Biblioteka Główna UMK Toruń
08483 | 2009
+ 1 zał.

Urania

Postępy Astronomii

1/2009 (739)

tom LXXX

styczeń—luty

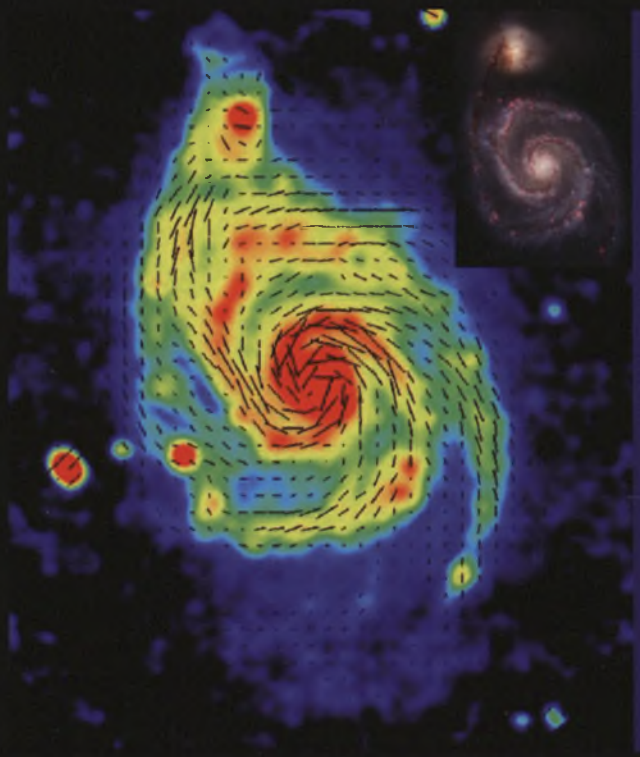
- Przyszłość europejskiej astronomii
- Odkrycie największej struktury radiowej we Wszechświecie
- Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo

ISSN 1689-6009

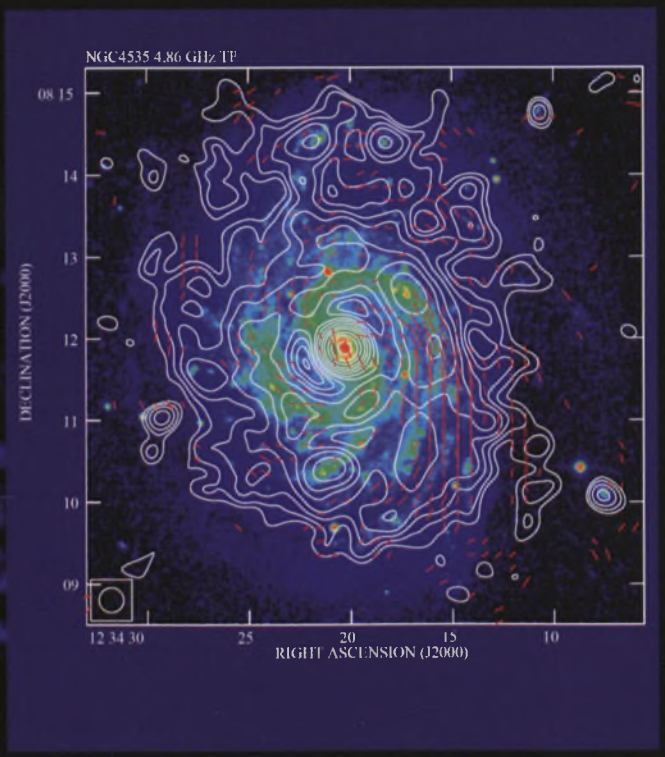
Cena 10,90 zł (0% VAT)

Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo

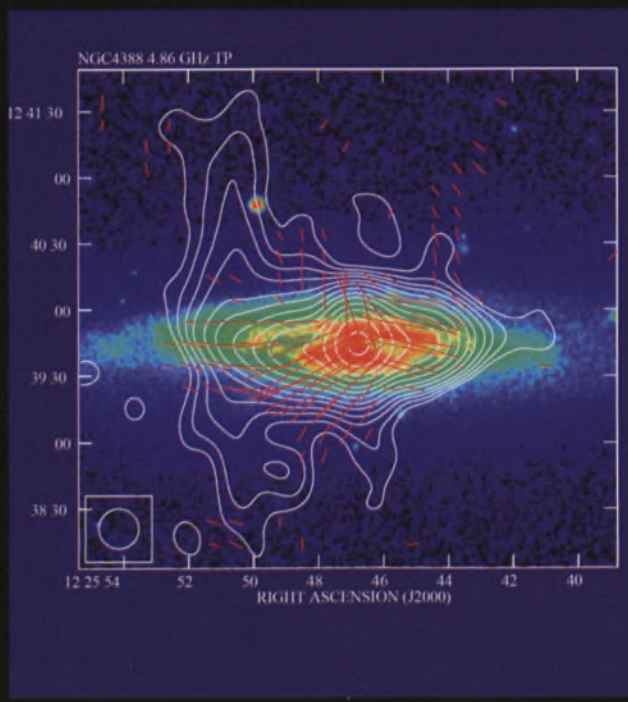
Ilustracje do tekstu Mariana Soidy na s. 11.



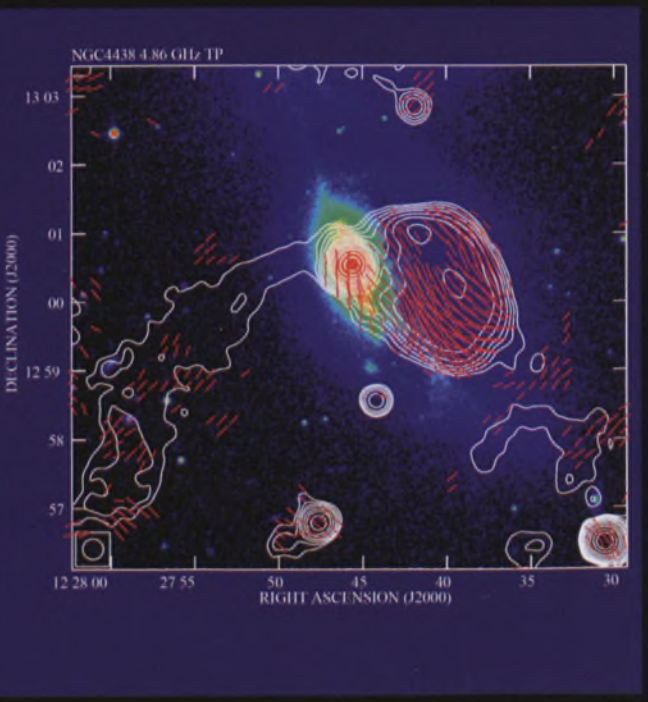
Rys. 1. Mapa promieniowania radiowego galaktyki M51 z nałożonymi kierunkami pola magnetycznego (© MPIfR Bonn). W prawym górnym rogu obraz optyczny



Rys. 3. Kontury emisji radiowej galaktyki NGC 4535 i kierunki pola magnetycznego. W kolorze zdjęcie optyczne



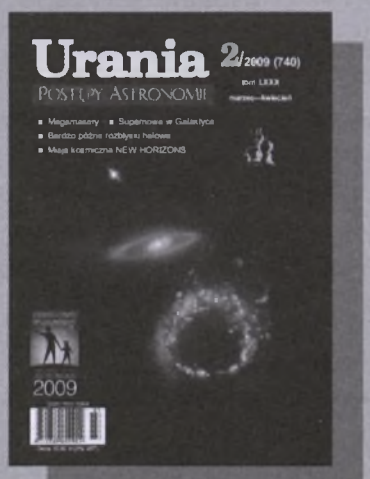
Rys. 4. Kontury emisji radiowej galaktyki NGC 4388 i kierunki pola magnetycznego. W kolorze zdjęcie optyczne



Rys. 5. Kontury emisji radiowej galaktyki NGC 4438 i kierunki pola magnetycznego. W kolorze zdjęcie optyczne

Rocznik 2009 tom LXXX

Urania
Postępy Astronomii



INDEKS AUTORÓW

Abramowicz Marek 208
Abramowicz Mieczysław 208
Banaszkiewicz Marek 132
Bartkiewicz Anna 28
Bilicki Maciej 154
Błaszkiewicz Leszek P. 52, 76
Bolejko Krzysztof 217, 258
Boryna Mirosława 220
Bowell Edward 150
Brzeziński Aleksander 146
Cader-Sroka Barbara 106
Chrupała Henryk 171, 174
Cichocka Alicja 150
Czarnecki Tomasz 173
Czerny Bożena 36, 246, 276
Drążkowska Joanna 48, 96, 144, 192, 240
Drążkowska Julia 288
Drążkowski Jacek 47, 95, 134, 143, 151, 191, 220, 239, 287
Dworak T. Zbigniew 98, 142, 227, 278
Flin Piotr 29, 94
Gawroński Marcin 130
Gołębiewska Justyna 149
Goździewski Krzysztof 20
Gronkowski Piotr 14
Hajduk Marcin 64
Hanasz Jan 116
Jamrozy Marek 6
Janiuk Agnieszka 246
Jankowski Ireneusz 50
Jaskulska Krystyna 199
Kamiński Tomasz 159
Karoń Andrzej 98
Katarzyński Krzysztof 130
Kaźmierczak Maja 159, 212
Kluza Maciej 270
Kołodziej Mirosław 228
Kordylewski Marek 146
Kozieł-Wierzbowska Dorota 6
Krajewski Wiesław 204
Krankowski Andrzej 182
Kreiner Jerzy M. 25, 167
Kunert-Bajraszewska Magdalena 75
Kuźmicz Agnieszka 152
Lewicki Tomasz 84
Machalski Jerzy 6
Marecki Andrzej 78, 150
Michalec Adam 34, 43, 223
Mikołajewski Maciej 250, 271
Nelle Dariusz W. 199
Nikodem Marek 273
Nowakowska Katarzyna 252
Ogłoza Waldemar 107
Orzechowski Andrzej 252
Pazderska Bogna 130
Pilski Andrzej S. 85
Pior Radosław 122
Piotr Sybilski 274
Pjanka Patryk 25
Podgórzak Krzysztof 242
Ratajczak Milena 268, 274
Rochowicz Krzysztof 126, 128
Rudak Bronisław 203
Rudnicki Konrad 2
Schreiber Roman 23, 48, 96, 144, 166, 192, 240, 288
Sęk Grzegorz 153, 228
Soberski Sebastian 58
Soida Marian 11
Stawikowski Antoni 238
Strobel Andrzej 108
Szczepański Marek 174
Szubiakowski Jacek 200
Szymański Tomasz 268
Ścięžor Tomasz 38, 50, 88, 136, 184, 230, 280
Świątek Krzysztof 182
Świerczyński Stanisław 180
Tomczak Michał 82, 285
Wirkus Piotr 199
Wnuk Edwin 254
Wojtak Radosław 262
Wolak Paweł 130
Woszczyk Andrzej 1, 4, 32, 46, 49, 73, 97, 145, 190, 193, 201, 226, 241
Wszołek Bogdan 242
Zakrzewski Bartłomiej 167
Zawada Karolina 24, 32, 33, 79, 80, 101, 133, 170, 202, 222, 244, 261, 267
Ziołkowski Krzysztof 69, 203
Złoczewski Kamil 246

INDEKS PRZEDMIOTOWY

Artykuły

Bardzo późne rozbłyski helowe, *Marcin Hajduk* 64

Droga Mleczna — nasz kosmiczny dom, *Andrzej Strobel* 108

ELT — przyszłość astronomii optycznej?, *Maja Kaźmierczak* 212

Gromady galaktyk jako narzędzie współczesnej kosmologii, *Radosław Wojtak* 262

Herschel — nowy teleskop kosmiczny, *Tomasz Kamiński, Maja Kaźmierczak* 159

Jak odkryliśmy największą strukturę radiową we Wszechświecie, *Jerzy Machalski, Dorota Kozieł-Wierzbowska, Marek Jamrozy* 6

Kongres Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Brazylii, *Edwin Wnuk* 254

Kosmologiczny kalkulator, *Krzysztof Bolejko* 217

Księżyc, ludzie i słowa, *Wiesław Krajewski* 204

Megamasery, *Leszek P Błaszkiewicz* 52

Misja kosmiczna New Horizons, czyli sondowanie Plutona, *Krzysztof Ziołkowski* 69

O ciemnej materii Wszechświata w dniu święta Purim, *Marek Abramowicz, Mieczysław Abramowicz* 208

Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo, *Marian Soida* 11

Podbój polskich planetariów, *Radosław Pior* 122

Przyszłość europejskiej astronomii, *Andrzej Woszczyk* 4

Supernowe w Galaktyce, *Sebastian Soberski* 58

Wewnątrz horyzontu, *Krzysztof Bolejko* 258

Wszechświat w podczerwieni, *Maciej Bilicki* 154

Zderzenia ciał kosmicznych w Układzie Słonecznym (wybrane zagadnienia), *Piotr Gronkowski* 14

Ziemia jako radioźródło, *Jan Hanasz* 116

Rozmaitości

40 rocznica wyprawy Apollo 8 30

COROT-Exo-7b najmniejsza planeta typu ziemskiego 79

Czy czarne dziury migocą jak gwiazdy? 32

Dlaczego pewien mikrokwazar zaprzestaje produkcji? 133

Herschel i Planck w drodze do L2 170

Lądownik Chandrayaan-1 spadł na Księżyc 32

Magia fromborskiego nieba, czyli „Wakacje w Planetarium" okiem uczestnika 83

Meteoryty na Marsie 81

Mikołaj Kopernik ostatecznie odkryty 24

Nowa plama na Jowiszu 222

O zaćmieniu Słońca z roku 1415 167

Obserwacje zaćmienia Słońca 2009 w Chinach 223

Osobliwe kratery meteorytowe na Marsie 134

PIAST — polska sieć radioteleskopów 130

Piąta i ostatnia misja serwisowa teleskopu Hubble'a zakończona 170

Podczerwony pierścień Saturna 267

Pracowite łaziki 80

Sejsmiczne obserwacje meteorów 166

Six-Degree Field Galaxy survey 222

Spojrzenie w lipcowe zaćmienie Słońca 43

Supermasywna czarna dziura 261

Supernowa Tychona 33

Wiatr słoneczny a atmosfera Marsa 23

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009

A w Toruniu i Gdańsku w dzwony bito… 201

Armagedon nam nie grozi — wywiad z prof. E. Bowellem 150

Astronomia bliżej społeczeństwa w Kujawsko-Pomorskiem 78

Festiwal Światła Skyway'09 w Toruniu 202

Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce 101

Inauguracja MRA 2009 w województwie warmińsko-mazurskim 76

Inauguracja obchodów MRA2009 w województwie dolnośląskim 106

Konferencja w Niepołomicach — Astronomia XXI w. i jej nauczanie 153

Konkursy astronomiczne 107

Kwiecień miesiącem astronomii w Poznaniu 149

List Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego 100

Międzynarodowy Rok Astronomii w Opolu 151

Muzyka sfer muzyką dla pokoju 220

Naukowa konferencja młodych w Częstochowie 152

O filmie „Gwiazda Kopernika" — rozmowa z reżyserem i scenarzystą 252

Obchody międzynarodowe oraz inicjatywy lokalne. Kilka uwag na temat popularyzacji astronomii 246

Odkryj Wszechświat w Piwnicach — toruńscy astronomowie rozpoczynają Rok Astronomii na świecie 74

Otwarcie Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 73

Pokazy astronomiczne w Dąbrowie Górniczej 199

Premiera filmowej gwiazdy Roku Astronomii 250

Skład Komitetu Honorowego MRA 2009 w Polsce 148

„Wszechświat piękny jak malowanie", „Nie uwierzysz, co widziałem…" 197

Wystawa „Wszechświat z Ziemi" w Olsztyńskim BWA 200

XXXIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego 244

Z kraju i ze świata

Druga Międzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki 25

Kielecka konferencja na temat popularyzacji astronomii 29

LII Olimpiada Astronomiczna 171

Międzynarodowa Konferencja Młodych Astronomów (ICYA), 7–13 września, Kraków 268

O międzynarodowej konferencji „Extrasolar Planets in Multi-body Systems: Theory and Observations" w Toruniu 20

„Od lunety Galileusza do teleskopów kosmicznych" — wystawa w muzeum UJ 270

Od Heweliusza do Głębockiego — nowe obserwatorium w Gdańsku 271

OZMA XIII, czyli Frombork po raz drugi 273

Rio okiem młodych 274

Rola interferometrii wielkobazowej w złotym wieku astronomii 28

Sprawozdanie z wyjazdu na 2nd IOAA w Bandung, Indonezja 25

XXV Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium astronomiczne w Grudziądzu 126

Z kart historii

Budowa pierwszego w Polsce wysokogórskiego obserwatorium astronomicznego im. Marszałka J. Piłsudskiego 113

Edward Warchałowski — zapomniany prezes PTA 35

Sylwetki Uranii

Thomas Harriot (1560—1621) 227

Wielebny Jeremiah Horrocks (1618—1641) 278

In Memoriam

Bernard Krygier (1933—2009) 226

Józef Juchniewicz (1944—2008) 132

Lubomir Włodzimierz Baran (1937—2009) 182

Tadeusz Ciurla (1937—2008) 82

Astronomia w szkole

Dlaczego warto pracować nad wikipedią? 36

Jak przyroda nas oszukuje czyli o prędkościach nadświetlnych 276

Kosmos na wyciągnięcie ręki 85

Projekt MicroObservatory jako sojusznik nauczyciela fizyki 228

Spojrzenie w niebo A.D. 2009 34

Śladami Galileusza — mikroobserwatorium dla każdego 128

Zadania i ich rozwiązania w III etapie LII Olimpiady Astronomicznej 174

Poradnik obserwatora

Obserwujmy zaćmienie ε (epsilon) Aurigae 180

Kalendarz astronomiczny

Tomasz Ściężor

Rok 2009, marzec — kwiecień 38

maj — czerwiec 88

lipiec — sierpień 136

wrzesień — październik 184

listopad — grudzień 230

Rok 2010, styczeń — luty 280

Recenzje

Jarosław Włodarczyk/Reimund Torge, Astronomia w dawnym Wrocławiu. Ludzie i instrumenty 285

Jerzy M. Kreiner: Ziemia i Wszechświat, astronomia nie tylko dla geografów 190

Krzysztof Gęsicki, Fizyka otoczek wokółgwiazdowych 238

Michał Heller, Ostateczne wyjaśnienie Wszechświata 46

Michał Heller: Filozofia i Wszechświat. wybór pism 142

Tadeusz Zbigniew Dworak, Beata Hejmanowska, Krystian Pyka: Problemy teledetekcyjnego monitoringu środowiska, tom I 94

PTA informuje

Nagrody PTA 203

Protokół z obrad jury Nagrody Młodych PTA 203

Sprawozdanie z działalności jury Nagrody PTA im. Włodzimierza Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie w kadencji władz PTA 2007—2009 203

XXXIV Zjazd PTA 194

Astronomia i muzyka

Jacek Drążkowski

Dwa koncerty, dwa światy... 47

„MoveTwo", czyli drugi ruch bardzo udany 95

Muzyka w Roku Astronomii 287

Ojciec Niebo, matka Ziemia 143

Planetoidy wg Magdaleny Cynk 191

Powrót kosmicznych opowieści Marka B. 239

Ciekawe adresy internetowe...

Roman Schreiber

48, 96, 144, 192, 240, 288

Relaks z Uranią

48, 96, 144, 192, 240, 288

Inne

IV Ogólnopolskie Spotkania Astronomiczne 173
Konkurs „A jednak się kręci" 277
Konkurs „Przewodnik astronomiczny po Polsce" 277

W kolorze

40 rocznica lądowania na Księżycu (4)o.IV
Anemiczna galaktyka NGC 4921 (2)o.IV
Astronomia XXI w. i jej nauczania (4)w.I
Astronomowie w Krakowie (6)w.I
Centrum Drogi Mlecznej (4)w.II–III
Enceladus (1)o.IV
Fomalhaut b (1)w.II–III
Galeria Uranii (1)w. I, o. III; (2)o.II,III, w.I; (3)o.III; (4)w.IV; (5)w.I, IV; (6)w.IV
Gromada galaktyk 1E0657-558 (6)w.II–III
Grupa galaktyk Arp 194 (4)o.I
Iapetus (5)o.IV
Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Paryżu (2)w.IV
Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Toruniu (3)o.II
Kwintet Stefana (6)o.I
LII Olimpiada Astronomiczna w Chorzowie (4)o.II
Mgławica zmienna Hinda (NGC1555/1554) (5)o.I
Międzynarodowa Olimpiada Astronomiczna, Konferencja w Toruniu (1)w.IV
Niezwykła galaktyka pyłowa NGC 7049 (3)o.IV
Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo (1)o.II
Pierwsze zdjęcie Ziemi widzianej z Kosmosu (1)o.I
Plon konkursu „Odkryj swój Wszechświat" (6)o.II
Podwójne pierścieniowe galaktyki Arp 147 (2)o.I
Pomnik planetoidy 12999 Toruń (3)o.I
Pozostałości supernowych w Galaktyce (2)w.II–III
Serce Tarantuli (3)w.II–III
Struktury wielkoskalowe w Lokalnym Wszechświecie (5)w.II-III
W Toruniu w dzwony bito i światłami zadziwiano (5)o.II
XXV OMSA w Grudziądzu (3)w.IV
Ziemia jako radioźródło (3)w.I

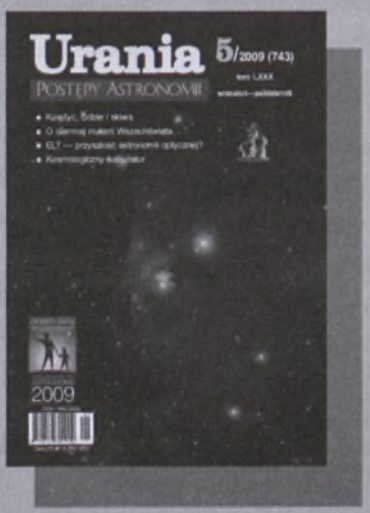
Autorzy zdjęć w Galerii Uranii

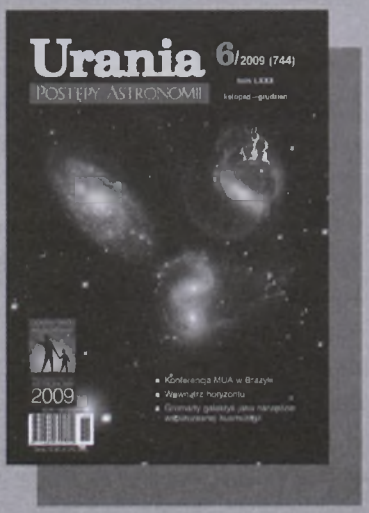
Ayiomamitis Anthony (4)w.IV
Binkiewicz Andrzej (5)w.I
Chodorowski Franciszek (2)w.I
Chrapek Antoni (1)o.III
Filipek Marcin (1)w.I, (3)o.III
Goltz Christian (1)o.III, (2)o.II
Hojda Artur (5)w.I
Huppenthal Zofia (5)w.IV
Janusz Krzysztof (2)o.II, (5)w.I
Jaskulska Krystyna (5)w.IV
Michalski Tadeusz (5)w.IV
Mruk Konrad (6)w.IV
Necio Łukasz (1)o.III
Nikodem Marek (3)o.III, (6)w.IV
Pieślak Andrzej (1)o.III, (4)w.IV
Podgórzak Krzysztof (2)o.III, (6)w.IV
Puszcz Jerzy (3)o.III
Puszcz Tadeusz (5)w.I
Rębecka Jolanta (2)w.I
Skowroński Jerzy (2)o.II
Szymukowicz Krystian (3)o.III
Świętnicki Mariusz (1)w.I, (3)o.III, (4)w.IV, (6)w.IV
Wilk Ilona (6)w.IV

Układ stron w tomie LXXX „Uranii–PA":

zeszyt nr 1 (739)	*1 — 48*
zeszyt nr 2 (740)	*49 — 96*
zeszyt nr 3 (741)	*97 — 144*
zeszyt nr 4 (742)	*145 — 192*
zeszyt nr 5 (743)	*193 — 240*
zeszyt nr 6 (744)	*241 — 288*

W przypadku materiałów umieszczonych na stronach kolorowych zastosowano oznaczenia: liczba w nawiasie — numer zeszytu, o — okładka, w — wkładka, cyfra rzymska — numer strony.





0848 3/2009

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

fot. A. Dauksza-Winiewska

W dniach 15 i 16 stycznia 2009 r. odbędzie się w siedzibie UNESCO w Paryżu specjalna Sesja inaugurująca Międzynarodowy Rok Astronomii 2009. Podobne ceremonie planowane są też w wielu krajach i miastach Polski. A za ceremoniami pójdą bardzo różne imprezy propagujące współczesne osiągnięcia w badaniu Wszechświata, ale też po prostu działania, czasem nawet inwestycje, przybliżające ludziom gwiazdy. W województwie kujawsko-pomorskim na przykład postanowiono wybudować i wyposażyć 12 dostrzegalni astronomicznych.

U progu Międzynarodowego Roku Astronomii ASTRONET ogłosił plany rozwoju europejskiej astronomii na najbliższe kilkanaście lat. Najważniejszymi nowymi instrumentami będą teleskop E-ELT o średnicy 42 m i radioteleskop ALMA. Piszemy o tych planach w krótkim artykule otwierającym ten zeszyt.

O odkryciu największej struktury radiowej we Wszechświecie piszą koledzy krakowscy: Jerzy Machalski, Dorota Kozieł-Wierzbowska i Marek Jamroży, autorzy odkrycia. Gratuluję Im tego sukcesu i jestem wdzięczny za to, że zechcieli opowiedzieć Czytelnikom „Uranii", jak doszło do tego odkrycia. Inny kolega krakowski, Marian Soida, w artykule „Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo" uchyla nam tajemnice kuchni badawczej, prowadzące do wyznaczania pola magnetycznego galaktyk i modelowania ich struktur. Przy okazji widzimy, jak wielkich, międzynarodowych zespołów ludzkich wymagają współczesne badania naukowe i jak licznie w tych zespołach są reprezentowani polscy uczeni.

Kuchnię badawczą w rozważaniach zderzeń ciał kosmicznych w Układzie Słonecznym pokazuje nam też Piotr Gronkowski z Rzeszowa. Wiele się mówi w mediach o grożących nam katastrofach kosmicznych, dobrze jest więc przyjrzeć się bliżej temu zagadnieniu, a może nawet coś policzyć. Gorąco rekomenduję ten artykuł nauczycielom przygotowującym młodzież do różnych konkursów astronomicznych. Nauczycieli, uczniów i studentów zachęcam do przeczytania w „Astronomii w szkole" felietonu Bożeny Czerny na temat „Dlaczego warto pracować nad wikipedią?" Jestem przekonany, że warto!

W połowie roku 2008 odbyła się druga Międzynarodowa Olimpiada Astronomiczna. Tym razem w Indonezji. Piszą o niej prof. Jerzy Kreiner, Przewodniczący Komitetu Polskiej Olimpiady Astronomicznej i Patryk Pjanka, uczestnik IOAA. Ale sam fakt, że polscy uczniowie mogą jechać na konkurs do bardzo odległych krajów i odnosić tam sukcesy, powinien motywować zarówno nauczycieli, jak i uczniów do pracy i ćwiczeń w rozwiązywaniu różnego rodzaju zadań astronomicznych przygotowujących do tego typu konkursu.

W informacjach z kraju i ze świata piszemy o konferencjach naukowych dotyczących poszukiwania planet pozasłonecznych, o roli interferometrii wielkobazowej, kieleckiej konferencji poświęconej problemom popularyzacji astronomii. A w „Rozmaitościach" donosimy m.in. o potwierdzeniu odkrycia grobu Mikołaja Kopernika we Fromborku, o supernowej Tychona i innych ciekawych odkryciach.

Dużo miejsca poświęcamy zjawiskom na niebie. Adam Michalec dokonuje najpierw ogólnego przeglądu zjawisk, które będą występowały w 2009 r., a następnie omawia zjawisko lipcowego całkowitego zaćmienia Słońca (będzie widoczne w Indiach, Chinach i Japonii), wspominając przy tym, jak to z zaćmieniami drzewiej bywało. Tradycyjnie, Tomasz Ściężor opracował szczegółowy kalendarz zjawisk na marzec i kwiecień br. Dla prenumeratorów przygotowalismy prezent w postaci astronomicznego kalendarza ściennego na rok 2009.

Naszą recenzję poświęcamy pięknej książce ks. profesora Michała Hellera i jak zwykle zamieszczamy felieton muzyczny, rekomendację ciekawych stron internetowych i krzyżówkę.

Przypominamy też Państwu o ogłoszonym przez nas konkursie na najciekawsze obserwacje astronomiczne. Oby tylko pogoda dopisała!

U progu Nowego Roku pragnę życzyć Państwu Do Siego Roku,

Toruń, w grudniu 2008 r.

BIBLIOTEKA Uniwersytecka w TORUNIU

E. 20109
c17857

Ja, Hindusi i New Age

Przeczytałem w „Uranii" (nr 6/2008 (738) s. 242) ze zdziwieniem, że Zbigniewowi Dworakowi znana jest od dawna moja fascynacja kulturą i nauką hinduską. Pomyślałem sobie, że chyba pomylił mnie z kimś innym, bo miłośników świętych krów i zapaleńców różnych typów jogi jest w Polsce na pęczki. Ale po chwili z czeluści mojej pamięci opanowanej przez sklerozę wydobyło się wspomnienie, że rzeczywiście w roku 1972 w czasopiśmie „Analecta Cracoviensia" (4,33) wspólnie z Michałem Hellerem odtworzyliśmy kosmologiczną zasadę prahinduską i napisali parę ciepłych słów o kulturze Wielkich Riszich. Nasze sformułowanie tej zasady mile przyjął Jayant Narlikar z Centrum Astronomii i Astrofizyki w Pune, a ja w mojej monografii o zasadach kosmologicznych nie tylko podałem samą zasadę, ale się nawet odniosłem do odświeżanej dziś prahinduskiej metodyki naukowej. Oto co można przeczytać na s. 23/24 polskojęzycznego tłumaczenia mojej monografii („Zasady Kosmologiczne" Bydgoszcz 2002): *„Nie zamierzam głosić, że dzisiejszy styl pracy naukowej wyjawia przed nami ważniejsze aspekty rzeczywistości niż styl starożytnych Indii. Nie twierdzę też, że obecne podejście naukowe jest ostateczne i będzie trwało do końca ewolucji ludzkości. Stwierdzam tylko, że nie sposób dziś zdziałać czegoś istotnego w nauce stosując metody prahinduskie lub staroegipskie.* [...] *Niektórzy* [...] *laicy uprawiający prywatnie naukę, ślą listy do obserwatoriów astronomicznych i towarzystw naukowych z wynikami badań, które otrzymali w drodze wysiłków należących do metod (lub które im się wydają należące do metod) pradawnych czasów. Sam w ciągu pół wieku pracy w obserwatoriach astronomicznych otrzymałem do oceny około setki tego typu prac naukowych. W niektórych przypadkach nie miałem żadnych uwag krytycznych z wyjątkiem jednej, że praca jest spóźniona o kilka tysiącleci."*

Tak więc, Drogi Zbyszku, masz rację. Tak samo jak Twoje poglądy wydają mi się wprawdzie przestarzałe, ale ich bynajmniej nie potępiam, tak samo nie potępiam zafascynowanych starożytnym Egiptem lub Indiami. Kocham Was wszystkich. Natomiast nie rozumiem tego, co piszesz o prądzie New Age. Jak wiadomo, termin ten wprowadził Mikołaj Rörich w pierwszej połowie XX wieku; skądinąd znakomity malarz. Odnosił się ten termin z początku tylko do wyznawców Agni Jogi — orientalno-mistycznego prądu zapoczątkowanego przez jego żonę. Potem rozciągnięto tę nazwę — nie całkiem zasadnie — na inne, podobne kierunki. Zdajesz się zarzucać poglądy newage'owe tym, którzy piszą o *czakramach*, czy o *ki*. Mój Drogi, ważne jest nie o czym się pisze, ale jak. Jest wiele dzieł naukowych porównujących dawne poglądy z dzisiejszymi, wyłuskujących z dawnych to, co do dziś aktualne. Parała się tym nie tylko Honorata Korpikiewicz, ale wielu innych wielkich filozofów. Czy podana przez Ciebie osobliwa tabelka, w której są przypisane miejsca i dla archaniołów, i dla człowieka, i dla stanów ciekłego i stałego — to jest według Ciebie właśnie New Age? A może po prostu traktujesz zwrot New Age słownikowo: „nowe czasy"? W takim razie — pijąc do mnie — może obejmujesz tą nazwą również goetheanizm? Wiadomo, że od czasu mojej współpracy z wielkim szwajcarskim astrofizykiem i goetheanistą Fritzem Zwickym (1898–1974) stosuję w pracy naukowej — nie bez powodzenia — metodykę zapoczątkowaną przez Johanna Wolfganga von Goethego (1749–1832). Istnieje bogata literatura na jej temat. Jeśli o to idzie, to Ci, Zbyszku, przypominam, że w początkach lat siedemdziesiątych pracowaliśmy wspólnie — korzystając z tej właśnie metodyki — przy tworzeniu katalogu galaktyk w Polu Jagiellońskim. Jest to jedna z większych Twoich prac cytowanych najobficiej w świecie. Dała bodziec do wielu innych głębokich przeglądów w wybranych polach. Wtedy — w każdym razie — nie uważałeś, że ta metodyka ma jakiś związek z New Age'em. Słusznie!

Trzeciego wątku Twojej polemicznej wypowiedzi, problemu, kto z nas jest lepszym ateistą czy chrześcijaninem nie uważam za stosowne dyskutować ani na łamach „Uranii", ani na żadnym innym publicznym forum.

Konrad Rudnicki

* * *

Pan Redaktor
Andrzej Woszczyk

Jestem stałym czytelnikiem „Uranii", zajmuję się zagadnieniami astronomii i astronautyki od 50 lat, tj. od 7 roku życia.

W tym przedmiocie prowadzę „Kronikę lotów kosmicznych" oraz rejestr statków kosmicznych wysłanych na orbitę.

Swoje poczynania i zainteresowania w tym kierunku przedstawiam w załączonej broszurce.

Chciałem nadmienić, że w ramach pobytu w sanatorium w Ciechocinku w czerwcu 2008 r. byłem w ośrodku w Piwnicach, gdzie miałem przyjemność porozmawiać m.in. z dr. Piotrem Wężem. Byłem też w Muzeum Kopernika w Toruniu.

Przy tej okazji chciałem poprosić Pana Redaktora, a mianowicie w piątym nr. „Uranii" z 1999 r. we wstępie z okazji 80-lecia pojawienia się czasopisma pod tytułem „Urania" pisze Pan, iż „Urania niebiańska jest muzą astronomii". W związku z tym faktem chciałem zapytać Pana, czy taka muza jest dostępna w formie rzeźby wielkości 5—20 cm, jak rzeźba Mikołaja Kopernika, którą sobie kupiłem w Toruniu. Jeżeli w tej sprawie zechce Pan pomóc, to bardzo proszę o informację, za co z góry serdecznie dziękuję.

Z poważaniem

Piotr z Chełma

Szanowny Panie,

Otrzymaliśmy Pański list i broszurkę z informacją o prowadzonej przez Pana Kronice astronomiczno-astronautycznej. Dziękujemy bardzo i gratulujemy zapału i wytrwałości. To, co Pan zrobił, to piękny dorobek i źródło wielu refleksji dotyczących rozwoju astronomii i lotów kosmicznych w ostatnich 50 latach. Myślę, że wielu naszych Czytelników będzie zainteresowanych Pańskim dziełem.

Jeśli chodzi o posążek Uranii, to niestety, nie spotkałem się nigdzie z taką miniaturką. Pomnik Uranii wśród innych muz w wielkości naturalnej można zobaczyć np. w Ogrodzie Saskim w Warszawie, tuż za Grobem Nieznanego Żołnierza.

A może ktoś z naszych Czytelników poradzi Panu, gdzie znaleźć interesującą Pana miniaturkę?

Kłaniamy się pięknie

Redakcja

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł
cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł
1/4 s.: 200,00 zł
1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł".

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu
08483
c 17957

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączenia się **„Uranii"** (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Nakład: 1700 egz.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 611 30 08
Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl
urania@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.pta.edu.pl
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2009 kosztuje 54 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10,90 zł.

Wydawca:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: pta@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: ptma.astronomia.pl

Numer zamknięto w grudniu roku 2008

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

4 ***Przyszłość europejskiej astronomii***
Andrzej Woszczyk
U progu Międzynarodowego Roku Astronomii astronomowie europejscy ogłosili plany rozwoju astronomii w Europie na najbliższe 20–30 lat. Przewiduje się m.in. budowę teleskopu E-ELT o średnicy 42 m do badań w dziedzinie widzialnej i w podczerwieni, radioteleskopu SKA o powierzchni zbiorczej 1 km², radioteleskopu mikrofalowego ALMA i wielu innych instrumentów

6 ***Jak odkryliśmy największą strukturę radiową we Wszechświecie***
Jerzy Machalski, Dorota Kozieł-Wierzbowska, Marek Jamrozy
Prawie 10 lat pracy kosztowało Autorów odkrycie największej struktury radiowej we Wszechświecie. W swoim artykule, krok po kroku, przybliżają nam kolejne etapy pracy, zwątpienia i nadzieje, aż do ostatecznego sukcesu. Przedstawiają też implikacje kosmologiczne swego odkrycia i dalsze plany badawcze

11 ***Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo***
Marian Soida
Obserwacje radiowe bliskich galaktyk dostarczają odpowiedzi na szereg pytań dotyczących środowiska międzygwiazdowego w tych obiektach. Obserwując radioteleskopem, mierzymy głównie tzw. emisję synchrotronową, czyli falę elektromagnetyczną emitowaną przez relatywistyczne elektrony poruszające się w polu magnetycznym. Z tych obserwacji i przy pewnych założeniach możemy wyznaczać dane dotyczące pola magnetycznego w galaktykach

14 ***Zderzenia ciał kosmicznych w Układzie Słonecznym (wybrane zagadnienia)***
Piotr Gronkowski
Zderzenia ciał Układu Słonecznego miały ogromne znaczenie w początkowych etapach ewolucji naszego Układu, ale nie są bez znaczenia i dzisiaj. To właśnie zderzenia są u podstaw formowania się planet oraz ukształtowania ich powierzchni. Autor przybliża nam dynamikę tego typu zdarzeń i pokazuje, jak można określić ich prawdopodobieństwo

w kolorze: Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo (o.II); Fomalhaut b (w.II–III); Międzynarodowa Olimpiada Astronomiczna, Konferencja w Toruniu (w.IV); Galeria Uranii (w. I, o. III); Enceladus (o.IV)

23 **rozmaitości:** *Wiatr słoneczny a atmosfera Marsa (23); Mikołaj Kopernik ostatecznie odkryty (24); 40 rocznica wyprawy Apollo 8 (30); Lądownik Chandrayaan-1 spadł na Księżyc (32); Czy czarne dziury migocą jak gwiazdy? (32); Supernowa Tychona (33); Spojrzenie w lipcowe zaćmienie Słońca (43)*

20 **z kraju i ze świata:** *O międzynarodowej konferencji „Extrasolar Planets in Multi-body Systems: Theory and Observations" w Toruniu (20); Druga Międzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki (25); Sprawozdanie z wyjazdu na 2nd IOAA w Bandung, Indonezja (25); Rola interferometrii wielkobazowej w złotym wieku astronomii (28); Kielecka konferencja na temat popularyzacji astronomii (29)*

34 **astronomia w szkole:** *Spojrzenie w niebo A.D. 2009 (34); Dlaczego warto pracować nad wikipedią? (36)*

38 **kalendarz astronomiczny 2009:** *Marzec — kwiecień*

46 **recenzje:** *Michał Heller, Ostateczne wyjaśnienie Wszechświata*

47 **astronomia i muzyka:** *Dwa koncerty, dwa światy...*

48 **relaks z Uranią:** *Krzyżówka*

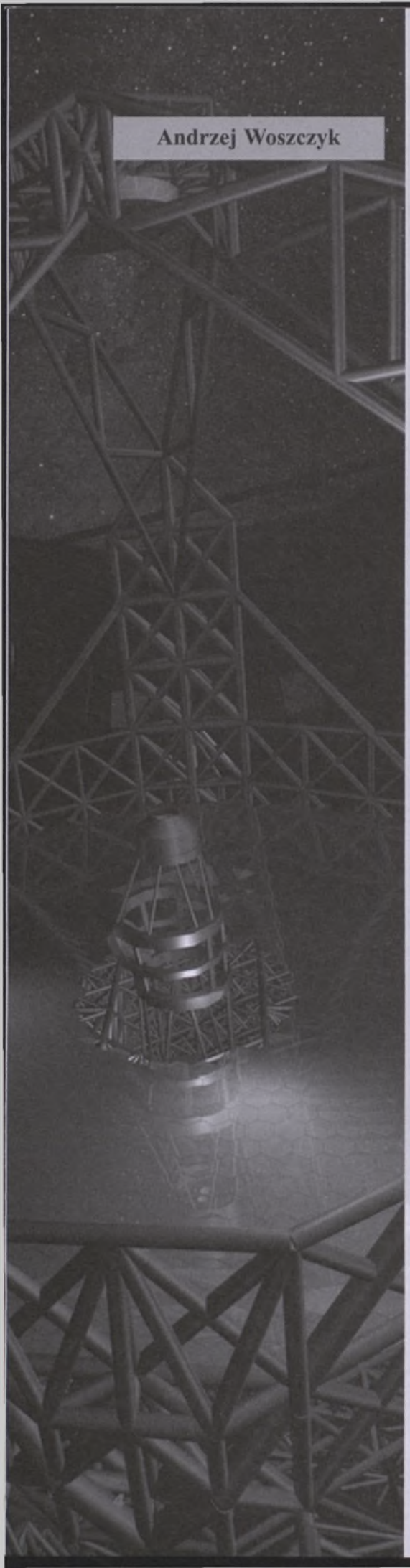
48 **ciekawe strony internetowe**

NA OKŁADCE

Pierwsze zdjęcie Ziemi widzianej z czeluści Kosmosu: wschodząca Ziemia nad Księżycem, widziana przez okno statku Apollo 8 w dzień Bożego Narodzenia 1968 r.

