrycia i wydarzenia astronomiczne 6

Misje i badania kosmiczne 8

Komety (I) 10

Przemysław Rudź

Komety od tysiącleci były jednymi z najbardziej spektakularnych zjawisk na niebie. Historia badań nad ich naturą jest długa i bogata, miesza się z barwnymi mitami i przesądami.

Fale grawitacyjne i błysk światła kilonowej 20

Krzysztof Czart

Jednoczesna detekcja fal grawitacyjnych i fal elektromagnetycznych od tego samego źródła to ostateczne potwierdzenie, że fale grawitacyjne rzeczywiście istnieją i potrafimy je wykrywać.

Pierwszy po Koperniku 24

Bruce T. Draine

Bohdan Paczyński to jeden z największych astronomów XX w. nie tylko w Polsce, ale i na świecie. Wniósł istotny wkład w wiele dziedzin astrofizyki. Przedstawiamy sylwetkę tego niezwykłego naukowca we wspomnieniach jego kolegi z Uniwersytetu Princeton.

Nie tylko teleskopy

Książka pod choinkę 31

Ciekawe strony internetowe

A miało być tak pięknie… 32

Przeczytane w *Nature* i *Science*

O atmosferach 33

Rosetty pogoń za kometą 38

Mikołaj Sabat

Medialna i pełna niespodziewanych zwrotów akcji misja Rosetta była jednym z najsłynniejszych przedsięwzięć Europejskiej Agencji Kosmicznej ostatniej dekady. Rok po jej zakończeniu dane, zdobyte dzięki tej wyprawie, przyczyniają się do lepszego zrozumienia komet oraz budowy i powstawania Układu Słonecznego.

W skrócie

Odkryto kilka egzokomet 36

Zdjęcie czerwonego olbrzyma daje zaskakujące spojrzenie na przyszłość Słońca 36

Współpracownik *Uranii* uhonorowany na niebie 37

Planetoida spoza Układu Słonecznego 37

Testy obserwacyjne prototypowego teleskopu dla Obserwatorium CTA 60

Budowanie planet z piasku 60

Czy Kopernik się pomylił? 44

Piotr Majewski

Zakrycie Aldebarana przez Księżyc 9 marca 1497 r. jest najstarszą znaną i bardzo ważną obserwacją w pracy wybitnego astronoma. Badania wskazują jednak na poważne nieścisłości w jej opisie i stawiają historyków nauki przed nową zagadką z przeszłości.

Astropodróże

W jezuickim labiryncie Wilna 48

Pod patronatem POLSA

Sieradz miastem kosmicznym 50

W kraju

Astropalooza i astronomia w Szkole Orląt w Dęblinie 53

Circulos meos

Ju-Fu Lu (1947–2017) 54

CYRQLARZ No 225

Październikowe bolidy 56

Komeciarz

Komety widoczne z Polski w 2018 r. 58

Kącik olimpijczyka

Rozwiązanie zadania nr 3 zawodów II stopnia LII Olimpiady Astronomicznej 61

Młodzi badacze

Droga do OMSA. Wojewódzkie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne — WMSA 61

Kalendarz astronomiczny

Niebo nad Polską w styczniu i lutym 2018 62

Zimowe gromady gwiazd 66

Astronomia i muzyka

Nowości od przyjaciół 67

Konkurs na fotki z Uranią 67

Obserwator Słońca

Zaproszenie do naukowej obserwacji Słońca 68

Raport: wrzesień — październik 2017 68

Poczta, zaproszenia 69

Spis treści rocznika rocznika 2017 70

Relaks z Uranią (krzyżówka, astrożarty) 72

Astrofotografia amatorska:

Startrails 2

Księżyc i nie tylko 75

do 20 – 40 kilometrów, a próby podjęte przez Regenera w r. 1935 (Handb. d. Astroph. Bd. VII. 338) wykazały wyraźnie, że fotografowanie widma Słońca ze stratosfery nie jest sprawa beznadziejną.

Regener skonstruował spektrograf, który co pewien czas automatycznie fotografował widmo Słońca. Spektrograf ten był umocowany do balonu sondy i zdjęcia widma słonecznego pochodziły z różnych wysokości ponad Ziemią, aż do 31 kilometrów, Fotografie widma wykazują wyraźny wzrost natężenia części pozafioletowej wraz z wysokością. Do organizacji tego rodzaju badań wzywa właśnie M. N. Saha, zwracając uwagę, że badania takie winny pozwolić na poznanie dziedzin widma od $\lambda = 2900$ Å do $\lambda = 2000$ Å oraz zapewne paru wycinków widma o jeszcze krótszych falach. Balony sondy musiałyby jednak sięgać do 40 km. ponad Ziemią,, gdyż główna absorpcja ozonowa odbywa się między 30 a 40 kilometrami wysokości. Wysokość 40 kilometrów osiągnął podobno niedawno Molczanow, co dowodziłoby, że sprawa urządzenia „obserwatorium w stratosferze" ma szanse bliskiej realizacji. **j. m-r.**

Czy świat się rozszerza

W związku z badaniami Hubble'a, który stwierdził, że przesunięcie prążków widmowych ku czerwieni u odległych mgławic spiralnych interpretowane jako przesunięcie Dopplerowskie, prowadzi do modelu świata zbyt małego, by mógł być realnym, rozwija się w ostatnich czasach ożywiona dyskusja. Wyniki Hubble'a są interpretowane albo jako niezbyt dokładne (Eddington) albo jako prowadzące do świata, którego krzywizna jest ujemna (Mc Vittie), albo wreszcie odżywa zarzucona hipoteza o stracie energii przez kwant światła, co powoduje oczywiście wydłużenie się fali światła. Zdaje się wszystko za tym przemawiać, że decydujące rozstrzygnięcie w tej sprawie przyniesie uruchomienie będącego w budowie 5-o metrowego zwierciadła.

j. m-r.

Urania 3/1937, pisownia oryginału.

NA OKŁADCE

Źródło: ESO/N. Bartmann/spaceengine.org

Zdjęcie komety Czuriumowa-Gierasimenki wykonane przez sondę Rosetta na krótko przed rozpoczęciem manewru prowadzącego do zakończenia misji przez uderzenie sondy w powierzchnię jądra komety 29 września br.

SIERPIEŃ 2017

1 VIII — Zarówno powierzchnia Słońca, jak i wnętrze bezustannie drgają. Oscylacje powierzchniowe są dobrze zbadane, w przeciwieństwie do głębinowych. Jednak analiza statystyczna obserwacji zebranych przez 16,5 roku pracy satelity SOHO pozwoliła ugryźć i ten temat, co przyniosło ważny wynik: jądro Słońca obraca się z okresem ok. tygodnia (powierzchnia potrzebuje na to prawie miesiąc). Młode Słońce pewnie całe wirowało tak szybko, jednak przez 4,6 mld lat życia zewnętrzne warstwy zostały wyhamowane przez wiatr słoneczny, a może też zjawiska magnetyczne.

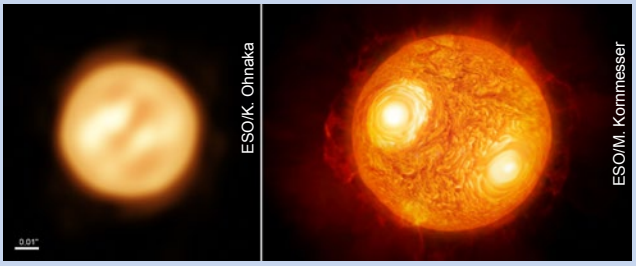
3 VIII — Planetoida 2014 MU_{69} jest następnym celem sondy New Horizons, więc chciałoby się zawczasu wiedzieć o niej coś więcej niż tylko położenie i jasność (27^m). Okazja nadarzyła się, gdy planetoida zakryła gwiazdę 14^m, co zostało zaobserwowane przez 5 z 24 zespołów obserwatorów (częściowo amatorów), rozstawionych w poprzek pasa zakrycia. 2014 MU69 okazała się ciałem o rozmiarach 20–30 km, ale wyraźnie niesferycznym. Jest mocno wydłużona albo wręcz podwójna. Prawdę poznamy w styczniu 2019 r.

10 VIII — W przestrzeni międzygwiezdnej krąży wiele planet swobodnych, niezwiązanych z żadną gwiazdą. Czasem niektóre z nich dają znać o swoim istnieniu, gdy przechodząc na tle dalekiej gwiazdy wzmacniają jej blask na 1–2 dni w efekcie grawitacyjnego mikrosoczewkowania. W warszawskim projekcie OGLE (zob. *Urania* 4/2012 s. 186,190) zarejestrowano już ponad 2600 mikrosoczewek, co pozwoliło oszacować częstość występowania swobodnych planet olbrzymów (o masie co najmniej Jowisza) w Galaktyce. Okazało się, że jest ich nie więcej niż ¼ liczby gwiazd ciągu głównego. To dość logiczne. Sądzi się, że planety swobodne są (przynajmniej w znaczne części) „wyrzutkami" z układów planetarnych. W takim wypadku jowisze należą raczej do wyrzucających niż wyrzucanych, więc nie powinno ich być więcej niż gwiazd.

14 VIII — Kolejna rejestracja fal grawitacyjnych. Już czwarta w historii, ale pierwsza dokonana trzema detektorami — zaledwie 2 tygodnie po tym, gdy do amerykańskiego duetu LIGO (zob. *Urania* 2/2016, s. 8) dołączyło europejskie obserwatorium Virgo (fot. obok, zob. *Urania* 5/2017, s. 27). Pozwoliło to znacznie dokładniej określić miejsce, skąd dotarły fale: gdzieś w okolicach Erydana, Pieca i Zegara. To nie tylko skok ilościowy, ale i jakościowy, bo teraz możliwe staje się badanie polaryzacji fal grawitacyjnych. Podobnie jak w poprzednich trzech przypadkach, sygnał powstał, gdy dwie czarne dziury o masach 25 i 31 $M_\odot$ zlały się w jedną o masie 53 $M_\odot$. Brakujące w tym rachunku 3 $M_\odot$ zamieniły się w energię fal grawitacyjnych.

Źródło: Virgo

17 VIII — Interferometria, czyli jednoczesne obserwacje tego samego obiektu wieloma teleskopami, to sposób na zwiększenie zdolności rozdzielczej, z dużym powodzeniem stosowany na falach radiowych. Trudniejszy w optyce, ale i tu przynosi czasem widowiskowe rezultaty, jak obraz tarczy Antaresa (α Scorpii), najdokładniejszy w historii wizerunek jakiejkolwiek gwiazdy. Udało się uzyskać rozdzielczość 0,005" (lewa część rys. niżej; część prawa to wizja artysty, oparta na uzyskanym obrazie).



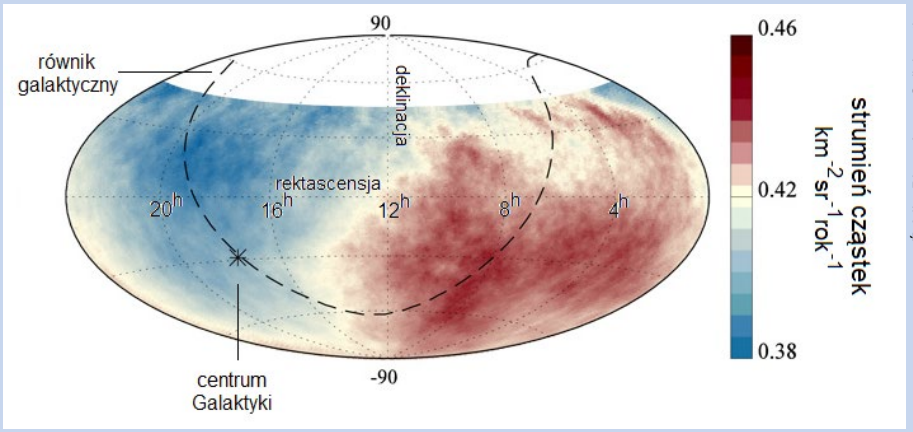
21 VIII — Zaćmienie Słońca. Tym razem pas zaćmienia całkowitego nie przechodził przez dzikie ostępy i pustkę oceanów, lecz w poprzek USA (*Urania* 4/2017, s. 23). Zjawisko wywołało więc ogromne zainteresowanie mediów i publiczności i stało się bodaj najbardziej obfotografowanym zaćmieniem w historii (zob. np. *Urania* 5/2017, s. 2, 38, 75).

30 VIII — W 1437 r. n.e. w Skorpionie pojawiła się gwiazda nowa, przez dwa tygodnie obserwowana przez koreańskich astronomów. Dziś jest w tym miejscu mgławica, a w niej układ kataklizmiczny — biały karzeł w bliskim sąsiedztwie ze zwykłą gwiazdą, którą okrada z materii. Właśnie takie układy wybuchają jako nowe (zob. *Urania* 6/2014, s. 14), choć ten jest dziś tylko nową karłowatą i nie jest w centrum mgławicy (czerwone kreski na fot. u góry na stronie obok). Jednak jego ruch własny pokazuje, że 580 lat temu był w samym jej środku (gwiazdka), a zatem to on wybuchł jako nowa. Coraz śmielej można więc wierzyć, że nowe, nowopodobne i nowe karłowate to nie osobne gatunki, lecz różne fazy życia układów kataklizmicznych.

WRZESIEŃ 2017

1 IX — Planetoida 3122 Florence przeleciała w odległości 7 mln km od Ziemi. To niespecjalnie blisko, ale Florence to nie ułomek — ma średnicę 4,5 km. Dzięki temu przez kilka nocy można było ją zobaczyć przez lornetkę (jasność maks. $8,7^m$). Przy tej okazji radarowo odkryto jej 2 księżyce, a nawet zmierzono ich okresy obiegu (na fot. po prawej 5 różnych ujęć, zrobionych w czasie 2,5 godz.; pionowe jasne kreski to księżyce).

Pozwoliło to obliczyć jej gęstość: 1,4 g/cm^3. Tymczasem można było oczekiwać gęstości 2–3 razy większej, bo jej powierzchnia wygląda na skalistą. Florence musi więc być wewnątrz bardzo porowata.

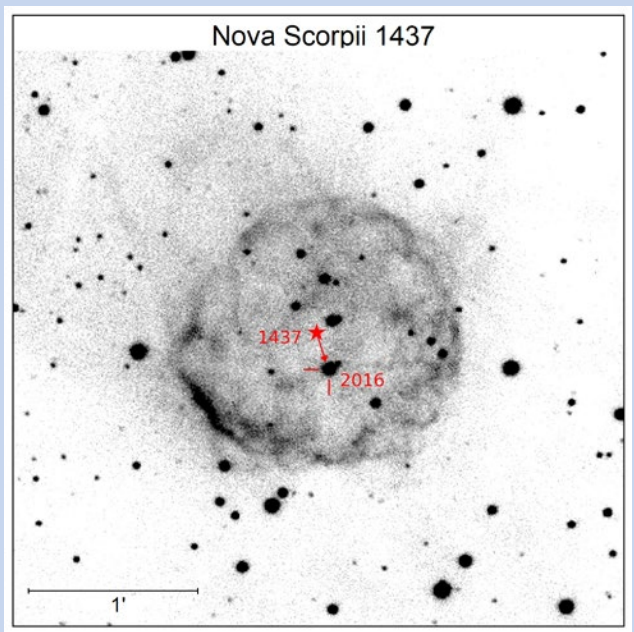


Źródło: Pierre Auger Collaboration

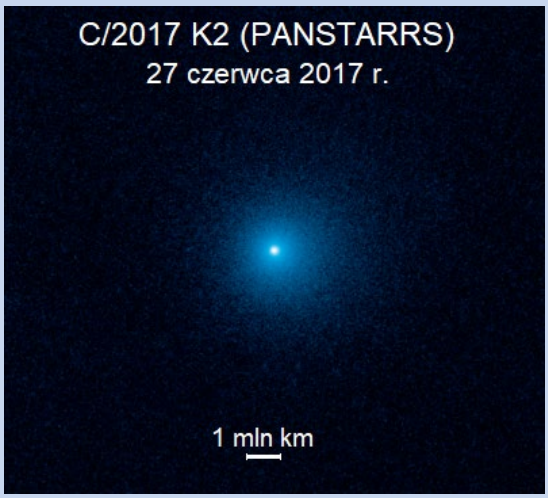
6 IX — U schyłku 24. cyklu aktywności, skądinąd marnego, Słońce wystrzeliło rozbłyskiem rentgenowskim najwyższej klasy X9, powtórzonym 4 dni później w mniejszej skali. Coś takiego widzieliśmy ostatnio 13 lat temu, jeszcze w poprzednim cyklu 23. Katastrofy na Ziemi nie było, ale pojawiające się pogłoski o zaniku aktywności słonecznej, na podobieństwo XVII-wiecznego minimum Maundera, mogą być jeszcze przedwczesne.

11–14 IX W Zielonej Górze odbył się XXXVIII zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Prezesem wybrano prof. Marka Sarnę. Medal Paczyńskiego (za wybitne osiągnięcia) otrzymał Aleksander Wolszczan, medal Zonna (za popularyzację) dr Bogdan Wszołek, zaś nagrodę młodych mgr Przemysław Mróz. Godność honorowego członka PTA przyznano profesorom Wojciechowi Dziembowskiemu i Sławomirowi Rucińskiemu. (zob. *Urania* 5/2017, s. 45).

22 IX — Wśród cząstek pierwotnego promieniowania kosmicznego, jąder atomowych bombardujących naszą atmosferę, są i takie, które niosą gigantyczną energię mierzoną już nie w elektronowoltach, lecz w dżulach. Choć obserwowane są od pół wieku, wciąż nie wiadomo było, czy ich źródła znajdują się w naszej Galaktyce, czy gdzieś dalej. Są bowiem bardzo rzadkie — na 1 km^2 pada średnio jedna taka cząstka rocznie. Trzeba było 12,5 lat pracy Pierre Auger Observatory (międzynarodowego, choć zlokalizowanego w Argentynie), by zarejestrować ponad 30 000 takich cząstek, co pozwoliło zbadać ich rozkład przestrzenny. Pojawiają się na całym niebie, ale jest wyraźna dipolowa anizotropia: z okolic Wielkiego Psa przybywa ich 6% więcej niż z przeciwnej strony. Ta oś nie leży w płaszczyźnie Galaktyki, a tym bardziej nie wskazuje na jej centrum (rys. wyżej). Jest więc rozwiązanie zagadki: cząstki o energiach powyżej 8×10^{18} eV (= 1,3 J) mają pochodzenie pozagalaktyczne.

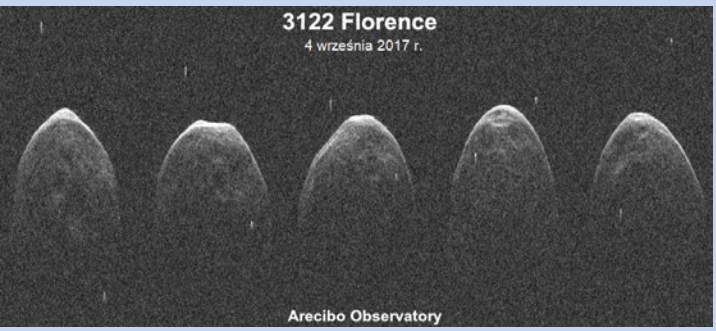


Źródło: K. Iłkiewicz, J. Mikołajewska



Źródło: NASA, ESA, D. Jewitt (UCLA)

28 IX — O komecie C/2017 K2 (PANSTARRS) być może zrobi się głośno za 5 lat, jeśli po przejściu przez peryhelium w grudniu 2022 r. będzie ładnym widowiskiem (niestety na południowym niebie — zob. *Urania* 4/2017, s. 58), jednak już teraz zasługuje na sławę. Odkryto ją w maju br., ale jej obraz zarejestrowano też przypadkiem na zdjęciach wykonanych 4 lata wcześniej, gdy była w odległości 24 j.a. od Słońca, co bije rekord najdalszej obserwacji nadchodzącej komety. Już wtedy miała otoczkę, a więc jej jądro było aktywne. Jakim cudem? Lód wodny, główny budulec komet, w panującej tam temperaturze 40–70 K musi być martwy jak skała. Obserwacje teleskopem Hubble'a (fot. wyżej) wskazały rozwiązanie. To sublimacja bardziej lotnych lodów: O_2, N_2, CO i CO_2 unosi z jądra submilimetrowe ziarna piasku. Jest to więc świeża kometa, która jeszcze nie zaznała ciepła słonecznego.



Źródło: Patrick Taylor, Arecibo Observatory

Wybrał i skomentował: Marek Muciek

SIERPIEŃ 2017

14 VIII — Z przylądka Canaveral na Florydzie wystartowała rakieta Falcon 9 z kapsułą towarową Dragon do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Statek został wypełniony prawie 3 tonami zaopatrzenia, w tym dużą ilością ładunku naukowego.

W niehermetyzowanej części statku znalazł się detektor cząstek ultrawysokich energii CREAM. Naukowcy chcą przy pomocy urządzenia odpowiedzieć na pytania, skąd w kosmosie biorą się cząstki posiadające energie liczone w tysiącach TeV i jak ważne są we Wszechświecie. Do wnętrza kapsuły zapakowano też m.in. myszy do badań biologicznych, eksperyment do rozwoju lekarstwa na chorobę Parkinsona i kilka niewielkich satelitów.

Źródło: SpaceX

Rakieta Falcon 9 startująca z platformy SLC-39A z kapsułą Dragon CRS-12 na szczycie

17 VIII — Dwóch Rosjan wyszło na zewnątrz Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, aby wypuścić pięć niewielkich satelitów i wykonać prace konserwacyjne w rosyjskiej części kompleksu. W przestrzeń udał się Fiodor Jurczichin, dla którego był to już 9. spacer, oraz Sergiej Riazański, który wykonał swoje 4. wyjście w przestrzeń kosmiczną. Pierwszy rosyjski spacer w 2017 r. trwał prawie 8 godz.

17 VIII — Miliony ludzi od zachodniego do wschodniego wybrzeża Stanów Zjednoczonych podziwiało zjawisko całkowitego zaćmienia Słońca. Podobne obserwacje wykonano z orbity, w tym przez szóstkę astronautów znajdujących się na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

Źródło: NASA

Nietypowy obraz z zaćmienia Słońca wykonany z pokładu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Przedstawia cień rzucany przez Księżyc na Amerykę Północną

Trzech Amerykanów, dwóch Rosjan i Włoch znajdujący się na stacji wykonało sekwencję zdjęć podczas każdej z trzech orbit, kiedy znajdowali się w strefie zaćmienia. Za każdym razem jednak było to tylko częściowe zakrycie Słońca.

18 VIII — Amerykańska rakieta Atlas V wystartowała z wybrzeży Florydy, wynosząc satelitę TDRS-M, który wejdzie w skład szkieletu komunikacyjnego pomiędzy Ziemią i satelitami na niskiej orbicie okołoziemskiej oraz astronautami znajdującymi się na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

Był to tym samym trzeci i ostatni wyniesiony na orbitę satelita 3. generacji systemu TDRSS, który od lat 80. zapewnia stałą komunikację z kilkudziesięcioma misjami NASA, satelitami amerykańskich agencji rządowych, a nawet dostarcza usługi komunikacyjne dla lotnictwa i baz na Antarktydzie. Dzięki satelitom systemu, kontrola naziemna pozostaje także w stałej łączności ze startującymi amerykańskimi rakietami nośnymi.

19 VIII — Z portu kosmicznego Tanegashima w Japonii wystartowała rakieta H-IIA z trzecim satelitą systemu lokalnej nawigacji Quasi-Zenith. Japońska sieć satelitów ma pomagać ustalić położenie odbiornikom nawigacji w metropoliach miejskich i terenach górskich na terenie Japonii. System będzie zwiększał dokładność amerykańskiej flotylli GPS, a gdy ta nie będzie widoczna, dostarczał swój własny, mniej dokładny sygnał.

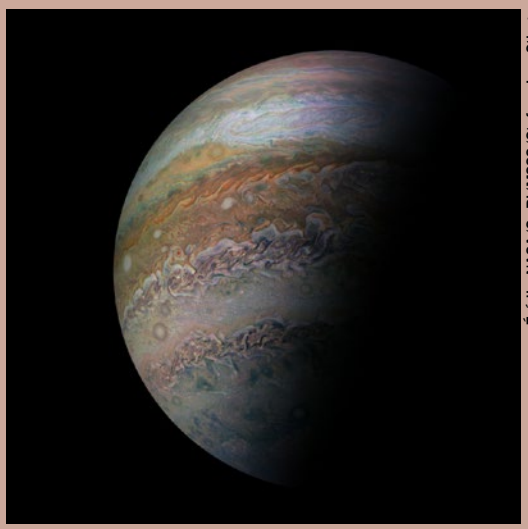
23 VIII — Na Międzynarodową Stację Kosmiczną trafił nowy detektor cząstek ultrawysokich energii CREAM. Sprzęt przyleciał na pokładzie statku Dragon i został zamontowany na specjalnej platformie na zewnątrz japońskiego modułu eksperymentalnego Kibo.

CREAM mieści w sobie 5 różnych detektorów, które pracując wspólnie, wykonają precyzyjne pomiary ładunku, energii i kierunku przelatujących cząstek kosmicznych w szerokim zakresie energii od 10^{10} eV do 10^{15} eV.

31 VIII — Zakończył się trwający 18 lat ciąg udanych startów indyjskiej rakiety PSLV. Po 36 z rzędu udanych lotach tej rakiety, nie udało jej się wynieść na prawidłową orbitę satelity regionalnego systemu nawigacyjnego. Przyczyną awarii było prawdopodobnie nieodrzucenie osłony aerodynamicznej chroniącej ładunek podczas początkowej fazy lotu w gęstej atmosferze. Statek IRNSS-1H prawdopodobnie pozostanie uwięziony w ładowni rakiety, aż do spłonięcia w atmosferze.

WRZESIEŃ 2017

1 IX — Sonda Juno wykonała 7. bliski przelot naukowy nad chmurami Jowisza. Statek znalazł się w najniższym punkcie na swojej orbicie 1 września o 23.49 polskiego czasu. Sondę i górne warstwy chmur planety dzieliło wtedy zaled-



Źródło: NASA/SwRI/MSSS/Stefano Ivan Stinga

Przetworzone zdjęcie z 7. naukowego przelotu wokół Jowisza sondy Juno. W momencie uchwycenia obrazu sonda była na wysokości 27 516 km nad chmurami planety

wie 3500 km. Wszystkie urządzenia naukowe na pokładzie sondy były uruchomione w czasie przelotu. Kolejne zbliżenie na orbicie wokół Jowisza nastąpi 24 października.

3 IX — Załogowa kapsuła Sojuz MS-04 powróciła na Ziemię z trójką astronautów na pokładzie. Statek, który był przytwierdzony do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej od kwietnia tego roku, przywiózł z powrotem na Ziemię członków 52. Ekspedycji: Jacka Fischera (USA), Fiodora Jurczichina (Rosja), którzy polecieli nim w kwietniu. Do składu dołączyła także Peggy Whitson, której przedłużono pobyt na stacji ze względu na redukcję rosyjskiej części załogi. Amerykanka spędziła tym samym na orbicie 288 dni tylko podczas tej misji.

Źródło: NASA/Bill Ingalls

Statek Sojuz MS-04 lądujący na kazachskich stepach w pobliżu miasta Żezkazgan. Wrócili nim na Ziemię: Fiodor Jurczichin (Rosja), Peggy Whitson oraz Jack Fischer (oboje USA). Astronauci wchodzili w skład 51. I 52. Ekspedycji

7 IX — Tajny amerykański wahadłowiec wojskowy X-37B znalazł się piąty raz na orbicie. Po raz pierwszy wyniosła go rakieta Falcon 9 należąca do prywatnej firmy SpaceX. Siły Powietrzne Stanów Zjednoczonych mają dwa egzemplarze tego statku. Od 2010 r. przeprowadzono z nimi 4 misje. Ostatni do tej pory lot miniwahadłowca rozpoczął się w 2015 r. i trwał rekordowe 715 dni. Typowe dla tych misji jest testowanie nowych technologii kosmicznych i sprawdzanie ich zachowania w przestrzeni kosmicznej.

12 IX — Rakieta Sojuz FG wzbiła się w powietrze nad kosmodromem Bajkonur w Kazachstanie, wynosząc w statku Sojuz MS-06 trzyosobową załogę 53. Ekspedycji do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. W jej skład wchodzą: Aleksander Misurkin (Rosja), Mark Vande Hei oraz Joe Acaba (obaj USA).

Sojuz leciał do stacji po szybkiej trajektorii i już o 4.55 nad ranem w środę (czasu polskiego) zadokował do portu Pirs w rosyjskiej części stacji. Nowa załoga spędzi na pokładzie orbitalnego kompleksu 167 dni.

15 IX — Spłonięciem w atmosferze Saturna zakończyła się trwająca prawie 20 lat misja sondy Cassini. Statek badał Saturna i jego księżyce, odkrywając przed nami m.in. aktywność hydrotermalną na Enceladusie i morza metanowe na Tytanie. Ostatnie miesiące sonda poświęciła badaniu górnych warstw atmosfery planety i przestrzeni między nią a słynnymi pierścieniami.

Cassini wykonał prawie 300 orbit wokół gazowego olbrzyma. Kontrolowane zniszczenie w atmosferze Saturna miało na celu uniknięcie ryzyka związanego z przypadkowym zanieczyszczeniem któregoś z naturalnych satelitów planety. Do końca funkcjonowania sondy uruchomiono 10 instrumentów naukowych na jej pokładzie, a na Ziemię przesyłano dane z nurkowania w atmosferze.

22 IX — Statek NASA OSIRIS-REx, który ma dolecieć w 2018 r. do asteroidy Bennu, przeleciał w pobliżu Ziemi, korzystając z jej asysty grawitacyjnej do zmiany trajektorii. Pierwsza amerykańska sonda, której celem jest pobranie materiału z asteroidy i wysłanie go na Ziemię, zbliżyła się do naszej planety na odległość 17 000 km.

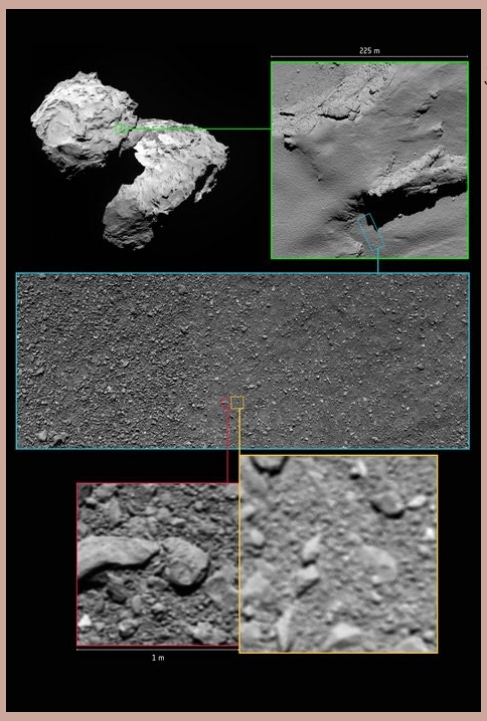
Sonda skorzystała z bliskości Ziemi, aby skalibrować i przetestować na niej trzy kamery zamontowane na pokładzie. Pierwsze naukowe obserwacje asteroidy Bennu zaczną się już w sierpniu 2018 r. Lądowanie sondy na powierzchni asteroidy jest przewidziane na 2020 rok, a próbki mają wrócić na Ziemię w 2023 r.

29 IX — Zakończył się trwający od 25 września coroczny kongres astronautyczny International Astronautical Congress 2017 (IAC 2017). Najważniejsza konferencja dla sektora kosmicznego na świecie w tym roku odbyła się w Adelajdzie na południu Australii.

Na konferencji, w której uczestniczyło ponad 4000 osób z całego świata, najgłośniejszymi wydarzeniami była aktualizacja planów Elona Muska i jego firmy SpaceX dotyczących kolonizacji Marsa i przedstawienie bardziej konserwatywnego planu na misje marsjańskie firmy Lockheed Martin. Oprócz tego dowiedzieliśmy się o zawiązaniu współpracy partnerskiej rosyjskiej agencji Roskosmos i amerykańskiej NASA na rzecz budowy międzynarodowej załogowej stacji eksploracyjnej na orbicie wokół Księżyca. Projekt przedstawiony w tym roku przez NASA jest na razie w fazie koncepcyjnej, a jego realizacja miałaby rozpocząć się w przyszłej dekadzie.

30 IX — Zespół sondy Rosetta zrekonstruował ostatnią fotografię, jaką statek wykonał przed kontrolowanym zderzeniem z kometą 67P/Czuriumow-Gierasimienko 30 września 2016 r. Europejski statek spędził 12 lat w przestrzeni kosmicznej, a ostatnie dwa lata działania poświęcił badaniu komety na orbicie wokół Słońca.

Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański



Źródło: ESA

Seria fotografii przedstawiająca miejsce, w jakim zostało wykonane ostatnie zdjęcie komety (widoczne z dołu po lewej). Fotografia została wykonana na wysokości około 20 m nad jej powierzchnią

Od strachu do naukowej fascynacji

Komety (I)

Przemysław Rudź

Osiem złośliwych efektów kometa przynosi
Wiatr, niepłodność, narody cne powietrzem kosi
Powódź, wojny, ziemi straszne się trzęsienie
Śmierć wodzów i bogatych, królestw w proch zniesienie.
Za czym trzeba dobroci boskiej z nieba żebrać
By raczyła gwiazd złości tu od nas odebrać.
A przepuścić na karki krnąbrne otomańskie
Na meczety, hardość i błędy pogańskie.

(Uwspółcześniony językowo cytat z dzieła Kaspra Stanisława Ciekanowskiego „Abryz Komety z astronomiczney y astrologiczney uwagi pod meridianem krakowskim od dnia 29 Grudnia roku 1680 aże do pierwszych dni Lutego 1681 wyrachowany")

Zauroczyłem się kometami już jako dziewięcioletni chłopiec, któremu podczas buszowania w elbląskim antykwariacie cudem wpadła w ręce fascynująca książka Andrzeja Marksa „Pod znakiem komety" (wyd. 1985). Autor opisywał w niej historię kometarnych badań, rozwój wiedzy na temat ogoniastych gwiazd, wkład Polaków w tę dziedzinę astronomii. Analizował historyczne zapiski na temat wielkich komet na przestrzeni stuleci i wiele innych interesujących kwestii. Książka ta do dziś zajmuje ważne miejsce w mojej astronomicznej bibliotece, służąc również i teraz, gdy kreślę te słowa. W połowie lat 80., kiedy na ziemskim niebie spodziewano się powrotu słynnej komety Halleya, a cały naukowy świat był skupiony na szerokim spektrum badań kosmicznego gościa — zarówno z pomocą teleskopów naziemnych, jak wysłanej flotylli sond kosmicznych. Tematyka kometarna nie schodziła z pierwszych stron astronomicznych periodyków. W schyłkowym okresie PRL nie było ich jednak zbyt wiele. *Stricte* astronomiczne treści prezentowała tylko *Urania*, stały dział astronomiczny znajdował się w *Młodym Techniku*, czasem drukowały krótkie teksty *Delta* i *Problemy*. Ku radości miłośników astronomii, uzupełnieniem tychże periodyków był istny rodzimy wysyp kometarnych publikacji książkowych. Poza wspomnianą na wstępie pojawiły się bowiem takie pozycje: „Jak obserwować komety?" Stephana J. Edberga (wyd. 1985), „Kometa Halleya" Hieronima Hurnika (wyd. 1985), „Bliżej komety Halleya" Krzysztofa Ziołkowskiego (wyd. 1985), „Kosmiczny gość — kometa Halleya" Kazimierza Schillinga (wyd. 1985) czy w końcu „Komety — ciała tajemnicze" Stanisława Brzostkiewicza (wyd. 1985). Na tle ówczesnego mizernego stanu polskiego wydawnictwa i poligrafii, a także stałego w nich deficytu astronomicznych treści, rok 1985 był więc prawdziwym ewenementem, który jeśli idzie o komety, nigdy wcześniej ani później się nie powtórzył.

Można jednak zapytać, po co tyle zachodu z tymi kometami? Odpowiedź jest prosta. Dlatego że są to jedne z najbardziej nieprzewidywalnych ciał niebieskich, jakie możemy obserwować na naszym niebie. Pojawiają się, kiedy chcą, skąd chcą, bogactwo form i kształtów wypełniłoby wielotomowe albumy, a każda kolejna kometa i tak różniłaby się od poprzedniczki. Komety zaskakują nagłymi pojaśnieniami, które niepozorne obiekty potrafią uczynić doskonale widocznymi w lornetkach lub nawet gołym okiem. Najjaśniejsze komety przez wiele tygodni były ozdobą rozgwieżdżonego firmamentu, a ich długie warkocze ciągnęły się przez całe sklepienie niebieskie. Dawniej, kiedy obserwacji dokonywano głównie wizualnie, komety zdawały się być bardzo ulotne, gdyż pozostawało po nich tylko wspomnienie, ewentualnie ołówkowe szkice w dzienniku obserwacyjnym, litografie czy obrazy. Tylko z rzadka udało się komuś wykonać prostą fotografię na płycie szklanej lub kliszy. Dziś, kiedy robienie zapierających dech w piersiach astrofotografii nie jest już zarezerwowane tylko dla profesjonalistów, prawie każda nowa kometa doczekuje pokaźnej galerii cyfrowych obrazów, wiernie dokumentujących czas jej kosmicznego brylowania wśród gwiazd. Dla zawodowych astronomów komety są interesujące jeszcze z innego powodu. Reprezentują one pierwotny budulec Układu Słonecznego, co pozwala nam na bezpośrednie badania jego początków, warunków,

w jakich się formował, a także wpływu komet na kształtowanie się oblicza wczesnej Ziemi. Przyjrzyjmy się bliżej gwiazdom z warkoczem, które z perspektywy drugiej dekady XXI w. stały się nam jeszcze bliższe, choć wciąż tajemnicze i zaskakujące.

W barwnym świecie guseł i zabobonów

Wrażenie, jakie wywołuje jasna kometa widoczna na nocnym niebie, jest trudne do opisania, nawet z perspektywy współczesnego człowieka. To mieszanka zachwytu i fascynacji — budząca pytanie: „Cóż to takiego jest i skąd się wzięło?!". Z takimi obiektami z pewnością mieli do czynienia ludzie pierwotni, a później ci pierwsi, którzy zaczęli zadawać sobie pytania na temat natury otaczającego świata. Niewiedza skazywała ich na domysły, wiązanie komet ze zjawiskami nadprzyrodzonymi lub szukanie genezy w pospolitych zjawiskach spotykanych na Ziemi. Jeszcze w XIX w., choć nauczono się dokładnie obliczać ich orbity, nie wiedziano do końca, czym komety są. Niektórzy uważali je nawet za poruszające się w przestrzeni kosmicznej skutki wybuchów na planetach Układu Słonecznego.

Starożytne chińskie zapiski dotyczące rozmaitych kształtów kolejnych obserwowanych komet

Szczegółowe i skrupulatne obserwacje komet prowadzili dawni chińscy astronomowie. Ich zapiski od starożytności do końca średniowiecza obejmują pojawienia się kilkuset jasnych komet (gwiazd mioteł, krzaczastych gwiazd), które obserwowano nieuzbrojonym okiem. W Kraju Środka były jednoznacznie złym omenem, zwiastującym zachwianie równowagi yin i yang. Cztery tysiące lat temu Babilończycy uważali, że komety są zjawiskami atmosferycznymi mającymi związek z ogniem. Pogląd ten, z niewielkimi modyfikacjami, utrzymywał się również w czasach Ksenofanesa (570 – ok. 470 p.n.e.), dla którego były to płonące chmury, Arystotelesa (384 – 322 p.n.e.), uważającego komety za ogniste zjawiska atmosferyczne zachodzące w wyniku zapalania wyziewów ziemskich przez promienie słoneczne czy Boetosa (1 w p.n.e.), który traktował komety jako ogniste wiatry. Seneka Młodszy (4 p.n.e. – 65) zauważył, że komety nie podlegają unoszeniu przez wiatr, zatem muszą znajdować się poza atmosferą. Przyjął, że komety to pozaziemskie ogniste ciała niebieskie, w czym wyczuwa się odległe echo poglądów Anaksymandera (610–545 p.n.e.). Motyw pozaziemskiego ognia pojawiał się też w XVII-wiecznych teoriach Tycho Brahe (1546–1601), Jana Heweliusza (1611–1687) i Giovanni Cassiniego (1625–1712). Inne formułowane wtedy teorie pochodzenia komet mówiły, że są to blade odbicia światła słonecznego od wysokich chmur, opary wyrzucane ze Słońca, opary wyrzucane z odległych gwiazd czy w końcu ciała pokrewne planetom.

Książkowy arsenał kometarnej wiedzy dostępny rodzimym miłośnikom astronomii w latach 80. XX wieku

Nauka europejska przez blisko 2000 lat miała o kometach pojęcie, które w zasadzie pokrywało się z poglądami Arystotelesa. Pokłosiem bezgranicznego zaufania ideom greckiego filozofa było też skrajnie negatywne wyobrażenie o roli komet w historii świata i życiu zwykłego człowieka, czego przykładem jest żartobliwy ze współczesnego punktu widzenia, a zupełnie na poważnie traktowany w swojej epoce, wierszyk otwierający to opracowanie. Innym, klasycznym już i często przywoływanym cytatem, pochodzącym z dzieła Kaspra Ciekanowskiego (?–1698), jest wywołująca wesołość staropolsko-arystotelesowska definicja gwiazdy z ogonem (tym razem wersja nieuwspółcześniona):

(…) *Kometa jest wapor gorący y suchy, tłusty y lepki mocą gwiazd z Ziemie wyciągnieny aż pod Sphere Ognia*

wyniesiony y tamże zapalony bieg swoy oraz z trzecią powietrza krainą w koło Ziemie odprawujący (…)

Arystoteles wiązał pojawienie się ogoniastych gwiazd z klęskami żywiołowymi: suszami, burzami, powodziami i innymi kataklizmami, wobec których jesteśmy zupełnie bezradni. W rodzimej historiografii ten starożytny pogląd kultywował Jan Długosz (1415–1480), który chętnie wspierał przykładami twierdzenia greckiego filozofa. W jego obszernym dziele *Annales seu cronicae incliti Regni Poloniae* (Roczniki, czyli kroniki słynnego Królestwa Polskiego), zawarł wiele interesujących kometarnych opisów, o jakże barwnej treści:

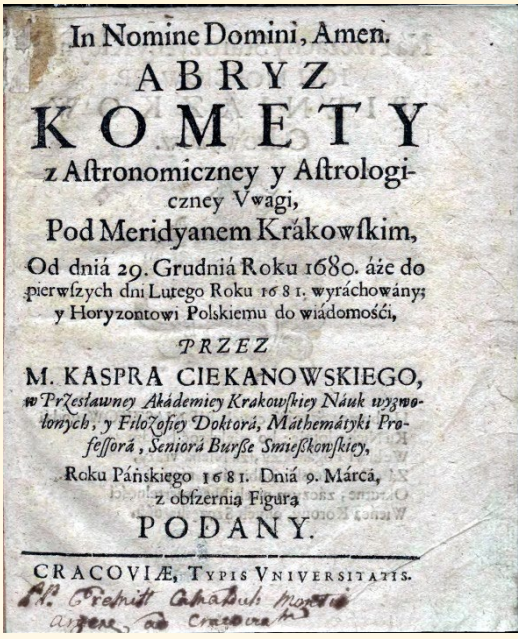
1024 — (…) *Przepowiednią dość wyraźną jego (Bolesława Chrobrego) śmierci była kometa, wielkim światłem błyszcząca tak, iż ludzie zaraz zmiarkowali, że męża i króla wielkiego niebo wezwie do swej chwały* (…)

1211 — (…) *W miesiącu maju w tym roku ukazała się kometa, która kierując ogon i żagiew ze wschodu na zachód* świeciła *przez osiemnaście dni i wysuwając się bliżej ku krajom ruskim wróżyła klęskę, którą w następnym roku zadali im Tatarzy* (…)

1264 — (…) *Pojawiła się kometa czyli gorejąca, ognista gwiazda tak wielka i osobliwa, jakiej nie widział nikt ze współcześnie żyjących* (…) *Pierwszego dnia po jej pojawieniu się zaczął wpierw chorować papież Urban i w ostatnim dniu komety, a mianowicie ostatniego września, zmarł w Perugii po trzech latach i miesiącu rządów. Iżby nie zdawało się, że ta kometa nie wróżyła niczego innego, jak tylko bliską śmierć papieża, wywołała ona jednak w Polsce inne następstwo. Kiedy bowiem zgasła, nastąpił pomór bydła* (…)

1378 — (…) *Dnia dwudziestego dziewiątego miesiąca września ukazała się na niebie między Baranem i Bykiem gwiazda ogoniasta, kometą zwana, która od zachodu ku wschodowi w okolicę Niedźwiedzicy Większej bieg i miotłę zwracając, szybko się posuwała. Trwała tylko przez pięć nocy, przepowiednia przyszłego rozerwania w Kościele i odmian tak w świecie duchownym, jako i rządach, które w tym roku nastąpiły* (…)

1466 — (…) *Z tym proroctwem św. Brygitty połączyło się jeszcze zjawisko niebieskie. Kometa bowiem, jak wyżej powiedzieliśmy, przez dwa lata trwająca, zwiastowała długą i straszną wojnę i wyrugowanie Krzyżaków z ziem, które byli przemocą zagarnęli* (…)


In Nomine Domini, Amen.

ABRYZ

KOMETY

z Aſtronomiczney y Aſtrologiczney Vwagi,

Pod Meridyanem Krákowſkim,

Od dniá 29. Grudniá Roku 1680. áże do pierwſzych dni Lutego Roku 1681. wyráchowány; y Horyzontowi Polskiemu do wiádomośći,

PRZEZ

M. KASPRA CIEKANOWSKIEGO,

w Przesławney Akádemiey Krakowſkiey Náuk wyzwolonych, y Filozofiey Doktorá, Máthemátyki Profeſſorá, Seniorá Burſze Smieſkonſkiey,

Roku Páńskiego 1681. Dniá 9. Márcá, z obſzernią Figurą

PODANY.

CRACOVIÆ, Typis Vniversitatis.

Strona tytułowa cytowanej pracy Kaspra Stanisława Ciekanowskiego

1472 — (…) *W początku miesiąca stycznia roku bieżącego, kometa wielka, którą gwiazdarze zowią kometą panującą wznoszącego się nieba, nikłości i natury Merkurego, mała w sobie, lecz mająca miotłę ogromną, wpływ i własności złowieszcze Saturna* (…) *Poprzedzała ona pasmo wypadków, które przez trzy lata ciągnęły się jedne po drugich, wróżąc klęski niezwykłe królom, książętom i innym osobom znakomitym, niższego zaś stanu ludziom rozmaite utrapienia, obawy, niepokoje, napady, zdradziectwa, podstępy, pożogi, grabieże, spustoszenia, burze, grady, nawałnice, pioruny, trzęsienia ziemi, a w niektórych krajach choroby długotrwałe, chroniczne, suche i ostre bóle, gwałtowne wymioty, pomieszanie rozumu, gorączki, morzyska, zimnice, poronienia* (…) *Zaczęły się wnet iścić jej przepowiednie i najpierw na Morawach i Węgrzech, a potem w Krakowie i jego okolicach nastała zaraźliwa gorączka, na którą ktokolwiek zapadł, żadne nie pomagały mu lekarstwa i rzadko wybiegał się od śmierci. Rozszerzyła się potem zaraza ta w Czechach, Austrii, Karyntii, Styrii i wiele bardzo w Pradze, Wiedniu, prowincjach czeskich i księstwie austriackim sprzątnęła ludzi* (…)

1473 — (…) *Rok ten był pamiętny dla całej Europy i dla królestwa polskiego nadzwyczajnymi słońca upały i suszą nieprzerwaną; pojawienie się*

Drzeworyt z „Prognostyku krakowskiego" Mikołaja z Szadka, dotyczący zgubnego wpływu komet na losy ludzi i świata (1532)

bowiem poprzednie komety zrządziło niesłychane skwary i brak wody, tak iż źródła wszystkie powysychały i największe rzeki w Polsce można było w bród przebywać (…)

Wart przypomnienia jest też głos Macieja Bylicy z Olkusza (1433–1493), astronoma i medyka, nadwornego astrologa króla węgierskiego i czeskiego Macieja Korwina (1443–1490), a później jego następcy Władysława Jagiellończyka (1456–1516). W swoim „Prognostyku komety z 1472 roku", która obserwowana była gołym okiem w całej Europie, pisał o pogodowych i okultystycznych anomaliach związanych z pojawieniem się komet:

(…) *W zakresie meteorologii zwiastuje kometa gwałtowne wichury i skąpe opady, stąd unicestwienie roślin i drzew owocowych, co z kolei spowoduje głód. Rozzuchwalą się natomiast demony powietrzne jak trule i penaty, które osiągną potężną władzę nad ludźmi, a to dlatego, że Waga i Wodnik są znakami demonów i fantomów, jak to mówi Homer w traktacie o demonach. Dlatego też rozpanoszą się specjaliści od czarnej magii. Lecz zawiodą się, ponieważ kometa sprawi, iż stracą oni władzę nad duchami powietrznymi, które wypowiedzą im posłuszeństwo. Pojawią się zamawiaczki i czarownice, które rozwiną niezwykle ożywioną działalność* (…)

W tym samym dziele zawarł też sprytne uzasadnienie (stosowane z powodzeniem do dziś), dlaczego astrologiczne prognozy czasem się nie sprawdzają, a także skarżył się na niezrozumienie swojego posłannictwa przez pospólstwo:

(…) *Ludzie prości i niewykształceni uwłaczają często astrologom, gdy w miejscu ich zamieszkania nie sprawdzają się przepowiednie. Nie dość im nawet, gdy spełnienie ich nastąpi z opóźnieniem. Wyobrażają sobie bowiem, że wypełnienie przepowiedni winno być natychmiastowe i niezawodne. Ale jakże się mylą i niesłusznie wytaczają zarzuty! Nie wszystkie bowiem kraje, prowincje czy miasta podlegają jednej i tej samej konstelacji. Jeżeli z jednej konstelacji planet wynika jakaś przepowiednia, to nie jest powiedziane, że wszystkie jej elementy dotyczą jednego państwa lub miasta. Astrolog zawsze wymienia więcej miejscowości, ale przecież nie wszystkie następstwa przepowiedni muszą dotyczyć tych wszystkich miejscowości, ponieważ, nie wszystkie są na nie podatne* (…)

Zabobony związane z kometami przetrwały aż do XX w., kiedy donoszono nawet o makabrycznych przypadkach pozbawiania przez matki życia niemowląt, aby oszczędzić im piekielnego bólu i cierpień podczas zbliżającego się niechybnie końca świata. Powrót komety Halleya w 1910 r. był traktowany przez niektórych jako bicz boży, a odkrycie w kometarnych warkoczach cyjanowodoru dodatkowo potęgowało strach przed wytruciem całej ludzkości. Co bardziej przedsiębiorczy i żerujący na ludzkiej głupocie sprzedawali wtedy „pigułki kometarne", mające cudowne właściwości ochrony przed zbliżającym się fatum. Ciekawą anegdotą z gatunku czarnego humoru jest historia słynnego pisarza Marka Twaina (1835–1910), który urodził się dwa tygodnie po przejściu przez peryhelium komety Halleya. Na rok przed ponownym zbliżeniem komety do Słońca, Twain oświadczył, że dokona żywota w 1910 roku, co argumentował słowami:

(…) *Przyszedłem na świat w 1835 roku wraz z kometą Halleya. W przyszłym roku znów będzie ona widoczna i spodziewam się, że odejdę wraz z nią. Gdyby tak się nie stało, przeżyłbym największe rozczarowanie swego życia. Wszechmogący niewątpliwie powiedział: Te dwa nieobliczalne wybryki natury przyszły razem i razem odejdą* (…)

Jak się okazało, kometa przeszła przez peryhelium 20 kwietnia 1910 roku, a dzień później Mark Twain… zmarł na atak serca.

Niestety, nawet współcześnie można spotkać jednostki święcie przekonane o nadprzyrodzonym posłannictwie tych ciał niebieskich, co prowadzi niekiedy do prawdziwych tragedii. Przykładem może być kalifornijska sekta Wrota Niebios (Heaven's Gate), której członkowie, przygotowując się na nadejście czasów ostatecznych, w marcu 1997 r. w liczbie 39 osób popełnili zbiorowe samobójstwo. Zostali bowiem przekonani, że pojawienie się bardzo jasnej komety C/1995 O1 (Hale-Bopp) zapowiada przylot na Ziemię statku kosmicznego, który zabierze ich do innego, zapewne w ich mniemaniu szczęśliwszego świata. Również w naszym kraju odżyły wtedy echa dawnych kometarnych fobii, a przywołani do dziennikarskich mikrofonów astronomowie dementowali nieliczne, choć medialnie atrakcyjne pogłoski, że ta sama kometa wywołała ulewne deszcze odpowiedzialne za katastrofalne powodzie na południu kraju.

Natura komet

Jednymi z pierwszych *stricte* naukowych studiów natury komet były prace duńskiego astronoma Tycho Brahe. W 1577 r. wykazał on, że arystotelesowskie przekonanie o ziemskim pochodzeniu zjawiska jest błędne. Wystarczyła do tego próba zmierzenia paralaksy obserwowanej wtedy komety, z dwóch różnych miejsc na Ziemi, która powinna być widoczna na tle innych gwiazd. Tymczasem okazało się, że odlegli obserwatorzy zanotowali tę samą pozycję, co wyraźnie wskazywało na znaczne oddalenie ciała niebieskiego od naszej planety. Uczony wywnioskował nawet, że musi to być odległość 3-krotnie większa niż ta, która dzieli Ziemię i Księżyc. Istnieje uzasadnione podejrzenie, że wnioski Tycho Brahe, wyciągnięte z zastosowaniem tej samej metody, wyprzedził sam Mikołaj Kopernik (1473–1543), który obserwował we Fromborku kometę z 1533 roku. Nasz wielki astronom posiłkował się obserwacjami wykonanymi w tym samym czasie w Krakowie przez Mikołaja z Szadka (1489–1564). Dowodem na pierwszeństwo Kopernika przed Tycho Brahe może być zachowany list ucznia Kopernika, Johannesa Retyka (1514–1574), który wspominał w nim o przekonaniu swojego mistrza, że komety poruszają się dalej niż Księżyc. Czy było to tylko przypuszczenie, czy wynik autorskich studiów fromborskiego kanonika, tego niestety się już nie dowiemy.