Czterdzieści lat temu, w okresie od 21 do 27 grudnia 1968 r. statek Apollo 8 z załogą ludzką na pokładzie odbył pierwszy lot do Księżyca i z powrotem. Plonem jego było to zdjęcie uważane za wspaniały świąteczny prezent dla mieszkańców naszej planety od uczestników tego lotu. Pierwsze zdjęcie Ziemi z odległej perspektywy Księżyca wykonał astronauta Frank Borman w czasie czwartego okrążenia Księżyca, ale było to zdjęcie czarno-białe, a obraz, jaki widzieli, fascynował wyraźną, niebieską barwą. Astronauta Bill Anders odnalazł rolkę 70 mm kolorowego filmu i kamerę Hasselblad i zrobił prezentowane tu zdjęcie, które stało się ikoną osiągnięć technologicznych XX w.

Źródło: Apollo 8, NASA i APOD



Andrzej Woszczyk

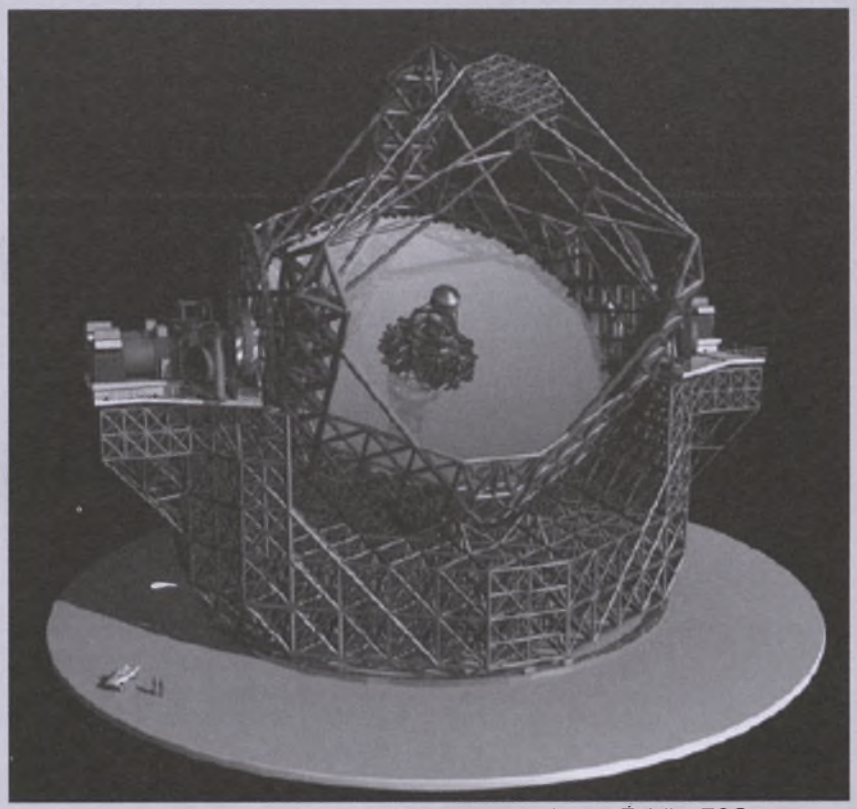
Przyszłość europejskiej astronomii

U progu Międzynarodowego Roku Astronomii, astronomowie europejscy skupieni wokół ASTRONET-u, ogłosili plany, swoistą „mapę drogową", rozwoju astronomii w Europie na najbliższe 20—30 lat.

Okres ostatnich 50 lat był okresem imponujących, często fundamentalnych odkryć astronomicznych. To był prawdziwy złoty wiek astronomii. Dokonano wielu nieprawdopodobnych wprost odkryć. W tym odkrywaniu Wszechświata ogromną rolę odegrała astronomia europejska, a to dzięki już 50 lat trwającej współpracy, której najlepszym wyrazem jest organizacja i utrzymanie na wysokim poziomie instrumentalnym i naukowym Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO) czy Europejskiej Agencji Badań Kosmicznych ESA. Obserwatorium ESO jest dzisiaj liderem światowej astronomii z osiągającym wspaniałe sukcesy badawcze obserwatorium optycznym, największym, o średnicy 16 m, teleskopem świata znanym pod nazwą Bardzo Duży Teleskop (VLT), który najgłębiej sięga w czeluście Wszechświata. Podobne znaczenie w badaniach nie osiągalnych dotychczas obszarów Kosmosu mają radioteleskopy stowarzyszone z ESO, jak np. ALMA i eksperymenty kosmiczne przeprowadzane przez Europejską Agencję Kosmiczną ESA. Teraz, korzystając z dotychczasowych doświadczeń, astronomowie europejscy wyznaczyli nowe priorytety badawcze i są zdecydowani koordynować jeszcze bardziej inwestycje instrumentalne, ich finansowanie i ludzkie zasoby.

Kilka lat temu narodowe agencje odpowiedzialne za badania astronomiczne w Europie utworzyły ASTRONET. Formalnie rozpoczął on działalność 1 września 2005 r. Dzisiaj do organizacji tej wchodzi 28 państw, członków Wspólnoty Europejskiej i państwa stowarzyszone. Polskę reprezentuje w tej organizacji Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Prace ASTRONET-u są koordynowane przez francuski Narodowy Instytut Nauk o Ziemi i Astronomii (INSU) i wspierane przez Komisję Europejską. W roku 2007 ASTRONET opracował memoriał pt. „Science Vision", w którym wskazał najbardziej gorące problemy, od czarnej energii po życie na innych planetach, które powinny być rozwiązane w najbliższym ćwierćwieczu. W końcu listopada 2008 r. ASTRONET przedstawił dokument, swoistą mapę drogową (Roadmap), który wskazuje, jak te problemy rozwiązywać, jakie do wskazanych celów trzeba będzie zbudować instrumenty, jak wykorzystać istniejące teleskopy, jak rozwinąć system edukacyjny i kształcenie młodych badaczy, jaki będzie koszt zarówno całej operacji, jak

i budowy nowych instrumentów. Oba te dokumenty zostały opracowane przez zespół 60 ekspertów we współpracy z innymi astronomami różnych krajów. Ta współpraca odbywała się poprzez otwarte dla zainteresowanych astronomów, choć specjalistyczne sympozja i konferencje, pocztę elektroniczną i strony internetowe www dotyczące różnych zagadnień. W sumie powstał dokument, który określił i ustalił priorytety powstawania nowych instrumentów do obserwacji Wszechświata od fal radiowych do promieniowania gamma, ale też zadbał o to, aby otworzyć nowe drogi tych badań, np. w dziedzinie fal grawitacyjnych, promieniowania korpuskularnego i jeszcze bardziej intensywnego poznawania Systemu Słonecznego. Tutaj przedstawiamy uzgodnione opinie Grupy Roboczej ds. infrastruktury. Niezależnie pracują grupy robocze ds. potrzeb teorii, potrzeb mocy obliczeniowych, potrzeb archiwizacji danych i potrzeb zasobów ludzkich (edukacji, rekrutacji i kształcenia badaczy oraz popularyzacji astronomii).



Artystyczna wizja 42-m teleskopu europejskiego. Źródło: ESO

Największymi, planowanymi w omawianym dokumencie instrumentami naziemnymi są:

1. Europejski Ekstremalnie Wielki Teleskop (E-ELT), teleskop mający średnicę segmentowego lustra 42 m — do badań nieba w dziedzinie widzialnej i podczerwonej widma. ESO miało kiedyś ambicję zbudować 100 m teleskop, widać, że przeprowadzone studium wykonalności takiego instrumentu zmusiło do ograniczenia jego rozmiarów do 42 m;

2. Radioteleskop o powierzchni zbiorczej 1 km^2 — Square Kilometre Array. Ten instrument jest wielkim wyzwaniem i od szeregu lat pracuje nad jego koncepcją międzynarodowe konsorcjum z udziałem europejskich i pozaeuropejskich radioastronomów (patrz „Urania" nr 5/2008, s. 196–203).

Instrumenty o niższym koszcie:

1. Europejski Teleskop Słoneczny o średnicy 4 m na Wyspach Kanaryjskich;

2. Siatka specjalistycznych teleskopów optycznych do detekcji emisji promieniowania gamma z czarnych dziur i innych wysokoenergetycznych zdarzeń we Wszechświecie;

3. Podwodny teleskop do detekcji neutrin, cząsteczek subatomowych, które mogą przechodzić przez całą Ziemię, a które niosą informację o niektórych najbardziej gwałtownych zjawiskach we Wszechświecie (np. wybuchy supernowych).

Artystyczna wizja radioteleskopu ALMA. Źródło: NRAO

Wśród najważniejszych misji kosmicznych są:

1. Misja mająca na celu badanie fal grawitacyjnych z Big Bangu i czarnych dziur we Wszechświecie;

2. Misja do badań galaktyk, gromad galaktyk i gwiazd w niedościgłych dotychczas szczegółach w promieniowaniu Rentgena;

3. Dwie misje do badań Jowisza i Saturna i ich satelitów.

Inne projekty:

1. Misje mające na celu odkrycie sekretów ciemnej energii i ciemnej materii;

2. Misja mająca na celu zrozumienie w jak największych, dotychczas nie osiągalnych szczegółach, jak pracuje nasze Słońce.

Europa obecnie wydaje na szeroko pojętą astronomię ok. 2 mld euro na rok. Wprowadzenie w życie przedstawionych wyżej planów będzie wymagało zwiększenia tych wydatków o ok. 20% — mniej niż 1 euro na rok na statystycznego obywatela Zjednoczonej Europy.

Więcej o korporacji ASTRONET: www.astronet-eu.org

Jerzy Machalski
Dorota Kozieł-Wierzbowska
Marek Jamrozy

Jak odkryliśmy największą strukturę radiową we Wszechświecie

Ta historia zaczyna się gdzieś w roku 1997, kiedy w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego pojawiło się zainteresowanie problematyką największych radioźródeł we Wszechświecie. Promieniując na najdłuższych falach widma elektromagnetycznego, ich rozmyte płaty (ang. *lobes*) rozciągają się na odległości większe niż 1 Mpc, tj. dziesiątki milionów lat światła, co jest rozmiarem większym niż cała nasza lokalna grupa galaktyk. Normalne rozciągłe radiogalaktyki, które stanowią jedynie około 1% wszystkich galaktyk we Wszechświecie, są od dziesięciu do stu razy mniejsze. Stosunkowo niedawno źródła o rozmiarze większym niż 1 Mpc zaczęto nazywać „gigantycznymi". Choć istnieją dwa podstawowe typy morfologiczne rozciągłych radioźródeł, rozróżnione jeszcze w 1974 r. przez brytyjskich radioastronomów Bernarda Fanaroffa i Julię Riley i odtąd powszechnie oznaczane jako FRI i FRII, nasze zainteresowanie skoncentrowało się na tym drugim typie.

Największe znane do tej pory radioźródło typu FRII, stosunkowo nieodległa radiogalaktyka 3C236, została poznana bardzo dawno. Jednak początkowo raczej nikt nie zwrócił szczególnej uwagi na jej olbrzymi rozmiar liniowy. Galaktyka ta ma przesunięcie ku czerwieni równe $z = 0{,}0988$ i rozmiar kątowy 40,'5, co przy obecnie przyjmowanych wartościach parametrów kosmologicznych $H_0 = 71$ km/s/Mpc, $\Omega_m = 0{,}27$

i $\Omega_p = 0{,}73$, odpowiada jej odległości 449 Mpc i rozmiarowi liniowemu 4,38 Mpc. Do momentu naszego odkrycia znanych było około kilkudziesięciu radioźródeł o rozmiarach większych niż 1 Mpc, jednak większość z nich leży na północnej półkuli nieba i w kosmologicznie bliskich odległościach mniejszych niż 1000 Mpc. To ostatnie wiąże się ze średnią gęstością ośrodka międzygalaktycznego, która maleje z wiekiem Wszechświata i jego ekspansją. Stąd też bliskie rozciągłe radioźródła obserwujemy w epoce mniejszej gęstości tego ośrodka niż gęstość odpowiadająca epoce emisji obserwowanego promieniowania odległych radioźródeł. Krótko mówiąc, największe struktury radiowe powinny być obserwowane w najbliższych odległościach. Dlatego też nikt nie przypuszczał, że może istnieć radioźródło większe od 3C236, do tego w znacznie większej odległości od ziemskiego obserwatora. A jednak tak jest!

Podstawy astrofizyczne

„Standardowy model" radioźródła typu FRII, którego podwaliny utworzyli w 1974 r. Roger Blandford i Martin Rees oraz Peter Scheuer, przewiduje, że potężna energia wyzwalana w centralnym AGN-ie (ang. *Active Galactic Nucleus*) jest transportowana poprzez wąskie, silnie skolimowane strugi (ang. *jets*; w dalszym tekście będziemy używać spolszczonego terminu dżety), emanujące z AGN-u w dwóch przeciwległych, współosiowych kierunkach. Teoria produkcji tej energii to osobne zagadnienie. Wystarczy tu powiedzieć, iż łączy się ją z akrecją materii na masywną „czarną dziurę" w centrum galaktyki, charakteryzującą się jedynie masą i krętem. Jest to tzw. czarna dziura Kerra. Czoła dżetów, propagując się początkowo przez galaktykę, a następnie przez ośrodek międzygalaktyczny, oddziaływując z zewnętrznym ośrodkiem, wywołują falę uderzeniową (szok), tj. pewną paraboloidalną powierzchnię oddalającą się od centrum galaktyki z prędkością naddźwiękową. W nierelatywistycznej teorii przyspieszania w dyfuzyjnych szokach (np. Drury 1983) elastyczne rozpraszanie naładowanych cząstek przez magnetyczne nieregularności powoduje ich dyfuzję do pola magnetycznego. Ta ciągła zmiana kierunku umożliwia cząstkom wielokrotne przejście przez szok; jeżeli cząstka zderza się z szokiem czołowo — przyspiesza (jej energia kinetyczna wzrasta), gdy zaś dogania szok — zwalnia (traci energię). Enrico Fermi w 1954 r. wykazał, że czołowe zderzenie cząstki z losowo poruszającym się polem magnetycznym jest bardziej prawdopodobne niż doganianie tego pola. W rezultacie wielokrotnego oddziaływania cząstka będzie przyspieszona. Proces ten nosi nazwę mechanizmu Fermiego pierwszego rzędu. W obszarach występowania tego procesu, a więc na końcach dżetów w większości radioźródeł typu FRII obserwuje się silne promieniowanie tzw. „gorących plam" (ang. *hot spots*). Charakterystyczne synchrotronowe promieniowanie rozciągłych płatów radiowych radioźródeł tego typu pochodzi od wysokoenergetycznych cząstek, głównie elektronów ostatecznie pozostających za szokiem i tracących swą energię wskutek hamowania w międzygalaktycznych polach magnetycznych i/lub w odwrotnym procesie Comptona, tj. rozpraszania swej energii na fotonach mikrofalowego pola promieniowania reliktowego.

Już dość dawno zaobserwowano (np. Kapahi 1986), że zarówno mediana, jak i największy rozmiar liniowy radioźródeł maleją proporcjonalnie do $(1+z)^{-3}$. Wynik ten jest zgodny z teoretycznymi przewidywaniami. W adiabatycznie ekspandującym Wszechświecie wypełnionym gorącym, dyfuzyjnym i jednorodnym ośrodkiem międzygalaktycznym (ang. *intergalactic medium*; IGM), gęstość tego ośrodka rośnie jak $(1+z)^3$, a jego temperatura kinetyczna jak $(1+z)^2$. W rezultacie ciśnienie ośrodka, decydujące (między innymi) o rozmiarze radioźródła, rośnie jak $(1+z)^5$. Dlatego też gros największych znanych radioźródeł typu FRII, jak już wspomniano, znajduje się stosunkowo blisko nas. Z drugiej strony, ewentualne gigantyczne radioźródła z dużymi wartościami przesunięcia ku czerwieni, mogą wskazywać na istnienie obszarów IGM o znacznie niższej gęstości od średniej i to we wcześniejszych epokach kosmologicznych. Należy zwrócić uwagę, iż gdy wiek Wszechświata, wyznaczony z podanych powyżej parametrów kosmologicznych, wynosi około 13 mld lat, to jego wiek, odpowiadający obserwowanemu przesunięciu ku czerwieni $z = 3$, był tylko 2,2 mld lat! Dlatego też w naszym projekcie badawczym chcemy wykryć i zanalizować największe radioźródła o dużych przesunięciach ku czerwieni celem zbadania ewolucji kosmologicznej ośrodka międzygalaktycznego. Nasze poszukiwania skoncentrowały się na strukturach typu FRII, gdyż dla nich względnie łatwo można wyznaczyć rozmiar kątowy.

Geneza odkrycia

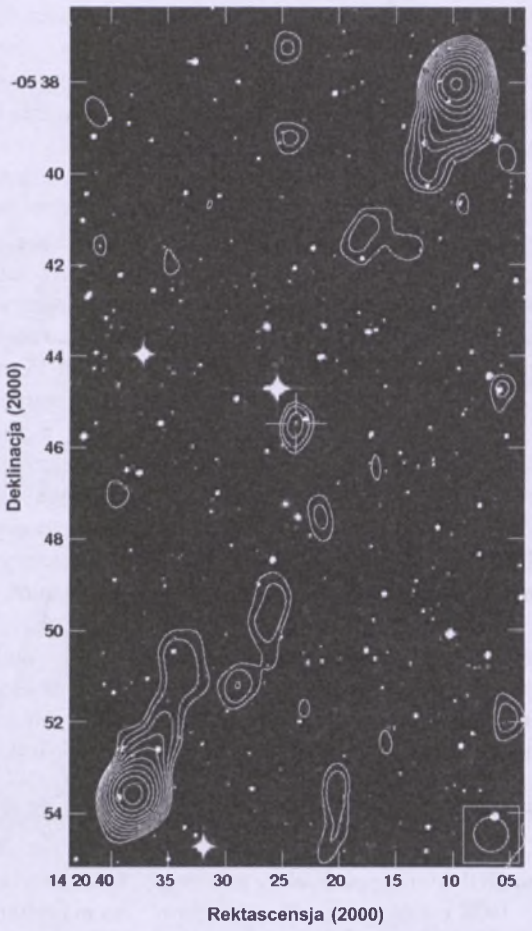
Jest rok 2005. Dorota, dla potrzeb swej rozprawy doktorskiej, kończy selekcję kandydatów na „gigantyczne" radioźródła położone na południowej półkuli nieba. Temat badawczy motywowany jest dwiema okolicznościami: 1) małą liczbą poznanych „gigantów" na tym obszarze nieba oraz 2) sprzyjającymi możliwościami obserwacyjnymi, zarówno w dziedzinie radiowej, jak i w optycznej. Już od dwóch lat współpracujemy z zespołem radioastronomów hinduskich (profesorem Dhrubą Saikia i jego doktorantem Chiranjibem Konarem) w badaniach gigantycznych radiogalaktyk bazujących w decydującej mierze na obserwacjach tych źródeł na długich falach radiowych za pomocą sieci interferometrycznej Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) w Pune. W tym samym czasie otwierają się jeszcze większe możliwości obserwacyjne w dziedzinie optycznej, zwłaszcza spektroskopii. Trwa budowa 11-metrowego teleskopu SALT w Republice Południowej Afryki, teleskopu dedykowanego dla obserwacji spektralnych. Dzięki owocnym staraniom szeregu polskich astronomów i decyzji Komitetu Badań Naukowych powstaje „Konsorcjum Polskich Użytkowników Teleskopu SALT", mamy około 10% udziału w kosztach tej inwestycji, co gwarantuje nam taki sam udział w czasie obserwacyjnym. Jest to bardzo istotna okoliczność. Aby stwierdzić, jaki jest rozmiar liniowy obserwowanej struktury radiowej, jak również by określić jasność promieniowania, gęstość energii itp., jest konieczna znajomość jej odległości od nas. Te zaś można wyznaczyć jedynie na podstawie zmierzonego przesunięcia ku czerwieni. Jest więc oczywiste, że przede wszystkim musi się zidentyfikować daną strukturę z macierzystym obiektem optycznym. W większości poznanych już gigantycznych radioźródeł jest to ga-

laktyka; jedynie kilka tak dużych źródeł jest związanych z obiektem klasyfikowanym jako kwazar. Odległość wynikająca z przesunięcia ku czerwieni macierzystej galaktyki jest przyjmowana jako odległość jej struktury radiowej. Jednak odległości tych galaktyk są na tyle duże, że obiekty optyczne zidentyfikowane z wybranymi kandydatami mają jasność widomą w czerwonym zakresie widma od ~19 mag. do ~22 mag. Dla otrzymania czytelnego widma tak słabych obiektów potrzebny jest teleskop o średnicy zwierciadła co najmniej 4 m, jak i dużo czasu obserwacyjnego. Z tego też względu dostęp do 11-metrowego teleskopu SALT daje dużą nadzieję na powodzenie naszego projektu.

W próbce około 80 wybranych kandydatów, Dorota znalazła radioźródło o rozmiarze kątowym 17,4', którego mapę radiową pokazuje rys. 1. Jego oznaczeniem wg nomenklatury Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU) jest J1420-0545. Jak widać, wysoce symetryczna struktura radiowa tego źródła to klasyczny typ FRII. W centrum obserwowanej struktury, na osi łączącej przeciwległe płaty, widać słabe, lecz wyraźne jądro radiowe. Konturowa mapa struktury radiowej, nałożona na mapę optyczną obszaru źródła, wskazuje jego identyfikację ze słabą macierzystą galaktyką o widomych jasnościach R = 19,6 mag. i B = 21,8 mag. zmierzonych na płytach fotograficznych przeglądu południowej półkuli nieba UKST (United Kingdom Schmidt Telescope), a dostępnych w bazie danych DSS (ang. *Digitized Sky Survey*). Z zależności Hubble'a wiążącej widome jasności i przesunięcia ku czerwieni, *m—z*, znanych już gigantycznych radiogalaktyk a opublikowanych przez Arno Schoenmakersa i in. (1998) oraz Lukasa Lara i in. (2001), wynikała tzw. fotometryczna ocena przesunięcia ku czerwieni z~0,42, co implikowało rozmiar liniowy znalezionej struktury na 5,76 Mpc! To byłoby zbyt fantastyczne, prawie niemożliwe. Dlatego też zwróciliśmy uwagę na fakt, że rozrzut jasności widomych galaktyk na wymienionej zależności Hubble'a wynosi około 1—1,4 mag. Tak więc zakładając, że jasność absolutna galaktyki macierzystej radioźródła J1420-0545 może być najmniejsza z dotychczas poznanych, jej przesunięcie ku czerwieni powinno być co najmniej 0,32, co odpowiadałoby rozmiarowi około 4,85 Mpc, a więc ciągle większym od rozmiaru 3C236. Taka fotometryczna ocena przesunięcia ku czerwieni tej galaktyki została opublikowana w pracy przedstawiającej nasz projekt, jak i pierwsze wyniki obserwacji teleskopem SALT (patrz Machalski, Kozieł-Wierzbowska i Jamrozy 2007).

Przedsięwzięcia obserwacyjne

Jest oczywiste, że zaraz po takich ocenach odległości i rozmiaru tej niezwykle interesującej galaktyki podjęliśmy starania o czas obserwacyjny na jej spektroskopię optyczną. Pod koniec lipca 2005 r. składamy projekt badawczy na teleskop SALT. Zostaje on przyjęty już w fazie uruchamiania teleskopu i pierwszych obserwacji testowych, tzw. fazie P–V (ang. *performance verification tests*). Mamy pierwszych 5 godzin obserwacyjnych. Na liście priorytetów umieszczamy galaktykę J1420-0545. Niestety, uruchamianie teleskopu się przeciąga. Do obserwacji testowych jest gotowa jedynie kamera obrazująca SALTICAM, której używa się przede wszystkim do kontroli jakości obrazów, a więc *de facto* do kontroli ustawienia sześciokątnych elementów tworzących 11-metrowe sferyczne zwierciadło teleskopu. W tym czasie jest możliwa tylko detekcja słabych obiektów optycznych i ich bardzo przybliżona fotometria. Efekty naukowe takich pomiarów są mizerne również ze względu na wadliwe działanie, a właściwie niedziałanie urządzenia do śledzenia za obiektem na niebie (ang. *tracking*) przy nieruchomym zwierciadle. Wszyscy czekają na pierwszy spektrograf. Jest to aparatura o niskiej rozdzielczości spektralnej przeznaczona do pracy w ognisku głównym teleskopu, oznaczona PFIS (ang. *Prime-Focus Imaging Spectrograph*).



Rys. 1. Mapa radiowa „giganta" J1420-0545 na częstotliwości 1400 MHz powstała ze złożenia obserwacji teleskopami VLA i Effelsberg (kontury), nałożona na optyczny obraz nieba. Krzyżykiem jest zaznaczone położenie macierzystej galaktyki i jądra radiowego

Tymczasem postanawiamy próbować również gdzie indziej. Nie zważając na wcześniejszą nieudaną próbę otrzymania czasu na 3,5 m teleskopie na Całar Alto w Hiszpanii, czasu na spektroskopię innej próbki, próbki gigantycznych radiogalaktyk na północnej półkuli nieba — 6 listopada 2005 r. składamy wniosek o prawie 2 godziny obserwacji galaktyki macierzystej J1420-0545 w trybie serwisowym 4,2 m teleskopu WHT (William Herschel Telescope) na La Palma. Wniosek otrzymał tam wysoką (choć nie najwyższą) ocenę i został przyjęty do realizacji już 11 listopada 2005 r. To dobrze, ale znowu niełatwo. Obserwacje serwisowe to krótko trwające obserwacje wykonywane przez dyżurnego, lokalnego obserwatora według harmonogramu ustawionego przez komputer. Tryb serwisowy ma miejsce

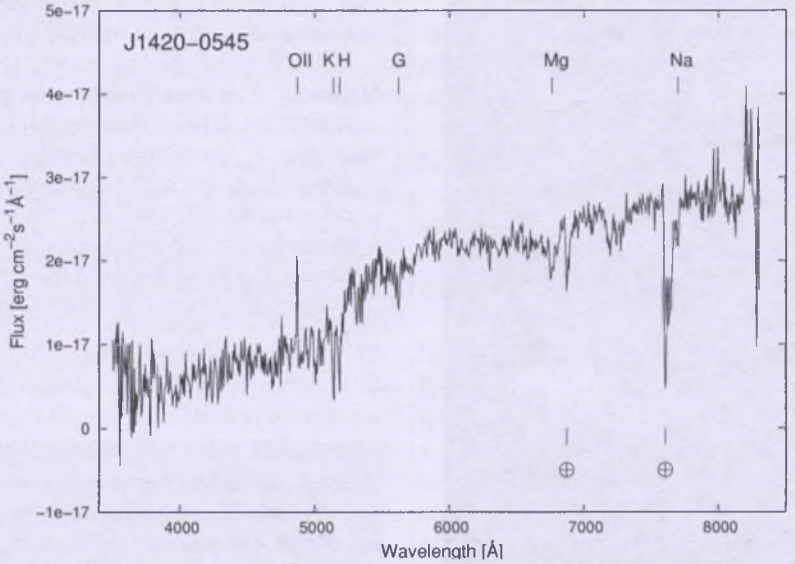
mniej więcej od 2 do 3 nocy na miesiąc, a dodatkowo potrzebny nam dwuramienny spektrograf ISIS, jeden z trzech wymiennie montowanych na teleskopie dla różnych obserwacji. Dalej, określony obiekt może być obserwowany w okresie nie dłuższym niż 7—8 miesięcy w roku. Jeżeli jeszcze wymagania są większe, np. co do fazy Księżyca — to liczba możliwych nocy obserwacyjnych jest niewielka. A przyjętych programów jest zawsze więcej niż tych nocy, nie licząc już nieuniknionych strat z powodu pogody. Odtąd co miesiąc śledzimy stronę internetową „IGN Service Programme", sprawdzając, czy nasz obiekt był obserwowany. Cierpliwość nas wszystkich jest wystawiona na próbę.

Wiadomość z 17 stycznia 2006 r.: nasz projekt w RPA jest już skierowany do konkretnego obserwatora z zespołu operacyjnego SALT. Obserwator prosi o listę obiektów do spektroskopii, odpowiednie mapki obserwacyjne i inne szczegóły określane przez naszą stronę. Cieszymy się z tego i czekamy na wyniki. Czekamy 5 miesięcy. Wreszcie są jakieś; dostajemy wiadomość, że 7 galaktyk z naszej próbki było obserwowanych w okresie między 30 maja a 24 czerwca 2006 r. Dorota ściąga pliki obserwacyjne z RPA i rozpoczyna ich analizę i redukcję. Okazuje się, że wykonane obserwacje są marnej jakości, czasy ekspozycji zdecydowanie za małe, stosunek sygnału do szumu za mały, brak kalibracji strumienia. Niemniej jednak dla 5 z tych 7 galaktyk udaje się określić ich przesunięcia ku czerwieni, niestety, nie dla J1420-0545, w której widmie widać tylko szum. Po naszej prośbie o powtórzenie obserwacji tej galaktyki po jakimś czasie dostajemy drugą jej ekspozycję, ponownie jedynie z szumem.

Tymczasem mija okres, w którym J1420-0545 może być obserwowana, a więc również mija nadzieja na wynik przy pomocy teleskopu WHT. Z „IGM Service" otrzymujemy sugestię, by ponowić wniosek o obserwację serwisową na następny rok. Nie ma wyjścia; 15 grudnia 2006 powtarzamy go. Na szczęście nie przechodzi on jeszcze raz procedury recenzowania, zachowując poprzednia ocenę. Znów czas upływa, lecz mimo systematycznych monitów i próśb nasza galaktyka ciągle czeka na swoją szansę.

Sukces i implikacje kosmologiczne

I kiedy już naprawdę nie żywiliśmy żadnej nadziei, bomba! 18 sierpnia 2007 r. koordynator programów serwisowych informuje o wykonaniu tak długo oczekiwanej obserwacji i prosi o ocenę, czy zarejestrowane widmo spełnia nasze oczekiwania. Dorota bardzo szybko wykonuje wstępną redukcję; stwierdzamy, że w widmie brak jest wyraźnych linii emisyjnych, jednak charakterystyczny tzw. skok Balmera ~4000 Å jest widoczny i przesunięcie ku czerwieni da się wyznaczyć. I rzeczywiście, po starannej redukcji widma oraz jego kalibracji w długości fali i natężeniu strumienia otrzymujemy wynik: przesunięcie ku czerwieni galaktyki J1420-0545 wynosi 0,3065±0,0007, a rozmiar liniowy radioźródła to 4,69 Mpc. Sukces cieszy podwójnie. Spektroskopia nie tylko potwierdza fotometryczną prognozę przesunięcia ku czerwieni z ~0,32, ale odkrycie największego radioźródła we Wszechświecie. Jest tuż przed XXXIII Zjazdem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Kielcach, w pośpiechu przygotowujemy pokazany tam plakat o tym wydarzeniu. Ale to jeszcze nie koniec. 31 stycznia 2008 r. została wykonana teleskopem WHT jeszcze jedna obserwacja tej gigantycznej radiogalaktyki. Finalny kształt widma, po złożeniu obu ekspozycji i starannej kalibracji, pokazany jest na rys. 2. Widać w nim pasma absorpcyjne, przede wszystkim pasma wapnia H i K (3934 A i 3968 Å), pasma G i Mg (4305 Å i 5175 Å), jak również słabą linię emisyjną tlenu [OII] 3727 Å. Ostateczna wartość przesunięcia ku czerwieni wynosi 0,3067±0,0005.



Rys. 2. Widmo galaktyki macierzystej radioźródła J1420-0545 obserwowane teleskopem WHT

Z opisanego odkrycia wynikają ważne wnioski. Istnienie gigantycznych radioźródeł o dużych przesunięciach ku czerwieni podważa założenie jednostajnej (monotonicznej) ewolucji kosmologicznej IGM. Ekstremalny rozmiar radiogalaktyki J1420-0545 potwierdza możliwość występowania dużych niejednorodności, „pustek" (ang. *voids*) w IGM we wczesnych epokach kosmologicznych, przesuwając, znany dotąd, graniczny rozmiar około 4 Mpc z epoki odpowiadającej $z \sim 0{,}1$ do $z \sim 0{,}3$. Ponieważ liczne obserwacje niewątpliwie potwierdzają, że maksymalny rozmiar radioźródeł wyraźnie maleje ze wzrostem przesunięcia ku czerwieni, istnienie struktury radiowej o rozmiarze 4,7 Mpc i z~0,3 jest ewenementem, który skłania nas do dalszego badania właściwości fizycznych tego radioźródła.

Porównanie rozmiarów 4 największych radiogalaktyk we Wszechświecie w skali i na tle gromady Coma jest przedstawione na rys. 3. Ich parametry pokazuje tabela 1.

Zarówno ta największa, J1420-0545, jak i czwarta co do rozmiaru J1343+3758 zostały odkryte w ramach badań największych struktur radiowych prowadzonych w naszym ośrodku.

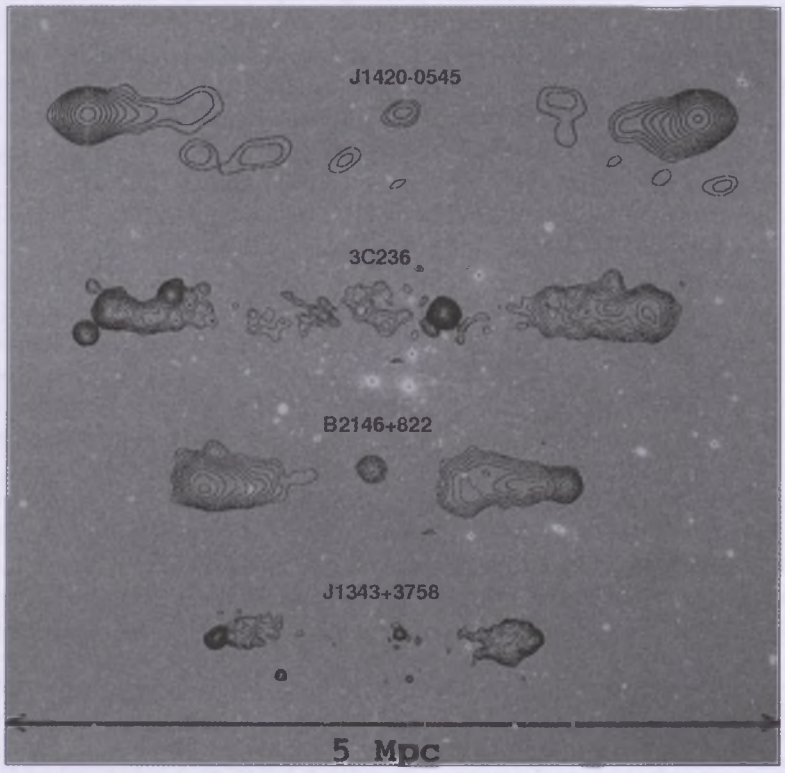
Dalsze obserwacje i analizy

Radiogalaktyka J1420-0545 jest słabym radioźródłem. Jej całkowity strumień promieniowania na częstotliwości 1400 MHz (zmierzony w przeglądzie radiowym NRAO VLA Sky Survey; NVSS) wynosi zaledwie 87 mJy. Ponieważ leży ona na południowej półkuli nieba, pozbawionej dotąd tak głębokich radiowych przeglądów jak te obejmujące północne niebo, brak było jakiejkolwiek informacji o jej widmie radiowym. Po drugie, obserwacje radiowe wykonane siecią interferometryczną VLA mogły nie wykryć możliwego, słabego pomostu dyfuzyjnego promieniowania łączącego widome, jaśniejsze płaty radiowe. Z tego powodu, już pod koniec roku 2005 r., Marek przygotowuje projekt obserwacyjny na uzupełniającą obserwacje naszej galaktyki na fali 21 cm przez 100 m radioteleskop w Effelsbergu, czyli antenę o pełnej aperturze. Obserwacje takie można połączyć z danymi z VLA, wypełniając w ten sposób brak krótkich baz w tych ostatnich i umożliwiając detekcję promieniowania z obszarów źródła znacznie bardziej rozległych kątowo niż syntetyzowana wiązka sieci interferometrycznej. Projekt zostaje przyjęty, w ciągu kilku godzin obserwacji w dniach 26 i 27 kwietnia 2006 obszar nieba o rozmiarze 60' × 60' obejmujący badaną radiogalaktykę i inne pobliskie radioźródła jest skanowany wzdłuż rektascensji i deklinacji. Złożenie map ze 100-m radioteleskopu z mapą NVSS w dalszym ciągu nie wskazuje na istnienie pomostu pomiędzy płatami, przynajmniej na fali 21 cm.

Tabela 1

Nazwa	Rozmiar kątowy ["]	z	Rozmiar liniowy [kpc]
J1420-0545	1045	0,3067	4690
3C236	2430	0,09883	4380
B2146+822	1105	0,145	2740
J1343+3758	678	0,2267	2427

Po potwierdzeniu ekstremalnego rozmiaru radiogalaktyki J1420-0545, wspólnie z profesorem Saikią, występujemy do dyrektora Narodowego Centrum Astrofizyki Radiowej (NCRA), do którego należy sieć radioteleskopów GMRT o specjalny, „dyrektorski" czas obserwacyjny, tj. czas poza regularnym trybem składania projektów badawczych, dla wykonania mapy tego źródła na dłuższej fali 50 cm. Pożądane obserwacje zostają wykonane 11 listopada 2007 r. Otrzymana w ich wyniku mapa radiowa (na częstotliwości 619 MHz) umożliwia przybliżoną analizę dynamiczną naszej radiogalaktyki i wyznaczenie szeregu parametrów fizycznych z wiekiem dynamicznym na czele oraz porównanie jej parametrów z odpowiednimi parametrami radiogalaktyki 3C236. Pomijając szczegóły, można nadmienić, iż J1420-0545 wydaje się ewoluować w bardzo rzadkim ośrodku IGM, mieć relatywnie młody wiek związany z wyjątkowo dużą średnią prędkością ekspansji struktury wzdłuż osi dżetów. Zainteresowanych czytelników odsyłamy do naszej oryginalnej pracy opublikowanej w majowym zeszycie „Astrophysical Journal" (porównaj Machalski, Kozieł-Wierzbowska, Jamrozy i Saikia 2008).



Rys. 3. Porównanie rozmiarów największych radiogalaktyk (kontury). W tle, dla porównania skali, gromada galaktyk Coma

Literatura:

Drury, L. O'C., 1983, Reports on Progress in Physics, 46, 973.

Kapahi, V.K., 1986, *Highlights of Astronomy*, Vol. 7, 371.

Lara, L., Marquez, I., Cotton, W.D., Feretti, L., i in., 2001, Astron. and Astrophys., 378, 826.

Machalski. J., Kozieł-Wierzbowska, D., Jamrozy, M., 2007, Acta Astron., 57, 227.

Machalski. J., Kozieł-Wierzbowska, D., Jamrozy, M., Saikia, D.J., 2008, Astrophys. Journal, 679, 149.

Schoenmakers, A.P., van der Laan, H., Rottgering, H.J.A., de Bruyn, A.G., 1998, *The Young Universe*, ASP Series, Vol. 146, 84.

Jerzy Machalski jest profesorem, a Dorota Kozieł-Wierzbowska i Marek Jamrozy jego doktorantami w Uniwersytecie Jagiellońskim. Wszyscy zajmują się badaniami radioźródeł

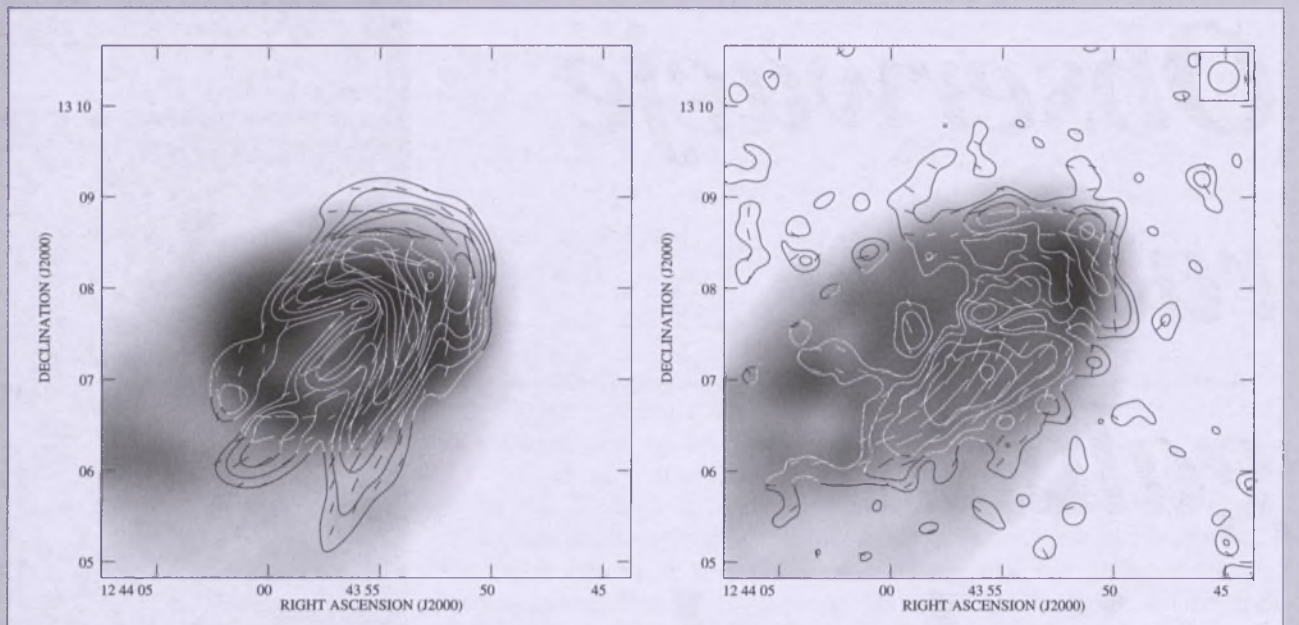
Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo

Marian Soida

Wstęp

Obserwacje radiowe bliskich galaktyk udzielają odpowiedzi na szereg pytań dotyczących środowiska międzygwiazdowego w tych obiektach. Obserwując galaktyki radioteleskopem odbierającym fale o długości kilku, kilkunastu centymetrów, mierzymy głównie tzw. emisję synchrotronową, czyli falę elektromagnetyczną emitowaną przez relatywistyczne elektrony poruszające się w polu magnetycznym. Mierząc całkowity strumień promieniowania o określonej długości fali i czyniąc pewne założenia dotyczące gęstości i widma emitujących elektronów, możemy oszacować natężenie pola magnetycznego w ośrodku międzygwiazdowym galaktyk, skąd to promieniowanie dociera do naszych odbiorników. Jeśli mamy do dyspozycji obserwacje na różnych długościach fal, możemy wyznaczyć widmo tego promieniowania i tym samym uściślić szacunki własności emitujących elektronów.

Promieniowanie synchrotronowe jest spolaryzowane liniowo. Mierząc kierunek jego polaryzacji, uzyskamy informację o kierunku pola magnetycznego — jego składowej w płaszczyźnie nieba. Brakującą składową pola magnetycznego — równoległą do kierunku patrzenia — możemy również wyznaczyć z obserwacji na kilku długościach fali, mierząc tzw. rotację Faradaya, czyli efekt skręcania płaszczyzny polaryzacji promieniowania przechodzącego przez namagnesowaną plazmę. W środowisku międzygwiazdowym ma miejsce wiele gwałtownych zjawisk, jak choćby for-



Rys. 2. Porównanie modelu (po lewej) spolaryzowanej emisji radiowej dla galaktyki NGC 4654 z rzeczywistymi obserwacjami (z prawej)

mowanie się gwiazd i związane z tym wybuchy gwiazd supernowych. W efekcie pole magnetyczne w takim ośrodku jest zwykle silnie splątane, a stopień jego splątania odbija się w radiowych obserwacjach na stopniu polaryzacji docierającego do nas promieniowania.

Pole magnetyczne w galaktykach spiralnych

W większości galaktyk spiralnych emisja na falach radiowych odzwierciedla ich spiralną strukturę. Całkowity strumień jest najsilniejszy w samych ramionach spiralnych. Kierunki pola magnetycznego są w większości zgodne z kierunkiem najbliższego ramienia spiralnego (rys. 1, na drugiej stronie okładki). Najczęściej jednak stopień polaryzacji w samych ramionach jest niższy niż w obszarach pomiędzy ramionami. Wiąże się to z silnymi procesami gwiazdotwórczymi w ramionach spiralnych, a tym samym silniejszym splątaniem pola magnetycznego. W efekcie, fale radiowe docierające do teleskopu są spolaryzowane w różnych kierunkach i ich wypadkowa polaryzacja jest zmniejszona — występuje silniejsza depolaryzacja (zarówno wzdłuż drogi patrzenia, jak i wewnątrz wiązki teleskopu). Kompresja i ścinanie gazu międzygwiazdowego po wewnętrznej stronie ramion spiralnych, a wraz z nim pola magnetycznego, powoduje wzmocnienie tego ostatniego — głównie jego wielkoskalowej (regularnej) składowej. Takie wzmocnione pole magnetyczne jest unoszone dalej wraz z gazem wskutek rotacji galaktyki w obszary pomiędzy ramionami, stopniowo się rozmywając, ciągle jednak zachowując średni kierunek (równoległy do ramion spiralnych).

W przypadku galaktyk, które oddziaływają (lub oddziaływały w przeszłości) z innymi galaktykami lub ze środowiskiem międzygalaktycznym, zwykle mamy obraz bardziej skomplikowany. Środowisko międzygwiazdowe jest poddane zarówno oddziaływaniom grawitacyjnym (pływowym) przelatujących w pobliżu innych galaktyk, jak i ciśnieniu ośrodka międzygalaktycznego. Szczególnie często z takimi oddziaływaniami mamy do czynienia w gromadach galaktyk. Obserwacje galaktyk w rozmaitym stopniu oddziaływujących z otoczeniem dostarczają nam wiedzy o procesach zachodzących w namagnesowanej plazmie, jaką jest środowisko międzygwiazdowe galaktyk. Obserwacje spolaryzowanego promieniowania radiowego wydają się być szczególnie czułym narzędziem badania mechanizmów oddziaływań galaktyk między sobą i ze swym otoczeniem.

Modelowanie pól magnetycznych w środowisku międzygwiazdowym

Środowisko międzygwiazdowe galaktyki jest praktycznie przezroczyste dla fal radiowych, zatem to, co dociera do radioteleskopu, stanowi sumę promieniowania z całej drogi przez galaktykę wzdłuż linii patrzenia. Dodatkowo każdy radioteleskop ma pewną skończoną rozdzielczość i w efekcie sumujemy w nim również promieniowanie emitowane z obszarów położonych blisko siebie. Z tych powodów nie można wprost odzyskać trójwymiarowej konfiguracji pola magnetycznego w całej galaktyce. Do analizowania procesów zachodzących w namagnesowanym środowisku międzygwiazdowym stosujemy modelowanie. Polega ono na założeniu (częściej wyliczeniu) trójwymiarowej konfiguracji pola magnetycznego w całej galaktyce i następnie wyliczeniu, jak „wyglądałaby" taka galaktyka obserwowana radioteleskopem. Porównanie takich wyliczonych obserwacji z prawdziwymi daje nam możliwość weryfikacji przyjętego modelu.

Wraz z kolegami z innych ośrodków w świecie prowadzimy program modelowania galaktyk spiralnych gromady Virgo. Na podstawie obserwacji spektralnych (głównie linii 21 cm neutralnego wodoru) zbieramy informacje na temat kinematyki wybranej galaktyki. Do tych obserwacji dopasowujemy modele ewolucji gazu międzygwiazdowego, czyli z czym i jak w swej historii oddziaływała dana galaktyka. Chcemy, żeby ruch ośrodka międzygwiazdowego wyliczony na dzień dzisiejszy odpowiadał obecnie obserwowanemu. W kolejnym kroku, całą historię kinematyki galaktyki (trójwymiarowe pole prędkości gazu) używamy jako dane

wejściowe do obliczenia „magnetycznej historii" galaktyki — ewolucji pola magnetycznego. Dalej, liczymy takie mapy spolaryzowanej emisji radiowej, jakie byśmy otrzymali, obserwując tę „sztuczną" galaktykę. Mapy emisji radiowej, odpowiadające współczesności, porównujemy z prawdziwymi obserwacjami. Porównanie to weryfikuje sensowność założonego scenariusza oddziaływania. Przykładowe porównanie wyniku modelu i obserwacji przestawia rys. 2. Obie mapy nie są co prawda identyczne, jednak główne, charakterystyczne cechy są wystarczająco zgodne — maksima emisji spolaryzowanej pojawiają się w zbliżonych pozycjach, kierunki polaryzacji są zadawalająco zgodne.

Obserwacje radiowe

Gromada Virgo jest najbliższą nam gromadą galaktyk, mimo to poszczególne galaktyki mają na niebie rozmiary pojedynczych minut kątowych. Aby zarejestrować emisję radiową z galaktyk tej gromady, konieczne jest użycie największych radioteleskopów. Najlepszym instrumentem do obserwacji spolaryzowanej emisji radiowej jest układ 27 anten 25-m *Very Large Array* w Nowym Meksyku (USA). Mimo doskonałych parametrów tego teleskopu obserwacje polarymetryczne wymagają poświęcenia co najmniej kilkunastu godzin obserwacji na każdy obiekt.

Niektóre galaktyki, jak NGC 4535 (rys. 3, druga strona okładki), położone z dala od centrum gromady, podlegają jedynie słabym oddziaływaniom.

Galaktyka ta widziana w świetle widzialnym nie ukazuje śladów oddziaływania z innymi obiektami. Również jej obraz radiowy (strumień całkowity, przedstawiony za pomocą konturów na rysunku) jest symetryczny i nie ujawnia większych zaburzeń (widać nieznaczną asymetrię północ-południe). Dopiero emisja spolaryzowana ujawnia fakt, że coś „niedobrego" przydarzyło się w jej niedawnej historii. Wektory polaryzacji na rysunku są praktycznie wyłącznie z jej prawej (zachodniej) strony. Faktycznie ponad 80% emisji spolaryzowanej pochodzi z jej zachodniej połowy. Powód tak silnej asymetrii w rozkładzie emisji spolaryzowanej pozostaje zagadką. Prawdopodobnie przyczyną jest słabe, ale długotrwałe oddziaływanie ciśnienia materii międzygalaktycznej spowodowane ruchem samej galaktyki wokół centrum gromady. Jedynie szczegółowy model oddziaływania pozwoli potwierdzić lub obalić te przypuszczenia.

Inne galaktyki wykazują silniejsze efekty oddziaływania. Galaktyka NGC 4388 jest położona (w płaszczyźnie nieba) blisko centrum gromady — ok. 1,5° od centralnej galaktyki M87. Już na zdjęciach optycznych można zauważyć efekty oddziaływania galaktyki ze swoim otoczeniem. Mapa radiowa (rys. 4, druga strona okładki) ukazuje jednak obraz, jakby galaktyka z impetem uderzyła w ścianę po swojej lewej (wschodniej) stronie.

Konfiguracja kierunków polaryzacji również znacząco odbiega od obrazu, jaki prezentują inne galaktyki widziane „z boku", tak jak NGC 4388.

Jeszcze bardziej zaskakujący jest obraz, jaki przedstawia galaktyka NGC 4438. Galaktyka ta leży na niebie niecały stopień od centrum gromady Virgo. Jej zdjęcia optyczne ukazują silnie odkształcone ramiona spiralne, ułożone poza płaszczyzną dysku. Trudno w tym przypadku w ogóle mówić o płaszczyźnie dysku. Obserwacje neutralnego wodoru ukazują znaczny deficyt tego składnika budowy galaktyki. Nic dziwnego, że i obraz radiowy (rys. 5, druga strona okładki) ukazuje bardzo silną asymetrię.

Patrząc na obraz tej galaktyki, odnosi się nieodparte wrażenie, że prawie całe środowisko międzygwiazdowe wraz z polem magnetycznym, a w zewnętrznych częściach galaktyki nawet z gwiazdami, zostało z niej „zdmuchnięte". Jeśli jednak ów „huragan" wiał (wieje) od wschodniej strony galaktyki, to jak wyjaśnić „ogon", częściowo spolaryzowanej emisji radiowej skierowanej pod wiatr? Niewątpliwie ta galaktyka będzie stanowiła wyzwanie dla modelowania.

Podsumowanie

Dotąd udało się naszemu zespołowi wykonać obserwacje kilkunastu galaktyk. Największe z nich dodatkowo były obserwowane 100-m radioteleskopem w Effelsberg (Niemcy). Dla kilku galaktyk udało się skonstruować przekonywujący model teoretyczny (patrz spis literatury). Jednak większość galaktyk czeka ciągle na swoje dogłębne zrozumienie. Przedstawienie realistycznych modeli oddziaływania galaktyk z gromady Virgo ze środowiskiem gromady (w tym i innymi galaktykami) pozwoli na lepsze zrozumienie fizycznych procesów zachodzących w plazmie zawierającej pole magnetyczne. Poznanie szczegółów historii poszczególnych galaktyk pozwoli również na poznanie mechanizmów, jakie zachodzą w samej gromadzie.

Literatura

Vollmer B., Soida M., Otmianowska-Mazur K., Kenney J.D.P., van Gorkom J.H., Beck R.: 2006, A&A 453, 883.

Soida M., Otmianowska-Mazur K., Chyży K.T., Vollmer B.: 2006, A&A 458, 727.

Vollmer B., Soida M.. Beck R., Urbanik M., Chyży K.T., Otmianowska-Mazur K., Kenney J.D.P., van Gorkom J.H.: 2007, A&A 464L, 37.

Vollmer B.,Soida M., Chung A., van Gorkom J.H., Otmianowska-Mazur K., Beck R., Urbanik M., Kenney J.D.P.: 2008, A&A 483,89.

Zespół

Obserwatorium Astronomiczne, Uniwersytet Jagielloński:

K.T. Chyży
K. Otmianowska-Mazur
M. Soida
M. Urbanik

Observatoire astronomique de Starsbourg:

B. Vollmer

Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn:

R. Beck

Department of Astronomy, Columbia University:

J.H. van Gorkom

Yale University, Astronomy Department:

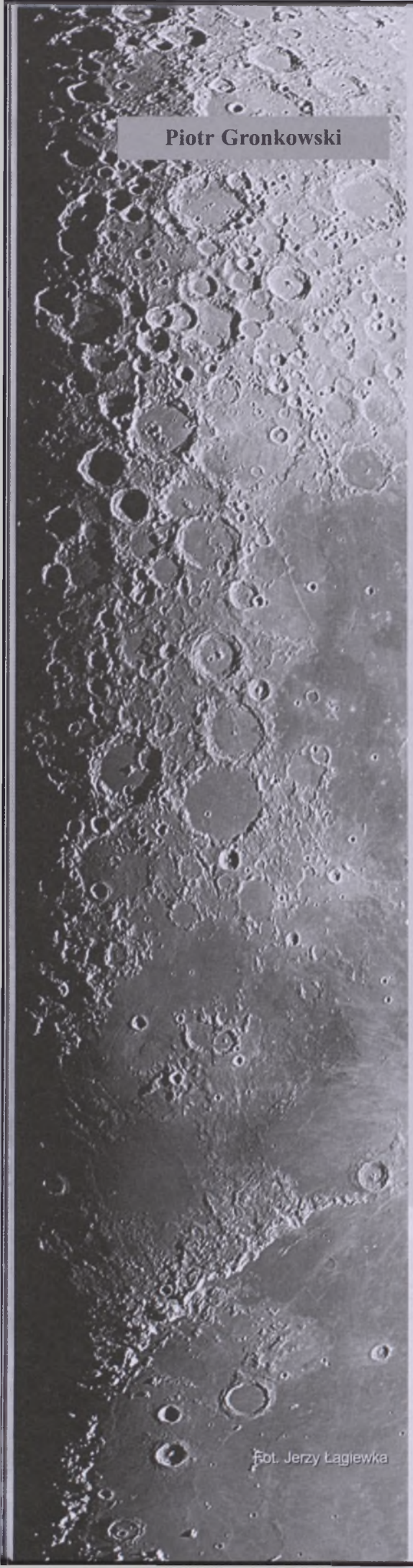
J.D.P. Kenney

Autor jest radioastronomem pracującym na stanowisku adiunkta w Obserwatorium Astronomicznym UJ. Obecnie przygotowuje rozprawę habilitacyjną, której tematyka dotyczy problemów przedstawionych powyżej

Piotr Gronkowski

Zderzenia ciał kosmicznych w Układzie Słonecznym

(Wybrane zagadnienia)

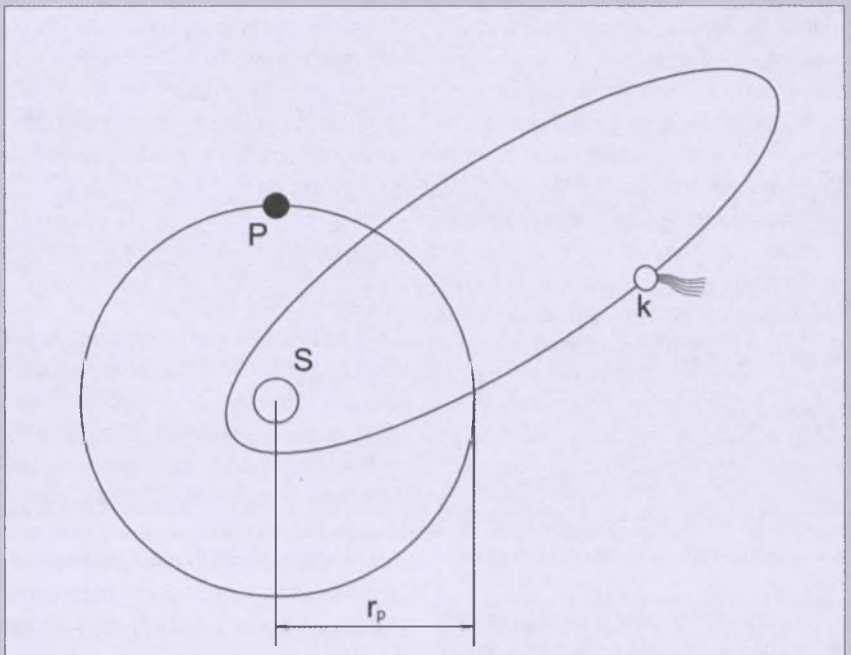


Kolizje pomiędzy ciałami krążącymi w Układzie Słonecznym miały bardzo duże znaczenie w czasie wczesnych etapów jego ewolucji. Powstawanie ciał naszego układu planetarnego było w znacznym stopniu zdeterminowane przez ich wzajemne kolizje. W wyniku tych zderzeń, prowadzących do zlepiania się kolidujących cząstek, pyłów a później ciał powstawały planetozymale, pierwotne ciała o wymiarach od kilku do kilkuset kilometrów, z których powstały ostatecznie planety, asteroidy, komety. Ślady pierwotnych zderzeń możemy dziś obserwować na powierzchniach ciał krążących w Układzie Słonecznym w postaci kraterów zderzeniowych, które szczególnie licznie występują na powierzchniach ciał pozbawionych atmosfery, takich jak Księżyc, Merkury czy księżyce wielkich planet. Jest to związane z faktem, że powierzchnie planet spowitych atmosferą są trudniej osiągalne dla meteoroidów, gdyż w wyniku tarcia o atmosferę mogą one ulec w niej spaleniu czy też rozpadowi. Jednak większe z nich mogą przedrzeć się przez warstwę ochronną atmosfer planetarnych i osiągać powierzchnie tych ciał niebieskich, drążąc na niej zderzeniowe kratery, jakie obserwuje się chociażby na powierzchni Ziemi, Księżyca, Marsa czy Merkurego. Słynnym przykładem skutków zderzenia Ziemi z ciałem kosmicznym jest krater Chicxulub powstały pod koniec kredy około 65 mln lat temu u wybrzeży półwyspu Jukatan w dzisiejszym Meksyku. Krater ten został utworzony w wyniku zderzenia Ziemi z ciałem meteorytowym o wymiarach około 10 km. Badania geologiczne wykazują, że ciało to składało się głównie z żelaza i niklu. Kolizja wyzwoliła energię rzędu 4×10^{23} J i wywołała potężną falę tsunami, która zniszczyła wybrzeża Morza Karaibskiego. Ocenia się, że wyrzucony do atmosfery ziemskiej pył, unosząc się w niej przez kilka lat, doprowadził do dramatycznych zmian klimatycznych w skali globalnej. To prawdopodobnie spowodowało wymarcie dinozaurów. Drugim interesują-

cym śladem kosmicznej kolizji jest krater Barringera w stanie Arizona w USA. Powstał on około 50 000 tys. lat temu w wyniku zderzenia Ziemi z żelaznym meteorytem o średnicy około 50 m. Ma średnicę około 1200 m, głębokość 170 m i jest uważany za najlepiej zachowany krater zderzeniowy na powierzchni Ziemi, gdyż z powodu pustynnego klimatu Arizony zarówno jego erozja wodna, jak i wiatrowa są znikome.

Zderzenia małych ciał Układu Słonecznego (komet, asteroidów, meteoroidów) z planetami prowadziły również do bardziej subtelnych konsekwencji. Zderzenia te wpływały na ewolucję atmosfer planetarnych, a jeśli chodzi o Ziemię, istotnie przyczyniły się do powstania hydrosfery. Niektórzy badacze uważają, że kolizje kometarne mogły dostarczać na Ziemię materię organiczną, przyczyniając się w ten sposób do powstania na niej życia.

W późniejszych fazach ewolucji naszego układu wzajemne kolizje jego składników mają mniejsze znaczenie, jednakże czasami dają jednak dramatycznie znać o sobie nawet w czasach współczesnych. Przykładem takiej prawie współczesnej nam kolizji, jakiej uległa Ziemia, była tzw. „katastrofa tunguska", której okrągłą setną rocznicę obchodziliśmy w tym mijającym już 2008 r. Wydarzenie to miało miejsce 30 czerwca 1908 r. w syberyjskiej tajdze, nad rzeką Podkamienna Tunguzka w rejonie jeziora Bajkał. Nastąpiła tam wtedy ogromna eksplozja, której towarzyszący błysk był widoczny w promieniu 1500 km, jej grzmot słyszano w promieniu 4500 km. W promieniu 40 km, licząc od epicentrum, całkowicie powalone były leśne drzewa. Drgania powierzchni gruntu zostały zarejestrowane przez sejsmografy na całym globie ziemskim, a uniesiony do atmosfery przez eksplozję pył spowodował zjawisko „białych nocy" zarejestrowane nawet w Europie. Do dzisiaj nie przesądzono jednoznacznie, co było przyczyną katastrofy. Najprawdopodobniej była ona wynikiem wtargnięcia w atmosferę ziemską dużego meteoru lub małej komety. Do chwili obecnej nie znamy także zadowalającej odpowiedzi na pytanie, czy ciało uderzyło w powierzchnię Ziemi czy też eksplodowało w atmosferze? Ciągle bowiem jest poddawane dyskusji istnienie krateru zderzeniowego.



Rys. 1. Wzajemne położenie orbit komety długookresowej K i planety P, S — oznacza Słońce

Największym znanym śladem po kolizji kosmicznej odkrytym na terenie Polski jest tzw. meteoryt Morasko, który rozpadł się w atmosferze, a jego fragmenty pozostawiły na Ziemi szereg śladów w postaci małych kraterów w okolicy wsi Morasko (dzisiaj znajdującej się w obrębie Poznania). Do chwili obecnej są znajdowane pozostałości tego wydarzenia, które miało miejsce około 5 tys. lat temu, w postaci żelaznych odłamków materii meteorytowej, tzw. oktaedrytów. Największy z dotychczas znalezionych ma 178 kg. Warto zauważyć, że w miejscu powstania kraterów zderzeniowych założono rezerwat przyrody Meteoryt Morasko.

Kwestia obliczania wartości liczbowej prawdopodobieństwa potencjalnego zderzenia pomiędzy dwoma wybranymi ciałami orbitującymi w Układzie Słonecznym należy do klasycznych zagadnień mechaniki nieba oraz astrofizyki Układu Słonecznego. Aby przybliżyć czytelnikom ten problem, poniżej zostanie naszkicowany najprostszy sposób oszacowania wartości prawdopodobieństwa takiej kolizji. W celu maksymalnego uproszczenia strony matematycznej zagadnienia rozpatrzymy zderzenie planety krążącej wokół Słońca po orbicie kołowej z małym ciałem kosmicznym obiegającym naszą dzienną gwiazdę po silnie wydłużonej elipsie. Takie postawienie zagadnienia może modelować zderzenia planet z kometami długookresowymi przylatującymi w pobliże Słońca z najbardziej zewnętrznych rejonów naszego układu planetarnego z Obłoku Oorta, który jest rezerwuarem jąder kometarnych lub też może modelować kolizje planet z dużymi asteroidami, mającymi nietypowe, mocno ekscentryczne orbity eliptyczne.

W celu dalszego istotnego uproszczenia naszych rozważań założymy, że rozkład kątowy kierunków, z których może nadlatywać kosmiczny „agresor", jest jednostajny, tzn. każdy kierunek jest jednakowo prawdopodobny. Dlatego „z jego punktu widzenia" planeta, w którą on uderzy, jest położona na sferze, której kołem wielkim jest jej rzeczywista orbita.

Dlatego prawdopodobieństwo zderzenia się komety z nadlatującym małym ciałem kosmicznym określa następująca formuła:

$$p = 2 \times \frac{\sigma}{4\pi r_p^2}. \qquad (1)$$

W tym wzorze r_p oraz σ oznaczają odpowiednio promień orbity planetarnej oraz przekrój czynny na zderzenie dla układu ciał planeta–małe ciało kosmiczne.

Poprzedzający ułamek czynnik „2" wynika z faktu, że w czasie jednego obiegu nadlatujące ciało ma dwukrotnie szansę uderzenia w planetę: po raz pierwszy przy zbliżaniu się do swego peryhelium i drugi raz w czasie oddala-

nia się od Słońca. Inaczej mówiąc, orbity ciał kolidujących przecinają się dwukrotnie w czasie jednego obiegu orbitalnego nadlatującego ciała kosmicznego. Ponieważ promień planety R_p wielokrotnie przewyższa wymiar ciała bombardującego planetę, dlatego przyjmujemy, że $\sigma = \pi R_p^2$.

Ostateczna formuła określająca prawdopodobieństwo zderzenia planety z kometą czy planetoidą ma więc postać:

$$p = 0{,}5 \times \left(\frac{R_p}{r_p} \right)^2. \qquad (2)$$

Jest to wzór przybliżony, który nie uwzględnia tzw. „ogniskowania grawitacyjnego".

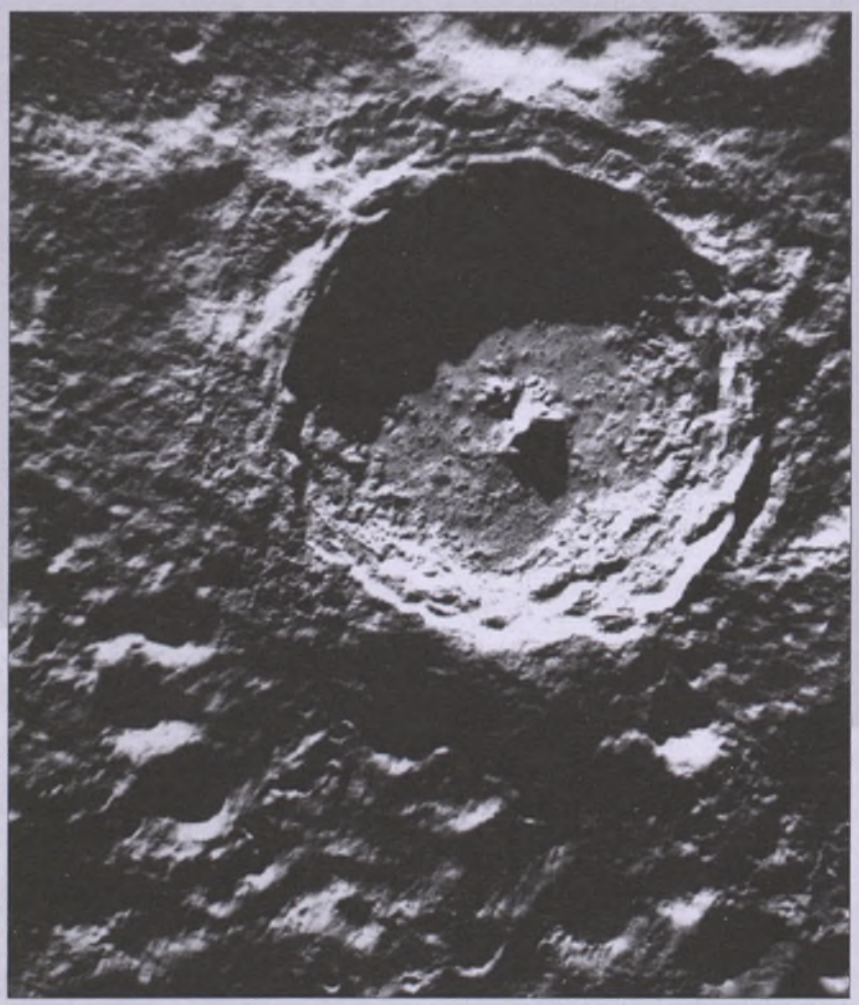
W przedstawionych rozważaniach założyliśmy, że ciało nadlatujące krąży wokół Słońca po nieperturbowanej elipsie keplerowskiej. W rzeczywistości planeta może istotnie zakrzywić jego tor. W oparciu o zasadę zachowania momentu pędu i energii mechanicznej można wyznaczyć minimalną odległość orbity nadlatującego ciała r_{min} od centrum planety. Warunkiem kolizji będzie żądanie, aby $r_{min} \le R_p$. Uwzględniając ten ostatni fakt, można pokazać, że prawdopodobieństwo zderzenia rozważanych dwóch ciał określa wzór:

$$p = 0{,}5 \times \left(\frac{R_p}{r_p} \right)^2 \times \left[1 + \left(\frac{v_e}{v_0} \right)^2 \right]. \qquad (3)$$

W tej formule v_e i v_0 oznaczają odpowiednio prędkość początkową nadlatującego ciała oraz prędkość ucieczki (II prędkość kosmiczną) dla planety.

Warto zauważyć, że wartości liczbowe prawdopodobieństw zderzeń planet Układu Słonecznego z pojedynczą kometą nadlatującą z Obłoku Oorta są marginalnie małe (dla Jowisza rozważana wielkość wynosi $3{,}3 \times 10^{-8}$, a dla Ziemi $9{,}5 \times 10^{-10}$).

Jednak musimy pamiętać o tym, że liczba komet przebywających w tym obłoku jest szacowana na 10^{12}. Dlatego też kolizje komet z planetami są zjawiskiem potencjalnie zupełnie realnym. Kolizja komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem, która wydarzyła się w lipcu 1994 r., potwierdza taki wniosek. Zagadnienie obliczenia prawdopodobieństwa kolizji pomiędzy dwoma ciałami krążącymi w Układzie Słonecznym po raz pierwszy ściśle rozwiązał w 1951 r. estoński astronom, pracujący znaczną część swego naukowego życia w Północnej Irlandii, Ernst Öpik. Uzyskał on wyrażenie analityczne na prawdopodobieństwo zderzenia pomiędzy dwoma ciałami, z których jedno porusza się po orbicie kołowej, a drugie eliptycznej. Eleganckie, czysto analityczne podejście Öpika ma jednak pewne ograniczenia. Prowadzi ono do nieokreśloności w miejscach, gdy orbita kołowa jest styczna do orbity eliptycznej w jej peryhelium lub aphelium oraz wtedy, gdy nachylenie wzajemne orbit dąży do 0. Ta metoda była później wielokrotnie modyfikowana. Inna metoda analityczna została znaleziona przez astronoma amerykańskiego Kesslera w 1981 r. a następnie zmodyfikowana przez dwóch astronomów Steela i Baggaleya w 1985 r.



Rys. 2. Krater Tycho na powierzchni Księżyca — typowa struktura pochodzenia kolizyjnego. Fot. NASA

Metoda ta dawała bardzo dokładne wyniki, lecz była relatywnie wolna. Jednak dziś, w dobie bardzo szybkich komputerów nie ma to praktycznie znaczenia i dlatego jej numeryczne aplikacje są stosowane skutecznie do chwili obecnej obok innych metod obliczeniowych natury numerycznej. Dlatego też przybliżymy czytelnikowi właśnie tę metodę. Oparta jest ona na koncepcji tzw. „gęstości przestrzennej" obiektów, czyli średniej ilości obiektów w jednostkowym elemencie objętości. Ściśle rzecz biorąc, takie ujęcie zagadnienia prowadzi do pojęcia ułamkowej gęstości przestrzennej określonego obiektu. Aby kolizja pomiędzy dwoma ciałami kosmicznymi była możliwa, muszą one znaleźć się w tym samym czasie w tym samym elemencie objętości. Prowadzi to do następującego ogólnego wyrażenia na prawdopodobieństwo zderzenia się (liczba kolizji) rozpatrywanych dwóch ciał:

$$p = \iint_{V,t} n_1 \times n_2 \times v \times \sigma \times dV \times dt. \qquad (4)$$

Przyjęto następujące oznaczenia: n_1, n_2, v, σ, V, t to odpowiednio gęstości przestrzenne kolidujących obiektów, ich prędkość względna, wzajemny przekrój czynny na zderzenie, rozpatrywana objętość, gdzie może nastąpić kolizja oraz czas. Gęstość przestrzenna n pierwsze-

go ciała poruszającego się w Układzie Słonecznym na orbicie eliptycznej jest funkcją dwóch niezależnych zmiennych — jego odległości heliocentrycznej r oraz jego szerokości ekliptycznej β, tzn. $n = n(r, \beta)$. Zależność tę można wyrazić oddzielnie od tych zmiennych w następujący sposób: $n(r, \beta) = n(r) \times n(\beta)$, gdzie $n(r)$ jest uśrednioną po wszystkich szerokościach ekliptycznych gęstością przestrzenną tego ciała w odległości heliocentrycznej r, $n(\beta)$, wyraża stosunek gęstości przestrzennej ciała na szerokości ekliptycznej β do uśrednionej względem tej szerokości gęstości przestrzennej.

Opierając się na zasadach zachowania energii i momentu pędu dla rozpatrywanego ciała oraz wykorzystując stosowne formuły geometrii sferycznej, można wykazać następujące relację:

$$n(r) = \frac{1}{4\pi^2 ar\left[(r-q)(q'-r)\right]^{1/2}}. \quad (5)$$

Tu a, q, q' oznaczają odpowiednio dużą półoś, odległość w peryhelium i aphelium dla orbity eliptycznej. W ogólnym przypadku wyrażenie na gęstość przestrzenną w funkcji szerokości ekliptycznej dla ciała krążącego po orbicie eliptycznej wyraża się dość skomplikowanym wzorem, który jednak dla szerokości ekliptycznych β niezbyt bliskich inklinacji orbity i znacznie się upraszcza do następującej postaci:

$$n(\beta) = \frac{2}{\pi\left[\sin^2 i - \sin^2 \beta\right]^{1/2}}. \quad (6)$$

Ostateczna postać wyrażenia na gęstość przestrzenną obiektu poruszającego się po orbicie eliptycznej ma kształt:

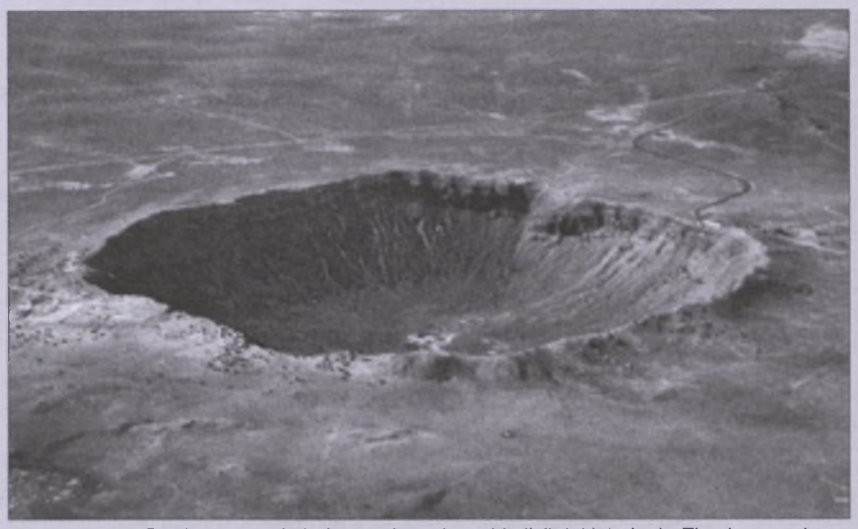
$$n(r, \beta) = \quad (7)$$
$$= \frac{1}{2\pi^3 r a\left[(\sin^2 i - \sin^2 \beta)(r-q)(q'-r)\right]^{1/2}}.$$

Jeżeli założymy, że drugie ciało krąży po orbicie kołowej, wtedy zgodnie ze wzorem 2 prawdopodobieństwo kolizji (ilość zderzeń) pomiędzy rozpatrywanymi dwoma ciałami w odstępie czasu t dane jest wzorem:

$$p = \int_t n(r, \beta) v \sigma \, dt. \quad (8)$$

Prędkość względna występująca w powyższym wzorze jest wyrażona formułą podaną przez Öpika:

$$v = \quad (9)$$
$$= \sqrt{\left(3 - \frac{r}{a} - 2\sqrt{\frac{a}{r}\left(1-e^2\right)}\cos \Delta i\right)\frac{GM_\odot}{r}},$$



Rys. 3. Krater Barringera — świadectwo kosmicznej kolizji, jakiej uległa Ziemia prawdopodobnie około 50 tys. lat temu

gdzie e, G, $M_\odot$, Δi oznaczają odpowiednio mimośród orbity eliptycznej, stałą grawitacji, masę Słońca oraz wzajemne nachylenie orbit.