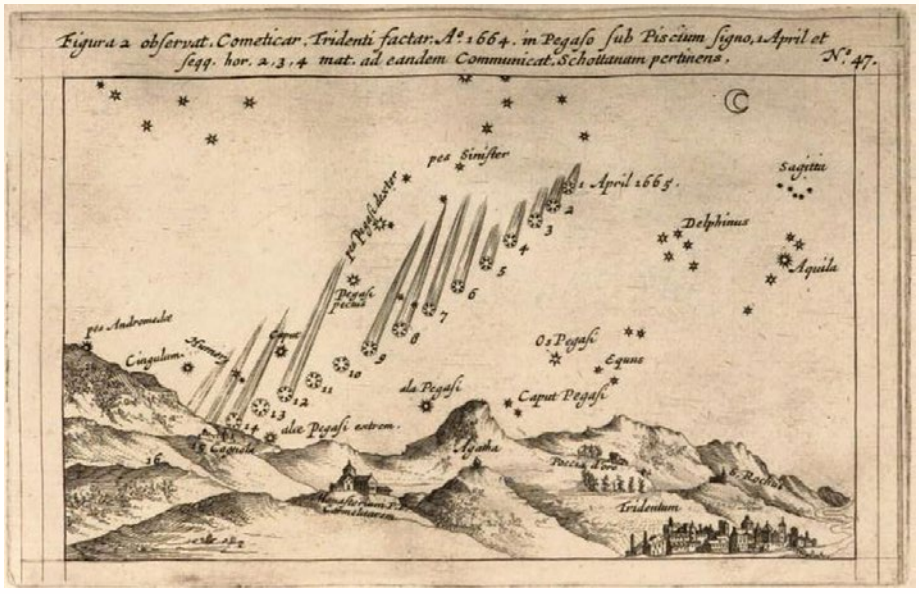
Arcyważnym głosem epoki, który prostował nieco piekielne konotacje komet, były prace polskiego uczonego Stanisława Lubienieckiego (1623–1675). W swoim monumentalnym dziele z 1668 r., zatytułowanym *Theatrum Cometicum*, przedstawił galerię kilkuset komet obserwowanych od czasów biblijnego potopu, czyli, jak to wtedy przyjmowano, 2312 lat przed narodzinami Chrystusa, aż do czasów współczesnych astronomowi. Pojawiły się w niej szczegółowe opisy ogoniastych gwiazd, które zwiastować miały zarówno śmierć wielkich mężów, wojny i najazdy, kataklizmy i klęski

żywiołowe, jak i wydarzenia pozytywne, stojące w sprzeczności ze złowrogą aurą roztoczoną niesłusznie wokół komet. Sam uczony uznał, że skoro komety zapowiadają zarówno dobre, jak i złe wydarzenia, całość bilansuje się do zera, a więc nie mają one wpływu na losy świata jako całości. Skala i rozmach dzieła Polaka zostały zauważone w całej ówczesnej Europie, co skłoniło wielkie umysły epoki, w tym Izaaka Newtona (1643–1727) i Edmunda Halleya (1656–1742), do głębokiej analizy praw rządzących ruchem komet wśród gwiazd.

Przełomem w badaniu ogoniastych gwiazd były prace wspomnianego przed chwilą angielskiego astronoma Edmunda Halleya, który jeszcze za młodu obserwował jasne komety XVII w., w tym słynną kometę Kircha z 1680 r. Do tego czasu przyjmowano, że komety mogą poruszać się po liniach prostych lub ewentualnie parabolicznych (tak uważał chociażby Jan Heweliusz), chociaż kolejne obserwacje wskazywały, że nie jest to do końca prawda. Szczególnie owocna okazała się współpraca Halleya z genialnym Izaakiem Newtonem, którego matematyczne metody obliczania pozycji ciał niebieskich umożliwiły wyznaczyć orbity 24 komet obserwowanych w latach 1337–1698. W 1702 r. uczony opublikował dzieło *Synopsis Astronomiae Cometicae*. W dziele tym, wśród ogółu komet, zwrócił szczególną uwagę na trzy, odpowiednio z lat 1531, 1607 i 1682. Ich orbity były prawie identyczne, co skłoniło go do sformułowania hipotezy, że jest to jedna i ta sama kometa, która obiega Słońce w ciągu około 76 lat. Astronom zapowiedział oczywiście jej powrót, pisząc:

Ogłoszenie sekty Wrota Niebios na temat zbawiennego pojawienia się komety Hale-Bopp, poprzedzające masowe samobójstwo członków wspólnoty

(…) *Dotychczas przyjmowałem, że orbity komet są ściśle paraboliczne; z tego założenia wynikałoby, że komety pochodzą z nieskończenie odległych przestrzeni i że znikają znowu w najdalszych częściach wszechświata, by nigdy już nie powrócić do Słońca. Ale ponieważ dość często się ukazują, więc zachodzi duże prawdopodobieństwo, iż poruszają się raczej po bardzo ekscentrycznych orbitach i powracają po upływie długich odstępów czasu; toteż ich liczba musi być ograniczona i nawet niewielka. Poza tym między Słońcem a stałymi gwiazdami jest tak wielka przestrzeń, że jest dość miejsca, aby kometa krążyła, chociażby okres jej obiegu był ogromnie długi. I rzeczywiście, istnieje dużo danych, które skłaniają mnie do przekonania, że kometa zaobserwowana przez Apiana w 1531 roku była tą samą kometą, której bardziej dokładny opis podali Kepler i Longomontanus w 1607 roku, i której powrót ja sam oglądałem i zaobserwowałem w 1682 roku. Wszystkie elementa są ze sobą zgodne i zdaje się nic nie przemawia przeciw mojemu przeświadczeniu, nie bacząc na nierówność okresów obiegu (...) Zatem sądzę, iż mogę zaryzykować przepowiednię, że kometa powróci znowu w 1758 roku, a jeżeli powróci, nie będziemy mieli podstaw do powątpiewania, że i inne komety powracają* (…)



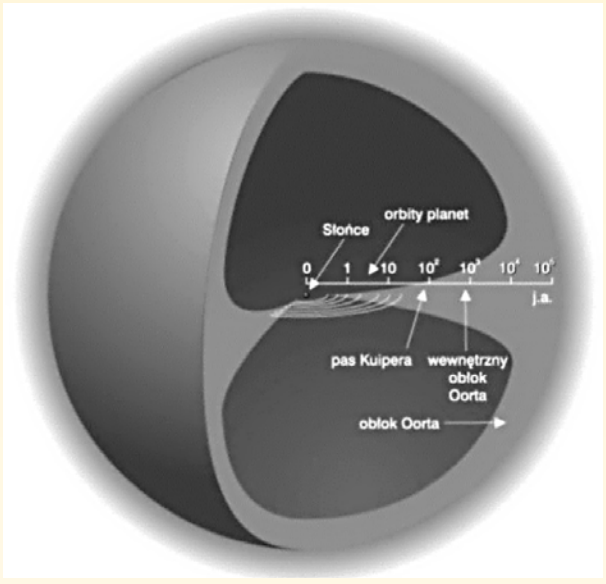
Jedna z kart z dzieła Stanisława Lubienieckiego z wyrysowanym wśród gwiazd szlakiem komety z 1664 r.

Edmund Halley nie dożył skutecznej weryfikacji swojej przepowiedni, ale jego epokowe dzieło uczyniło go sławnym po dzień dzisiejszy. Natomiast kometę nazwaną jego nazwiskiem, której, jak się później okazało, pierwsze udokumentowane historyczne obserwacje sięgają czasów starożytnych Chin, Babilonii, Armenii, Grecji i Rzymu, a także obszaru średniowiecznej Europy, Bizancjum, Bliskiego Wschodu i Japonii, można bez przesady określić jednym z najważniejszych i najbardziej znanych ciał niebieskich w historii astronomii. Wraz z odkrywaniem coraz większej liczby komet i obliczaniem

ich orbit, astronomowie przekonali się więc, że obiegają one Słońce po orbitach keplerowskich — eliptycznych, parabolicznych i hiperbolicznych. Wciąż zagadką była jednak ich budowa i pochodzenie.

W czasach Halleya i późniejszych spotkać można było teorie, że komety biorą udział w powstawaniu planet w wyniku ich zderzeń ze Słońcem (Georges-Louis Leclerc), powstały w tym samym czasie co planety (Immanuel Kant), przybywają z przestrzeni międzygwiazdowej (Pierre Simon de Laplace, William Herschel), powstają w wyniku rozpadu planet (Joseph Louis Lagrange) czy pochodzą w obłoku kometarnego poruszającego się w przestrzeni wraz z Układem Słonecznym (Giovanni Virginio Schiaparelli). Pogląd tego ostatniego stał się podstawą współcześnie przyjmowanej hipotezy autorstwa holenderskiego astronoma Jana Hendrika Oorta (1900–1992), który w latach 50. XX w. postulował istnienie w odległości około 1 roku świetlnego od Słońca ogromnego sferycznego rezerwuaru bilionów skalno-pyłowo-lodowych obiektów (tzw. Obłok Oorta), które w wyniku perturbacji grawitacyjnych wyruszają co jakiś czas ku gwieździe centralnej i są widoczne na naszym niebie jako komety jednopojawieniowe. Sferyczność obłoku wynika z obserwacji, że komety nadlatują praktycznie z każdego kierunku. Uzupełnieniem kometarnego Obłoku Oorta jest znacznie bliższy Pas Kuipera wraz dyskiem rozproszonym, z których pochodzą komety okresowe. Przyjmuje się też, że część komet z Obłoku Oorta stała się okresowa w wyniku oddziaływania grawitacyjnego Jowisza. Król planet zmodyfikował pierwotne orbity paraboliczne, hiperboliczne lub wydłużone eliptyczne na orbity leżące wewnątrz orbit planetarnych.

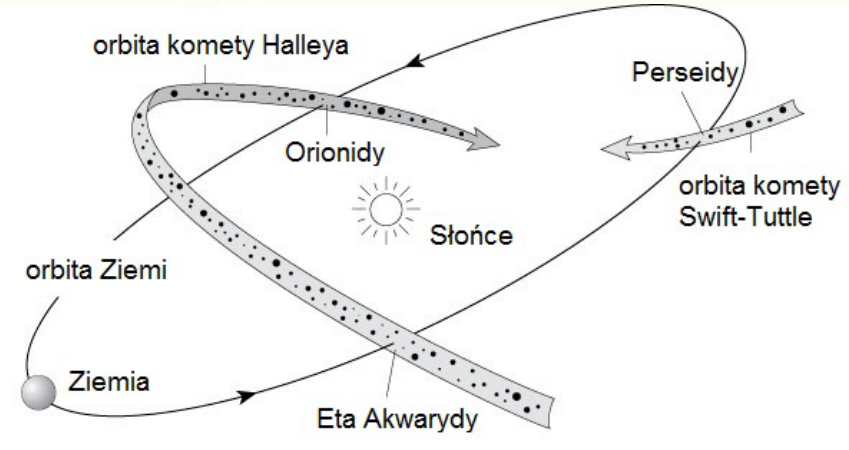
Również Giovanniemu Schiaparellemu (1835–1910) zawdzięczamy znalezienie związku przyczynowo-skutkowego pomiędzy rojami meteorów i kometarnymi szczątkami rozsianymi w przestrzeni kosmicznej. Włoski uczony udowodnił, że sierpniowy rój Perseidów porusza się po tej samej orbicie co okresowa kometa 109P/Swift-Tuttle, zatem spadające gwiazdy muszą być po prostu pozostałościami po kolejnych jej powrotach w pobliże Słońca. Inna potwierdzona przez niego konotacja to listopadowy rój Leonidów, których ciałem macierzystym jest kometa 55P/Tempel-Tuttle. Na przełomie lat 1845/1846 obserwowano rozpad komety 3D/Biela, która po powrocie w 1852 r. zniknęła nagle bez śladu. Gdy Ziemia w 1872 r. przecięła orbitę zaginionej komety, doszło do spektakularnego deszczu meteorów, co ostatecznie potwierdziło domysły genialnego Włocha.



Schemat geometrii i rozmiarów Obłoku Oorta w stosunku do wewnętrznej części Układu Słonecznego

Budowa wewnętrzna

Spektroskopowe badania komet, dzięki którym można było poznać ich skład chemiczny i charakter świecenia, rozpoczęły się dość wcześnie, bo już w 1819 r. François Jean Dominique Arago (1786–1853) obserwował wtedy kometę C/1819 N1 (Tralles) i stwierdził, że jej światło jest częściowo spolaryzowane. Jego obserwacje powracającej w 1835 roku komety Halleya dały ten sam rezultat. W 1858 r., kiedy królowała na niebie kometa Donatiego (C/1858 L1), w królewskim obserwatorium w Greenwich stwierdzono polaryzację światła ogona komety, czyli że odbijał on promieniowanie słoneczne. Kilka lat później nauce zasłużyła się kometa Tempel (C/1864 N1), którą obserwował wspomniany już włoski astronom Giovanni Battista Donati (1826–1873). Opublikował on krótki raport w tej kwestii, gdzie stwierdził polaryzację warkocza i brak polaryzacji jądra komety, czyli że musiało ono samo emitować światło. W 1866 r. William Huggins (1824–1910) oraz niezależnie Angelo Secchi (1818–1878) opublikowali bardziej szczegółowy opis widma komety 55P/Tempel-Tuttle, która jaśniała na niebie w grudniu i styczniu, zawierający potwierdzenie obserwacji Donatiego, a także porównanie widm jądra i kilku opisanych widm mgławic. Dzięki temu trafiono na trop kometarnego azotu. W kolejnych latach badania widm komet 5D/Brorsen, C/1868 L1 (Winnecke), C/1870 Q1 (Coggia) i 2P/Encke, umożliwiły stwierdzenie występowania na kometach węgla. W tym kontekście było ciekawe doświadczenie Arthura W. Wrighta (1836–1915), który chcąc na eksperymentalnej drodze udowodnić niedawno odkryte związki meteorowo-kometarne, w 1875 r. przebadał odnaleziony wówczas meteoryt kamienny. W wyniku analizy, wśród gazów uwolnionych z meteorytu stwierdził

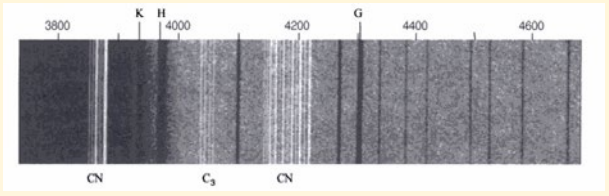


Schemat powstawania rojów meteorów — Ziemia przecina orbitę komety, natrafiając na pozostałości jej poprzednich zbliżeń do Słońca

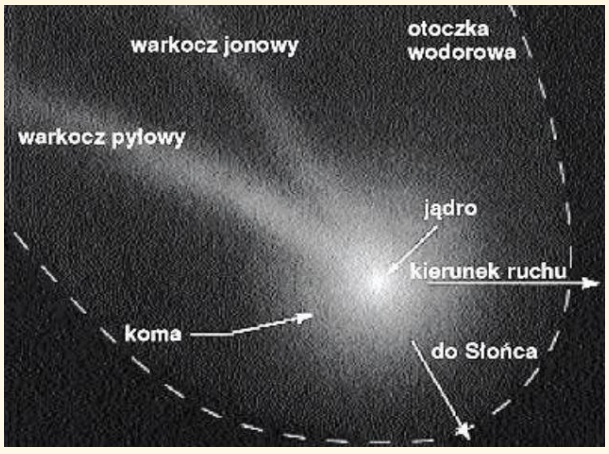
duży udział tlenku i dwutlenku węgla, które niebawem potwierdzono również na kometach.

W 1881 r. uzyskano pierwsze fotograficzne widmo komety C/1881 K1 (Tebbutt) ukazujące ciągłe widmo słoneczne z wyraźnymi liniami absorpcyjnymi Fraunhofera a także liniami emisyjnymi cząsteczek cyjanowodoru, cyjanu i trójatomowego węgla, pochodzącymi bezsprzecznie od komety. Rok później obserwacje Wielkiej Komety Wrześniowej (C/1882 R1) wykazały istnienie kometarnych linii emisyjnych sodu i żelaza, a ich przesunięcie dopplerowskie umożliwiło ustalenie prędkości orbitalnej komety względem Ziemi, która zawierała się w przedziale 70––100 km/s. Do końca XIX w. wiedziano więc o obecności kometarnego żelaza, manganu, ołowiu, sodu, magnezu, cząsteczek CN, CH, CH_2, OH, NH i innych. Dziś wiemy, że komety zawierają też chrom, nikiel, miedź, wanad, krzemiany, siarczki miedzi, a także najbardziej podstawowe związki organiczne, alkohole, cukry i aminokwasy, które wchodzą w skład białek. Według niektórych teorii to świadczy, że ogoniaste gwiazdy mogły mieć swój udział w powstaniu życia na naszej planecie.

W tym samym czasie co praca Oorta pojawiła się teoria budowy jądra kometarnego autorstwa amerykańskiego astronoma Freda Lawrence'a Whipple'a (1906–2004). Przyjął on, że kometę porównać można do „brudnej kuli śniegowej", zbudowanej z zestalonego suchego i wodnego lodu, w który wtopione są ogromne ilości pyłu i odłamków skalnych. Odwiedziny wybranych komet przez wysłane z Ziemi sondy potwierdziły ten pogląd. Kometa, znajdując się daleko od Słońca, przypomina zwykłą kilku-, kilkunasto-, a czasem nawet kilkudziesięciokilometrowych rozmiarów planetoidę, najczęściej o nieregularnych kształtach i nierównej powierzchni pokrytej warstwą drobnego pyłu. Podczas zbliżania się do gwiazdy centralnej i ogrzewania jądra, pył zaczyna unosić się w przestrzeń wraz z sublimującym lodem i cząsteczkami uwolnionych gazów. Tworzą one głowę komety, a rosnące ciśnienie wiatru słonecznego formuje charakterystyczny gazowy warkocz, skierowany zawsze odsłonecznie. Drugi warkocz, pyłowy, ciągnie się wokół jądra i za nim, odzwierciedlając ruch orbitalny. Warkocze kometarne osiągają czasem ogromne rozmiary, idące w dziesiątki i setki milionów kilometrów, choć gęstość materii jest w nich znikomo mała. Jedno z bardziej obrazowych porównań mówi, że gdyby zebrać i upakować ciasno w jednym miejscu materię warkocza przeciętnej komety, można by ją zmieścić w… plecaku.



Widmo komety Tebbutt autorstwa Williama Hugginsa z widocznymi liniami emisyjnymi i absorpcyjnymi



Elementy budowy morfologicznej komety

Przelatując w pobliżu Słońca, kometa traci od kilkudziesięciu do kilkuset kilogramów materii w ciągu sekundy. W związku z tym stale jej ubywa, a każde kolejne pojawienie się na naszym niebie przyspiesza jej zanik. Stąd po wielu przejściach przez peryhelium kometa najczęściej jest już trudno dostrzegalna nawet w dużych teleskopach, a tylko kamery CCD umożliwiają jej stałe śledzenie. Pozostałością po kometach są roje meteorów, które regularnie co roku aktywizują się, gdy Ziemia przecina lub przechodzi w pobliżu orbity macierzystej komety. Po przejściu przez peryhelium kometa oddala się tam, skąd przybyła, a głowa i warkocz stopniowo zanikają. W przypadku komet jednopojawieniowych wizyta w pobliżu Słońca jest pierwszą i ostatnią, gdyż po osiągnięciu peryhelium kometa oddala się bezpowrotnie w odległą przestrzeń kosmiczną, aby nigdy już nie powrócić.

Kometa Kircha widziana z Rotterdamu na obrazie Lieve'a Verschuiera (1627–1686). Warto zwrócić uwagę na laski Jakuba używane do pomiaru długości kątowej warkocza

Kłopoty z nazewnictwem

W epoce przedteleskopowej i wczesnej teleskopowej słynnym kometom, które z definicji musiały być bardzo jasne, aby łatwo je dostrzec, nadawano zwyczajowe nazwy mówiące, z którego roku lub miesiąca była dana kometa. Omówimy więc takie cuda nieboskłonu, jak m.in. Wielka Kometa 1556, Wielka Kometa 1680, Wielka Kometa Wrześniowa 1882, czy Wielka Kometa Styczniowa 1910. Niektórym kometom, takim jak kometa Halleya, Enckego czy Lexella, nadano nazwy w uznaniu zasług uczonych, którzy poświęcili się badaniom ich ruchu wśród gwiazd, obliczaniu orbit i przepowiadania kolejnych pojawień. Przeważnie jednak dawniej odkrywane komety otrzymywały nazwisko odkrywcy (np. Biela, Olbers, Holmes), ewentualnie nazwiska dwóch (np. Pons-Brooks, Brorsen-Metcalf, Ashbrook-Jackson) lub trzech pierwszych niezależnych odkrywców (np. West-Kohoutek-Ikemura, Tuttle-Giacobini-Kresak, White-Ortiz-Bolelli). Zdarzało się nawet, że wśród

odkrywców widniały nazwiska ludzi i nazwy sztucznych satelitów-obserwatoriów kosmicznych, jak np. kometa IRAS-Araki-Alcock. Gdy komety zaczęto odkrywać „hurtowo”, a w dodatku gdy robiły to te same osoby (jak na przykład seria komet Shoemaker-Levy o numerach od 1 do 9 i kolejne), aby nie dochodziło do pomyłek i nieporozumień, trzeba było nazewnictwo usystematyzować.

Pierwsze próby systematyki nazewnictwa komet polegały, poza uwiecznieniem nazwisk odkrywców, na podaniu roku i kolejności odkrycia. Tuż po odkryciu w danym roku kolejność oznaczano małą literą alfabetu, a po przejściu komety przez peryhelium nadawano jej ostateczne oznaczenie, w którym literę zastępowała liczba rzymska. Dla przykładu, zgodnie z tą nomenklaturą kometa odkryta w 16 listopada 1889 r. przez Lewisa Swifta i Toma Gehrelsa była szóstą kometą odkrytą w tym roku, zatem oznaczono ją symbolem 1889f. Przez peryhelium przeszła również jako szósta, zatem ostatecznie skatalogowano ją jako 1889VI. Od 1995 r. obowiązuje nowy system nazewnictwa komet, w którym wprowadzono specjalne kodowanie konkretyzujące. Nowo odkryta kometa otrzymuje oznaczenie zawierające rok, w którym została odkryta, następnie oznaczenie literowe od „A” do „Y” (z pominięciem litery „I”), przy czym każda litera przyporządkowana jest połowie kolejnego miesiąca (A — od 1 do 15 stycznia, aż do Y — od 16 do 31 grudnia). Ostatnim znakiem w nazwie jest liczba odpowiadająca kolejności odkrycia komety w danej połowie miesiąca. Wracając do przykładu komety Swifta-Gehrelsa, jej oznaczenie w oparciu o współczesne zasady to 1889 W1. Czytamy z niego, że jest to kometa, która w 1889 r. została jako pierwsza odkryta w okresie od 1 do 15 grudnia. Innym przykładem może być kometa 1998 U4 odkryta przez Timothy’ego Spahra, która w 1998 r. jako czwarta w kolejności została odkryta w okresie od 16 do 30 listopada. Ale to jeszcze nie koniec.

Po obliczeniu orbity komety na podstawie serii kolejnych obserwacji, do tymczasowego oznaczenia dodaje się odpowiedni prefiks z poniższego zestawu:

C/ — kometa nieokresowa

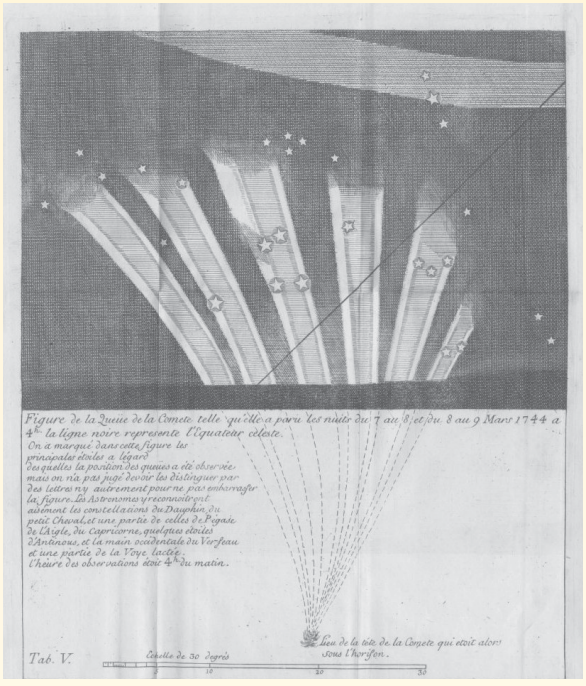
P/ — kometa okresowa

X/ — kometa, dla której nie udało się wyznaczyć orbity

D/ — kometa zaginiona lub która uległa rozpadowi

A/ — kometa, która okazała się innym obiektem (np. planetoidą)

A więc w przytoczonych wyżej przykładach mielibyśmy odpowiednio P/1889 W1 i P/1998 U4, gdyż są to komety okresowe. W przypadku komet okresowych, dla których zaobserwowano przynajmniej dwa powroty ku Słońcu, ostatecznym numerem katalogowym jest prefiks „P” poprzedzony kolejną liczbą naturalną porządkującą miejsce danej komety w katalogu komet okresowych. W podanych wyżej przykładach będzie to 64P/Swift-Gehrels i 242P/Spahr. Do czerwca 2017 r. lista komet okresowych zawiera 352 obiekty (ostatnim jest kometa 352P/Skiff).



Wyjaśnienie powstania sześciokrotnego warkocza komety Klinkenberg-Chesaux w dziele Jean-Philippe Loys de Chéseaux „Traité de la comète” (1744)

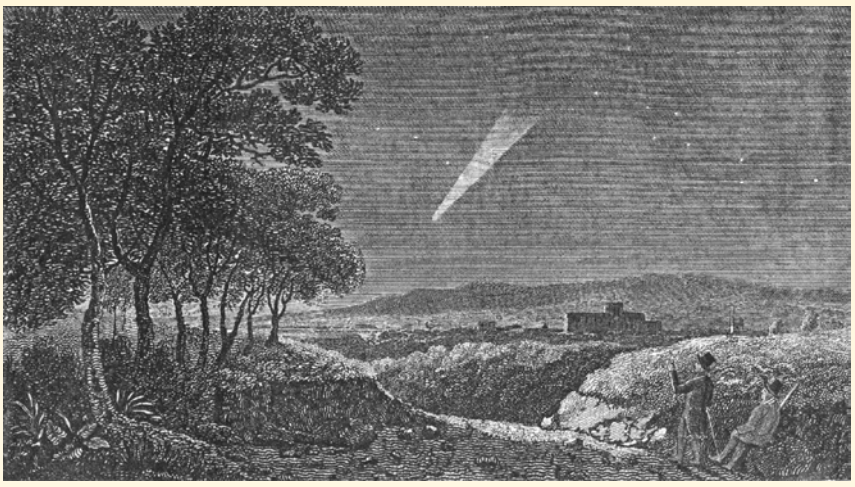
Komety jednopojawieniowe z obliczonymi orbitami już na zawsze pozostają przy swoim katalogowym prefiksie „C”, jak na przykład C/2009 K5, odkryta jako piąta w okresie od 16 do 31 maja 2009 r. przez Roberta McNaughta, czy C/2004 F4, odkryta jako czwarta w okresie od 16 do 31 marca w 2004 r., przez Williama Bradfielda. Komety, które były wcześniej obserwowane jako okresowe, po czym rozpadły się lub tajemniczo zniknęły i nie udało się ich ponownie odszukać, otrzymują w nazwie prefiks „D”, jak np. 3D/Biela, 5D/Brorsen czy 18D/Perrine-Mrkos. Historyczne komety, dla których z powodu braku odpowiedniej liczby rzetelnych obserwacji nie można wyznaczyć orbity, otrzymują katalogowy prefiks „X”. Przykładem mogą być X/1106 C1 (Wielka Kometa 1106), X/1872 X1 (Pogson), czy X/1954 V1 (Hartl).

Kometa Messiera nad Amsterdamem. Autor obrazu: Aert Schouman (1710–1792)

Galeria dawnych sław

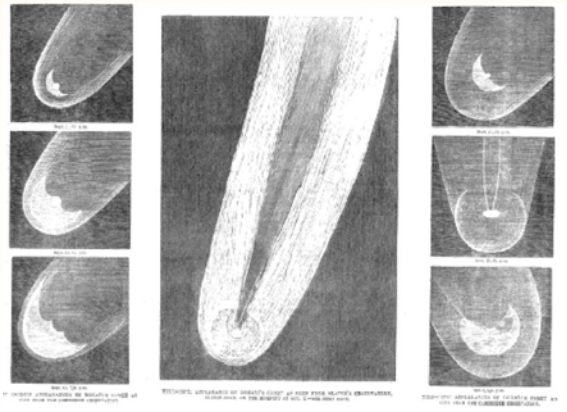
Poprzednio wymieniono kilka wielkich komet, które wywołały euforię w XIX w., w epoce kiedy dopiero zaczynano rozumieć istotę tych ciał niebieskich. Do naszych czasów pojawiło się wiele jasnych komet, które co jakiś czas stanowiły główny kosmiczny klejnot nieboskłonu, skupiający uwagę astronomów. Galerię sław rozpocznijmy od komety odkrytej w listopadzie 1680 r. przez ucznia Jana Heweliusza Gottfrieda Kircha (1639–1710) w obserwatorium w Norymberdze. Była to pierwsza w historii kometa odkryta za pomocą teleskopu. Podczas przejścia przez peryhelium miała jasność około –7 mag, co czyniło ją widoczną nawet w świetle dziennym. Obserwacje jej wykorzystał Izaak Newton do testowania praw Keplera. Katalogowe oznaczenie komety to C/1680 V1, ale częściej można spotkać określenie kometa Kircha, kometa Newtona lub Wielka Kometa 1680.

Kolejny wspaniały spektakl na niebie był dziełem komety C/1743 X1 (Klinkenberg-Chesaux) z przełomu lat 1743/1744. Dirk Klinkenberg (1709–1799) odkrył ją 9 grudnia 1743 r., a niezależnie od niego, 4 dni później, Jean-Philippe Loys de Chéseaux (1718–1751). W chwili odkrycia kometa była obiektem trzeciej wielkości gwiazdowej, ale już od stycznia jej jasność zaczęła szybko rosnąć, by pod koniec lutego osiągnąć jasność –5 mag. Do tego czasu kometa wykształciła długi podwójny warkocz, który był prawdziwą ozdobą nieba. Tuż po przejściu przez peryhelium na początku marca kometa była niewidoczna, ale w drugim tygodniu miesiąca na porannym niebie zauważono… aż sześć warkoczy wystających pionowo ponad horyzont! W ciągu następnych dni pięć z nich zaniknęło, pozostawiając ze wspaniałego pióropusza tylko jeden, ale za to długi na ponad 90°. Kometę gołym okiem obserwowano do końca maja. Wśród jej obserwatorów był nastoletni Charles Messier (1730–1817), przyszły łowca komet, wspaniały i wnikliwy obserwator nieba, odkrywca obiektów mgławicowych. W 1769 r., odkryta przez niego kometa będzie kolejnym cudem rozgwieżdżonego firmamentu.



Wielka Kometa 1811 widziana ze wzgórz wokół wsi Otterbourne w dystrykcie Winchester (Anglia). Autor ryciny nieznany

Kometa Messiera nad Amsterdamem. Autor obrazu: Aert Schouman (1710–1792)



Szkice jądra, głowy i warkocza komety Donatiego, obserwowanej w obserwatorium astronomicznym w Cambridge. Źródło: The Illustrated London News (1858)

To właśnie Messier w sierpniu 1769 r. odkrył jedną z piękniejszych „wielkich komet" w XVIII w., a mianowicie C/1769 P1. Dokonał tego w obserwatorium w Paryżu podczas rutynowego przeglądu nieba, podczas którego na tle konstelacji Barana dostrzegł niewielką rozmytą mgiełkę. Obiekt zmieniał pozycję na nieboskłonie, co potwierdziło jego kometarną naturę. We wrześniu tego roku kometa zbliżyła się do Ziemi na odległość 45 mln km, mając przy tym jasność 1 mag. Podczas przejścia przez peryhelium kometa osiągnęła jasność –6 mag i była widoczna w dzień. Najpiękniejszy jej widok miał miejsce kilka dni później, kiedy we wrześniu warkocz osiągnął długość 90°. Według astrologów epoki napoleońskiej kometa asystowała narodzinom Napoleona Bonapartego (1769–1821) i była pierwszą z kolejnych jasnych komet, które zwiastowały ważne momenty w burzliwej historii jego cesarstwa.

W 1807 r. na wrześniowym niebie zagościła jasna kometa C/1807 R1, którą obserwowano gołym okiem przez kolejne cztery miesiące. Była to pierwsza długookresowa kometa, o okresie ponad 1700 lat, dla której udało się na drodze rachunkowej bezsprzecznie wykluczyć orbitę paraboliczną na korzyść mocno wydłużonej eliptycznej. Cztery lata później pojawiła się najbardziej znana z „komet napoleońskich": długookresowa C/1811 F1, nazwana później Wielką Kometą 1811 r. Cesarskie konotacje wzięły się stąd, że okres jej największej świetności wśród gwiazd przypadał na czas przygotowań do wojny z Rosją i pierwszych sukcesów po jej rozpoczęciu. W kolejnych latach pojawiły się jeszcze dwie bardzo jasne komety widoczne nieuzbrojonym okiem — C/1823 Y1 (Wielka Kometa 1823) i C/1830 F1 (Wielka Kometa 1830). Obie okazały się ciałami jednopojawieniowymi, które już nigdy nie powrócą w okolice Słońca.

Rok 1843 stał pod znakiem Wielkiej Komety Marcowej (C/1843 D1), odkrytej niezależnie przez wielu obserwatorów, choć istnieją zapiski, według których pierwszych obserwacji dokonał już w lutym amerykański kapitan Peleg Ray (1799–1884) przebywający wtedy w rejonie archipelagu Bahamów. Kometa obserwowana była z terenów Europy, Ameryki Północnej i Południowej, a także daleko na Wyspach Nowozelandzkich. Zmierzona długość warkocza, sięgająca dwóch jednostek astronomicznych, aż do słynnej komety Hyakutake była najdłuższą znaną pośród wszystkich zaobserwowanych do tej pory komet. Kolejne dziesięciolecia przyniosły całe mrowie wspaniałych komet, co dla współczesnych miłośników astronomii może być powodem niekłamanej zazdrości. W paradzie wielkich gwiazd z warkoczem wzięły udział Wielka Kometa 1844 (C/1844 Y1), Wielka Kometa Czerwcowa 1845 (C/1845 L1), Wielka Kometa 1854 (C/1854 F1) czy słynna kometa Donatiego (C/1858 L1).

Ostatnia z nich, odkryta w czerwcu w obserwatorium we Florencji przez wspomnianego wcześniej włoskiego astronoma, była obserwowana gołym okiem przez ponad 110 dni od połowy sierpnia do stycznia 1859 r., a przez teleskopy do marca tego roku. Wykształciła dwa imponujące warkocze — jeden prosty jonowy, drugi wachlarzowaty gazowo-pyłowy, oba o długości kilkudziesięciu stopni. Kometa Donatiego była też pierwszą, którą uwieczniono na fotografii techniką dagerotypu — najpierw bez, a następnie z użyciem teleskopu. Po tych obfitych kometarnych żniwach wydawać by się mogło, że pora na zasłużony odpoczynek i chude obserwacyjne lata. Okazało się jednak, że natura w dalszym ciągu nie żałowała swoich niebiańskich fajerwerków, gdyż po komecie Donatiego na niebie pojawiły się kolejno Wielka Kometa 1860, Wielka Kometa 1861, Wielka Kometa 1862 i Wielka Kometa Południowa 1865.

Ostatnie dwie wielkie komety XIX w., to Wielka Kometa 1881 (C/1881 K1) i Wielka Kometa Wrześniowa 1882 (C/1882 R1). Pierwszą z nich w maju 1881 r. odkrył australijski miłośnik astronomii John Tebbutt (1834–1916) i niezależnie od niego Walter G. Davis (1866–1935) w argentyńskim Astronomical Observatory of Córdoba. Dla Australijczyka była to druga wielka kometa po odkrytej 20 lat wcześniej Wielkiej Komecie 1861. Jej okres obiegu wynosi ponad 2500 lat, zatem jej poprzednie pojawienie przypadało na VII w p.n.e. Kometa była widoczna na południowej półkuli od momentu jej odkrycia do pierwszej dekady czerwca, a po przejściu przez peryhelium stała się doskonale widoczna również na półkuli północnej. Szybko osiągnęła jasność +1 mag, a gołym okiem obserwowano ją jeszcze w sierpniu. Ostatnie teleskopowe obserwacje prowadzono w lutym 1882 r. Kometę tę sfotografował zasłużony pionier szerokokątnej astrofotografii Henry Draper (1837–1882), być może za pomocą słynnego astrografu, który obecnie znajduje się na wyposażeniu Obserwatorium Astronomicznego UMK w Piwnicach.

Wielka Kometa 1881 na szkicu Étienne'a Léopolda Trouvelota (1827–1895)

Wielka Kometa Wrześniowa 1882 należała do rodziny komet muskających Słońce, o których jeszcze wspomnimy. Została oficjalnie odkryta przez Williama Henry'ego Finlaya (1849–1924), w obserwatorium astronomicznym w Kapsztadzie, choć pewne jest, że obserwowano ją już tydzień wcześniej z rejonów Przylądka Dobrej Nadziei i Zatoki Gwinejskiej, jako obiekt trzeciej wielkości gwiazdowej. W połowie września kometa przeszła przez peryhelium, osiągając imponującą jasność –17 mag, co kilka dni później czyniło ją widoczną w dzień. W tym czasie przeszła również na tle słonecznej tarczy, ale ze względu na znikome rozmiary jądra w stosunku do gwiazdy nic nie zaobserwowano podczas tranzytu. Pod koniec miesiąca zaobserwowano wydłużanie się jej jądra, sugerujące jego bliski rozpad. Stało się to na początku października, kiedy kometa podzieliła się na minimum pięć fragmentów. Gołym okiem kometę można było obserwować do lutego 1883 r. Ostatni raz pojawiła się w teleskopie na początku czerwca. Była to najjaśniejsza kometa, obserwowana kiedykolwiek na ziemskim niebie.

Wielka Kometa Wrześniowa 1882 na fotografii Davida Gilla (1843–1914)

Przemysław Rudź, autor doskonale znany czytelnikom *Uranii* (patrz również strona 31)

GW170817: zderzenie gwiazd neutronowych

Fale grawitacyjne i błysk światła kilonowej

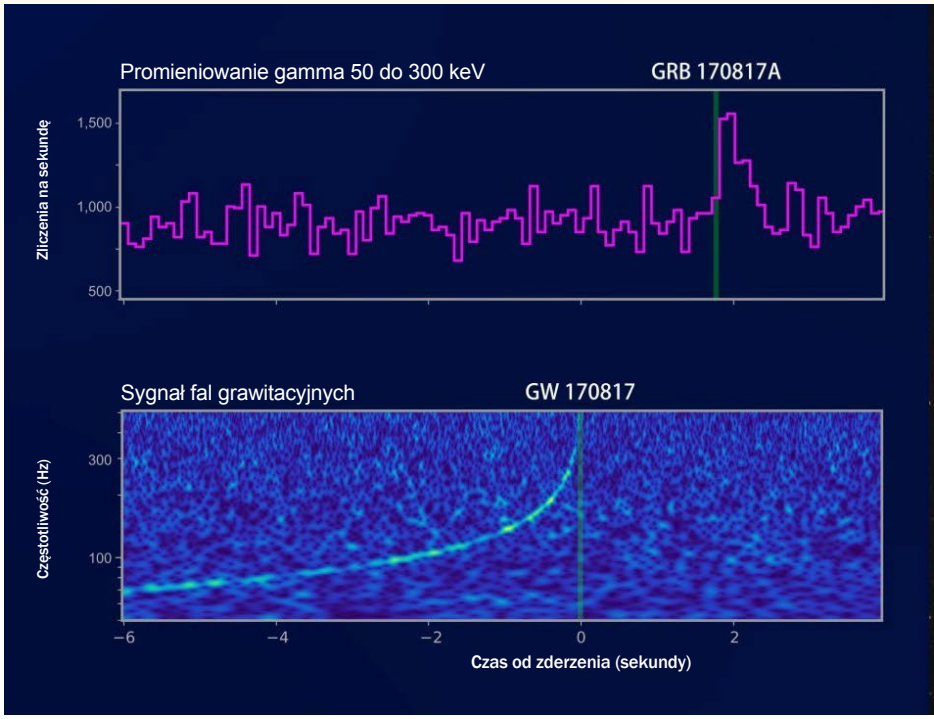
Krzysztof Czart

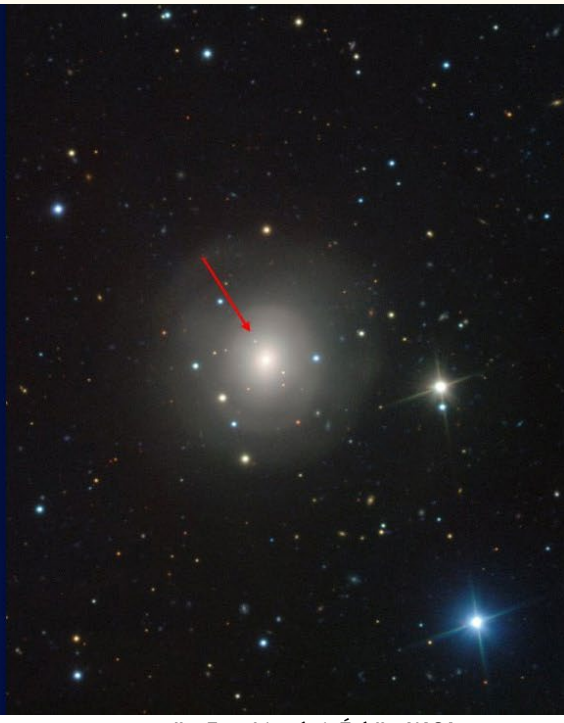
Wygląda na to, że wybierając fale grawitacyjne na główny temat poprzedniego numeru *Uranii*, mieliśmy dobre przeczucie, że październik będzie miesiącem fal grawitacyjnych. I tak się faktycznie stało. W połowie października byliśmy świadkami bardzo ważnego odkrycia astronomicznego i jednocześnie pokazu siły współpracy międzynarodowej w nauce, a szczególnie w astronomii. I to współpracy prawdziwie globalnej — w głównej publikacji informującej o odkryciu, jako autorzy wypisanych jest ponad 3600 astronomów, w tym kilkudziesięciu Polaków. W obserwacjach zjawiska GW170817 brało udział aż 70 teleskopów naziemnych rozmieszczonych po całej kuli ziemskiej, a także działających w kosmosie. Na dodatek są to instrumenty pracujące w bardzo różnych zakresach długości fali. O odkryciu informowały LIGO-Virgo, POLGRAW, Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) i liczne inne instytucje.

W *Uranii* nr 1/2018 zamieścimy obszerny artykuł dotyczący odkrycia, przygotowany przez polskich naukowców zaangażowanych w badania.

Jak przebiegło odkrycie

Detekcja fal grawitacyjnych nastąpiła 17 sierpnia 2017 r. o godz. 14:41





Po lewej: Sygnał fal grawitacyjnych wykryty przez LIGO (na dole) oraz rozbłysk gamma zaobserwowany przez satelitę Fermi (u góry). Źródło: NASA GSFC & Caltech/MIT/LIGO Lab
Po prawej: Zdjęcie galaktyki NGC 4993 pokazujące optyczny odpowiednik dla zderzających się gwiazd neutronowych GW170817 (wskazany strzałką). Fotografię wykonano przy pomocy instrumentu VIMOS na teleskopie VLT w Obserwatorium Paranal w Chile. Źródło: ESO

CEST. Dokonały jej detektory LIGO, jeden pracujący w Hanford w stanie Waszyngton, a drugi w Livingston w stanie Luizjana (USA). Zdarzenie otrzymało oznaczenie GW170817. W obserwacjach brało udział także europejskie obserwatorium Virgo, dzięki któremu udało się doprecyzować obszar na niebie, skąd nadszedł sygnał. Wielkość tego obszaru określona przez LIGO-Virgo to około 35 stopni kwadratowych, co jest równe kilkuset tarczom Księżyca w pełni.

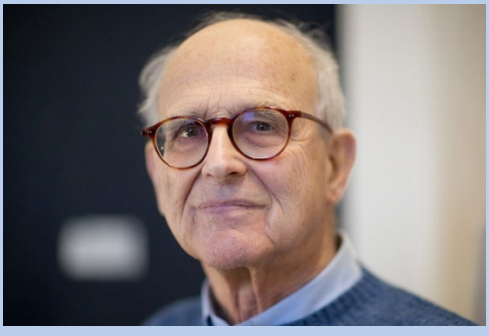
Mimo że to dość spory fragment, do obserwacji przystąpiły obserwatoria rejestrujące fale elektromagnetyczne. Gdy automatyczna procedura analizy danych z detektorów LIGO wykryła w jednym z nich sygnał od fal grawitacyjnych, zaalarmowała partnerskie obserwatoria. Około dwie sekundy po momencie, w którym zakończył się „ćwierk" fal grawitacyjnych, pracujące w kosmosie obserwatoria Fermi i INTEGRAL (pierwsze z NASA, drugie z Europejskiej Agencji Kosmicznej) odnotowały krótki rozbłysk gamma ze wskazanego obszaru nieba. Szybka analiza danych określiła, że obie detekcje nie są przypadkowe i dalsze automatyczne procedury wyłuskały z danych LIGO sygnał fal grawitacyjnych również w drugim detektorze. Naukowcy zaczęli szukać sygnałów w różnych zakresach fal elektromagnetycznych, w tym optycznego odpowiednika dla źródła. 1-metrowy teleskop Swope w Obserwatorium w Las Campanas był pierwszym, który zarejestrował optyczny odpowiednik. Wielką kampanię obserwacyjną zorganizowało np. Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO), którego członkiem jest Polska. Jako jeden z pierwszych, sygnał świetlny zarejestrował teleskop VISTA w Obserwatorium Paranal, przeznaczony do przeglądów nieba w podczerwieni. W kolejnych godzinach, dniach i tygodniach obserwacje prowadziły także inne teleskopy ESO, takie jak Bardzo Duży Teleskop (VLT), teleskop VST, teleskop NTT, a dodatkowo także sieć radioteleskopów ALMA oraz inne partnerskie instrumenty znajdujące się w obserwatoriach ESO w Chile. W obserwacje włączyły się też teleskopy, takie jak Pan-STARRS i Subaru na Hawajach czy Kosmiczny Teleskop Hubble'a oraz bardzo wiele innych instrumentów.

Nagroda Nobla 2017 w dziedzinie fizyki

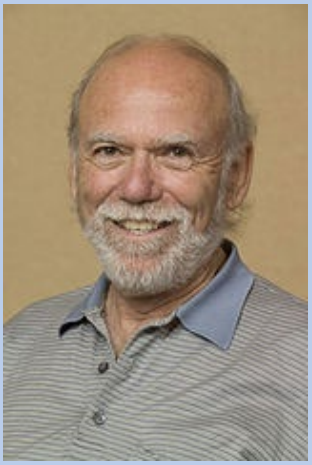
Królewska Szwedzka Akademia Nauk zdecydowała się przyznać tegoroczną Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki trzem naukowcom zaangażowanym w badania nad falami grawitacyjnymi, a ściślej za „przełomowy wkład w detektor LIGO i obserwacje fal grawitacyjnych". Połowę nagrody otrzymał Rainer Weiss, a drugą otrzymali do podziału po równo Barry C. Barish oraz Kip S. Thorne (wszyscy trzej z LIGO/VIRGO Collaboration). Wysokość nagrody wynosi 9 mln koron szwedzkich, czyli około 4 mln złotych.

14 września 2015 r. po raz pierwszy naukowcom udało się zarejestrować fale grawitacyjne. Mimo iż istnienie fal grawitacyjnych było przewidywane teoretycznie już od stu lat dzięki teorii Alberta Einsteina, do tej pory pozostawały nieuchwytne dla naukowców. Pierwsze zarejestrowane fale grawitacyjne pochodziły od zderzenia dwóch czarnych dziur odległych od nas o 1,3 mld lat św. To i kolejne trzy detekcje (licząc do tej pory) zapoczątkowały nową dziedzinę astrofizyki obserwacyjnej — zupełnie nowy sposób obserwowania Wszechświata i najbardziej gwałtownych zjawisk w nim zachodzących.

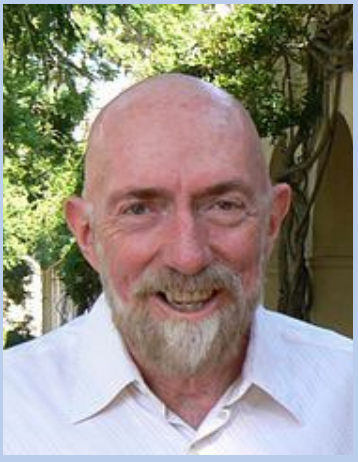
Wszyscy trzej laureaci pracują przy projekcie LIGO, czyli Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory. Bierze w nim udział ponad tysiąc naukowców z ponad 20 krajów, w tym z Polski. LIGO posiada dwa obserwatoria fal grawitacyjnych rozmieszczone na terenie Stanów Zjednoczonych. Dodatkowo współpracuje z europejskim projektem Virgo dysponującym detektorem we Włoszech. Również w Polsce mamy zespół działający w ramach współpracy LIGO-Virgo – nosi nazwę POLGRAW.



Rainer Weiss, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA. Fot.: MIT/Bryce Vickmark



Barry C. Barish, California Institute of Technology, Pasadena, USA. Fot.: Wikipedia/R. Hahn



Kip S. Thorne, California Institute of Technology, Pasadena, USA. Fot.: Wikipedia/Keenan Pepper

Polski udział

Swój udział w odkryciu i analizie danych mają także polscy naukowcy. W szczególności grupa Virgo-POLGRAW, skupiająca uczonych z dziewięciu polskich instytucji, a także naukowcy prowadzący obserwacje teleskopami NTT i SALT, uczestniczący w projekcie ePESSTO, polski projekt Pi of the Sky, Polacy zaangażowani w obserwatoria promieniowania gamma H.E.S.S. i HAWC, Obserwatorium Pierre Auger czy związani z kosmicznymi obserwatoriami Fermi

GW170608

15 listopada 2017 r. projekty LIGO i Virgo ogłosiły kolejną detekcję fal grawitacyjnych, oznaczoną jako GW170608. Zdarzenie zostało zarejestrowane przez dwa detektory LIGO w dniu 8 czerwca 2017 r. o godz. 02:01:16 UTC. Przy tej detekcji naukowcom bardzo mocno sprzyjało szczęście, bowiem nastąpiło w okresie testowania systemu LIGO. Na miesiąc wcześniej wstrzymano obserwacje, aby dokonać prac technicznych. Po dwóch tygodniach detektor LIGO Livingston był już gotowy do wznowienia obserwacji, ale niestety w detektorze LIGO Hanford wykryto problemy, które opóźniły jego ponowne dołączenie do obserwacji. Tak się złożyło, że wieczorem 7 czerwca (a w czasie uniwersalnym już 8 czerwca), prowadzono prace związane ze zmniejszaniem szumów detektora LIGO Hanford. W kilka minut po rozpoczęciu tej procedury przez detektor przebiegł sygnał fal grawitacyjnych, a 7 milisekund później dotarł do detektora LIGO Livingston. Innymi słowy, odkrycia dokonana w trakcie testów systemu LIGO, a nie właściwych obserwacji naukowych, które wznowiono 1 sierpnia.

Analizy pozwoliły ustalić, że zdarzenie GW170608 było związane ze zderzeniem dwóch względnie małomasywnych czarnych dziur o masach 7 i 12 mas Słońca. Połączyły się one w jedną o masie 18 razy przekraczającej masę Słońca. Ta kolizja nastąpiła około miliard lat świetlnych od Ziemi. Wyemitowany w jej trakcie sygnał fal grawitacyjnych miał energię odpowiadającą jednej masie Słońca!

W porównaniu do poprzednich detekcji fal grawitacyjnych od zderzeń czarnych dziur, tym razem mają one małe masy. Daje to szanse na porównanie własności czarnych dziur gwiazdowych, o których wiadomo z pośrednich obserwacji na falach elektromagnetycznych, a pośrednimi czarnymi dziurami o masach kilkudziesięciu mas Słońca, wykrywanymi wcześniej przez LIGO-Virgo.

Aktualnie trwa przerwa w obserwacjach LIGO. Naukowcy analizują zebrane w jej trakcie dane, a same detektory są wyłączone i poddawane modernizacji w celu zwiększenia czułości. Według zapowiedzi, kolejna runda obserwacji może nastąpić pod koniec 2018 r.

i INTEGRAL. W publikacjach naukowych dotyczących fal grawitacyjnych i kampanii obserwacyjnej na falach elektromagnetycznych łącznie znajdziemy około 50 autorów z Polski oraz kilku obcokrajowców pracujących w polskich instytutach.

Znaczenie odkrycia

Można zastanawiać się, dlaczego naukowcy tak dużą wagę przywiązują do tego odkrycia, skoro była to już piąta detekcja fal grawitacyjnych. Jednak różni się ona istotnie od czterech poprzednich, które dotyczyły zderzeń dwóch czarnych dziur. Tym razem zderzyły się dwie gwiazdy neutronowe, a na dodatek zidentyfikowano optyczny odpowiednik dla źródła fal grawitacyjnych.

Oszacowania odległości do źródła na podstawie danych z fal grawitacyjnych i danych z fal elektromagnetycznych są zgodne i wskazują, że zdarzenie zaszło w odległości 130 mln lat św. w galaktyce NGC 4993 widocznej w konstelacji Hydry. Jest to zatem najbliższe źródło fal grawitacyjnych oraz jeden z najbliższych rozbłysków gamma.

Masy zderzających się obiektów określono na 1,1 oraz 1,6 mas Słońca, co oznacza, że są to gwiazdy neutronowe. Połączenie się dwóch gwiazd neutronowych jest główną hipotezą opisującą krótkie błyski gamma. Na dodatek, według teorii, takie zdarzenie powinno skutkować wybuchem 1000 razy jaśniejszym niż wybuch gwiazdy nowej — czymś, co nazwano kilonową. Astronomowie są przekonani, że właśnie taką kilonową udało im się dostrzec.

Kilonowe mogą być bardzo ważne dla chemicznej ewolucji Wszechświata, bowiem są uważane za główne źródło rozprzestrzeniania w kosmosie ciężkich pierwiastków chemicznych, dla przykładu: złota i platyny. Wybuch kilonowej rozrzuca takie pierwiastki w przestrzeni kosmicznej z prędkością nawet jednej piątej prędkości światła.

Jednoczesne obserwacje fal grawitacyjnych i fal elektromagnetycznych od tego samego źródła powinny przekonać tych, którzy wątpili, czy rzeczywiście detektory LIGO i Virgo rejestrują fale grawitacyjne. Dzięki obserwacjom zdarzenia GW170817 uzyskano też dowód na to, że poprawna jest zupełnie nowa metoda pomiaru odległości we Wszechświecie. Zamiast „świec standardowych", mamy „syrenę standardową" i możemy w niezależny sposób wyznaczyć stałą Hubble'a. Po raz pierwszy udało się także oszacować prędkość fal grawitacyjnych — na podstawie różnicy w czasie pomiędzy dotarciem sygnału fal grawitacyjnych a fotonów. Wyznaczona prędkość jest praktycznie równa prędkości światła, co jest zgodne z przewidywaniami.

GW 170814

27 września 2017 r. poinformowano o detekcji fal grawitacyjnych dokonanej 14 sierpnia 2017 r. o godz. 10:30:43 UTC. Była to pierwsza detekcja zaobserwowana wspólnie przez detektory LIGO razem z europejskim detektorem Virgo. Dzięki temu można było lepiej zlokalizować pozycję źródła na niebie, a także zbadać polaryzację fal grawitacyjnych. Polaryzacja opisuje, jak czasoprzestrzeń jest deformowana przez falę grawitacyjną w każdym z trzech wzajemnie prostopadłych kierunków. Analiza danych wykazała, że zaobserwowana polaryzacja jest zgodna z przewidywaniami ogólnej teorii względności.

Fale grawitacyjne zostały wygenerowane podczas końcowego etapu zderzenia dwóch czarnych dziur o masach 31 i 25 mas Słońca. Odległość, w jakiej to nastąpiło, to 1,8 mld lat św. od Ziemi. Powstała w ten sposób pojedyncza czarna dziura ma masę 53 razy większą niż Słońce, a energia odpowiadająca około 3 masom Słońca została wyemitowana w formie fal grawitacyjnych.

Więcej o falach grawitacyjnych na stronie www.urania.edu.pl/fale-grawitacyjne oraz w *Uranii* nr 5/2017, 2/2016. Szczegółowo o zjawisku kilonowej z GW170817 w następnym numerze i 48. odcinku Astronarium: https://www.youtube.com/astronariumPL

program telewizyjny

o astronomii i badaniach kosmosu

ASTRONARIUM

Premiery TVP3

Wszystkie odcinki na YouTube

Serial naukowy o tajemnicach kosmosu
i polskich astronomach odkrywających zagadki Wszechświata

www.astronarium.pl

youtube.com/AstronariumPL

facebook.com/AstronariumTVP

Godziny emisji w TVP 3:

premiery: soboty 8:05

powtórki: środy 15:35 i 00:40

producenci programu

TVP TELEWIZJA POLSKA

partner medialny

Urania POSTĘPY ASTRONOMII

dofinansowanie produkcji

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Wspomnienie o Bohdanie Paczyńskim

Pierwszy po Koperniku

Bruce T. Draine
Tłum.: Hanna Paczyńska*

Bohdan Paczyński był jednym z największych astronomów dwudziestego wieku. Interesował się wszystkimi dziedzinami astrofizyki, od wnętrz gwiazdowych po kosmologię. Jednak przede wszystkim odznaczył się jako klarowny i wyjątkowy myśliciel. Był błyskotliwy, oryginalny, niebywale produktywny wielkoduszny i bardzo skromny. Jego odejście jest wielką stratą.

Wczesne lata

Bohdan Paczyński urodził się 8 lutego 1940 r. w okupowanym przez Sowietów Wilnie. Po zaatakowaniu Związku Sowieckiego niemiecka armia wkroczyła do Wilna w lipcu 1941 r. Rodzina Paczyńskich przetrwała niemiecką okupację, a po powrocie Sowietów do Litwy w 1944 r. przeniosła się do Polski. Przez dwa lata (1945–1947) Paczyńscy mieszkali w Krakowie, a następne dwa spędzili w Moskwie. W 1949 r. powrócili na stałe do Polski, osiedlając się w Warszawie.

Od wczesnych lat Paczyński interesował się naukami ścisłymi, a przede wszystkim astronomią. W wieku 14 lat, prowadząc obserwacje wizualne, uczestniczył w programie monitorowania zmian jasności gwiazd podwójnych. Fascynowało go wielkie bogactwo oddziaływań między składnikami ciasnych układów podwójnych, dzięki którym gwiazdy zmieniają swoje masy, rozmiary i jasności. Badanie tych oddziaływań miało mu sprawiać wielką satysfakcję aż do końca życia.

W roku 1957 Paczyński rozpoczął studia na wydziale Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Mając 18 lat opublikował swoją pierwszą pracę, której tematem było wyznaczanie minimów jasności gwiazd zaćmieniowych. Rok później zaczął pracować w Obserwatorium Astronomicznym UW jako asystent techniczny. W roku 1962 otrzymał dyplom ukończenia studiów astronomicznych na podstawie pracy magisterskiej opartej na danych opublikowanych w literaturze astronomicznej i wykonanej pod kierunkiem prof. Stefana Piotrowskiego. Jej tematem była zależność polaryzacji światła gwiazd od ekstynkcji na pyle międzygwiazdowym.

Dzięki swoim wyjątkowym zdolnościom tuż po uzyskaniu dyplomu Paczyński otrzymał zgodę na odbycie stażu naukowego w USA. W roku 1962 przekroczył Żelazną Kurtynę i rozpoczął przeszło roczny pobyt w Lick Observatory w Kalifornii — pierwszy z wielu w krajach Zachodu. W roku 1965 poślubił Hannę Adamską. Ich córka Agnieszka urodziła się w 1967 r., a syn Marcin w 1974.

Stopień doktora nauk fizycznych uzyskał na Uniwersytecie Warszawskim w roku 1964. Paczyński w rozprawie podjął się zadania rzetelnego zliczenia gwiazd na zdjęciach z Atlasu

Bohdan i Hanna Paczyńscy w Waszyngtonie na uroczystości wręczenia prof. Paczyńskiemu Nagrody Henry Drapera Amerykańskiej Akademii Nauk (zdjęcie z archiwum domowego)

* Pani Hanna Paczyńska jest wdową po Profesorze Paczyńskim.

Palomarskiego obejmujących fragment o rozmiarze 60°×20° położony w płaszczyźnie Galaktyki. Na podstawie zaobserwowanych fluktuacji gęstości liczbowej obserwowanych gwiazd wyznaczył statystyczne właściwości trójwymiarowego rozkładu pyłu międzygwiazdowego. Do wykonania obliczeń posłużył mu komputer Polskiej Akademii Nauk zbudowany na lampach elektronowych .

Po tym zwekslowaniu w dziedzinę ekstynkcji i polaryzacji na pyle międzygwiazdowym Paczyński powrócił do swojej długoletniej pasji naukowej — do gwiazd.

Życie gwiazd

Przez całą karierę naukową fascynowała Paczyńskiego niezwykła różnorodność tego, co gwiazdy potrafią dokonać zarówno w pojedynkę, jak i w powiązanych grawitacją parach.

Jego początkowe zainteresowania skupiały się na ciasnych układach podwójnych. W 1967 r. wykazał, że utrata momentu pędu wskutek emisji fal grawitacyjnych może znacząco wpływać na ewolucję znanych wówczas ciasnych układów, w tym gwiazd nowych i nowych karłowatych, i że zaobserwowanie związanych z tym efektów byłoby pośrednim dowodem na fizyczną realność fal, którą wtedy powszechnie kwestionowano. Siedem[1] lat później taki dowód zdobyli Russell A. Hulse i Joseph H. Taylor Jr., mierząc zmiany parametrów orbity pulsara w układzie podwójnym.

Zbadawszy następstwa przepływu masy między składnikami par gwiazdowych, Paczyński opublikował serię artykułów „Ewolucja ciasnych układów podwójnych", która wywarła ogromny wpływ na rozwój tej gałęzi astrofizyki. Jako pierwszy dowiódł, że ciasny układ podwójny może przejść przez stadium wspólnej otoczki, w której krążą dwa oddzielne jądra gwiazdowe, i rozważał, jak ewolucja we wspólnej otoczce może doprowadzić do powstania układu kataklizmicznego. Ewolucję gwiazd podwójnych modelował w Warszawie na małym duńskim komputerze GIER oraz na maszynie IBM 7040 w Obserwatorium Meudon pod Paryżem. Rachunki te stały się podstawą

[1] Siedem lat później Hulse i Taylor odkryli pulsara w układzie podwójnym. O zmianach jego parametrów orbitalnych donieśli pod koniec roku 1978.

Bohdan Paczyński w swoim biurze w Obserwatorium Astronomicznym UW, rok 1974.
Fot. Janusz Sobolewski

habilitacji, którą uzyskał w roku 1967. W piątym artykule z serii „Ewolucja układów podwójnych", opublikowanym w roku 1967, objaśnił pochodzenie enigmatycznych wówczas gwiazd Wolfa-Rayeta, stwierdzając, że są to palące hel składniki ciasnych układów podwójnych, które utraciły wodorową otoczkę wskutek przepływu masy na towarzysza. Scenariusz ten jest obecnie powszechnie zaakceptowany.

Nabrawszy przekonania, że przemiany ewolucyjne nie są dostatecznie zrozumiane nawet w przypadku gwiazd pojedynczych, Paczyński zajął się udoskonalaniem modeli numerycznych. Chociaż ogólne pojęcia i podstawowe równania ewolucji już ustalono (przynajmniej w przypadkach, gdy można zaniedbać rotację), systematyczne modelowanie było jeszcze w powijakach. Na Zachodzie astronomowie mieli dostęp do dużo lepszych komputerów, ale niezrażony tym Paczyński rozpoczął udokładnione rachunki ewolucyjne i wkrótce stał się autorytetem w tej dziedzinie.

Napisał własny program komputerowy, za pomocą którego prowadził obliczenia zarówno w Polsce, jak i na Zachodzie. Jego kluczowa praca z roku 1970, traktująca o ewolucji pojedynczej gwiazdy do stadium białego karła (dla gwiazd małomasywnych) lub do zapalenia węgla w jądrze (dla bardziej masywnych gwiazd), została zapoczątkowana podczas jednorocznej (1968–1969) wizyty w Joint Institute for Laboratory Astrophysics (JILA) Uniwersytetu Kolorado. Miał tam dostęp do CDC 6400, jednego z najpotężniejszych ówczesnych komputerów. W pierwszej z cyklu pracy odkrył (numerycznie) prostą zależność pomiędzy masą węglowego jądra a jasnością gwiazd znajdujących się w fazie „spalania w podwójnej otoczce". W fazie tej gwiazda „spala" (w syntezie termonuklearnej) wodór w hel w zewnętrznej otoczce oraz hel w węgiel w wewnętrznej otoczce przylegającej do węglowego jądra. Kolejne jego prace wgłębiały się w takie zagadnienia, jak (1) subtelna fizyka i numeryka fazy spalania w podwójnej otoczce we wnętrzu czerwonego olbrzyma, (2) modelowanie jąder mgławic planetarnych i (3) ewolucja gwiazd o masach do 60 mas Słońca (w roku 1972).

Objaśnienie budowy i ewolucji gwiazd za pomocą praw fizyki z pewnością należy do największych naukowych osiągnięć XX w. Paczyński jest powszechnie uważany za jednego z liderów tego dzieła.

Dyski akrecyjne

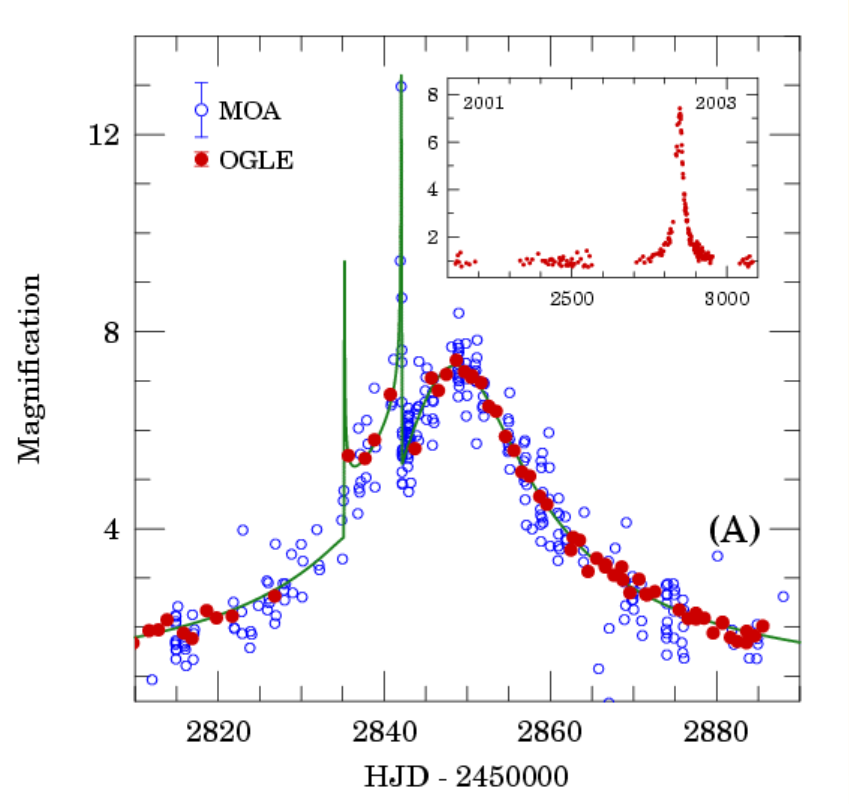
W ciasnych układach podwójnych, które fascynowały Paczyńskiego, materia tracona przez jedną z gwiazd tworzy krążący wokół drugiej gwiazdy

dysk akrecyjny. Teoretyczne badania takich dysków były jedną z jego wieloletnich naukowych pasji. Pierwotnym impulsem do ich podjęcia były zjawiska zachodzące w ciasnych układach podwójnych złożonych ze zwykłych gwiazd. Fizyczne podstawy teorii pozostają jednak niezmienione, gdy dysk krąży wokół czarnej dziury i jest zasilany gazem z gwiazdowego towarzysza lub z ośrodka międzygwiazdowego. Paczyński sformułował problem dobrze postawiony pod względem fizycznym i matematycznym, a nakreślona przez niego linia rozumowania doprowadziła do powstania modeli grubych dysków znanych jako „Polish donuts" (polskie pączki). Jego pierwsze prace o dyskach akrecyjnych ukazały się w roku 1977 i były kontynuowane aż do roku 2003.

Wygląd dysku akrecyjnego wokół czarnej dziury Gargantua pokazany w filmie Interstellar ma jak najwierniej odzwierciedlać naszą obecną wiedzę na temat tych dysków i soczewkowania grawitacyjnego. Swój ważny wkład do tej wiedzy miał również prof. Paczyński. Zdjęcie ze strony interstellarfilm.wikia.com

Soczewki grawitacyjne

Innym przedmiotem jego długoletnich zainteresowań było soczewkowanie grawitacyjne. Zakrzywienie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym jakiegoś obiektu (planety, gwiazdy, galaktyki lub gromady galaktyk) może powiększyć i zniekształcić obraz leżącego za tym obiektem źródła. Paczyński jako pierwszy opublikował hipotezę, że odkryte w 1987 r. przez Rogera Lyndsa i Vahe Petrosiana „gigantyczne łuki świetlne" w gromadach galaktyk są bardzo zniekształconymi przez soczewkowanie grawitacyjne obrazami galaktyk znajdujących się daleko za gromadą. Ta interpretacja została potwierdzona przez liczne późniejsze obserwacje wielu gromad, używanych dziś rutynowo jako „grawitacyjne teleskopy" skupiające światło dalekich obiektów.



Krzywa blasku mikrosoczewkowania dla pierwszej egzoplanety odkrytej tą metodą (rok 2003). Planeta ma masę około 2,5 masy Jowisza. Obecność planety uwidacznia się na wykresie wyraźnym wzrostem jasności w okresie HJD 2452835-2452842 (17-21.07.2003). Obserwacje pochodzą z projektów OGLE i MOA. Prof. Paczyński był inicjatorem projektu OGLE i jednocześnie teoretycznie przewidział, jak zjawisko mikrosoczewkowania powinno przebiegać w przypadku, gdy soczewką grawitacyjną jest gwiazda z obiegającą ją planetą. Wykres zaczerpnięty ze strony ogle.astrouw.edu.pl

W latach 80. szybko rosnące rozmiary kamer CCD oraz postępująca automatyzacja obróbki obrazów i fotometrii znajdujących się na nich gwiazd uświadomiły Paczyńskiemu, że wkrótce będzie możliwe podjęcie systematycznego poszukiwania rzadkich zjawisk „mikrosoczewkowania", czyli grawitacyjnego soczewkowania przez gwiazdę lub nawet przez obiekt o masie planety. W 1986 r. opublikował fundamentalną pracę na ten temat, wskazując, że systematyczne monitorowanie jasności kilku milionów gwiazd w Obłokach Magellana będzie wkrótce wykonalne, a zaobserwowane zjawiska mikrosoczewkowania pozwolą zmierzyć wkład wnoszony do potencjału grawitacyjnego Drogi Mlecznej przez obiekty o masach gwiazdowych. Podkreślił w niej też, że ubocznym, lecz niezwykle cennym produktem takich obserwacji będzie bogaty zbiór krzywych jasności różnych typów gwiazd zmiennych, dzięki któremu lepiej zrozumiemy przyczyny gwiezdnych pulsacji i wybuchów. Ta przełomowa publikacja dała impuls do powstania ukierunkowanych na obserwacje mikrosoczewek w Wielkim Obłoku Magellana i w centralnym zgrubieniu naszej Galaktyki programów OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment), MACHO (Massive Compact Halo Objects), DUO (Disk Unseen Objects) i EROS (Expérience pour la Recherche d'Objects Sombres). Projekt OGLE, zainicjowany przez Pa-

czyńskiego i prowadzony początkowo przez trio Warszawa-Princeton-Obserwatorium Carnegie, przeszedł później w ręce Andrzeja Udalskiego, który dzięki inwestycjom w sprzęt obserwacyjny i oprogramowanie niepomiernie zwiększył jego potencjał obserwacyjny. Pierwszy raport OGLE o zaobserwowanym zdarzeniu mikrosoczewkowania opublikowano w roku 1993.

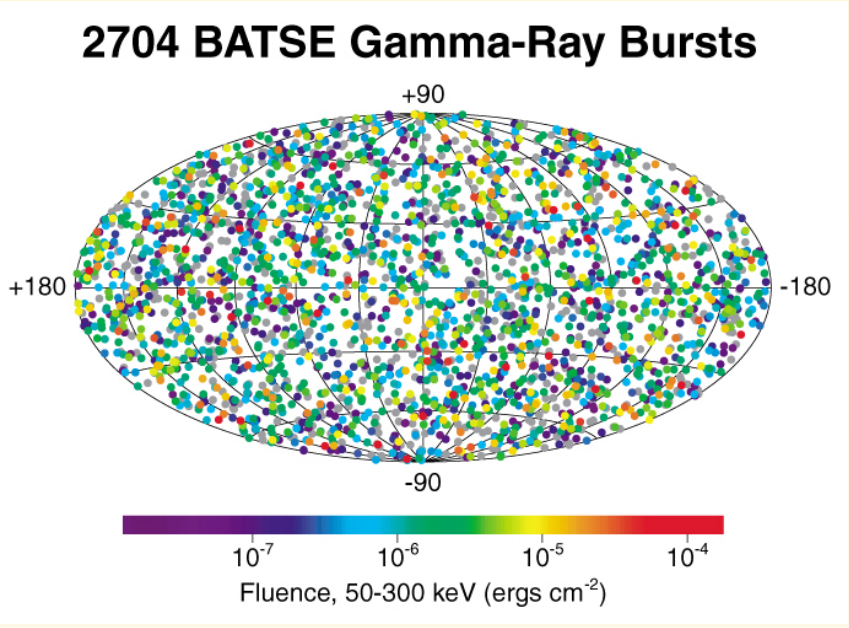
Już w roku 1991 Shude Mao i Paczyński przewidzieli, w jaki sposób zmieniłaby się krzywa blasku mikrosoczewki, gdyby soczewkujący obiekt był układem podwójnym lub gwiazdą z układem planetarnym. Wykazali, że w takich przypadkach na zwykłe krzywe często nakładają się spektakularne, charakterystyczne skoki jasności, które można zaobserwować jeśli tylko pomiary fotometryczne są dokonywane w dostatecznie krótkich odstępach czasu.

Wkrótce uruchomiono kilka programów monitorowania szybkich zmian blasku mikrosoczewek. Pierwszą planetę odkryły tą metodą w 2003 r. współpracujące zespoły OGLE i MOA, a odnośna publikacja ukazała się w roku 2004. Wiele planet zostało później odkrytych przez rozmaite inne zespoły. W roku 2006 dane OGLE odegrały ważną rolę w odkryciu planety o masie 5,5 masy Ziemi. Paczyński entuzjastycznie uczestniczył wtedy w dyskusjach, pomimo iż był już bardzo chory.

Błyski gamma

Poczynając od roku 1967, amerykańskie satelity Vela nadzorujące przestrzeganie traktatu o zakazie testów nuklearnych z roku 1963, rejestrowały tajemnicze błyski promieniowania gamma (GRB), które, jak się wydawało, pochodziły spoza Układu Słonecznego. Po odtajnieniu tej informacji w roku 1973 w środowisku naukowym zawrzało. Astrofizycy próbowali stworzyć teoretyczne modele tych zjawisk, przy czym obserwowane duże strumienie energii skłaniały prawie wszystkich do przyjęcia za pewnik, że błyski — czymkolwiek by nie były — muszą pochodzić ze źródeł znajdujących się wewnątrz Galaktyki. Prawie wszystkie zaproponowane modele odwoływały się do zjawisk zachodzących na powierzchniach gwiazd neutronowych.

Być może długie lata doświadczeń z komunizmem sprawiły, że Paczyński był wyczulony na różnicę między dogmatami a dowodami. Zabierając głos w kwestii błysków, podkreślał brak jakichkolwiek dowodów na to, że pochodzą one z naszej Galaktyki, w związku z czym nie można wykluczyć, iż ich źródła znajdują się w odległościach kosmologicznych. W roku 1986 napisał bardzo ważną pracę, w której dyskutował pozagalaktyczne pochodzenie GRB. Zauważył, że obserwowany stosunek dN/dS, gdzie S jest całkowitą energią błysku w przeliczeniu na jednostkę powierzchni detektora, a N — liczbą błysków o energii większej niż S, daje się wytłumaczyć przy założeniu, że zjawiska te zachodzą w dalekich galaktykach.



Położenie 2704 błysków promieniowania gamma (GRB) zaobserwowanych instrumentem BATSE w ciągu pierwszych 9 lat jego działania. Kolor koduje strumień energii danego błysku GRB zmierzony w zakresie 50-300 keV. Analiza położeń wykazała, że GRB są rozłożone na niebie izotropowo. Ta obserwacja BATSE była głównym argumentem za kosmologicznym umiejscowieniem źródeł GRB, który wykorzystał prof. Paczyńskiego w trakcie debaty w 1995 r. Źródło: NASA

Rozkład błysków gamma na niebie zbadano za pomocą instrumentu BATSE umieszczonego na wystrzelonym w 1991 r. satelicie Compton Gamma Ray Observatory. Do roku 1994 zaobserwowano kilkaset błysków, stwierdzając, że ich rozkład jest statystycznie zgodny z rozkładem izotropowym. Dla wielu astronomów oznaczało to, że Paczyński ma rację. Jednak znaczna część środowiska astronomicznego w dalszym ciągu preferowała pochodzenie galaktyczne GRB. Kontrowersja ta żywo przypominała spór o odległości do mgławic spiralnych, toczony przed kilkudziesięcioma laty przez Harlowa Shapleya i Hebera Curtisa. W kwietniu 1995 r., w 75 rocznicę ich słynnej debaty, odbyła się w Waszyngtonie debata na temat odległości do GRB. Po jednej stronie wystąpił Donald Lamb, argumentując za pochodzeniem błysków z galaktycznego halo — rozległej, prawie kulistej składowej Galaktyki, rozciągającej się daleko poza jej jasnym obszarem centralnym. Przeciwnego zdania bronił Paczyński, argumentując, że źródła błysków znajdują się w odległościach kosmologicznych. Debatę zorganizowano w tym samym audytorium Muzeum Historii Naturalnej, w którym starli się Shapley i Curtis. W chwili jej rozpoczęcia katalog BATSE zawierał 585 GRB o rozkładzie całkowicie zgodnym z izotropią. Wykres pokazujący rozmieszczenie błysków na niebie był głównym argumentem w prezentacji Paczyńskiego. Po tym, jak dyskutanci przedstawili swoje poglądy i dowody, poproszono słuchaczy o głosowanie przez podniesienie rąk. Moderator, którym był Królewski Astronom Martin Rees, uznał wynik głosowania za remis. Jednak już w roku 1997 zaobserwowano znaczne poczerwienienie optycznego widma poświaty jednego z błysków RGB. Otrzymano zatem niepodważalny dowód na to, że przynajmniej niektóre błyski pochodzą spoza Galaktyki, a co za tym idzie wyzwalają o wiele więcej energii niż gdyby ich źródła były ulokowane w Drodze Mlecznej.

Astronomia małych teleskopów

Paczyński uświadomił nam, że nasza wiedza o krótkotrwałych zja-

wiskach na niebie jest bardzo ograniczona. Stwierdził jednocześnie, że istnieje olbrzymia „przestrzeń odkryć" dostępna dla małych teleskopów monitorujących całe niebo i dających możliwość nie tylko rejestrowania nowych przykładów znanych zjawisk (takich jak wahania blasku gwiazd zmiennych, wybuchy nowych i supernowych czy mikrosoczewkowanie), lecz także odkrywania zjawisk, których nie potrafimy sobie nawet wyobrazić. W lipcu 1996 roku na zaproszenie Instytutu Astrofizyki wygłosił w Paryżu wykład, na którym podkreślił ogromny potencjał wielkoskalowego monitorowania nieba. Korespondował z zaawansowanymi astronomami amatorami, którzy instalowali komercjalne CCD w swoich teleskopach. Zachęcił do takich obserwacji utalentowanego instrumentalistę z Obserwatorium Astronomicznego UW, Grzegorza Pojmańskiego, który zaprojektował oprzyrządowanie i rozwinął procedury automatycznej obróbki danych, co dało początek Automatycznemu Przeglądowi Całego Nieba (All Sky Automated Survey, ASAS), który działa do dziś.

W roku 1999 na konferencji w Budapeszcie poznał młodego węgierskiego astronoma, Gaspara Bakosa, wówczas studenta trzeciego roku na Uniwersytecie Eötvösa. Usłyszawszy, że Bakos jest zainteresowany małymi automatycznymi teleskopami, pomógł mu w zdobyciu funduszy i zaprosił go do Princeton w styczniu 2001 r. Bakos stworzył Węgierską Zautomatyzowaną Sieć Teleskopów (HATNet). Ten i inne systemy zautomatyzowanych małych teleskopów monitorują obecnie całe niebo, odkrywając tranzyty planet, gwiazdy zmienne, supernowe w innych galaktykach itd.

Pomimo że w roku 2006 Paczyński nie był już w stanie chodzić, wziął udział w zjeździe Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego (AAS) w Calgary, na którym wygłosił Wykład Russella[2]. Mówił o astronomii małych teleskopów. Przedstawił także ideę teleskopu z szerokim polem widzenia, umieszczonego między Ziemią i Słońcem w punkcie L1 i skierowanego na naszą planetę. Taki przyrząd byłby w stanie z odpowiednim wyprzedzeniem ostrzegać przed małymi, ale zagrażającymi nam tzw. obiektami bliskimi Ziemi, NEO (planetoidy, komety), które bez niego mogłyby pozostać niezauważone do momentu wejścia w atmosferę.

[2] Wykład wygłaszany przez laureata „Henry Norris Russell Lectureship" (patrz „Nagrody")

Prof. Paczyńskiego poznałem już pod koniec jego życia, kiedy szczególnie zaangażował się w kontaktowanie ze sobą ludzi oddzielnie pracujących nad podobnymi projektami, Chciał w ten sposób wzmocnić szanse realizacji takich projektów. Dzięki niemu nawiązałem współpracę z Grzegorzem Pietrzyńskim, który wówczas był na stanowisku post-doc w Concepcion. To zaowocowało zrealizowaniem projektu, o którym marzył prof. Paczyński, czyli precyzyjnym wyznaczeniem odległości do Wielkiego Obłoku Magellana.

Prof. Paczyńskiego wyróżniał jego nieustający entuzjazm dla badan naukowych, świetna komunikacja z innymi ludźmi, szczególnie z młodymi naukowcami, oraz rewelacyjna intuicja pozwalająca w gąszczu możliwości wyławiać najbardziej praktyczne i skuteczne rozwiązania. Kontakt z prof. Paczyńskim bardzo motywował do pracy, Z entuzjazmem zająłem się problemem ulepszenia empirycznej zależności jasność powierzchniowa — kolor dla gwiazd, stosowanej do precyzyjnego wyznaczania odległości. Prof. Paczyński zawsze zachęcał do pokonywania problemów, nigdy nie strofował. Odnosiłem wrażenie, ze niemal zupełnie angażuje się on w problem, którym w danym momencie się zajmowałem. Jednak zdawałem sobie też sprawę, że jednocześnie Profesor pracował z wieloma osobami w podobny sposób.

Tuż przed moim przyjazdem na miesięczny staż do Princeton w 2004 r. stan zdrowia prof. Paczyńskiego gwałtownie się pogorszył. Gdy odwiedziłem go w szpitalu, przyniosłem niektóre wyniki swojej pracy. Nie bylem pewien, czy w takiej sytuacji w ogóle powinienem o nich wspominać w rozmowie. Ku mojemu zaskoczeniu, pomimo ogólnej słabości i problemów z wymową, prof. Paczyński zareagował na nie bardzo żywo, tak jakby fatalny stan zdrowia nie miał w tym momencie żadnego znaczenia. Znaczenie miała pasja jego życia — astronomia. Gdy po raz ostatni widziałem prof. Paczyńskiego (było to w szpitalu), wręczyłem mu pamiątkę. Był to polski kalendarz ścienny ze zdjęciami Tatr. Gdy oglądał kalendarz, ogarnęło go bardzo głębokie wzruszenie. Stałem tam obok wraz z moim kolegą Laurentem Eyerem i obaj nie śmieliśmy zapytać, co było powodem tego wzruszenia. Może to była świadomość, że nie zobaczy już więcej wspanialej polskiej ziemi?

W mojej pamięci prof. Paczyński pozostał jako ktoś prawdziwie oddany temu, co robił, jako światowej klasy uczony.

Darek Graczyk
Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika, Toruń

Styl Paczyńskiego

Paczyński miał talent matematyczny (w wieku 17 lat został laureatem olimpiady matematycznej — ogólnopolskiego konkursu dla licealistów), ale w swoich badaniach zawsze koncentrował się na prostych argumentach fizycznych. Był też utalentowanym i wprawnym programistą. W JILA, gdzie miał do dyspozycji CDC 6400, uruchomił program napisany w Fortranie, który stał się światowym standardem do modelowania ewolucji gwiazd. Nie interesował się nowymi językami komputerowymi, jak np. C lub C++. Uważał, że Fortran wystarcza do wszystkich obliczeń, jakie były mu potrzebne. Był za to wielkim entuzjastą doskonalenia mikrokomputerów i „komputerów osobistych" IBM. Gdy stały się dostępne w latach 80., z zapałem śledził ich techniczny rozwój, kupując coraz szybsze i pojemniejsze maszyny kolejnych generacji i używając ich w codziennej pracy naukowej.

Uwielbiał dyskusje naukowe na różne tematy i był urzeczony powstałym w Los Alamos serwerem preprintów (obecnie arXiv.org). Warto dodać, że jego praca „Gamma-ray bursts as the Death Throes of Massive Binary Stars", napisana z Rameshem Narayanem i Tsvi Piranem, ukazała się 13 kwietnia 1992 r. jako pierwszy preprint w dziale astrofizycznym „astro-ph". We wczesnych latach 90. zapoczątkował w Princeton „astrokawę" — nieformalne przedpołudniowe dyskusje, podczas których codziennie omawialiśmy nowe prace, jakie ukazały się na astro-ph, a także zaanonsowane ostatnio GRB, obserwacje niestandardowych mikrosoczewek i inne nowinki naukowe. W danym dniu dyskusja mogła obejmować tematy od modeli GRB poprzez techniki obróbki obrazów aż po astronomiczny potencjał małych teleskopów.

Rozwiązując problemy naukowe, Paczyński ujawniał niezwykły talent do wyławiania najważniejszych procesów fizycznych. Zawsze celował w prostocie i klarowności. Zawdzięczamy mu np. elementarny, lecz mimo to bardzo silny argument łączący światło wypromieniowane przez odległe kwazary z liczbą supermasywnych czarnych dziur, które muszą istnieć dziś we Wszechświecie.

Zabierając głos w sprawie naukowych kontrowersji, potrafił identyfikować podstawowe fakty, polegając — gdy tylko to było możliwe — na czysto geometrycznych argumentach i nie sugerując się powszechnie przyjętymi poglądami, które nazywał „linią partyjną". Dyskusje astrokawowe czasami schodziły na, jak to nazywał Paczyński, astropsychologię, aby spróbować zrozumieć przyczyny niektórych dziwnych zachowań i poglądów astronomów, np. upierania się, że błyski gamma nie mogą mieć natury kosmologicznej.

Miał naturę niezwykle otwartą i wielkoduszną. Jego program do modelowania ewolucji gwiazd, znany jako „kod Paczyńskiego" był wczesnym przykładem oprogramowania „open source". Popierał szybkie i powszechne udostępnianie danych astronomicznych. Powiedział kiedyś: „Jedyną możliwością pełnego wykorzystania wyników obserwacji jest podzielenie się nimi z konkurencją". Programy OGLE i ASAS, które zainspirował, były tego przykładem. Równie hojnie dzielił się swoimi pomysłami — w niejednej licznie cytowanej publikacji znajdziemy podziękowania dla Paczyńskiego za podsunięcie głównej idei. Był zawsze gotów podejmować nowe tematy, jak struny kosmiczne czy gwiazdy kwarkowe, o ile tylko nie były one w oczywistej sprzeczności z obserwacjami lub podstawowymi prawami fizyki.

Prof. Paczyński w swoim biurze na Uniwersytecie w Princeton, rok 1989. Fot. R.P. Matthew

Polityka

Paczyński odegrał ważną rolę w powstaniu Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN, pomagając przekonać amerykańskich donatorów, że ich pieniądze lepiej będzie wydać na wybudowanie instytutu skupiającego teoretyków niż na zakup nowego teleskopu dla Polski. Planowanie rozpoczęto we wczesnych latach 70., a nowy instytut, wyposażony w nowoczesny jak na owe czasy minikomputer DEC PDP-11/15, rozpoczął działalność w roku 1978. Centrum Kopernika, z Paczyńskim jako jedną z gwiazd, uznawano wtedy za jeden z wiodących instytutów astrofizyki teoretycznej na świecie.

Paczyński wielokrotnie wyjeżdżał na Zachód i gdy tylko było to możliwe — wraz z rodziną. Odwiedzał Obserwatorium Licka w Kalifornii, Obserwatorium w Meudon pod Paryżem, JILA w Kolorado, Międzynarodowe Centrum Fizyki Teoretycznej w Trieście, Uniwersytet Princeton, Instytut Badań Zaawansowanych w Princeton, Instytut Astrono-

W marcu 2002 r. podróżowałam pociągiem z Warszawy do Torunia. Jechałam w towarzystwie czwórki reprezentantów-finalistów z województwa lubelskiego na finał Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego w Grudziądzu. Podróż okazała się niezwykła.

Przypominam sobie, że rozmawialiśmy z kolegami o astronomii. Świadkiem tej rozmowy okazał się być prof. Paczyński. Nie wiedzieliśmy o tym… Kiedy zaczęliśmy mówić, że polski zespół astronomów dokonał ostatnio znaczących odkryć w dziedzinie poszukiwania planet pozasłonecznych (a tak się złożyło jednocześnie, że mój referat dotyczył właśnie metod poszukiwania tychże planet), wówczas prof. Paczyński włączył się do rozmowy pytając, skąd nasza wiedza na ten temat i dokąd podróżujemy. I tak, od słowa do słowa, rozmowa z Profesorem przerodziła się w miniwykład. Profesor mówił w niezwykły sposób m.in. o projekcie OGLE i na pewno o mikrosoczewkowaniu grawitacyjnym. Zrobiło to na mnie ogromne wrażenie, bo w kontakcie bezpośrednim prof. Paczyński okazał się bardzo otwarty i przyjaźnie nastawiony do młodzieży. Później dotarło do mnie, kogo tak naprawdę spotkaliśmy w tym pociągu.

Buśka (Ćwikła) Tyfa
Absolwentka II LO we Włodawie; „pulsarowiczka",
czyli członkini Szkolnego Koła Astronomicznego PULSAR

Odc. 46: Bohdan Paczyński — gwiazda astrofizyki

Jeden z największych umysłów polskiej nauki. Człowiek, którego teorie obiegły cały świat i do dziś inspirują naukowców na wszystkich kontynentach. Profesor Bohdan Paczyński to jedna z najważniejszych postaci światowej astrofizyki XX w. W tym programie pokażemy, kim był ten wybitny polski uczony i czym zasłużył sobie na opinię geniusza.

Zachęcamy do obejrzenia: www.youtube.com/AstronariumPL

mii Teoretycznej w Cambridge, Uniwersytet Kalifornijski w Berkeley, Caltech w Pasadenie. Te wizyty były z wielu względów bardzo wartościowe — utrzymywał kontakty z czołówką światowej astronomii, zapoznawał się z najnowszymi osiągnięciami astronomicznymi i miał dostęp do dużych komputerów.

W roku 1981, gdy przebywał wraz z rodziną w Kalifornii jako Caltech Fairchild Fellow, polski rząd wprowadził stan wojenny, by stłumić Solidarność. Paczyński postanowił nie wracać do Polski, dopóki sytuacja polityczna się nie poprawi. Uniwersytet w Princeton szybko zaoferował mu stanowisko profesora, które zaakceptował w roku 1982 i pozostał na nim przez resztę swojej kariery. Nie wracając do Polski w 1982 r. Paczyński, z punktu widzenia ówczesnych władz PRL, złamał prawo, ponieważ dostał pozwolenie na wyjazd do USA trwający 1 rok. Powrót do kraju w zaistniałej sytuacji nie był dla niego bezpieczny. Zawsze jednak przejmował się wydarzeniami w Polsce i robił, co tylko mógł, by pomóc polskim uczonym. Często zapraszał polskich astronomów do Princeton, współpracował z nimi, wysyłał do Polski komputery i książki. Do Warszawy zaczął przyjeżdżać w roku 1989 po upadku komunizmu w Polsce.

Nagrody

Paczyński został wybrany na zagranicznego członka Amerykańskiej Akademii Nauk w roku 1984 i na zwykłego członka w roku 1996. W roku 1991 został członkiem rzeczywistym Polskiej Akademii Nauk. Otrzymał wiele nagród, wśród nich Medal Eddingtona Królewskiego Towarzystwa Naukowego (1987), Nagrodę Dannie Heineman (1992), Medal Henry Drapera Amerykańskiej Akademii Nauk (1997), Medal Mariana Smoluchowskiego (2000), Złoty Medal Catherine Wolfe Bruce Astronomicznego Towarzystwa Pacyfiku (2002) oraz Henry Norris Russell Lectureship — najwyższą nagrodę Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego (2006). Tę ostatnią przyznano mu „za niezwykle oryginalny wkład w wiele różnych dziedzin, włączając zaawansowaną ewolucję gwiazd, naturę błysków gamma, akrecję w układach podwójnych i kosmologię”.

Ostatnie lata

Jesienią 2003 r. u Paczyńskiego zdiagnozowano raka mózgu. W parę miesięcy później nie mógł już chodzić i poruszał się wyłącznie na wózku inwalidzkim. Nowotwór był nieoperowalny, nie znano żadnego efektywnego sposobu leczenia. Opracowano jednak eksperymentalną chemioterapię substancją wprowadzaną bezpośrednio do mózgu i Paczyński został zaakceptowany do uczestnictwa w tym eksperymencie. Po paru miesiącach nastąpiła poprawa, co umożliwiło mu kontynuowanie pracy. Jak sam zauważył, jego umiejętności matematyczne wyraźnie ucierpiały. Pozostała jednak głęboka intuicja fizyczna, dzięki której nadal często dostrzegał powiązania między obserwacjami i teorią szybciej niż ktokolwiek inny. Praca naukowa ciągle sprawiała mu wielką przyjemność. Zarówno chorobę, jak i leczenie przyjmował z odwagą i humorem. Niestety eksperymentalna terapia nie wyleczyła go. Zmarł 19 kwietnia 2007 r., w swoim domu, w swoim pokoju. Pozostawił wielu studentów, współpracowników i przyjaciół, którym bardzo brakuje dyskusji prowadzonych z Bohdanem Paczyńskim o postępach w astronomii, fizyce i o Wszechświecie.

Oryginał niniejszego tekstu został opublikowany przez National Academy of Sciences. Polskie tłumaczenie ukazuje się za jej zgodą.

Bruce T. Draine jest profesorem na Wydziale Nauk Astrofizycznych Uniwersytetu Princeton. Specjalizuje się w teorii ośrodka międzygwiazdowego i międzygalaktycznego. Opublikował ponad 270 prac naukowych oraz podręcznik akademicki „Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium”. Jest członkiem National Academy of Sciences i laureatem Dannie Heineman Prize for Astrophysics, przyznawanej wspólnie przez American Astronomical Society i American Institute of Physics za wybitne osiągnięcia w dziedzinie astrofizyki. Rodziny Paczyńskich i Draine'ów sąsiadowały ze sobą w Princeton „przez ścianę” i były blisko zaprzyjaźnione.

Źródło: Princeton University

Do nabycia w internetowej księgarni Uranii: https://sklep.pta.edu.pl

KSIĄŻKA POD CHOINKĘ

Poczytaj mi, mamo!

Przemysław Rudź, astronom niezawodowy, natomiast autor jak najbardziej profesjonalny. W liczbie opublikowanych po polsku współczesnych tytułów popularnonaukowych przerasta go chyba tylko Michał Heller. Czytelnicy *Uranii* znają jego precyzyjne i perfekcyjnie opracowane artykuły o charakterze monografii. Jego książki, to przede wszystkim wydawane często w masowych nakładach atlasy, albumy, przewodniki po niebie, popularyzujące astronomię elementarną na ogromną skalę.

Napisanie całej serii wydanych przez Wydawnictwo SBM sp. z o.o. książeczek dla najmłodszych pt. „Jak to działa" było jednak zupełnie nowym wyzwaniem. Oprócz prezentowanej tu pozycji „Jak to działa? Kosmos" są jeszcze „Klimat i pogoda", „Ziemia" (autor jest geografem-klimatologiem), ale nawet „Muzyka", co jest kolejną twórczą pasją Przemysława. Cieszymy się nie tylko, że kolejne wydawnictwo poznało się na talencie autora, ale również dołożyło niezwykłych starań w redakcji i edycji tych książeczek. Jest to tym bardziej niezwykłe, że nie ma postaci drogiego albumu, ale taniutkiej masowej broszury, którą każde dziecko powinno znaleźć pod choinką.

Cóż to takiego? A więc przede wszystkim jednolita i staranna forma wydawnictwa, wypełniona prosto napisaną treścią. Całość (dosłownie!) współczesnej astronomii została podzielona na 37 rozdziałów, wypełnionych zabawnymi, komiksowymi ilustracjami i tekstem na dwóch rozłożonych (parzystej i nieparzystej) stronicach książeczki. Nie ma od tego wyjątku! Tytuły rozdziałów zawsze mają charakter rozbudowanego pytania, które miłośnikowi astronomii mogą się wydać całkowicie retoryczne, ale u 5–9-letniego dziecka, rozbudzają chęć poznania i ciekawość. Brawo! Pytania są tak zadane, by w odpowiedziach nie trzeba było stosować uproszczeń. Zdumiewające i genialne! Pogrubienia wyrazów, coś co w „dorosłym" tekście byłoby niewybaczalne, tu tworzy graficzny szkielet pełniący rolę śródrozdziałów, pozwalających dziecku wracać do wcześniejszych albo wybiegać do późniejszych treści. Nigdy jeszcze nie widziałem książeczki, która by tak potrafiła rozbudzać ciekawość u najmłodszych czytelników, nawet jeśli lektorem jeszcze musi być mama lub tata.

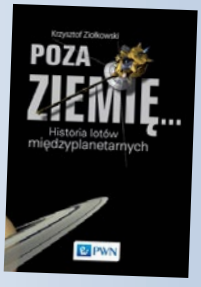
Już umiem czytać...

Książkę Grzegorza Karwasza prezentowaliśmy już w *Uranii* (nr 2/2017, s. 45). To też niezwykłe wydawnictwo o charakterze encyklopedycznego, ilustrowanego poradnika o tematyce astronomicznej dla nieco starszych (10–13 lat) dzieci. Książka należy tez do serii wydawniczej „dzielni-samodzielni" wydawnictwa Centrum Edukacji Dziecięcej. Wydawca w pośpiechu nie ustrzegł się szeregu błędów redakcyjnych, których wyszukiwanie może stanowić wspaniałą zabawę, zwłaszcza jeśli ukaże się drugie, poprawione wydanie. Nie zmienia to jednak naszej opinii, że dla tego przedziału wiekowego lepszej książki na rynku nie ma.

W szkole średniej i na studiach

Jak zawsze niezwykłą i niebywale przemyślaną książkę zaproponował niedawno Andrzej Branicki. To najwybitniejszy chyba dydaktyk astronomii w Polsce, niedawno nagrodzony za to tzw. Medalem Włodzimierza Zonna przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne. Książka zdumiewa niebywałą formą, całkowicie odbiegającą od klasycznego wykładu, chronologii i zwyczajowych działów fizyki i astronomii. Hasłem jest zawsze problem, a jego rozwiązania, często samodzielnie, musimy szukać przy pomocy dowolnych metod. Era Plancka sąsiaduje tu z modelem Ptolemeusza, a obserwacje Galileusza towarzyszą nowoczesnej spektroskopii. Niezwykłe, autorskie spojrzenie na Wszechświat powoduje, że książkę właściwie możemy otworzyć w dowolnym miejscu i już nie możemy jej zamknąć, i przestać czytać, Czytać, studiować i szukać. Poprzez tę formę prezentowania wiedzy autor nie uczy wprost, prowokuje czytelnika do poszerzenia wiadomości dzięki samodzielnym obserwacjom, refleksjom i przemyśleniom. To arcydzieło w dziedzinie edukacji. Lektura obowiązkowa dla każdego nauczyciela i ucznia myślącego o starcie w fizycznej lub astronomicznej olimpiadzie przedmiotowej albo studiach na tych kierunkach.

Dla mamy i taty



Chcesz zainteresować rodziców astronomią? Chcesz, by zrozumieli twoją pasję? Kup im pod choinkę „Poza Ziemię", jednego z byłych redaktorów *Uranii*, laureata Medalu Zonna, Krzysztofa Ziołkowskiego. Nikt tak nie potrafi opowiedzieć historii misji międzyplanetarnych jak on! Nadal korzystamy z tego od czasu do czasu i w *Uranii* i w *Astronarium*. Jako wieloletni prasowy rzecznik Centrum Badań Kosmicznych PAN, niejedną swoją telewizyjną opowieścią też miał udział w przekonaniu polskich władz do przystąpienia do Europejskiej Agencji Kosmicznej. Często nie doceniamy takiej roli aktywności naszych najwybitniejszych popularyzatorów nauki, a spotykając się politykami, okazuje się, że są jedynymi znanymi im astronomami. Układ Słoneczny w opowieściach pana Krzysztofa ukazuje całe swoje wizualne i poznawcze piękno. Kto nie wierzy, niech zajrzy do naszej recenzji w *Uranii* (nr 4/2017, s. 51) i szybko kupuje, póki nakład niewyczerpany.

Dla konesera

Masz znajomego, przyjaciółkę, chłopaka, szefa albo teścia intelektualistę? Nic nie może być przez nich bardziej docenione niż trylogia księdza profesora Michała Hellera! Książki te, pisane w różnych latach stanowią kwintesencję intelektualnych zmagań autora, które zostały uhonorowane Nagroda Templetona. Lektura tych książek to spokojna, wyważona rozmowa i dyskusja z jednym z najwybitniejszych polskich intelektualistów naszych czasów. Poglądy Profesora często są zaskakujące i rewolucyjne, tak z perspektywy religii, jak i nauki. W lekturze tych trzech dzieł sięgamy korzeni kultury: nauki, religii oraz — poprzez ich walory literackie — sztuki.

Maciej Mikołajewski

Ciekawe strony internetowe...

A miało być tak pięknie...

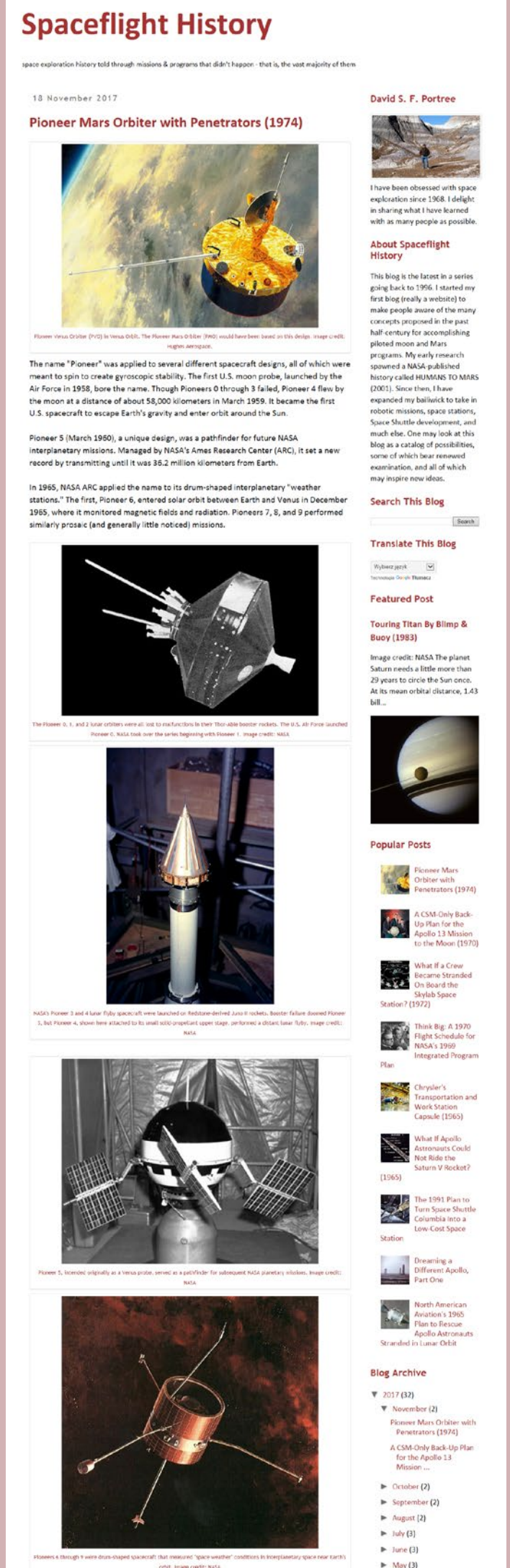
Co jakiś czas jesteśmy konfrontowani z nowymi misjami kosmicznymi, oczekiwaniami z nimi związanymi, a w końcu z nieraz niespodziewanymi odkryciami czasem wywracającymi pieczołowicie rozbudowywane teorie i wyobrażenia na temat różnych zjawisk we Wszechświecie. Do mediów „przebijają się" projekty udane, najbardziej spektakularne, często wywołujące emocje u czytelnika/widza. Po szczegóły trzeba jednak sięgać do dobrych wydawnictw popularnych czy wręcz artykułów specjalistycznych. Znacznie mniej, a czasem wcale, mówi się o projektach nieudanych czy takich, które nie doszły do skutku.