Numeryczne zastosowania tej metody są wykorzystywane do dzisiaj w celu prognozowania różnego rodzaju kosmicznych kolizji.

Gdy małe ciało kosmiczne — odłamek skalny lub metaliczny wpadnie w atmosferę Ziemi, w wyniku tarcia rozgrzewa się znacznie, ulegając stopniowemu topnieniu (ablacji), a potem odparowaniu i rozpadowi na mniejsze okruchy.

W celu uzyskania przejrzystości dalszych rozważań zwróćmy uwagę na pewną subtelność językową — małe ciało krążące w Kosmosie jest nazywane meteoroidem. Gdy wpadnie ono w atmosferę Ziemi, zjawisko to nazywamy meteorem, a pozostałość po nim, która nie uległa wyparowaniu lub dezintegracji w atmosferze Ziemi, lecz dotarła do jej powierzchni, nazywana jest meteorytem.

Dla uproszczenia rozważania zostały ograniczone do przypadku, gdy meteor spada w kierunku powierzchni Ziemi pionowo w dół — wzdłuż promienia Ziemi.

Bilans energetyczny dla meteoru wpadającego w atmosferę z prędkością wielokrotnie większą od dźwięku opiera się na zamianie jego energii kinetycznej na energię cieplną, która z kolei jest odprowadzana w postaci promieniowania cieplnego.

Równanie ruchu meteoru w atmosferze Ziemi można zapisać w postaci:

$$m\frac{dv}{dt} = -S\rho v^2. \quad (10)$$

Przyjęto następujące oznaczenia: m, v, S, ρ, t to odpowiednio masa meteoru, jego prędkość, przekrój, gęstość atmosfery oraz czas. W powyższym równaniu zaniedbano przyśpieszenie ziemskie wobec olbrzymiego opóźnienia, jakiemu ulega meteor z powodu oporu atmosfery. W dalszych rozważaniach założymy następującą zależność gęstości powietrza od wysokości h nad powierzchnią Ziemi:

$$\rho(h) = \rho_0 e^{-h/H}. \quad (11)$$

W tym wzorze r_0 oznacza gęstość powietrza przy powierzchni Ziemi, a H = 8,4 km jest wysokością, na której gęstość powietrza maleje e-krotnie. Biorąc pod uwagę oczywistą zależność: $dh = -v dt$, uzyskamy po przekształceniu równania (10) następujący związek pomiędzy prędkością planety a gęstością atmosfery:

$$\ln(v/v_\infty) = -\frac{S}{m} H\rho. \quad (12)$$

Z drugiej strony ubytek energii kinetycznej meteoru jest zamieniany na energię kinetyczną cząsteczek powietrza, która wypromieniowana jest zgodnie z prawem Stefana-Boltzmanna. Mając na względzie to, że w czasie dt ciało zderza się z cząsteczkami powietrza o masie

$dm = S\rho v dt$, nadając im energię kinetyczną $1/2\, v^2 dm$, napiszemy:

$$\frac{1}{2} S\rho v^3 dt = 4S\sigma T^4 dt. \quad (13)$$

Stąd uzyskamy związek wyrażający zależność temperatury bolidu od jego prędkości i gęstości bieżącej atmosfery:

$$T^4 = \frac{\rho v^3}{8\sigma}. \quad (14)$$

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

Po uwzględnieniu zależności (12) ostatecznie dostaniemy:

$$T = \sqrt[4]{\frac{\rho_m a v^3 \ln(v_\infty / v)}{6\sigma H}}. \qquad (15)$$

W tej relacji ρ_m, a, v_∞ oraz σ oznaczają odpowiednio gęstość meteoru, jego promień i prędkość początkową, z jaką wpada w atmosferę Ziemi, oraz stałą Stefana-Boltzmanna (zakładamy, że $S = \pi a^2$). Zbadanie przebiegu powyższej funkcji aktualnej temperatury powierzchni ciała penetrującego ziemską atmosferę od jego bieżącej prędkości prowadzi do wniosku, że osiąga ona maksimum równe:

$$T_{\max} = \sqrt[4]{\frac{v_\infty^3 \rho_m a}{18 e \sigma H}} \qquad (16)$$

dla prędkości spełniającej warunek $v = e^{1/3} v_\infty$ na pewnej pośredniej wysokości rzędu 100 km. Dlatego meteory rozbłyskują i gasną wysoko nad powierzchnią Ziemi. Tylko największe z nich, rozgrzane na powierzchni do wysokiej temperatury, mogą osiągnąć Ziemię, wydrążając w niej krater uderzeniowy, którego średnica jest w przybliżeniu proporcjonalna do pierwiastka sześciennego z energii kinetycznej meteorytu.

Tabela 1.
Potencjalne skutki zderzenia Ziemi z meteoroidami i planetoidami

Przyjęte następujące oznaczenia: D — średnica ciała spadającego na Ziemię, n_{kol} — częstotliwość występowania kolizji, D_{kr} — średnica powstałego krateru, d_{kr} — głębokość krateru.

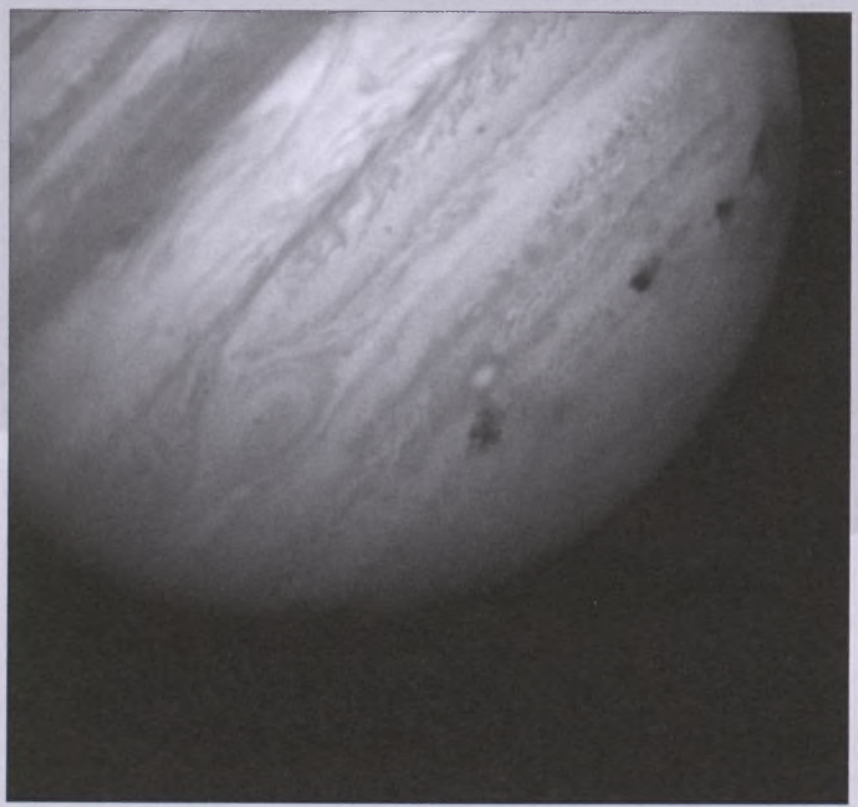
D	n_{kol}	D_{kr} (km)	d_{kr} (km)	Trzęsienie Ziemi (skala Richtera)
1 m	co 6 dni	—	—	—
5 m	co 9,6 mies.	—	—	—
10 m	co 4,1 lat	—	—	—
50 m	co 190 lat	—	—	—
100 m	co 1000 lat	1,3	0,2	6,8
500 m	co 49 tys. lat	6,3	0,5	8,2
1 km	co 260 tys. lat	12,5	0,6	8,8
5 km	co 12 mln lat	61,6	1,0	10,2
10 km	co 66 mln lat	122,0	1,2	10,8

Z warunku (15) wnioskujemy, że maksymalna temperatura powierzchni meteoru jest rosnącą funkcją jego promienia. Ponieważ typowa temperatura topnienia żelazowo-skalnej materii meteorytowej jest rzędu 1500 K, więc z ostatniego równania możemy obliczyć minimalny krytyczny promień meteoroidu, który wpadając w atmosferę Ziemi, będzie się topił i ulegał ablacji, otrzymując:

$$a_{cr} = \frac{18 e \sigma T_{\max}^4 H}{v_\infty^3 \rho_m}. \qquad (17)$$

Minimalna prędkość, z jaką wpadają w atmosferę meteoroidy, jest porównywalna z drugą prędkością kosmiczną 11,3 km/s, więc $a_{cr} \approx 28\,\mu$m. Dla przeciętnie obserwowanych prędkości małych meteorów rzędu 40 km/s $a_{cr} = 1\,\mu$m. Analiza otrzymanej zależności prowadzi do wniosku, że drobny, submikronowy pył kosmiczny nie osiąga temperatury topnienia i może przetrwać spadek na ziemię lub może też unoszony przez prądy powietrza długi czas przebywać w atmosferze. Warto podkreślić, że przelot meteoru przez atmosferę Ziemi w kierunku radialnym trwa bardzo krótko — sekundy — i dlatego przewodnictwo cieplne do wnętrza spadającego ciała można zaniedbać. Dlatego zaobserwowano, że w chwili uderzenia o ziemię meteoryt czasami rozłupuje się i wtedy na powierzchni jego odsłoniętego wnętrza pojawia się szron pomimo topienia się powierzchni meteorytu w temperaturze rzędu 1500 K. Tak więc wnętrze meteorytu przynosi nam na Ziemię nieco kosmicznego mrozu. Obecnie astrobiolodzy upatrują w tym możliwość przenoszenia przez meteoryty prymitywnych form życia, które z powodu niskiej temperatury wnętrza meteorytu nie ulegają spaleniu w czasie przelotu bolidu przez atmosferę Ziemi.

Konsekwencje upadku meteorytu na powierzchnię Ziemi zależą od jego wielkości, prędkości oraz miejsca upadku.



Rys. 4. Ślady po zderzeniu komety Shoemaker-Levy z Jowiszem, jakie miało miejsce w lipcu 1994 r. Fot. HST Comet Team/NASA/ESA

Generalnie mogą mieć miejsce następujące destruktywne konsekwencje takiego zderzenia:

1. Utworzenie krateru na powierzchni Ziemi;
2. Trzęsienie ziemi;
3. Zniszczenie częściowe lub całkowite powierzchni naszej planety i jej biosfery;
4. Powstanie fali tsunami i jej katastroficzne konsekwencje.

Powszechnie przyjmuje się, że małe ciała kosmiczne mogą spalić się w atmosferze Ziemi lub nawet odbić się od niej, jeśli zderzenie jest skośne.

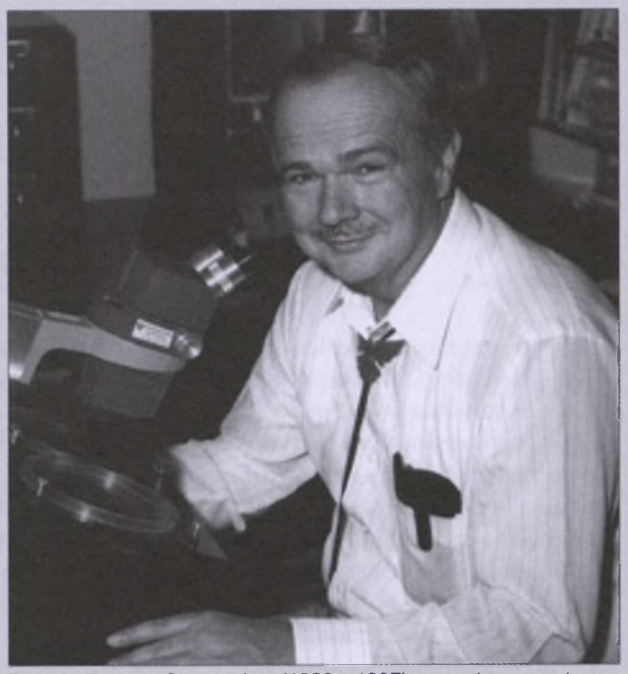
Ciała o wymiarach kilkudziesięciu metrów mogą, lecz nie muszą, dotrzeć do powierzchni Ziemi — zależy to od ich kształtu, gęstości i kierunku ruchu względem Ziemi. Jednak panuje przekonanie, że wdzierające się w atmosferę ziemską większe ciała o średnicach nie mniejszych niż 100 m muszą dotrzeć do powierzchni naszej planety, czyniąc ogromne spustoszenia.

Potencjalne skutki kolizji z małymi ciałami kosmicznymi różnych rozmiarów przedstawiono w tabeli 1.

Na zakończenie naszych rozważań związanych z kosmicznymi kolizjami warto przypomnieć sylwetkę jednego z prekursorów badań zjawisk zderzeniowych w Układzie Słonecznym, amerykańskiego astronoma Eugene'a Shoemakera. Uczony ten zapoczątkował nowoczesne metody badań kraterów zderzeniowych i ewolucji powierzchni planet i ich księżyców w Układzie Słonecznym, kładąc podwaliny nowej gałęzi astrofizyki — astrogeologii.

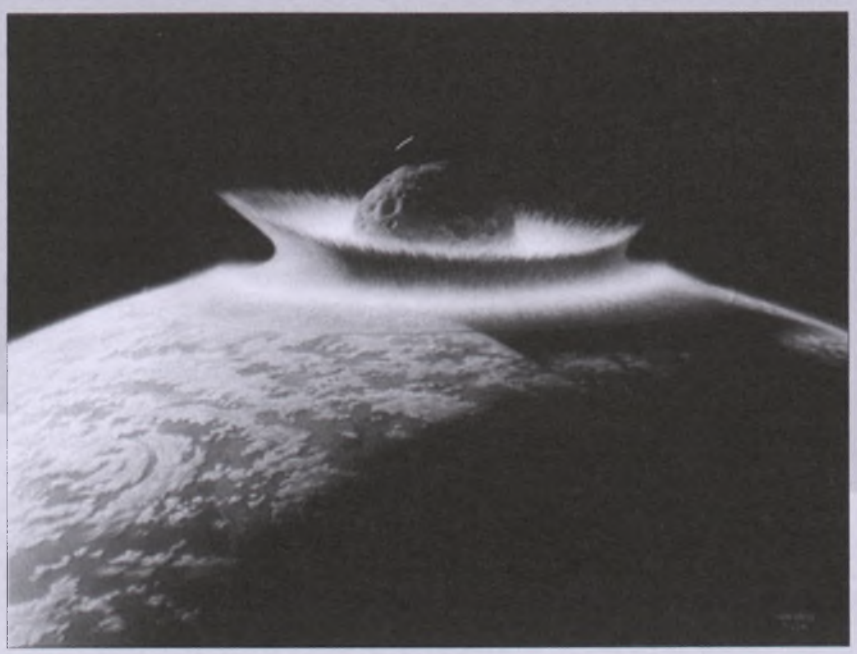
Zginął w 1997 r. w wypadku samochodowym na pustyni australijskiej w okolicach miejscowości Alice Springs właśnie w czasie udziału w ekspedycji naukowej poszukującej kraterów zderzeniowych na kontynencie australijskim. Sonda kosmiczna Lunar Prospector w 1999 r. umieściła urnę z jego prochami na powierzchni Księżyca. W kapsule zawierającej urnę umieszczono także zdjęcia komety Hale-Boppa oraz krateru Barringera oraz następujący fragment „Romea i Julii" W. Szekspira, mający niewątpliwie astronomiczne odniesienia:

And, when he shall die
Take him and cut him out in little stars
And he will make the face of heaven so fine
That all the world will be in love with night
And pay no worship to the garish sun.



Rys. 6. Eugene Shoemaker (1920—1997) — prekursor astrogeologii. Fot. USGS

Do tej pory jest to jedyny człowiek, który został pochowany na Srebrnym Globie. Patrząc na Księżyc, pamiętajmy, że gdzieś tam na jasnej tarczy naszego naturalnego satelity, pokrytej mnóstwem kraterów zderzeniowych spoczywają prochy człowieka, który całe swoje naukowe życie poświęcił badaniu mechanizmów powstawania takich śladów kosmicznych katastrof.



Rys. 5. Zderzenie Ziemi z planetoidą (na szczęście jest to tylko wizja artystyczna)

Literatura uzupełniająca:

1. P. Artymowicz, *Astrofizyka układów planetarnych*, PWN, Warszawa, 1995.

2. L. Mc-Fadden, P. Weissman, T. Johnson (ed.); *Encyclopedia of the Solar System, second edition*, 2007, ELSEVIER, Amsterdam.

3. Gronkowski P., *Are the cometary outburst caused by impacts with interplanetarny vagabonds probable?*, AN 325, 4, 343.

Dr hab. Piotr Gronkowski jest starszym wykładowcą w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Rzeszowskiego. Jego zainteresowania naukowe są związane głównie z astrofizyką komet. Oprócz badań ściśle naukowych jego zainteresowania astronomiczne wiążą się również z szeroko pojętą dydaktyką i popularyzacją astronomii

O międzynarodowej konferencji *Extrasolar Planets in Multi-body Systems: Theory and Observations* w Toruniu, 25–29 sierpnia 2008 r.

Z pewnym opóźnieniem, które może mieć uzasadnienie w fakcie, że ocena wydarzeń zyskuje, jeśli jest przeprowadzona z perspektywy czasu, autor chciałby donieść o międzynarodowej konferencji naukowej, która odbyła się w Toruniu w dniach 25–29 sierpnia bieżącego roku (przynajmniej w chwili pisania tych słów), zastrzegając przy tym, że opis nie pretenduje do kompletnego i jest dalece subiektywny. Wydarzenie, o którym mowa, było poświęcone jednemu z najbardziej aktualnych, popularnych oraz intensywnie rozwijanych tematów współczesnych badań astronomicznych — poszukiwaniom planet pozasłonecznych. Opatrzyliśmy je tytułem „Extrasolar Planets in Multi-body Systems: Theory and Observations". Pod względem zasięgu tematycznego oraz liczby uczestników (ich zdjęcie u stóp pomnika Kopernika znajduje się na stronach kolorowych), jaką udało nam się zgromadzić w Toruniu, była to prawdopodobnie największa i pierwsza tego typu konferencja naukowa w Polsce.

Pomysłodawcą konferencji „planetarnej" w Toruniu był faktycznie Jean Schneider z Obserwatorium Meudon-Paryż, gdzie niżej podpisany miał przyjemność przebywać z roboczą wizytą w zimie 2006 i 2007 r. Jean Schneider jest zapalonym badaczem planet pozasłonecznych. Jednym z materialnych objawów jego pasji jest „Encyklopedia Pozasłonecznych Układów Planetarnych", którą publikuje od 1995 r. w sieci Internet (http://exoplanet.eu). Dane w „Encyklopedii" są niemal codziennie uaktualniane. W tej chwili możemy tam znaleźć aktualną i kompletną, interaktywną bazę danych zawierającą parametry orbitalne odkrytych planet oraz ich gwiazd macierzystych. Wiele osób pracujących w szeroko rozumianej dziedzinie planet pozasłonecznych rozpoczyna dzień w pracy od przejrzenia spisu literatury prowadzonego przez Jeana, który jest także osobą doskonale poinformowaną o najnowszych odkryciach. Przy okazji pracy w Meudon, rozmawialiśmy o spotkaniu roboczym (tzw. *workhsop*), w gronie kilkudziesięciu osób, które poświęcone byłoby szczególnej klasie pozasłonecznych układów planetarnych, składających się wielu obiektów. Jak łatwo możemy sprawdzić, właśnie w „Encyklopedii", obecnie znamy ponad 300 planet pozasłonecznych. Wśród nich jest ponad 30 systemów wieloskładnikowych, które zawierają więcej niż jeden składnik planetarny, jak również planety w wielokrotnych (zwykle podwójnych) układach gwiazdowych. Problemem, który dostrzegają wszyscy astronomowie zajmujący się tą tematyką, jest niezwykła różnorodność układów wielokrotnych. Na palcach jednej ręki można policzyć takie systemy, które mogłyby przypominać znany nam doskonale Układ Słoneczny. Jean argumentował, że konferencja poświęcona układom wielokrotnym jest bardzo potrzebna i oczekiwana w środowisku jako podsumowanie dotychczasowej wiedzy i forum dyskusji naukowej. Początkowo miała się ona odbyć w Paryżu. Ponieważ liczylismy na żywe zainteresowanie astronomów francuskich i polskich, o pomyśle poinformowaliśmy prof. Grażyną Stasińską, która podobnie jak Jean pracuje w Obserwatorum Meudon, a także koordynuje francuską częścią wieloletniego, obecnie francusko-polskiego programu współpracy w dziedzinie astrofizyki (tzw. AstroPF-LEA). Szefem polskiej gałęzi AstroPF-LEA jest prof. Paweł Haensel z Centrum Astronomicznego w Warszawie. Obie te osoby od początku były bardzo przychylnie nastawione do pomysłu roboczej, francusko-polskiej konferencji i obiecały wsparcie finansowe, które finalnie zaowocowało kwotą pokrywającą poważną część kosztów organizacyjnych. Piszący te słowa jest przekonany, że szczególnie mentalne wsparcie prof. Grażyny Stasińskiej było krytycznie potrzebne, aby projekt ujrzał światło dzienne i został zrealizowany. Ostatecznie Jean zaproponował, aby konferencja odbyła się w Toruniu, mając pełną świadomość, że wydarzenie to może stać się elementem promocji naszego środowiska i miasta. Biorąc także pod uwagę, że Mikołaj Kopernik, odkrywca architektury wielokrotnego układu planetarnego urodził się w Toruniu, trudno byłoby wymyślić lepszą lokalizację na tego typu spotkanie naukowe.

Program naukowy konferencji uwzględnił z założenia trzy główne aspekty badań. Nowoczesne **metody obserwacyjne**, które służą odkrywaniu planet pozasłonecznych osiągają obecnie niezwykle wyrafinowany technologicznie poziom. Jako przykład można podać niewiarygodną dokładność metody spektroskopowej (pomiar prędkości radialnych gwiazd na postawie widma), która sięga kilkudziesięciu cm/s. Wystarcza ona, aby zaobserwować zmiany w ruchu gwiazd wywołane obecnością planet o wielkości Neptuna (taka klasa obiektów w bliskiej odległości od gwiazd noszą nazwę Super-Ziemi). Metoda prędkości radialnych jest obecnie jedną z wielu intensywnie rozwijanych metod detekcji planet, przykładowo opartych na zasadach mikrosoczewkowania grawitacyjnego, tranzytów (zaćmień) astrometrii, bezpośredniego obrazowania. A skoro już z dużą dozą pewności wiemy, że planety pozasłoneczne istnieją, wielkiego znaczenia nabiera **teoria powstawania planet**. Jej twórcy zmagają się z problemem wyjaś-nienia niespodziewanej i niezwykłej różnorodności wykrytych do tej pory układów planetarnych oraz ich genezy. Szczególną tajemnicą są owiane wczes-ne i krótkotrwałe etapy procesu kreacji planet, kiedy w dysku protoplanetarnym złożonym z gazu i pyłu rodzą się jądra planetarne. Jak już wspominaliśmy, układy planetarne, które mogłyby być podobne do Układu Słonecznе-

go, są niezrozumiale rzadkie, a te, które obserwujemy, podlegają prawdopodobnie istotnej selekcji obserwacyjnej. Ponieważ większość metod detekcji opiera się na efektach pośrednich (samych planet na ogół nie widzimy), oczywiście najłatwiej zaobserwować ciała masywne lub poruszające się blisko gwiazdy — zatem takie obiekty, których obecność wywołuje względnie łatwo mierzalne ruchy własne, zmiany prędkości względem obserwatora, zaćmienia. To z drugiej strony powoduje, że analiza ruchu planet w układach wielokrotnych wymaga uwzględnienia ich *zwartej architektury* i silnych oddziaływań wzajemnych (szczególnie w wypadku układów rezonansowych, gdy okresy orbitalne pozostają w stosunku małych liczb wymiernych). Wtedy również modelowanie obserwacji wymaga zastosowania zaawansowanych metod numerycznych i analitycznych mechaniki nieba. Dziedzina ta obecnie przeżywa renesans, ponieważ stała się narzędziem **matematycznej analizy i interpretacji obserwacji**. Szeroki rozrzut tematyczny powyższych zagadnień obejmuje więc niemal cały zakres astronomii. Mogliśmy mieć uzasadnione wątpliwości na ile, przykładowo, wykłady teoretyków specjalizujących się w badaniach hydrodynamicznych będą zrozumiałe dla obserwatorów i odwrotnie. Obawy okazały się jednak niepotrzebne lub przesadzone, choć dowiedzieliśmy się o tym dopiero wtedy, gdy konferencja się zakończyła. Potwierdziła ona, że badania pozasłonecznych układów planetarnych mogą mieć i mają wyjątkowo interdyscyplinarny charakter. Współczesna nauka ma tendencję do silnej specjalizacji. Astronomia może tu służyć jako model dziedziny, jaka temu zjawisku podlega. Przykładowo, badacze aktywnych jąder galaktyk (AGN) mają dramatycznie niewiele do powiedzenia w kwestii wiekowych teorii ruchu asteroidów. Jednak w przypadku układów planetarnych astronomowie zajmujący się pozornie oderwanymi od siebie, wąskimi zagadnieniami, mogą wzjemnie się uzupełniać, poszukując odpowiedzi na podstawowe, bardzo trudne pytania dotyczące naszego pochodzenia i miejsca we Wszechświecie. Wiedza o charakterze ogólnym jest tu bardzo wskazana, a wręcz czasami niezbędna. Na przykład, budując modele matematyczne orbit na podstawie obserwacji, musimy znać źródła błędów i procesy astrofizyczne, które mogą symulować sygnały interpretowane jako planetarne. Podobnie teoretycy budujący hydrodynamiczne modele dysków protoplanetarych i ich ewolucję oraz procesy tworzenia się planet korzystają z obserwacji, które mówią im, jakie konfiguracje są dopuszczalne (są to więc warunki brzegowe teorii).

Jednym z najważniejszych etapów organizacji konferencji naukowej jest wybór i „ukonstytuowanie się" Naukowego Komitetu Organizacyjnego, którego zadaniem jest dbałość o możliwie wysoki poziom naukowy wykładów i materiałów konferencyjnych. W komitecie naukowym spotkania toruńskiego znalazły się prawdziwe astronomiczne osobistości: pionierzy dziedziny, Geoffrey Marcy (Uniwersytet Berkeley, USA), Michel Mayor (Uniwersytet w Genewie), Aleksander Wolszczan (Uniwersytet Penn-State, USA) — odkrywcy pierwszych planet poza Układem Słonecznym; John Papaloizou (Uniwersytet Cambridge, Wielka Brytania), twórca nowoczesnej teorii powstawania układów planetarnych oraz Sylvio Ferraz-Mello (Brazylia), który jest jednym z najlepszych specjalistów w dziedzinie mechaniki nieba. Ponieważ konferencję zaplanowaliśmy w Polsce, wydawało się również naturalne, aby stała się ona wydarzeniem umożliwiającym spotkanie i zaprezentowanie wyników możliwie wielu naszych rodaków zajmujących się układami planetarnymi. Znalazło to również odzwierciedlenie w składzie Naukowego Komitetu Organizacyjnego, którego niemal połowę stanowili właśnie polscy astronomowie. Niżej podpisany pełnił w tym komitecie rolę sekretarza naukowego, co poczytuje sobie za ogromny zaszczyt.

W trakcie pierwszych rozmów z Jeanem, w których wyłaniał się merytoryczny kształt konferencji, nie zdawaliśmy sobie do końca sprawy z poważnych problemów, w szczególności zabezpieczenia odpowiednio pewnych źródeł finansowania i faktu, że organizacja konferencji naukowej zdecydowanie przerasta możliwości jednej czy dwóch osób. Z rzeczonej perspektywy czasu widać, że jest to złożone i wyczerpujące przedsięwzięcie zarówno od strony merytorycznej, ale także (a może przede wszystkim) logistycznie. Konferencja toruńska nie była wyjątkiem i finalnie wymagała prawdziwego zaangażowania i współdziałania dużej liczby osób, jaką stanowił Lokalny Komitet Organizacyjny złożony z naszych wspaniałych studentów: Moniki Adamów, Krzysztofa Hełminiaka, Kacpra Kowalika, Cezarego Migaszewskiego, Grzegorza Nowaka, Piotra Sybilskiego, Pawła Zielińskiego; sekretarki Moniki Krzemińskiej; Tomasza Łaczkowskiego i Gracjana Maciejewskiego, dbających o wizerunek internetowy konferencji i bazę danych, niżej podpisanego, Michała Hanasza, a także Macieja Konackiego oraz Andrzeja Niedzielskiego, który sprawnie koordynował pracą LKO i rozwiązywał problemy z gatunku tych nie do rozwiązania. W trakcie wielu dyskusji dzieliliśmy się pomysłami, które ostatecznie ukształtowały nie tylko logistykę, ale także merytoryczną treść konferencji. Wszyscy członkowie LOC stanowili elementy dobrze działającego mechanizmu i byli w nim potrzebni.

Dyskusje Komitetu Naukowego prowadzone z pomocą poczty elektronicznej doprowadziły do wyłonienia przez głosowanie 16 kluczowych referatów (tzw. zaproszonych), których celem był przegląd najważniejszych wyników teoretycznych i obserwacyjnych. W grupie wykładowców znaleźli się znani i aktywni naukowcy, mówiąc kolokwialnie, badacze z „najwyższej półki". Nakłonienie ich wszystkich do przyjazdu do Torunia wymagało czasami uporu i długotrwałych negocjacji. Opłaciło się to jednak z nawiązką, ponieważ wszystkie bez wyjątku znakomite wykłady odbyły się według planu. Usłyszeliśmy porywający referat Grega Laughlina (Obserwatorium Licka, USA) o dynamice układów planetarnych nawiązujący do historycznego odkrycia Kopernika, Jacques'a Laskara (Obserwatorium w Paryżu), który w zajmujący sposób przedstawił swoje najnowsze wyniki dotyczące długookresowej ewolucji i chaosu deterministycznego w Układzie Słonecznym,

Stephane Udry'ego (Obserwatorium w Genewie), który zapowiedział opublikowanie odkryć kilkunastu układów planetarnych zawierających Super-Ziemie. Referaty te zwróciły szczególną uwagę piszącego te słowa, z racji najbliższej mu tematyki i zakresu pojęciowego. Nie zmienia to faktu, że uwagę około 80-osobowego, międzynarodowego audytorium przykuwały bez wyjątku wszystkie, 45-minutowe (więc bardzo obszerne jak na warunki konferencyjne) wykłady przeglądowe. Dla porządku wymieńmy nazwiska poszczególnych mówców, z tytułami ich referatów:

— **Anne Eggenberger** (Francja) *Detection and characterization of planets in binary and multiple star systems;*
— **Matthew J. Holman** (USA) *Transits in Multiple-Planet Systems;*
— **Eugene Serabyn** (USA) *High-contrast interferometry and coronagraphy;*
— **Alessandro Sozzetti** (Włochy) *Multi-planet systems characterization with micro-arcsecond astrometry;*
— **Andrzej Udalski** (Polska) *Planetary microlensing — exciting results and prospects;*
— **Stéphane Udry** (Szwajcaria) *Systems with Neptune-mass planets and super-Earths;*
— **Jason Wright** (USA) *A review of the known multiple-planet systems;*
— **Yann Alibert** (Szwajcaria) *Testing planet formation models against observations;*
— **Willy Kley** (Niemcy) *The formation of massive planets in binary stars;,*
— **Francesco Marzari** (Włochy) *From planetesimals to planets in binary star systems;*
— **John C.B. Papaloizou** (Wielka Brytania) *Orbital Migration and the formation of systems of super Earths;*
— **Eric B. Ford** (USA) *The origin of multi-planet systems;*
— **Greg Laughlin** (USA) *Dynamics of Multiple-Planet Systems;*
— **Jacques Laskar** (Francja) *Chaotic diffusion in planetary systems;*
— **Tatiana Michtchenko** (Brazylia) *Dynamics of resonant and non-resonant planetary systems;*
— **Ji-Lin Zhou** (Chiny) *Formation and tidal evolution of hot super-Earths in multiple exoplanet systems.*

Plan każdego z czterech dni konferencyjnych był szczelnie wypełniony wystąpieniami w ramach 16 sesji tematycznych. Każdy dzień rozpoczynał się sesją poranną około godz. 9.00 i wykładem przeglądowym uzupełnionym dwoma 30-minutowymi seminariami wygłaszanymi przez „szeregowych" uczestników. Po przerwie kawowej następowała druga sesja, potem przerwa na obiad. Całe popołudnie wypełniały następne dwie sesje. W większości przypadków referaty uzupełniające wygłosiły osoby młode (dotoranci, początkujący badacze), przedstawiając swoje oryginalne wyniki. Ich poziom można z pełną odpowiedzialnością oceniać jako znakomity. Nie zabrakło wsród nich osób z Polski. W czasie przerw na odpoczynek i kawę uczestnicy konferencji dyskutowali w sali, w której znalazło się miejsce na około 40 plakatów konferencyjnych. Wykłady kończyły się dość późno, około godz. 18.00. Trudno w krótkim artykule przedstawić szczegółowy program naukowy oraz listę uczestników, odwołajmy się w tym miejscu do spisu oraz streszczeń wykładów umieszczonych na stronach internetowych Katedry Astrofizyki i Astronomii Centrum Astronomii UMK (www://exoplanets.astri.umk.pl). Skupieniu w odbiorze referatów niewątpliwie służyło miejsce ich prezentacji: multimedialna, nowoczesna sala w nowo wybudowanym Centrum Sztuki Współczesnej w Toruniu. Wysublimowana, pachnąca nowością rozległa przestrzeń gmachu CSK oraz jego otoczenie wzbudziły prawdziwy zachwyt wielu gości, którzy chwalili nas za wybór miejsca konferencji. Bez przesady można zaryzykować twierdzenie, że wybór budynku był najlepszy z możliwych.

Ze względu na napięty program naukowy staraliśmy się umilić wszystkim uczestnikom pobyt w Toruniu i wynagrodzić im trud dojazdu do naszego miasta. Konferencja miała wybitnie „socjalny" charakter. Fundusze, jakie zgromadziliśmy, wystarczyły na ufundowanie około 20 grantów pobytowych dla najmłodszych uczestników konferencji. W południe konferencyjnego wtorku zrobiliśmy sobie pamiątkową fotografię z wielkim Patronem, Mikołajem Kopernikiem. Znaleźli się na niej niemal wszyscy uczestnicy spotkania. Szanowny Czytelnik może się przekonać naocznie, że wszyscy byli w znakomitych nastrojach. Utrzymały się one zresztą do końca konferencji. Dopomógł w tym niewątpliwie obiad konferencyjny we wtorek, późnym wieczorem, na którym spotkaliśmy się w piwnicach restauracji „Arsenał" w Toruniu. Na wieczór środowy przygotowaliśmy z kolei niespodziankę: pod pretekstem zwiedzania Obserwatorium w Piwnicach przetransportowaliśmy na miejsce całą grupę autokarami, a gdy już zrobiło się ciemno, zostało rozpalone ogromne ognisko w parku Obserwatorium. Wokół niego przygotowaliśmy *garden party* (mówiąc „po naszemu": grill ze sporymi ilościami piwa), co spotkało się z wyjątkowo ciepłym przyjęciem gości. Program socjalny konferencji wypełniło piątkowe zwiedzanie Torunia z przewodnikiem oraz alternatywna całodniowa, piątkowa wycieczka do Zamku Malborskiego. Ze względu na niezbyt fortunny dojazd do Malborka i pewne kłopoty logistyczne na miejscu, trudno w tym wypadku mówić o pełnym sukcesie, choć specjalnych narzekań słychać nie było.

Konferencja toruńska została objęta honorowym patronatem przez Prezydenta Miasta Torunia, Michała Zaleskiego oraz przez JM Rektora UMK, prof. Andrzeja Jamiołkowskiego. Wsparcia finansowego udzieliły: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wpomniany program Astro-PF Polish-French Collaboration in Astrophysics, jak również mecenas nauki w Europie, European Science Fundation w ramach międzynarodowego projektu ASTRO-SIM (European Network for Computational Astphysics) oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne.

Pozostaje mieć nadzieję, że podobne konferencje poświęcone układom planetarnym odbędą się w Toruniu w niedalekiej przyszłości. Byłoby wspaniale, gdyby stały się tradycją w miejscu, gdzie ponad 500 lat temu narodził się człowiek, który planował i prowadził obserwacje nieba, potrafił je opisać matematycznie, tworząc model układu planetarnego i podstawy fundamentalnej teorii, którą posługujemy się do dziś.

Krzysztof Goździewski

Wiatr słoneczny a atmosfera Marsa

Jedną z niewyjaśnionych do dziś tajemnic Marsa jest jego rozrzedzona atmosfera (o ciśnieniu na powierzchni planety odpowiadającym 1% ciśnienia atmosfery ziemskiej). W takich warunkach woda paruje bardzo szybko, a przecież istnieją na powierzchni Marsa twory geologiczne wskazujące na obecność wody na jego powierzchni w przeszłości. Wtedy atmosfera musiała być na tyle gęsta, że utrzymywała parę wodną przy powierzchni planety. Próbowano sobie poradzić z tym problemem, dyskutując m.in. powolną erozję atmosfery przez wiatr słoneczny — Mars nie posiada dynama magnetycznego generującego dipolowe pole magnetyczne, jak dzieje się to w przypadku Ziemi, nie ma zatem magnetosfery stanowiącej przeszkodę dla bezpośredniego oddziaływania wiatru słonecznego z jonosferą czy, ogólnie mówiąc, górnymi warstwami atmosfery. Inną możliwością jest zderzenie z planetoidą — kataklizm mógł pozbawić Marsa dużej części gazów atmosferycznych.