Dziś proponuję zapoznanie się z blogiem Davida S.F. Portree. Znajdziemy go (blog, a nie Davida) pod adresem http://spaceflighthistory.blogspot.co.uk/. Jak pisze autor: „Jest to historia eksploracji kosmosu opowiedziana poprzez misje i programy, do których realizacji nie doszło — to znaczy zdecydowanej większości z nich". Blog nosi nazwę **DSFP's Spaceflight History Blog** i jest kontynuacją wcześniejszych przedsięwzięć autora dotyczących historii lotów kosmicznych.

Poszczególne wpisy stanowią całkiem rozbudowane eseje na konkretne tematy, przy okazji odsyłając do kolejnych wpisów (docieramy do nich natychmiast) czy pozycji literaturowych/źródeł (z tym jest większy kłopot, bo często są to trudno dostępne stare dokumenty czy artykuły ze specjalistycznych czasopism).

Wędrówka po poszczególnych artykułach może okazać się czasochłonna, bo kolejne wpisy odsyłają do następnych, ale zdobytych w ten sposób uporządkowanych informacji próżno szukać gdzie indziej. Można dzięki temu zdobyć sporo konkretnej i nietrywialnej wiedzy na temat lotów kosmicznych jak i związanych z nimi technologii, o historii nie wspominając. Przy okazji dowiadujemy się, że pewne projekty, o których mówi się obecnie, miały już swoje, dziś zapomniane, znacznie wcześniejsze wersje.

Roman Schreiber



O atmosferach

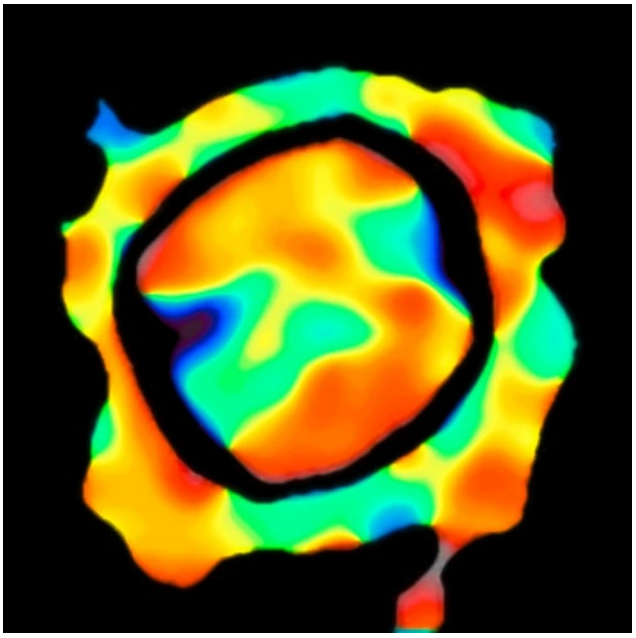
Atmosfery planet, gwiazd i brązowych karłów

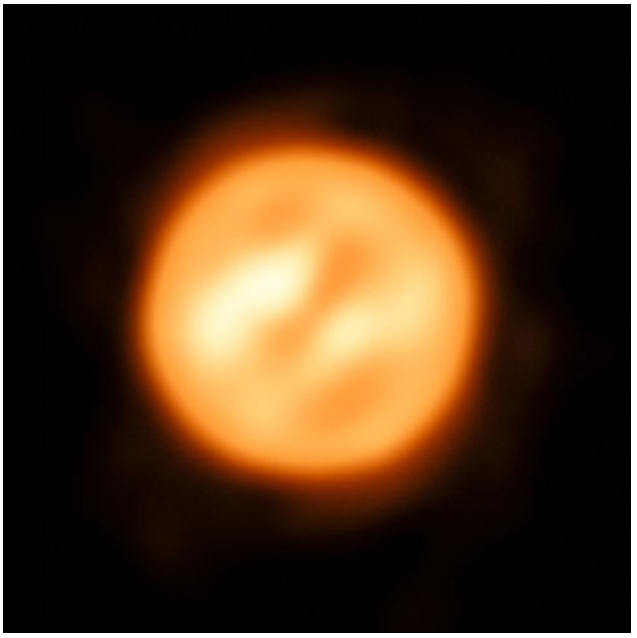
Wiele różnych obiektów astronomicznych posiada atmosfery, zarówno planety, jak i brązowe karły, a także gwiazdy. Atmosfery mają często bardzo istotny wpływ na obserwowane własności obiektów. Oto najnowsze wyniki badań atmosfer różnych kategorii ciał niebieskich.

Znaczna część ciał niebieskich ma atmosfery. Ilościowo to niezbyt znaczące fragmenty ciała i np. masa atmosfery ziemskiej to około jednego ppm (części milionowej) masy Ziemi, a bardzo znaczna atmosfera Tytana to mniej niż 70 ppm jego masy. Mimo tego, jako najbardziej zewnętrzna część ciała niebieskiego, są dość łatwe do obserwacji. Co istotniejsze, z astronomicznego punktu widzenia atmosfera ma zasadniczy wpływ na własności optyczne obserwowanego ciała. Dlatego też atmosfery ciał niebieskich są intensywnie badane. W połowie 2017 r. w *Nature* i *Science* ukazało się kilka tekstów na temat atmosfer różnych ciał niebieskich. Spróbujemy krótko zreferować te teksty, zwłaszcza że odnoszą się do bardzo różnych ciał, więc tym samym dostarczają swoistego przeglądu zarówno metod badania, jak i własności atmosfer ciał niebieskich.

Mapa powierzchni gwiazdy i jej atmosfery

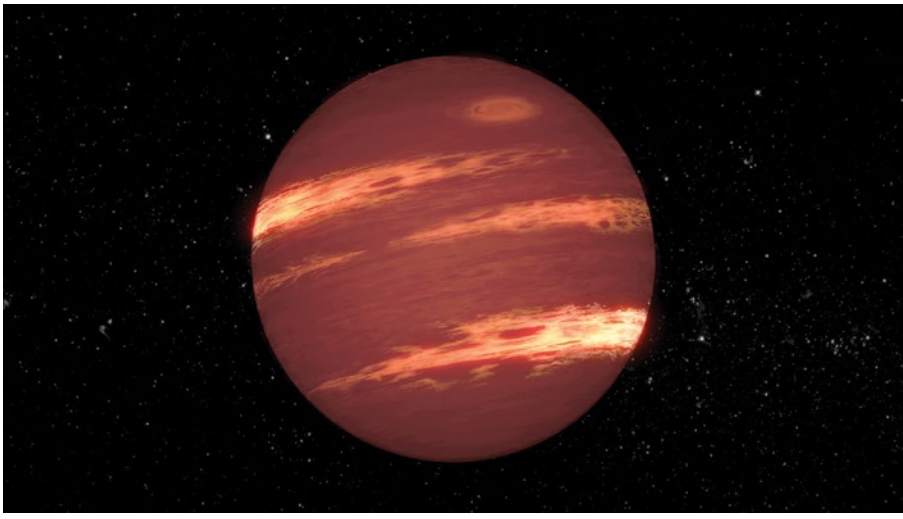
W sierpniu 2017 r. K. Ohnaka, G. Weigelt i K. Hofmann (*Nature*, 548, s. 310) przedstawili artykuł o własnościach atmosfery Antaresa. Autorzy ci, używając europejskiego teleskopu na Cerro Paranal w układzie interferometru (VLTI), obserwowali emisje CO_2 w bliskiej podczerwieni. Dzięki dużym rozmiarom interferometru udało się uzyskać dość dobre zdjęcia gwiazdy wraz z jej atmosferą. Warto przypomnieć, że jeszcze do niedawna szczegóły powierzchni gwiazd były niemal absolutnie niedostępne ziemskim obserwacjom. Jednak od pewnego czasu można uzyskać całkiem sporo informacji o różnych fragmentach powierzchni gwiazd, czyli coś w rodzaju mapy tych ciał. Oczywiście muszą to być gwiazdy dość bliskie i wielkie. Bodaj pierwszą gwiazdą (nie licząc Słońca), której powierzchnię sfotografowano, była Betelgeuse, a więc względnie bliski czerwony olbrzym. Antares, o nieco podobnych parametrach, też jest dobrym celem dla takich badań. Odległy od Słońca o około 170 pc (z błędem +35, –25 pc), ma rozmiary kątowe 37,61 milisekundy łuku. Warto zwrócić uwagę na spory zakres niepewności jego odległości. Pomiar został wykonany klasyczną metodą paralaksy wynoszącej w jego przypadku 5,89 ±1,0 milisekundy łuku, czyli przeszło sześciokrotnie mniej od jego średnicy! Przy takich wartościach przestajemy się dziwić 20% niepewności co do odległości. Użyty przez autorów interferometr miał siedmiokrotnie lepszą rozdzielczość kątową od rozmiarów gwiazdy, a dwanaście razy od jej rozmiarów wraz z atmosferą rozciągającą się do odległości 1,7 promienia gwiazdy. Dlatego uzyskano całkiem przyzwoite obrazy powierzchni gwiazdy. Powierzchnia ta jest dość gładka, z plamami o kontraście 3–4%. Nie to wydaje się jednak najciekawsze — plamy na powierzchni gwiazd rejestruje się już od pewnego czasu, a by stwierdzić ich istnienie, zdjęcie nie jest konieczne. Dzięki uzyskaniu obrazu w 311 różnych kanałach (długościach fal) autorzy mogli zmierzyć prędkości radialne w poszczególnych obszarach atmosfery gwiazdy. Prędkości te okazały się całkiem spore, zawierając się w przedziale od –20 do +20 km/s. Podobne pomiary dotyczące Betelgeuse również wykazały spore prędkości, jednak tylko rzędu 5 km/s, czyli wyraźnie mniej niż to ma miejsce w przypadku Antaresa. Wspomniane ruchy wyglądają bardzo podobnie do ruchów konwekcyjnych, a więc odbywają się od i do środka gwiazdy. Trudno jednak sądzić, że ich przyczyną jest rzeczywiście konwekcja. Standardowe modele konwekcyjne





Mapa ruchów materii na powierzchni czerwonego nadolbrzyma — gwiazdy Antares. To pierwsza tego typu mapa dla gwiazdy innej niż Słońce. W czerwonych obszarach materia oddala się od nas, a w niebieskich się zbliża. Czarne obszary to fragmenty, w których nie udało się wykonać pomiarów prędkości. Po prawej: obraz powierzchni Antaresa zrekonstruowany dzięki obserwacjom przy pomocy interferometru VLTI. Źródło: ESO/K. Ohnaka

nie są w stanie „wyprodukować" tak szybkiego ruchu i na tak dużą odległość — systematyczny ruch materii obserwuje się nawet na granicy atmosfery gwiazdy. Wymagana do ruchu z taką prędkością gęstość materii w modelu konwekcyjnym różni się od obserwowanej o sześć rzędów wielkości! Pomimo tego, jak twierdzą autorzy pracy, niektórzy astronomowie* są skłonni za przyczynę tych ruchów uważać konwekcję. W sumie pojawia się chyba dość ciekawy problem, którego tu nie da się skomentować.



Artystyczna wizja brązowego karła z pasmami chmur, które mogą przypominać obłoki obserwowane w atmosferze Neptuna. Źródło: NASA/JPL-Caltech

Chmury na brązowym karle

Niemal w tym samym momencie w *Science* ukazał się artykuł D. Apai (i 11 innych autorów, *Science*, 357, s. 683) o atmosferach brązowych karłów. Tym razem oczywiście nie ma mowy o zdjęciach. Obserwowano całość strumienia świetlnego i z charakteru jego zmian wnioskowano o istnieniu pokrywy chmur (por. *Urania* 3/2014, s. 24). Konkretnie, przy użyciu Kosmicznego Teleskopu Spitzera obserwowano obroty dość chłodnych brązowych karłów, o temperaturach od 800 do prawie 1500 K, a więc na granicy typów L i T. Wybór takich obiektów obiecuje interesujące wyniki badań, bo bardziej gorące karły typu L powinny mieć atmosfery zdominowane przez układy chmur zbudowanych z materiałów silikatowych. Chłodniejsze karły typu T, o temperaturach atmosfery niższych od 1300 K, powinny mieć zupełnie inne układy obłoków, zbudowane z mniej „ognioodpornych" minerałów. Tym samym obserwacja przejścia między tymi typami brązowych karłów powinna ujawnić się w postaci zmian grubości chmur, jasności i temperatury, umożliwiając wgląd w procesy fizyczne zachodzące w atmosferach tych ciekawych obiektów. W przypadku omawianego artykułu typowa seria obserwacyjna polegała na obserwacji dwu obrotów karła w kanale o długości fali 3,6 μm, następnie obserwacja kolejnego obrotu w kanale 4,5 μm, kończąc obserwacją kolejnego obrotu w tym pierwszym kanale. Dla wszystkich obiektów i w każdej z przeprowadzonych serii obserwacyjnych stwierdzono modulacje jasności. Obserwacje „sondujące" atmosferę do ciśnień większych od 3 barów wykazały różnice w stosunku do tych mówiących o własnościach atmosfery dla niższych ciśnień, co oznacza, że pokrywa chmur jest różna na różnych wysokościach (w różnych ciśnieniach i temperaturach). Dla każdego z obserwowanych obiektów w trakcie serii obserwacji charakter zmian jasności w kanale 3,6 μm pozostaje zbliżony w trakcie kolejnych obrotów, co oznacza, że układy obłoków mają trwałość wyższą od trwania kilku obrotów ciała. Zmienność jasności tych ciał jest zwykle dość umiarkowana i wynosi poniżej 0,5%, od czasu do czasu wykazując znacznie gwałtowniejsze zmiany sięgające ponad 3%.

Obserwowane brązowe karły mają okresy obrotu rzędu kilkunastu godzin, a więc zbliżone do okresów obrotu planet w Układzie Słonecznym. Ze wspomnianymi okresami obrotu jest pewien problem. Oczywiście w wyniku obserwacji fotometrycznych uzyskujemy okresy zmian jasności. I wprawdzie autorzy piszą, że obserwowane ciała mają określone okresy obrotu, jednak jakoś w artykule trudno znaleźć ich jednoznaczne wartości. Po prostu na obserwowany okres zmian jasności nakłada się zmienność zachmurzenia i — co ważniejsze — ruch poszczególnych pasm atmosfery ciała. Jak się łatwo domyśleć, obrót brązowych karłów ma charakter zbliżony do obrotu planet gazowych i poszczególne pasma atmosfery poruszają się z różnymi prędkościami. Wspomniane prędkości zostały w omawianej pracy oszacowane. W przypadku jednego z badanych brązowych karłów na 550 m/s, a w przypadku innego nawet na 800 m/s. To oczywiście sporo. Co więc można uzyskać z krzywych zmian jasności? Przede wszystkim własności układów chmur w atmosferach brązowych karłów wydają się zbliżone do tych, jakie obserwuje się w przypadku Urana i Neptuna — chmury tworzą dość stabilny i globalny system. Modelując obserwowaną zmienność krzywych blasku, można uzyskać niezłą zgodność z obserwacjami, przybliżając powierzchnię 2–3 pasmami o sinusoidalnej zmienności. Dla dobrej zgodności czasem trzeba dołożyć jakieś skoncentrowane obszary typu plamy. W większość serii obserwacyjnych krzywa blasku wykazuje jeszcze składową o okresie bliskim połowie zasadniczego okresu. Jak wspominają autorzy, tę samą własność wykazuje krzywa blasku Neptuna. W sumie można powiedzieć, że wiemy o atmosferach brązowych karłów coraz więcej, jednak chyba do klarownego obrazu jeszcze daleko.

Atmosfery planet pozasłonecznych

Oczywiście jeszcze mniej wiemy o atmosferach planet pozasłonecznych. Jeszcze miej, ale już od kilku lat coś więcej niż czysto teoretyczne dywagacje. I tak np. w listopadzie 2014 r. K.D. Stevenson (i 15 innych autorów, *Science*, 346, s. 838) opublikował pracę dotyczącą zmienności temperatury planety WASP43 b. Zmierzono temperaturę (emisję promieniowania) w funkcji kąta fazy. Okazało się, że planeta słabo rozprowadza ciepło po swej powierzchni — temperatury dziennej i nocnej strony planety różnią się o ponad 1000 K. Wynikający z tego model atmosfery wskazuje na spadek temperatury w funkcji wysokości. Jednak w sumie dane o atmosferze tej planety są dość skromne.

Jeszcze skromniejsze dane znajdziemy w pracy K. Wagenera z sierpnia 2016 r. (i sześciu współautorów, *Science*, 353, s. 673). Planeta HD 131399A b jest dość ciekawa, gdyż obiega główny składnik układu potrójnego gwiazd. Prawdopodobnie więc jest na niezbyt stabilnej orbicie. Z danych fizycznych podano temperaturę 850 K, z niepewnością 50 K, i masę szacowaną z pomiarów fotometrycznych (około 4 mas Jowisza). Enigmatyczne uwagi o at-

* Byłbym skłonny się z nimi zgodzić. Jeżeli struga gazu będzie przyspieszana na odległościach rzędu kilkudziesięciu milionów kilometrów z przyspieszeniem rzędu kilkunastu procent przyspieszenia grawitacyjnego (a więc przy „kontraście gęstości" tego rzędu; pamiętajmy, że przyspieszenie wynikające z siły Archimedesa zależy tylko od kontrastu gęstości, a nie od samej gęstości), to w przypadku atmosfery gwiazdy podobnej do Antaresa uzyska prędkość kilku–kilkunastu kilometrów na sekundę. W sumie więc „od biedy" się zgadza. Skąd wspomniane sześć rzędów autorzy nie tłumaczą, choć oczywiście w nieco mniej trywialnym modelu konwekcji rzecz może okazać się oczywista.

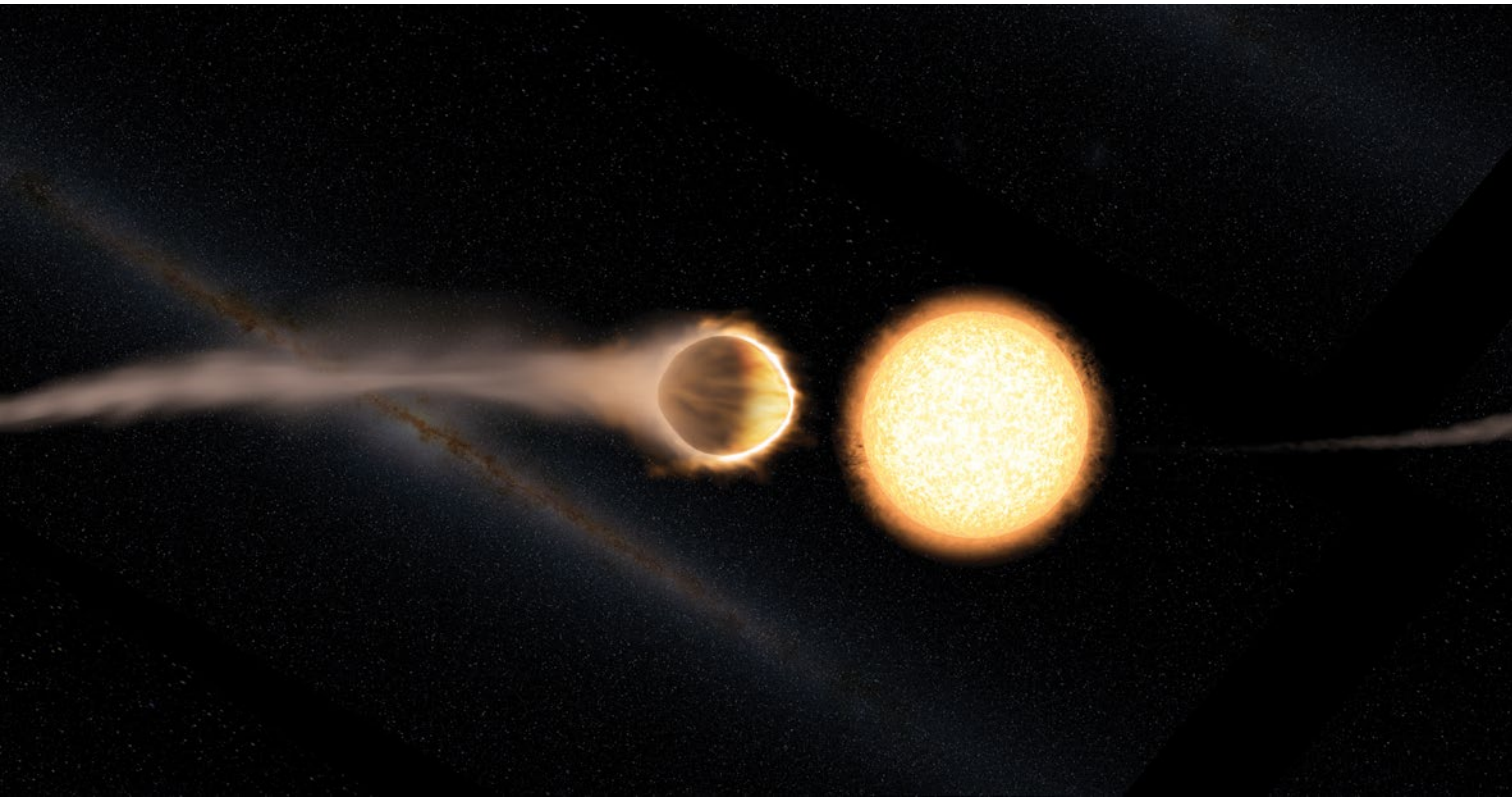
mosferze nie tworzą zbyt jasnego obrazu, a sama praca koncentruje się wokół orbity omawianej planety.

Nieco inaczej wygląda praca opublikowana z początkiem sierpnia 2017 r. przez T.M. Evansa i 26 innych autorów (*Nature*, 548, s. 58). Autorzy ci obserwowali planetę WASP-121 b, będącą gorącym olbrzymem o temperaturze równowagowej 2500 K, w trakcie przejścia przed tarczą swojej gwiazdy (tranzytu). Dzięki tranzytom wiemy bardzo dużo o jej własnościach. W szczególności znana jest średnica (1,694 średnicy Jowisza) i oczywiście głębokość zaćmienia. Ta ostatnia wynosi 1132 ppm (z błędem +37, –35). Tranzytująca planeta daje możliwości zbadania widma atmosfery, które oczywiście przy wtórnym zaćmieniu nie jest zmniejszone, a jest „wycięte" w trakcie przejścia za tarczą gwiazdy. W sumie udało się uzyskać widmo emisyjne tej dość gorącej planety. Mając takie widmo, można pokusić się o zbadanie temperatury atmosfery w funkcji wysokości. Idea takich badań polega na zauważeniu, że promieniowanie planety przechodzące przez jej atmosferę oddziałuje z gazami atmosfery. Jeżeli wyższe warstwy są chłodniejsze, w widmie zobaczymy linie absorpcyjne gazów tworzących te warstwy. Na odwrót — jeżeli górne warstwy są gorętsze, w widmie zauważymy obecność linii emisyjnych. Oczywiście w przypadku wtórnego zaćmienia gorącego olbrzyma skąpanego w potężnym promieniowaniu swej bardzo bliskiej gwiazdy rzecz nie jest taka prosta i np. widmo będzie raczej skomplikowane. Tym niemniej pewne wnioski można wyciągnąć. Autorzy badali WASP-121 b przy pomocy teleskopów kosmicznych — Hubble'a i Spitzera — w bliskiej podczerwieni (Hubble 1,1 — 1,7 mm, Spitzer 3,6 μm). Próba dopasowania do otrzymanego widma jednej temperatury przyniosła wynik około 2700 K. Taka stała temperatura mogłaby wynikać z izotermicznej atmosfery lub z obserwacji jednego poziomu atmosfery. To ostatnie może wynikać np. z istnienia warstwy chmur na jakiejś wysokości (nieprzezroczystego poziomu w jakimś ciśnieniu). Taki model jednak nie jest zbyt konsystentny z widmem. Jak piszą autorzy, skłania to do wyeliminowania tego modelu i próbie dopasowania modelu o odmiennych temperaturach różnych warstw atmosfery. Odpowiada to oczywiście założeniu, że odbierane promieniowanie pochodzi z warstw o różnym ciśnieniu. Obserwowane widmo wykazuje nadwyżkę promieniowania w zakresach 1,35 — 1,55 μm oraz 1,20 — 1,25 μm, co oznacza wyższe temperatury w warstwach o ciśnieniach, z których są emitowane te przedziały długości fali. Dla temperatury malejącej w funkcji ciśnienia (wysokości) jest to możliwe, jeżeli przezroczystość atmosfery w tych pasmach jest większa niż w sąsiednich długościach fal. Jak piszą autorzy, nie istnieją (lub są trudne do wyobrażenia) absorbery zachowujące się w ten sposób. Pozostaje więc możliwość, że temperatura atmosfery planety rośnie wraz z wysokością, czyli mamy do czynienia z planetą mającą stratosferę.

Oczywiście autorzy spróbowali dopasować jakiś skład atmosfery. Ostatecznie zaproponowali atmosferę składającą się z H_2O i VO (tlenek wanadu) jako „aktywnych" składników atmosfery, a uzyskane profile T — P wykazują wzrost temperatury o około 1114 K (+330, –313) w zakresie ciśnień od 10^{-1} do 10^{-5} bara. Czy ta „rekonstrukcja" atmosfery jest realistyczna? Pewnie nie za bardzo. Wprawdzie uzyskana gęstość wody jest zbliżona do tej występującej w Słońcu, ale już VO jest rzędu tysiąca razy większej od słonecznej. I w gruncie rzeczy nie jest to istotne. W końcu mamy do czynienia z pierwszymi próbami obserwacji profilu temperatury planety pozasłonecznej. Zapewne niedługo spotkamy się z większą ilością tego typu prac i nasza wiedza o atmosferach tych planet stanie się bardziej realistyczna. Warto dodać, iż podobnie stało się z chmurami w atmosferach brązowych karłów, o których jeszcze kilka lat temu można było zaledwie wspomnieć.

Z tego wszystkiego pojawia się refleksja, że podczerwień w astronomii najwyraźniej staje się coraz bardziej istotnym zakresem promieniowania.

Krzysztof Kuczyński



Artystyczna wizja przedstawia gorącego jowisza WASP-121 b (po lewej). W przypadku tej planety naukowcy mają najbardziej przekonujące dowody na obecność stratosfery w atmosferze obiektu. Rys.: Engine House VFX, At-Bristol Science Centre, University of Exeter

Odkryto kilka egzokomet

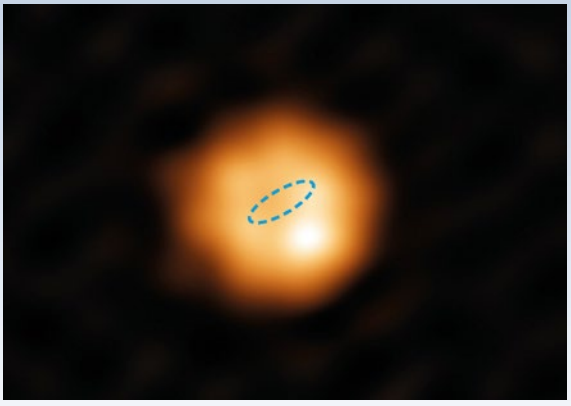
Dane z Kosmicznego Teleskopu Keplera pozwoliły na odkrycie sześciu egzokomet — komet spoza Układu Słonecznego, okrążających gwiazdę odległą o 800 lat świetlnych. Nigdy dotąd przy użyciu fotometrii tranzytowej nie udawało się rejestrować tak niewielkich ciał.

Młoda gwiazda KIC 3542116 ma rozmiary porównywalne do Słońca. W latach 2009–2013 była systematycznie obserwowana przez należący do NASA Kosmiczny Teleskop Keplera, którego podstawowym celem są poszukiwania planet pozsłonecznych (egzoplanet). Większość nowych egzoplanet jest wykrywana przez specjalny program, jednak na wypadek przeoczenia przez algorytm zmian jasności wskazujących na obecność tranzytującej planety, w internecie uruchomiono ogólnodostępny projekt poszukiwawczy Planet Hunters, w ramach którego dane z kosmicznego teleskopu zostały udostępnione online tak, aby potencjalne odkrycia mogli zgłaszać wszyscy zainteresowani internauci. Jednym z uczestników projektu jest amator astronomii Thomas Jacobs, który jako pierwszy zauważył dziwne spadki jasności na wykresie KIC 3542116. W przeciwieństwie do tranzytujących egzoplanet, powodujących spadek jasności gwiazd w kształcie litery „U", zaraportowany przez Jacobsa wykres jasności był wyraźnie asymetryczny. Egzoplaneta przechodząca na tle gwiazdy wywołuje ostry spadek jasności do pewnego poziomu, utrzymującego się przez jakiś czas i, wraz z końcem tranzytu, równie ostry powrót do normalnej jasności gwiazdy. W tym przypadku spadek KIC 3542116 był ostry, jednak powrót do jej wcześniejszej jasności przebiegał bardziej łagodnie. Jacobs odnotował w sumie trzy takie przypadki, kolejne trzy odnalazł już poinformowany przez niego zespół koordynujący badania.

Początkowo sądzono, że taki wykres może powstać w wyniku tranzytu rozpadającej się egzoplanety, jednak nie zauważono cykliczności w pojawianiu się 6 zaobserwowanych spadków jasności. Doprowadziło to do wniosku, że czymkolwiek był tranzytujący obiekt, z pewnością musiał ulec całkowitemu rozpadowi, co wyjaśnia brak jego cyklicznych powrotów. Prawdopodobnie na swojej orbicie zbliżył się zbytnio do gwiazdy i całkowicie wyparował. Do tego opisu wydaje się pasować tylko jedna grupa obiektów — komety. Rozpadające się egzokomety rozciągały za sobą na tyle gęsty warkocz pyłowy, by w czasie tranzytu skutecznie zasłonić blisko promil z blasku dawanego przez macierzystą gwiazdę. Odkrycie aż sześciu tak ekstremalnych obiektów w ciągu zaledwie 4 lat obserwacji rodzi kolejne pytania. Czemu w układzie KIC 3542116 jest ich aż tak dużo? Być może odbywa się tam wielkie bombardowanie podobne do tego, które w przeszłości odegrało ważną rolę w ewolucji Układu Słonecznego i dostarczyło wodę na powierzchnię Ziemi.

To niespodziewane odkrycie pokazuje także, jak ważną rolę w badaniach odgrywają pasjonaci analizujący dane z misji Keplera. Do dnia dzisiejszego dzięki ich pomocy udało się dostrzec przynajmniej 10 różnych rodzajów spadków jasności, które wcześniej nie zostały oznaczone przez algorytm jako potencjalne tranzyty. Co prawda, znając kształty tych wykresów, można teraz odpowiednio przeprogramować automat, jednak w dostrzeganiu kolejnych niespotykanych zjawisk nie zastąpi on percepcji ludzkiego oka.

Mikołaj Sabat



Znajdująca się w odległości 320 lat św. od Ziemi gwiazda W Hydrae jest kilka miliardów lat starsza od Słońca. Dla porównania zaznaczony pierścień pokazuje rozmiar orbity Ziemi wokół Słońca. Źródło: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/W. Vlemmings

Zdjęcie czerwonego olbrzyma daje zaskakujące spojrzenie na przyszłość Słońca

Astronomowie po raz pierwszy zaobserwowali szczegóły powierzchni starzejącej się gwiazdy o takiej samej masie, jaką ma Słońce. Zdjęcia uzyskane dzięki ALMA pokazują, że gwiazda to czerwony olbrzym, a jej średnica jest dwukrotnie większa niż orbita Ziemi wokół Słońca. Na atmosferę gwiazdy wpływają potężne, niespodziewane fale uderzeniowe. Badania zostały opublikowane w *Nature Astronomy*.

Zespół kierowany przez Woutera Vlemmingsa z Chalmers University of Technology użył anten ALMA, aby wykonać najostrzejsze obserwacje gwiazdy o takiej samej masie, jaką ma Słońce. Nowe zdjęcia po raz pierwszy pokazują szczegóły na powierzchni czerwonego olbrzyma W Hydrae, który znajduje się w odległości 320 lat św. od Ziemi, w konstelacji Hydry.

W Hydrae jest przykładem gwiazdy AGB (asymptotic giant branch — gwiazda na asymptotycznej gałęzi olbrzymów diagramu H-R). Tak stare gwiazdy są chłodne, jasne i tracą swoją masę poprzez wiatr gwiazdowy. Nazwa pochodzi od ich położenia na diagramie Hertzsprunga-Russella, który klasyfikuje gwiazdy według ich jasności i temperatury.

Dla astronomów ważne jest zbadanie nie tylko wyglądu czerwonych olbrzymów, ale także tego, w jaki sposób się zmieniają oraz zasilają galaktykę pierwiastkami, które są składnikami życia. Wykorzystując anteny ALMA w konfiguracji o najwyższej rozdzielczości, mogą oni wykonywać najbardziej szczegółowe obserwacje tych gwiazd.

Gwiazdy podobne do Słońca ewoluują w skali czasowej wielu miliardów lat. Gdy osiągną starość, stają się większe, chłodniejsze i bardziej podatne na utratę masy w postaci wiatru gwiazdowego. Gwiazdy wytwarzają ważne pierwiastki, m.in. takie jak węgiel i azot. Kiedy dochodzą do etapu czerwonego olbrzyma, pierwiastki te są uwalniane w kosmos, gotowe do bycia użytymi w kolejnych generacjach nowych gwiazd.

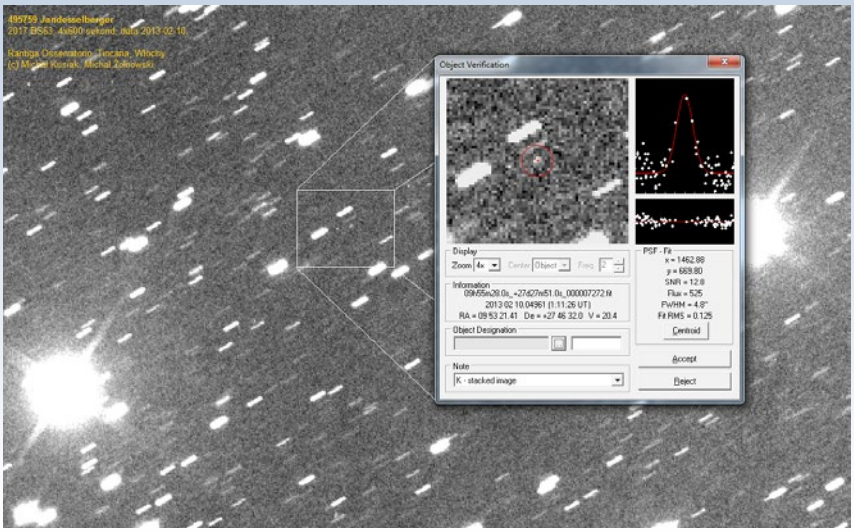
Zdjęcia ALMA zapewniają najwyraźniejszy widok powierzchni czerwonego olbrzyma o masie podobnej do Słońca. Wcześniejsze ostre obrazy pokazywały szczegóły znacznie bardziej masywnych czerwonych nadolbrzymów, takich jak Betelgeuse i Antares. Obserwacje zaskoczyły również naukowców. Obecność nieoczekiwanie jasnej i zwartej plamy dowodziła, że gwiazda ma zaskakująco gorący gaz w chromosferze. Pomiary wykazują, że w atmosferze gwiazdy występują silne fale uderzeniowe, które osiągają wyższe temperatury, niż przewidują to aktualne modele gwiazd AGB.

Alternatywna możliwość jest również zaskakująca — podczas prowadzenia obserwacji gwiazda przechodziła gigantyczny rozbłysk. Naukowcy wykonują obecnie nowe obserwacje zarówno z ALMA, jak i przy użyciu innych instrumentów, by móc lepiej zrozumieć zaskakującą atmosferę W Hydrae. Takie obserwacje, wykorzystujące konfigurację ALMA o najwyższej rozdzielczości, są wyzwaniem, ale jakże satysfakcjonującym.

Agnieszka Nowak

Współpracownik Uranii uhonorowany na niebie

Jan Desselberger — współpracownik naszego czasopisma — ma od niedawna „swoją" planetoidę na niebie. Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) oficjalnie zaakceptowała nazwę 495759 Jandesselberger. Obiekt ma średnicę 1,5 km i obiega Słońce z okresem 4,28 roku. Wcześniej miał oznaczenie 2017 BS63. Odkrywcami są Michał Kusiak (także współpracownik *Uranii*!) i Michał Żołnowski, którzy wykonali obserwacje 10 lutego 2013 roku. Jan Desselberger jest popularyzatorem astronomii, prowadzi m.in. audycję pt. „Gwiaździarnia Pana Jana" w Polskim Radu Katowice oraz jest związany z Planetarium Śląskim. (kc)



Planetoida 495759 Jandesselberger. Zdjęcie wykonane 10 lutego 2013 r. Fot.: Michał Kusiak i Michał Żołnowski

Planetoida spoza Układu Słonecznego

19 października 2017 r. teleskop Pan-STARRS-1 dostrzegł słaby obiekt poruszający się po niebie. Początkowo sklasyfikowano go jako kometę. Jednak wobec braku aktywności kometarnej przy przejściu przez peryhelium orbity, zmieniono klasyfikację na planetoidę. Na dodatek obliczenia pokazały, że planetoida ta nie może pochodzić z wnętrza Układu Słonecznego, musiała do nas przylecieć z przestrzeni międzygwiazdowej. Tym samym jest to pierwsza dostrzeżona międzygwiazdowa planetoida.

W związku z tym że w miarę oddalania się od Słońca jasność obiektu gwałtownie spada, konieczne była szybka reakcja większych teleskopów, aby dokładniej poznać własności tego galaktycznego przybysza. Wśród instrumentów obserwujących planetoidę 'Oumuamua znalazł się teleskop VLT w Obserwatorium Paranal, stanowiący część Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO). Obserwacje prowadzono także innymi dużymi teleskopami w różnych obserwatoriach.

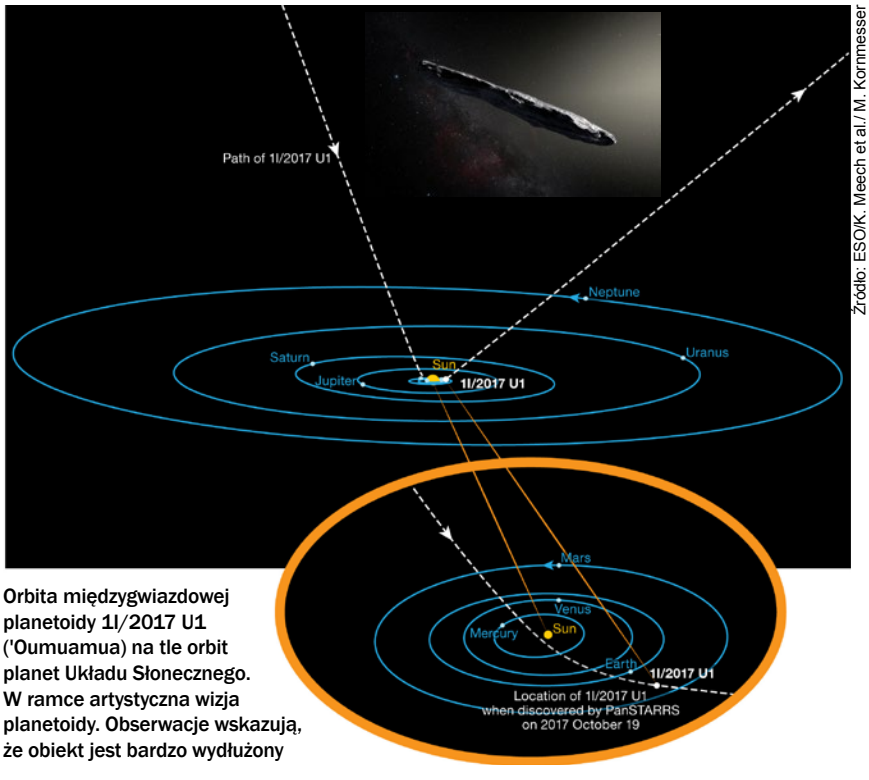
Po analizie zebranych w ten sposób zdjęć zespół badawczy, którym kieruje Karen J. Meech (Institute for Astronomy, Honolulu, Hawai'i, USA), odkrył, iż jasność obiektu zmienia się w bardzo dużym stopniu (o czynnik dziesięć) z okresem 7,3 godz. Skala zmienności jest bardzo duża jak na planetoidy. Jest skutkiem obrotu ciała dookoła swojej osi, przy czym 'Oumuamua musi mieć bardzo wydłużony kształt. Szacuje się, że jej długość jest około dziesięciu razy większa niż szerokość. Rozmiar obiektu to co najmniej 400 m długości. Obiekt wydaje się być gęsty, prawdopodobnie skalisty albo z dużą zawartością metali i z brakiem istotnych ilości wody lub lodu. Powierzchnia ciała jest ciemna i poczerwieniona. To skutek długotrwałego oddziaływania na nią promieniowania kosmicznego.

Aktualnie planetoida znajduje się około 200 mln km od Ziemi, około 20° nad płaszczyzną ekliptyki. 1 listopada obiekt przeciął orbitę Marsa, a w maju 2018 r. minie orbitę Jowisza. Z kolei w styczniu 2019 r. znajdzie się poza dystansem orbity Saturna i opuści Układ Słoneczny, lecąc w stronę gwiazdozbioru Pegaza.

Wstępne kalkulacje wskazują, że planetoida przybyła do Układu Słonecznego z kierunku gwiazdy Wega — jednej z najjaśniejszych gwiazd nocnego nieba. Jednak wnioskowanie na tej podstawie, że może to być planetoida z systemu Wegi, byłoby błędne. Przy prędkości obiektu około 95 000 km/h potrzebowałby on 300 000 lat na dotarcie do Układu Słonecznego. A tak dawno temu Wega znajdowała się na niebie daleko od jej obecnego położenia. Nie jest to więc przybysz z systemu Wegi. Naukowcy sugerują, że bardziej prawdopodobne jest błąkanie się 'Oumuamua w przestrzeni międzygwiazdowej przez setki milionów lat, zanim natrafiła na Układ Słoneczny.

Według szacunków astronomów przez nasz Układ Słoneczny może przelatywać średnio jedna taka międzygwiazdowa planetoida rocznie. 'Oumuamua jest pierwszą, którą udało się zaobserwować.

Krzysztof Czart



Źródło: ESO/K. Meech et al./ M. Kornmesser

Orbita międzygwiazdowej planetoidy 1I/2017 U1 ('Oumuamua) na tle orbit planet Układu Słonecznego. W ramce artystyczna wizja planetoidy. Obserwacje wskazują, że obiekt jest bardzo wydłużony

Co nowego wiemy w rok po zakończeniu misji Rosetta-Philae?

Rosetty pogoń za kom

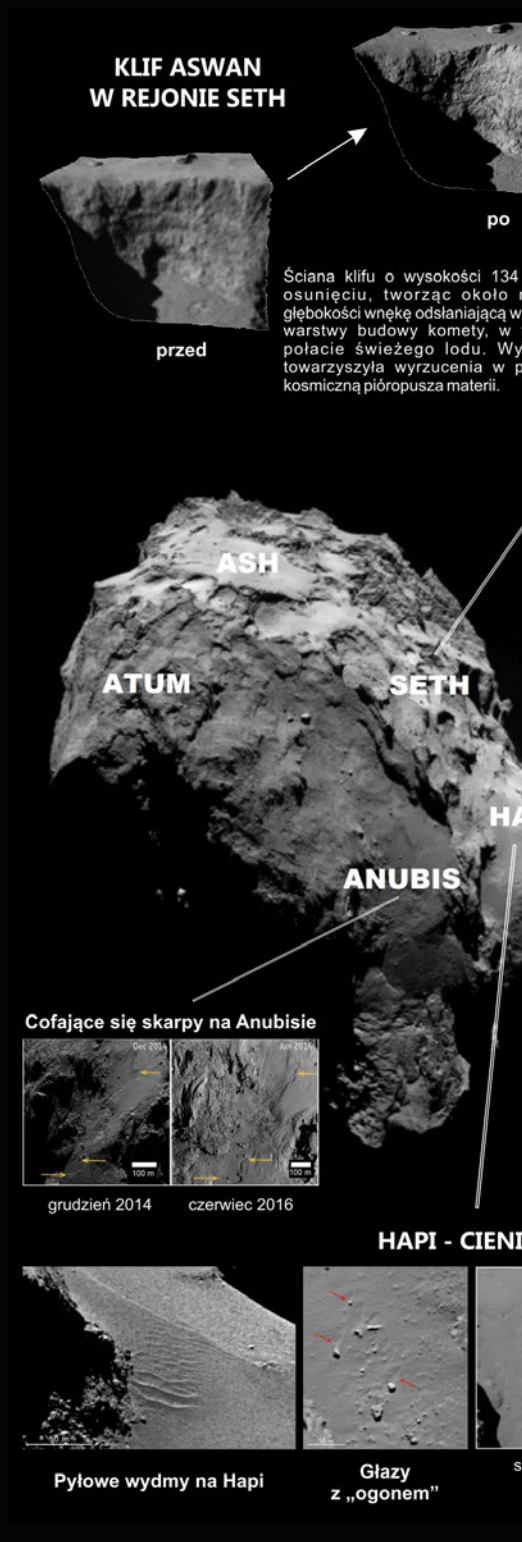
Nieco ponad dwa lata trwała niespotykana dotąd okazja do podglądania jednej z komet naprawdę z bliska. Europejska sonda Rosetta zabrała nas w odległą podróż ku „sercu" 67P/Czuriumow-Gierasimienko — niczym niewyróżniającej się komety z rodziny Jowisza, będącej jednak światem tak zachwycającym i innym od tego, który znamy na co dzień, by raz na zawsze zmienić nasz sposób postrzegania tych obiektów. Choć 30 września mija dokładnie rok od zakończenia misji Rosetta-Philae, opracowywanie ogromu danych, jakie spłynęły na Ziemię, trwa nadal, pozwalając na poszerzanie kolejnych granic w poznawaniu złożonej natury komet.

Kamień (z) Rosetty

Dotarcie do ostatecznego celu podróży — komety 67P, po wcześniejszym zbadaniu dwóch mijanych planetoid nie obyło się bez drobnych trudności, by nie powiedzieć, że w pewnej mierze było kwestią przypadku lub zrządzenia losu. W końcu planowanym od początku celem misji miała zostać zupełnie inna kometa z rodziny Jowisza — 46P/Wirtanen (dokładnie ta sama, która w grudniu 2018 może osiągnąć jasność ok. 3 mag), jednak przeciągający się start rakiety z Rosettą na pokładzie wymusił obranie za cel innych obiektów i całkowitą przebudowę planu misji. Nie obyło się bez zmian w konstrukcji samego lądownika Philae, który odtąd musiał sprostać większej prędkości opadania w czasie manewru lądowania na wyraźnie okazalszej komecie Czuriumow-Gierasimienko. Mimo podejmowanego ryzyka kolejnych opóźnień nie było tu miejsca na błąd, a pierwsze w historii lądowanie próbnika na jądrze kometarnym stało się faktem (choć nie bez pewnych perturbacji) 12 listopada 2014 r. Był to klejnot koronny długoletnich starań pracujących wespół inżynierów i naukowców. Już sama nazwa odnosząca się do kamienia z Rosetty zwiastowała, jak przełomowym krokiem w badaniach komet stanie się europejska misja. Starożytny egipski dokument, który przed dwoma wiekami pozwolił na rozwikłanie zagadki hieroglifów, to doskonała metafora dla pogoni za kometą. Przebywając dystans ponad 8 mld km, urządzenie wielkości jednorękiego bandyty, rozpiętością paneli słonecznych nieco ustępujące popularnemu Airbusowi A320, będzie nie tylko potrafiącymi odczytywać kosmiczne hieroglify oczami, ale także węchem i słuchem niezawodnego i doskonale wyposażonego eksploratora, gotowego znaleźć odpowiedzi na każde postawione przez nas pytanie.

Geneza komety 67P

Do 2014 r. o komecie 67P/Czuriumow-Gierasimienko wiedzieliśmy niewiele. Odkryta w dwa miesiące po postawieniu pierwszych kroków na Księżycu przez Neila Armstronga, była widziana podczas wszystkich sześciu kolejnych powrotów. Przez ten czas nie wyróżniała się spektakularną aktywnością, co również nie przekładało się na dużą jasność na nocnym niebie. W polskiej Sekcji Obserwatorów Komet była obserwowana od powrotu w 2002 r. Wtedy też wzmożoną akcję obserwacyjną rozpoczęła Europejska Agencja Kosmiczna w związku z obraniem 67P za cel swojej nowej misji. Najdokładniejsze naziemne obserwacje z lat 2002 i 2009 pozwoliły na względnie trafne oszacowanie wielkości jądra na ok. 4 km, a pochodzące z 2003 r. zdjęcia z kosmicznego teleskopu Hubble'a rzuciły pierwsze światło na prawdopodobny wygląd komety, mającej postać jedynie lekko wydłużonej bryły. Tę bezpieczną wizję podpierały także fotografie komet Wild 2, Hartley 2 i Tempel 1, uzyskane kilka lat wcześniej przez sondy Stardust i Deep Impact. Ostatecznie sprawę mogły przesądzić dopiero bezpośrednie zdjęcia 67P. Pierwsze z nich zostały wykonane przez Rosettę 11 lipca 2014 r. Ukazały one niezwykle intrygującą budowę jądra kometarnego, będącego podwójną



...etą

bryłą, co skłoniło niektórych do żartów, że mamy tu do czynienia z gumową kaczką pływającą w basenie Układu Słonecznego. Rozważano nawet możliwość kontaktowego układu dwóch obiektów, lecz późniejsze fotografie pozwoliły jednoznacznie stwierdzić, że jądro składa się z dwóch płatów, z których większy ma wymiary 4,1 km × 3,3 km × 1,8 km, a mniejszy 2,6 km × 2,3 km × 1,8 km. Od tego czasu wielu badaczom nie dawało spokoju, w jaki sposób powstała tak niewiarygodnie skomplikowana struktura. Obecnie najbardziej prawdopodobne wydają się dwie możliwości: jądro powstało ze złączenia dwóch różnych obiektów lub zostało wyżłobione z pojedynczego ciała macierzystego. Niezależnie od tego, którą z hipotez uznać za prawdziwą, do wydarzeń odpowiedzialnych za kształt komety musiało dojść na początku tworzenia Układu Słonecznego, kiedy kolizje małych ciał były znacznie częstsze niż obecnie. Na łamach wydanej w marcu publikacji podjęto próbę wgłębienia się we wczesny okres życia komety, badając izotopy glinu-26 i żelaza-60. Formujące się mniejsze ciało zastyga relatywnie szybciej, dlatego zjawisko akrecji składników tworzących ten obiekt zakończyłoby się wcześniej niż proces rzeźbienia większego jądra w wyniku zderzeń z wczesną materią międzyplanetarną. Większy obiekt powstający z jednej bryły powinien zawierać więcej radioizotopów i mógłby powstać w ciągu 4,5 do 7 mln lat. Dwóm mniejszym fragmentom cały proces tworzenia zająłby nie więcej niż milion lat. Choć nie przesądza to o sposobie powstania komety Czuriumow-Gierasimienko, warto zwrócić uwagę na wiek innych mniejszych obiektów skalistych. Jak wskazują podobne badania na podstawie występowania izotopów promieniotwórczych, Japet, trzeci co do wielkości księżyc Saturna, powstał w ciągu pierwszych 3 do 5 mln lat formowania Układu Słonecznego. Czy zatem proces tworzenia nieporównywalnie mniejszej komety mógłby trwać tyle samo lub nawet dłużej?

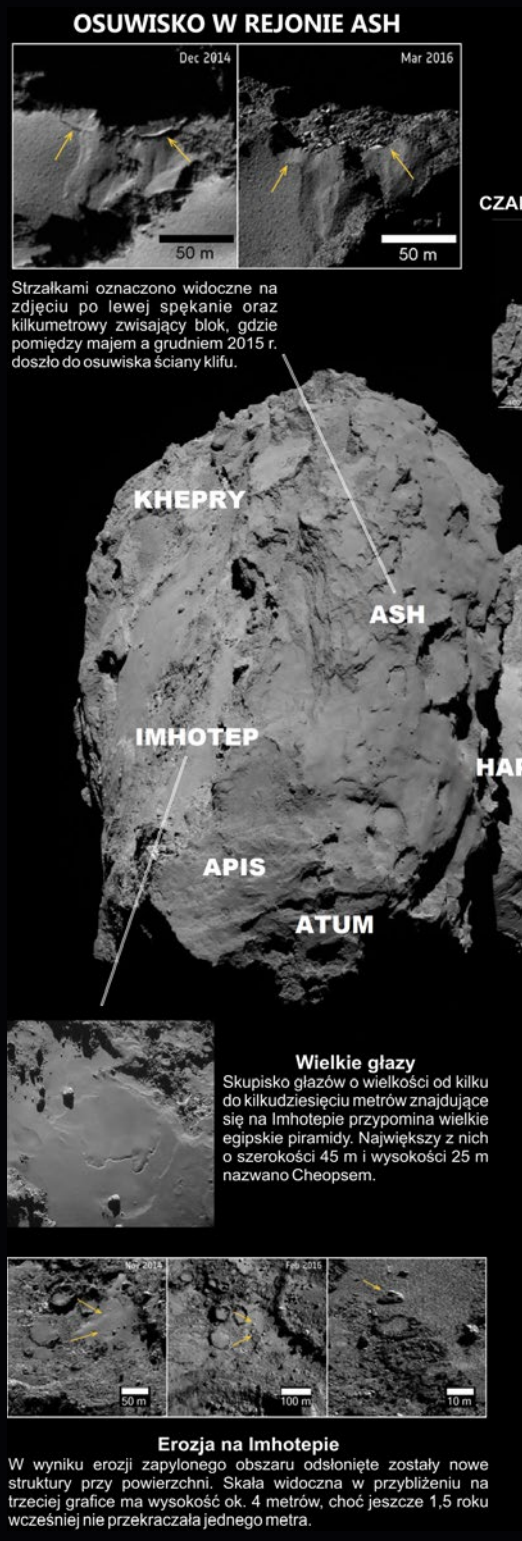
Kometarna kartografia

Pierwsze tygodnie prac Rosetty w pobliżu 67P miały służyć przede wszystkim dogłębnemu poznaniu kometarnego terenu i klasyfikacji zastanych tam struktur. Sumienne wykonanie tego zadania leżało u podstaw pozytywnego przebiegu całej misji, bowiem inżynierowie stali przed dylematem, jaka lokalizacja będzie najbardziej korzystna do posadzenia lądownika Philae na powierzchni komety. Wnikliwe analizy zaowocowały opublikowaną dwa miesiące po lądowaniu pełną mapą jądra komety Czuriumow-Gierasimienko z wyszczególnionymi 19, a później 26 obszarami różniącymi się pod względem morfologicznym. Podziału dokonano ze względu na pięć podstawowych, choć znacznie zróżnicowanych kryteriów ukształtowania terenu, takich jak: tereny gładkie; pokryte pyłem; z widocznymi wgłębieniami i okrągłymi strukturami; rozległe depresje oraz odsłonięcia litych skał. Wszystkim 26 lokalizacjom nadano odrębne nazwy nawiązujące, podobnie jak oznaczenia wszystkich instrumentów na pokładzie sondy, do kultury starożytnego Egiptu. Początkowo poszczególne regiony miały odnosić się do staroegipskich miast, jednak ostatecznie obszary znajdujące się na mniejszej, górnej części komety zyskały imiona egipskich bogiń, a na dolnej — bogów. Środkową część, łączącą dwa płaty jądra nazwano imieniem boga Nilu — Hapi. Odtąd Hapi będzie rozdzielał dwie skaliste bryły zupełnie jak Nil dzieli Egipt na wschodni i zachodni. Własnych nazw doczekały się także mniejsze, pojedyncze struktury o szczególnym znaczeniu dla przebiegu misji. Planowym miejscem lądowania Philae miała być Agilkia — wyspa na Nilu, na której znajduje się świątynia File. Ostatecznie jednak po 2-godzinnym koziołkowaniu lądownik zatrzymał się około kilometr dalej w znajdującym się na górnej części jądra Abydos, zawdzięczającym swoją nazwę jednemu z najstarszych starożytnych miast u brzegu Nilu. Z kolei nagromadzenie dużych spiczastych głazów w rejonie Imhotep na dolnym płacie komety przywodzi na myśl piramidy leżące w Gizie, stąd największy z nich o szerokości 45 m i wysokości 25 m okrzyknięto Cheopsem. W sąsiedztwie wielkich kamieni znajduje się obszar, który w ciągu dwóch lat obserwacji uległ znacznej erozji, odsłaniając to, co jeszcze w 2014 r. kryło się pod gładką powierzchnią przykrytą pyłem. Za pył przyjmujemy tutaj obiekty zbyt małe, by możliwe było rozpoznanie pojedynczych drobin przy rozdzielczości głównej kamery OSIRIS, czyli o rozmiarach dochodzących do 20 cm. Spod blisko 3-metrowej warstwy kometarnego piasku zostały wygrzebane nowe głazy i koliste zapadliska. Również wystawione na północ regiony komety, takie jak Ash, Seth, Ma'at i Hapi spowijają duże ilości pyłów. W miarę wzmagającej się aktywności komety, sublimujący gaz porywa ze sobą skaliste cząsteczki, które razem z nim tworzą komę i warkocz. W czasie największego zbliżenia do Słońca emitowanego pyłu było nawet czterokrotnie więcej niż gazu, choć drobinki nieposiadające wystarczającej prędkości do sforsowania słabej grawi-

tacji komety wciąż pozostawały przy jej powierzchni. Napierając na naturalne przeszkody związane z rzeźbą terenu, tworzyły struktury przypominające faliste wydmy lub, jak to miało miejsce w rejonie Hapi, pył układał się w wąskie „ogony" za większymi kamieniami, które spełniały funkcję wiatrochronów powstrzymujących wydmuchiwanie drobinek przez powiew gazu. W niektórych miejscach warstwa pyłu może sięgać nawet kilku metrów, co wydaje się być idealną izolacją chroniącą wnętrze jądra bogate w złoża łatwo sublimujących lodów. Inaczej sprawy mają się w rejonie Hathor, gdzie widoczne w postaci jasnych plam znaczne połacie lodu o wielkości rzędu 10 m są całkowicie odkryte na działanie ciepła słonecznego, tworząc wgłębienia na powierzchni komety. Podobne wnęki emitujące niewielkie strugi gazu znaleziono również w okolicy Seth. Bardziej zagadkowe wydają się zlokalizowane w różnych miejscach na powierzchni komety strome stoki, których zbocza pokrywają niewielkie obłe wypustki, przypominające nieco metaliczne „jagody" widziane przez Opportunity na Marsie lub ziemskie otoczaki czy mniej regularne przybrzeżne stromatolity. Niestety, nie jest to wystarczający powód, by mówić o życiu kometarnych sinic, choć tajemnica ich powstania jeszcze nie została wyjaśniona.

Geologia komet

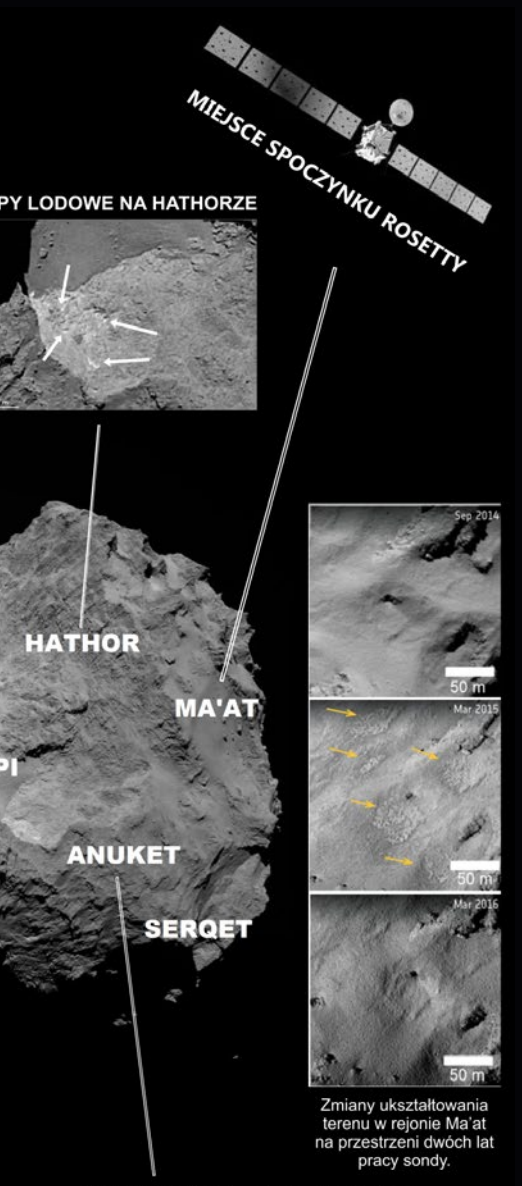
W czasie trwania misji Rosetta kometa Czuriumow-Gierasimienko wyrzuciła w przestrzeń kosmiczną blisko 6,5 mld kg wody z największym natężeniem w okolicy peryhelium. Całkowita emisja gazu i pyłu przez ten okres wyniosła najpewniej jeszcze dziesięciokrotnie więcej i jeśli strata masy zachodziłaby równomiernie na całej powierzchni jądra, kometarny grunt uszczupliłby się o warstwę grubą na 2 do 4 m. Przypowierzchniowe zmiany wynikające z rosnącej aktywności obiektu były widoczne niemal w czasie rzeczywistym w obiektywach krążącej wokół niego sondy. Poza samą erozją podłoża, dla której kometa to idealne środowisko występowania, znajdywano również liczne przykłady bardziej wysublimowanej zmiany ukształtowania terenu. Jednym z nich jest dolina w regionie Ma'at na mniejszej bryle jądra. Obserwowana we wrześniu 2014 r. gładka zapylona powierzchnia już pół roku później była pokryta szorstkimi wypustkami o strukturze plastra miodu. Kolejne obserwacje, wykonane po peryhelium, dowiodły zaniku wierzchnich nieregularności, prawdopodobnie wskutek naniesienia nowego materiału z aktywnej wówczas południowej półkuli. U szczytu aktywności kometa pokazuje jeszcze więcej ze swoich możliwości. Znajdujący się w Khonsu głaz o szerokości 30 m i wadze 12,8 tys. ton został przeniesiony na odległość 140 m od swojej wcześniejszej lokalizacji. W okolicy peryhelium odnotowano kilka wybuchów aktywności w niedalekim sąsiedztwie latającego głazu, co może być wiarygodnym wyjaśnieniem jego przemieszczenia. Możliwe również, że stoi za tym postępująca erozja gruntu, pozwalająca na sturlanie wielkiego kamienia w nowe miejsce. Poruszające się skały to tylko jedno z wydarzeń towarzyszących komecie zbliżającej się do Słońca. W lipcu i sierpniu 2015 r. na terenie Anubisa przemieszczały się całe skarpy, w dodatku z prędkością ok. 5,4 m dziennie! Liczące po kilkaset metrów długości krawędzie skarp przesunęły się w sumie o 35 m i 50 m, dowodząc, jak niebywale szybko i gwałtownie eroduje kometarny grunt w czasie jej największej aktywności. Na skalisto-lodowym obiekcie, którego porowatość szacuje się na 70–80% występują także znacznie bardziej rozległe struktury, jak choćby ogromne szczeliny rozciągające się po Anukecie i Hapi. 500-metrowa szczelina o grubości kilku metrów przecinająca panoramę regionu Anuket w ciągu dwóch lat powiększyła się o blisko 30 m. Niespełna 200 m dalej powstało kolejne, nieco węższe i krótsze pęknięcie, rozciągające się na 150, a być może nawet na 300 m. Tak znaczne zmiany w krajobrazie komety mogą mieć źródło w zwiększającym się tempie jej rotacji wraz ze zbliżaniem do peryhelium. Długotrwałe wystawianie kometarnego jądra na skrajne warunki może doprowadzić w trakcie kilku powrotów w okolice Słońca do znacznego powiększenia szczelin, tworząc dochodzące nawet do kilkuset metrów zapadliska czy potężne ściany wyłaniające się ponad przepaścią. Jednym z takich odsłonięć jest klif Aswan położony w Seth na większym płacie komety. Ściana o wysokości 134 m rozciągająca się na obszarze kilkuset metrów okazała się punktem zwrotnym geologicznych (kometologicznych?) badań Rosetty. Zaobserwowany po raz pierwszy we wrześniu 2014 r. Aswan zwrócił uwagę szerokim na metr i długim na 70 m pęknięciem u brzegu urwiska, widocznym jeszcze do 4 lipca 2015 r. Już 10 lipca na nagraniu z nawigacyjnej kamery sondy pojawił się rozległy pióropusz materii wyrzucony na wysokość ok. 5 km ponad jądro komety, niemal dokładnie nad obszarem Seth. Kolejne obserwacje klifu, wykonane zaledwie 5 dni potem ukazały krajobraz po katastrofie. W miejscu widocznego wcześniej pęknięcia



Wielkie głazy
Skupisko głazów o wielkości od kilku do kilkudziesięciu metrów znajdujące się na Imhotepie przypomina wielkie egipskie piramidy. Największy z nich o szerokości 45 m i wysokości 25 m nazwano Cheopsem.

Erozja na Imhotepie
W wyniku erozji zapylonego obszaru odsłonięte zostały nowe struktury przy powierzchni. Skała widoczna w przybliżeniu na trzeciej grafice ma wysokość ok. 4 metrów, choć jeszcze 1,5 roku wcześniej nie przekraczała jednego metra.

doszło do osunięcia blisko 10 tys. ton materiału skalnego, którego fragmenty rzędu 3–10 m spoczywały teraz u stóp urwiska. W miejscu odsłonięcia skały były wyraźnie bielsze i sześciokrotnie jaśniejsze od średniej jasności powierzchni komety. Do 26 grudnia 2015 r. jasność tej formacji zmalała o połowę, co pokazuje, jak duża ilość odkrytego lodu zdążyła w tym czasie wysublimować. Co może się wydać zaskakujące, zaledwie 100 ton, stanowiące 1% materiału osuniętego z klifu Aswan zostało utracone w przestrzeń



Zmiany ukształtowania terenu w rejonie Ma'at na przestrzeni dwóch lat pracy sondy.

Pęknięcia na powierzchni
Widoczne od 2014 r. pęknięcie rozciągające się na 500 m w ciągu roku powiększyło się o kolejne 30 m. W tym czasie powstała również kolejna, nieco mniejsza szczelina o długości 150 m.

kosmiczną, tworząc okazały pióropusz. Kolejną niespodzianką jest czas, w którym doszło do osunięcia. Krach nastąpił podczas kometarnej nocy, co wyklucza nagły wzrost temperatury jako potencjalne wyjaśnienie tego zjawiska. Jak zatem powstają osuwiska? W wyniku naprężeń termicznych i mechanicznych w skalisto-lodowej ścianie klifu powstają pęknięcia, które w miarę ekspansji w głąb skały odsłaniają podpowierzchniowy lód na działanie ciepła. Postępująca sublimacja przyspiesza dalsze pękanie skał, by w końcu doprowadzić do runięcia osłabionej części zbocza. Odsłonięty świeży lód i odłamki skał składają się na nagły wzrost aktywności komety. Podobne osuwisko powstało także w rejonie Ash, również w miejscu wcześniejszego pęknięcia przy brzegu klifu. Grubość dwóch ścian, na których doszło do zawalenia, wynosiła 15 i 9 m, jednak do tej pory nie udało się powiązać tego wydarzenia z żadnym wybuchem aktywności komety.

Dżety i ogromne pióropusze

Przykład klifu Aswan był pierwszym bezpośrednim dowodem potwierdzającym związek procesów zachodzących na powierzchni komety z nagłymi i nieprzewidywalnymi wyrzutami masy w przestrzeń kosmiczną. W ciągu trzech miesięcy około peryhelium zaobserwowano ponad 30 wybuchów aktywności, co daje częstotliwość jednego wybuchu na około 2,5 kometarnej doby, wynoszącej 12 godz. i 24 min. Przebieg i charakterystyka tych gwałtownych zdarzeń może być różna, jednak pewne uogólnienie pozwala sklasyfikować je w trzech kategoriach. Pierwszą z nich są dżety — trwające do kilku minut emisje pojedynczej i skondensowanej strugi gazowo-pyłowej. Tworzące ją cząsteczki poruszają się z dużą prędkością, a powstały w ten sposób strumień może rozciągać się na odległość ponad 10 km od jądra komety. Innym burzliwym zjawiskiem są szerokie pióropusze materii, zazwyczaj rozciągające się bardziej wzdłużnie niż pionowo. Cząstki odpowiedzialne za to zjawisko przemieszczają się z nieco mniejszą prędkością niż w przypadku dżetów, a piętrzący się obłok może dochodzić do kilku kilometrów w pionie i poziomie. Czasami jednak zdarza się, że z jednego źródła na powierzchni komety są emitowane zarówno strzeliste dżety, jak i rozległe pióropusze. Wówczas mamy do czynienia z ostatnim, mieszanym typem wybuchów występującym podobnie często jak tworzące go zjawiska samodzielnie. Źródła nagłych wyrzutów materii kometarnej można odnaleźć w różnych miejscach na powierzchni jądra, choć wyraźne ich nagromadzenia występują na pograniczu Anuket i Sobek, Anhur i Bes oraz Wosret i Maftet. Dominują tam strome stoki, klify oraz wgłębienia, wyróżniające te obszary na tle innych zakątków południowej części jądra. Co ciekawe, pozostałe miejsca wybuchów znajdują się w pobliżu granic między wyszczególnionymi 26 krainami, czyli tam, gdzie następują zmiany w wyglądzie lub topografii terenu.

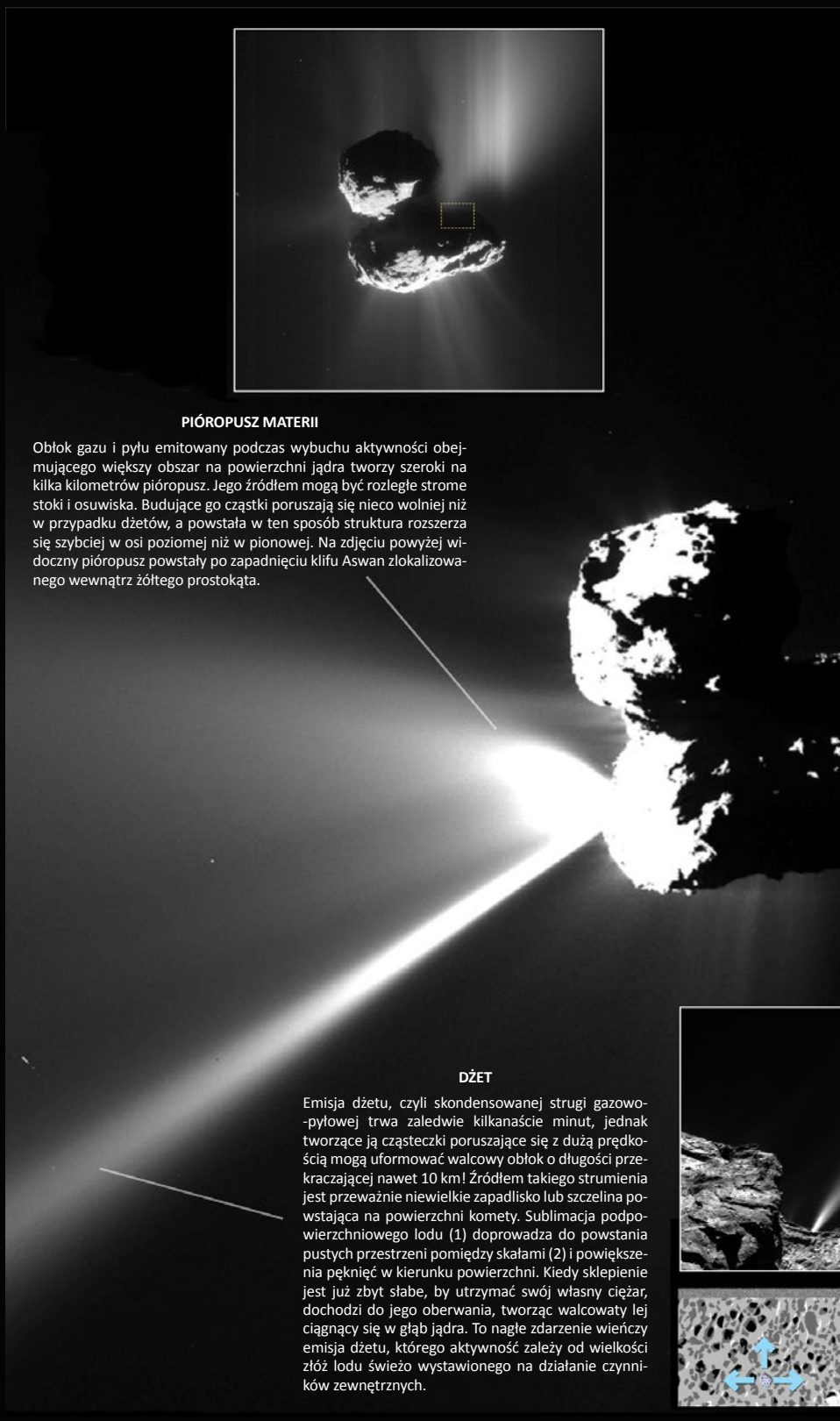
Mokra sprawa

O występowaniu wody na kometach wiemy od dosyć dawna. Wydaje się, że w naszym planetarnym sąsiedztwie to właśnie one, razem z Ziemią, stanowią o wielkości rezerwuaru wodnego w Układzie Słonecznym. Choć zupełnie inaczej niż na Niebieskiej Planecie, w obrębie komet nie zobaczymy jej zbyt wiele w stanie ciekłym, a głównie jako lód budujący kometarne jądro lub para wodna rozchodząca się w komie i warkoczu. Odkrycie niewielkich zbiorników ciekłej wody, szybko parującej za dnia i marznącej w czasie kometarnej nocy stanowi kolejne ważne osiągnięcie. Jednym z wyraźnych celów misji Rosetta były wnikliwe badania tego życiodajnego związku wodoru i tlenu, zajmującego ponad 70% powierzchni Ziemi. Tak obfite występowanie wody na naszej planecie od dawna przykuwało uwagę badaczy, widzących w nim pewną sprzeczność. W końcu jej samoistne powstanie wykluczały wysokie temperatury, panujące na proto-Ziemi. Odpowiedzią na ten problem miały być komety, które bombardując naszą młodą planetę, doprowadziły do jej schłodzenia, zapełniając suchą skalistą pustynię bezmiarem oceanów. W jaki sposób dowieść, skąd dotarła do nas woda? Jak przekonują producenci wód mineralnych, woda wodzie nierówna. I mają rację. W przyrodzie występują bowiem dwa jej rodzaje, różniące się składem izotopowym. Czasami zamiast dwóch atomów wodoru (zwanych protami), z tlenem zwiąże się jego cięższa odmiana — deuter, składający się nie tylko z protonu i elektronu, lecz posiadający także dodatkowy neutron. Deuter razem z tlenem tworzy wówczas tzw. ciężką wodę, której śladowe ilości wypijamy na co dzień. Dobrym sposobem klasyfikacji wód jest ustalenie proporcji wchodzących w jej skład deuteru i protu, a co najważniejsze — dzięki stabilności obu izotopów nie interesuje nas data ważności i zbadany stan rzeczy może utrzymywać się od miliardów lat. Rosetta wprawiła jednak w lekkie zakłopotanie badaczy pochodzenia wody na Ziemi. W oceanach stosunek deuteru do protu wynosi $1{,}56\times10^{-4}$, natomiast na komecie Czuriumow-Gierasimienko aż $5{,}3\times10^{-4}$! Czyżby to jednak nie komety były odpowiedzialne za nawodnienie Niebieskiej Planety? Taki wniosek wydaje się zbyt pochopny, gdyż woda badana wcześniej na innych kometach z rodziny Jowisza, jak choćby Hartley 2 czy 45P niemal idealnie odpowiadała tej ziemskiej. Co więcej, znanych jest wiele planetoid ze stosunkiem deuteru do protu bardzo zbliżonym do naszych oceanów. Z kolei obiekty Pasa Kuipera zawierają najczęściej większe ilości deuteru, podobnie jak 67P. Badanie to nie przekreśla zatem kosmicznych

źródeł ziemskiej wody, a może stać się powodem do dyskusji o pochodzeniu samej komety. Obliczenia wskazują, że na przestrzeni ostatnich stu lat jej orbita uległa spłaszczeniu i nieco się skróciła. Być może fizycznie bliżej jej do komet o dłuższym okresie orbitalnym niż do typowych przedstawicielek rodziny Jowisza. Ziemską wodę zawdzięczamy najprawdopodobniej małym ciałom pochodzącym z populacji powstałych bliżej Słońca, stąd tak duża różnica w proporcji deuteru i protu.

Zaskakujący zwrot w kwestii tlenu

Kolejne odkrycie przyszło raczej niespodziewanie, lecz z miejsca stało się naukową sensacją. W 2015 r. wewnątrz gazowej otoczki komety 67P odkryto cząsteczki tlenu (O_2), które mimo że są tak powszechne na Ziemi, w przestrzeni kosmicznej występują na tyle rzadko, iż do tej pory stwierdzono ich obecność jedynie dwa razy, w dodatku w odległych mgławicach, w których tworzą się nowe gwiazdy. Zatem była to pierwsza taka detekcja na komecie i w bliskiej nam przestrzeni międzyplanetarnej. W kosmosie cząsteczkowy tlen jest wyjątkowo niestabilny, dlatego najczęściej spotykany jest w parze z wodorem, tworząc wodę, lub z węglem jako składowa dwutlenku węgla. Nic dziwnego, że naukowcy okrzyknęli to największą niespodzianką w czasie całej misji. Początkowo uznawano, że tlen emitowany przez kometę powstał wraz z nią i całym Układem Słonecznym przed 4,6 mld lat, jednak do chwili wystawienia na ciepło promieniowania słonecznego występował tylko w zmrożonej postaci. Zastanawiające jest także, czy przez tak długi okres czasu tlen nie zareagowałby z innymi pierwiastkami. Za sprawą inżyniera z Caltech, zajmującego się na co dzień udoskonalaniem szybkich mikroprocesorów komputerowych, dotychczasowe wyjaśnienie tego fenomenu stanęło pod dużym znakiem zapytania. Uwagę Konstantinosa P. Giapisa przykuły reakcje chemiczne zachodzące na komecie 67P, łudząco podobne do tych, które przez ostatnie 20 lat wykonywał w laboratorium, badając zachowanie rozpędzonych atomów po zderzeniu z półprzewodnikami. Dzięki takim doświadczeniom będzie możliwe konstruowanie szybszych chipów komputerowych i większych pamięci cyfrowych w naszych telefonach i tabletach. Czytając o energiach cząstek wody zderzających się z kometą, prof. Giapis mógł poczuć się, jakby przeglądał sprawozdania doktorantów z eksperymentów prowadzonych w swoim laboratorium. W niedawno opublikowanej pracy zasugerował, że istniejący w kometarnej otoczce tlen nie pochodzi z mgławicy, w której narodził się nasz układ planetarny, lecz powstaje cały czas wewnątrz komy w wyniku interakcji pomiędzy cząstkami wody emitowanymi przez kometę a napierającymi nań szybkimi cząsteczkami emitowanymi przez Słońce. Para wodna w miarę wzrostu temperatury jest uwalniana z jądra komety, po czym jej cząsteczki ulegają jonizacji za sprawą promieniowania ultrafioletowego pochodzącego ze Słońca. Następnie wiatr słoneczny wpycha je z powrotem do wnętrza komety, gdzie uderzają o piaszczystą powierzchnię jądra. W wyniku zderzenia zjonizowane cząsteczki uwalniają z powierzchni kolejny atom tlenu, tworząc O_2, który ponownie ulatuje w obręb gazowej otoczki. Taki proces produkcji cząstek nazywany jest mechanizmem Eleya-



PIÓROPUSZ MATERII

Obłok gazu i pyłu emitowany podczas wybuchu aktywności obejmującego większy obszar na powierzchni jądra tworzy szeroki na kilka kilometrów pióropusz. Jego źródłem mogą być rozległe strome stoki i osuwiska. Budujące go cząstki poruszają się nieco wolniej niż w przypadku dżetów, a powstała w ten sposób struktura rozszerza się szybciej w osi poziomej niż w pionowej. Na zdjęciu powyżej widoczny pióropusz powstały po zapadnięciu klifu Aswan zlokalizowanego wewnątrz żółtego prostokąta.

DŻET

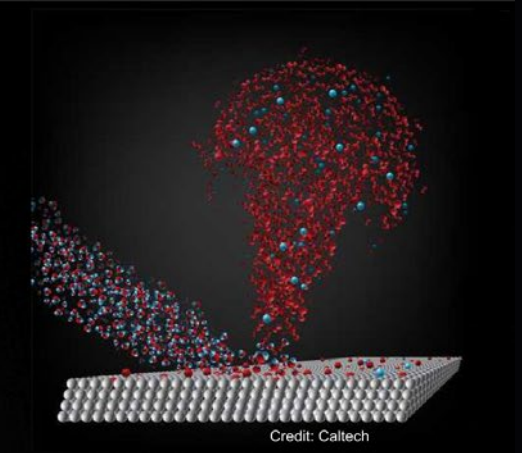
Emisja dżetu, czyli skondensowanej strugi gazowo-pyłowej trwa zaledwie kilkanaście minut, jednak tworzące ją cząsteczki poruszające się z dużą prędkością mogą uformować walcowy obłok o długości przekraczającej nawet 10 km! Źródłem takiego strumienia jest przeważnie niewielkie zapadlisko lub szczelina powstająca na powierzchni komety. Sublimacja podpowierzchniowego lodu (1) doprowadza do powstania pustych przestrzeni pomiędzy skałami (2) i powiększenia pęknięć w kierunku powierzchni. Kiedy sklepienie jest już zbyt słabe, by utrzymać swój własny ciężar, dochodzi do jego oberwania, tworząc walcowaty lej ciągnący się w głąb jądra. To nagłe zdarzenie wieńczy emisja dżetu, którego aktywność zależy od wielkości złóż lodu świeżo wystawionego na działanie czynników zewnętrznych.

-Rideala. Bardzo możliwe, że podobny proces może się odbywać w innych miejscach w kosmosie, dlatego zrozumienie występowania cząsteczkowego tlenu w przestrzeni kosmicznej może, już w niedalekiej przyszłości, odegrać ważną rolę w poszukiwaniu śladów życia na egzoplanetach.

Cegiełki życia

Od dziesięcioleci stoimy przed tajemnicą powstania ziemskiego życia, wciąż nie wiedząc, czy materia organiczna potrzebna do jego narodzin była na Ziemi od jej początków, czy też przybyła wraz z meteorytami z przestrzeni kosmicznej. Być może w rozwikłaniu tej zagadki pomogą badania Rosetty, która w ostatnich miesiącach swojej misji trafiła na prawdziwą astrobiologiczną żyłę złota. Wewnątrz gazowo-pyłowej otoczki 67P znaleziono bowiem związki o fundamentalnej roli dla rozwoju życia na Ziemi, w tym glicynę, metyloaminę i etyloaminę. Te same substancje z glicyną na czele odkryto już kilka lat wcześniej w próbce pochodzącej z innej komety — Wild 2, do której w 2004 r. zbliżyła się sonda Stardust. Jednak dopiero po zidentyfikowaniu tych substancji przez Rosettę możemy mieć pewność o ich występowaniu na kometach. Nie chodzi tu jedynie o swego rodzaju próbę kontrolną, a przede wszystkim o problemy związane ze specyfiką badań wykonanych w ramach poprzedniej amerykańskiej misji. Stardust miał za zadanie zabrać próbkę pyłu wyrzucanego przez kometę Wild 2 i przetransportować ją na Ziemię. Niestety, do niedawna nie mieliśmy pewności, czy aminokwasy tam odnalezione były faktycznie kometarnego pochodzenia, czy też pojawiły się w wyniku zanieczyszczenia pobranego materiału na Ziemi. Rosetta, zbierając dane niezbędne do ustalenia obecności tych związków jeszcze na orbicie okołokometarnej, całkowicie rozwiązuje ten problem. Co więcej, trafiła także na ślady fosforu, będącego budulcem sieci DNA i RNA organizmów ziemskich, jak również związki organiczne, takie jak siarkowodór i cyjanowodór, które odnajdywano już na innych kometach. Wygląda na to, że niektóre aminokwasy i związki organiczne są powszechnym budulcem komet. Glicynę czy kwas mrówkowy znajdywano również wewnątrz mgławic tworzących się układów planetarnych. Warto przy tym wspomnieć, że naziemne obserwacje spektroskopowe komety C/2014 Q2 (Lovejoy) pozwoliły na wykrycie aż 21 związków organicznych, z czego blisko 1/3 identyfikowano już wcześniej w odległych dyskach protoplanetarnych. Pokazuje to, że nie tylko w Układzie Słonecznym mogą istnieć warunki sprzyjające życiu, a cegiełki potrzebne do jego budowy rozsiane są po całym widocznym Wszechświecie.

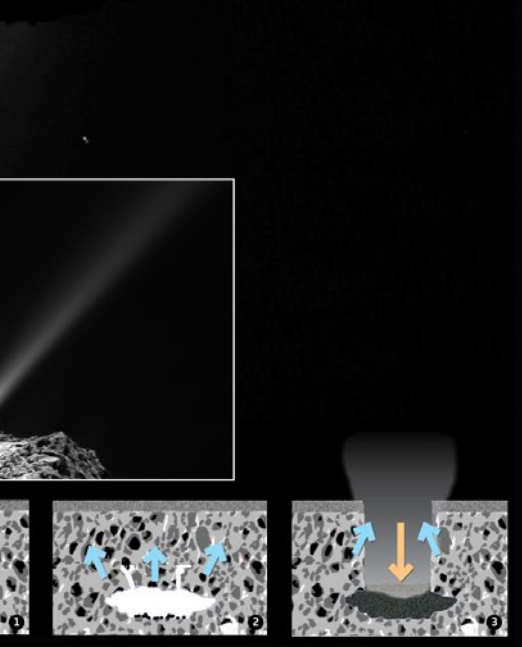
Mikołaj Sabat



FABRYKA TLENU?

Możliwe, że cząsteczkowy tlen odkryty w komie 67P nie pochodzi bezpośrednio z mgławicy, z której powstał Układ Słoneczny, lecz jest cały czas produkowany przy powierzchni jądra. Otaczający kometę obłok pary wodnej rozpędzony przez wiatr słoneczny uderza z dużą prędkością w skalistą powierzchnię komety. Znajdujący się w piaszczystym podłożu tlen w wyniku reakcji z parą tworzy O_2, doprowadzając do rozpadu cząsteczek wody. Zdaniem Konstantinosa P. Giapisa, profesora inżynierii chemicznej z Caltech, warunki panujące na komecie mogą sprzyjać procesowi tworzenia cząsteczkowego tlenu.

Atomy wodoru oznaczono kolorem niebieskim, tlenu — czerwonym.



Jeśli chcesz wiedzieć więcej

„67P/Churyumov-Gerasimenko, a Jupiter family comet with a high D/H ratio" — K. Altwegg et al. (ROSINA)

„The pristine interior of comet 67P revealed by the combined Aswan outburst and cliff collapse" — M. Pajola et al., *Nature Astronomy*, Marzec 2017.

„Dynamic molecular oxygen production in cometary comae" — K. P. Giapis, Y. Yao (2017) *Nature Communications*, 8. Art. No. 15298. ISSN 2041–1723.

„Summer fireworks on comet 67P" — J.B. Vincent et al.

Prawa do opublikowanych zdjęć: esa

Fot. Astronarium

Mikołaj Sabat jest najmłodszym członkiem zespołu *Uranii*. Jeszcze jako uczeń reanimował Oddział Kielecki PTMA, którego jest prezesem. Reprezentując naukowe skrzydło PTMA, został koordynatorem Sekcji Obserwatorów Komet towarzystwa. Wznowił wydawanie corocznej, numerowanej wersji Komeciarza oraz stałej rubryki pod tym samym tytułem w *Uranii*, a także współorganizował dwie konferencje swojej sekcji. Obecnie studiuje astronomię na Uniwersytecie Jagiellońskim.

CZY KOPERNIK SIĘ POMYLIŁ?

Piotr Majewski

Gdy Księżyc spotyka Aldebarana…

Aldebaran to najjaśniejsza gwiazda, jaką Księżyc może przesłonić na nocnym niebie. Nic dziwnego, że zakrycia Aldebarana przez tarczę Srebrnego Globu budzą powszechne zainteresowanie miłośników astronomii. Dodatkowym smaczkiem jest fakt, że właśnie to zjawisko jest pierwszą udokumentowaną obserwacją przeprowadzoną przez Mikołaja Kopernika. I szalenie ważną. Średniowieczna nauka o niebie w praktyce sprowadzała się bowiem do śledzenia ruchów Słońca, Księżyca i planet na sferze niebieskiej, stąd badacze życia i dzieła Kopernika przyjmują, że zakrycie Aldebarana przez Księżyc odegrało fundamentalną rolę w stworzeniu teorii heliocentrycznej. Problem w tym, że w zapiskach astronoma kryją się pewne nieścisłości…

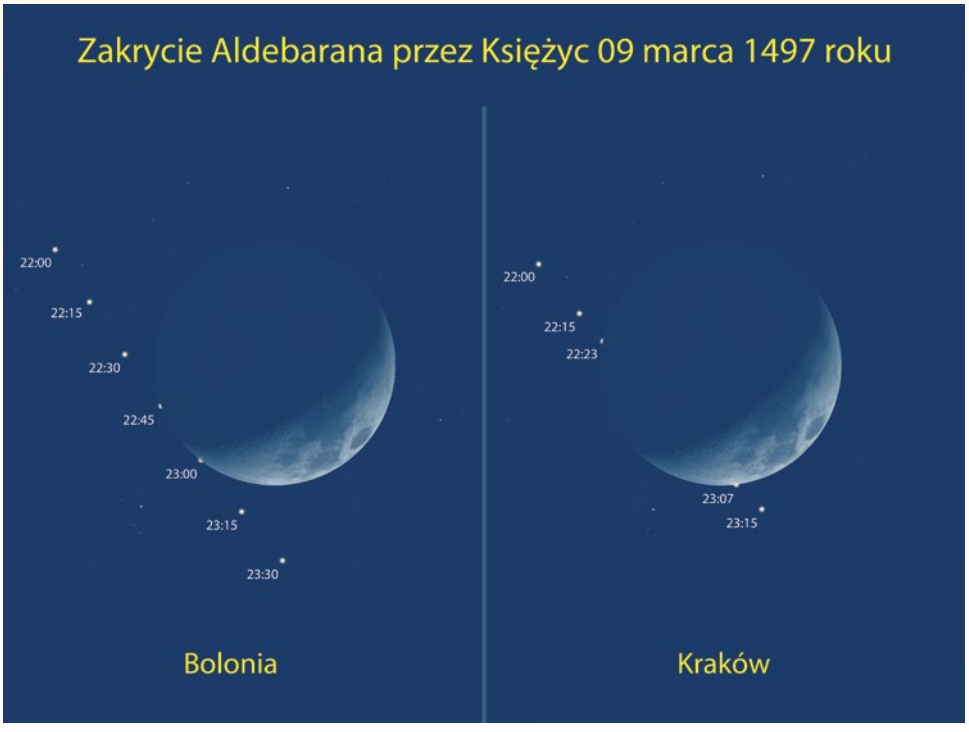
Kopernik obserwował zniknięcie Aldebarana za tarczą Księżyca 9 marca 1497 r. w Bolonii jako student tamtejszego uniwersytetu. Asystował wówczas profesorowi astronomii, Domenico Marii Novarze. W czasach przedkopernikańskich dla opisania ruchu ciał niebieskich stworzono skomplikowany system kół i okręgów zwanych deferentami i epicyklami, który — *notabene* — w upływem wieków stawał się coraz bardziej zawiły. Jego twórcą był Klaudiusz Ptolemeusz, uważany za największego astronoma starożytności. Według niego każda planeta (z Księżycem włącznie) obiegała Ziemię po dużym okręgu (deferencie), który dziś nazwalibyśmy orbitą okołoziemską. Dla zgodności wyników obserwacji z teorią Ptolemeusz był zmuszony wprowadzić dodatkowe mniejsze koło (epicykl), po którym dane ciało krążyło wokół środka znajdującego się na linii deferentu. Obrazowo mówiąc: „mała" orbita (epicykl) zataczała koło wokół „dużej" (deferent), zaś ta biegła wokół Ziemi. Wynikało z tego m.in., że Księżyc w czasie kwadry powinien znajdować się dwa razy bliżej nas niż w czasie pełni (księżycowy epicykl miał mieć bowiem stosunkowo duże rozmiary). W ślad za tym musiało iść założenie, iż tarcza Srebrnego Globu w kwadrze jest wizualnie dwukrotnie większa niż podczas pełni. Proste obserwacje wskazywały jednak, że rozmiary kątowe naszego satelity w poszczególnych fazach są podobne. Warto było wobec tego sprawdzić, czy stała wielkość tarczy Księżyca na niebie nie jest być może efektem jego w miarę stałej odległości od Ziemi. Okazja do sprawdzenia tego parametru nadarzyła się właśnie 9 marca 1497 r.

Obserwacja zakrycia Aldebarana przez Księżyc jest jedną z wielu opisanych przez Mikołaja Kopernika w *De revolutionibus,* stanowiąc pierwszy wyłom w powszechnie dotąd uznawanym systemie Ptolemeusza. Obliczona na podstawie tego zjawiska odległość Ziemia-Księżyc w czasie kwadry — porównana później z odległością między tymi ciałami w czasie pełni — okazała się praktycznie taka sama. Wynikało stąd, że epicykl Księżyca (jeśli chcieć utrzymać system Ptolemeusza) byłby o wiele mniejszy od pierwotnych założeń, a to z kolei trudno było pogodzić z dotychczasową teorią ruchu ciał niebieskich. W umyśle Kopernika zakiełkowała genialna myśl: gdyby więc usunąć epicykl z ruchu Księżyca i puścić naszego satelitę wokół Ziemi bezpośrednio po deferencie, to miałoby sens…

Jakkolwiek doniosłość i wynik obserwacji przeprowadzonej przez naszego wielkiego astronoma są niepodważalne, to pojawia się kłopot z jej zrelacjonowaniem przez uczonego. W opisie sporządzonym ręką Mikołaja Kopernika czytamy m.in. *(...) mogę poprzeć wielu innymi obserwacjami, jaką jest też ta, której dokonałem w Bolonii dziewiątego marca 1497 roku Chrystusa po zachodzie Słońca. Przypatrywałem się mianowicie temu, jak Księżyc miał zasłonić błyszczącą gwiazdę spośród Hyad, zwaną przez Rzymian Palilicium* [Aldebaran — przyp. red.]*, i doczekawszy się tego zobaczyłem gwiazdę dotykającą ciemnej części globu Księżyca i pod koniec piątej godziny w nocy już ukrywającą się między rogami Księżyca, bliżej jednak południowego rogu o jedną trzecią prawie szerokości, czyli średnicy Księżyca* (Mikołaj Kopernik, Dzieła wszystkie*, De revolutionibus*, ks. IV, rozdział 27, PWN, Warszawa-Kraków, 1976; przekład z łaciny: Mieczysław Brożek, Stefan Oświecimski).

Współczesne narzędzia do symulacji widoku nieba gwiaździstego pozwalają na odtworzenie danego zjawiska astronomicznego z dowolnego miejsca na kuli ziemskiej i z dużą precyzją. Wykorzystując aplikację Stellarium, z Jerzym Rafalskim (astronomem z Planetarium Toruń) zbadaliśmy przebieg zakrycia Aldebarana przez Księżyc nad Bolonią 9 marca 1497 r. Okazało się, że opis Kopernika różni się od rzeczywistego przebiegu zjawiska. Owszem, gwiazda zniknęła za tarczą Srebrnego Globu, lecz zaledwie na kilkanaście minut, wręcz muskając jedynie jego południową krawędź. Nie może więc być mowy o zniknięciu Aldebarana za ciemnym brzegiem Księżyca na wysokości aż jednej trzeciej jego wizualnej średnicy. Podobnie jest z czasem obserwacji podanym przez uczonego*: — W średniowiecznej Italii obowiązywały tzw. godziny włoskie. Liczono je od zachodu Słońca. W dzień zakrycia słoneczny zachód nad Bolonią nastąpił — według dzisiejszej rachuby — niedługo po 18:00, stąd wspomniana „godzina piąta" musiałaby wypaść po 23:00. W tym momencie jednak było już po zjawisku; odkryty na powrót Aldebaran świecił u dołu Księżyca. Ponadto Srebrny Glob znajdował się nisko nad widnokręgiem na wysokości zaledwie 5 stopni kątowych, co zapewne utrudniało jego śledzenie. Z kolei pod koniec „godziny piątej" — czyli tuż przed północą — naszego satelity w ogóle już nie było na niebie, bo po prostu zaszedł, zaś Kopernik podaje, że Aldebaran wtedy właśnie „ukrywał się" między rogami Księżyca* — zauważa Jerzy Rafalski.

Skąd tak duża rozbieżność między opisem a faktycznym przebiegiem zakrycia? Być może zdecydował duży upływ czasu między wystąpieniem zjawiska a jego zrelacjonowaniem na kartach *De revolutionibus*. Porównajmy: w czasie swej pierwszej udokumentowanej obserwacji Kopernik miał 24 lata, zaś dzieło swego życia spisał w dojrzałym wieku. Pierwszy zarys teorii heliocentrycznej sporządził wprawdzie już w 1507 r., lecz samo *De revolutionibus* powstawało wiele lat później (np. w 1534 r. Kopernik informował listownie kasztelana gdańskiego Achacego Cemę o wytężonej pracy nad swym dziełem). Musimy przy tym pamiętać, że uczony prowadził obserwacje jedynie okiem nieuzbrojonym, stąd nie miał możliwości dokładnego dostrzeżenia kluczowych kontaktów Aldebarana z Księżycem. Także średniowieczne metody pomiaru czasu dalece odbiegały od współczesnej precyzji. Z drugiej strony — opisując zakrycie — Kopernik podał dodatkowo dość drobiazgowe dane na temat położenia obiektów na sferze niebieskiej, można więc przypuszczać, że oparł się na notatkach sporządzonych w trakcie prowadzenia obserwacji. Jeszcze ciekawsze wydaje się spostrzeżenie, że relacja z przebiegu zjawiska byłaby w zasadzie zgodna z rzeczywistością, gdyby Kopernik — zamiast w Bolonii — znajdował się w Krakowie. Kłopot w tym, że w chwili odkrycia Aldebarana Księżyc praktycznie zachodził



Dzieło, postać a nawet doczesne szczątki Mikołaja Kopernika kryją jeszcze wiele tajemnic. Jan Matejko na końcowej wersji swojej „Rozmowy astronoma z Bogiem" wstydliwie schował wyeksponowaną we wcześniejszym szkicu lunetę w głębokim cieniu w prawym dolnym rogu obrazu. Kluczowy schemat kopernikańskiej kosmologii na obrazie (po prawicy namalowanej postaci), pochodzi na szczęście z pierwszego wydania *De revolutionibus*, a nie z rozpowszechnionego w Polsce autografu. Pech chciał, że Czesi w ramach gestu sprawiedliwości socjalistycznej przekazali Jagiellonce ten rękopis i od tego czasu jakby wszyscy zapomnieli, że nie ma on wiele wspólnego z egzemplarzem, wg którego drukowane było dzieło. Pod koniec życia Kopernik wiele miesięcy przy asyście Joachima Retyka poprawiali dzieło, które we fragmentach ten ostatni zawoził do niemieckiej drukarni. O dziwo, tłumaczenie na polski I wydania *De revolutionibus* było wielkim dziełem warszawskiego astronoma, Jana Baranowskiego i dostępne jest od... 1854 r. Warto dodać, że XIX w. to były czasy, kiedy każdy astronom jeszcze znał łacinę i niepotrzebna, była pomoc niewiele rozumiejącego z treści dzieła filologa klasycznego. Twórcze wątki kopernikańskie będą zawsze ważne w *Uranii*, wracamy do nich w Astronarium (odcinki 24. i 38.). Nowe światło może tez rzucić przygotowywany przez naszych przyjaciół z Fundacji Nicolaus Copernicus film „Tajemnice *De revolutionibus*" w reżyserii Michała Juszczakiewicza. W rolę biskupa Dantyszka (kadr z filmu obok) wcielił się współscenarzysta obrazu, Rober Szaj, a jego sekretarzem jest... redaktor *Uranii*, Jacek Drążkowski.

Najzabawniejszy jednak obraz opisywanego w artykule zakrycia został przedstawiony w genialnej skądinąd kreskówce Zdzisława Kudły i Andrzeja Orzechowskiego „Gwiazda Kopernika" Nb. podniesiony przez rysunkowego Kopernika argument dotyczący epicykli Księżyca jest równie nieoczywisty jak ten w artykule: wszak krąży wokół Ziemi w obydwu modelach! Pokazany w kadrze Aldebaran nie jest ani czerwony, ani najjaśniejszy w tym obszarze nieba, ale co najciekawsze po zbliżeniu ... rusza jak szalony (strzałka) w kierunku Księżyca, podczas gdy tenże wraz z pozostałymi gwiazdami (sic!) nawet nie drgną! Ot, fantazyjna względność ruchu ;)

Maciej Mikołajewski

już na linii krakowskiego widnokręgu. Może więc uczony dokonał czegoś w rodzaju retrospekcji — zachowując w pamięci zjawisko, które obserwował w Bolonii, przedstawił późniejsze obliczenia omyłkowo odnoszące się do lokalizacji Krakowa?

— *Trudno przypuszczać, aby Kopernik próbował „zamieszać" w swojej relacji* — mówi prof. Politechniki Łódzkiej, Marek Zawilski, wybitny znawca i badacz zjawisk zakryciowych. — *Pamiętajmy, że obserwował nie sam, ale ze swoim nauczycielem, Novarą. Była to jednak obserwacja gołym okiem i nisko nad horyzontem, choć w nieporównywalnie lepszych niż dzisiejsze warunkach i być może szacunek kąta pozycyjnego w opisie był niedokładny. Mam własne przypuszczenie, że samego zakrycia Kopernik jednak nie widział, bo nie opisał go jako raptownego zniknięcia Aldebarana, a jedynie podał zbliżanie się Księżyca do gwiazdy, zaś resztę sobie „wynalazł" z ekstrapolacji. Nie zmienia to jednak faktu, że obserwację potrafił sprytnie wykorzystać do wyznaczenia paralaksy Księżyca. Zakrycia innej gwiazdy nie bardzo mógł obserwować, przynajmniej w tym dniu, bo poza gwiazdami pierwszej wielkości te słabsze podczas zakryć są gołym okiem niewidoczne* — wyjaśnia prof. Zawilski.

A może przyczyn rozbieżności należy szukać w ułomnościach oprogramowania Stellarium? — *Stellarium wydaje się nieco zbyt mało dokładne dla precyzyjnych wyznaczeń momentów historycznych zakryć, ale z dokładnego Occulta mamy wynik niewiele tylko gorszy. Oczywiście, fantazjując, można by założyć, że Kopernik obserwował to*

Miłośników astronomii czeka trudny Sylwester, bo noc wcześniej obowiązkowo przy teleskopach! Lampkę szampana proponujemy przełożyć na urodziny Kopernika 19 lutego. Cztery kolejne dni wystarczą by przygotować się do kolejnego zakrycia

zakrycie w Krakowie, a przypisał Bolonii, myląc się przy tym celowo lub niechcący — mówi prof. Zawilski. Z kolei profesor Centrum Badań Kosmicznych PAN, Roman Schreiber, przeprowadził własne symulacje: — *Przykładowo, dla godziny 22:00 UT 9 marca 1497 r. mamy następujące wyniki odnośnie pozycji Księżyca*:

Stellarium (dla epoki J2000.0): R.A. 4^h 36^m $2{,}95^s$, Dec +16 deg 47 min 27,9 s,

JPL Horizons (dla tej samej epoki): R.A: 4^h 36^m $2{,}65^s$, Dec +16 deg 47 min 37,7 s.

Podane różnice są niemożliwe do zauważenia gołym okiem. Jestem pozytywnie zaskoczony sprawnością algorytmów miłośniczego, w gruncie rzeczy, narzędzia, jakim jest Stellarium. Krótko mówiąc — Stellarium jest dość dokładne dla przeprowadzenia takich obliczeń i to chyba zamyka sprawę — podsumowuje prof. Schreiber.

Badacze życia i dzieła Mikołaja Kopernika być może mają kolejną zagadkę do rozwiązania, choć nie zmienia to faktu, że zakrycie Aldebarana przez Księżyc 9 marca 1497 r. posłużyło największemu z astronomów do wysnucia prawidłowej koncepcji ruchu Księżyca i planet. Podziwiając najbliższe zakrycia, ujrzymy więc powtórkę fascynującej historii, a będzie co oglądać!

Piotr Majewski, dziennikarz radiowy (Radio planet i komet) i telewizyjny (pamiętny program Planetarium), popularyzator astronomii i fotografii astropejzażowej, organizator autorskich Astrofestiwali w Kujawsko-Pomorskiem, Mistrz Mowy Polskiej! Kiedy kilka miesięcy temu przeczytałem w Polityce krótszą, publicystyczną wersję tego artykułu, oniemiałem z dwóch powodów. Po pierwsze niewiarygodna wydała mi się wiara Autora w precyzję programu Stellarium na przestrzeni kilku stuleci, podczas gdy dla mnie była to wciąż marna, elektroniczna namiastka... obrotowej mapki nieba. Po drugie, nadzwyczaj sensacyjna i atrakcyjna wydała mi się zawarta trochę asekuracyjnie w imponderabiliach teza, że Kopernik dla poparcia swojej teorii mógł... oszukiwać. Obawy dotyczące Stellarium szybko rozwiało kilku zaprzyjaźnionych specjalistów, w tym wspominany w artykule Marek Zawilski. Na szczęście obawy co do świadomego, czy nieświadomego fałszerstwa wyników obserwacji dokonanych przez Kopernika pozostają w mocy. Nic bowiem tak nie napędza naukowych badań, jak teza odzierająca ze świętości. Gdzie uczony nie daje rady, tam pisarza lub dziennikarza pośle... Autorowi to trochę wyszło mimochodem, bo na co dzień, jako dziennikarz właśnie, jest wielkim popularyzatorem dzieła Kopernika i orędownikiem tezy, że rewolucja kopernikańska zaczęła się już w szkole parafialnej w Toruniu. Przekonuje o tym choćby w kadrze 24. odcinka Astronarium (https://www.youtube.com/astronariumPl). Również na YouTube dostępna jest filmowa opowieść Autora o domniemanej „pomyłce Kopernika" w kanale radio-teleskop.pl, a tam animacje omawianych zakryć, których w czasopiśmie nie możemy w ten sposób pokazać. Poza tym comiesięczne, atrakcyjne i warte szerokiego rozpowszechnienia filmowe kalendarze astronomiczne. Przygotowana specjalnie dla Uranii wersja artykułu miała poprzedzać serię trzech najbliższych zakryć Aldebarana. Mamy nadzieję, że nam Autor wybaczy, iż pierwsze z nich już za nami.