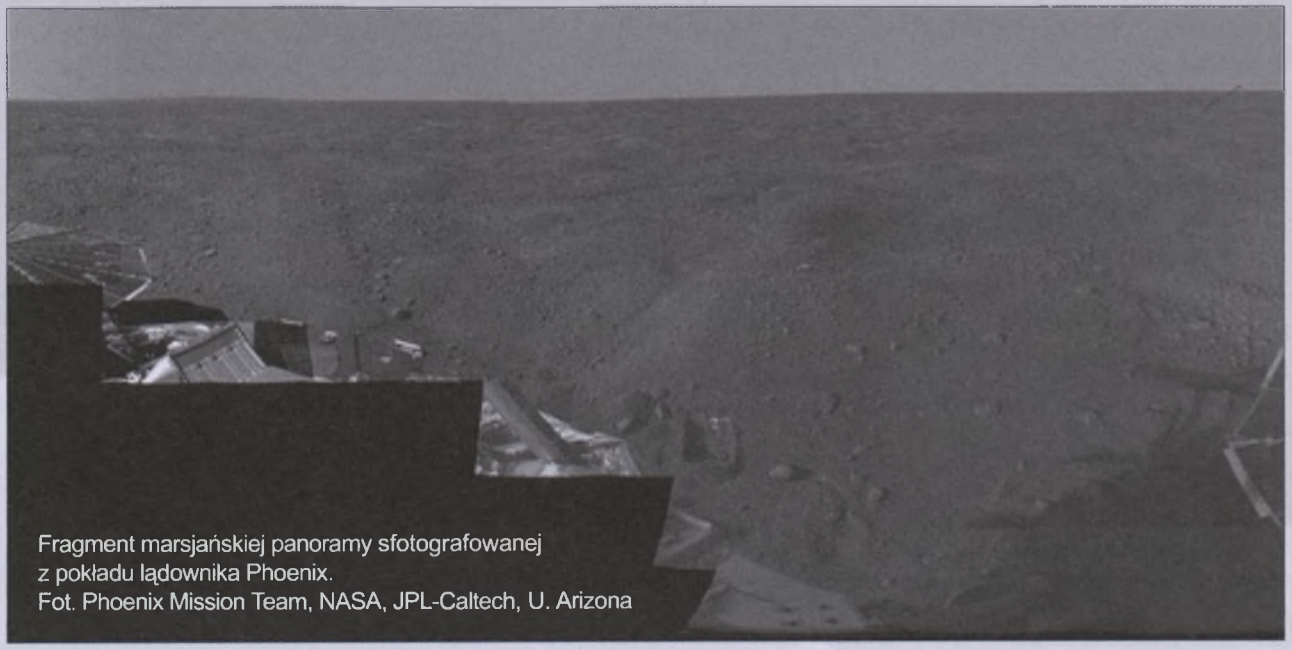
Obecnie wiemy, że Mars stanowi znacznie bardziej złożoną przeszkodę dla wiatru słonecznego, niż to wydawało się do tej pory. Nie posiada on dipolowego pola magnetycznego, ale za to wiele obszarów na jego powierzchni jest zanurzonych w lokalnych, podobnych do parasoli strukturach pola magnetycznego zakotwiczonego w skorupie planety. Pokrywają one w sumie około 40% powierzchni planety, głównie na półkuli południowej. Złożona topologia pól przekłada się na lokalne oddziaływania plazmy wiatru słonecznego z atmosferą. Z kolei oddziaływanie plazmy z takimi strukturami zależy od ich orientacji względem pola magnetycznego wmrożonego w wiatr słoneczny. Plazma łatwo porusza się wzdłuż otwartych linii sił pola magnetycznego, znacznie trudniej w poprzek.

27 października br. na spotkaniu w Huntsville — 2008 Huntsville Plasma Workshop — David Brain z Uniwersytetu Kalifornijskiego (Berkeley Space Sciences Laboratory) przedstawił wstępne wyniki analizy danych z Mars Global Surveyora (MGS) dotyczące ucieczki plazmy z atmosfery Marsa. Dotychczas sądzono, że wspomniane „parasole" magnetyczne chronią zawarte pod nimi fragmenty atmosfery planety przed oddzialywaniem z wiatrem słonecznym. Okazuje się, że m.in. ze względu na zjawisko rekoneksji pól magnetycznych właśnie te obszary są podatne na silne oddziaływanie wiatru słonecznego z górnymi warstwami atmosfery planety. W sprzyjających warunkach może powstać coś w rodzaju „kapsuły magnetycznej" — plazmoidu zawierającego w środku zjonizowany gaz z jonosfery Marsa. Plazmoid zostaje następnie uniesiony przez wiatr słoneczny — atmosfera planety traci bezpowrotnie gaz w nim zawarty. Plazmoid może też powstać w ramach niestabilności powierzchni „parasola" — wyniki obserwacji można wtedy interpretować jako rezultat często spotykanej w fizyce magnetosfer niestabilności Kelvina-Helmholtza. Taki scenariusz jest wysoce prawdopodobny, ale potrzebuje potwierdzenia — MGS mierzył pola magnetyczne i strumienie elektronów, ale nie miał aparatury do pomiaru strumieni jonów — wnioskowanie o zachowaniu się tych ostatnich (unoszących przeważającą część masy atmosfery) na podstawie informacji o elektronach może nie być konkluzywne. Poza tym MGS przecinał struktury magnetyczne na tych samych wysokościach i dla zbliżonych czasów lokalnych. Nie jest też jasne, jak często produkowane są plazmoidy i jakie są ich rozmiary. Na około 25000 orbit MGS udało się zaobserwować kilkanaście przypadków odrywania plazmoidów od atmosfery Marsa.

Wiele spraw da się najprawdopodobniej wyjaśnić po dotarciu do Marsa kolejnego próbnika w ramach planowanej na rok 2013 misji MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) poświęconej badaniom górnych warstw atmosfery Marsa. Próbnik będzie miał na pokładzie aparaturę niezbędną do pomiarów strumieni elektronów, jonów, jak i składowej neutralnej atmosfery, nie mówiąc już o pomiarach pól elektrycznych i magnetycznych. Eliptyczna orbita będzie tak zaplanowana, by w trakcie kolejnych przejść były możliwe pomiary na różnych wysokościach i dla różnych czasów lokalnych, poza tym struktury magnetyczne będą przecinane pod różnymi kątami.

(*rs*)

(na podstawie SCIENCE@NASA)



Fragment marsjańskiej panoramy sfotografowanej z pokładu lądownika Phoenix.
Fot. Phoenix Mission Team, NASA, JPL-Caltech, U. Arizona

Mikołaj Kopernik ostatecznie odkryty

W 2005 r. w Katedrze we Fromborku zespół pod kierownictwem prof. Jerzego Gąssowskiego odkrył szczątki, które należały prawdopodobnie do Mikołaja Kopernika. W 2008 r. odkrycie to zostało potwierdzone dzięki współpracy ze szwedzkimi naukowcami.

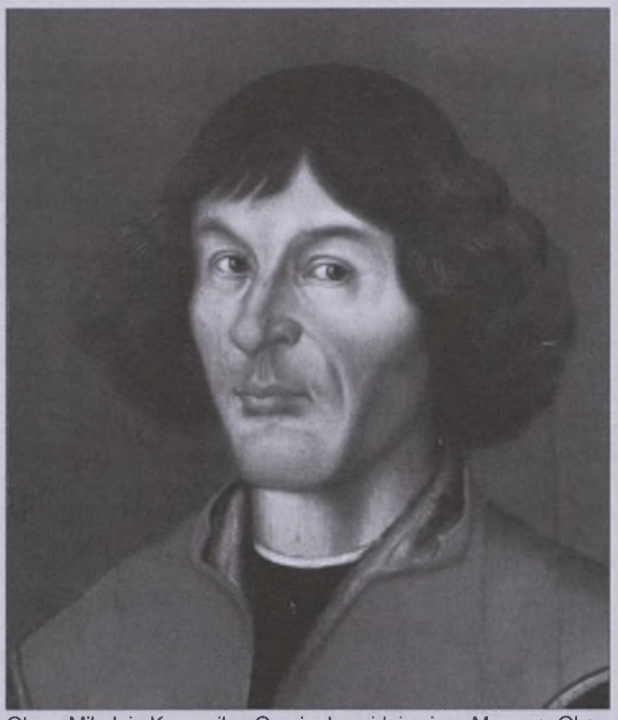
W Uppsali znajduje się księgozbiór Kopernika zrabowany przez Szwedów w czasie potopu szwedzkiego. Profesor astronomii Göran Henriksson zaproponował, by poszukać materiału genetycznego właśnie w tych księgach. W „Kalendarzu Rzymskim" Johhannesa Stöfflera znaleziono kilka włosów. W woluminie tym znajdują się również liczne odręczne notatki poczynione przez Kopernika.

Porównano DNA czaszki (a dokładniej zęba) z DNA znalezionych włosów — wynik był jednoznaczny: należały do jednego i tego samego człowieka. Zatem wiemy już na pewno, że Kopernik został pochowany przy ołtarzu św. Andrzeja, który dziś nosi nazwę ołtarza św. Krzyża.

Aby ustalić, czy czaszka należy do Mikołaja Kopernika, wystarczyło porównać materiał genetyczny astronoma z materiałem genetycznym któregoś z członków jego rodziny.

Próbowano odnaleźć grób wuja i opiekuna Kopernika a brata jego matki, biskupa Łukasza Watzenrode, który również spoczywa gdzieś we fromborskiej katedrze.

Inną drogą szły badania prowadzone pod kierownictwem prof. Krzysztofa Mikulskiego. Próbowano odnaleźć krewnych matki Kopernika, Barbary Watzenrode, czy też sióstr Mikołaja. Poszukiwania nie dały jednak zadowalających wyników. Poszukiwania grobu Łukasza Watzenrode wstrzymano — grzyby kropidlaki stanowią poważne zagrożenie dla każdego archeologa.



Obraz Mikołaja Kopernika. Oryginał znajduje się w Muzeum Okręgowym w Toruniu

We Fromborku jest planowane poszukiwanie pavimentum, z którego Kopernik przeprowadzał obserwacje. Inicjatorem poszukiwań miejsca pochówku wielkiego astronoma był biskup warmiński ks. dr Jacek Jezierski. Również z jego inicjatywy w 2010 r. w katedrze ma odbyć się uroczysty pochówek Astronoma.

(*kz*)

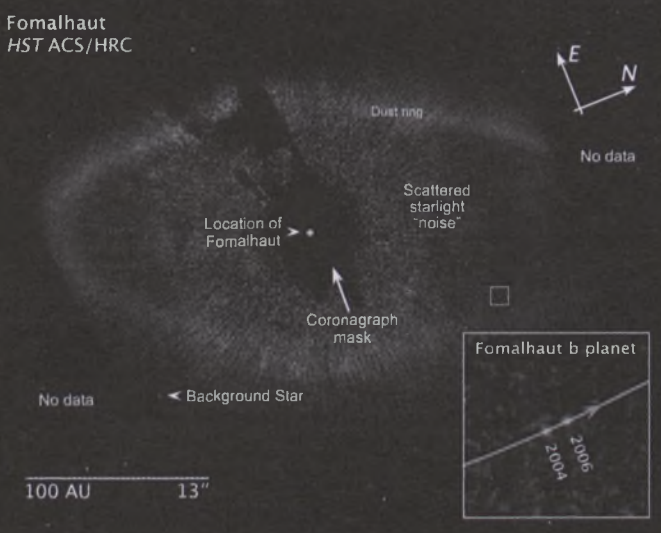
Źródło: *PAP*

na rozkładówce:

Planeta przy gwieździe Fomalhault b

Fot. NASA, ESA, P. Kalas, J. Graham, E. Chiang, E. Kite (Univ. California, Berkeley), M. Clampin (NASA/Goddard), M. Fitzgerald (Lawrence Livermore NL), K. Stapelfeldt, J. Krist (NASA/JPL)

Fomalhaut to jasna, młoda gwiazda, zaledwie 25 lat świetlnych od Ziemi w gwiazdozbiorze Ryb Południowych (*Piscis Austrinus*). Na wyraźnej mozaice z Teleskopu Kosmicznego Hubble'a jest ukazany szczegółowo otaczający Fomalhaut pierścień pyłowych resztek, dzięki usunięciu przyćmiewającego wszystko blasku gwiazdy przesłoną w koronografie kamery. Astronomowie zidentyfikowali teraz słabiutki punkt światła w małym prostokącie po prawej jako planetę o masie około 3 razy większej od Jowisza, orbitującą 16 mld km od gwiazdy (prawie 14-krotność odległości Słońce–Jowisz). Masywna planeta, oznaczona Fomalhaut b, przypuszczalnie kształtuje i utrzymuje stosunkowo ostrą, wewnętrzną krawędź pierścienia, który sam jest prawdopodobnie większym i młodszym odpowiednikiem naszego Pasa Kuipera — zewnętrznego rezerwuaru lodowych ciał w Układzie Słonecznym. Dane Hubble'a ukazują pierwszy obraz w świetle widzialnym planety krążącej wokół innej gwiazdy.



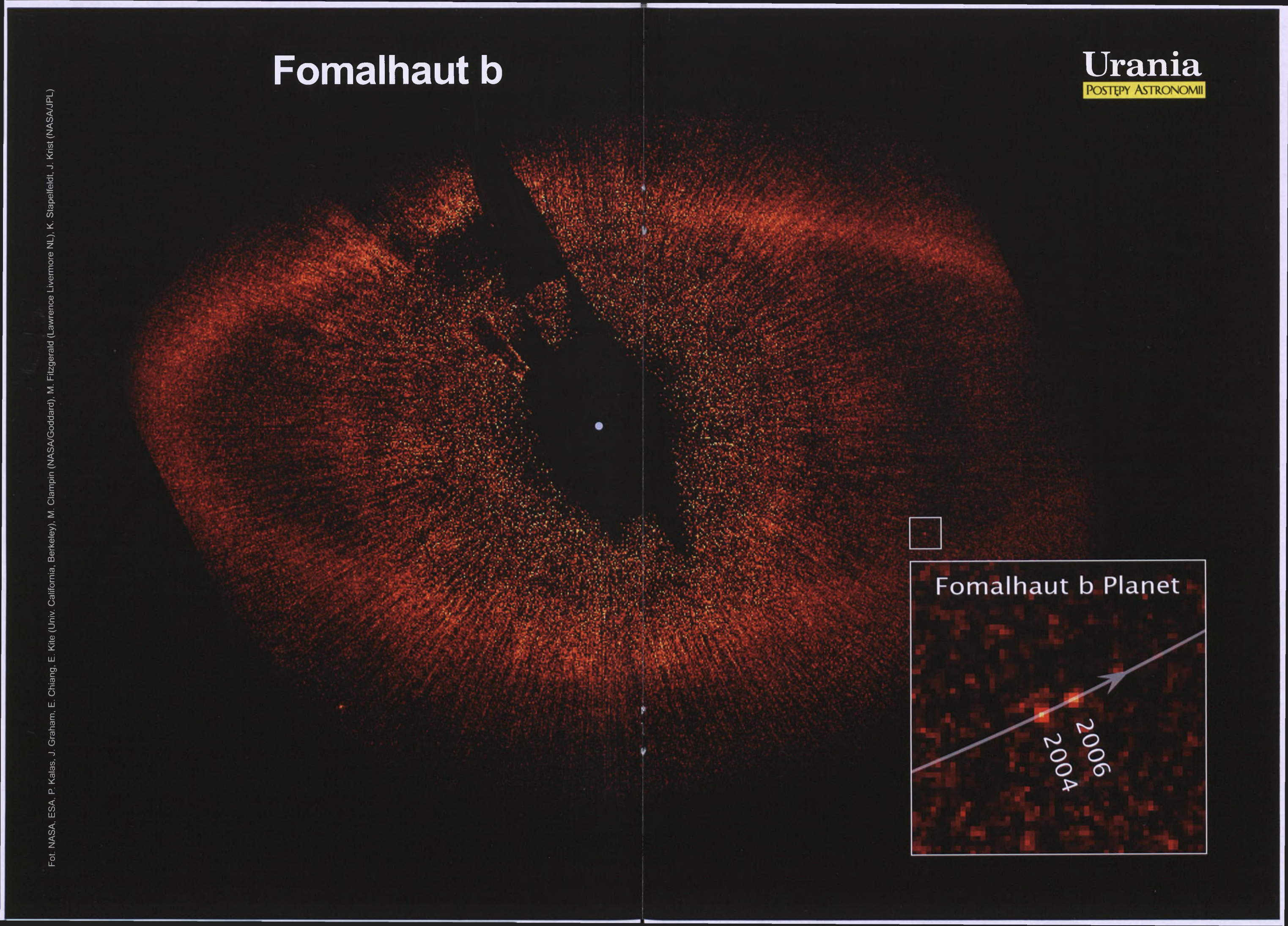
Galeria Uranii

Zdjęcia wykonane przed nocnym zakryciem Wenus przez Księżyc (zakrycie planety uprzedziło zakrycie nieba przez chmury) na Podkarpaciu. Fot. Mariusz Świętnicki (Nikon D300 z obiektywem Sigma 70-300 DG APO)

Jowisza i Wenus nad Zakopanem 11.11.2008. Aparat Canon EOS350D, rybie oko, eksp. 3,2 s, 800 ASA. Fot. Marcin Filipek

Fomalhaut b

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII



Fot. NASA, ESA, P. Kalas, J. Graham, E. Chiang, E. Kite (Univ. California, Berkeley), M. Clampin (NASA/Goddard), M. Fitzgerald (Lawrence Livermore NL), K. Stapelfeldt, J. Krist (NASA/JPL)

Międzynarodowa Olimpiada Astronomiczna

Po lewej:
Polska drużyna w czasie uroczystej prezentacji. Stoją od lewej: P. Pjanka, M. Śmigielski, Joanna Bogdanowicz, P. Godlewski, P. Polesiuk. W sąsiedztwie hostessy siedzą G. Stachowski i G. Kondrat. Fot. Organizatorzy 2IOAA

Wyżej:
Piotr Godlewski odbiera nagrodę specjalną za najlepszy wynik dotyczący analizy danych. Fot. G. Stachowski

Patrz tekst na s. 25

Niżej:
Pamiątkowe zdjęcie uczestników międzynarodowej konferencji poświęconej pozasłonecznym planetom w układach wielokrotnych (patrz tekst na s. 20)

Konferencja w Toruniu

Druga Międzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki

Wniespełna rok po zakończeniu pierwszej Międzynarodowej Olimpiady z Astronomii i Astrofizyki (patrz: „Urania–Postępy Astronomii" nr 2/2008), drugą Olimpiadę zorganizowano w Bandungu w Indonezji w dniach 19—28 sierpnia 2008 r. W świecie astronomicznym Bandung jest znany jako miasto położone najbliżej słynnego Obserwatorium Boscha w Lembang na Jawie.

Podobnie jak w trakcie pierwszej Olimpiady Polskę reprezentowała drużyna składająca się z pięciu uczniów, laureatów krajowej Olimpiady Astronomicznej, oraz dwóch liderów. W skład delegacji wchodzili (w porządku alfabetycznym): Joanna Bogdanowicz (XIII LO Szczecin), Piotr Godlewski (VI LO Radom), Patryk Pjanka (VIII LO Katowice), Piotr Polesiuk (I LO Wałbrzych), Maciej Śmigielski (Liceum Akademickie Toruń) oraz liderzy: dr Grzegorz Kondrat (Uniwersytet Wrocławski) i mgr Grzegorz Stachowski (Akademia Pedagogiczna w Krakowie).

Organizacja i przebieg zawodów były podobne jak w trakcie pierwszej Międzynarodowej Olimpiady, która odbyła się w Tajlandii w 2007 r.

Polska delegacja uzyskała jeden srebrny medal (P. Godlewski) i 4 wyróżnienia (J. Bogdanowicz, P. Pjanka, P. Polesiuk, M. Śmigielski). Piotr Godlewski zdobył również nagrodę (lunetę firmy Celestron o średnicy 70 mm) za najlepszy wynik w części dotyczącej analizy danych.

Kolejna, trzecia Międzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki odbędzie się w październiku 2009 r. w Iranie.

Jerzy M. Kreiner

Sprawozdanie z wyjazdu na 2nd IOAA w Bandung, Indonezja

Zawody II Międzynarodowej Olimpiady z Astronomii i Astrofizyki odbyły się tym razem w Indonezji. I choć wydawałoby się, że jest to wyjazd związany głównie z nauką i samym konkursem, organizatorzy włożyli również mnóstwo pracy w zapewnienie uczestnikom podczas pobytu przyjemnej atmosfery — zaplanowanie wycieczek, wyjazdów i spacerów nie tylko w celu poznania kultury kraju — bardzo przecież istotnego — ale również dla zwykłego odpoczynku po oraz pomiędzy kolejnymi rundami zawodów.

Drużyna polska dotarła na miejsce dzień wcześniej, toteż mieliśmy chwilę dodatkowego czasu na poznanie miasta samodzielnie wraz z naszymi opiekunami. Na lotnisku zostaliśmy powitani przez Grace (LO — Liaison Officer — opiekunkę polskiej reprezentacji) oraz oczekujących na inne wcześniej przylatujące drużyny. Po krótkich formalnościach i odczuciu specyficznego klimatu Jakarty, znaleźliśmy się w busie, który miał nas zawieźć do Bandung. Choć z początku staraliśmy się zobaczyć po drodze jak najwięcej, większość z nas spędziła kilkugodzinną podróż, śpiąc. Na miejscu okazało się, że z powodu górskiej lokalizacji pogoda w Bandung jest na tyle chłodna, że nie odbiega zbytnio od polskiej późnej wiosny. Po zakwaterowaniu się w hotelu i odświeżeniu po podróży wybraliśmy się wszyscy na krótki spacer po mieście. Muszę przyznać, że na początku byłem trochę przerażony natężeniem i chaotycznością ruchu ulicznego. Po kilku dniach jednak stał się on normalnym tłem. Nasz drugi dzień, w planie Olimpiady, został przeznaczony na przyjazdy drużyn, dlatego również był dniem wolnym.

21 sierpnia był już dniem oficjalnego rozpoczęcia się Olimpiady. Zostaliśmy obudzeni wcześnie (ok. 4.00 miejscowego czasu) i, przygotowani odpowiednio, wyruszyliśmy w drogę do Jakarty. Ceremonia otwarcia miała miejsce w Pałacu Prezydenckim. Rozpoczęła się nieco później niż planowano, około 9.30. Podczas oczekiwania mieliśmy jednak okazję wysłuchania od LO kilku informacji o historii i obecnym kształcie Indonezji, jak również opowiedzenia w kilku słowach o Polsce. Okazało się, że sama uroczystość była wspólna dla 2nd IOAA oraz rozpoczęcia programu wspomagania edukacji w Indonezji. Wysłuchaliśmy przemówień Ministra Edukacji oraz Prezydenta — szkoda jedynie, że możliwość zrozumienia ich była dostępna tylko nielicznym — przemowy odbywały się w języku indonezyjskim, a odbiorniki do tłumaczenia otrzymała jedynie niewielka część uczestników. Na koniec oficjalnej części każdy z obecnych mógł uścisnąć dłoń Prezydentowi, po czym przyszedł czas na część nieoficjalną — swobodne rozmowy przy poczęstunku. Po zakończeniu ceremonii otwarcia powróciliśmy do hotelu na obiad, po czym przemieściliśmy się do Sespimpol — ośrodka szkoleniowego miejscowej policji, gdzie w ciągu dwóch kolejnych dni odbywać się miała część obserwacyjna. Zostaliśmy zapoznani z procedurą rundy obserwacyjnej, a także z obsługą sprzętu, którego będziemy używać — teleskopu (przede wszystkim ustawiania go na odpowiedni punkt na sferze) oraz kamery CCD. Trzeba przyznać, że wrażenia po tym zapoznaniu były dość mylne — wszystko wydawało się być dużo prostsze, niż okazało się w rzeczywistości.

Obserwacje zostały zaplanowane oczywiście na wieczór dnia następnego, toteż ranek wykorzystany został na wizytę w Anklung mang Udjo. Jest to rodzaj teatru, czy też, powiedzielibyśmy może, domu kultury, gdzie młodzież może uczyć się tradycyjnej muzyki i tańców indonezyjskich. Po obiedzie wyjechaliśmy znów do Sespimpol — tym razem jednak już na faktyczne zawody. Najpierw wykonaliśmy „obserwacje gołym okiem" (trzeba przyznać, że zadanie było dość typowe — odnaleźć

i nazwać gwiazdy, przy czym części z nich nie ma na mapce — jednak emocje i niewielka ilość czasu utrudniały poprawne jego rozwiązanie). Następnie przeprowadzono nas do sali, gdzie przez następne godziny rozwiązywaliśmy zadania dotyczące analizy danych obserwacyjnych. Tego samego dnia miały się również odbyć obserwacje za pomocą teleskopów, jednak (mimo że jedna z pięciu grup już zaczęła je wykonywać) organizatorzy musieli przesunąć ten element programu ze względu na niesprzyjającą pogodę. Pracę skończyliśmy, zmęczeni już bardzo, około północy.

22 sierpnia rano przy pięknej słonecznej pogodzie wybraliśmy się na wycieczkę do Obserwatorium Bosscha w Lembang. Mieliśmy tam okazję obejrzeć główny teleskop obserwatorium — podwójny refraktor Zeissa (ogniskowa ponad 10m, średnica 60cm), który tam właśnie dokonywał przez wiele lat (i wciąż dokonuje) obserwacji układów zmiennych gwiazd. Obejrzeliśmy również prezentację na temat historii obserwatorium i jego dokonań oraz ogółu obecnych badań. Obiad zjedliśmy w drodze do hotelu, w Sindang Reret Cikole — miejscu przypominającym trochę park tematyczny. Do dyspozycji był tam „małpi gaj", tor do paintballu, a także (zamknięta niestety) ściana wspinaczkowa. Bawiliśmy się świetnie. Dalsza część dnia była już jednak poważna, wieczorem odbyła się kolejna część obserwacji — przeniesione „obserwacje przy pomocy teleskopu". W godzinach od 20.00 do 00.00 pięć grup na zmianę wychodziło, dokonywało obserwacji i analizowało wyniki. Większość zapytanych później uczestników potwierdziła, że zadanie okazało się trudniejsze niż to się wydawało — nie tak łatwo w rzeczywistości ustawić odpowiedni obiekt w obszarze widoczności kamery, zdarzały się też problemy natury technicznej. Mimo to atmosfera, choć napięta, była dość przyjazna.

Sobota została zaplanowana jako ostatni dzień rzeczywistych zawodów Olimpiady. Przed południem dano nam czas wolny, by uczestnicy mogli odpocząć po zadaniach obserwacyjnych i nabrać sił na część teoretyczną. Po obiedzie zostaliśmy przewiezieni do Sabuga — auli Instytutu Technologii Bandung, gdzie czekały już na nas zadania teoretyczne. Okazały się one znacznie trudniejsze niż zadania I IOAA. Jednak to nie ich trudność, ale liczba okazała się (przynajmniej dla mnie) największym problemem. Po zawodach powróciliśmy do hotelu na kolację, po czym wraz z LO wybraliśmy się na zakupy (niektórzy wykorzystali tę możliwość na pójście do kina).

Niedziela została przeznaczona właściwie w całości na zwiedzanie Cibodas. Jest to rodzaj parku połączonego z ogrodem botanicznym, co wydaje się być doskonałym pomysłem, bo oprócz zwykłego „zwiedzania" ogrodu można zaplanować tam piknik, pograć w piłkę, czy nawet po prostu odpocząć nad jeziorem. Niestety, akurat w tym dniu trafiliśmy na deszcz, toteż wycieczka została znacznie skrócona. W efekcie większość dnia spędziliśmy w autobusie w drodze do i z Cibodas. Mimo to spacer był bardzo ciekawy, a ogród okazał się być faktycznie bardzo dobrze wykonany i bogaty w interesujące okazy.

25 sierpnia w Instytucie Technologii Bandung zaplanowano początek wystawy dotyczącej jednocześnie astronomii i kultury Indonezji. Dlatego też o 9.00 udaliśmy się do Sabuga, by obejrzeć ceremonię otwarcia. Ciekawym akcentem był fakt, że na czas wystawy LO wszystkich reprezentacji zostali ubrani w różne tradycyjne stroje kultur indonezyjskich — mieliśmy więc okazję przyjrzeć się im bliżej. Sama ceremonia uświetniona została wykładem prof. Ronalda Ekersa „The Big Bang, Black Holes, Pulsars, and Extraterrestrial Life" — był on raczej wykładem popularnonaukowym i nie okazał się, niestety, dla uczestników bardzo interesujący. Następnie zaprezentowany został program „Worldwide Telescope" — wirtualne planetarium firmy Microsoft — i tutaj jednak wystąpienie nie było bardzo ciekawe; osoba prezentująca wyglądała na niewiele mającą wspólnego z astronomią przed testowaniem WT i trudno było nazwać wystąpienie profesjonalną prezentacją. Całe więc szczęście, że podczas ceremonii odbyły się także przedstawienia kulturalne, które zapewniły lepsze wrażenia niż główna część otwarcia. Tego dnia odbył się jeszcze tzw. Fun Competition — zawody drużynowe „wspomagane komputerowo", planowane, jak dowiedzieliśmy się od naszych opiekunów, jako część kolejnych IOAA. W tym jednak przypadku komputer okazał się nie tyle pomocą, ile przeszkodą, gdy utrudnione okazało się podzielenie zadań (bazowa przecież metoda pracy drużynowej). Poniedziałkowa kolacja przeniesiona została do Dago Tea House Taman Budaya, gdzie mieliśmy okazję obejrzeć nowe tańce bogatej kultury indonezyjskiej, a nawet sami spróbować w nich swoich sił. Z żalem opuszczaliśmy więc to miejsce, kierując się do hotelu.

Większość kolejnego dnia spędziliśmy na wycieczce do Taman Mini. Jest to (jak podobno sama nazwa wskazuje) miniatura całej Indonezji. I faktycznie

Polska drużyna na lotnisku Balice w Krakowie, chwilę przed odlotem do Indonezji. Fot. J.Kreiner

— można tam obejrzeć jezioro, na którym zbudowano miniatury większych wysp państwa, zobaczyć świątynie najważniejszych religii, a także przykładowe domy mieszkalne z różnych terenów Indonezji. Mieliśmy szansę spojrzeć na to wszystko najpierw z góry przewożeni nad parkiem kolejką linową. Niespodziewanie dobrym pomysłem okazało się odwiedzenie kina w Złotym Ślimaku — jednym z symboli Indonezji (ślimak w tamtejszej kulturze jest symbolem dobrego losu). Obejrzeliśmy tam film ukazujący pejzaże przyrodnicze i kulturalne Indonezji — wszystko to, czego nie mieliśmy okazji doświadczyć podczas naszego pobytu — a więc największe wulkany, świątynie, mieszkańców Indonezji żyjących w sposób pierwotny i wiele innych. Bardzo pomocni okazali się sami Indonezyjczycy, tłumacząc widziane przez nas obrazy (komentarz był w języku indonezyjskim). W Taman Mini wstąpiliśmy jeszcze do oceanarium, gdzie mieliśmy możliwość poznać wiele miejscowych (i nie tylko) gatunków ryb, skorupiaków, gadów i innych stworzeń. Po tym pojechaliśmy jeszcze do budowli Taman Mini ukazującej styl z wyspy Bali, gdzie odbył się obiad. Wieczorem zaproszono nas na kolację u Gubernatora Zachodniej Jawy, gdzie pojawiliśmy się w tradycyjnych strojach indonezyjskich batik. Znów mieliśmy okazję zobaczenia różnych przygotowanych przedstawień.

Środa była ostatnim dniem 2nd IOAA. Na rano wyznaczony został czas wolny. Część uczestników wybrała się wtedy na wycieczkę na wulkan, która okazała się niecodziennym przedsięwzięciem i pozostawiła wspaniałe wspomnienia. Po wyprawie pozostawiono jeszcze chwilę na zakup ewentualnych pamiątek w Bandung, następnie wróciliśmy do hotelu. Niedługo potem znaleźliśmy się już na ceremonii zamknięcia. Ogłoszenie klasyfikacji i zwycięzców poprzedzone było przemowami, prezentacją drużyn wszystkich krajów (organizatorzy dostarczyli każdej z nich odpowiednią flagę), a także wspólnymi zdjęciami uczestników. Samo wręczanie dyplomów, medali i nagród przerywane było występami artystycznymi, aby ceremonia nie była monotonna (uczestników było wszak wielu). Po zakończeniu rozdania nagród, 2nd IOAA została oficjalnie zakończona. Emocje nieco opadły i wszyscy udali się na przyjęcie pożegnalne zorganizowane na dachu budynku Sabuga. Oprócz miejscowego zespołu, prezentowano też tam muzykę, tańce i gry z różnych krajów przygotowane przez część drużyn.

Czwartek był dniem odlotów drużyn i czasem na pożegnania. Trzeba powiedzieć, że z przykrością żegnaliśmy się z nowymi znajomymi, z którymi przez te 10 dni tak wesoło i ciekawie spędziliśmy czas. Nic jednak straconego — z wieloma z nich wciąż utrzymujemy kontakt. Myślę, że wyjazd do Indonezji był cenny dla nas samych nie tylko dlatego, że zdobyliśmy takie czy inne miejsce, ale także z powodu ludzi, z którymi mogliśmy się tam spotkać, zawartych znajomości i przyjaźni oraz wszystkich tych rzeczy, których mogliśmy się w ciągu tych dziesięciu dni nauczyć.

Wnioski i uwagi dotyczące poziomu zawodów oraz przygotowań do IOAA

Muszę przyznać, że niewiele mogę mieć zastrzeżeń do samej organizacji II Międzynarodowej Olimpiady Astronomii i Astrofizyki. Do nielicznych należy niewystarczająca pomoc techniczna podczas obserwacji przy pomocy teleskopów — w tym fakt, że błędy natury raczej pozaastronomicznej jak niezapisanie wyniku w odpowiednim pliku oznaczały niewykonanie zadania. Jak również wspominałem, nie najlepsze wrażenie wywarła na mnie postać planowanych od przyszłego roku zawodów drużynowych — mam więc nadzieję, że z próby zostaną wyciągnięte odpowiednie wnioski i na faktycznych zawodach będą one lepiej zorganizowane. Trudnością podczas samych zawodów było czasem zrozumienie komunikatów organizatorów, choć przeważnie angielski Indonezyjczyków był bardzo dobry. Pochwalić trzeba zawody za dobrą organizację czasową wyjazdów (nie zdarzały się znaczne opóźnienia, a dzięki policyjnej eskorcie mogliśmy uniknąć zatorów drogowych), zorientowanych w sytuacji LO, a także świetne zaplanowanie czasu wolnego — tak, że nie było miejsca na nudę, ale nie był on też zbyt przepełniony, co w przypadku zawodów jest bardzo istotne.

Jeśli natomiast chodzi o same przygotowania do IOAA, to błędem okazało się jakiekolwiek sugerowanie się zadaniami z zeszłego roku (nawet w sensie ułożenia — liczby i objętości). Zadania tegorocznej olimpiady okazały się trudniejsze od tych z ostatniej (mniej więcej na poziomie naszej polskiej Olimpiady Astronomicznej), do tego było ich dużo, co (jak już wspomniałem) mnie samemu sprawiło największy problem. Przeliczenia podczas zadań z analizy danych obserwacyjnych okazały się żmudne (przykładem może być zadanie z określaniem statystycznym niepewności pomiarowych), co było tym trudniejsze, że dostarczone uczestnikom kalkulatory nie były bardzo zaawansowane — nietrudno więc było o błąd przy obliczeniu niemałej przecież tabeli z 7-cyfrową dokładnością. Wydaje się więc, że przy przygotowaniach do olimpiady należy zwrócić uwagę nie tylko na umiejętność znajdowania rozwiązań, ale także szybkość ich wymyślania oraz (co jest zwykle moim problemem) skrótowość zapisu. Trzeba działać szybko, sprawnie i precyzyjnie. W przypadku zadań obserwacyjnych nie było zbytnich odstępstw od tego, czego można się było spodziewać. „Obserwacje gołym okiem" były dość typowe (choć mógł zaskoczyć niecodzienny sposób wykonania mapki nieba). Bardzo dobrym pomysłem w ich kontekście okazało się oczywiście przećwiczenie odpowiedniego fragmentu nieba na sali Planetarium Śląskiego. Zadanie znalezienia obiektu przy pomocy teleskopu i identyfikacji gwiazd w okolicy także nie jest raczej zaskakujące. Nie należy jednak sugerować się pozorną łatwością wykonania — jak mówiłem w sprawozdaniu, w rzeczywistości ustawienie w polu widzenia kamery obiektu mgławicowego — nawet z teleskopem sterowanym elektronicznie — nie jest tak proste, jak mogłoby się wydawać (to jednak nie tylko kliknij, przesuń, zrób zdjęcie). W przypadku obserwacji bardzo ważne okazało się też odpowiednie zarządzanie czasem (zwłaszcza że osoby nas pilnujące nie mogły nawet przekazać nam czasu, jaki pozostał do końca zadania) — do zrobienia było dużo, a zadania nie trwały długo.

Patryk Pjanka

Rola interferometrii wielkobazowej w złotym wieku radioastronomii

Europejski Interferometr Wielkobazowy EVN (European VLBI[1] Network) to jedno z głównych narzędzi wykorzystywanych przez radioastronomów dzisiaj. Jest to cała sieć anten rozmieszczonych w Europie — od Hiszpanii do Łotwy (łącznie z 32-metrową anteną w Piwnicach koło Torunia) i od Szwecji do Włoch, ale też w południowej Afryce oraz Azji, które podczas sesji obserwacyjnych rejestrują sygnały z tego samego obiektu. Tysiące kilometrów dzielące poszczególne anteny oraz metoda syntezy apertury umożliwiają nam badanie Wszechświata na falach radiowych z milisekundową rozdzielczością, tj. 5 j.a. (750 mln km) na odległościach 5 kps (1 mld j.a.). Czyli tak, jakby istniał ogromny radioteleskop o średnicy czaszy tysiąca kilometrów. Sercem EVN-u jest ośrodek JIVE[2] w Holandii, gdzie mieści się korelator „łączący" dane z poszczególnych stacji, a lokalni naukowcy i inżynierowie pracują nad ciągłym unowocześnianiem i ulepszaniem metod badawczych oraz wspomagają użytkowników sieci od strony technicznej i naukowej. EVN zatem nie jest odrębnym instrumentem astronomicznym, ale bazuje na współpracy między poszczególnymi instytucjami naukowymi w różnych krajach.

Od paru lat konsorcjum EVN organizuje sympozja, aby podsumować kolejne kroki badań radiowego Kosmosu przy użyciu metod VLBI. Sympozja te to również wspaniała okazja, aby użytkownicy sieci EVN mogli wymienić się swoimi doświadczeniami w pracy z danymi obserwacyjnymi, czy nawet ponarzekać na napotykane trudności kalibracyjne.

Ze względu na wykorzystywanie metod VLBI w mojej pracy naukowej uczestniczę w sympozjach EVN od kilku lat (w 2004 r. odbyło się 7. Sympozjum w Toledo w Hiszpanii, zaś w 2006 r. 8. Sympozjum w Toruniu). Spotkania te dają doskonałą możliwość zaprezentowania swoich osiągnięć na forum międzynarodowym, wymiany informacji i nawiązania współpracy z astronomami z różnych ośrodków badawczych na świecie. W tym roku 9. Sympozjum EVN zorganizowali radioastronomowie z INAF w Bolonii we Włoszech pod hasłem: *Rola VLBI w złotym wieku radioastronomii.*

W dniach 23–26 września około 130 astronomów, reprezentując ponad 30 ośrodków badawczych z całego świata, zagościło w Bolonii, mieście z najdłuższą tradycją akademicką w Europie. Poza uczestnikami z Europy byli też naukowcy z Australii, Japonii, Chin, Południowej Korei, Jordanii, Indii, RPA oraz USA, pokazując tym samym, jak popularne są metody interferometrii radiowej na całym świecie. W ciągu czterech dni w ośrodku konferencyjnym Instytutu Radioastronomicznego odbyło się około 60 prelekcji podsumowujących bieżące projekty badawcze i odkrycia astronomiczne dokonane głównie z użyciem sieci EVN. Prezentowano szeroką tematykę astrofizyki, od Wszechświata w skali makro, do „lokalnego" otoczenia w Galatyce, którą zajmują się radioastronomowie. Odbyły się m.in. sesje poświęcone zagadnieniom aktywnych jąder galaktyk, ich morfologii, budowy, polaryzacji, wieku, jak i podsumowano najnowsze wyniki badań obszarów gwiazdotwórczych czy zaawansowanych już ewolucyjnie gwiazd AGB oraz wybuchów supernowych. Najnowsze badania astrometryczne obszarów gwiazdotwórczych, a zatem ramion spiralnych Drogi Mlecznej wskazują na konieczność weryfikacji modelu rodzimej Galaktyki. Okazuje się ona być nieco mniejsza! W sumie przez ostanie 8 lat korzystania z EVN zebrano w już ponad 6 terabajtów danych obserwacyjnych!