Maciej Mikołajewski

Uniwersytecka perła architektury

W jezuickim labiryncie Wilna

Wilno skrywa niejedną atrakcję. Piękne kościoły, zabytkowe kamienice i zielone wzgórza są scenerią, w której znajduje się zabytkowy zespół architektoniczny Uniwersytetu Wileńskiego. Nie zabrakło w nim akcentów astronomicznych.

Spoglądając z Góry Giedymina na litewską stolicę, podziwiamy jedną z najpiękniejszych panoram miejskich Europy. Osią całej kompozycji jest rzeka Wilia, znana też jako Neris. Na prawo od niej, po północno-zachodniej stronie, dominuje nowoczesny skyline złożony z wieżowców dzielnicy biznesowej Šnipiszki. Od południa kontrastuje z nim widok na największy obszar staromiejski dawnej Rzeczypospolitej Obojga Narodów. Czerwone dachówki, strzeliste wieże kościołów i malowniczy nieład zabudowy przypomina Pragę czy miasta Włoch. Tu i ówdzie wystają korony drzew, niekiedy zgrupowane w parkach, skutecznie przełamując czerwień, żółć i biel obiektów wzniesionych ludzką ręką. Dynamikę krajobrazu podkreślają liczne wzgórza, naginające przestrzeń i nie pozwalające rozlać się miastu w każdym kierunku, wprowadzając dodatkową różnorodność do pejzażu. Tłem są budowle sowieckiego modernizmu, niebo i lądujące w oddali samoloty.

Centralnym obiektem Starego Wilna wydaje się być masywny, barokowy kościół pojezuicki otoczony historycznymi zabudowaniami uniwersyteckimi. Tętnią one do dziś życiem studenckim, będąc jednocześnie nie lada gratką dla turystów. W ciągu stuleci Uniwersytet Wileński odcisnął piętno na nauce oraz kulturze Litwy, Polski, Białorusi, ale i innych państw północnej i wschodniej Europy. Nie jest przesadą stwierdzenie, że historia Alma Mater Vilniensis jest równie złożona, co historia regionu. Okresy świetności były przeplatane kryzysami, prześladowaniami, likwidacjami, odradzaniem, naciskiem ideologicznym. Absolwentami uczelni były dziesiątki wybitnych postaci, jakie wpłynęły na dzieje regionu, kontynentu, a nawet świata. Uczyli się w niej nie tylko Litwini i Rusini, ale także liczni Polacy, Szwedzi, Łotysze, Niemcy, a nawet Węgrzy.

* * *

Uczelnię założyli jezuici w 1570 r., a zaledwie dekadę później uzyskała ona status akademicki. Sukces pierwszej szkoły wyższej Wielkiego Księstwa Litewskiego przerósł oczekiwania fundatorów. Bardzo szybko stała się ona instytucją promieniującą na pozostałe ziemie Rzeczpospolitej i obszar Morza Bałtyckiego. Założony zaledwie trzydzieści lat wcześniej zakon zasłynął m.in. z pracy na polu edukacyjnym, tworząc pierwszy w historii zintegrowany program nauczania, będący wówczas najnowocześniejszym na świecie. Nie bez przyczyny wielu wybitnych naukowców w dziejach było jezuitami bądź ukończyło szkoły zakonne. Pierwszy okres świetności przyniósł Wilnu wiele osiągnięć na polu literatury, teologii i językoznawstwa, tu działały takie wybitne postaci jak Piotr Skarga, Jakub Wujek czy Maciej Kazimierz Sarbiewski.

Po kilku dekadach sukcesów przyszedł kryzys, powiązany z trudnościami państwa polsko-litewskiego. Konflikty ze Szwecją i Rosją, powstania, wojny domowe i ogólny upadek gospodarczy były przyczyną takiego stanu rzeczy. Do odrodzenia doszło w połowie XVIII w., czego symbolem było założenie przez Tomasza Żebrowskiego pierwszego w Rzeczpospolitej

Dziedziniec obserwatorium astronomicznego Uniwersytetu Wileńskiego

Wnętrze księgarni akademickiej w Wilnie

i czwartego w Europie profesjonalnego obserwatorium astronomicznego. Aż do zamknięcia uczelni przez władze zaborcze w 1832 r., w ramach represji za powstanie listopadowe, Uniwersytet przeżywał swój drugi okres świetności, stając się najlepszą szkołą wyższą Rzeczypospolitej. Stało się to mimo wielu zawirowań historycznych, takich jak kasata zakonu jezuitów, rozbiory czy wojny napoleońskie. W tym okresie z uczelnią było związanych wiele wybitnych postaci, takich jak książę Adam Jerzy Czartoryski, Adam Mickiewicz, bracia Jan i Jędrzej Śniadeccy czy Marcin Poczobutt.

Marcin Poczobutt, jezuita rodem spod Grodna, był jednym z wybitniejszych astronomów epoki i drugim kierownikiem obserwatorium w Wilnie. Dzięki niemu stało się ono jedną z wiodących placówek Europy. Zajmował się obserwacjami zaćmień, komet i asteroid, a jego pomiary położenia Merkurego były wówczas najdokładniejszymi na świecie. Poczobutt prowadził też pierwsze pomiary meteorologiczne na Litwie. Jego następcą był Wielkopolanin ze Żnina, Jan Śniadecki, jedna z bardziej wszechstronnych postaci epoki. Jemu zawdzięczamy choćby polską terminologię matematyczną, był on też współodkrywcą planetoidy Pallas w 1802 r.

Zamknięcie Uniwersytetu było jedną z większych tragedii Wilna XIX w. Znaczna część wyposażenia oraz wydział medycyny stanowiły fundament powołanego w tym samym czasie Uniwersytetu Kijowskiego (dziś te tradycje pielęgnuje odrębna Akademia Medyczna). Wydział teologiczny przekształcono w Akademię Teologiczną i przeniesiono do Sankt Petersburga. W okresie rewolucji październikowej uczelnia ta przeprowadziła się do Lublina, tworząc zalążek Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego. Tymczasem wyposażenie astronomiczne trafiło do tworzonego właśnie rosyjskiego obserwatorium w Pułkowie.

Mimo trudnej sytuacji, w Wilnie nie zapomniano o tradycjach akademickich i wyczekiwano ponownego otworzenia uczelni. Sprzyjająca okazja nastąpiła po I wojnie światowej, jednak warunki geopolityczne były znacząco różne. O miasto rywalizowały skłócone Litwa z Polską i oba kraje zadeklarowały powołanie odrodzonego Uniwersytetu. Ostatecznie wygrała druga opcja, a Litwini założyli swoją uczelnię w „tymczasowej stolicy" – Kownie. Dwudziestolecie międzywojenne było jedynym w dziejach miasta, gdy było ono włączone bezpośrednio do Polski, a instytucja miała mieć charakter narodowy. Mimo sporych trudności finansowych Uniwersytet Stefana Batorego stał się ważną placówką naukową widoczną w świecie. W odtworzonej uczelni nie mogło zabraknąć miejsca dla astronomii. Nowe obserwatorium, wybudowane w zachodniej części miasta, było miejscem pracy wielu cenionych naukowców, takich jak Władysław Dziewulski, Wilhelmina Iwanowska czy Włodzimierz Zonn.

II wojna światowa przyniosła nowe trudności i gwałtowne zmiany. Uczelnię reformowali pod swoje potrzeby Litwini, Sowieci i Niemcy. Ostatecznie miejsce polskiej uczelni zajął komunistyczny Państwowy Uniwersytet Vincasa Kapsukasa, tymczasem naukowcy Uniwersytetu Stefana Batorego zostali przesiedleni do Polski, tworząc główny trzon nowo powstałych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu i Akademii Medycznej w Gdańsku. Dziś odrzucono komunistycznego patrona, a społeczność akademicka stara się inspirować okresami swej świetności.

* * *

Zespół architektoniczny, jaki tworzy historyczny kampus uniwersytetu na Starym Mieście, jest fascynującą siecią trzynastu dziedzińców połączonych szerszymi bądź węższymi przejściami. Najstarsze zabudowania pochodzą jeszcze z XV w., choć większość jest z czasów działania pierwszej uczelni. Wędrując po wiekowych zakamarkach, trafia się do barwnie ozdobionej księgarni, jednej z najpiękniejszych, jakie udało mi się kiedykolwiek spotkać. Ta świątynia książki aż zachęca do zakupów – w moim przypadku jednej z pozycji znanej litewskiej pisarki Kristiny Sabaliauskaitė. Równie ozdobny jest inny pomnik słowa drukowanego – biblioteka. Na trasie zwiedzania nie może zabraknąć chwili na wieży uniwersyteckiej, z której rozciąga się kolejna piękna panorama miasta oraz całego zespołu uczelnianego. Obok znajduje się barokowy kościół pojezuicki, który skrywa piękne, wiekowe globusy. Konkurs na najpiękniejszy zakątek wygrywa jednak dziedziniec obserwatorium astronomicznego. Osiemnastowieczny budynek zdobi ciekawa dekoracja złożona z płaskorzeźbionych znaków zodiaku, pomiędzy którymi znajduje się łaciński cytat zakończony Wergiliuszowskim „Hinc itur ad astra" – „Stąd kroczy się ku gwiazdom". Obserwatorium także można zwiedzić, choć jedynie z wcześniej umówionym przewodnikiem w grupie.

Młodsze, międzywojenne obserwatorium znajduje się w zachodniej części miasta. Położone obok innych budynków uczelnianych, na wzgórzu nad Wilią, w okolicy do dziś tętniącej życiem studenckim. Kopuła obserwatorium, funkcjonującego w ramach Wydziału Fizyki, przypomina to, znane mi z Piwnic pod Toruniem. Skojarzenie nie jest przypadkowe.

Toruńska uczelnia pielęgnuje do dziś tradycje wileńskie i uznaje się za pełnoprawnego spadkobiercę Uniwersytetu Stefana Batorego. W Muzeum Uniwersyteckim można zobaczyć niektóre pamiątki po wileńskiej Alma Mater, a astronomowie znad Wilii byli jednymi z twórców obserwatorium w Piwnicach. Przywieźli oni ze sobą wiedzę, doświadczenie, pasję, ale także wspomnienia międzywojennej uczelni. Właśnie z tej przyczyny główny budynek Katedry Astronomii i Astrofizyki ma dekorację w znaki zodiaku, bardzo podobną do tej w Wilnie. Jest też łaciński cytat, tyle że z „De Revolutionibus" Mikołaja Kopernika, wszak rodowitego torunianina.

Historia Wilna i lokalnej uczelni fascynuje nie tylko złożonością i wspólnymi polsko-litewskimi wątkami. Zaskakująca liczba prestiżowych szkół wyższych mających swoje korzenie właśnie w tym miejscu skłania do refleksji nad dziejami nauki w tej części Europy, mającej chwile wzniosłe, ale i tragiczne, rozwijającej się, ale i poddawanej naciskom ideologów i polityków. Cieszy, że znaczącą rolę po tej chwalebnej stronie historii odegrała astronomia.

Wieńczysław Bykowski

Pod patronatem POLSA

Sieradz miastem kosmicznym

VIII Sieradzka Konferencja Kosmiczna

Sieradz nie jest dużym miastem, liczy nieco ponad 40 tysięcy mieszkańców. Ma jednak związki z kosmosem, szczególnie za sprawą Arego Szternfelda — pioniera kosmonautyki, który tutaj się urodził. Muzeum Okręgowe w Sieradzu stara się kontynuować kosmiczne tradycje i już po raz ósmy zorganizowało Sieradzką Konferencję Kosmiczną, która odbyła się 4-5 października 2017 r.

Tegoroczna konferencja w Sieradzu była wyjątkowa z powodu rozpoczęcia obrad dokładnie w 60 rocznicę startu pierwszego sztucznego satelity Ziemi — Sputnika 1, a tym samym umownego rozpoczęcia ery kosmicznej. Wyjątkowość tej konferencji to nałożenie się kolejnych rocznic, czyli 80 rocznicy wydania pracy sieradzanina Arego Szternfelda pt. „Wstęp do kosmonautyki", 80 rocznicy powstania Muzeum Okręgowego w Sieradzu oraz 40 rocznicy rozpoczęcia pracy przez Centrum Badań Kosmicznych PAN.

Należy podkreślić fakt, że VIII Sieradzka Konferencja Kosmiczna miała miejsce w czasie Światowego Tygodnia Przestrzeni Kosmicznej (*World Space Week*), ustanowionego przez ONZ w grudniu 1999 r. i była jednym z największych wydarzeń kosmicznych w Polsce w tym czasie. Pozostałe to World Space Week Wrocław 2017 (7–8.10), Akademia — Pośród Galaktyki Spojrzeń cz.3, Koło (05.10), 7th Polish-Wide Conference of Contributors & Sympathizers in ARISS, Ostrów Wielkopolski (13–14.10), World Space Day 2017 Gdańsk (14.10).

Pierwszy dzień obrad konferencji, pod hasłem „Kosmos — wyzwaniem dla młodych", skierowany do sieradzkich maturzystów i studentów z regionu łódzkiego odbył się w „sali kosmicznej" Muzeum Okręgowego w Sieradzu. Można było dowiedzieć się, w jaki sposób Agencja Rozwoju Przemysłu wspomaga program przygotowania kadr dla polskiego przemysłu kosmicznego i tworzenia projektów związanych z kosmosem. Prezentowały się też instytucje i prywatne firmy zajmujące się wytwarzaniem materiałów i urządzeń do badań kosmosu, takie jak Centrum Technologii Kosmicznych z Instytutu Lotnictwa, Geosystems Polska Sp. z o.o., Hertz Systems Ltd. oraz CreoTech Instruments S.A. Z kolei *Urania* zaprezentowała założenia nowego portalu i równocześnie aplikacji mobilnej na komórkę — AstroGPS.pl. Projekt ten ma gromadzić w jednym miejscu informacje o wszystkich wydarzeniach związanych z kosmosem, które odbywają się w Polsce. Wystąpienie spotkało się ze sporym zainteresowaniem.

Fot. K. Czart

W Państwowej Szkole Muzycznej I stopnia w Sieradzu odbył się „Koncert Kosmiczny" towarzyszący konferencji

Po przerwie kawowej Przemysław Rudź, przedstawiciel Departamentu Edukacji Polskiej Agencji Kosmicznej, zwrócił uwagę na konieczność nauczania astronomii i problematyki kosmicznej już w szkole podstawowej oraz poinformował o rozmowach prowadzonych w tej materii z Ministerstwem Edukacji Narodowej. Kolejny prelegent, Robert Lubański, prezes Mars Society Polska, przedstawił historię udziału zespołów studenckich z polskich uczelni w międzynarodowym konkursie University Rover Challenge organizowanym od 10 lat w USA. Studenci z Politechniki Częstochowskiej i Politechniki Łódzkiej opowiedzieli o swoich łazikach, które brały udział w tych zawodach. Same łaziki („Raptors" i „PCz Rover Team") były prezentowane na dziedzińcu muzeum, a następnie na Starym Rynku.

Pierwszy dzień konferencji zakończył wieczorny, godzinny Koncert Kosmiczny, który został przygotowany

przez sieradzką Państwową Szkołę Muzyczną I stopnia. W czasie jego trwania odbyło się m.in. sieradzkie prawykonanie kosmicznej piosenki „14 minut do startu".

Drugi dzień konferencji odbywał się pod hasłem „60-lecie ery kosmicznej — kierunek Mars" i był skierowany głównie do uczniów ostatnich klas wygaszanych gimnazjów i tegorocznych (2017/2018) maturzystów szkół ponadgimnazjalnych. Obrady toczyły się w Sali Teatru Miejskiego w Sieradzu. Polscy i francuscy pracownicy naukowi Centrum Badań Kosmicznych PAN z Zespołu Dynamiki Układu Słonecznego i Planetologii przedstawili najnowsze wyniki badań Marsa, które zmieniają naszą wiedzę o tej planecie. Prof. Włodek Kofman (CBK PAN oraz Instytut Planetologii i Astrofizyki w Grenoble, CNRS) opowiedział o obserwacjach lodu wodnego i suchego lodu, czyli zamrożonego dwutlenku węgla prowadzonymi przez radary sond Mars Express (ESA) i Mars Reconnaissance Orbiter (NASA) oraz m.in. o sezonowych zmianach wielkości czap lodowych na biegunach czerwonej planety. Prof. Daniel Mège w wystąpieniu w języku angielskim, przygotowanym wspólnie z dr Joanną Gurgurewicz opowiedział o tym, jakie procesy geologiczne mogą stać za występowaniem metanu w atmosferze Marsa. Dr Paweł Wajer opowiadał o odkryciu Marsa i badaniu go przez astronomów poprzez wieki aż po współczesne misje marsjańskie i udziale CBK PAN w tych misjach. Natomiast dr Natalia Zalewska (CBK PAN, Instytut Lotnictwa) opowiedziała o swoim udziale w misjach marsjańskich w analogu bazy marsjańskiej Mars Desert Research Station (MDRS) w Utah (USA) w roku 2005 i w 2017 w ramach misji EXO17. Ostatni wystąpił dr Krzysztof Ziołkowski (CBK PAN), autor książki „Poza Ziemię… Historia lotów międzyplanetarnych", wieloletni redaktor naczelny *Uranii* (1983–1997), który przedstawił referat pt. „Sześćdziesięciolecie szturmu nie tylko na Marsa". Z kolei prof. dr hab. inż. Cezary Specht, Dyrektor Departamentu Edukacji Polskiej Agencji Kosmicznej, przedstawił projekt ogólnopolskiego programu edukacji kosmicznej przygotowywanego przez Agencję.

Fot. K. Czart

Prezentacja łazika marsjańskiego

Na zakończenie przedstawiono wyniki dwóch konkursów: Ogólnopolskiego Konkursu Wiedzy Kosmicznej dla uczniów gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych oraz konkursu plastycznego. Konkursy towarzyszą konferencji od niemal początku, gdyż od II Sieradzkiej Konferencji Kosmicznej i zawsze są związane z aktualnym tematem konferencji. W tym roku w kategorii Junior wygrał Adam Garbarczyk ze Szkoły Podstawowej nr 4 z oddziałami gimnazjalnymi w Sieradzu, a w kategorii Student laureatem miejsca pierwszego został Daniel Bielech z Zespołu Szkół Elektronicznych i Samochodowych w Zielonej Górze.

Konferencji towarzyszyły imprezy przeznaczone dla mieszkańców Sieradza. Wśród nich należy wymienić dwudniowy pokaz nieba w mobilnym planetarium „Astroarena" z Kalisza dla dwudziestu 25-osobowych grup uczniów szkół podstawowych i wygaszanych gimnazjów Sieradza (500 osób); prezentację i sprzedaż książek: Krzysztofa Ziółkowskiego „Poza Ziemię… Historia lotów międzyplanetarnych", Andrzeja Branickiego „W stronę nieba. Interaktywna szkoła astronomii", Władysława Geislera „Ary Szternfeld pionier kosmonautyki"; „Arego Szternfelda dialog serdeczny z Miastem" oraz wydawnictw redakcji *Uranii*; cztery wykłady pracowników Polskiej Agencji Kosmicznej w czterech szko-

Fot. Muzeum Okręgowe w Sieradzu/K. Czart

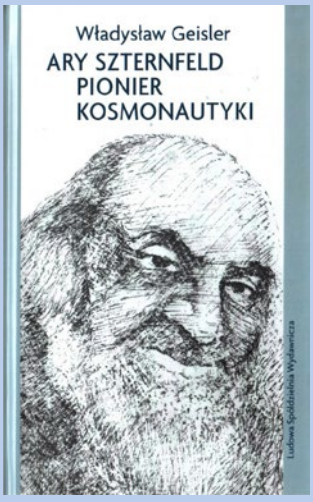
„Z Sieradza do gwiazd. Od idei szternfeldowskich do osiągnięć współczesnej kosmonautyki" to tytuł stałej wystawy prezentowanej w Muzeum Okręgowym w Sieradzu. Przedstawia ona postać Arego Szternfelda oraz prezentuje pamiątki z lotu gen. Mirosława Hermaszewskiego w kosmos. Atrakcją wystawy jest m.in. kapsuła statku kosmicznego Sojusz-30, w której lądował Hermaszewski. Strona internetowa muzeum ma adres http://muzeum-sieradz.com.pl.

łach ponadgimnazjalnych Sieradza, w pierwszym i drugim dniu Konferencji; pokazy łazików marsjańskich skonstruowanych przez zespoły studenckie z Politechnik: Częstochowskiej (*PCz Rover Team*) i Łódzkiej (*Raptors*), które odbywały się na dziedzińcu Muzeum Okręgowego w Sieradzu i na Starym Rynku (dzień pierwszy) i w holu Teatru Miejskiego oraz placu przed teatrem. W pokazach uczestniczyli uczniowie szkół ponadgimnazjalnych, zamierzający studiować na tych uczelniach. Dwie klasy (60 osób) przybyły specjalnie tylko na spotkanie z łazikami.

Podsumowując konferencję w liczbach, można powiedzieć, że dotarła ona do sporej liczby mieszkańców Sieradza. W pierwszym dniu konferencji na sali w muzeum było 150 osób, natomiast w dniu drugim w teatrze było aż 300 osób plus 60 osób na pokazie łazików. Dodatkowo 500 osób obejrzało pokazy nieba.

W Sieradzu stawiła się znaczna część kierownictwa „polskiego kosmosu", gdyż przybyli m.in. Wiceprezes Polskiej Agencji Kosmicznej prof. dr hab. Marek Moszyński wraz z dyrektorem Departamentu Edukacji PAK prof. dr. hab. Cezarym Spechtem; kierownictwo Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych Polskiej Akademii Nauk z przewodniczącym prof. dr. hab. inż. Piotrem Wolańskim i wiceprzewodniczącym dr. Witoldem Fedorowiczem-Jackowskim; pracownicy Centrum Badań Kosmicznych PAN na czele z wieloletnim dyrektorem CBK PAN i pierwszym prezesem Polskiej Agencji Kosmicznej prof. dr. hab. Markiem Banaszkiewiczem, przedstawiciele różnych polskich firm i instytucji naukowych zajmujących się kosmosem i reprezentanci młodego pokolenia ze studenckich zespołów konstruujących łaziki marsjańskie.

Paweł Grochowalski
Krzysztof Czart



Z biografią Arego Szternfelda można zapoznać się w książce pt. „Arty Szternfeld — pionier kosmonautyki", autorstwa Władysława Geislera, której drugie wydanie ukazało się w 2016 r. nakładem Ludowej Spółdzielni Wydawniczej.

Fot.: Powiat Sieradzki

Rozmowa z Jerzym Kowalskim — dyrektorem Muzeum Okręgowego w Sieradzu, które organizuje Sieradzką Konferencją Kosmiczną

Jaka jest idea Sieradzkiej Konferencji Kosmicznej?

Idea wiąże się z działalnością, osiągnięciami, ideami Arego Szternfelda, sieradzanina, który stwierdził, że nie w wielkich miastach, ale małych, spokojnych, cichych miejscowościach można tworzyć wspaniałe ośrodki badawcze — związane z kosmonautyką, bo tym się zajmował. I można nawet dosięgać gwiazd. On sam pokazał, że taki zwykły chłopak z Sieradza, jeżeli od małego ma jakąś ideę, to potrafi tak walczyć o nią, że w końcu osiągnie ją, potrafi zrealizować i może się potem cieszyć urzeczywistnianiem tej idei. Twierdził, iż jest to największe szczęście człowieka. Takie przesłanie chcemy pokazać. Mamy zresztą tutaj też inne postaci, lotnika Stanisława Skarżyńskiego, malarza Tytusa Maleszewskiego i fryzjera Antoniego Cierplikowskiego, którzy podobnie startowali z Sieradza i osiągnęli światowe wyżyny. Chcemy pokazać młodym ludziom, że to jest możliwe nawet z takiego małego Sieradza.

Czy są szanse na astrobazy w Sieradzu i województwie łódzkim?

Na razie nie udało nam się tego przeprowadzić, z powodu reorganizacji szkół. Kuratorium było bardzo zajęte w związku z likwidacją gimnazjów i nową strukturą organizacyjną szkolnictwa podstawowego i gimnazjalnego. Natomiast podtrzymujemy zamiar, by w przyszłym roku spotkali się samorządowcy województwa z dyrekcjami szkół województwa i żeby szczegółowo omówić pilotażowe programy budowy astrobaz i uteleskopowienia kraju proponowane przez Polską Agencję Kosmiczną. Możemy być pilotażowym województwem, gdy agencja zacznie realizować swój pomysł. Wzorem jest województwo kujawsko-pomorskie, w którym jest 14 astrobaz. Jednak w przeciwieństwie do kujawsko-pomorskiego projektu, Urząd Marszałkowski nie może teraz samodzielnie go prowadzić, gdyż takie są nowe regulacje w kolejnym rozdaniu funduszy unijnych do roku 2020. Musi się skrzyknąć pierwszy stopień samorządów. W poprzedniej kadencji udało nam się zawiązać komitet organizacyjny budowy takich astrobaz. Chętnych było pięć samorządów: Sieradz, Wieluń, Wieluszów, Osjaków i Konopnica. Niestety po wyborach nowe władze zrezygnowały z tego pomysłu. Jeśli jednak Polska Agencja Kosmiczna znalazłaby zapowiadane fundusze, to natychmiast bylibyśmy chętni.

Jakie są kosmiczne tradycje Sieradza?

Sieradz ma od czasów sprzed wojny bodajże siedmiu honorowych obywateli miasta. W tym trzech jest związanych z kosmosem. Jest to Ary Szternfeld, który dostał tytuł honorowego obywatela w 1963 r. Aby się odwdzięczyć, spowodował, że do Sieradza przyjechał Bykowski, a do Łodzi Walentyna Tierieszkowa. Oba miasta uważał za swoje rodzinne, bowiem rodzina Szternfeldów w czasie pierwszej wojny światowej przeprowadziła się z Sieradza do Łodzi. Ówczesne władze Sieradza nadały też taki tytuł Bykowskiemu. Trzecim honorowym obywatelem jest gen. Mirosław Hermaszewski. Żadne miasto nie ma takiego procentu honorowych obywateli z kosmosem związanych. To w jakiś sposób wpływa na obywateli i na miasto. Regionalna Izba Gospodarcza w czerwcu zwróciła się do nas z chęcią włączenia się w inicjatywy kosmiczne. Między innymi być może ufundują rzeźbę pomnikową Szternfelda obok jego domu rodzinnego koło rynku. Myślę, że do 10. konferencji uda się to zrealizować.

Astropalooza i astronomia w Szkole Orląt w Dęblinie

Co może mieć wspólnego latanie na samolotach wojskowych i astronomia? Okazuje się, że wśród studentów lotnictwa na uczelni wojskowej jest całkiem spore grono osób interesujących się kosmosem. 21 października 2017 r. w Dęblinie odbył się zlot miłośników astronomii i Astrofazy. Obecna była też *Urania*. Nazwa imprezy — Astropalooza — nawiązuje do slangowego określenia „palooza" oznaczającego zgromadzenie lub imprezę o fajnej atmosferze, otwartej dla wszystkich, poświęconej określonej tematyce. Wyrażenie to jest czasem wykorzystywane przez NASA. Organizatorem Astropaloozy było Astronomiczne Koło Naukowe Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie. Uczestnikami zlotu byli studenci oraz osoby z zewnątrz, w tym sporo młodzieży, razem prawie 100 osób. W programie była prelekcja o nowym systemie AstroGPS.pl oraz bardzo ciekawy wykład o lotnictwie w wykonaniu pilota myśliwców kpt. Witolda Sokoła. Była też okazja zobaczyć odcinek „Astronarium" o kosmonautyce oraz film „Czarne dziury — władcy czasu i przestrzeni" stworzony przez Astrofazę. Uczestnicy mieli również szansę obejrzeć seans w przenośnym planetarium oraz zwiedzić zaplecze dydaktyczne uczelni — miejsce szkoleń pilotów i kontrolerów lotniczych. Niektórym uczestnikom udało się nawet polatać na symulatorze Iskry czy przetestować na własnej osobie mechanizm katapultowania z myśliwca (w specjalnej sali treningowej).

Krzysztof Czart

Orlęta chcą przestrzeni kosmicznej!

Grzegorz Marzec
pomysłodawca, założyciel i prezes Naukowego Koła Astronomicznego Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie

Wasze koło istnieje od niedawna. Jaka idea stoi za jego powstaniem?

Działa dokładnie od 19 stycznia 2017 r., czyli nie ma jeszcze roku. Ideą jest obserwowanie gwiazd, obiektów astronomicznych, poszukiwanie różnych ciekawych rzeczy w dalekim i bliskim kosmosie, no i przede wszystkim rozwijania astronautyki i astronomii tutaj w Polsce. Zaczynamy w kolebce lotnictwa polskiego, w Dęblinie, i będziemy mogli zdziałać też coś dla reszty kraju.

Jakie są związki uczelni z kosmonautyką?

Przede wszystkim jest u nas kierunek lotnictwo i kosmonautyka, który od samego początku cieszy się ogromnym zainteresowaniem. Główną specjalnością na tym kierunku jest pilotaż. Ale z racji tego, że nazywa się „lotnictwo i kosmonautyka", to już dawno pomyśleliśmy, że najwyższa pora wprowadzić troszkę tej kosmonautyki tutaj do nas na uczelnię. Tym bardziej że jako uczelnia wojskowa mamy możliwości oraz dostęp do kontaktów i jak najbardziej możemy reprezentować ten dział inżynierii w Polsce. Zwiększanie związków z kosmosem postanowiliśmy zacząć małymi krokami od zakupu pierwszego teleskopu dla uczelni, dla wyposażenia koła. A teraz realizują się już bardziej poważne projekty typu prace inżynierskie związane z wykorzystaniem teleskopu czy współpraca z instytucjami astronomicznymi i astronautycznymi w Polsce.

Zorganizowaliście zlot miłośników astronomii. Proszę coś więcej o tym powiedzieć.

Udało nam się ustalić, iż szkoła w Dęblinie znajduje się w tym miejscu, ponieważ jest tutaj najmniejsza ilość zachmurzonych dni w roku. To oznacza, że są tutaj całkiem niezłe warunki do obserwacji astronomicznych. Na dodatek mamy bazę dydaktyczną na naszej uczelni, a Dęblin to w sumie środek Polski, więc wspólnie z Piotrem Koskiem z Astrofazy stwierdziliśmy, że to dobre miejsce dla zlotu fanów jego kanału youtubowego, połączonego oczywiście ze zlotem miłośników astronomii. Po jakimś czasie pracy zaowocowało to zlotem Astropalooza. Mamy plan, żeby zlot był organizowany cyklicznie co roku.

Jakie jeszcze inicjatywy jako koło szykujecie?

Takim naszym jednym z dalekosiężnych planów jest odkrycie jakiegoś nieznanego bądź niepotwierdzonego obiektu astronomicznego. Na przykład moja praca inżynierska jest na temat właśnie poszukiwania egzoplanet z pomocą metody tranzytów, poprzez badanie spadków jasności gwiazd w warunkach półamatorskich. Dlatego półamatorskich, bowiem wszystko, co wykonałem i sprzęt, jaki zgromadziłem oraz informacje do napisania tej pracy, są dostępne dla amatorów, natomiast nie da się ukryć, że ja jestem częścią koła naukowego oraz studentem Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie, co daje pewne ułatwienia — dlatego mówię, że jest to półamatorsko. Sądzę, że grono osób, które amatorsko zajmują się tymi zagadnieniami w Polsce, ma duże szanse na odkrycie planety pozasłonecznej.

Ju-Fu Lu (1947–2017)

2 listopada 2017 r. po długiej chorobie zmarł Ju-Fu Lu, profesor i wieloletni dziekan Wydziału Fizyki na Uniwersytecie Xiamen w Chinach. Wychował kilka pokoleń chińskich astrofizyków.

Był moim pierwszym doktorantem. Ponad 30 lat temu przyjechał do Oksfordu, gdzie pracowałem jako Senior Visiting Fellow w grupie profesora Dennisa Sciamy, słynnego brytyjskiego kosmologa, którego uczniami byli (między innymi) George Ellis, Martin Rees, Brandon Carter, Stephen Hawking, David Deutch… Profesor Ju-Fu Lu należy do elitarnej, bo ledwie kilkusetosobowej, pierwszej grupy studentów wysłanych na zagraniczne studia zaraz po politycznej odwilży w Chinach w latach 80. Początkowo na Zachód przyjeżdżało bardzo niewielu chińskich studentów, gdyż ekscesy rewolucji kulturalnej pogrążyły kraj w chaosie i przerwały ciągłość uniwersyteckiej edukacji. Tylko nieliczni młodzi Chińczycy, jak właśnie Ju-Fu Lu, zdobyli wtedy, dzięki heroicznemu samokształceniu, podstawy angielskiego i fizyki w stopniu wystarczającym dla podjęcia studiów doktoranckich. Nie było to bezpieczne. Studenci przyłapani na zabronionej wtedy nauce angielskiego wysyłani byli do karnych obozów pracy. W takim obozie Ju-Fu Lu budował linię kolejową niedaleko Pekinu.

Jako student Oksfordu, Ju-Fu mieszkał i stołował się w naszym dużym domu przy St. John Street 2, zaprzyjaźnił się z naszymi dziećmi i innymi domownikami, to znaczy kilku studentami oksfordzkiej fizyki i teologii, których całkiem prywatnie, ad maiorem Dei gloriam, moja żona i ja wspieraliśmy. Ju-Fu był traktowany przez nas jak członek rodziny i tak to zostało.

W niespełna 10 lat od tych skromnych początków, obyci w świecie i doskonale wykształceni chińscy studenci pojawili się masowo na wszystkich liczących się uniwersytetach Ameryki i Zachodniej Europy. Spotykałem ich na każdej uczelni, w której pracowałem po opuszczeniu Oksfordu; najpierw w SISSA i ICTP w Trieście, dokąd Dennis Sciama przeniósł się z całą oksfordzką grupą, potem w słynnej kopenhaskiej Nordicie, a wreszcie na Chalmers i Uniwersytecie w Göteborgu, gdzie byłem profesorem przez dwadzieścia lat.

Większość moich studentów wróciła na chińskie uniwersytety, niektórzy zostali profesorami i wykształcili następne pokolenia astrofizyków. Moi niechińscy doktoranci, na przykład Omer Blaes, Piero Madau, Antonio Lanza, Gabriele Ghisellini i inni, także wykształcili chińskich studentów, a ci następnych, przez co moja chińska rodzina naukowa urosła do dość sporej grupy. Kiedy pierwszy raz odwiedziłem Chiny, profesor Ju-Fu Lu zorganizował

w Pekinie nasz zjazd rodzinny, na który przybyło prawie dwudziestu moich chińskich synów, wnuków i prawnuków. Odwiedzałem go kilkakrotnie w Pekinie i Xiamen, zabierając ze sobą dużą grupę moich szwedzkich, polskich, czeskich studentów i współpracowników.

Lu-Fu Lu będzie pamiętany jako dobry, charyzmatyczny profesor, który stworzył w Xiamen znaczący ośrodek relatywistycznej astrofizyki, a także jako gentleman i dobry człowiek, na którego życzliwości i przyjaźni można było polegać.

Marek Abramowicz

PREZENTY DLA **MŁODYCH ODKRYWCÓW!**

TELESKOP
Sky-Watcher BK1149EQ2

Jeden z najpopularniejszych teleskopów na montażu paralaktycznym w swojej klasie cenowej. Sprawdzi się podczas obserwacji Układu Słonecznego a także wielu obiektów mgławicowych. Zobaczysz nim m.in. kratery na Księżycu oraz pierścienie Saturna.

MIKROSKOP
Delta Optical BioLight 300 z kamerą 2 MP

- szklana optyka zapewnia jasny i ostry obraz
- solidny, metalowy korpus gwarantuje wieloletnią niezawodność
- współosiowa śruba mikro i makrometryczna
- podwójny system oświetlenia
- duży zakres powiększeń: od 40x do 400x
- możliwość zasilania z baterii AA lub z sieci
- w komplecie zestaw preparatów i narzędzi preparacyjnych oraz **kamera o rozdzielczości 2MP do zapisu zdjęć i ujęć wideo**

TELESKOP
Sky-Watcher Virtuoso

Sky-Watcher Virtuoso to skomputeryzowana głowica foto-video, nowatorski montaż astronomiczny oraz teleskop w systemie Maksutowa w jednym. Zaprojektowany nie tylko do obserwacji astronomicznych. Stworzony także do niezapomnianych ujęć time-lapse, panoram i płynnych ujęć video. Średnica: 90 mm, ogniskowa: 1250x, powiększenia przy wyposażeniu standardowym: 50x i 125x.

Możliwe jest także kupienie osobno głowicy montażu w cenie 599 zł.

LORNETKA
Delta Optical Discovery 10x50

Discovery to lekkie lornetki o wytrzymałej konstrukcji. Powłoki antyodblaskowe oraz wysokiej jakości pryzmaty BaK4 zapewniają ostry i jasny obraz. Lornetki posiada centralną regulację ostrości wraz z regulacją dioptryczną na prawym okularze.

MIKROSKOP
Delta Optical BioLight 200

Mikroskop biologiczny Biolight 200 ze szklaną optyką, zakresem powiększeń 40x-400x, solidnym, metalowym statywem oraz stolikiem mechanicznym. Oświetlenie LED: górne (światło odbite) i dolne (światło przechodzące przechodzącym). Mikroskop wyposażono we współosiowe śruby mikro i makro oraz koło filtrowe. W komplecie znajduje się zestaw narzędzi i szkiełek do wykonywania preparatów.

DELTA® optical

10% rabatu od podanych cen na hasło* „Urania2017”

*Promocja obowiązuje do 31.01.2018 r.

Infolinia: 801.011.337 lub 25 786.05.20

www.deltaoptical.pl * facebook.com/Delta.Optical.Polska

Październikowe bolidy

Raz na jakiś czas niebo jest rozświetlane przez bardzo jasne zjawiska meteorowe. Czasu ani miejsca zaobserwowania pojedynczego meteoru nie da się przewidzieć, można natomiast wyznaczyć okresy wzmożonej aktywności docierających do Ziemi strumieni meteoroidowych, które odpowiadają za cykliczne maksima aktywności rojów meteorowych. W takich strumieniach znajdują się też większe obiekty o rozmiarze około kilku, kilkunastu centymetrów i masie kilkudziesięciu gramów, generujące w atmosferze zjawiska bolidowe, czyli bardzo jasne meteory przekraczające swym blaskiem –4,0 mag. Czasem zdarza się, że na wystąpienie jasnego zjawiska i odpowiednie warunki pogodowe pozwalające zaobserwować obiekt czeka się latami. Zdarzają się też dni, w których niebo rozświetlają potężne zjawiska dzień po dniu. Październik 2017 r. zdecydowanie był tym obfitym w niezwykłe zjawiska meteorowe czasem.

Źródło: sciencythoughts.blogspot.com.png

4 października — bolid nad Chinami

4 października 2017 r. o godzinie 12:07 UT (czasu uniwersalnego) w ziemską atmosferę wtargnęła mała asteroida. Obiekt był obserwowany z południowej części Chin nad miejscowością Yunnan. Zjawisko zostało udokumentowane przy pomocy kamer samochodowych i telefonów. Spadający obiekt dał tyle światła, że obrazy zarejestrowane na urządzeniach, które nie były przystosowane do nagrywania nocnego nieba, wyglądają jak w dzień. Fakt ten świadczy o naprawdę dużej jasności bolidu.

Ciało o rozmiarach kilku metrów wtargnęło w atmosferę z prędkością 15 km/s. Największą jasność osiągnęło na wysokości 37 km. Energia wytworzona przez eksplozję asteroidy w atmosferze odpowiadała energii wybuchu około 540 ton trotylu. Ostatni raz tak potężne zjawisko w Chinach miało miejsce 15 października 2000 r.

6 października — bolid nad Niemcami

Wieczorem, 6 października wielu naocznych świadków donosiło o jasnym zjawisku zaobserwowanym o godzinie 20:19 UT (22:19 czasu lokalnego) nad zachodnią Polską.

Według opisów przesłanych przez obserwatorów zjawisko trwało około 8–10 s, a w trakcie lotu były widoczne liczne fragmentacje. Początkowo bolid świecił białym blaskiem z lekkim dodatkiem zieleni, a na końcu zmienił kolor na pomarańczowy. Barwa meteoru zależy od składu chemicznego meteoroidu. W tym przypadku zieleń świadczy o zawartości magnezu, pomarańczowy sodu a biały żelaza lub wapna.

Na stronie International Meteor Organization można znaleźć mnóstwo doniesień o zjawisku od obserwatorów z Niemiec. Na podstawie licznych raportów została wyznaczona trajektoria meteoroidu. Warto mieć na uwadze, że nie jest to precyzyjny wynik, gdyż pochodzi tylko z tego co opisali ludzie (obserwacje często z dużych miast i brak punktów zaczepienia w postaci gwiazd obarczone są dużą niepewnością). Początek zjawiska miał miejsce na wschód od Berlina, w okolicy miejscowości Fredersdorf-Vogelsdorf. Obiekt przemieszczał się w kierunku północno-wschodnim i przestał świecić blisko granicy polsko-niemieckiej, na południe od miejscowości Hintersee. Jasność zjawiska podawana w raportach waha się między –8 a –13 mag.

Źródło: PFN52/Marcin Stolarz

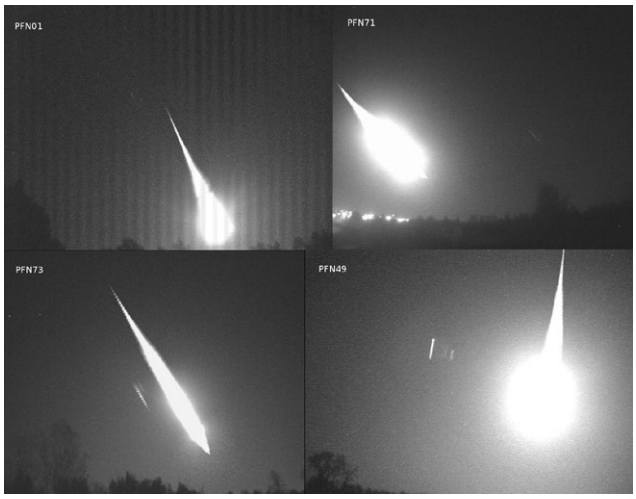
Niestety z powodu słabej pogody przelot meteoru został złapany tylko przez jedną stację bolidową — PFN52 Sielc. Krzywa blasku i czas trwania zjawiska wskazują na możliwość spadku meteorytów u naszych zachodnich sąsiadów!

16 października — bolid nad Polską

W nocy z 16 na 17 października 2017 r., o godzinie 21:46 UT (23:46 czasu lokalnego), niebo nad południowo-wschodnią Polską rozświetlił bardzo jasny meteor. Jego jasność była większa od jasności Księżyca w pełni. Wstępne analizy mówią o blasku na poziomie –15 mag.

Zjawisko zostało zaobserwowane aż przez dziewięć stacji Polskiej Sieci Bolidowej. Mimo późnej godziny wystąpienia zjawiska otrzymaliśmy dużo zgłoszeń od ludzi, którzy mieli okazję obserwować bolid wizualnie, a nawet udało im się sfotografować przelot. Zebrane dane posłużyły do wyznaczenia trajektorii meteoroidu oraz orbity. Jedna ze stacji PFN udokumentowała również widmo bolidu, które posłuży do wyznaczenia składu chemicznego meteoroidu.

Ze wstępnej analizy wynika, że zjawisko trwało niespełna 3 s. Rozpoczęło się na wysokości 104,1 km, a skończyło



Bolid z kamer PFN01, PFN49, PFN71 i PFN73

na 33,8 km. Obserwowana prędkość początkowa to 40,6 km/s, a końcowa 15 km/s. Bolid zdawał się wybiegać z obszaru znajdującego się nad konstelacją Wielkiej Niedźwiedzicy. Prawdopodobnie należy on do roju Lambda Draconidów.

Meteor pozostawił po sobie jasny ślad, który rozwiewał się przez kilkadziesiąt minut. W drugiej fazie lotu doszło do fragmentacji na 3–4 kawałki. Prędkość końcowa meteoru jest spora, więc szansa, że mamy do czynienia ze spadkiem meteorytu, jest znikoma.

Bolid z nocy 16/17 października 2017 r. to najjaśniejsze zjawisko zaobserwowane nad Polską od czasu nocy bolidów

Źródło: facebook

Bolid uchwycony na zdjęciu w okolicach Jastrzębia Zdroju

związanych z rojem Taurydów Południowych, która miała miejsce 31 października 2015 r. i podczas której PFN zaobserwował dwa ekstremalnie jasne bolidy.

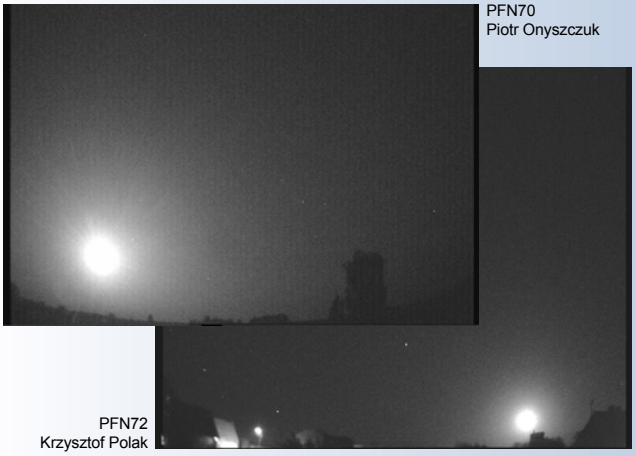
17 października — bolid nad Węgrami

Następnej nocy o godzinie 21:23 UT niebo nad Polską rozświetliło się po raz kolejny. Tym razem przelot bolidu nie miał miejsca w Polsce, a dużo dalej bo nad granicą węgiersko-ukraińską. Mimo to zjawisko zostało zarejestrowane przez kilka kamer PFN. Pojawiło się też dużo detekcji, na których nie widać bezpośrednio meteoru, a tylko wyraźne pojaśnienie nieba.

Według pierwszej analizy przeprowadzonej na podstawie detekcji ze stacji PFN72 i PFN73 wynika, że bolid mógł należeć do roju Północnych Taurydów. Lot ciała w ziemskiej w atmosferze trwał zaledwie 2 s, a prędkość początkowa zjawiska wyniosła 27 km/s. Meteor zaczął świecić na wysokości 98 km, a zakończył lot na 63 kilometrach. Wysokość końcowa i krótki czas przelotu wykluczają możliwość spadku meteorytu.

Bolid zarejestrowany przez kamerę AllSky w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Pedagogicznego na Suhorze

Przelot meteoroidu przypominał ten, który mieliśmy wcześniejszej nocy. W pierwszej fazie lotu powstał potężny ślad, a w drugiej doszło do rozpadu na mniejsze kawałki. Stacja all-sky w obserwatorium w Suhorze zarejestrowała bolid, a także rozwiewający się ślad, który jest widoczny na zdjęciach przez prawie godzinę.



PFN70
Piotr Onyszczuk

PFN72
Krzysztof Polak

Bolidy z 16 i 17 października mogły mieć związek z planetoidami przelatującymi w tym czasie niedaleko Ziemi.

Maciej Myszkiewicz, Zbigniew Tymiński

Komety widoczne z Polski w 2018 r.

W oczekiwaniu na historyczny powrót komety 46P/Wirtanen

C/2017 O1 (ASASSN)

Na początku nowego roku wciąż będzie można zobaczyć kometę C/2017 O1 (ASASSN), która przeszła przez peryhelium 14 października 2017 r. w odległości 1,5 au od Słońca. Pierwsze obserwacje z terenów Polski wykonywano już niespełna miesiąc po jej odkryciu — w sierpniu 2017 r. Do tej pory członkowie Sekcji Obserwatorów Komet PTMA złożyli kilkanaście raportów z obserwacji tego obiektu, wyznaczając największą jasność ok. 8 mag w połowie października, kiedy kometa znajdowała się najbliżej Słońca i w odległości ok. 0,7 au od Ziemi. Mimo że ostatecznie jej jasność była niższa od przewidywań, w styczniu wciąż możemy ją zobaczyć, choć jako znacznie słabszy obiekt o 11 wielkości gwiazdowej. Będzie za to widoczna przez całą noc w okolicach Gwiazdy Polarnej, a następnie w gwiazdozbiorze Żyrafy. 7 stycznia znajdzie się w odległości kilku minut kątowych od centrum gromady otwartej NGC 188, oznaczonej w katalogu Caldwella numerem 1.

C/2017 T1 (Heinze)

Na przełomie lat 2017 i 2018 szybko jaśnieć będzie kometa C/2017 T1 (Heinze). Jest to obiekt długookresowy, pochodzący najprawdopodobniej z Obłoku Oorta, poruszający się po bardzo ekscentrycznej (wydłużonej) orbicie. Pod koniec grudnia może osiągnąć ok. 9 mag, a 6 stycznia zbliży się na odległość ok. 1° do jasnej galaktyki C5. Po 4 dniach minie w odległości ok. pół stopnia gromadę otwartą NGC 7790. Jej ruch kątowy na niebie będzie bardzo szybki ze względu na położenie blisko Ziemi. Mimo że przez peryhelium przejdzie dopiero 21 lutego, osiągnięcia największej jasności możemy się spodziewać w pierwszych dwóch tygodniach stycznia, kiedy zbliży się do naszej planety na 0,22 au. Może wtedy osiągnąć blisko 8 mag, stając się prawdopodobnie najjaśniejszą kometą pierwszej połowy roku, a do tego stosunkowo dużą kątowo. W lutym będzie wschodzić coraz niżej, dlatego w okolicach peryhelium jej dostrzeżenie może sprawiać najwięcej trudności — będzie widoczna jedynie na krótko po zachodzie Słońca lub przed jego wschodem.

C/2017 S3 (PanSTARRS)

Spośród komet długookresowych najlepiej zapowiada się C/2017 S3 (PanSTARRS) odkryta 23 września w ramach przeglądu nieba PanSTARRS. Najdokładniejsze dostępne obliczenia orbity wskazują na znaczne jej wydłużenie i bliską odległość do Słońca w peryhelium, wynoszącą 0,21 au. Będzie wówczas wewnątrz orbity Merkurego. Prognozy dotyczące tego obiektu są wyjątkowo optymistyczne za sprawą korzystnego położenia komety względem Ziemi i bliski przelot w pobliżu Słońca. Istnieje szansa, że w maksimum blasku dorówna długo wyczekiwanej komecie Wirtanena, z którą wiążemy nadzieje największej atrakcji roku. W rzeczywistości trudno oszacować, jaką jasność ostatecznie uzyska ten obiekt. Pochodzące z Obłoku Oorta komety długookresowe zwykle jaśnieją nieco wolniej od założeń. Co więcej, nieduża jasność absolutna (ok. 10 mag) może sprawić, że ciało nie dotrwa do peryhelium. Jeśli jednak żaden z pesymistycznych scenariuszy się nie sprawdzi, jej wzrost jasności przed peryhelium będzie postępował bardzo szybko. Od ostatnich dni czerwca, które kometa spędzi w sąsiedztwie mgławicy Dusza, mając ok. 12 mag, jej jasność wzrośnie do 8 mag w drugiej połowie lipca (daje to imponujący wzrost nawet o 4 wielkości gwiazdowe w ciągu 2-3 tygodni). W lipcu C/2017 S3 minie w odległości mniejszej od 1° trzy gromady otwarte: 14 VII — IC 361, 26 VII — NGC 2126, 31 VII — NGC 2281. Pod koniec miesiąca może mieć już około 7 mag, co powinno wystarczyć, by bez trudu dostrzec ją za pomocą amatorskich instrumentów nawet z miast. W momencie przejścia przez swój przysłoneczny punkt orbity 15 sierpnia może osiągnąć nawet 4 mag, jednak jej obserwacje mogą okazać się niemożliwe ze względu na bliskie położenie Słońca na niebie. Mimo sporych szans na osiągnięcie dużej jasności, dojrzenie jej gołym okiem będzie bardzo trudne. Z każdym kolejnym dniem sierpnia warunki do obserwacji komety PanSTARRS będą się pogarszać. Na początku miesiąca zobaczymy ją niedługo przed wschodem Słońca zaledwie kilkanaście stopni nad północno-wschodnim horyzontem, jednak już w drugim tygodniu sierpnia obiekt będzie wschodził w obszarze nieba rozświetlonym przez Słońce, więc jego dostrzeżenie mocno utrudni jasne tło nieba. Późniejsze obserwacje będą raczej niemożliwe. Po peryhelium kometa wciąż będzie trzymała się blisko Słońca i, o ile przetrwa zbliżenie do Dziennej Gwiazdy, w lepszym położeniu znajdzie się dopiero na początku jesieni, jednak już jako obiekt wyraźnie słabszy od 10 mag.