Na specjalnych sesjach dowiedzieć się można było, jak rozwija się radioastronomia w poszczególnych zakątkach świata i przekonać się, że faktycznie nastał dla radioastronomii *Złoty Wiek*! Astronomowie z Europy uczestniczą w ogromnych projektach jak SKA[3], czyli najnowszej generacji interferometry niedalekiej już przyszłości. Zaś w Europie są realizowane obecnie dwie znaczące budowy: 70-metrowej anteny na Sardynii, która zostanie włączona do sieci EVN oraz stacji LOFAR[4], które będą rozlokowane po całym kontynencie, a centralna ich część znajduje się w Holandii. W Azji powstają i rozbudowują się kolejne instrumenty. Grupa koreańska zaprezentowała pionierskie prace z Korean VLBI Network (KVN). Zaś grupa japońska podsumowała nowe projekty wykonywane przy użyciu Japanese VLBI Network (JVN) oraz interferometru VLBI Exploration of Radio Astrometry (VERA), jak i plany wysłania kolejnej anteny VSOP-2 o średnicy 9 m na orbitę okołoziemską w ciągu najbliższych kilku lat. Po raz kolejny[5] „wypadkowa" czasza radioteleskopu przekroczy rozmiar globu ziemskiego!

Około 30 km od Bolonii, koło miejscowości Medicina jest ulokowane obserwatorium radioastronomiczne. Dane było nam zobaczyć kolejną antenę należącą do sieci EVN, 32-metrowy radioteleskop oraz unikatowy radioteleskop Krzyż Północy. Jest on złożony z dwóch ramion o długościach 564 m (ramię wschód-zachód) oraz 640 m (ramię północ-południe) składających się z dziesiątek anten. Krzyż

[1] VLBI (Very Long Baseline Interferometry) — interferometria wielkobazowa, czyli rejestracja sygnałów przez niezależne radioteleskopy i ich łączenie w celu otrzymania map radiowych o wysokiej rozdzielczości (rozdzielczość jest odwrotnie proporcjonalna do odległości najbardziej skrajnych anten w sieci).

[2] JIVE — Joint Institute for VLBI in Europe, www.jive.nl

[3] SKA (Square Kilometre Array) – projektowany interferometr o powierzchni zbierającej 1 mln m^2 (www.skatelescope.org), patrz „Urania–PA" 5/2008.

[4] LOFAR (Low Frequency Array) – interferometr przeznaczony do astronomicznych i geodezyjnych obserwacji na falach metrowych (www.lofar.org).

[5] Do listopada 2005 r. okrążał Ziemię pierwszy japoński radioteleskop VSOP (HALCA) o średnicy 8 m, który wykonywał obserwacje w połączeniu z naziemnymi antenami (www.vsop.isas.jp).

Północy wykonał wspaniałą pracę, przeglądając niebo na centymetrowych falach radiowych, dostarczając katalogi radioźródeł.

Tradycją każdego sympozjum EVN jest mecz piłki nożnej między lokalnymi astronomami a gośćmi. Włoscy astronomowie okazali się niepokonani w sporcie!

Kolejne, tym razem jubileuszowe, 10. Sympozjum planowane jest w Manchesterze. Zapewne już dziś potencjalni uczestnicy prowadzą obserwacje, aby móc znów zaprezentować nowe wyniki naukowe oraz dzielnie ćwiczą, by stawić czoła w meczu kolejnym „niepokonanym".

Anna Bartkiewicz

Prezentacje polskich astronomów podczas 9. Sympozjum EVN

dr Magdalena Kunert-Bajraszewska i dr Marcin Gawroński (CA UMK) *Obserwacje wysokiej rozdzielczości zwartego kwazara typu BAL 1045+352.*

Przedstawiono pierwsze mapy zwartego kwazara 1045+352 typu BAL (*broad absorption lines*, czyli kwazara o szerokich liniach absorpcyjnych). Jego nadzwyczajna struktura wskazuje na przerywaną aktywność jądra lub precesję dżetu. Wysokiej rozdzielczości mapy centralnych obszarów wykazały, że dżet silnie oddziaływuje z ośrodkiem macierzystej galaktyki.

dr Anna Bartkiewicz i prof. Marian Szymczak (CA UMK) *Przegląd struktur emisji maserowej metanolu.*

Zaprezentowano wyniki obserwacji linii maserowej metanolu na fali o długości 5 cm wykonanych w latach 2004–2007 przy pomocy rozbudowanej sieci EVN. Wykonano mapy 31 obszarów narodzin masywnych gwiazd i pogrupowano morfologicznie poszczególne źródła. Po raz pierwszy w 12 przypadkach zarejestrowano strukturę eliptyczną emisji maserowej, co wskazuje na pochodzenie emisji z pojedynczych dysków protogwiazdowych.

Kielecka konferencja na temat popularyzacji astronomii

W dniu 21 listopada 2008 r. odbyła się w Kielcach jednodniowa konferencja na temat: „Wybrane zagadnienia popularyzacji astronomii". Organizatorami byli dr Bogdan Wszołek (AJD Częstochowa) i niżej podpisany, zaś sekretarzem lokalnego komitetu organizacyjnego był jak zwykle niezawodny mgr inż. Marcin Drabik (UJK Kielce). Celem konferencji było pokazanie form popularyzacji astronomii w różnych ośrodkach, jak też sposobów pracy z młodzieżą. Ponadto istotną część konferencji stanowiło przedstawienie zagadnień ściśle związanych z astronomią, ale leżących zwykle poza głównym nurtem zainteresowań popularyzatorów.

Dodatkowym elementem wpływającym na spotkanie był zbliżający się Międzynarodowy Rok Astronomii. Nie bez znaczenia jest też fakt drastycznego spadku zainteresowania młodzieży studiami astronomii i fizyki, jak też dramatyczne ograniczanie wiedzy na tematy astronomiczne wynoszone ze szkoły. Te dwa czynniki w niedalekiej przyszłości mogą doprowadzić do cywilizacyjnej zapaści i nie chcę być Kasandrą, ale magiczne myślenie, zaklinanie rzeczywistości, wiara w przepowiednie astrologiczne i najrozmaitsze horoskopy obejmuje coraz szersze rzesze społeczeństwa wychowywanego na bezmyślnych środkach masowego przekazu.

Referenci mieli krótkie wystąpienia (10–15 min), po których była chwila na pytania i odpowiedzi. Dłuższe dyskusje odbywały się w czasie przerw na kawę i herbatę. Po drugiej przerwie było nieco więcej czasu, aby porozmawiać na różne tematy i zapoznać się z obserwatorium i planetarium Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego w Kielcach, znajdującego się na dachu budynku Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego. Zapewnił on gościnę obradom, w których uczestniczyło około 30 osób. W obradach uczestniczyli, i to aktywnie, często zabierając głos, przedstawiciele Władz PTA i PTMA w osobach dra Adama Michalca i dra Henryka Brancewicza.

W tematyce konferencji można było wyróżnić kilka nurtów. Pierwszy z nich, rozpoczęty przez prof. dr. hab. Jerzego Kreinera (UP Kraków), dotyczył konkursów astronomicznych. Profesor Kreiner przedstawił założenia i wyniki uzyskiwane przez polskich uczestników Międzynarodowych Olimpiad Astronomii i Astrofizyki. Mgr Bartłomiej Zakrzewski (UP Kraków) mówił o małopolskim młodzieżowym seminarium astronomicznym. W dyskusji nawiązano również zarówno do Olimpiady Astronomicznej w Chorzowie, jak i do grudziądzkiego konkursu astronomicznego. Z pozycji uczestnika takiego konkursu dla młodzieży wypowiadał się Mateusz Malenta z Częstochowy.

Wątek edukacyjny pojawił się w wystąpieniach prezentujących dokonania Planetarium w Kielcach (dr Monika Biernacka) i Częstochowie (mgr Tomasz Kisiel). Mgr Ewa Janaszak (Planetarium i Obserwatorium w Olsztynie) zaprezentowała bogaty program pokazów fizyczno- astronomicznych realizowanych dla młodzieży okolicznych szkół. Do tego nurtu zaliczyłbym też przygotowaną przez dra Ireneusza Włodarczyka (Planetarium Śląskie, Chorzów) komputerową wizualizację orbit planetoid, które mogą zderzyć się z Ziemią i Marsem.

W czasie dyskusji podkreślano konieczność bezpośredniego zaangażowania młodzieży w wykonywanie obserwacji i innych prac, a nie stawiania tylko na wykładowy przekaz wiedzy.

Klasyczny nurt popularyzacji astronomii i działalności amatorów, wymagający już jednak dużej wiedzy i zapału przedstawiony został przez dra Pawła Kankiewicza (UJK, Kielce) i dra Waldemara Ogłozę (UP, Kraków). Pierwszy z nich mówił o obserwacjach komet, natomiast drugi o obserwacjach gwiazd zmiennych zaćmieniowych. Okazuje się, że dzięki wspaniałemu rozwojowi aparatury wykonywanie obserwacji tych ciał przez amatorów jest dalej wskazane, a uzyskiwane wyniki nie muszą być gorsze od wyników profesjonalistów. Co więcej, polscy miłośnicy astronomii obecnie mogą mieć tak samo dobrą aparaturę jak ich koledzy w świecie i to jest bardzo pocieszający fakt.

Dwa wystąpienia były poświęcone specjalnym projektom edukacyjnym. Pierwszy z nich, realizowany w ramach Unii Europejskiej, którego celem jest zbadanie, jakie wyobrażenie o naukowcach i ich pracy istnieje wśród dwu różnych grup wiekowych młodzieży (9 i 14 lat) w różnych krajach. Bardzo ciekawe wyniki przedstawiła mgr Agnieszka Zbanyszek z Olsztyńskiego Planetarium, które jest jednym z uczestników tego projektu. Plany związane z programem Fenix prowadzonym przez UJ, UJK i UR i wykorzystującym środki Unii Europejskiej przedstawił dr Janusz Krywult (UJK, Kielce). Celem jest zachęcenie zainteresowanej młodzieży (10 uczniów na szkołę, przy ścisłej współpracy z ich nauczycielami) do zajmowania się fizyką. Zajęcia odbywać się będą w uczelni i na terenie szkoły. Przewidywany jest udział astronomów, a w związku z terminem zajęć głównym obiektem obserwacji astronomicznych będzie Słońce. Do obserwacji Słońca nawiązał też w swoim komunikacie dr Bogdan Wszołek, przedstawiając zamiar zbudowania celostatu pokazującego mieszkańcom Częstochowy obraz Słońca, być może w różnych długościach fali.

Osobną grupę zagadnień stanowiły wystąpienia, które zwykle są pomijane w zagadnieniach związanych z popularyzacją astronomii. Karina Bączek (Częstochowa) pokazała, jak poprzez przedstawianie rozwoju kosmonautyki można akcentować różne aspekty astronomiczne. Doktor Katarzyna Bajan (UP, Kraków) zarysowała geologiczną teorię rozszerzającej się Ziemi. Teoria ta wiąże się z niektórymi teoriami kosmologicznymi. O ociepleniu globalnym mówił dr Włodzimierz Godłowski (UO, Opole), wiążąc to zagadnienie z problemami astronomicznymi. Te dwie prezentacje pokazywały, że można połączyć aktualne, czasami bardzo medialne tematy z propagowaniem wiedzy astronomicznej.

Ostatnie wystąpienie, zamykające konferencję, dotyczyło również bardzo medialnych zagadnień, a mianowicie ewolucjonizmu, kreacjonizmu i tzw. inteligentnego projektu. Dr hab. Piotr Flin (UJK, Kielce) zwrócił uwagę na konieczność uświadamiania społeczeństwu wieku i wielkości Wszechświata, jak też obserwowanej ewolucji struktur od skali planet do supergromad galaktyk oraz informacji, skąd astronomowie tę wiedzę mają. Dr Bogdan Wszołek poprosił prelegentów o przesłanie jednostronicowych streszczeń wystąpień w celu zamieszczenia ich w Częstochowskim Roczniku Astronomicznym, którego jest redaktorem.

To krótkie, jednodniowe spotkanie, będące raczej naradą roboczą niż konferencją, pokazało, że środowisko astronomów, a przynajmniej jego część, jest zaangażowane w popularyzację astronomii i te sprawy leżą mu na sercu.

Piotr Flin

40 rocznica ryzykownej wyprawy Apollo 8

Apollo 8 to pierwszy statek kosmiczny z załogą ludzką, który dotarł do Księżyca, okrążył go 10 razy i powrócił szczęśliwie na Ziemię. Był to też pierwszy lot przy użyciu rakiety Saturn V i pierwsze zdjęcie Ziemi z perspektywy kosmicznej, które stało się pięknym podarkiem świątecznym dla Ziemian i ikoną osiągnięć technologicznych XX w.

Rok 1968 to rok wojen i różnych rozruchów rasowych. Przypomnijmy tylko trwającą zimną wojnę, Wietnam, polskie wypadki marcowe, inwazję „bratnich krajów" na Czechosłowację, rzezie rasowe w Afryce i wiele innych. Trwał też wyścig w podboju Kosmosu. Wcześniej prezydent Kennedy zapowiedział, że Amerykanie wylądują na Księżycu przed końcem dekady lat 60.

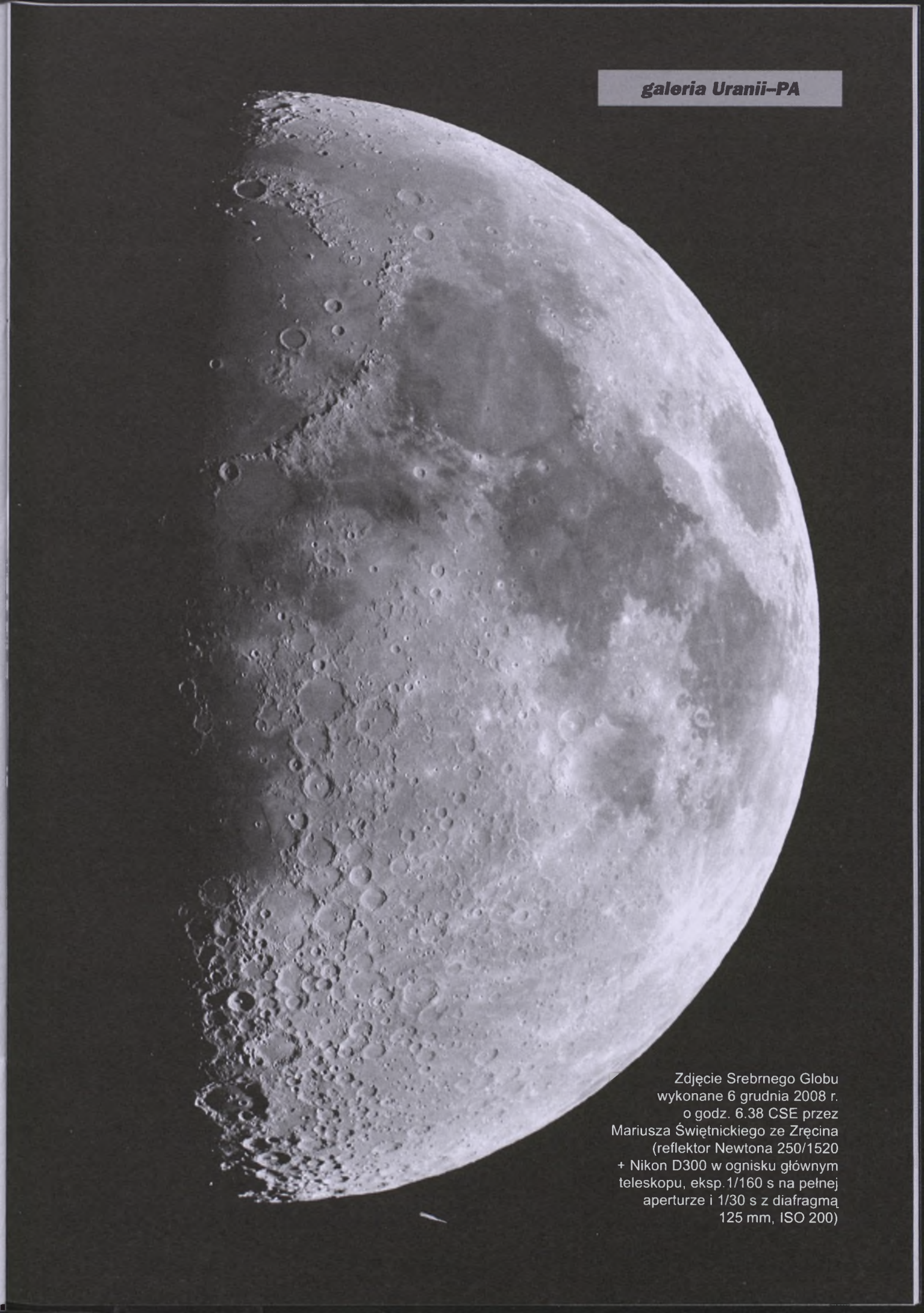
Pierwotnie misja Apollo 8 miała przetestować lądownik księżycowy na orbicie Ziemi, ale lądownik nie był gotowy. Do NASA dotarły od CIA wieści, że Związek Radziecki przygotowuje swą własną misję załogową na Księżyc, która wkrótce wyruszy w podróż. Te wieści okazały się nieprawdziwe, ale duma narodowa zadziałała i postanowiono wysłać Apollo 8 na orbitę wokółksiężycową.

Decyzja była więc polityczna, ale i kontrowersyjna. Rakieta Saturn V, jedyna, która mogła „zawieść" ludzi do Księżyca, miała kłopoty i usterki instrumentalne w czasie dotychczasowych dwóch lotów testowych, a ponadto miano ciągle w pamięci pożar kapsuły Apollo w czasie testów na Ziemi w 1967 r. i śmierć trzech astronautów: Gusa Grissoma, Eda White'a i Rogera Chaffee.

Było to ryzykowne, ale się udało. Załoga w osobach Frank Borman, Jim Lovell i Bill Anders w kapsule Apollo 8 została wyniesiona na orbitę okołoziemską w dniu 21 grudnia 1968 r. Był to pierwszy załogowy lot realizowany przy pomocy rakiety Saturn V. Ta mierząca prawie 120 m i ważąca ok. 14 tys. ton rakieta spisała się dobrze. Wprawdzie astronauta Anders opowiadał później, że w początkowej fazie lotu odczuwał różnorakie wibracje i wahania statku, ale w końcu, po odpaleniu dodatkowych rakiet, z orbity okołoziemskiej statek został skierowany na dobrą drogę do Księżyca. Do celu swego przeznaczenia dotarł w Wigilię Bożego Narodzenia. Astronauci odpalili rakietę zwalniającą bieg statku i ulokowali go na orbicie okołoksiężycowej. Przez pierwsze trzy okrążenia ich zadaniem była obserwacja, fotografowanie i filmowanie powierzchni Księżyca, jego kraterów, gór i dolin. Głównym ich celem było bowiem rozpoznanie terenu dla przyszłych lądowań na srebrnym globie.

Dopiero w czasie czwartego okrążenia komendant Frank Borman zdecydował obrócić okno kapsuły na krawędź Księżyca, aby wybrać odpowiednie punkty nawigacyjne. I parę minut później ukazał się niebiesko-biały obiekt wznoszący się nad srebrnym horyzontem. Z powodu ruchu kapsuły na orbicie okołoksiężycowej w każdym obiegu astronauci mogli obserwować wschody i zachody ciał niebieskich i za każdym obiegiem przeżywać „dzień" i „noc". Choć wiedzieli, że Ziemia znad Księżyca będzie wyglądała jak Księżyc z Ziemi, to zobaczenie tego zjawiska na własne oczy wywołało u nich uczucie zachwytu. A ponadto ten kolor! Na czarnym tle nieba nie srebrzysty Księżyc, a biało-niebieska Ziemia, jedyny kolorowy obiekt na niebie. To wtedy człowiek po raz pierwszy zobaczył swoją planetę z oddali, z perspektywy innego ciała niebieskiego. A astronauta Borman później powiedział: „It was the most beautiful, heart-catching sight of my life" (To był najpiękniejszy, ściskający za serce widok mego życia). Po 10 obiegach wokół Księżyca, astronauci skierowali swoją kabinę kosmiczną na Ziemię i bezpiecznie wodowali w Oceanie Atlantyckim. Mimo ryzyka, był to bezpieczny lot, przecierający kosmiczne szlaki człowieka i lądowania na Księżycu.

aw



Zdjęcie Srebrnego Globu wykonane 6 grudnia 2008 r. o godz. 6.38 CSE przez Mariusza Świętnickiego ze Zręcina (reflektor Newtona 250/1520 + Nikon D300 w ognisku głównym teleskopu, eksp.1/160 s na pełnej aperturze i 1/30 s z diafragmą 125 mm, ISO 200)

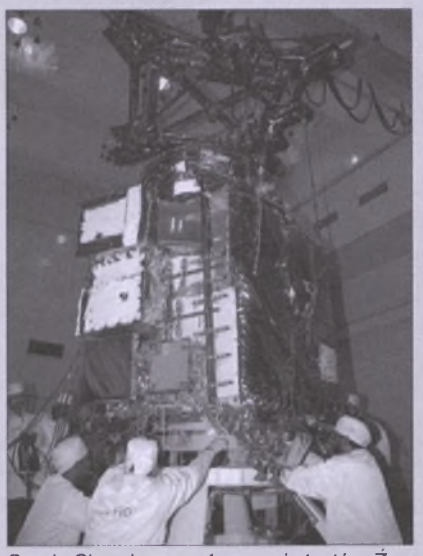
Lądownik satelity Chandrayaan-1 spadł na Księżyc

22 października indyjska sonda **Chandrayaan-1** wystartowała z kosmodromu Sriharikota na wschodnim wybrzeżu Indii. Niemal do ostatniej chwili na tym obszarze szalały deszcze monsunowe. Sonda Chandrayaan-1, przymocowana do rakiety Polar Satellite Launch Vehicle, została wyniesiony na orbitę okołoziemską. Po odłączeniu od czwartego stopnia rakiety sonda zaczęła stopniowo podnosić swoją orbitę przy użyciu własnych silników, aż do wejścia na orbitę wokół Księżyca.

Po dwóch tygodniach, 8 listopada, satelita *Chandrayaan 1* po kolejnym odpaleniu silników wszedł na orbitę okołoksiężycową. 14 listopada o godz. 15.36 naszego czasu sonda uwolniła lądownik, który spadł na Srebrny Glob. W czasie spadku próbnik zbierał jak najwięcej informacji, wykonywał zdjęcia, mierzył wysokość, zbierał dane spektralne i przekazywał do macierzystego satelity. *Chandrayaan 1* przekazał je następnie na Ziemię. Po 25 minutach lotu lądownik rozbił się na południowym biegunie Księżyca.

Zgodnie z planem orbitujący satelita rozpoczął uruchamianie kolejnych urządzeń pokładowych i systematycznie zbiera dane.

Dzięki doświadczeniom obecnej misji hinduscy naukowcy chcieliby zapewnić kolejnym próbnikom miękkie lądowanie. Następna misja *Chandrayaan 2* planowana jest na rok 2011.



Sonda Chandrayaan-1 w czasie testów. Źródło: http://www.isro.org

Start! Kosmodrom Sriharikota. Źródło: http://www.isro.org

Obraz przekazany przez lądownik w czasie spadku na Księżyc. Źródło: http://www.isro.org

kz

Źródło: www.isro.org

Czy czarne dziury migocą jak gwiazdy?

Międzynarodowy zespół astronomów podjął równoczesne obserwacje z Ziemi i z przestrzeni kosmicznej dwóch bliskich siebie czarnych dziur. Były to GX 339-4 i SWIFT J1753,5-0127, które są pozostałościami po „zmarłych" masywnych gwiazdach Drogi Mlecznej. Obserwacje naziemne były prowadzone teleskopem VLT w ESO w promieniowaniu widzialnym, a z przestrzeni kosmicznej, w promieniowaniu Roentgena, za pomocą satelity Rossi XTE. Oba obiekty znajdują się w rozdzielnych „podwójnych" systemach gwiazdowych, gdzie czarna dziura jest powiązana z normalną gwiazdą tracącą materią na korzyść swego ciemnego towarzysza. Obie czarne dziury mają masy około 10 razy większe od naszego Słońca, ale rozmiar orbit ich układów wynosi tylko kilka milionów kilometrów, czyli są znacznie ciaśniejszymi układami niż układ Merkury-Słońce.

Szybkie migotanie promieniowania (flickering) otoczenia czarnych dziur jest dość powszechnie obserwowane w promieniowaniu X. Nowe obserwacje skoncentrowały się na poszukiwaniu migotania czarnych dziur w promieniowaniu widzialnym i tego, jak to zjawisko ma się do migotania w promieniowaniu Roentgena.

Do obserwacji w promieniowaniu X używano satelity Rossi X-ray Timing Explorer, zbudowanego przez NASA. Promieniowanie widzialne było rejestrowane przez bardzo szybką kamerę ULTRACAM (20 obrazów na sekundę) Bardzo Dużego Teleskopu (VLT) na Mt. Paranal.

Ku zaskoczeniu obserwatorów, fluktuacje jasności w świetle widzialnym były szybsze niż w promieniowaniu X i nie występowały równocześnie. W sposób systematyczny, tuż przed rozbłyskiem X promieniowanie widzialne gasło, a następnie pojawiał się jasny błysk trwający mały ułamek sekundy, który znowu szybko gasł.

Żadne z tych promieniowań nie pochodzi bezpośrednio z czarnej dziury, lecz z pobliskiego strumienia elektrycznie naładowanej materii o dużej energii. Otoczenie czarnej dziury jest ciągle na

nowo kształtowane przez rozszalałą mieszaninę takich sił, jak grawitacja, magnetyzm i gwałtownie zmieniające się ciśnienia. W rezultacie, światło emitowane przez gorący strumień materii zmienia swój blask w sposób bardzo chaotyczny. Ale obserwowane promieniowanie z otoczenia obu czarnych dziur posiadało stałą strukturę i autorzy tych badań uważają, że za tym kryje się jakiś dominujący proces fizyczny tam zachodzący.

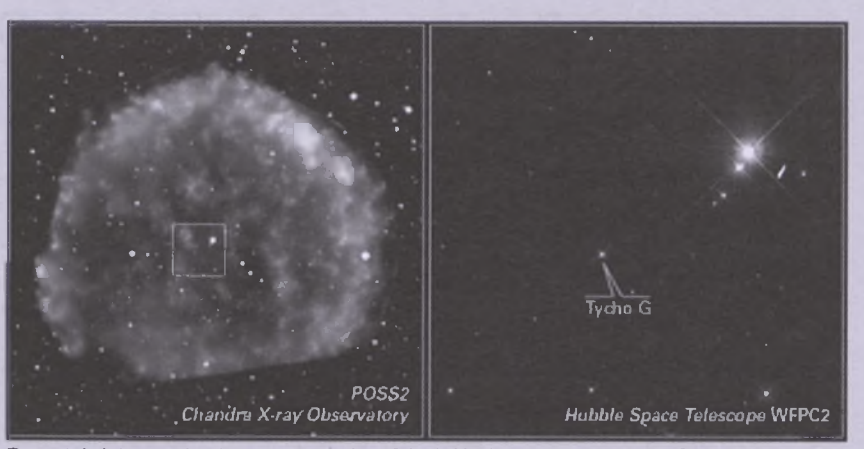
Emisja światła widzialnego z sąsiedztwa czarnych dziur jest powszechnie uważana za efekt wtórny wybuchu X, który oświetla okoliczny gaz, ten zaś w konsekwencji świeci w zakresie widzialnym. Ale przy takim scenariuszu jakiekolwiek zmiany jasności w promieniowaniu widzialnym występowałyby po zmianach w promieniowaniu X, byłyby o wiele wolniejsze i całkowicie gasnące. Szybkie zmiany odkryte w tych badaniach wykluczają ten scenariusz. Wydaje się więc, że zmiany jasności w promieniowaniu X i w promieniowaniu widzialnym muszą mieć jakieś wspólne źródło, i do tego położone bardzo blisko czarnej dziury. Autorzy tych badań myślą, że silne pole magnetyczne musi tu grać istotną rolę. Działając jako rezerwuar, może ono wysysać energię uwolnioną w pobliżu czarnej dziury, przechowywać ją aż do momentu, kiedy może być wyładowana bądź jako gorąca (wiele milionów stopni) plazma promieniująca w zakresie X, lub jako strumienie naładowanych cząsteczek pędzących z szybkościami bliskimi prędkości światła. Z podziału energii między tymi dwoma mechanizmami może wynikać obserwowany charakter zmian promieniowania X i promieniowania widzialnego.

Wykonawcami tych badań byli m. in. P. Gandhi z Japonii, M. Durant z Hiszpanii, V. Dhillon, T.R.Marsh i A.Fabian z Wielkiej Brytanii i in. Więcej szczegółów: astro-ph/0807.1529 i astro-ph/0806.2530 oraz ESO Press rel.-36/08.

aw

Supernowa Tychona

11 listopada 1572 r. Tycho Brahe zaobserwował „gwiazdę nową" w gwiazdozbiorze Kasjopei. Jej jasność przewyższała jasność Wenus. „Gwiazda nowa" była w rzeczywistości supernową, której wybuch wyzwala gigantyczną energię i przewyższa jasność macierzystej galaktyki. Tycho Brahe obserwował ową „gwiazdę nową" aż do marca następnego roku, gdy jej jasność zmalała



Pozostałości po wybuchu supernowej na falach X widziane teleskopem Chandra i ten sam obszar nieba widziany przez teleskop Hubble'a

i stała się niewidoczna dla nieuzbrojonego oka; pamiętajmy, że Galileusz rozpoczął obserwacje przez teleskop przeszło 30 lat później.

Obiekt obserwowało wielu astronomów, ale na cześć duńskiego astronoma została nazwana *supernową Tychona*. Po wybuchu supernowa może przekształcić się np. w gwiazdę neutronową lub czarną dziurę, a materiał, który został wyrzucony, ekspanduje w przestrzeni i formuje mgławicę — nazywamy ją pozostałością po supernowej. Supernowa *SN 1572* znajduje się w naszej Galaktyce w odległości 7,5 tys. lat świetlnych od Ziemi.

Obserwacje Tychona Brahego kontynuują współcześni astronomowie. Przy użyciu teleskopu Subaru na wygasłym wulkanie Mauna Kea na Hawajach przeprowadzono obserwacje „echa świetlnego" supernowej, aby wyznaczyć jej typ, który daje informacje o tym, czym była gwiazda przed wybuchem, i powiązać je z pozostałościami po supernowej widocznymi do dzisiaj.

Obserwowano „echo świetlne" to światło supernowej, które rozpraszało się na cząstkach obłoków międzygwiazdowych i w końcu, po ponad 400 latach, dotarło do ziemskich odbiorników. Podobną metodą odkryto w 2007 r. pochodzenie pozostałości po wybuchu supernowej o nazwie Kasjopea A.

Obraz, jaki widział w 1572 r. Tycho Brahe. „Gwiazdę nową" astronom oznaczył literą I

W widmie „echa świetlnego" SN 1572 zaobserwowano linie absorpcyjne jednokrotnie zjonizowanego krzemu oraz zupełny brak emisji wodoru z zakresu Hα (światło czerwone). Wyniki te są typowe dla supernowej typu Ia obserwowanej w maksimum jasności w czasie wybuchu. Wybuch supernowej typu Ia oznacza, że mieliśmy do czynienia z ciasnym układem podwójnym, w którym jednym ze składników był biały karzeł, który stopniowo przejmował materiał od swojego towarzysza, a gdy stał się dostatecznie masywny, zaczęły w nim zachodzić reakcje jądrowe, które doprowadziły do wybuchu supernowej.

Szczegółowa analiza danych wskazuje na to, że wybuch supernowej był niesymetryczny, a to z kolei kładzie ograniczenia na stosowany model opisujący taką eksplozję. Ponieważ *supernowa Tychona* została zakwalifikowana jako klasyczna supernowa Ia, jest pierwszym tego typu obiektem w naszej Galaktyce tak dokładnie sklasyfikowanym. Wynik jest ważny, ponieważ SN Ia są głównym źródłem pierwiastków ciężkich we Wszechświecie, a także są tzw. „świecą standardową", dzięki której można wyznaczyć odległość. Jasność dla tego typu supernowych jest zawsze taka sama. Znając więc jasność absolutną, a z obserwacji jasność widomą, łatwo wyznaczyć dokładną odległość. Obserwując „echo świetlne" obiektu w naszej Galaktyce, czyli stosunkowo blisko, można stworzyć jego trójwymiarowy obraz, co jest niewykonalne przy obserwacjach licznych supernowych znajdujących się w odległych galaktykach. (*kz*)

Źródło: *Nature*, *Spaceflightnow*

Spojrzenie w niebo A.D. 2009

W nadchodzącym roku — Międzynarodowym Roku Astronomii, w którym minie: 400 lat od czasu, gdy Galileo Galilei, zwany Galileuszem, jako pierwszy człowiek użył teleskopu do obserwacji nieba, oraz 40 lat od czasu, gdy pierwszy człowiek stanął na Księżycu — czekamy z olbrzymią nadzieją na zmiany na lepsze, które często w dużej mierze zależą od nas samych. Patrząc zaś tradycyjnie w górę na nieboskłon, wszystko jak zwykle zdaje się przebiegać według klasycznych praw astronomii i fizyki, znanych człowiekowi — lepiej lub gorzej — od stuleci. Czekają nas w tym roku zjawiska okresowe i niespodziewane. Tych drugich, najciekawszych i wywołujących nie tylko u zawodowych astronomów dreszcz emocji, nie można z góry przewidzieć. Natomiast ze zjawisk okresowych, a mimo to zawierających zawsze w sobie choć odrobinę tajemniczości, wystąpią w tym roku dwa zaćmienia Słońca: 26 I i 21–22 VII. To pierwsze będzie zaćmieniem obrączkowym, które wystąpi między innymi w południowej Afryce, południowo-wschodniej Azji i Australii. Natomiast to drugie będzie zaćmieniem całkowitym, obserwowanym kolejno w Indiach, Chinach, Japonii, północnej Indonezji i na Filipinach. Piszemy o nim w oddzielnej notatce na s. 43. Wystąpią też w tym roku cztery zaćmienia Księżyca: 31 XII — częściowe oraz: 9 II, 7 VII i 5–6 VIII tylko półcieniowe. Ten rok będzie zatem dla Ziemian dosyć bogaty w tego rodzaju zjawiska zaćmieniowe. Na terenie Polski, co oczywiście spowodowane jest wzajemnym położeniem w przestrzeni trzech „aktorów" — Słońca, Ziemi i Księżyca, wystąpi prawie niewidoczne zaćmienie półcieniowe 6 VIII z maksimum o godz. 2.39, oraz ledwie widoczne częściowe 31 XII z maksimum o godz. 19.52.

Może wreszcie w 2009 r. doczekamy się „przebudzenia" Słońca z minimum aktywności, pomiędzy 23 a 24 cyklem. Stopniowo powinno wznowić aktywność magnetyczną, aby zdążyło osiągnąć maksimum 24 cyklu, najprawdopodobniej na EURO 2012 r. Wynika to m.in. z ekstrapolacji krakowskich codziennych obserwacji radiopromieniowania Słońca, które są prowadzone już od 52 lat. Należy się jednak zawsze liczyć ze sporadycznym wzrostem (lub zaniechaniem) jego aktywności, co pociągnąć może za sobą powstawanie rozmaitych zjawisk geofizycznych i zaburzeń w pogodzie kosmicznej lub pojawieniem się wśród ludzi pandemii grypy, skutkiem znacznej dominacji promieniowania kosmicznego pochodzącego z centrum Galaktyki.

Natomiast na powitanie Nowego Roku, od 1 do 5 I będą promieniować Kwadrantydy. Nazwa tego roju, związanego z kometą Halleya, pochodzi od nieużywanej współcześnie nazwy gwiazdozbioru; obecnie radiant roju leży w gwiazdozbiorze Wolarza. Spodziewana liczba meteorów widocznych w ciągu godziny, podczas maksimum (4 I) może wynieść nawet 100, czyli około 2 przelotów na minutę. W tym roku ich wieczornym obserwacjom będzie przeszkadzał Księżyc w pierwszej kwadrze. Ponadto zawsze mogą się do tego dołączyć jakieś niezwykłości, np.: przelot bolidu czy jasna kometa, ale najpierw spójrzmy w „Rocznik Astronomiczny", aby zobaczyć, jakie ważniejsze zjawiska niebieskie czekają nas w 2009 r., wyliczone z wcześniej przeprowadzonych obserwacji astronomicznych.

Wiosna, na którą czekamy zawsze z utęsknieniem, rozpocznie się 20 marca o godz. 12.44, lato: 21 czerwca o godz. 07.46, jesień: 22 września o godz. 23.19, a zima: 21 grudnia o godz. 18.47.

4 stycznia o godz. 16 Ziemia w swym rocznym ruchu po orbicie eliptycznej będzie najbliżej Słońca, czyli w peryhelium, w odległości od niego niewiele ponad 147 mln km. Będzie się wtedy poruszała najszybciej w 2009 r. na swej orbicie, bo z prędkością 30,27 km/s, czyli ponad 100 000 km/godz. Jest to dla nas pocieszający znak, że dnia będzie przybywało coraz szybciej. W Nowy Rok, gdy wielu mieszkańców Krakowa i okolic będzie jeszcze odpoczywało po udanej zabawie sylwestrowej, Słońce wzejdzie o godz. 7.38, a zajdzie o 15.49 — zatem dzień będzie trwał 8 godz., 11 min i będzie dłuższy od najkrótszego dnia w roku już o 6 min.

Na pocieszenie pragnę tylko przypomnieć, że zima kalendarzowa na naszej półkuli, przynajmniej teoretycznie, jest najkrótszą porą roku. Trwa bowiem tylko lub aż 89 dni! W praktyce, jak wiemy, bywa z nią różnie. Natomiast Ziemia będzie w aphelium (najdalej od Słońca — prawie 153 mln km) w dniu 4 lipca o godz. 04.

Zmiana czasu z zimowego na letni czeka nas 28/29 marca, a powrót na czas zimowy, czyli środkowoeuropejski, w nocy 24/25 października.

Jeśli chodzi o święta ruchome w 2009 r., to Popielec wypada 25 II, Wielkanoc przypadnie 14 IV, w pierwszą niedzielę po pierwszej wiosennej pełni Księżyca, ta zaś będzie o godz. 15.56 w dniu 9 IV; Zielone Świątki 31 V, zaś Boże Ciało w dniu 11 VI.

Księżyc powita Nowy Rok, podążając do pierwszej kwadry, a zakończy 2009 r. w pełni. Ponadto tarcza Księżyca będzie zakrywała planety (Merkurego, Jowisza, a Wenus i Marsa po dwakroć), planetoidy Juno i Westę oraz 11 razy Antaresa — najjaśniejszą gwiazdę w gwiazdozbiorze Niedźwiadka (Skorpiona — przyp. red.). Z regionu Małopolski będzie można tylko niektóre z tych zjawisk obserwować, a najciekawsze to: 17 II o godz. 23 i 10 V o godz. 23, gdy glob Księżyca zakryje Antaresa. Profesjonalnie wykonane obserwacje zakryciowe są niezwykle cenione w astrometrii, bowiem służą m.in. do wyznaczania poprawek ruchu Księżyca na orbicie (libracje) oraz profilu brzegu tarczy Srebrnego Globu. O wielu innych tego typu zjawiskach będziemy Państwa szczegółowo informować w comiesięcznych „spojrzeniach" w niebo, mam nadzieję, pogodne.

W tym roku kilkadziesiąt skatalogowanych komet okresowych powróci do peryhelium (punkt ich orbity najbliższy powierzchni Słońca), lecz niestety będą one widoczne w zasadzie tylko przez teleskop. Gdyby zaś niebiosa były nam bardziej przychylne, to być może w tym roku zawita w okolice Słońca jeszcze jakaś niespodziewanie jasna kometa, wtedy oczywiście będziemy mogli ją podziwiać nie tylko przez lunetę.

Jeśli chodzi o planety, to Merkurego, który zawsze wędruje blisko Słońca, można zaobserwować nisko nad horyzontem, na wschodnim niebie o świcie lub na zachodzie o zmierzchu. Jeśli pogoda nam dopisze, to najłatwiej będzie go można dostrzec przed wschodem Słońca w drugim tygodniu lutego, natomiast wieczorem w połowie kwietnia.

Piękną Wenus, jako Gwiazdę Wieczorną, będzie można podziwiać od początku roku do połowy marca, a jako Jutrzenkę będziemy mogli ją obserwować od początku kwietnia do końca listopada. Ponadto, 18 IV i 19 VI dojdzie do bliskiej koniunkcji Wenus z Marsem, a 13 X z Saturnem.

Zwolennicy obserwacji Marsa mogą go dostrzec od początku lutego na porannym niebie, najpierw w gwiazdozbiorze Strzelca, potem przemieści się kolejno przez konstelacje Koziorożca, Wodnika, Ryb, Barana, Byka (27 VII minie o 5 stopni Aldebarana), Bliźniąt (5 X minie o 6 stopni Polluksa), Raka i pod koniec roku zagości w Lwie, będąc widoczny w drugiej połowie nocy. Będzie w koniunkcji z Merkurym 26 I i 1 III, z Jowiszem 17 II oraz z Wenus 18 IV i 19 VI.

Natomiast Jowisz, jak przystało na planetę olbrzyma, będzie obserwowany na styczniowym wieczornym niebie w gwiazdozbiorze Strzelca, potem skryje się w promieniach Słońca, pojawi się następnie na porannym niebie w gwiazdozbiorze Koziorożca, w którym pozostanie do końca roku. Czas jego przebywania nad horyzontem będzie się systematycznie wydłużał, w połowie maja wschodzi tuż po północy, a 14 VIII będzie w opozycji i można go wtedy obserwować przez całą noc. Od połowy listopada do końca roku będzie widoczny coraz niżej nad zachodnim horyzontem. Jowisz będzie w koniunkcji z Marsem 17 II i 24 II z Merkurym.

Saturn gości w gwiazdozbiorze Lwa, wschodząc tuż przed północą na początku roku, widoczny będzie coraz dłużej, a praktycznie przez całą noc (opozycja 8 marca), aż do połowy czerwca, potem tylko na wieczornym niebie do końca sierpnia. Po złączeniu ze Słońcem pojawi się na porannym niebie w Pannie na początku października, gdzie pozostanie widoczny w drugiej połowie nocy aż do końca roku, systematycznie wydłużając okres przebywania nad horyzontem. Saturn będzie w koniunkcji z Merkurym 18 VIII i 8 X, a z Wenus 13 X.

Uran będzie widoczny z wieczora do połowy lutego w gwiazdozbiorze Wodnika. Po złączeniu ze Słońcem pojawi się nam z początkiem kwietnia na porannym niebie w Rybach. W opozycji będzie 17 IX, aby z początkiem października wrócić do Wodnika, gdzie pozostanie do końca roku. W grudniu będzie widoczny z wieczora na zachodnim niebie.

Neptun cały rok spędzi w gwiazdozbiorze Koziorożca. Można go obserwować z wieczora do połowy stycznia. Potem zniknie w promieniach Słońca, by pojawić się rankiem z początkiem marca. W opozycji będzie 17 VIII, a od połowy listopada będzie widoczny coraz krócej na wieczornym niebie. Do obserwacji Urana i Neptuna musimy użyć lunety.

W tym roku, z 18 większych rojów meteorów, które rokrocznie promieniują, polecałbym do obserwacji: Perseidy z 13 sierpnia, wspomniane już na wstępie Kwadrantydy z maksimum 4 stycznia i Geminidy z 14 grudnia. Najlepsze warunki do ich obserwacji będą mieć Geminidy, gdyż Księżyc będzie 2 dni przed nowiem. W czasie zaś przelotów Perseidów Księżyc będzie w ostatniej kwadrze.

W 2009 r., będziemy się mogli emocjonować napływającymi wynikami obserwacji nieba w różnych zakresach widma elektromagnetycznego, a uzyskiwanymi z pokładów pozaziemskich obserwatoriów. Dysponując zaś wolną chwilą w długie wieczory zimowe, spójrzmy teraz spokojnie w niebo, z niewątpliwie najpiękniejszym gwiazdozbiorem Orionem i pamiętajmy przy tym o przysłowiu: „Z wiosną nasze nadzieje na wyjście z kryzysu rosną", jednym słowem, byle do pogodnej i ciepłej wiosny tego nowego 2009 roku!

Adam Michalec

WAKACJE W PLANETARIUM

Miejsce: Planetarium Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku.

Termin: Dowolny, jednak po wcześniejszym uzgodnieniu z kierownikiem planetarium.

Wymagania: Poświęcenie średnio 1 godziny dziennie na pomoc dla planetarium.

Korzyści: Bezpłatny dostęp do obiektów Muzeum Mikołaja Kopernika, w szczególności do planetarium i obserwatorium; możliwość rozbicia namiotu na terenie obserwatorium, szansa na spotkanie ciekawych ludzi.

Wakacje to oferta dla indywidualistów, którzy nie lubią zorganizowanego życia obozowego. Ceną samodzielności jest jednak konieczność zadbania samemu o spanie, jedzenie i ciekawy program zajęć. Wakacje to dla pracowników planetarium okres ciężkiej pracy. Tylko wtedy mogą oni poświęcić czas uczestnikom, gdy uczestnicy pomogą w podstawowej pracy planetarium.

Zgłoszenia udziału i pytania proszę kierować pod adres:

Andrzej S. Pilski,
skr. poczt. 6,
14-530 Frombork,
aspmet@wp.pl

Dlaczego warto pracować nad wikipedią?

Wikipedia budzi duże emocje, ma swoich zagorzałych wielbicieli i zdeklarowanych wrogów. Ja należę do tych pierwszych i chciałabym przekonać nieprzekonanych do niej Czytelników — zawodowych astronomów i miłośników astronomii — do wspólnej pracy nad tym medium.

Zdaję sobie sprawę, że mam niełatwe zadanie. Owszem, jest niewielka grupa astronomów, którzy poprawiają istniejące hasła i dodają nowe, ale znacznie częściej spotykam się z mniej czy bardziej tajoną niechęcią.

Oto typowe wypowiedzi moich rozmówców, zagadniętych pod kątem napisania hasła:

— Po co mam pisać jakieś hasło, napracować się, a przyjdzie jakiś bałwan i wszystko zepsuje…

— Ja mam pisać do czegoś, do czego KAŻDY może coś pisać?!

— To jest śmietnik i nie będę się w tym grzebał…

— Dlaczego ja, to dobra robota dla jakichś studentów czy uczniów…

— Przecież to nikomu nie jest potrzebne, są podręczniki i literatura fachowa…

— Dzieci w szkole będą z tego ściągać, a przecież nie chcemy ich wychować na istoty potrafiące tylko bezmyślnie klikać myszą. Najlepiej byłoby to zamknąć.

Może trochę przesadziłam, ale sens wypowiedzi był mniej więcej taki, a skutek dokładnie taki: nie będziemy nic w tej sprawie robić. A szkoda, bo instytucja wikipedii jest jednym z najlepszych wynalazków doby Internetu.

Może zatem spróbuję odpowiedzieć po prostu po kolei na listę wyżej wymienionych problemów, a istota i zalety wikipedii same się Państwu ukażą — taką mam nadzieję.

Zacznijmy zatem od psucia. Tak, to prawda, każdy może wywołać wikipedię na swoim komputerze, o ile tylko dysponuje dostępem do Internetu i może edytować hasło. Może otworzyć na przykład hasło „Astronomia" w edytorze (czyli po prostu naciska klawisz „Edytuj"), skasować całą treść i napisać brzydki wyraz, a następnie zapisać to jako hasło. I rzeczywiście, jeżeli ktoś w tym momencie otworzy wikipedię na haśle „Astronomia", to zobaczy ten właśnie wyraz. Jeżeli jest mało doświadczonym użytkownikiem, to zdziwi się i zmartwi. Jeżeli ma więcej doświadczenia, przejdzie do opcji umożliwiającej powrót do poprzedniej wersji za pomocą jednego naciśnięcia klawisza! I problem jest rozwiązany. Co więcej, grupka zapalonych użytkowników wikipedii zazwyczaj sprawdza natychmiast nowe edycje, szczególnie takie dokonane przez niezalogowanego użytkownika i rozwiązuje problem natychmiastowo. Od mniej więcej roku od czasu do czasu coś poprawiam w wikipedii, w części astronomicznej, i nigdy na bieżąco nie spotkałam się z przypadkiem wandalizmu, a jeden przypadek widziałam, właśnie przeglądając poprzednie wersje hasła „Czarna dziura" (komuś się ona brzydko skojarzyła, ale problem był natychmiast usunięty). Oglądanie wszystkich historycznych wersji danego hasła jest nie tylko możliwe, ale i interesujące, widać, jak hasło się rozwijało, kto do niego wniósł najwięcej. Znaczna część aktywnych użytkowników wikipedii ma bowiem swoje pseudonimy, loguje się do systemu przed edytowaniem i w ten sposób „podpisuje" swoją działalność. Jeżeli podoba nam się bardzo jakieś hasło i widzimy w zapisie historii, kto je w głównej mierze sformułował, to możemy też wywołać wszystkie inne hasła, do których ten autor kontrybuował. Najważniejsze jest jednak to, że nasza praca nie zginie, nie ma takiej możliwości. Możemy tego także sami dopilnować — jeżeli edytujemy zawsze z tego samego komputera, z tym samym numerem IP albo jeżeli robimy to, logując się, wtedy od czasu do czasu możemy podejrzeć wszystkie czy wybrane hasła, które kiedykolwiek edytowaliśmy, i zobaczyć, czy po nas poprawiano tylko literówki, czy ktoś coś zepsuł.

Druga sprawa to egalitaryzm użytkowników — każdy jest równy, niezależnie od dyplomów i kwalifikacji. To na pewno jest problemem w innych dziedzinach niż nauki ścisłe. W praktyce nie jest tak, że każdy chce pisać hasła matematyczne, fizyczne czy w szczególności astronomiczne. Szczególnie dotyczy to haseł o charakterze przekrojowym (charakterystyka dziedziny) czy opisujących mechanizmy działania. Przynajmniej w astronomii jest tak, że amatorzy piszą, i to bardzo dobrze, wiele haseł dotyczących klasyfikacji obiektów, ciekawostek i nowości, a haseł opisujących zagadnienia astrofizyczne jest za mało, a te, które są, wymagają dalszego rozwinięcia. Formalnie może to zrobić każdy, ludzie jednak nie podejmują się tego, nie mając przekonania, że podołają. Możliwość tłumaczenia z innych wersji językowych trochę ułatwia sprawę, ale nie zawsze, bo dochodzi sprawa tłumaczenia (kreowania) polskiej terminologii. Co więcej, hasła (angielskie, bo do takich zaglądałam) też nie zawsze są w zupełności zadowalające, choć w wielu wypadkach są bardzo pomocne. Tu dygresja: jest takie prawo w wikipedii, że można dosłownie tłumaczyć z innych wersji językowych, nie narusza to praw autorskich, natomiast nie można do wikipedii przepisywać haseł z innych encyklopedii, ponieważ to byłoby nadużyciem. Czyli albo trzeba tłumaczyć z dowolnego języka, albo pisać samemu. I co ważne, teraz w wikipedii kładzie się duży nacisk na podawanie odnośników do literatury (może być fachowa, jak „Nature", ApJ, A&A), z której zaczerpnięto dane stwierdzenie, a także do wykorzystywanych przy pisaniu opracowań, artykułów przeglądowych i książek. Jeżeli ktoś napisze nowe hasło bez jakichkolwiek odnośników, to jest spora szansa, że zaraz ktoś mu dopisze: „Podaj źródło!"

Trzecia sprawa to czy poważni astronomowie powinni tracić czas na takie rzeczy jak pisanie haseł do wiki, skoro mogą to zrobić uczniowie w szkole, w ramach zajęć fakultatywnych. No niby tak, ale napisanie dobrego, wyważonego hasła encyklopedycznego nie jest proste, szczególnie w dziedzinach, które rozwinęły się ostatnio i nie są ujęte w dobre ramy literaturowe. Skąd na przykład taki uczeń ma poradzić sobie z hasłem „Pulsacje gwiazd", „Temperatura barwna (koloro-

wa)" czy „Tło rentgenowskie"? Zatem w sumie to dobrze, że każdy może edytować, bo praca jest dla wszystkich — są hasła proste i hasła trudne. Do pisania haseł prostych warto zachęcać nawet szkolną młodzież, do nieco trudniejszych warto angażować studentów, a te najtrudniejsze powinni pisać doświadczeni astronomowie, pracujący w danej dziedzinie wiedzy. I ten podział pracy rodzi się samoistnie, bo wystarczy sprawdzić, których haseł brakuje lub są zbyt mało rozwinięte — właśnie tych najtrudniejszych! Przydałby się na przykład dobry przekrojowy tekst o historii astronomii, definicja „Astrofizyki" też wymaga dopracowania itp.

Kolejna sprawa to „Śmietnik". Owszem, w wikipedii, także w astronomii, hasła nie są wyważone i pewnym sprawom poświęca się dużo uwagi, innym mniej. Ale czy nadmiar informacji komuś szkodzi, jeżeli jest do dyspozycji wyszukiwarka? Co z tego, że może nie wszystkie informacje są ważne? Lepiej, że są, a skupić się warto na uzupełnianiu tego, czego nie ma, a co jest ważne i co może być potrzebne użytkownikowi. A czasem i nam. Kto z nas nie znajdował od czasu do czasu w szybki sposób prostego faktu właśnie w wikipedii!?

Co do rozwijania i pisania haseł przez uczniów, o tym już było wyżej. Natomiast teraz czas na najważniejszy aspekt — czy w ogóle wikipedia ma sens, skoro są książki i literatura fachowa? Odpowiedź otrzymana na to pytanie od zapytanej osoby zależy dramatycznie od faktu, czy dana osoba często używa Internetu i ma go pod ręką, czy nie. Osobie mającej włączony komputer na biurku zdecydowanie łatwiej i szybciej jest skorzystać z Internetu. Szukanie czegoś w książce na zasadzie kartkowania jest żmudne i niewdzięczne. Książki są miłe i poręczne do czytania od deski do deski, szczególnie wieczorem w łóżku, ale zdecydowanie nie do znajdowania pojedynczego faktu. To jednak jeszcze nie identyfikuje wikipedii jako najlepszego źródła, bo literatura fachowa nie jest obecna przede wszystkim w Internecie. I faktem jest, że zasadniczo powinniśmy się posługiwać literatura fachową. W każdym razie zawodowi astronomowie powinni stąd czerpać swoje wiadomości, pisząc pracę naukową. Z pewnością nie umieściłabym w swojej pracy wysyłanej właśnie do „Astronomy and Astrophysics" czegoś przepisanego z wikipedii. I nie mam takiej potrzeby. Ale jak piszę artykuł popularny na jakiś temat, na przykład o najjaśniejszych gwiazdach na niebie, to czemu nie? A dla studentów czy osób zainteresowanych astronomią literatura fachowa jest często trudno osiągalna (choć to nie całkiem prawda, akurat w dziedzinie astronomii większość prac jest w jakiejś formie dostępna w Internecie w bibliotece preprintów), a przede wszystkim jest trudna. Na temat nowych zagadnień często publikuje się liczne, sprzeczne ze sobą prace, o charakterze bardzo technicznym i nie będąc fachowcem w danej konkretnej dziedzinie, trudno powiedzieć, gdzie raczej jest prawda. Natomiast osoba (kompetentna) pisząca hasło dokonuje dla nas tej oceny: co jest ważne, co poprawne, co najprawdopodobniej stanowi dobrą interpretację zjawiska itp. Tę sama rolę pełnią artykuły przeglądowe, ale te z kolei są publikowane w materiałach konferencyjnych, które nie zawsze są dostępne w Internecie (właściwie najczęściej nie są) i w dodatku też najczęściej są zbyt szczegółowe. Pozostają książki, ale te są nieliczne i z natury rzeczy zawsze zawierają informację mocno przestarzałą. Nie ma to znaczenia, jeśli chcemy coś wiedzieć o wschodach i zachodach Słońca, ale ma to znaczenie dramatyczne, jeśli chcemy się dowiedzieć czegoś o wynikach badań planet poza naszym Układem Słonecznym. Choćby sama liczba planet zmienia się niemal z dnia na dzień... Tylko internetowa informacja może za tym nadążyć. Ale w Internecie też nie zawsze jest łatwo coś znaleźć, posługując się wyszukiwarką i drążąc liczne strony. Jeśli coś jest w wikipedii, mamy to szybko i wygodnie. No, a żeby tam było, to ktoś to musi tam wstawić... I jeszcze jeden drobiazg — książki poświęcone astronomii są zazwyczaj po angielsku i są bardzo drogie. Książki wydawane po polsku to pozycje nieliczne.

Ostatnia sprawa, która w szczególności martwi bardzo nauczycieli, to kwestia ściągania. Rzeczywiście z papierowej encyklopedii przepisać trzeba ręcznie, mimo woli czytając przepisywany tekst, a w przypadku źródła internetowego i drukowania wypracowań istnieje możliwość kopiowania myszą bez zaglądania do zawartości. No cóż, to prawda. Nie ma jednak takich wynalazków, które by nie miały jakiejś wady. Weźmy taki samochód. Ilu ludzi ginie rocznie na drogach przez ten niefortunny wynalazek! Strach pomyśleć. Zupełnie nie rozumiem, czemu ludzie nie wolą chodzić pieszo czy choćby jeździć rowerem. Przecież kilka tysięcy osób ginących na drogach rocznie oznacza, że żyjąc średnio 75 lat mamy szansę jak jeden do 100 zginąć w wypadku, jeżeli dobrze liczę... A jednak ponosimy to ryzyko i jeździmy, bo zalety przeważają nad wadami. Tak też jest z wikipedią. Zalety przeważają i to znacznie. Zamiast jednej, dwóch książek uczniowie mają dostęp do znacznie bogatszej informacji, tak w samej wikipedii, jak i poza nią. Co więcej, ze względu na bogactwo internetowych zasobów można dawać uczniom tematy trudniejsze, przekrojowe, wymagające pewnego ustosunkowania się do omawianych treści. Temat zaczynający się od „Co sądzisz na temat..." nie będzie już taki łatwy do przepisania, bo wymaga choćby odrobiny komentarza osobistego, wskazującego na zrozumienie tekstu bądź jego brak.

Podsumowując, wikipedia, czy tego chcemy, czy nie, daje zatem w dzisiejszych czasach najprostszy dostęp do wiedzy szerokiemu kręgowi osób. Polska wersja wikipedii dodatkowo nie stawia bariery językowej i sprzyja rozwojowi polskiej terminologii astronomicznej. Jeśli tak, to w trosce o rozwój społeczeństwa my wszyscy, a w szczególności astronomowie, powinniśmy wnieść swój wkład w rozwój tego medium. Bycie uczonym nakłada nie tylko obowiązek dokonywania odkryć naukowych. Astronom jest w służbie społecznej, swą pracę wykonuje na koszt podatnika i swą wiedzą powinien temu społeczeństwu służyć. A to oznacza z kolei popularyzowanie wiedzy astronomicznej. Wikipedia jest jedną z najdoskonalszych form takiej popularyzacji przez bezprecedensową dostępność.

Czy przekonałam czytelników „Uranii" do pracy nad wikipedią? Pozostaje mi od czasu do czasu zaglądać do haseł astronomicznych i patrzeć, czy pięknie rosną...

Bożena Czerny

Marzec

Słońce

W punkcie równonocy wiosennej znajdzie się w tym roku 20 marca o 11^h44^m. Punkt ten nosi historyczną nazwę „punktu Barana" (zaczyna się od niego zodiakalny znak Barana) i spełnia bardzo ważną rolę w astronomii: od niego mierzy się na niebie współrzędne kątowe: rektascensję i długość ekliptyczną. Chwilę, w której Słońce znajduje się w punkcie Barana, uważamy za początek wiosny astronomicznej.

W ciągu marca dnia przybywa równo o dwie godziny: w Warszawie 1 marca Słońce wschodzi o 5^h22^m, zachodzi o 16^h15^m, a 31 marca wschodzi o 4^h13^m, zachodzi o 17^h08^m. W marcu Słońce wstępuje w znak Barana.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
III	1	–21,55	–7,22	113,53
	3	–22,04	–7,24	87,18
	5	–22,51	–7,25	60,83
	7	–22,95	–7,25	34,48
	9	–23,36	–7,24	8,13
	11	–23,75	–7,23	341,78
	13	–24,11	–7,20	315,42
	15	–24,44	–7,17	289,06
	17	–24,75	–7,12	262,70
	19	–25,03	–7,07	236,33
	21	–25,28	–7,01	209,97
	23	–25,50	–6,95	183,60
	25	–25,70	–6,87	157,22
	27	–25,87	–6,79	130,85
	29	–26,01	–6,69	104,47
III	31	–26,12	–6,59	78,09

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$9^d14^h48^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

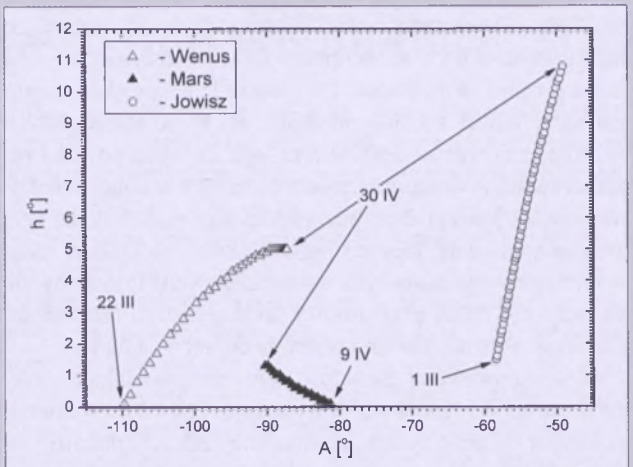
Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli pod koniec marca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra $4^d07^h46^m$, pełnia $11^d02^h38^m$, ostatnia kwadra $18^d17^h47^m$ i nów $26^d16^h06^m$. W perygeum Księżyc znajdzie się 7 marca o 15^h08^m, a w apogeum 19 marca o 13^h17^m.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

W marcu można będzie oglądać **Wenus** zarówno na wieczornym, jak i porannym niebie. W pierwszej połowie miesiąca znajdziemy ją wieczorem nad południowo-zachodnim horyzontem, świecącą jako „Gwiazda Wieczorna" o jasności –4,6^m. O ile w pierwszych dniach marca wysokość planety nad horyzontem, mierzona pod koniec zmierzchu cywilnego, wyniesie jeszcze prawie 30°, o tyle 26 marca obserwacja planety o tej samej porze będzie już niemożliwa. Tydzień wcześniej będzie ją można jednak odnaleźć nad ranem, wznoszącą



Rys. 1. Wenus, Mars i Jowisz nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w marcu i kwietniu 2009 na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca)

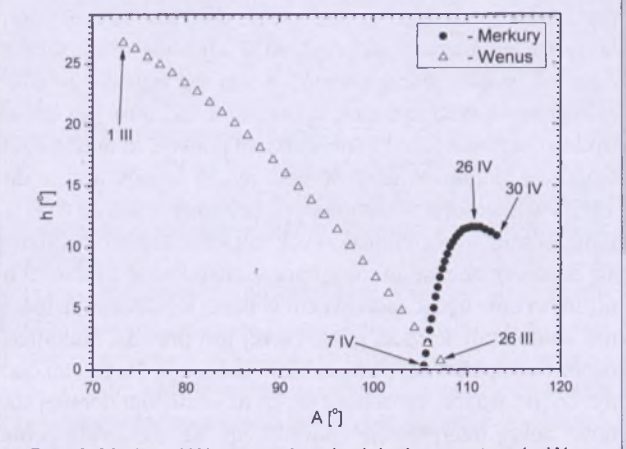
się coraz wyżej nad północno-wschodnim horyzontem, jednakże pod koniec miesiąca osiągającą wysokość zaledwie niecałe 3°. Oznacza to, że w okresie od 22 do 26 marca będzie można próbować dostrzec Wenus zarówno na niebie porannym, jak i wieczornym.

Mars znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Nad ranem, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem można próbować dostrzec **Jowisza**, którego wysokość, mierzona godzinę przed wschodem Słońca, wzrośnie od 1° na początku marca, do 6° pod koniec miesiąca. W odnalezieniu planety pomocna będzie jej jasność, wynosząca aż –2^m.

Przez całą noc w gwiazdozbiorze Lwa odnajdziemy **Saturna**. W pierwszych dniach marca planeta znajduje się w opozycji do Słońca, w związku z czym średnica jej tarczy wyniesie aż 20", co ułatwia obserwacje zmian w układzie chmur planety oraz strukturę jej pierścieni nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie. Układ pierścieni Saturna skierowany będzie swoim brzegiem prawie dokładnie w kierunku Ziemi i będzie praktycznie niewidoczny, co ułatwi obserwacje słabych księżyców planety również przez niewielkie teleskopy amatorskie.

Uran i **Neptun** przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.



Rys. 2. Merkury i Wenus nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w marcu i kwietniu 2009 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

Planeta karłowata **(134340) Pluton** jest widoczna nad ranem w gwiazdozbiorze Węża, jednakże jej jasność wynosi jedynie 14,5^m i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 20 cm: 5 III: 18^{h}12,2^m, –17°42'; 13 III: 18^{h}12,7^m, –17°41'; 21 III: 18^{h}13,0^m, –17°40'; 29 III: 18^{h}13,2^m, –17°40'.

Planeta karłowata **(1) Ceres** znajduje się w pobliżu opozycji i jest widoczna przez całą noc w gwiazdozbiorze Lwa. W ciągu miesiąca jej jasność maleje od 6,9^m do 7,4^m: 2 III: 10^{h}57,2^m, +24°54'; 12 III: 10^{h}48,5^m, +25°38'; 22 III: 10^{h}40,9^m, +25°57'.

W marcu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

(2) Pallas, (jasność 8,5^m): 2 III: 5^{h}08,1^m, –15°19'; 12 III: 5^{h}20,3^m, –12°13'; 22 III: 5^{h}34,4^m, –9°16'; 1 IV: 5^{h}50,2^m, –6°31'.

Komety

W marcu przez całą noc, wysoko nad południowym horyzontem, będzie można przy pomocy lornetek obserwować kometę **C/2007 N3 (Lulin)**: 2 III: 9^{h}33,6^m, +14°10', 6,4^m; 12 III: 7^{h}47,5^m, +20°30', 7,6^m; 22 III: 7^{h}04,2^m, +21°54', 8,7^m; 1 IV: 6^{h}45,5^m, +22°16', 9,6^m.

Należy pamiętać, że położenie komety, a zwłaszcza jej jasność, mogą się nieco różnić od przewidywanych.

Meteory

W dniach od 25 stycznia do 15 kwietnia promieniuje rozmyty ekliptyczny kompleks strumienia **Wirginidów (VIR)**, przejawiający się poprzez kilka słabo wyróżniających się maksimów aktywności. Prawdopodobnie kompleks ten (a przynajmniej jego część) jest związany z kometą Gambarta obserwowaną w 1834 r. W skład strumienia wchodzą powolne, jasne, żółto-pomarańczowe meteory i bolidy. Głównym składnikiem strumienia Wirginidów są **alfa Wirginidy**, których słabo wyróżnione maksimum aktywności przypada na 24 marca. Rozmyty radiant meteorów ma duży ruch własny, a w okresie maksimum leży w gwiazdozbiorze Panny i jego środek ma współrzędne rekt. 13^{h}00^m, dekl. –4°. W obserwacjach tego słabego roju w okresie maksimum nie będzie w tym roku przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księżyc.

* * *

1^{d}00^h Maksymalna libracja Księżyca (8,4°) w kierunku krateru *Schickard* (zacieniony).

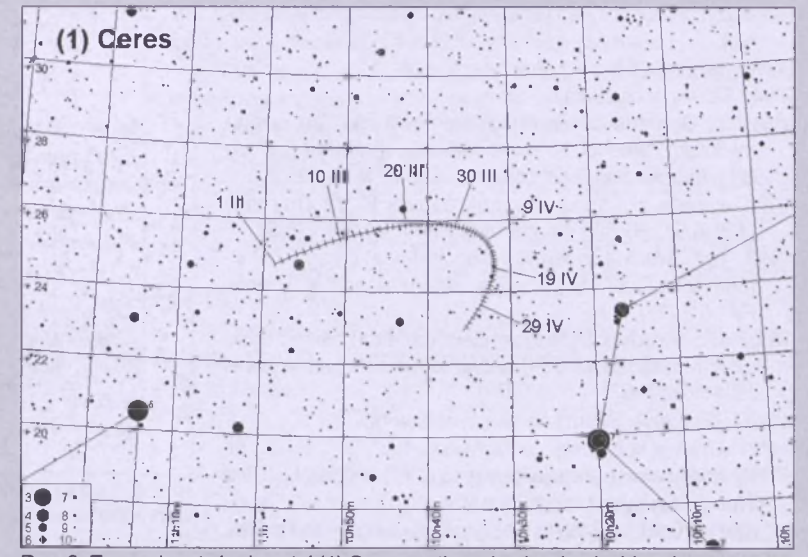
2^{d}01^h Złączenie Merkurego z Marsem w odl. 0,6°.

4^{d}02^{h}22^m Gwiazda zmienna ç Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

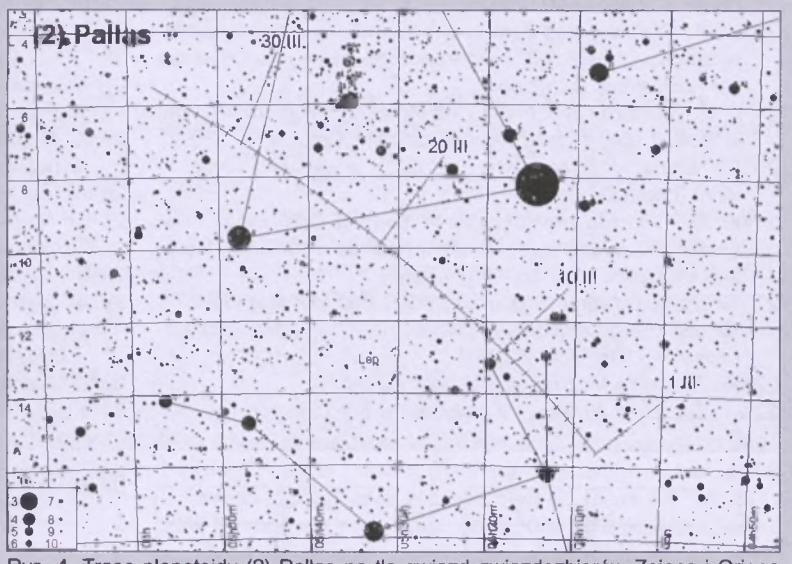
5^{d}09^h Złączenie Merkurego z Neptunem w odl. 2°.

7^{d}20^h Minimalna libracja Księżyca (0,9°) w kierunku *Mare Fecunditatis* (oświetlone).

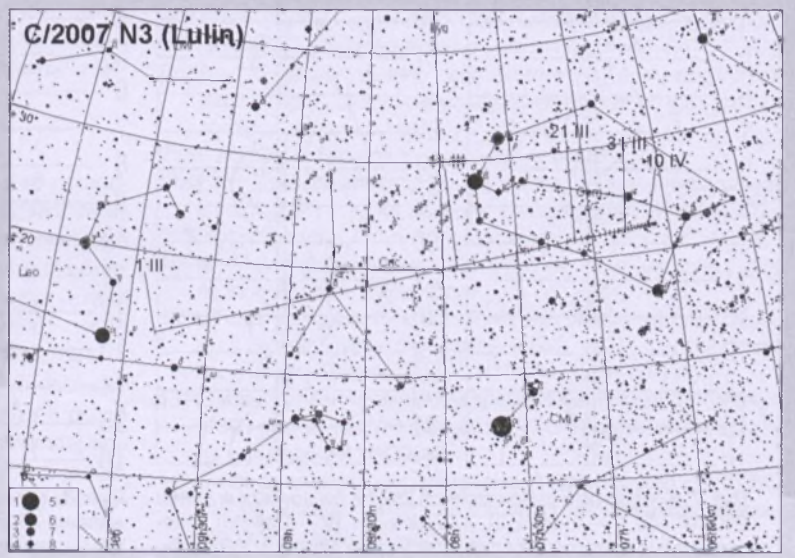
7^{d}20^{h}02^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*



Rys. 3. Trasa planety karłowatej (1) Ceres na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w marcu i kwietniu 2009 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)

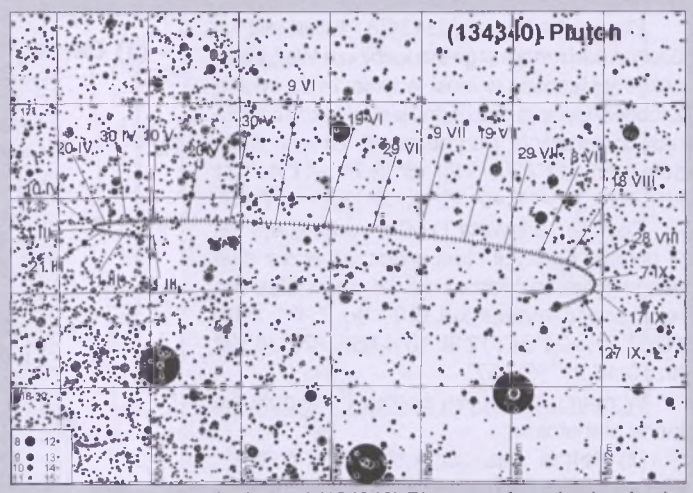


Rys. 4. Trasa planetoidy (2) Pallas na tle gwiazd gwiazdozbiorów Zająca i Oriona w marcu 2009 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



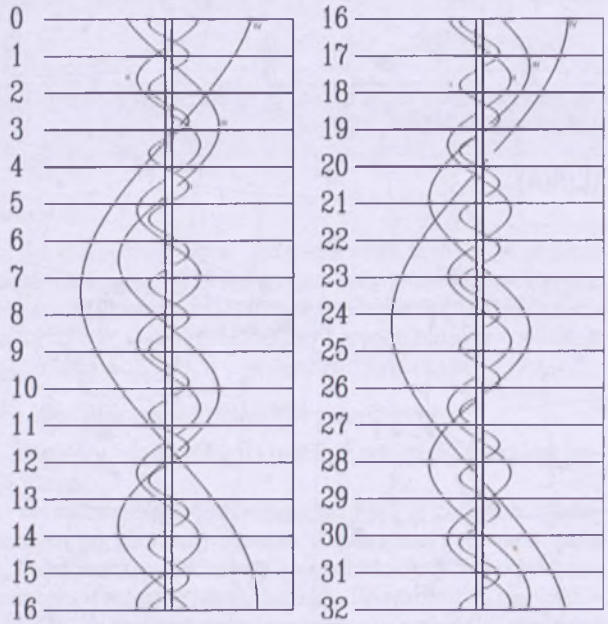
Rys. 5. Trasa komety C/2007 N3 (Lulin) na tle gwiazd w marcu i kwietniu 2009 (zaznaczone gwiazdy do 8^m)

8^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
8^{d}13^h Złączenie Marsa z Neptunem w odl. 1°.
9^{d}04^h Saturn w opozycji do Słońca.
9^{d}21^{h}23^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.
10^d Gwiazda zmienna długookresowa R Vir (miryda) (12^{h}38,5^m, +6°59') osiąga maksimum jasności (6,9^m).
10^{d}00^{h}19^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.
10^{d}03^{h}47^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007]*.
10^{d}20^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 6°.
14^{d}01^h Uran w koniunkcji ze Słońcem.
14^{d}05^h Maksymalna libracja Księżyca (8,5°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).
16^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
17^d Gwiazda zmienna długookresowa R Sgr (miryda) (19^{h}16,7^m, –19°18') osiąga maksimum jasności (7,3^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2005]*.
20^{d}11^{h}44^m Słońce wstępuje w znak Barana, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 0°; mamy początek wiosny astronomicznej i zrównanie dnia z nocą.
20^{d}17^{h}54^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.
20^{d}23^h Minimalna libracja Księżyca (2,3°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).
21^{d}00^{h}38^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2008]*.
22^d Gwiazda zmienna długookresowa R Psc (miryda) (1^{h}30,7^m, +2°52') osiąga maksimum jasności (8,2^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2006]*.
22^{d}06^h Złączenie Merkurego z Uranem w odl. 1°.
22^{d}21^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 0,8°.

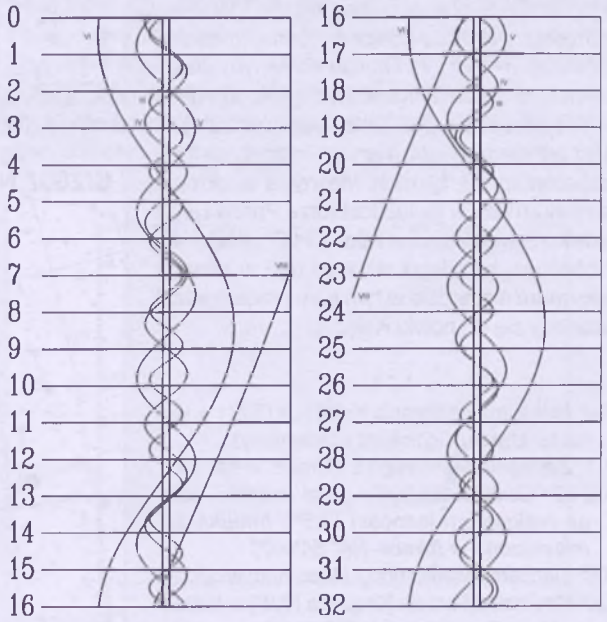


Rys. 6. Trasa planety karłowatej (134340) Pluton na tle gwiazd gwiazdozbioru Węża od marca do września 2009 (zaznaczone gwiazdy do 15^m)

23^{d}13^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1,5°.
24^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
24^{d}10^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 3°.
25^{d}18^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 4°.
26^{d}01^{h}24^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2008]*.
26^{d}02^{h}41^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.
26^{d}05^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 5°.
27^{d}19^h Maksymalna libracja Księżyca (8,0°) w kierunku krateru *Schickard* (zacieniony).
29^{d}10^h Złączenie Merkurego z Wenus w odl. 9°.
29^{d}19^h Zakrycie gwiazdy ε Ari (4,7^m) przez ciemny brzeg Księżyca po nowiu, na wysokości 16° nad horyzontem, widoczne w całej Polsce (Gdańsk 19^{h}17^m — Kraków 19^{h}32^m).
30^{d}23^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.
31^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.