21P/Giacobini-Zinner

21. numerowana kometa okresowa została odkryta w 1900 r. przez Francuza Michaela Giacobiniego w Obserwatorium Nicejskim, pod kopułą zaprojektowaną przez samego Gustava Eiffela. Mimo określenia okresowości obiektu na ok. 6,5 roku, w czasie kolejnego powrotu nie została zaobserwowana. Dopiero w 1913 r. powtórnie odkrył ją pochodzący ze Złotoryi astronom niemiecki Ernst Zinner. Kometa Giacobiniego-Zinnera posiada jądro o średnicy około 2 km i jest jedną z niewielu komet związanych z aktywnymi rojami meteorów. W 1933 i 1946 materia pochodząca z 21P wywołała deszcz meteorów, osiągający w maksimum około tysiąca zjawisk na godzinę. W przeszłości przyjmowała już stosunkowo duże jasności, a jej najlepszym powrotem do tej pory był ten z września 1946 r. Wówczas w peryhelium osiągnęła ok. 7 mag, a kilka dni później doświadczyła niespodziewanego wybuchu aktywności, zwiększając jasność do 6 mag w odległości 0,31 au od Ziemi. Przyszłoroczny powrót może okazać się jeszcze bardziej korzystny. 21P/Giacobini-Zinner na nocnym niebie pojawi się w maju 2018 r., pozostając widoczną przez całą noc jako obiekt 12–13 wielkości gwiazdowej. 12 maja znajdzie się niespełna stopień od Hantli, by już tydzień później minąć w podobnej odległości gromadę NGC 6882 w Lisku. Kometa na dobre zagości w pasie Drogi Mlecznej, przemierzając Łabędzia. 23 czerwca minie w niedużej odległości gromadę otwartą NGC 7039. Swoją wiosenną obecność na niebie zarysuje jeszcze dosyć nieśmiało, ale na pokaz pełni możliwości tego obiektu nie będziemy musieli długo czekać. Na początku lipca 21P/Giacobini-Zinner przejdzie z Łabędzia do Cefeusza, osiągając jasność ok. 9 mag. Na swojej drodze minie gromady otwarte: NGC 7086 (3 VII w odległości <1°), NGC 7128 (7 VII w odległości 0,5°), NGC 7235 (13 VII w odległości 0,5°), a także mgławicę planetarną NGC 7354 (20 VII w odległości niewiele większej od 0,5°). Powinna być wtedy jaśniejsza od 8 mag i znajdować się w bardzo malowniczym miejscu na niebie w okolicach Kasjopei. 17 sierpnia dojdzie do najbardziej spektakularnego zbliżenia. Pod ciemnym niebem będzie ją można zobaczyć przez lornetkę w jednym polu widzenia z mgławicą Serce i Dusza. Później zmierzać będzie przez Żyrafę do Woźnicy, zbliżając się na nieco ponad stopień do gromady z mgławicą emisyjną Sharpless 2-212. Powinna być od niej wyraźnie większa. Wzrost jasności w środku lata będzie przebiegał dosyć szybko i pod koniec sierpnia może uzyskać nawet około 6 mag. 21P/Giacobini-Zinner we wrześniu wzejdzie w bliskim sąsiedztwie alfy Woźnicy — Kapelli,

do której 3 IX zbliży się poniżej jednego stopnia. W peryhelium wstąpi 10 września w odległości 1,01 au od Słońca i 0,39 au od Ziemi. Wtedy też można się spodziewać uzyskania przez nią maksimum blasku. Dzień po peryhelium dojdzie do spektakularnego spotkania na niebie jasnej komety 21P z M37 — najjaśniejszą gromadą otwartą Woźnicy. Przechodząc do Bliźniąt, 15–16 IX napotka na swojej kolejną jasną gromadę — M35. W październiku jej jasność spadnie do ok. 7 mag, by pod koniec miesiąca być słabszą od 8 mag. 21P w połowie jesieni będzie wschodzić już coraz niżej, oddając miejsce na niebie innej krótkookresowej komecie.

46P/Wirtanen

Kometę 46P odkrył 17 stycznia 1948 r. Carl A. Wirtanen w Obserwatorium Licka w Kalifornii. Początkowo obiekt poruszał się po nieco bardziej wydłużonej orbicie z peryhelium w odległości ok. 1,6 au od Słońca i okresem obiegu wynoszącym przeszło 6,7 lat. Jednak dwa duże zbliżenia do Jowisza w 1972 i 1984 r. skróciły jej okres najpierw do 5,87, a potem do 5,4 lat. Ostatecznie w peryhelium kometa zbliża się do Słońca na dystans 1,05 au i jej tegoroczny powrót będzie najbardziej korzystnym w blisko 70-letniej historii obserwacji. Niezwykle dogodne położenie 46P względem orbity naszej planety sprawiło, że peryhelium z 2018 r. jest już od kilku lat najbardziej wyczekiwanym powrotem tego obiektu. Zaledwie 4 dni po największym zbliżeniu do Słońca minie ona Ziemię w odległości tylko 0,0776 au! Patrząc na to, że orbity obu ciał dzieli 0,068 au w najbliższym punkcie, trudno wyobrazić sobie scenariusz lepszy od tegorocznego. Co więcej, być może będzie to nie tylko pierwsze obserwowane, ale również jedyne tak znaczne zbliżenie komety 46P do Ziemi. Według obliczeń, w 2042 r. liczące ok. 1,2 km średnicy ciało po raz kolejny minie w niewielkiej odległości Jowisza (0,56 au), co prawdopodobnie poskutkuje oddaleniem jej orbity od Słońca na odległość 1,22 au i wydłużeniem okresu o przeszło kwartał. To zdarzenie przekreśli możliwość kolejnego tak dużego zbliżenia do Ziemi w przyszłości. Na niebie szybko jaśniejącą kometę Wirtanena zobaczymy we wrześniu 2018 r. na wysokości ok. 20° nad południowym horyzontem. Z 11 mag na początku września kometa pojaśnieje do 8 wielkości gwiazdowej pod koniec października. W przeciwieństwie do pierwszych tygodni kalendarzowej jesieni, na początku listopada zobaczymy 46P/Wirtanen nie w drugiej, a w pierwszej części nocy, choć wciąż nie będzie górować na zbyt dużej wysokości ponad horyzontem. Za to jej jasność powinna wzrastać już naprawdę szybko. Z końcem listopada może osiągnąć 5–6 mag, by w połowie grudnia zdążać do maksimum w granicach 3–4 mag. Ze względu na bliski przelot w pobliżu Ziemi, można się spodziewać, że rozwinie dużą kątowo gazową otoczkę o raczej niewielkim stopniu kondensacji. Wraz z kolejnymi dniami grudnia, kometa będzie pięła się coraz wyżej, stwarzając doskonałe warunki do obserwacji w czasie osiągania największej jasności. 16 grudnia jako obiekt widoczny gołym okiem na tle ciemnego nieba przeleci w odległości ok. 7° od Plejad, a w przeddzień Wigilii świątecznej, podobnie jak we wrześniu kometa 21P, również i ona znajdzie się poniżej 1° od Kapelli, która ma spore szanse, by zostać przyszłoroczną pierwszą gwiazdką. Potencjalnie najjaśniejsza kometa roku zakończy go w gwiazdozbiorze Rysia, jednak z całą pewnością pozostanie atrakcją dla obserwatorów jeszcze długo, do nadejścia kolejnej wiosny. Co ciekawe, w 2011 r. do jądra 46P miała dotrzeć sonda Rosetta, co stworzyłoby najlepszą okazję do zbadania tego ciała, jednak ostatecznie jej celem stała się 67P/Czuriumow-Gierasimienko. O europejskiej misji kometarnej wspominamy również na łamach tego numeru.

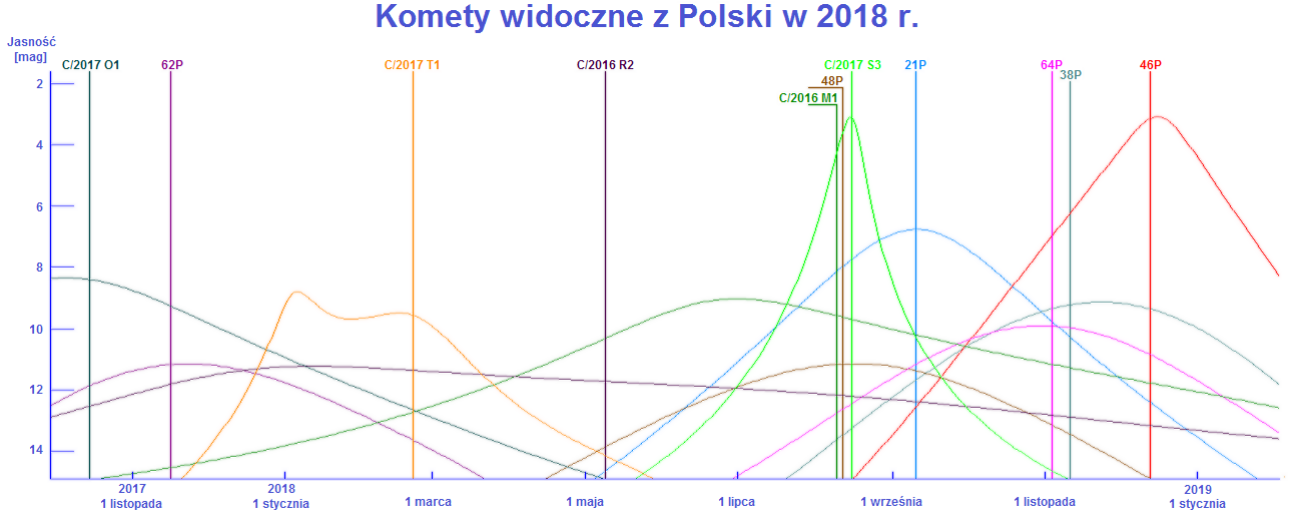
Inne słabsze obiekty

Spośród słabszych komet na uwagę zasługuje widoczna już od kilku miesięcy **C/2016 R2 (PanSTARRS)**. Jest to ciało dosyć odległe, które w peryhelium nie przekroczy nawet orbity Marsa, pozostając w minimalnej odległości od Słońca wynoszącej ponad 2,6 au. 5 marca odnajdziemy ją w odległości ok. 1° od mgławicy planetarnej NGC 1514. Przez cały ten czas będzie z pewnością niewiele słabsza od 11 mag. Nie możemy się przy tym spodziewać, że kometa osiągnie spektakularne rozmiary — na przełomie lat 2017/2018 znalazła się najbliżej Ziemi (ok. 2 au), z czasem jednak dystans ten dalej będzie rósł i 9 maja, w dniu peryhelium, będzie już ponad 3,27 au od naszej planety. Na korzyść tego obiektu przemawia dobra lokalizacja na nocnym niebie przez cały pierwszy kwartał roku.

W maju zobaczymy jeszcze jedną odległą kometę długookresową — **C/2016 M1 (PanSTARRS)**, która będzie się zbliżać do Ziemi z 2 au na początku maja do niespełna 1,5 au pod koniec miesiąca. Do peryhelium swojej orbity dotrze dopiero 30 sierpnia w odległości ok. 2,21 au od Słońca. Będzie widoczna na wysokości ok. 20° na południowo-wschodnim niebie, jednak w czerwcu warunki do jej obserwacji będą coraz trudniejsze. Jasność obiektu może się kształtować w granicach 10–11 mag.

Ze słabszych komet krótkookresowych zobaczymy **62P/Tsuchinshan**, **48P/Johnson** i **64P/Swift- Gehrels**, spośród których tylko ta ostatnia ma szanse osiągnąć jasność większą od 10 mag (choć nieznacznie). Nieco jaśniejsza może być **38P/Stephan-Oterma** powracająca w okolice Słońca co 38 lat. Do tego jej położenie na niebie pod koniec roku będzie bardzo korzystne, umożliwiając praktycznie całonocne obserwacje.

Mikołaj Sabat

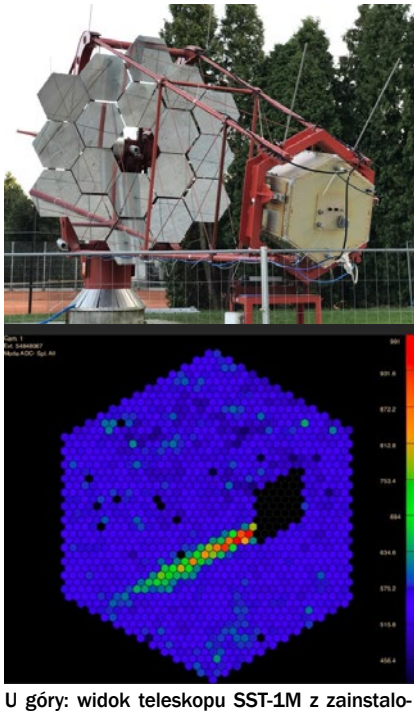


Testy obserwacyjne prototypowego teleskopu dla Obserwatorium CTA

W Polsce odbyły się pierwsze testy obserwacyjne prototypowego teleskopu SST-1M dla przyszłego obserwatorium Cherenkov Telescope Array (CTA), które będzie badać promieniowania gamma. Udało się uzyskać pierwsze światło kamery umieszczonej na teleskopie, co nastąpiło tuż po północy 1 września 2017 r. Polecenia do teleskopu znajdującego się w Krakowie były wysyłane zdalnie z Genewy. Pierwszym testowym obiektem do obserwacji był kwazar 1ES 1959+650. W ciągu półtorej godziny zgromadzono ponad 2 mln fotonów, zapisując na dysku 342 GB danych. Ponieważ wiele z tych zdarzeń pochodzi od rozproszonego światła z miasta, są one potem odfiltrowywane w trakcie analizy danych.

Teleskopy SST-1M (ang. Single-mirror Small-Size Telescope) mogą być jednym ze składników sieci teleskopów dla południowego obserwatorium CTA. Projekt SST-1M jest prowadzony przez konsorcjum 17 instytucji z 5 krajów (Polski, Szwajcarii, Czech, Irlandii i Ukrainy) i koordynowany przez Uniwersytet Genewski. Polski udział w projekcie jest spory. Struktura mechaniczna teleskopu SST-1M, wraz z napędem, została zaprojektowana i zbudowana w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN (IFJ PAN). Kamera, która wykorzystuje nowatorskie w astronomii gamma fotopowielacze krzemowe, powstała we współpracy pomiędzy zespołami z Uniwersytetu Jagiellońskiego, Akademii Górniczo-Hutniczej i IFJ PAN w Krakowie, które opracowały w pełni cyfrową elektronikę do zbierania sygnałów (DigiCam) oraz Uniwersytetem Genewskim, gdzie została zbudowana płaszczyzna fotoczuła kamery oraz jej mechanika wraz z układem chłodzenia. Komputerowy system rejestracji danych oraz układ pozycjonujący teleskopu to z kolei efekt prac Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie i w Toruniu. Układ pozycjonujący zwierciadła opracowano w Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie. Partnerzy z Czech są z kolei odpowiedzialni za układ optyczny, w tym napylanie zwierciadeł odpowiednimi warstwami refleksyjnymi. (kc)

Źródło: CTA Polska



U góry: widok teleskopu SST-1M z zainstalowaną kamerą. Teleskop znajduje się na stanowisku testowym w IFJ PAN w Krakowie. Niżej: typowy wydłużony obraz poświaty promieniowania Czerenkowa dla pęku atmosferycznego (kaskady cząstek i fotonów), zainicjowanego prawdopodobnie przez foton gamma. Oś wydłużonego obrazu wskazuje na pozycję źródła. Czarne obszary wymagają dodatkowej kalibracji

Budowanie planet z piasku

Powstawanie systemów planetarnych jest złożone, a wiele jego aspektów do dziś nie jest dobrze zrozumianych. Największą trudność stanowi połączenie wczesnych i późnych stadiów ewolucji, czyli w jaki sposób mikroskopowe ziarna stają się kilometrowymi skałami, określanymi jako planetezymale. Astronomowie Joanna Drążkowska z Uniwersytetu w Zurychu i Yann Alibert z Uniwersytetu w Bernie, pracujący w ramach programu PlanetS finansowanego przez Szwajcarską Narodową Fundację Nauki (SNSF), przeprowadzili symulacje rzucające nowe światło na to zagadnienie.

Kluczem do ich sukcesu było zrozumienie roli wody w dyskach protoplanetarnych otaczających młode gwiazdy. *Można porównać to, co zrobiliśmy, z budowaniem zamków z piasku* — mówi Joanna Drążkowska — *uda się je stworzyć pod warunkiem, że doda się wody. Ona czyni ziarna lepkimi, inaczej konstrukcja się rozsypie*.

Jednym z ważniejszych problemów w procesie powstawania planet są tak zwane „bariery wzrostu". Zderzenia agregatów pyłowych są zbyt szybkie, by dopuścić do osiągnięcia przez nie rozmiaru głazu. Dodatkowo, większe obiekty odłączają się od dysku gazowego w sposób analogiczny do kropli deszczu oddzielających się od chmury, następnie spadając na gwiazdę macierzystą. Z tych przyczyn modelowanie ostatnich stadiów powstawania planet wymagało robienia doraźnych założeń o rozmieszczeniu planetezymali.

Nowe symulacje udowadniają, że istnieje wydajny mechanizm pozwalający wyjaśnić ten zagadkowy etap rozwoju planet. Modele stworzone przez Drążkowską i Aliberta bazują na współcześnie najszerzej akceptowanym scenariuszu nazywanym niestabilnością strumieniową (ang. *streaming instability*). Jeśli w dysku protoplanetarnym istnieją dostatecznie duże agregaty pyłowe i zwiększony stosunek pyłu do gazu, to w wyniku procesu niestabilności strumieniowej tworzą się gęste filamenty pyłowe (czyli cienkie, długie obiekty). Część z nich osiąga gęstość zdolną do zainicjowania procesu kolapsu grawitacyjnego i w efekcie utworzenia planetezymali. Przypuszcza się, że niektóre z tych pierwotnych planetezymali przetrwały do dziś jako asteroidy.

Przed naukowcami pozostało jednak pytanie: w jaki sposób się tworzą takie dostatecznie duże agregaty? Drążkowska i Alibert są przekonani, że znaleźli na nie odpowiedź. W ich modelach szczególną rolę okazuje się mieć miejsce w dyskach protoplanetarnych, znane jako linia śniegu, gdzie woda kondensuje do ziaren lodu. Na zewnątrz od niej, agregaty złożone z lodu i pyłu rosną szybciej, a ze względu na rozmiar przemieszczają się prędzej w kierunku gwiazdy. Woda odparowuje po przekroczeniu tej granicy, ale część z uwolnionych cząsteczek pary wodnej zawraca w wyniku dyfuzji. Woda ponownie kondensuje, przyspieszając proces wzrostu ziaren. W rezultacie, w dysku, tuż poza linią śniegu, tworzy się pierścień centymetrowych „kamyków" (ang. *pebbles*) zdolnych do zainicjowania procesu niestabilności strumieniowej i kolejnego stadium w całym procesie powstawania planet.

Ostatecznym wynikiem przeprowadzonych przez naukowców symulacji jest pierścień planetezymali. *Nasze wyniki wyjaśniają szybkie powstanie Jowisza w Układzie Słonecznym*, — twierdzą astronomowie. — *W każdym modelu, jaki przebadaliśmy, powstaje więcej materiału niż minimum wymagane w teorii do utworzenia planety rozmiaru jowiszowego. Dzięki czemu ma on czas na zebranie odpowiedniej ilości gazu do swojej atmosfery. Nasze wyniki mogą być wykorzystane jako dane wejściowe w modelach zajmujących się późnymi stadiami rozwoju planet* — dodają.

Odkrycia otwierają przed naukowcami nowe możliwości. Dotąd zajmowali się jedynie gwiazdami podobnymi do Słońca, obecnie chcą się skupić także na dyskach protoplanetarnych wokół gwiazd karłowatych, takich jak słynny ostatnio Trappist-1. Innym kierunkiem badań jest poszukiwanie podobnych mechanizmów wokół linii kondensacji innych cząsteczek, takich jak dwutlenek węgla czy amoniak, obserwowanych w dyskach otaczających młode gwiazdy.

Artykuł *Planetesimal formation starts at the snow line* Joanny Drążkowskiej i Yanna Aliberta będzie opublikowany przez *Astronomy & Astrophysics*, jest też dostępny na portalu arXiv.org

Wieńczysław Bykowski

Rozwiązanie zadania nr 3 zawodów II stopnia LII Olimpiady Astronomicznej

Treść zadania:

Obserwator znajdujący się dokładnie na biegunie Ziemi zaobserwował, że wschód Słońca nastąpił w punkcie horyzontu wyznaczonym przez kierunek południka Greenwich. W jakim punkcie horyzontu nastąpi kolejny wschód Słońca obserwowany z tego bieguna?

W rozważaniach rozpatruj wschód środka tarczy słonecznej oraz pomiń efekt refrakcji atmosferycznej.

Rozwiązanie:

W zadaniu jest rozważany szczególny przypadek obserwatora znajdującego się na biegunie geograficznym Ziemi. Dla takiego obserwatora horyzontalny układ współrzędnych sferycznych (w którym współrzędnymi są odpowiednio: wysokość obiektu *h* i azymut obiektu *A*) nie posiada jednego wyróżnionego kierunku, od którego mierzymy zwykle azymut, ponieważ nie jest określony kierunek północy lub południa. Względem bieguna północnego wszystkie obiekty znajdują się w kierunku południowym, a ciała niebieskie nie górują (zachowują stale tę samą wysokość), ponieważ oś obrotu sfery niebieskiej pokrywa się z osią zenit — nadir. W związku z tym, azymut dowolnego punktu jest zawsze nieokreślony. Jedynym sposobem pomiaru współrzędnej odpowiadającej azymutowi jest wybranie jako zerowego innego obranego dowolnie kierunku, np. południka Greenwich.

Kolejnym zjawiskiem, niezwykle istotnym w rozwiązaniu zadania, jest zjawisko dnia polarnego. Dla rozważanego obserwatora, „dzień" trwa pół roku, a wschód Słońca następuje nie wskutek ruchu dobowego Ziemi, ale wskutek przemieszczania się Słońca w ruchu rocznym po ekliptyce. Na biegunie, równik niebieski pokrywa się z horyzontem, zaś północny biegun niebieski z zenitem. Wschód Słońca nastąpi więc w chwili przejścia Słońca przez punkt Barana (który stanowi jedno z dwóch przecięć ekliptyki i horyzontu) , czyli w chwili równonocy wiosennej. Kolejny wschód nastąpi dopiero w czasie kolejnej równonocy wiosennej, tzn. po upływie jednego roku zwrotnikowego (który stanowi okres pomiędzy dwoma kolejnymi przejściami Słońca przez punkt Barana).

Długość roku zwrotnikowego Y_{Tr} odczytujemy z dowolnych tablic astronomicznych:

$$Y_{Tr} = 365{,}242 \text{ dób słonecznych.}$$

Dzięki znanej długości roku, możemy wyliczyć, ile razy obrócił się glob ziemski w ciągu rozważanego czasu. Ponieważ sfera niebieska wykonuje obrót w ciągu 23 godziny 56 minut i 4 sekundy (czyli w ciągu doby gwiazdowej), długość roku zwrotnikowego należy wyrazić w czasie gwiazdowym, który odpowiada liczbie obrotów Ziemi względem gwiazd w rozważanym czasie:

$$365{,}242 \text{ dób słonecznych} \cdot \frac{24^h}{23^h\ 56^m\ 4^s} =$$

$$= 366{,}242 \text{ dób gwiazdowych.}$$

Zauważmy, że Ziemia w wykonuje względem gwiazd jeden obrót więcej niż względem Słońca.

Kula ziemska podczas kolejnego wschodu Słońca dla obserwatora będzie więc względnie obrócona o kąt $\Delta\lambda$ równy:

$$\Delta\lambda = 0{,}242 \cdot 360° = 87{,}12°.$$

W związku z tym, że kula ziemska rotuje z zachodu na wschód, kolejny wschód Słońca będzie obserwowany nad południkiem 87,12° długości geograficznej zachodniej (W).

Należy wspomnieć, że w rzeczywistości zjawisko będzie przebiegało nieco inaczej — na skutek pominiętego zjawiska refrakcji i znaczących rozmiarów tarczy Słońca, jego wschód nastąpiłby kilkadziesiąt godzin wcześniej, a samo zjawisko również trwałoby stosunkowo długo.

Mateusz Krakowczyk

Redaktor działu „Kącik Olimpijczyka", Prezes Klubu Astronomicznego „Almukantarat". Student studiów magisterskich na wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej (specjalność: Kosmonautyka).

Droga do OMSA. Wojewódzkie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne — WMSA

Każdego roku około pierwszego dnia wiosny młodzi miłośnicy rozgwieżdżonego nieba z całego kraju spotykają się w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Grudziądzu. Już od ponad czterdziestu lat odbywa się tam finał Wojewódzkich Seminariów Astronomicznych (WMSA), czyli tak zwana OMSA — Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne im. Prof. Roberta Głębockiego. Młodzież o zainteresowaniach astronomicznych wygłasza krótkie 15-minutowe prelekcje dotyczące astronomii, astronautyki prezentujące wyniki własnych prac badawczych (obserwacje astronomiczne, autorskie programy komputerowe, astrofotografia, własnoręcznie skonstruowane teleskopy, radioteleskopy i inne przyrządy naukowe) oraz prac teoretycznych/opracowań prezentujących wybrane zagadnienia astronomiczne.

Wstępna selekcja do finału ogólnopolskiego odbywa się na etapie wojewódzkim (WMSA). Dwie najlepsze prace w województwie są kwalifikowane do Grudziądza a ich autorzy uzyskują status prelegenta na OMSA, mogąc zaprezentować tam swoje prace. Dwie kolejne osoby również otrzymują zaproszenie na Finał OMSA, ale w charakterze uczestnika-słuchacza. Status „uczestnika-słuchacza" ma bardzo dużo zalet — po prostu młodzi ludzie widzą, jak referują ich rówieśnicy i wyciągają z tego wnioski dla siebie na przyszłość. A doświadczenie uczy, że wcześniejsi „kibice" w kolejnych edycjach seminarium zdobywają często pierwsze miejsca.

Jak wziąć udział?

1. Napisać pracę pisemną o objętości od 4 do 10 stron formatu A-4, czyli od 7200 do 18000 znaków.

2. Wysłać do organizatora wojewódzkiego (WMSA) w terminie od 1 stycznia do 16 lutego 2018 r.

3. Lista organizatorów wojewódzkich oraz szczegółowy regulamin konkursu znajduje się na oficjalnej stronie konkursu:
www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie

4. Komisje wojewódzkie zapraszają autorów najlepszych prac pisemnych na Wojewódzkie Młodzieżowe Seminaria Astronomiczne (WMSA), które będą odbywały się w poszczególnych województwach w terminie od 19 lutego do 9 marca 2018 r. (dokładną datę wyznaczą organizatorzy wojewódzcy).

5. Podczas Wojewódzkiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego (WMSA) zakwalifikowane osoby prezentują swoje prace w formie 15-minutowej prelekcji.

6. Autorzy pierwszych czterech miejsc (do 5 uczniów maksymalnie) etapu wojewódzkiego WMSA są zapraszani na ogólnopolski Finał, czyli XLIV OMSA — Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne im. Prof. Roberta Głębockiego, które odbędzie się w dniach od 22 do 24 marca 2018 r.

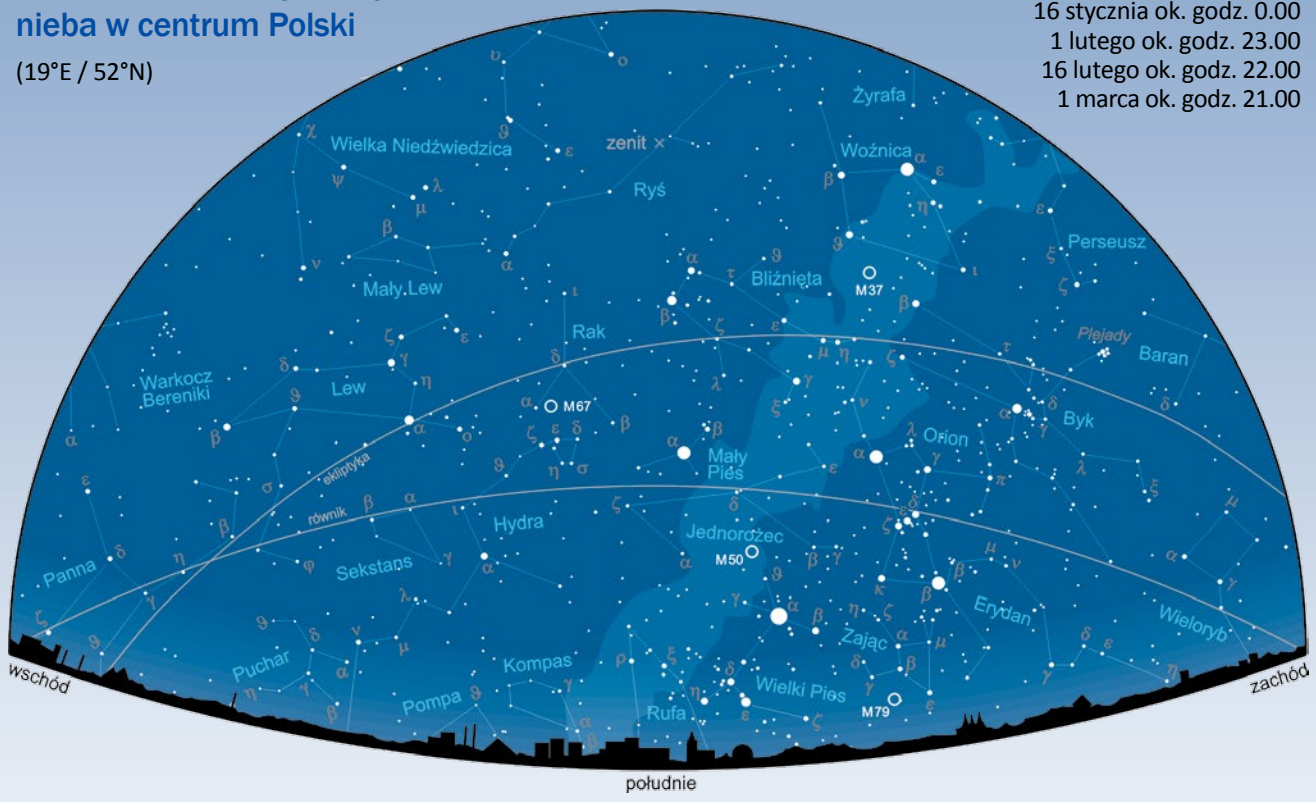
Strona konkursu: www.planetarium.grudziadz.pl/omsa

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 stycznia ok. godz. 1.00
16 stycznia ok. godz. 0.00
1 lutego ok. godz. 23.00
16 lutego ok. godz. 22.00
1 marca ok. godz. 21.00



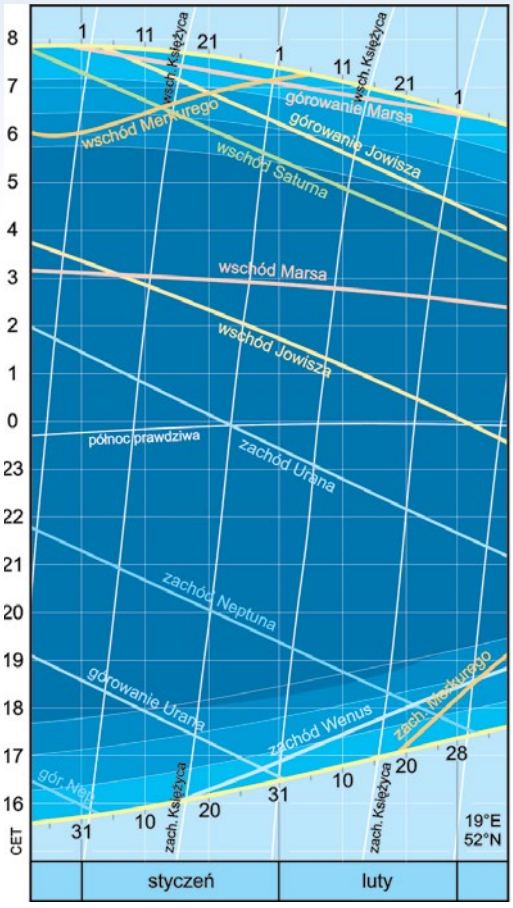
Niebo w styczniu i lutym 2018

Pierwsze 2 miesiące roku to już czas systematycznego wydłużania się dni i skracania nocy. Z początku proces ten przebiega umiarkowanie, jednak od połowy lutego już każdy kolejny dzień jest o 4 min dłuższy od poprzedniego i w takim tempie przybywać będzie dnia niemal do końca kwietnia. Od początku stycznia do końca lutego, w centrum Polski, dzień wydłuży się o 3 godziny: z 7 h 50 min do 10 h 49 min.

Wraz z upływem zimowych dni i tygodni, maleje nie tylko różnica między długością dnia i nocy, ale również rozbieżności w czasie ich trwania pomiędzy południowymi a północnymi krańcami Polski. I tak, z początkiem stycznia w Ustrzykach Górnych dzień trwa jeszcze niemal godzinę dłużej niż w Jastrzębiej Górze, jednak do końca lutego różnica ta maleje do zaledwie kwadransa.

Styczniowe i lutowe noce są dostatecznie długie, by móc obserwować gwiazdozbiory wszystkich czterech pór roku, a bliższym obserwacjom sprzyja bardziej przejrzyste podczas pogodnych mroźnych nocy powietrze, zapewniające ostrzejszy niż w innych porach roku obraz nieba. Mimo dawno przebrzmiałego lata, nawet z końcem stycznia, po zmierzchu odnaleźć możemy jeszcze w komplecie gwiezdny symbol tej pory roku, Trójkąt Letni, wyznaczony przez najjaśniejsze gwiazdy letnich konstelacji Lutni, Łabędzia i Orła. Jakby tego było mało, ten piękny asteryzm ponownie, w całej swej okazałości pojawia się przed świtem.

Oczywiście przez większą część nocy dominują gwiazdozbiory nieba zimowego, do których zwyczajowo zalicza się zwłaszcza 6 konstelacji, których najjaśniejsze gwiazdy układają się w kształt Zimowego Sześciokąta. Począwszy od najdalej na zachód wysuniętego wierzchołka tej figury, są to w kolejności: Aldebaran, najjaśniejszy w Byku, najdalej na północ wysunięta Kapella z Woźnicy, zaś dalej przeciwnie do ruchu wskazówek zegara: Polluks — jaśniejszy z dwóch braci Bliźniąt, Procjon z Małego Psa, Syriusz — najjaśniejsza gwiazda nie tylko Wielkiego Psa, ale całego nocnego nieba i w końcu najjaśniejszy w Orionie Rigel. Ta wyraźna, ogromnych rozmiarów figura, w komplecie widoczna jest przez około 8 godzin nocy, w połowie stycznia górując około godz. 22.00, w połowie lutego już około 20.00. Podczas górowania Zimowy Sze-



Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

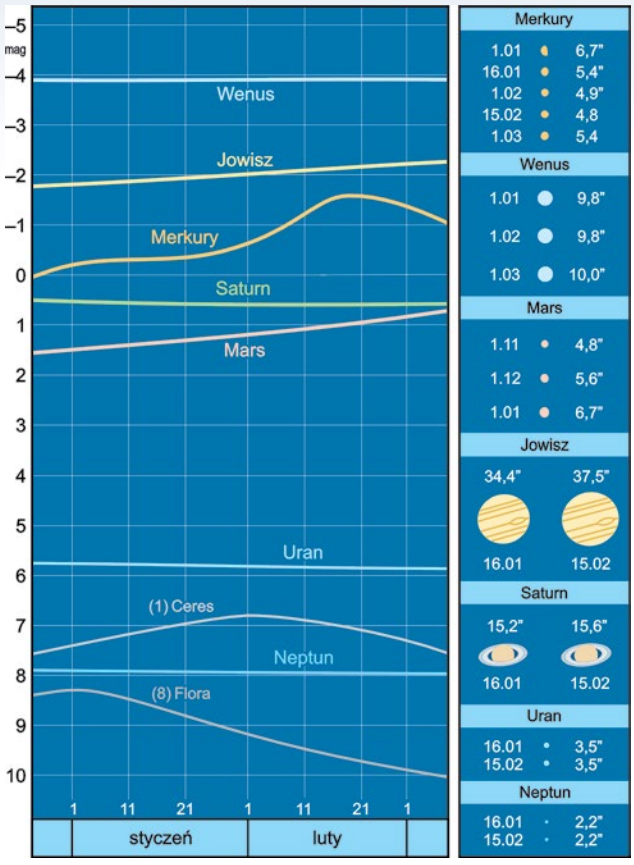
ściokąt rozciąga się nad południowym horyzontem na wysokości od 20° do 80°. Jego najwyżej położona gwiazda, Kapella, jako okołobiegunowa, nie chowa się w ogóle pod horyzont,

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie styczniowych i lutowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarza. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Dokładniejsze terminy omawianych zjawisk zebrano w tabelce na drugiej stronie Kalendarza. Wszystkie momenty podane są obowiązującym w Polsce od 28 października czasie urzędowym — środkowoeuropejskim (CET).

Słońce

W całości już zimową, styczniowo-lutową wędrówkę na tle gwiazd, Słońce rozpoczyna w centralnych rejonach gwiazdozbioru Strzelca, by po przejściu przez cały gwiazdozbiór Koziorożca dotrzeć do połowy odcinka ekliptyki w Wodniku. W ciągu łącznie 59 dni stycznia i lutego, w zwykłym (nieprzestępnym) roku 2018, Słońce pokonuje na niebie łącznie dystans 59,8°. Osiągnięcie przez Ziemię, 3 stycznia rano, peryhelium, a tym samym największej prędkości liniowej na okołosłonecznej orbicie, przekłada się na najszybszy również pozorny ruch Słońca na tle gwiazd: 1,019° na dobę. Taką samą średnią prędkość ruchu Słońca odnotowaliśmy w listopadzie i grudniu. Podczas tegorocznego



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia listopada i grudnia 2017

listopad

3	4.02	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Uranem
3	—	opozycja planetoidy (44) Nysa, 1,3 au od Ziemi
4	6.23	pełnia Księżyca
6	1.10	perygeum Księżyca, 361 444,0 km od Ziemi
6	4.01	zakrycie Aldebarana (α Tau) przez Księżyc (do 4.46)
8	2.28	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°50'
10	21.37	ostatnia kwadra Księżyca
10	23.40	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 139°34'
12	—	maks. aktywności roju meteorów Półn. Taurydy
13	9.15	bliska koniunkcja Wenus 16'N z Jowiszem
15	4.08	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Marsem
17	1.01	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Jowiszem
17	9.16	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Wenus
17	~17.30	maksimum aktywności roju meteorów Leonidy
18	12.42	nów Księżyca
20	11.36	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Merkurym
21	1.26	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Saturnem
21	19.53	apogeum Księżyca, 406 138,2 km od Ziemi
22	3.06	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –19°57'
22	4.05	Słońce wstępuje w znak Strzelca; λ = 240°
22	14.20	Neptun powraca do ruchu wstecznego w dług. eklipt.
23	10.39	Słońce wkracza do gwiazdozb. Skorpiona; λ = 241,0°
24	1.26	maks. elongacja Merkurego, 22,0°E od Słońca
25	9.22	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 317°43'
26	18.03	pierwsza kwadra Księżyca
27	7.08	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Neptunem
28	7.58	koniunkcja Merkurego 3,1°S z Saturnem
29	22.59	Słońce wkracza do gwiazdozb. Wężownika; λ = 344,8°
30	13.15	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Uranem

grudzień

1	—	opoz. planetoidy (349) Dembowska, 1,9 au od Ziemi
3	6.47	pełnia Księżyca
3	8.10	Merkury rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
4	9.46	perygeum Księżyca, 357 498,0 km od Ziemi
5	12.42	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +20°01'
6	13.05	koniunkcja Merkurego 1,3°S z Saturnem
8	1.39	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 136°38'
8	22.25	zakrycie Regulusa (α Leo) przez Księżyc (do 23.12)
10	8.51	ostatnia kwadra Księżyca
13	0.41	koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem (1,7°N)
13	20.22	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Marsem
14	~7.30	maksimum aktywności roju meteorów Geminidy
14	17.57	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Jowiszem
15	15.08	koniunkcja Merkurego 2,2°N z Wenus
17	—	opozycja planetoidy (20) Massalia, 1,1 au od Ziemi
17	9.56	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Merkurym
17	19.33	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Wenus
18	6.29	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Strzelca; λ = 266,2°
18	7.30	nów Księżyca
18	14.09	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Saturnem
19	2.26	apogeum Księżyca, 406 609,4 km od Ziemi
19	10.32	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –20°04'
21	17.28	Słońce wstępuje w znak Koziorożca; λ = 270°
21	22.08	koniunkcja Saturna ze Słońcem (0,9°N)
22	11.05	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 315°24'
22	~16.00	maksimum aktywności roju meteorów Ursydy
22	—	opozycja planetoidy (31) Euphrosyne, 1,6 au od Ziemi
23	2.25	Merkury powraca do ruchu wstecznego w dług. eklipt.
24	14.42	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Neptunem
25	18.54	bliska koniunkcja Wenus 1,1°S z Saturnem
26	10.20	pierwsza kwadra Księżyca
27	21.56	koniunkcja Księżyca 4,0°S z Uranem
31	2.22	zakrycie Aldebarana (α Tau) przez Księżyc (do 3.11)

peryhelium odległość Ziemia–Słońce osiąga minimalną wartość 147,097 milionów km.

Poruszając się w omawianym okresie na tle trzech zodiakalnych gwiazdozbiorów (od Strzelca do Wodnika), Słońce biegnie również przez trzy znaki zodiaku, rozpoczynając wędrówkę od 10,2° znaku Koziorożca, pokonując następnie cały znak Wodnika i kończąc na 10,0° znaku Ryb. Przez cały ten czas wzrasta deklinacja Słońca, które po największym oddaleniu się na południe od równika niebieskiego podczas zimowego przesilenia, teraz powraca ku niemu, by już niedługo, 20 marca wieczorem, zrównać się z równikiem podczas wiosennej równonocy.

Księżyc

Tegoroczną styczniowo-lutową wędrówkę na tle gwiazd, dobę przed pełnią z tarczą oświetloną już 99,7%, nasz naturalny satelita rozpoczyna wysoko na niebie, blisko wschodniej granicy gwiazdozbioru Byka (rogi Byka), by już po upływie 7,5 h wkroczyć do Bliźniąt. Po przebyciu w sumie dystansu prawie 782°, czyli dokonaniu 2,17 obiegów nieba, z końcem lutego Księżyc dociera do gwiazdozbioru Lwa, niespełna 5° od Regulusa, najjaśniejszej gwiazdy tej konstelacji.

W tym czasie Księżyc 14-krotnie przewędruje na niebie obok planet, spotykając się dwukrotnie z każdą z nich. Wiele spośród tych koniunkcji zachodzić będzie bardzo blisko Słońca, a więc z Księżycem w pobliżu nowiu. Nawet bliską koniunkcję (16 lutego) oświetlonego dobę po nowiu w niespełna 1% Księżyca, z najjaśniejszą z planet, Wenus, dostrzec będzie można jedynie podczas zmierzchu, tuż ponad zachodnim horyzontem; spotkanie to będzie miało miejsce niewiele ponad 4° na wschód od Słońca.

Spośród kilku, w omawianym okresie, zakryć jaśniejszych gwiazd przez Księżyc, na szczególną uwagę zasługuje zakrycie Aldebarana, najjaśniejszej gwiazdy Byka, 23 lutego tuż po zmierzchu, 9 h po pierwszej kwadrze. W centrum Polski, ciemna połowa tarczy Księżyca zetknie się z Aldebaranem kilka minut po 18.00, by po godzinie odsłonić gwiazdę z jasnej strony księżycowej tarczy. Całe zjawisko przebiegać będzie wysoko na niebie, ponad 50° nad horyzontem.

Obiegając Ziemię po eliptycznej orbicie, każdego miesiąca Księżyc przynajmniej raz przechodzi przez punkty perygeum i apogeum, najbardziej zbliżając się lub oddalając od nas. Odległości te nie za każdym razem są jednakowe: ich wartości mogą wahać się w granicach od 356,4 do 370,3 tys. km dla perygeum i od 404,0 do 406,7 tys. km dla apogeum. Na uwagę zasługują te największe i najmniejsze w całym roku odległości apogeum, a zwłaszcza perygeum, gdy przy zbieżności w czasie z pełnią mamy do czynienia z największą jasnością Księżyca, tzw. Superksiężycem. W tym roku zarówno największe w roku zbliżenie, jak i oddalenie Księżyca od Ziemi, przypadają w styczniu. Pierwsze z nich, perygeum w odległości 356,6 tys. km, przypada 4,6 h przed pełnią, więc ta szczególnie bliska zbieżność obu zjawisk w czasie, zaowocuje kolejnym Superksiężycem, nocą z 1 na 2 stycznia. Z kolei najdalsze w roku apogeum (406,5 tys. km), nocą z 14 na 15 stycznia, będzie miało miejsce 2 doby przed nowiem, więc 15 stycznia przed świtem mamy jeszcze szansę dostrzec wąziutki, 3,5-procentowy sierp Księżyca o skrajnie małych rozmiarach.

Planety i planetoidy

Powoli dobiega końca, panujący na niebie od kilku już miesięcy swoisty deficyt jasnych planet. Wciąż na wieczornym niebie w pewnym stopniu starają się go uzupełnić Uran i Neptun, choć ten ostatni znika już z nieba dość wcześnie. Na razie lepsze widoki mamy dopiero w drugiej połowie nocy, kiedy pojawiają się na niebie Mars, Jowisz i Saturn.

Z początkiem stycznia, jako pierwsze, 3 h po północy wschodzą, goszczące blisko siebie w centrum konstelacji Wagi, Mars i Jowisz, które 7 stycznia pojawią się na wschodzie zaledwie 1/5° od siebie. Jowisz z każdym dniem pojawiać się będzie coraz wcześniej, z końcem lutego wschodząc już krótko po północy i jeszcze przed świtem górując nieco ponad 20° nad horyzontem. Godziny wschodu Marsa na razie tylko nieznacznie przyspieszają i w końcu lutego Czerwona Planeta pojawia się niespełna pół godziny wcześniej niż z początkiem stycznia. Mars jest planetarnym bohaterem roku 2018, w związku z powtarzającą się co kilkanaście lat, przypadającą 27 lipca jego wielką opozycją. Z początku umiarkowanie jasny (+1,5^m), już przez dwa omawiane miesiące pojaśnieje dwukrotnie (do +0,8^m), by podczas opozycji osiągnąć jeszcze 27-krotnie większy blask (–2,8^m).

Saturn przywitał zimę koniunkcją ze Słońcem i dopiero w pierwszej dekadzie stycznia zaczyna pojawiać się na niebie o świcie. Z końcem lutego jest już jednak trzecią z jasnych planet, pojawiających się na porannym niebie w niemal równych, 1,5-godzinnych odstępach — każda już w innym gwiazdozbiorze: Jowisz w Wadze, Mars w Wężowniku, a Saturn w Strzelcu. W tym

samym czasie Merkury i Wenus, a także Neptun, goszczą już, wraz ze Słońcem w konstelacji Wodnika.

Choć w niezbyt już dogodnych warunkach, w pierwszych dniach stycznia są jeszcze pewne szanse dostrzeżenia dość jasnego Merkurego, wschodzącego blisko godzinę przed świtem. Na Wenus, mimo jej największej wśród planet jasności, w styczniu nie możemy raczej liczyć. Po jej koniunkcji ze Słońcem 9 stycznia, na razie niemal w minimum swej jasności, jako Gwiazda Poranna zacznie pojawiać się o zmierzchu na przełomie stycznia i lutego

W omawianym okresie mają miejsce dwie interesujące opozycje innego typu planet — chodzi o stosunkowo jasną małą planetę, czyli planetoidę (8) Flora oraz planetę karłowatą (1) Ceres, do 2006 r. uznawaną również za planetoidę. Obydwa obiekty to efekty poszukiwań brakującej planety pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza, na co wskazywała XVIII-wieczna reguła Titiusa–Bodego określająca odległości kolejnych planet od Słońca. Wydawało się, że odnaleziono ją z początkiem 1801 roku, gdy została odkryta Ceres, jednak po odkryciach w kolejnych kilku latach następnych trzech (Pallas, Juno, Westa), a zwłaszcza po prawdziwym „wysypie" kolejnych odkryć w połowie XIX wieku, musiano je uznać za odrębny typ członków Słonecznej Rodziny — planetoidy. Do dziś liczba zgłoszonych odkryć planetoid przekroczyła już 3/4 miliona, zaś w październiku ub. roku Minor Planet Center, agenda Międzynarodowej Unii Astronomicznej do spraw planetoid, oficjalnie zatwierdziła półmilionową znaną planetoidę.

Podczas opozycji (1) Ceres, 31 stycznia, ta planeta karłowata osiągnie na naszym niebie jasność $6{,}8^m$, trzykrotnie większą od Neptuna. Planetoida (8) Flora, podczas swej opozycji, 2 stycznia zabłyśnie o wiele słabiej, niemal dorównując jasnością Neptunowi.

Roje meteorów

W pierwszych dniach stycznia aktywny jest obfity rój meteorów Kwadrantydy. Bogate skupisko materii meteorytowej tego roju pochodzi być może ze zderzenia dwóch komet. Obserwowane od niemal 200 lat, podczas maksimum, nocą z 3 na 4 stycznia, zapewniają wysoką liczbę, około 120 przelotów meteorów w ciągu godziny, których wypatrywać należy, najlepiej po północy, we wschodniej stronie nieba. Niestety, w tym roku w obserwacjach „spadających gwiazd" tego roju w istotnym stopniu przeszkadzać może Księżyc, dwie doby po pełni świecący przez prawie całą noc, ponad 90% swej tarczy w Raku. Radiant roju Kwadrantydów usytuowany jest w północnej części konstelacji Wolarza, gdzie do 1928 roku wyróżniano nieistniejący dziś gwiazdozbiór Kwadrantu (*Quadrans Muralis*), upamiętniający wspaniały kwadrant ścienny XVI-wiecznego duńskiego astronoma Tychona Brahego.

Gwiazdy zmienne

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech różnego typu gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

styczeń		luty	
1, 16.47	16, 0.52	2, 5.45	10, 20.12
10, 7.14	18, 21.41	5, 2.34	25, 4.16
13, 4.03	21, 18.30	7, 23.23	28, 1.05

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od $3{,}5^m$ do $4{,}4^m$. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

styczeń	luty
3, 22.18	5, 3.03
9, 7.05	15, 20.38
20, 0.40	21, 5.25
30, 18.15	

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

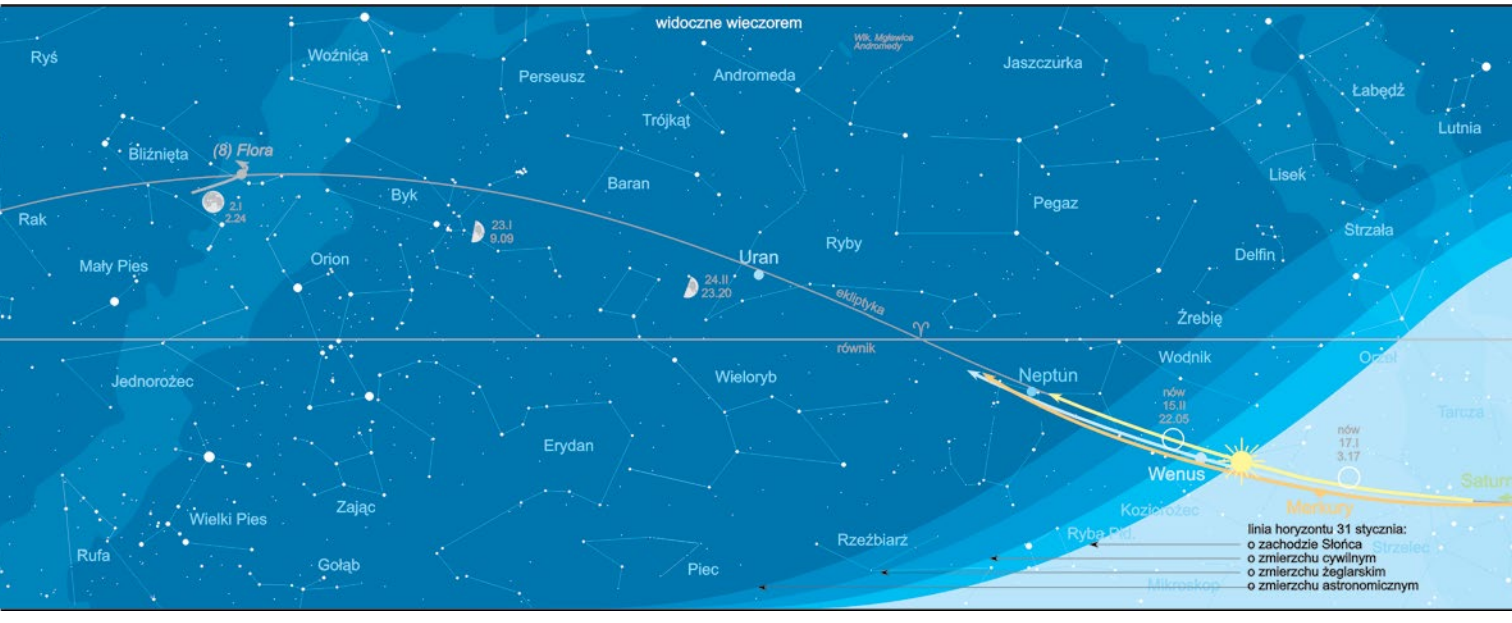
styczeń		luty	
2, V Cas $7{,}9^m$	20, *o* Cet $3{,}4^m$	18, R Gem $7{,}1^m$	
9, RS Vir $8{,}1^m$	30, T Her $8{,}0^m$	22, R Boo $7{,}2^m$	
13, U Ari $8{,}1^m$			

Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY
TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://www.urania.edu.pl/almanach

ROCZNIK ASTRONOMICZNY
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII
http://www.igik.edu.pl/



Zimowe gromady gwiazd

Nie po raz pierwszy w tym miejscu próbujemy zainteresować Czytelników skupiskami gwiazd, zarówno luźniejszymi gromadami otwartymi, jak i gęsto upakowanymi gromadami kulistymi. Liczne gromady znajdziemy na zimowym niebie, między innymi dzięki biegnącej przez zimowe konstelacje szerokiej wstędze Drogi Mlecznej, gdzie znajduje się wiele ich skupisk. Długie noce sprzyjają takim nieco ambitniejszym obserwacjom, do których wymagane jest użycie amatorskiego teleskopu, choć nawet dobra lornetka pozwoli zidentyfikować te obiekty, jednak bez większych szans na dostrzeżenie ich szczegółów. Mimo że jasność wielu z nich wskazywałaby na możliwość dostrzeżenia ich nawet gołym okiem, musimy pamiętać, że są to sumaryczne jasności, nie punktowych obiektów, jak pojedyncze gwiazdy, lecz rozciągających się na pewnym obszarze. Oczywiście, ich szczegóły najłatwiej dostrzec na długo naświetlanych fotografiach, umożliwiających rozdzielenie poszczególnych gwiazd danego skupiska, zwłaszcza gromad otwartych.