Rys. 7. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w marcu 2009 (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa, wschód na lewo



Rys. 8. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w marcu 2009 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

Kwiecień

Słońce

Wznosi się po ekliptyce coraz wyżej ponad równik niebieski, w związku z czym dzień jest coraz dłuższy. W ciągu miesiąca dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 kwietnia Słońce wschodzi o 4^h11^m, zachodzi o 17^h10^m, a 30 kwietnia wschodzi o 3^h07^m, zachodzi o 18^h00^m. W kwietniu Słońce wstępuje w znak Byka.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
IV	1	–26,16	–6,54	64,90
	3	–26,23	–6,43	38,51
	5	–26,27	–6,31	12,12
	7	–26,28	–6,18	345,73
	9	–26,26	–6,05	319,33
	11	–26,21	–5,91	292,93
	13	–26,14	–5,76	266,53
	15	–26,03	–5,61	240,12
	17	–25,89	–5,45	213,71
	19	–25,73	–5,28	187,30
	21	–25,53	–5,11	160,88
	23	–25,31	–4,93	134,47
	25	–25,06	–4,75	108,05
	27	–24,77	–4,56	81,62
IV	29	–24,46	–4,36	55,19
V	1	–24,12	–4,16	28,76

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$5^d22^h03^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli pod koniec kwietnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra $2^d14^h34^m$, pełnia $9^d14^h56^m$, ostatnia kwadra $17^d13^h36^m$ i nów $25^d03^h23^m$. W perygeum Księżyc znajdzie się $2^d02^h32^m$, w apogeum $16^d09^h17^m$ i ponownie w perygeum $28^d06^h28^m$.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Poczynając od 7 kwietnia wieczorem, nisko nad północno-zachodnim horyzontem, można próbować odnaleźć **Merkurego**, świecącego z jasnością -1^m. Maksymalną wysokość nad horyzontem, wynoszącą pod koniec zmierzchu cywilnego prawie 12°, planeta osiągnie dopiero 26 kwietnia. Przez teleskop, przy powiększeniu 100×, zobaczymy wtedy tarczę Merkurego o średnicy 8", w fazie malejącej po „kwadrze".

Wenus można przez cały kwiecień próbować dostrzec nad ranem jako „Gwiazdę Poranną", gdy na godzinę przed wschodem Słońca zobaczymy ją na prawie niezmiennej wysokości 5° nad wschodnim horyzontem, świecącą z jasnością $-4,5^m$. Przez teleskop zobaczymy tarczę planety o średnicy 40", w fazie rosnącej po „nowiu".

Nad ranem, tuż nad wschodnim horyzontem, teoretycznie można dostrzec **Marsa**, jednak pod koniec miesiąca wzniesie się on na wysokość jedynie 1°, co przy jasności $+1,2^m$ czyni jego obserwacje praktycznie niemożliwymi.

Nad ranem coraz wyżej nad południowo-wschodnim horyzontem wznosi się **Jowisz**, świecący z jasnością -2^m, osiągając pod koniec miesiąca, na godzinę przed wschodem Słońca, wysokość prawie 11°.

W pierwszej połowie nocy, nadal w gwiazdozbiorze Lwa, odnajdziemy **Saturna** świecącego z jasnością $0,5^m$. Warunki obserwacji planety w porównaniu z marcem się nie zmieniają.

Uran i **Neptun** nadal przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Poprawiają się nieco warunki widzialności planety karłowatej **(134340) Pluton**, który w drugiej połowie nocy góruje na wysokości 17° nad południowym horyzontem: 6 IV: $18^h13,2^m$, –17°39'; 14 IV: $18^h13,1^m$, –17°38'; 22 IV: $18^h12,9^m$, –17°38'; 30 IV: $18^h12,5^m$, –17°38'.

Nadał w pobliżu opozycji znajduje się planeta karłowata **(1) Ceres**, świecąca w gwiazdozbiorze Lwa z jasnością zmniejszającą się w ciągu miesiąca od $7,4^m$ do $8,0^m$: 1 IV: $10^h35,2^m$, +25°51'; 11 IV: $10^h32,0^m$, +25°21'; 21 IV: $10^h31,6^m$, +24°32'.

W kwietniu w pobliżu opozycji nie znajdują się żadne jasne planetoidy.

Meteory

W dniach od 16 do 25 kwietnia promieniują **Lirydy (LYR)**, związane z kometą C/1861 G1 (Thatcher), obserwowaną w 1861 r. W skład roju wchodzą białe, stosunkowo powolne meteory. W latach 1803 i 1922 były obserwowane deszcze meteorów z tego roju. Maksimum aktywności w tym roku spodziewane jest 22 kwietnia o godzinie 22^h30^m. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lutni i ma współrzędne rekt. 18^h04^m, dekl.+34°. Warunki obserwacji w tym roku są bardzo dobre, gdyż w obserwacjach nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księżyc.

* * *

1^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

$1^d19^h19^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

3^d20^h Minimalna libracja Księżyca (1,5°) w kierunku *Mare Fecunditatis* (oświetlone).

4^d Gwiazda zmienna długookresowa R UMa (miryda) ($10^h44,6^m$, +68°47') osiąga maksimum jasności ($7,5^m$).

$5^d20^h16^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

$6^d20^h40^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

7^d03^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 6°.

$8^d23^h33^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

9^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

10^d14^h Maksymalna libracja Księżyca (8,0°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).

12^d23^h Odkrycie gwiazdy π Sco ($2,9^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca po pełni, widoczne w całej Polsce, na wysokości 7° nad horyzontem (Zielona Góra 23^h17^m — Lublin 23^h33^m).

13^d Gwiazda zmienna długookresowa T Hya (miryda) ($8^h55,6^m$, –9°08') osiąga maksimum jasności ($7,8^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2005].*

14^d Gwiazda zmienna długookresowa R Oph (miryda) ($17^h07,8^m$, –16°06') osiąga maksimum jasności ($7,6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2007].*

15^d08^h Wenus nieruchoma w rektascensji.

15^d10^h Złączenie Marsa z Uranem w odl.0,4°.

17^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
17^{d}01^h Minimalna libracja Księżyca (2,2°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).
19^{d}16^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl.2°.
19^{d}22^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl.1,5°.
19^{d}22^{h}43^m Słońce wstępuje w znak Byka, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 30°.
21^{d}04^h Złączenie Wenus z Uranem w odl.6°.
21^{d}22^{h}39^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*
22^{d}04^h Złączenie Urana z Księżycem w odl.4°.
22^{d}16^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl.5°.
22^{d}16^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl.1°.
23^{d}17^h Maksymalna libracja Księżyca (8,5°) w kierunku krateru *Schickard* (oświetlony).
24^d Gwiazda zmienna długookresowa RS Vir (miryda) (14^{h}27,3^m, +4°41') osiąga maksimum jasności (8,1^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2008].*
24^{d}21^h Złączenie Wenus z Marsem w odl.4°.
25^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
26^{d}08^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości 20°25'.
26^{d}17^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl.1°.
26^{d}22^{h}16^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2008].*
29^{d}21^{h}52^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*
30^{d}12^h Minimalna libracja Księżyca (2,4°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w marcu w Polsce „czasie zimowym", należy dodać 1 godzinę, aby otrzymać datę w obowiązującym od 29 marca w Polsce „czasie letnim" należy dodać 2 godziny.

Momenty złączeń planet z Księżycem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ściężor

Errata

W numerze 6/2008 „Uranii-PA" w „Kalendarzu Astronomicznym" błędnie podano współrzędne planetoidy (27) Euterpe i planety karłowatej (1) Ceres.

Właściwe współrzędne:

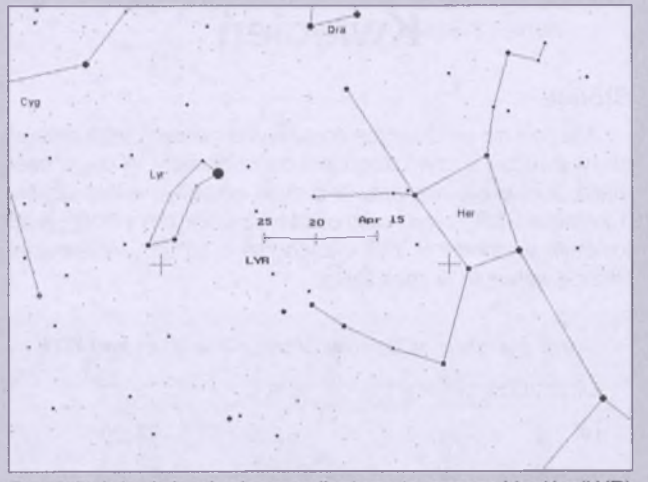
(27) Euterpe, (jasność 8,9^m): 1 I: 9^{h}37,6^m, +15°32'; 11 I: 9^{h}33,8^m, +16°06'; 21 I: 9^{h}26,7^m, +16°54'; 31 I: 9^{h}17,4^m, +17°49'.

(1) Ceres, osiągającą pod koniec lutego jasność 6,9^m: 1 I: 11^{h}16,9^m, +18°03'; 11 I: 11^{h}20,1^m, +18°50'; 21 I: 11^{h}20,6^m, +19°53'; 31 I: 11^{h}18,2^m, +21°09'; 10 II: 11^{h}13,1^m, +22°30'; 20 II: 11^{h}05,8^m, +23°48'; 2 III: 10^{h}57,2^m, +24°54'.

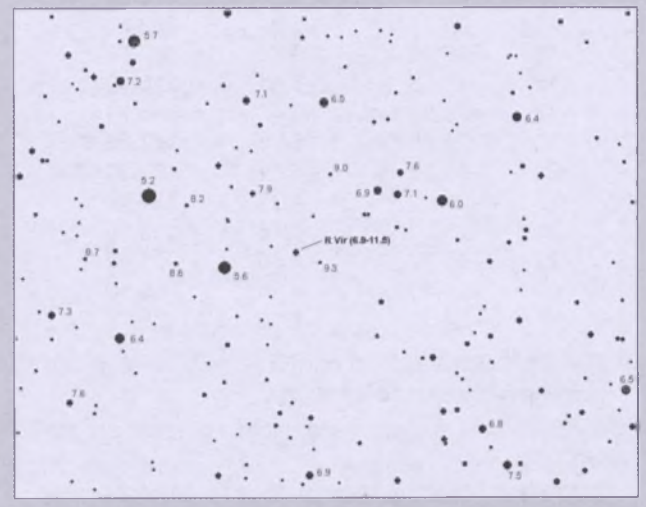
Jednocześnie informuję, że załączone w „Kalendarzu..." mapki tras wymienionych wyżej obiektów są poprawne.

Za pomyłkę przepraszam,

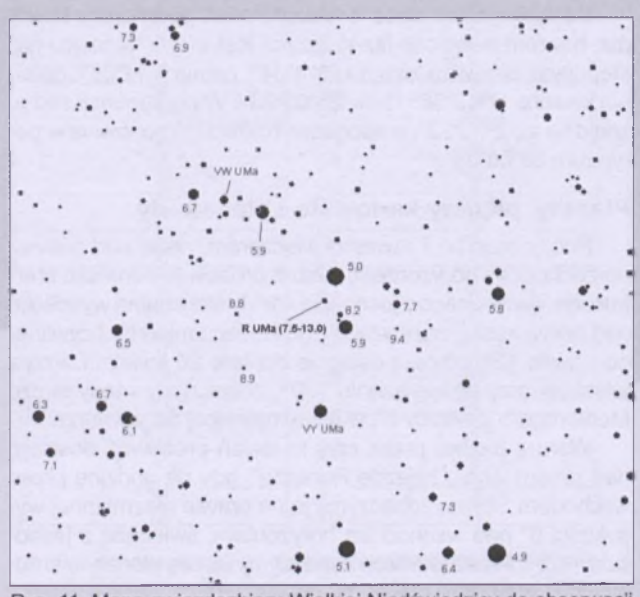
Tomasz Ściężor



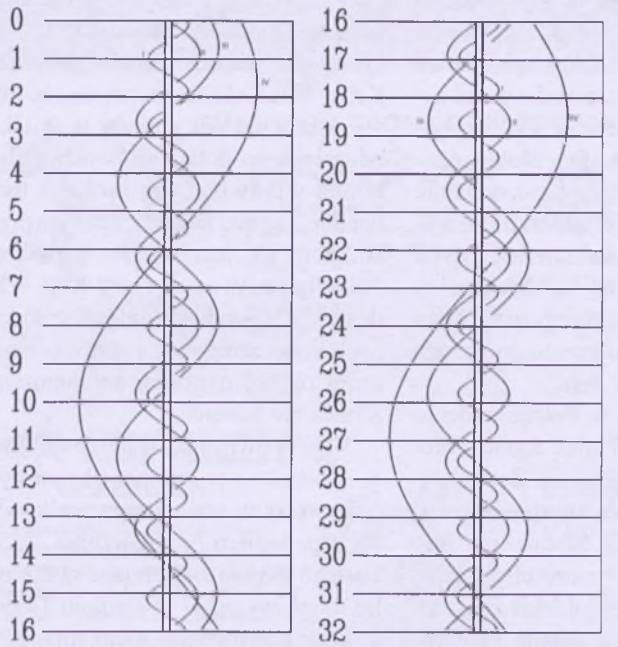
Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Lirydów (LYR) w okresie od 15 do 25 kwietnia



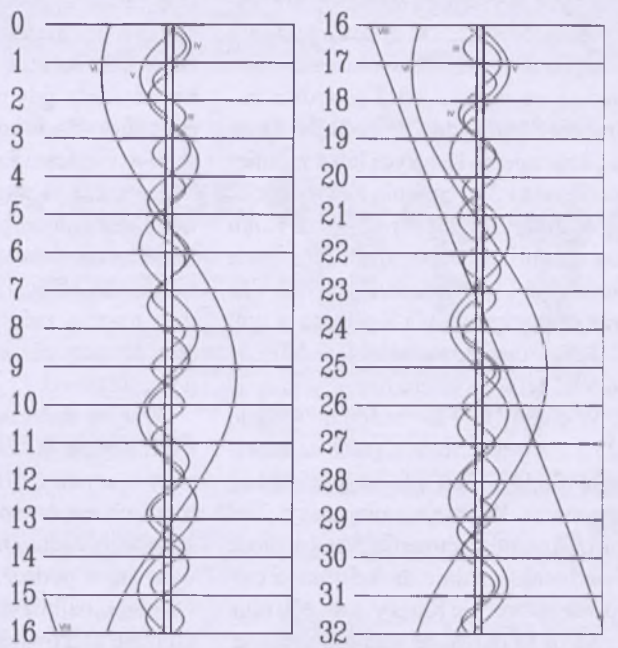
Rys. 10. Mapa gwiazdozbioru Panny do obserwacji gwiazdy zmiennej R Vir (12^{h}38^{m}30,0^s, +6°59'17"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 6°, północ u góry)



Rys. 11. Mapa gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy do obserwacji gwiazdy zmiennej R UMa (10^{h}44^{m}38,5^s, +68°46'33"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)



Rys. 12. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w kwietniu 2009 (I — Io, II — Europa, IIi — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 13. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w kwietniu 2009 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

Spojrzenie w lipcowe zaćmienie Słońca

Z wtorku na środę, 21/22 lipca 2009 r. dojdzie do całkowitego zaćmienia Słońca, którego pas całkowitości będzie przebiegał w kolejności przez Indie, Chiny, Japonię, północną Indonezję i Filipiny. Będzie to najdłużej trwające zaćmienie tego stulecia, którego maksymalny czas trwania 6 min i 43,8 s przypadnie w rejonie japońskiej wyspy Iwo Jima, pamiętnej z niezwykle krwawej bitwy o Pacyfik w 1944 r. Natomiast w Chinach, w rejonie Szanghaju, całkowite zaćmienie potrwa „tylko" 5 min, zaś 60 km na południe, w okolicy miasta Jinshanwei już 5 min i 55 s, i tam maksimum zaćmienia Słońca nastąpi o godz. 1.40 UT (11.40 czasu miejscowego). W czasie zaćmienia oprócz korony słonecznej i protuberancji będzie można obserwować najjaśniejsze z planet: Merkurego położonego 9 stopni na wschód i Wenus, 41 stopni na zachód od zasłoniętego Słońca. Trudniejsze do dostrzeżenia będą Mars i Saturn. Z jasnych gwiazd powinny być widoczne, z poprawką na emocje obserwatora, Procjon, Syriusz, Betelgeza, Rigel i Kapella, a także Kastor i Polluks. Tam też, w okolice Szanghaju, na ten zaćmieniowy spektakl wybiera się grupa zapalonych obserwatorów zaćmień Słońca, z Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego z Niepołomic. W Polsce to zaćmienie nie będzie widoczne, natomiast po dwóch tygodniach, w nocy 5/6 VIII, wystąpi u nas półcieniowe, prawie niezauważalne zaćmienie Księżyca. Faza maksymalna tego zaćmienia przypadnie o godz. 02.39. Zaćmienia Słońca czy Księżyca budziły i nadal budzą duże zainteresowanie obserwatorów tych zjawisk, nie tylko ze względu na przeżycia estetyczne. Dokładne pomiary momentów początku i końca zaćmienia Słońca i Księżyca dostarczają informacji o ruchu Księżyca i Ziemi, o kształcie, powierzchni i rozmiarach Księżyca i Słońca; służą także do celów geodezyjnych. W czasie całkowitych zaćmień Słońca dokonuje się obserwacji zewnętrznych warstw atmosfery słonecznej (chromosfery i korony); warstwy te są wtedy widoczne wokół przesłoniętej przez Księżyc tarczy Słońca. Ponadto zapiski kronikarskie dotyczące obserwacji w odległej przeszłości tych zjawisk pozwalają na uściślenie dat wielu wydarzeń historycznych, stanowiąc miarę upływu czasu, niezależną od zwodniczej pamięci ludzkiej.

Z definicji zaćmienie to zasłonięcie części lub całej tarczy ciała niebieskiego przez inne lub przejście ciała świecącego światłem odbitym przez obszar cienia rzucanego przez inne ciało.

Zaćmienie Słońca to zasłonięcie przez Księżyc części (zaćmienie częściowe lub obrączkowe) lub całej (zaćmienie całkowite) tarczy Słońca.

Zaćmienie Księżyca to przejście Księżyca przez cień lub półcień Ziemi, powodujące zmniejszenie blasku Księżyca.

Zaćmienia Słońca i Księżyca następują wtedy, gdy Księżyc podczas nowiu (zaćmienie Słońca) lub pełni (zaćmienie Księżyca) znajduje się w pobliżu jednego z węzłów swej orbity.

Zaćmienie Słońca jest obserwowalne jedynie w punktach Ziemi znajdujących się w obrębie cienia (w pasie o szerokości około 270 km) lub półcienia Księżyca, natomiast zaćmienie Księżyca jest obserwowalne na całej półkuli Ziemi zwróconej ku Księżycowi. Dlatego wydaje się, że zaćmienia

Księżyca występują częściej niż zaćmienia Słońca. W rzeczywistości w ciągu roku liczba zaćmień Słońca i Księżyca wynosi od 2 (obydwa zaćmienia Słońca) do 7 (5 zaćmień Słońca i 2 zaćmienia Księżyca lub 4 zaćmienia Słońca i 3 zaćmienia Księżyca).

W 2009 Międzynarodowym Roku Astronomii wystąpią dwa zaćmienia Słońca: 26 I (obrączkowe) i 21–22 VII, oraz cztery zaćmienia Księżyca w tym 31 XII — częściowe, zaś 9 II, 7 VII i 5–6 VIII tylko półcieniowe.

W ciągu 1000 lat następuje średnio 2375 zaćmień Słońca (659 całkowitych) i 1543 zaćmień Księżyca (716 całkowitych). W danym miejscu na Ziemi całkowite zaćmienie Słońca może trwać maksymalnie do 7,5 min, a całkowite zaćmienie Księżyca do 100 min.

Saros to okres, po którego upływie, w przybliżeniu, powtarzają się podobne zaćmienia Słońca i Księżyca. Okres ten wynosi 223 miesiące synodyczne (miesiąc synodyczny to pełny cykl faz Księżyca, trwający średnio: 29 dni, 12 godz. 44 min i 3 s), czyli 6585,32 dnia (18 lat i 11 dni). Saros znany był już astronomom babilońskim, a w starożytności według sarosu przewidywano momenty zaćmień (*vide* „Faraon" — Bolesława Prusa). W czasie jednego sarosu zdarza się około 70 zaćmień, w tym 42 zaćmienia Słońca i około 28 zaćmień Księżyca. Jeżeli zaćmienie Słońca, oglądane z Ziemi, zdarza się w momencie, kiedy Księżyc w nowiu jest jednocześnie blisko apogeum swojej orbity, to tarcza Księżyca jest mniejsza kątowo od tarczy Słońca i nie zdoła jej przysłonić nawet wtedy, gdy przechodzi przed nią centralnie. Pozostaje więc święcący jaskrawo pierścień fotosfery Słońca, okalający tarczę Księżyca (maksymalnie szerokość kątowa pierścienia może wynosić 1,4 min łuku). Zaćmienie tego typu nazywamy obrączkowym. Maksymalny czas trwania zaćmienia obrączkowego jest dłuższy niż całkowitego i może wynosić nawet 12,4 min.

W tym stuleciu w Polsce widocznych będzie 40 zaćmień Słońca, niestety wszystkie częściowe. Zatem aby móc zobaczyć wspaniałe zjawisko całkowitego zaćmienia Słońca, musimy udać się w podroż, najczęściej daleką. Ostatnie, najbliższe polskich ziem zaćmienie całkowite wystąpiło 11 sierpnia 1999 r., a pas całkowitości przechodził m. in. w rejonie Balatonu na Węgrzech. Dla każdego obserwatora tego zjawiska całkowite zaćmienie Słońca stanowi niezapomniane przeżycie, warte nawet najdalszej podróży.

Nic więc dziwnego, że dawniejszymi czasy ludzie — ba, nawet nam współcześni — widzieli w tym czysto geometrycznym zjawisku jakieś niezwykłe znaki.

W „Kronice" Jan Długosz pisze: „Kiedy Król (Władysław Jagiełło) jechał z Kobrynia do Myta, w piątek po Oktawie Bożego Ciała (7 czerwca 1415), o trzeciej godzinie, w godzinie pacierzy Tercja 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".

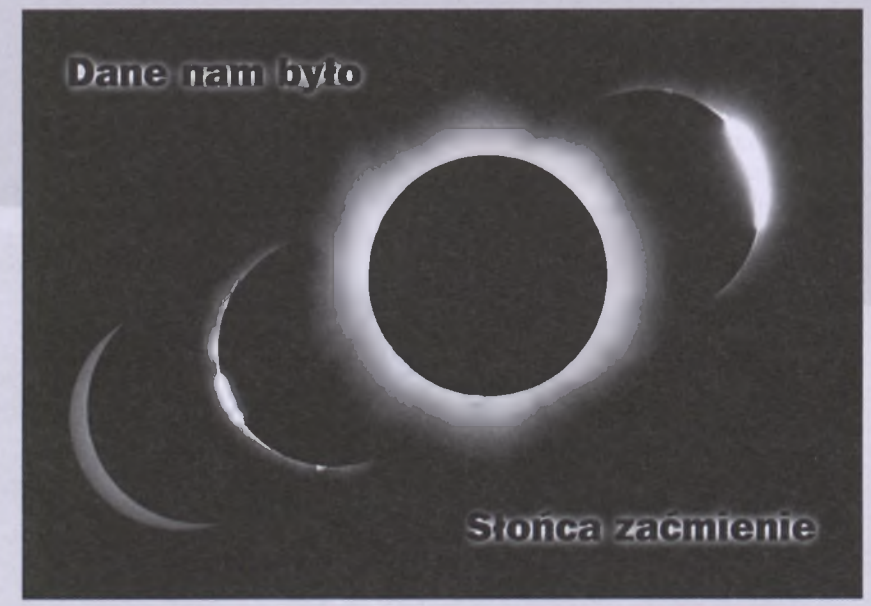
W Krakowie, jako ostatnie całkowite, właśnie to zaćmienie Słońca było obserwowane, zaś następne całkowite wystąpi dopiero 7 października 2135 r. Dlatego też jest zrozumiałe, iż kto tylko mógł, wyjechał w sierpniu 1999 r. do pasa całkowitego zaćmienia, gdyż taka gratka tak bliskiego Polski, całkowitego zaćmienia Słońca nieprędko się powtórzy.

Jako jeszcze jedną ciekawostkę należy tu podać, iż skoro ruch Ziemi i Księżyca jest znany z dostateczną dokładnością, więc można było obliczyć zaćmienia na odległe daty naprzód i wstecz. Te ostatnie interesują szczególnie historyków. Największą pracą tego rodzaju jest „Kanon Zaćmień", obliczony w XIX w., przez austriackiego astronoma T. Oppolzera i wydany w 1887 r. Dzieło to zawiera dane liczbowe dotyczące 8000 zaćmień Słońca i 5200 zaćmień Księżyca, dla lat 1207 p.n.e. do roku 2162 n.e. Nowszym jest „Canon of Eclipse", opracowany przez astronomów belgijskich: J. Meeusa, C. Grossjeana i W. Vanderlindena, wydany w 1966 r., a zawierający dane odnoszące się do zaćmień Słońca i Księżyca w latach: 1898—2510. Z tych to dzieł korzystają oczywiście nie tylko astronomowie.

Odważnym, żądnym niezapomnianych wrażeń, życzę miłej podróży lotniczej do Indii, Chin lub Japonii, bowiem naprawdę warto skorzystać z nadarzającej się okazji, aby zobaczyć to wspaniałe zjawisko, jakim jest całkowite zaćmienie Słońca. Szczegóły dotyczące lipcowego zaćmienia znajdziemy pod adresem:

http://eclipse.gsfc.nasa.gov

Adam Michalec



Pocztówka z zaćmieniem Słońca w 1999 r. była dołączona do specjalnego wydania „Uranii"

ASTROKRAK

F.P.U.H. **ASTROKRAK**, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
e-mail: astrokrak@astrokrak.pl - **www.astrokrak.pl**
tel.: **(12) 413 55 26**, fax: (12) 417 31 81
sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15

DOŁĄCZ DO GRONA ODKRYWCÓW **Już czwarta supernowa została odkryta naszym teleskopem!**

BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90	999.00
Refraktor R-102	1899.00
Refraktor R-127L	2699.00
Refraktor R-127S	2899.00
Refraktor R-152	3499.00
Newton N-130	1099.00
Newton N-150	1699.00

ORION

SERIA SKYVIEW PRO
(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem, GO-TO lub Intelliscope)

Refraktor 80mm ED APO	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO	od 9250.00
Refraktor 120mm	od 3350.00
Maksutow 127mm	od 3350.00
Maksutow 150mm	od 4450.00
Maksutow 180mm	od 5999.00
Newton 203mm	od 3350.00

SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION

7x50	485.00
10x50	495.00

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (4-40mm/1,25")	od 95.00
RKE (26-40mm/2")	od 195.00
Barlow 2x/1,25"	95.00
Barlow 2x/2"	299.00

SERIA MT - nowe ceny!!!
(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm	999.00
MT-750 152mm	1450.00
MT-800 200mm	1999.00

Sky-Watcher

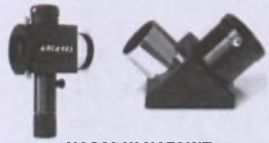
TELESKOPY - najniższe ceny!!!

Newton 114mm EQ2	595.00
Newton 130mm EQ2	695.00
Newton 150mm EQ3-2	1235.00
Dobson 8" Classic	1075.00
Dobson 8" Pyrex	1275.00

ANTARES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25")	od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25")	od 250.00
Erfla (30-52mm/2")	od 315.00
Szerokokątne (67°/5,7-25mm)	od 299.00
Szerokokątne (82°/7,5-18mm)	od 499.00
Barlow 2x/1,25	105.00
Barlow 1,6x/2"	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25")	525.00



NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25"	105.00
90° 1,25"/1,25"	125.00
45° M42x1/1,25"	125.00
90° M42x1/1,25"	145.00
90° 2"/2° 98%	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.	625.00

FILTRY

ALP 1,25"	199.00
ALP 2"	350.00
ND 13 1,25" (szary)	45.00
ND 13 2" (szary)	105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25"	285.00
Kolorowe 7 szt. 2"	475.00

MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200R GPS
(Teleskopy Ritchey-Chrétiena na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm)	13925.00
10" (254mm)	18925.00
12" (305mm)	23850.00
14" (356mm)	35995.00
16" (406mm)	69500.00

SERIA LDX-75
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor)	5075.00
6" (152mm refraktor)	6095.00
6" (152mm Schmidt-Newton)	5175.00
8" (203mm Schmidt-Newton)	6125.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain)	8325.00
10" (254mm Schmidt-Newton)	6925.00

SERIA ETX
(Teleskopy Maksutowa na montażu widłowym z systemem GO-TO)

90PE (90mm)	3889.00
105PE (105mm)	4899.00
125PE (125mm)	5995.00

SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe
(Teleskopy kratownicowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm	2049.00
Newton 254mm	2699.00
Newton 305mm	4249.00
Newton 406mm	9999.00

Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm)	od 499.00
SWA (68°/16-40mm)	od 899.00
UWA (82°/4,7-30mm)	od 1050.00

KAMERY CCD
(Z oprogramowaniem Autostar Suite)

LP Imager	550.00
DS Imager	1525.00
DS Imager Pro	1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3	799.00

CORONADO

TELESKOPY I FILTRY SŁONECZNE Hα
Już od 2825.00

LUMICON

OKULARY PODŚWIETLANE
(Z krzyżem nitek)

12,5mm ortoskop.	585.00
25mm Kellner	275.00

FILTRY MGŁAWICOWE

Deep Sky 1,25"	375.00
Deep Sky 2"	730.00
UHC 1,25"	375.00
UHC 2"	730.00
OIII 1,25"	375.00
OIII 2"	730.00
H-Beta 1,25"	375.00
H-Beta 2"	730.00
Comet 1,25"	375.00
Comet 2"	730.00

NASADKI KĄTOWE

Enhanced 1,25"	365.00
Enhanced 2"	695.00
LumiBrite 1,25" 98%	550.00
LumiBrite 2" 98%	875.00

KSIĄŻKI I ATLASY

Uranometria tom I i II	179.00
Pocket Sky Atlas	89.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Deluxe	179.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Field	199.00
Atlas of the Moon	135.00

MAPY I GLOBUSY

Obrotowa mapa nieba	8.00
Karta Messiera	13.00
Karta Caldwella	13.00
Mapa Księżyca	13.00
Globus Księżyca	225.00

OPROGRAMOWANIE

Starry Night Pro+	1050.00
Starry Night Pro.	650.00
Starry Night Enth.	335.00
CoolSky 2.0	39.00
Maxim DL	1250.00
SkyMap Pro	375.00
SkyChart III	169.00
Desktop Universe	825.00
SkyTools 2 CD	425.00

SKY PUBLISHING

ASTROKRAK

TELESKOPY I AKCESORIA

Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze od 250 do 600mm. Zbudowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS	49.00
M42/Nikon	49.00
M42/T2	45.00
1,25"/M42	35.00
2"/M42	45.00
M42/web kamera	45.00
L-adapter mały	20.00
L-adapter duży	25.00

WYCIĄGI OKULAROWE
(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)

Obrotowy 1,25"	115.00
Przesuwny 1,25"	195.00
Przesuwny 2"	275.00

Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na *www.astrokrak.pl*

Michał Heller, *Ostateczne wyjaśnienia Wszechświata*, Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych UNIVERSITAS, Kraków 2008, 246 s., cena 35,00 zł.

Zafascynowała mnie ta książka. I to nie tylko elegancją okładki i formalną elegancją całości, ale przede wszystkim treścią. Jak wyjaśnia Autor w przedmowie, książka powstała jako rozwinięcie jego referatu, który wygłosił w 2003 r. na Międzynarodowym Sympozjum poświęconym filozoficznemu dorobkowi Ludwiga Wittgensteina. Tematem wiodącym Sympozjum była *Wissen und Glauben – Knowledge and Belief* (Wiedza i wiara), a referat Michała Hellera nosił tytuł „Czy Wszechświat może wyjaśnić sam siebie?". I tak ograniczony w czasie i wygłoszony dla specjalistów referat rozrósł się do rozmiarów książki przeznaczonej nie tylko dla specjalistów. Książka podzielona jest na 3 części. Część I poświęcona jest modelom Wszechświata. Część II nosi tytuł „Zasady antropiczne i inne Wszechświaty". Część III to „Stworzenie Wszechświata". Całość kończy się krótkim epilogiem zatytułowanym „Lekcja Pseudo-Dionizego". Na strukturę części nakłada się struktura rozdziałów: jest ich 21, a te z kolei podzielone są na 3–7 podrozdziałów, co sprawia, że książka czyta się łatwo i pozwala na wybór w danej chwili interesujących nas zagadnień oraz swobodną refleksję nad każdym z poruszonych w niej tematów.

Pierwsza część książki to dosyć wierne, ale rozszerzone odtworzenie wspomnianego wyżej odczytu Autora. Część druga poświęcona jest wyjaśnieniom antropicznym i odwołującym się do koncepcji wielu paralelnych wszechświatów. Wokół tych wyjaśnień narasta wiele nieporozumień, dlatego Autor poświęca im relatywnie więcej miejsca. Jednak wyraźnie oddziela te wyjaśnienia od bardziej uświęconych naukową tradycją (choć niekiedy egzotycznych) wyjaśnień opartych na solidnie skonstruowanych modelach matematycznych. W części trzeciej Autor rozważa i poddaje analizie problematykę stworzenia świata przez Boga. Filozoficzno-teologiczne rozważania są zdecydowanie czymś innym niż konstruowanie i interpretacja modeli kosmologicznych, a w wypowiedzi Znakomitego Kosmologa, jakim jest Autor, nabierają pełniejszego zabarwienia i znajdują się na przedłużeniu analiz ściśle związanych z naukowym badaniem. Niewiele jest książek, które podnoszą ten problem w tak kompetentny i rzeczowy sposób.

Po króciutkiej przedmowie następuje rozdział pierwszy zatytułowany „Ostateczne wyjaśnienia". Nie wyjaśnienie, a wyjaśnienia, w liczbie mnogiej, a to znaczy, że jest wiele wyjaśnień, wiele możliwych rozwiązań i koncepcji, a więc problem powstania i istnienia Wszechświata jest ciągle otwarty i wymaga dalszych badań.

Ten wstępny, pierwszy rozdział ma podrozdziały, stanowiące jakby syntetyczne przedstawienie następujących dalej treści trzech części książki. Oto tytuły podrozdziałów: 1. Zrozumieć rozumienie, 2. Totalitaryzm metody, 3. Modele, 4. Zasady antropiczne i inne wszechświaty, 5. Stworzenie Wszechświata. Pierwszy podrozdział zaczyna się następującymi zdaniami (zresztą wyniesionymi na obwolutę okładki):

„Drzemie w nas potężny, nie do końca zrozumiały, instynkt rozumienia. Chcielibyśmy wszystko do końca pojąć, wyjaśnić, udowodnić. Żeby nie było nic, co by nie pozostawało bez racji, i to racji usuwającej wszelki niepokój wątpienia, wszelkie znaki zapytania. Im rzecz donioślejsza, tym bardziej chcemy ją wyjaśnić, zlikwidować jakikolwiek cień podejrzenia, że mogłoby być inaczej. Taka tęsknota do „ostatecznych wyjaśnień" sama nie jest do końca zrozumiała, a gdy chcemy ją zrozumieć, nieuchronnie narzuca się pytanie: co to znaczy „zrozumieć"?

Jak w lustrze, odbija się w tym fragmencie styl i dociekliwość Autora oraz „pokaz" metody wykładu, w którym stara się wszystko do końca wyjaśnić. Aby nie było wątpliwości, o czym mówi i co rozumie pod używanymi słowami i określeniami.

W podrozdziale drugim Autor wyjaśnia, co rozumie przez „ostateczne wyjaśnienia". Jednym ze szlaków prowadzących do „ostatecznego wyjaśnienia" jest rozwijanie teorii i modeli, które stwarzają szansę osiągnięcia takiego celu w wersji przeczuwalnej lub wręcz wymyślonej przez danego uczonego.

Tendencja do „wyjaśnień ostatecznych" tkwi też w samej matematyczno-empirycznej metodzie. Gdy badacz spotyka jakiś trudny problem, metoda naukowa wymaga od niego, aby nie szukał wyjaśnień poza metodą. Jeśli więc przyjmiemy, że Wszechświatem jest to wszystko, do czego można sięgnąć metodą matematyczno-empiryczną, to wyżej sformułowana zasada metodologiczna przybiera postać postulatu domagającego się, aby „Wszechświat wyjaśnić samym Wszechświatem". To właśnie w tym sensie wyjaśnienia naukowe są „ostateczne", gdyż w ramach metody nie dopuszczają żadnych innych wyjaśnień.

Nauką, która dzisiaj najpełniej zajmuje się poszukiwaniem „wyjaśnień ostatecznych", jest kosmologia i na jej gruncie toczy się najbardziej ostry spór o takie właśnie wyjaśnienia. Lektura omawianej książki pokazuje nam, jak bardzo ten spór jest złożony, jak wiele wątków badań naukowych w nim się splata, jak fascynujące są te badania. Książka jest w istocie wykładem współczesnej kosmologii rozszerzonym o implikacje filozoficzne i teologiczne. Każdy myślący, szczególnie zastanawiający się nad tajemnicą istnienia naszej Ziemi i gwiazd, człowiek powinien tę książkę przestudiować.

Nie jest to książka do czytania „do poduszki". Jej lektura wymaga pewnego zastanowienia, czasem powrotu do już przeczytanych rozdziałów, przemyśleń. Autor zrobił wszystko, co mógł, aby nam tę lekturę ułatwić. Napisał książkę pięknym językiem, przystępnie wyjaśnił trudniejsze terminy i pojęcia oraz zorganizował ją w strukturze części, rozdziałów i podrozdziałów znakomicie ułatwiającej surfowanie po treści.

Gorąco polecam Państwu jej lekturę.

Andrzej Woszczyk

Dwa koncerty, dwa światy...

Koncerty, o których chcę tu napisać, różnią się z wielu powodów. Przede wszystkim tym, że na pierwszym nie byłem i tylko częściowo słyszałem w radiu, na drugim udało mi się być. Pierwszy był w Planetarium Śląskim w Chorzowie, drugi miał miejsce w bazylice o.o. salezjanów w Warszawie. Pierwszy trwał parę dni i był imprezą z licznymi sponsorami, drugi trwał tylko parę godzin. Pierwszy stał się zapowiedzią cyklicznych wydarzeń, drugi pozostał efemerycznym zjawiskiem. Łączy je natomiast gatunek: muzyka syntezatorowa + wokal.

Koncertowi Józefa Skrzeka i zaproszonych przez niego przyjaciół towarzyszyły astronomiczne wizualizacje na kopule planetarium, przez co grana muzyka zyskiwała dodatkowy, kosmiczny wymiar, lecz pozostawał on jakby tylko materialny, ograniczony do tego, co widzialne i namacalne.

Zupełnie inaczej było w przypadku koncertu w bazylice. Tu nic jawnie nie sugerowało kosmicznego wymiaru dźwiękowej podróży w czasie i przestrzeni. No, może występ supportującego zespołu „Solar Moon" swą nazwą i tak samo zatytułowanym utworem mógł sugerować jakieś pozaziemskie proweniencje. A jednak...

Rozstawione instrumentarium Klausa Schulze swoim wyglądem kojarzyło się niektórym z obrazami sterowni kosmolotów widzianych w przeróżnych filmach sf, a łagodnie zmieniające się światła diodowych reflektorów rozpraszane na dymach leniwie snujących się po obszernym wnętrzu majestatycznej budowli mogły przypominać, iż Wszechświat światłem jest utkany. Wreszcie przejmujący do szpiku kości wokal Lisy Gerrard obdarzonej głosem o rzadko spotykanej skali, której całe ciało w czasie występu staje się jednym skomplikowanym instrumentem. Wszystko to sprawiało, że w świadomości słuchaczy otwierały sie wrota percepcji Kosmosu, który wymyka się szkiełku i oku uczonych. Kosmosu, którego nauka dotyka jedynie zawiłymi równaniami matematycznymi, który daje sie dotknąć jedynie w wymiarze intelektualnym czy wręcz duchowym. Kosmosu, w którym czujemy nienazwaną strukturę, dotykając