Chociaż rozlokowanie gromad gwiazd w poszczególnych gwiazdozbiorach nie jest bynajmniej równomierne — na zimowym niebie prym wiedzie w tym względzie Woźnica — to wybraliśmy kilka obiektów z różnych rejonów zimowego nieba.

Zaczynając od najdalej na północ usytuowanej zimowej konstelacji Woźnicy, przyjrzyjmy się jednej z najjaśniejszych tu gromad otwartych, w XVIII-wiecznym katalogu Charlesa Messiera zamieszczonej pod symbolem **M37**. Gromadę odkrył już w połowie XVII wieku włoski ksiądz-astronom Giovanni Hodierna. Na liczącą sobie 300 milionów lat gromadę składa się prawdopodobnie około 1800 gwiazd, skupionych w przestrzeni o średnicy 20–25 lat św. Z odległości około 4,5 tys. lat św., na naszym niebie obiekt ten ma średnicę 2/3 tarczy Księżyca. Gromadę o jasności 5,6^m odnajdziemy na tle Drogi Mlecznej, nieco obok środka odcinka łączącego gwiazdy ϑ Aur w Woźnicy i β Tau w Byku.

M37. Źródło Wikimedia Commons

W znacznie niżej położonym Jednorożcu, znajdujemy nieznacznie tylko ciemniejszą gromadę otwartą **M50**, Jej odkrywcą był francuski astronom włoskiego pochodzenia, Giovanni Cassini, który jako pierwszy obserwował ją w 1711 r. Znacznie młodszą od poprzedniej, powstałą przed 78 milionami lat, gromadę o rzeczywistych wymiarach 14 × 19 lat św., zawierającą około 200 gwiazd, z odległości 3,1 tys. lat św. obserwujemy na naszym niebie jako obiekt o kątowych wymiarach 15' × 20' i jasności 7,9^m. Odnajdziemy ją najłatwiej, kierując się 9,3° na północny wschód od Syriusza, najjaśniejszej gwiazdy Wielkiego Psa.

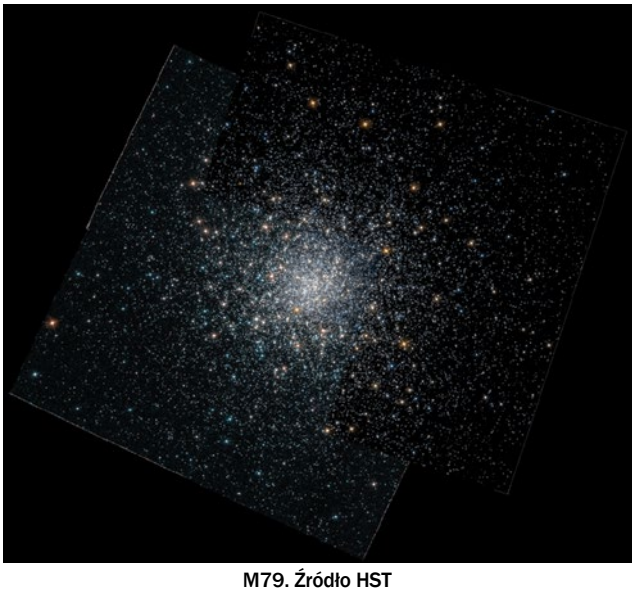
M50. Źródło Wikimedia Com.

W tyleż zimowej, co już wiosennej konstelacji Raka, oprócz słynnej gromady Praesepe (M44) znajdziemy również nie tak już efektowną, odkrytą w 1779 r. przez niemieckiego astronoma, Johanna Koehlera, gromadę otwartą **M67**. Jeszcze nieco bliższa od poprzedniej, odległa 2,7 tys. lat św., przy rzeczywistej średnicy 10 lat św., na naszym niebie kątowymi rozmiarami dorównuje tarczy Księżyca. Skupiająca około 500 gwiazd, M67 należy do najstarszych gromad otwartych: jej wiek szacowany jest na 3,2–5 miliardów lat. Jako obiekt o sumarycznej jasności 6,9^m, gromadę odnajdziemy bez trudu 1,8° na zachód od gwiazdy Acubens (α Cnc) w południowej części gwiazdozbioru Raka.

M67. Źródło Wikimedia Com.

Na koniec zajrzyjmy jeszcze na południowe krańce nieba zimowego, do konstelacji Zająca, gdzie znajduje się dość efektowna gromada kulista gwiazd, odkryta w 1780 r. przez Pierre'a Méchaina, współpracownika Messiera, który w swym katalogu (jako mgławicę) zamieścił ją pod symbolem **M79**. Gromada o średnicy 118 lat św., odległa 42,1 tys. lat św., na naszym niebie ma średnicę kątową 9,6' i jasność 7,7^m. Odnajdziemy ją w południowej części gwiazdozbioru, przedłużając na południe linię łączącą najjaśniejsze gwiazdy Zająca: Arneb (α Lep) i Nihal (β Lep), o odcinek równy ich odległości.

Jan Desselberger



M79. Źródło HST

Nowości od przyjaciół

Zgodnie z obietnicą daną w poprzednim numerze *Uranii* tym razem chciałem zarekomendować parę pozycji wydanych przez Ziemowita Poniatowskiego prowadzącego już trzecią dekadę sklep muzyczny, a od kilku lat prowadzącego również działalność wydawniczą. Ponieważ specjalnością GENERATORA jest szeroko rozumiana muzyka elektroniczna, znajdziemy tam sporo muzyki związanej z tematyką kosmiczną.

Tych pozycji mogących zainteresować miłośników muzy *Uranii* ukazało się w mijającym roku niemało, więc wrócę do nich jeszcze za dwa miesiące. Teraz koniecznie chciałbym napisać o płycie nagranej już w 2012 roku, ale dopiero teraz wydanej, gdyż jej autora miałem okazję spotkać ostatnio w swoim mieście podczas gościnnego występu jako… cymbalistę grającego na tradycyjnych cymbałach wileńskich! To piękny hołd złożony nieżyjącemu już dziadkowi, znanemu wirtuozowi owego instrumentu. Piotr Krupski tworzył muzykę elektroniczną do 2012 r., by porzucić ją całkiem na rzecz cymbałów. Utwory na płytę zatytułowaną „Electronic Worlds" Piotr nagrał z przyjaciółmi: Andrzejem Mierzyńskim, Christianem Rossle, Dariuszem Wilkiem, Sebastianem Orda-Sztarkiem, Sławomirem (Kombi!) i Tomaszem Łosowskimi, Dieterem Wernerem oraz Władysławem Komendarkiem. Już to gwarantuje różnorodność muzyczną, bogactwo brzmień i… wysoki poziom nagrań. Warto zainteresować się tą pozycją. Na zachętę przytoczę tylko cztery tytuły: *Gdy rodziła się Matka Ziemia, Gwiezdna podróż, Zagadka życia i śmierci, Serce i dusza*.

Na koniec wspomnę jeszcze o płycie, którą otrzymałem w prezencie od wykonawców podczas Pierwszej Olsztyńskiej Nocy Perseidów. To dzieło wspomnianych już wyżej olsztyniaków: Andrzeja i Eli Mierzyńskich. Płyta nosi tytuł „Renesans — A.D. 2017" i zawiera materiał ilustracyjny stworzony na potrzeby filmu przygotowanego w Olsztyńskim Planetarium i opowiadającego historię kalendarza. Ta typowa muzyka tła nawiązująca do utworów z epoki Galileusza uprzyjemniała mi podróż na tegoroczny festiwal w Cekcynie, o którym wspominałem ostatnio.

Jacek Drążkowski

Konkurs na fotki z Uranią

Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z Uranią lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres portal@urania.edu.pl z tytułem „Fotki z Uranią" lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami **#fotkizurania** i **#urania** (dodatkowo może być też **#podrozujzurania**). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Uranii" — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania

Też będę takie robiła!

Jak powiada stare przysłowie: „Czym skorupka za młodu nasiąknie, tym na starość trąci", więc niech *Urania* towarzyszy kolejnym pokoleniom od najwcześniejszych dni.

Fot. Ewa Filarowicz

Zaproszenie do naukowej obserwacji Słońca

Z takim tytułem prezentacji wystąpiłem 30 czerwca w dniu Asteroid Day w galerii Spot w Poznaniu. Asteroid Day to rocznica upadku Meteorytu Tunguskiego. W tym dniu jednak organizatorzy zaplanowali oprócz prezentacji związanych z asteroidami również drugi event, tzw. Otwarte Obserwatorium na Wildzie. Nie będę tu opisywał całego przedsięwzięcia, bo myślę, że któryś z kolegów organizatorów tego dnia opisze, co dokładnie działo się w galerii Spot. Na początku Sławomir Matz przedstawił swoją prezentację o Słońcu wzbogaconą autorskimi zdjęciami. Ja skupiłem się na naukowej obserwacji plam słonecznych. Oczywiście, mówiąc naukowej, miałem na myśli obserwacje, które mogą być użyte w celu wygenerowania wykresu aktywności Słońca i będą uzupełnieniem obserwacji wykonywanych w profesjonalnych obserwatoriach. W prezentacji przedstawiłem zainteresowanym będącym na sali, w jaki sposób, korzystając ze strony sekcji SOS PTMA, zostać członkiem obserwatorem i dokonywać obserwacji Słońca. Zapoznałem ich z prawidłowym wykonaniem raportu i co z nim później zrobić, by mógł być w pełni przydatny. Cały ten proces powstawania raportu opisywałem już we wcześniejszych numerach *Uranii*, dlatego tutaj dodam tylko, że najpierw rejestrujemy się na stronie, otwieramy swój profil, którym to generujemy raport. Cały raport wypełniamy na stronie i wysyłamy, a on ląduje w profilu admina, czyli moim, w okienku „wysłane". Po prezentacji zrobiłem małą wystawkę, na której znalazły się promocyjne numery *Uranii*, gadżety sekcji a także moja praca maturalna na temat Słońca i pierwszy dziennik obserwacji Słońca z 1978 r. Moją prezentację upamiętniła Sandra Grzelaszyk http://sandra-grzelaszyk.flog.pl młoda, zdolna, choć jeszcze uczennica fotografii z Poznania.

Tadeusz Figiel

Fot. Sandra Grzelaszyk

Raport nr 9/2017

Początek września lekki wzrost aktywności Słońca, potem na tarczy utrzymuje się tylko jedna grupa z jedną plamą otoczona półcieniem. Przez ten czas dość długo liczba Wolfa wynosi 11. Koniec miesiąca to znów delikatny wzrost aktywności. Średnia R dla września z raportów SOS wyniosła 33,97, a średnia SN 43,13. Wykonano ogółem 102 obserwacje dla R i 58 obserwacji dla SN. Swoje wyniki przysłało 8 obserwatorów.

Obserwatorzy:

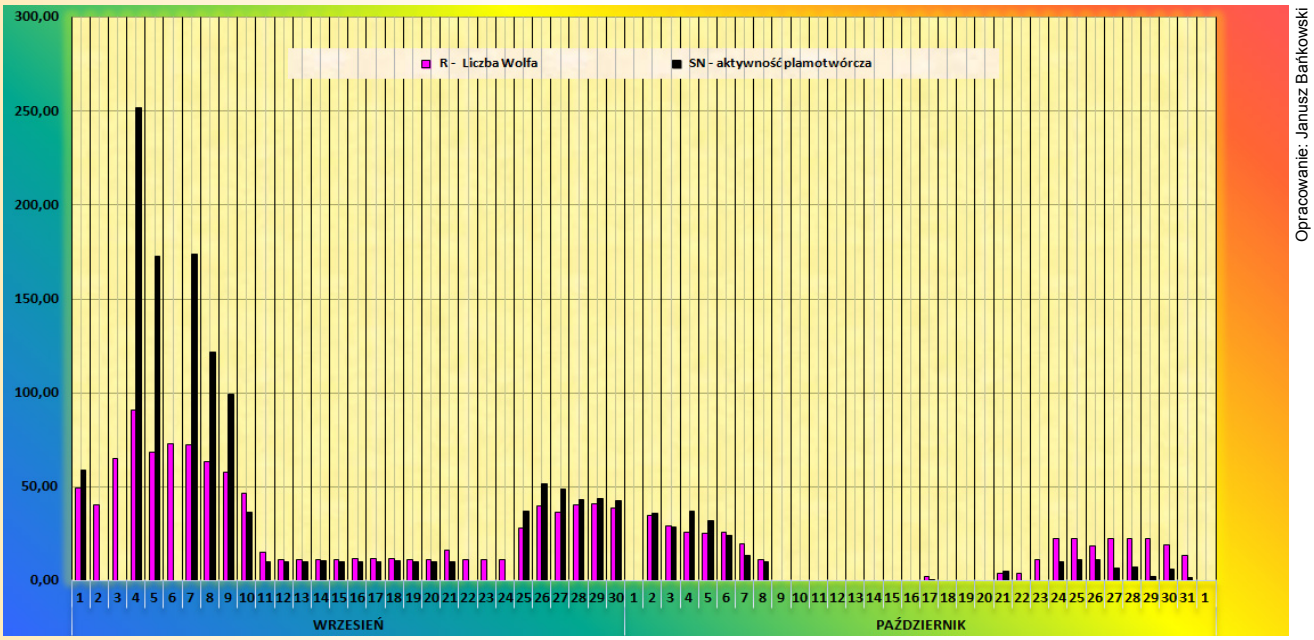
1. Jimenez Francisco	26	5. Raczyński Lukasz	11
2. Mikołajczak Eugeniusz	17	6. Kucemba Łukasz	9
3. Zagrodnik Jerzy	16	7. Figiel Tadeusz	7
(gólem 6572 obserwacje)		8. Skorupski Piotr	3
4. Bańkowski Janusz	13		

Raport nr 10/2017

Spoglądając na wygenerowany wykres daje się zauważyć mniej więcej w połowie miesiąca całkowity brak plam. Taka sytuacja utrzymuje się od 10 do 20 października. Ogółem w październiku sekcja przeprowadziła 120 obserwacji dla R i 84 dla SN. Średnia liczba Wolfa wyniosła R= 11,85 a SN =8,07. Swoje raporty przysłało 9 obserwatorów.

Obserwatorzy:

1. Jimenes Francisco	27	6. Raczyński Łukasz	10
2. Winnicki Mateusz	20	7. Kucemba Łukasz	8
3. Mikołajczak Eugeniusz	18	8. Figiel Tadeusz	5
4. Zagrodnik Jerzy	17	9. Skorupski Piotr	3
5. Bańkowski Janusz	12		



Opracowanie: Janusz Bańkowski

Poczta

Nazywam się Katarzyna Tretyn-Zečević i jestem artystką z Torunia. W swojej twórczości szczególnym zainteresowaniem darzę kosmos. Tym razem skupiam się na Marsie i jego kraterach. Wiąże się to z większym projektem kuratorskim, który prezentowany będzie we wrześniu 2018 r. w Rypinie. Nazwę te nosi również jeden z kraterów na Marsie. Poszukuję informacji na temat tego właśnie krateru. Czy są Państwo w stanie mnie wesprzeć?

Jak nadawane są nazwy kraterom, czy są jakieś przepisy określające sposób nadawania tych nazw? Dlaczego miasto Rypin zostało tak wyróżnione?

Red. *Pani Katarzyno, dziękujemy za maila. Poniżej informacje, które udało nam się znaleźć na profilu fb Urzędu Miasta Rypin:*

Skąd nazwa Rypin na Marsie? 30 maja 1971 r. wystrzelona amerykańska sonda kosmiczna Martiner 9 dotarła na orbitę Marsa. Po przeprowadzeniu badań tej planety i wykonaniu wielu zdjęć, w 1976 r. Międzynarodowa Unia Astronomiczna zdecydowała, że kraterom, które mają mniej niż 60 km średnicy, nadano nazwy miast. Zdecydowano, że jeden z marsjańskich kraterów będzie się nazywał Rypin.

Na Marsie są tylko 4 polskie miasta i są to: Grójec, Puńsk, Puławy i Rypin.

Każda z tych miejscowości musiała zasłynąć ze szczególnych osiągnięć. Nasze miasto zyskało uznanie w Międzynarodowej Unii Astronomicznej ze względu na wyroby mleczarni ROTR: „to miasteczko, w którym spółdzielczość mleczarska produkowała pod firmą ROTR tak znakomite sery, że były one poszukiwane nie tylko w kraju." Rypin – krater na powierzchni Marsa o średnicy 18,4 km, położony na 1,3° szerokości południowej i 41° długości zachodniej.

Polscy astronomowie byli ważną częścią społeczności astronomicznej w tym czasie, a wiceprezydentem Międzynarodowej Unii Astronomicznej w tym okresie była prof. Wilhelmina Iwanowska.

Dodatkowo mapowaniem Marsa zajmował się prof Andrzej Woszczyk, aktywny uczestnik kongresu MUA w Grenoble w 1976 r.

Agnieszka Górska-Pukownik

* * *

Przy druku numeru 5/2017 najwyraźniej pominięto jeden z artykułów Poradnika Obserwatora, „Kolimacja teleskopu Newtona" – według spisu treści na początku numeru powinien znajdować się na 58 stronie. Tymczasem na tej stronie zaczyna się już CYRQLARZ. Może w kolejnym numerze opublikujecie dwie części Poradnika?

A. Kostecki

Red. *Niestety, to znowu wina nieupilnowanego redakcyjnego chochlika. Pozostawił w spisie treści odwołanie do materiału, który był już publikowany w tym roku w numerze 2. Przepraszamy!*

* * *

Trzytygodniowy wyjazd na zaćmienie Słońca w Stanach Zjednoczonych zaczęliśmy planować ze znajomymi na przełomie stycznia i lutego bieżącego roku. Wybór miejsca do obserwacji zjawiska padł na dość rozległy parking zlokalizowany niedaleko zbiegu drogi międzystanowej I15 z drogą 33 na północ od Idaho Falls. (…) Precyzyjnie, zgodnie z efemerydą (fascynujące, ale czy jest coś w tym dziwnego?) nastąpił pierwszy kontakt i chwilę później widzieliśmy już gołym okiem mały ubytek na tarczy. (…) Wszystkim na miejscu zaczynały udzielać się wielkie emocje. Pojedyncze minuty przed fazą całkowitą wzdłuż pasa zaćmienia przeleciał, na wysokości może dwóch kilometrów, jeden z samolotów, z których NASA przeprowadzało transmisję live. Nad zachodnim horyzontem było widać wielkie pociemnienie – nadciągający cień Księżyca. Majestatyczna i magiczna chwila, ostatnie kilkadziesiąt sekund przed fazą całkowitą. (…) Emocje sięgnęły zenitu! Chwilę wcześniej widać było już Wenus. Mijały ostatnie sekundy i oto pojawił się w całej okazałości On: Pierścień z Diamentem. Podnosił się już nie krzyk, a wrzask ekstazy z setek gardeł zgromadzonych na parkingu! Chwilę potem pojawiła się w całej okazałości Ona: Piękna Korona. Zdjąłem folię mylarową z jednego z obiektywów i spojrzałem na Słońce przez lornetkę. Widok korony słonecznej i protuberancji z prawej strony spowodował, że miałem miękkie nogi. To chyba najpiękniejszy sposób obserwacji zjawiska, jaki mogłem sobie zafundować: zaćmienie przez lornetkę. (…) Widać, że faza spokojnego Słońca nie przeszkadza w kreowaniu jej spektakularnych kształtów i rozpiętości. Pięknie uwidocznione pola magnetyczne na biegunach były tak wyraźne, że aż nienaturalnie. (…) Obserwując cały czas przez lornetkę zacząłem dostrzegać przeświturającą fotosferę Słońca przez krawędź tarczy Księżyca – pojawiały się perły Baily'ego, a sekundy później drugi pierścień z diamentem. Dzięki temu, że oczy zaadoptowały się do otaczającego zmroku, ten widok robi jeszcze większe wrażenie! Bajecznie! Wytrzymałem z lornetka przy oczach tak długo, jak to możliwe, aby nacieszyć wzrok ostatnim akcentem fazy całkowitej. (…) W końcu (znowu punktualnie!) nastąpił IV kontakt i koniec całego zjawiska. Jakże dla nas udanego: dopisała pogoda, dotarliśmy bez problemu na planowane miejsce, widzieliśmy całe zjawisko w świetnym towarzystwie. Czego chcieć więcej? Daleko od domu, ale było warto!

Michał Witkowski

ZAPROSZENIA

Odczyty, wykłady, spotkania, wydarzenia

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Warszawie

11 grudnia 2017: Katarzyna Rusinek *Aktywne galaktyczne niespodzianki*

18 grudnia 2017: Katarzyna Drozd *Sy-Fy*

8 stycznia 2018: Swayamtrupta Panda *Joining the Dots: From Stars to Active Galaxies* (wykład w j. ang.)

15 stycznia 2018: Alexey Pamiatnykh *Planet Nine – Dziewiąta planeta*

https://www.camk.edu.pl/pl/outreach/wyklady-popularne

Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne

10 grudnia 2017, 11.00-19.00: premiera bajki w technologii full-dome „Co się stało z kalendarzem?"

15 grudnia 2017, 18.00: Muzyka filmowa – znane motywy w różnych wykonaniach

11 stycznia 2018, 17.00: Bartosz Dąbrowski, *Obserwacje Kopernika na Warmii*

http://planetarium.olsztyn.pl/pl/odczyty.html

PTMA O/Wrocław

29 stycznia 2018, 19.00: Adam Szelążek *Fizyka barw cz. I,* https://www.facebook.com/IAUWr/

Spis treści rocznika 2017 (tom LXXXVIII)

Indeks autorów

Abramowicz Marek (6)54
Banachiewicz Tadeusz (3)4,5
Bańkowski Janusz (1)60, (5)70
Baranowski Jerzy (1)34
Bargieła Janusz (2)75
Biernikowicz Ryszard (5)30
Biesiada Marek (3)34
Błażyca Zofia (4)60
Bochanysz Roman (2)75
Bonna Kamil (1)15
Breiter Sławomir (1)16
Bulik Tomasz (5)20
Bykowski Wieńczysław (1)26, (2)40, (4)52, (5)46, (6)48,60
Ciechocka Alicja (1)34
Czart Krzysztof (1)31,39, (2)10,42,47,48,49,54,55, (3)16, (4)48,49, (5)45,48,57, (6)20,37,50,53,60
Danch Mirosław (2)37
Desselberger Jan (1)54,58, (2)66,70, (3)64,68, (4)64,68, (5)64,68, (6)62,66
Dębski Bartłomiej (3)10
Dishoeck Ewine van (1)10
Draine Bruce T. (6)24
Drążkowski Jacek (1)3,59,62, (2)71,74, (3)69,72, (4)69,74, (5)69,74, (6)67,72
Drożdżal Paweł (3)72
Dziedzicka Aleksandra (4)47
Eysymontt Marcin (4)46
Fabrowski Kasper (1)63, (5)75
Figiel Tadeusz (1)60,61, (2)73, (3)73, (4)71, (5)72, (6)68
Gondek-Rosińska Dorota (5)20
Górska-Pukownik Agnieszka (6)69
Grabiański Rafał (1)8,30, (2)8,48, (3)8,46, (4)8, (5)8, (6)8
Graczyk Darek (6)28
Grochowalski Paweł (6)50
Iwanicki Grzegorz (2)42
Janiuk Agnieszka (3)48
Jaroszewski Marcin Konrad (2)75
Kaczmarek Zofia (1)50, (3)58,62,
Karska Agata (1)10
Kiełtyka Grzegorz (1)63, (3)72
Koczara Klaudia (1)34
Kołomański Sylwester (1)33, (2)38, (3)72, (4)3
Komarowska Anna (4)60
Kosik Miriam (1)15
Kostecki Arkadiusz (2)75, (6)69
Kotarba Andrzej (3)37
Kowalski Jerzy (6)52
Krajewski Wiesław (4)44
Krakowczyk Mateusz (2)62, (3)63, (6)61
Krawiec Dominika (4)60
Kuczyński Jerzy (2)20, (4)54, (5)17, (6)33
Kuligowska Elżbieta (1)38, (2)23,46, (3)16,46, (4)48, (5)57
Kusiak Michał (2)14,17,
Lasota Jean-Pierre (5)10
Lis Darek (1)10
Łubis Piotr (2)65, (5)63
Maciejewski Maciej (3)52
Majewski Piotr (6)44
Maliński Rafał (4)47
Marzec Grzegorz (6)53
Mergentaler J. (1)4
Midura Andrzej (2)75
Mikołajewski Maciej (1)63, (2)3, (3)3,72, (6)3,31,46,47
Morawski Jakub (2)24
Muciek Marek (1)6, (2)6, (3)6, (4)6, (5)6, (6)6
Murawski Gabriel (1)18
Musiuk Agata (5)56
Mykietka T. (1)4
Myszkiewicz Maciej (2)59, (4)56, (6)56
Netzel Henryka (4)38
Nowak Agnieszka (4)36, (5)75, (6)36
Pakulnicki Emil (3)72
Pawlikowski Jakub (5)63
Pečenik Rudolf (1)4
Piekarzewicz Grzegorz (3)46
Potępa Piotr (1)40, (3)24, (5)54
Rachwał Patryk (1)51
Różyczka Michał (5)10
Rudź Przemysław (1)63, (2)50, (3)40, (4)10, (5)75, (6)10
Rybka Eugeniusz (4)4,5, (5)4
Sabat Mikołaj (1)46, (2)60, (3)54,55, (4)58, (6)36,38,58
Schreiber Roman (1)28, (2)65, (3)45, (4)51,72, (5)73, (6)32
Serafin Kamil (4)60
Socha Krzysztof (4)73
Strobel Andrzej (2)45
Substyk Marek (1)25, (2)56, (3)70, (4)36
Sufa Aleksandra (2)17
Szaj Robert (5)3
Sztymelska Maria (1)15
Szudy Józef (2)30
Ścieżor Tomasz (1)29
Świętnicki Mariusz (4)73
Trzewiczek Ignacy (5)48
Tużnik Adam (1)18, (5)37
Tużnik Adam (4)47
Tymiński Zbigniew (6)56
Wiśniewski Mariusz (3)50
Witkowski Michał (6)69
Wojtowicz M. (1)4
Wójcik Michał (4)63
Wróblewski Andrzej Kajetan (1)20
Zawilski Marek (3)18, (4)26
Zjawin Beata (5)40
Żołądek Przemysław (1)43, (2)58, (5)58

Indeks przedmiotowy

Artykuły

Astronomia fal grawitacyjnych, *Dorota Gondek-Rosińska, Tomasz Bulik* (5)20
Ciemna materia z laboratorium, *Beata Zjawin* (5)40
Ciemność w pogodny dzień, *Marek Zawilski* (4)26
Czy Kopernik się pomylił?, *Piotr Majewski* (6)44
Fale grawitacyjne i błysk światła kilonowej, *Krzysztof Czart* (6)20
Gwiazda z siedmioma planetami wielkości Ziemi!, *Krzysztof Czart* (2)10
Komety (I), *Przemysław Rudź* (6)10
Łowcy planetoid, *Michał Kusiak* (2)14
Narodziny światów, *Darek Lis, Agata Karska, Ewine van Dishoeck* (1)10
Okiełznać szumy, *Dorota Gondek-Rosińska, Tomasz Bulik* (5)20
Pierwszy po Koperniku, *Bruce T. Draine* (6)24
Planeta w Słońcu, *Marek Zawilski* (3)18
Rosetty pogoń za kometą, *Mikołaj Sabat* (6)38
Tam, gdzie niebo ma kolor zielony, *Piotr Potępa* (3)24
TRAPPIST-1 — siedem planet piekielnych, Bartłomiej Dębski (3)10
U stóp Araratu, *Przemysław Rudź* (2)50
W Biurakanie i nie tylko, *Przemysław Rudź* (3)40
Zanim cień Księżyca przetnie Amerykę, *Przemysław Rudź* (4)10
Zanim zadrżały detektory LIGO, *Michał Różyczka, Jean-Pierre Lasota* (5)10

W skrócie / Rozmaitości

Atmosfera Marsa uciekła w kosmos (3)46
Atmosfera wokół niewielkiej planety pozasłonecznej (3)16
Budowa teleskopu ELT ruszyła na dobre (4)48
Budowanie planet z piasku (6)60
Burze śnieżne na Marsie (5)56
Czy wykryto egzoksiężyc? (5)57
Fizycy z Torunia szukają ciemnej materii (2)54
Historyczny lot używanego Falcona 9 (3)46
Indie wysłały 104 satelity za jednym razem (2)48
Międzynarodowa Unia Astronomiczna zaakceptowała oficjalnie 227 nazw gwiazd (1)31
NASA udostępniła za darmo kody źródłowe swojego oprogramowania (2)49
Odkryto kilka egzokomet (6)36
ONZ uchwaliła Międzynarodowy Dzień Planetoid (2)42
Pierwszy „obraz” zaćmienia Słońca? (5)57
Planetoida spoza Układu Słonecznego (6)37
Planetoidy mogą rozpadać się na dwie części i… rozwijać warkocze (2)23
Polacy odkryli pierwszą supernową w roku 2017 (1)39
Polscy inżynierowie wezmą udział w konstrukcji elementów największego teleskopu świata (2)48
Polska utrzymała preferencyjne warunki członkostwa w ESA (2)48
Polski miłośnik astronomii odkrył pięć nowych gwiazd zmiennych (5)37
Powiat Turecki — unijna droga do gwiazd i kosmiczny spichlerz (3)46
Rok 2016 rekordowy pod względem liczby utworzonych parków ciemnego nieba (2)42
Rozpoczęła się renowacja teleskopu, którym odkryto Plutona (2)54
Skalista superziemia idealna do poszukiwania oznak życia (3)16
Szybkie błyski radiowe: nieco bliżej rozwiązania piętnastoletniej zagadki (1)38
Testy obserwacyjne prototypowego teleskopu dla Obserwatorium CTA (6)60
TRAPPIST-1 starszy od Układu Słonecznego (5)56
Trójwymiarowa mapa Wszechświata sprzed 7 miliardów lat (2)55
Współpracownik Uranii uhonorowany na niebie (6)37
Zdjęcie czerwonego olbrzyma daje zaskakujące spojrzenie na przyszłość Słońca (6)36
Znana radiogalaktyka Cygnus A może mieć dwie czarne dziury (4)48

Czytelnicy obserwują

Fotometria lustrzankowa (5)30
Obserwacje tranzytów planet pozasłonecznych (1)18

Astropodróże

Astronomia nad Neckarem (4)52
Księżycowy skarbiec (1)26
Palec Galileusza (2)40
Turysta na szlaku Boskowicia i Milankowicia (5)46
W jezuickim labiryncie Wilna (6)48

W kraju

38. Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (5)45
Astropalooza i astronomia w Szkole Orląt w Dęblinie (6)53
Będzie obserwatorium w mieście Adama Giedrysa (4)47
Gwiazdy poznańskiego nieba (4)46
OFAFA 2016 zakończona! (1)25
W Wałbrzychu powstało obserwatorium astronomiczne (4)47
Władze PTA na lata 2017–2021 (5)45

Dawno temu w „Uranii”

Aluminiowanie zwierciadeł astronomicznych. (6)4
Badania astronomiczno-geodezyjne a drugie Zagłębie naftowe w Polsce. (3)5
Coś się (jeszcze powoli) zaczyna (4)5

Czy świat się rozszerza (6)5
Instrukcja dla obserwatorów meteorów (2)4
Może się przydać (5)5
Narodziny 5-metrowego zwierciadła astronomicznego (5)4
Obserwacje jasnych meteorów w lecie 1936 r. (1)4
Obserwatorium w stratosferze (6)4
Polskie zdjęcia filmowe zaćmienia Słońca 19 czerwca 1936 r. (3)4
Supernowe nie tak dawno temu (4)4
Wszystko już było... (4)4

Urania — nasza muza (1)3, (2)3, (3)3, (4)3, (5)3, (6)3

100 lat Uranii

Komety z epoki kamienia łupanego (1)20
Nasz Pierwszy Redaktor (2)30

Sylwetki

Eugene Cernan (1934–2017) — ostatni człowiek na Księżycu (2)47
John Glenn (1921–2016) — pierwszy Amerykanin na orbicie (1)30
Uśmiech profesora (Hieronim Hurnik 1919–2016) (1)16
Vera Rubin (1928–2016) — pionierka badań nad ciemną materią (2)46

Młodzi badacze

Droga do OMSA. Wojewódzkie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne — WMSA (6)61
ESO Astronomy Camp — poradnik przetrwania (4)60
Nauka (nie) poszła w las (2)62
OMSA 2017 — po drugiej stronie Mocy (3)58
XLIII OMSA — zaproszenie (1)52
Z mapą przez Galaktykę (2)24

Kącik olimpijczyka

Finał LX Olimpiady Astronomicznej (3)63
Międzynarodowy sukces polskiej reprezentacji (1)50
Rozwiązanie zadania III stopnia XLIII Olimpiady Astronomicznej (2)65
Rozwiązanie zadania nr 3 zawodów II stopnia LII Olimpiady Astronomicznej (6)61
Rozwiązanie zadania teoretycznego X Międzynarodowej Olimpiady Astronomii i Astrofizyki (IOAA) (1)51
Rozwiązanie zadania zawodów finałowych LX Olimpiady Astronomicznej (3)62
Rozwiązanie zadania zawodów finałowych LX Olimpiady Astronomicznej (4)63
Rozwiązanie zadania zawodów I stopnia LIII Olimpiady Astronomicznej (5)63

Ciekawe strony internetowe...

360° albo panorama inaczej (1)28
A miało być tak pięknie… (6)32
Chmury — co prawda utrudniają obserwacje astronomiczne, ale i tak warto się im przyjrzeć (4)72
Co mogło(by) spaść na nasze głowy (ale na szczęście jeszcze nie spadło) (3)45
Nowości astronomiczne w pigułce… (2)65
Nowy zwierzak w kosmicznym ZOO (5)73

Ciemne niebo

Jak ciemne jest niebo nad naszym miastem? (1)34
Noc nad Polską w odwrocie (2)38
Nowa mapa jasności nocnego nieba na terenie Polski (4)38
Porozmawiajmy o ciemności (3)37
Pył zasłania gwiazdy (1)33

Kronika: Odkrycia i wydarzenia astronomiczne

Październik, listopad 2016 (1)6
Grudzień 2016, styczeń 2017 (2)6
Luty, marzec 2017 (3)6
Kwiecień, maj 2017 (4)6
Czerwiec, lipiec 2017 (5)6
Sierpień, wrzesień 2017 (6)6

Kronika: Misje i badania kosmiczne

Październik, listopad 2016 (1)8
Grudzień 2016, styczeń 2017 (2)8
Luty, marzec 2017 (3)8
Kwiecień, maj 2017 (4)8
Czerwiec, lipiec 2017 (5)8
Sierpień, wrzesień 2017 (6)8

Pod patronatem POLSA

Jak zostać mistrzem nawigacji satelitarnej? (3)32
Sieradz miastem kosmicznym (6)50

Poradnik obserwatora

Kolimacja teleskopu Newtona (2)56
Sky-Watcher AllView Alt-Az (3)70

Kalendarz astronomiczny

Marzec – kwiecień 2017 (1)54
Maj – czerwiec 2017 (2)66
Lipiec – sierpień 2017 (3)64
Wrzesień — październik 2017 (4)64
Listopad – grudzień 2017 (5)64
Styczeń – luty 2018 (6)62

Spójrz w niebo

Jesienne galaktyki (4)68
Obiekty pod choinkę (5)68
W takich gromadach luźniej (3)68
W Wężowniku gromadniej (2)70
Z dala od Drogi Mlecznej (1)58
Zimowe gromady gwiazd (6)66

Szkoła astropejzażu

Filtry gwiazdkowe (dyfrakcyjne) w astropejzażu (1)40
Księżyc w fotografii astropejzażowej (5)54

Obserwator słońca

Historia SOS PTMA cz. II (2)73
O Słońcu nad jeziorem Bachotek (1)60
Kosmos nie tylko dla przedszkolaka (3)73
Ponownie w Przeźmierowie (4)71
Aktywność słoneczna w 2016 roku — najciekawsze wydarzenia (5)70
Zaproszenie do naukowej obserwacji Słońca (6)68
Raport: wrzesień – październik 2016 (6)68
Raport: listopad – grudzień 2016 (1)61
Raport: styczeń – luty 2017 (2)73
Raport: marzec – kwiecień 2017 (3)73
Raport: maj – czerwiec 2017 (4)71
Raport: lipiec – sierpień 2017 (5)72

PTMA

50 lat Oddziału Lubelskiego PTMA (4)44
Wielka Wyprawa PTMA na zaćmienie (4)36

Pod kopułą

Z Collinsem na Srebrny Glob (2)37

Przeczytanie w Nature i Science

O atmosferach (6)33
O czarnych dziurach (5)17
O czym mówią meteoryty? (4)54
Serce Plutona (2)20

CYRQLARZ

100 tysięcy meteorów w 2016 roku! (3)50
Bolid Piecki PF120916 i meteoryt Reszel (3)52
Październikowe bolidy (6)56
Podstawy nauki o meteorytach (1)43, (5)58
Reaktywacja stacji PFN01 Ostrowik (2)59
Zdalna obsługa stacji bolidowych (4)56

KOMECIARZ

„Kometa pająk” (2)60
4*P Coma Morphology Compaign (3)54
Komety widoczne z Polski w 2018 r. (6)58
Największe zderzenia w historii Ziemi (2)58
Rok komet krótkookresowych (1)46
Rozpad komety C/2017 E4 (Lovejoy) (3)55
W poszukiwaniu wielkiej komety (4)58

Nie tylko teleskopy

Almanach Astronomiczny na rok 2017 (1)29
Filozofia Hellera w opinii młodych intelektualistów (1)15
Książka pod choinkę (6)31
Na tropie fal grawitacyjnych (3)34
Nie tylko teleskopy (2)45
Spacerkiem po planetach (4)51

Astrofotografia amatorska

Blisko Księżyca / Księżyc i nie tylko (1)32, (6)75
Startrails (6)2
Tranzyty (3)75
Układ słoneczny (2)71,76
Zaćmienia (5)38

Circulos meos / Circulos tuos

Ju-Fu Lu (1947–2017) (6)54
Kosmos z papieru, czyli warsztaty współpracy rodzinnej w CFT (3)48

Astronomia i muzyka

Kosmos Murcofa (2)71
Księżycowy sen Richtera (3)69
Letnie poszukiwania kosmicznych dźwięków (5)69
Muzyczna księga chmur (4)69
Nowości od przyjaciół (6)67
Odeseja kosmiczna Bowiego (1)59

Astrożarty Jacka D. (1)62, (2)74, (3)74, (5)74, (6)72

Poczta (1)63, (2)75, (3)72, (4)73, (5)75, (6)71

Zaproszenia (1)63, (2)75, (3)72, (4)73, (5)75, (6)71

Rozrywka (1)62, (2)74, (3)74, (4)74, (5)74, (6)69

Inne

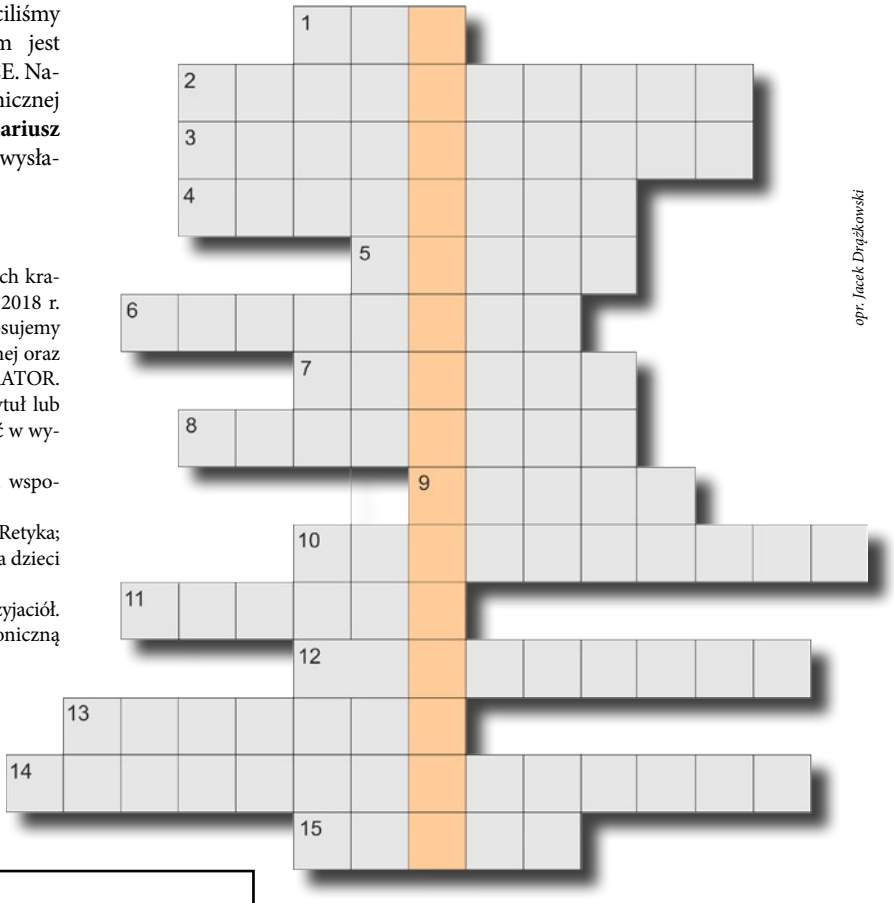
Czy przeżyłbyś na Marsie? (5)48
Czytelnicy wybrali najlepszą okładkę URANII w roku 2016 (1)24
Europejski Konkurs Nawigacji Satelitarnej (3)33
Konkurs „Uranii” 2016/2017 „Nasza szkolna przygoda z astronomią” (2)57, (3)61, (4)70
Konkurs na fotki z Uranią (1)59, (2)71, (3)69, (4)69, (5)69, (6)67
LXI Olimpiada Astronomiczna 2017/2018 (5)62
Planetoidy o polskich korzeniach (2)17
Poradnik dla naukowców (4)49
Spis treści rocznika 2017 (tom LXXXVIII) (6)70
VIRGO rozpoczyna wspólne obserwacje z LIGO w kampanii obserwacyjnej O2 (5)27

W „Uranii–PA” nr 4/2017 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło ZAĆMIENIE W AMERYCE. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Tomasz Celeban** z Łasku i **Mariusz Chlebowski** ze Swarzędza. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca stycznia 2018 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe o tematyce astronomicznej oraz dwie płyty kompaktowe wydawnictwa GENERATOR. Do rozwiazania należy dodać swój adres oraz tytuł lub numer pozycji, którą Czytelnik chciałby otrzymać w wyniku losowania:

1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka;
2. „Relacja pierwsza” („Narratio Prima”) Joachima Retyka;
3. „Mały astronom”, nowa ksiażka o astronomii dla dzieci autorstwa profesora Grzegorza Karwasza;
4. „Electronic Worlds”, płyta Piotra Krupskiego i przyjaciół.

Rozwiązania można przesyłać drogą elektroniczną na adres: urania@urania.edu.pl.



opr. Jacek Drążkowski

1. Tajemnicze błyski promieniowania gamma
2. Dla niego komety były płonącymi chmurami
3. Punkt na orbicie położony najbliżej Słońca
4. Sonda badająca kometę 81P/Wild
5. Nowy prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego
6. Minęła Ziemię 1 września br.
7. W styczniu 2018 r. będzie w Wodniku
8. Odkrywca 46. komety okresowej
9. Nowy detektor na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej
10. Komety spoza Układu Słonecznego
11. Przepowiedział powrót komety z 1682 r.
12. Autor wykresów aktywności słonecznej opracowywanych w SOS PTMA
13. Pierwsza po Słońcu gwiazda, dla której zmapowano ruchy materii w atmosferze
14. Reżyser filmu „Tajemnice De Revolutionibus”
15. Jeden z tegorocznych noblistów w dziedzinie fizyki

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 4/2017: 1. OPPOLZER, 2. HAŁAS, 3. DOŚĆ, 4. MAPA, 5. JURICZKIN, 6. ANDROMEDA, 7. JUNO, 8. ORIONIDY, 9. TALES, 10. RADZIWIŁŁ, 11. ATLAS, 12. PRAŻMOWSKI, 13. ELECTRON, 14. SUPERNOWE, 15. GIEDRYS, 16. ENCELADUS, 17. WAWEL.

SKLEP INTERNETOWY URANII

www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

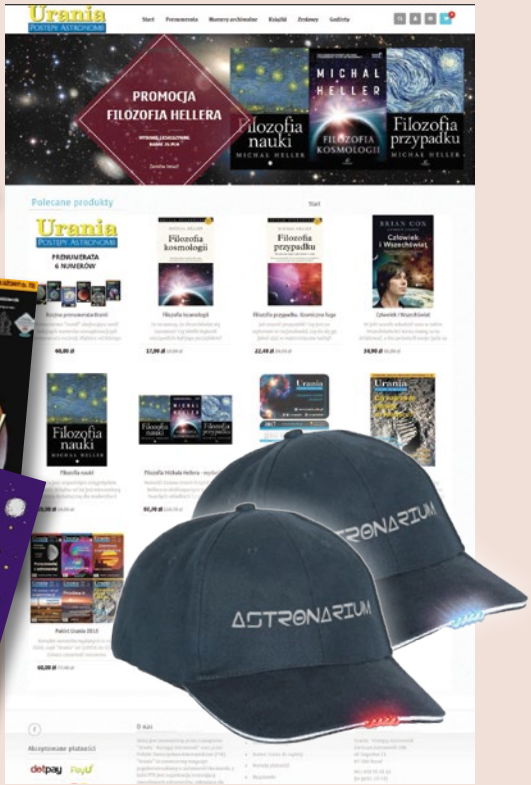
Uwaga! Zmiana numeru konta: 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

– prenumerata „Uranii” 6 lub 12 numerów

– numery bieżące i archiwalne „Uranii”

– najciekawsze książki popularnonaukowe rekomendowane przez „Uranię”

– czapka niewidka ASTRONARIUM z latarką, do wyboru światło czerwone (dla obserwatorów) lub białe (dla pozostałych)



Wygodny sposób zakupów – częste promocje i rabaty
– możliwość płatności kartą oraz przelewem

UWAGA, NOWOŚĆ!

Najnowsze wydawnictwa PWN pod patronatem „Uranii” autorstwa laureatów Medalu Zonna: „Poza Ziemię” Krzysztofa Ziołkowskiego i „W stronę nieba” Andrzeja Branickiego

Astronomiczne ściereczki z mikrofibry do okularów i ekranów smartfonów

PROMOCJA

Specjalny rabat dla prenumeratorów „Uranii”!

Zamów lub przedłuż prenumeratę „Uranii” i skorzystaj z promocji na grę „Pierwsi Marsjanie: Przygody na Czerwonej Planecie” w specjalnej cenie **160 PLN**, z darmową wysyłką gry kurierem![*]

[*] Zamówienia na wysyłkę gry w ramach promocji prenumeraty są realizowane niezależnie od harmonogramu wysyłki *Uranii*, dwa razy w miesiącu. Grę w cenie specjalnej mogą zamówić wyłącznie prenumeratorzy *Uranii* (dotyczy również prenumeraty dla członków PTMA). Oferta ważna do 31 grudnia 2017 r. lub do wyczerpania zapasów gry w promocyjnej cenie.

PRENUMERATA
2018
NIE ZAPOMNIJ
ZAMÓWIĆ!

UWAGA!
Zmiana ceny
i numeru konta Uranii

Drodzy Czytelnicy!

Bardzo długo zwlekaliśmy z tą decyzją, jednak w końcu musimy podnieść cenę *Uranii*. Mam nadzieję, że i tak pozostaniecie nam wierni i nie opuścicie nas w przededniu 100-lecia czasopisma!

Od kiedy pamiętam — czyli od roku 1991, kiedy byłem redaktorem *Postępów Astronomii* — Polskie Towarzystwo Astronomiczne zawsze otrzymywało tzw. dotację wydawniczą z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Cztery lata temu ministerstwo zmieniło politykę, dotuje tylko czasopisma naukowe i to będące w tzw. wolnym dostępie za pośrednictwem internetu. W tej sytuacji musielibyśmy zrezygnować z wciąż najbardziej popularnej w Polsce papierowej formy wydawnictwa i tak bez gwarancji dotacji na pokrycie kosztów redakcyjnych. Ministerstwo rozumiało jednak wyjątkową rolę *Uranii* w edukacji i jeszcze przez 4 lata wspierało nas dotacją na prenumeraty *Uranii* dla szkół. Nie wiemy jednak, czy utrzyma tę dotację na kolejne lata. Reasumując, *Urania* musi się utrzymać sama i to ze sprzedaży czasopisma, gdyż rynek reklam sprzętowych, edukacyjnych i astroturystycznych w Polsce prawie nie istnieje.

W ciągu sześciu lat, od kiedy prowadzę *Uranię*, zmieniliśmy na pełen kolor szatę graficzną oraz jakość papieru, o 20 stron zwiększyliśmy objętość pisma i chcielibyśmy dalej iść w tym kierunku. Mimo wielkiej przychylności naszych drukarzy nie mamy jednak wpływu na wzrost cen papieru, jak również cen usług pocztowych, co nam drastycznie podniosło koszty wysyłki pisma prenumeratorom.

Decydując się podnieść cenę, chcemy Wam zagwarantować w dalszym ciągu wysoką merytorycznie jakość pisma. Pamiętajcie, że każdy tekst w *Uranii* jest pieczołowicie czytany i redagowany przez profesjonalnego astronoma – nie ma drugiego takiego czasopisma!
W dalszym ciągu, korzystając z dostępnych środków promocyjnych, będziemy przygotowywać bezpłatne dodatki: kalendarze, płyty DVD, plakaty itp. Z góry dziękuję za Waszą wierność i zrozumienie.

Maciej Mikołajewski

Cena pojedynczego numeru *Uranii*:
14,90 PLN
Roczna prenumerata krajowa:
72,- PLN (12,-zł za numer)
Dłuższa prenumerata krajowa: **144,-** PLN (12 numerów)
Ceny numerów archiwalnych pozostają bez zmian
Szczegóły i promocje:
http://www.urania.edu.pl/prenumerata/

nr rachunku odbiorcy
85 1160 2202 0000 0003
nr rachunku odbiorcy c.d.
3341 8732
Odbiorca
POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
BARTYCKA 18
00-716 WARSZAWA
kwota
Imię, nazwisko, adres wpłacającego
Tytułem

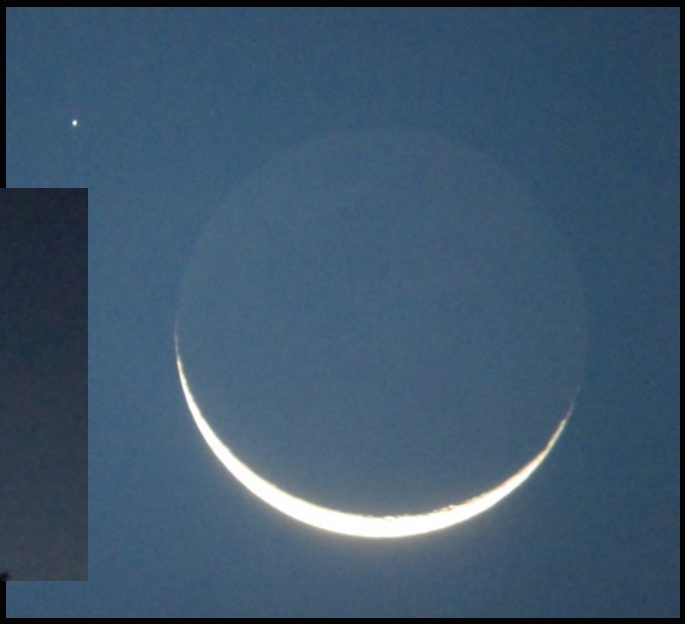
Opłata

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nazwa odbiorcy
POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
nazwa odbiorcy cd.
UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA
l.k.
nr rachunku odbiorcy
85 1160 2202 0000 0003 3341 8732
WP*
waluta
PLN
kwota
kwota słownie (wpłata)
imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora
dokładny adres wysyłki prenumeraty
dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.
tytułem
Prenumerata *Uranii* od nr 1/2018, dodatkowo zamawiam

Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy
Opłata
Podpis

18 września br. rano tuż nad wschodnim horyzontem mogliśmy podziwiać cienki sierp starego Księżyca, a zaraz obok najjaśniejsza gwiazdę Lwa — Regulus. Nad nimi królowała jasna Wenus. Zdjęcia zamieszczone obok wykonał Roman Bochanysz aparatem kompaktowym CANON (drugie zdjęcie w projekcji okularowej z teleskopem Newtona 130/650 i okularem 25 mm).



Niżej zdjęcie Księżyca wykonane przez Grzegorza Sobolaka Celestronem SCT 9.25 f10 z kamerą ASI 174MM i filtrami ZWO RGB. Łącznie wykonano 3000 klatek na kanał, z których ostatecznie do stertowania wybrano 200. Całość to mozaika 12 paneli.

PORTAL GAMES PREZENTUJE:
WALKA O PRZEŻYCIE PRZENIOSŁA SIĘ W KOSMOS

GRA AUTORSTWA **IGNACEGO TRZEWICZKA**

PIERWSI MARSJANIE

PRZYGODY NA CZERWONEJ PLANECIE

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII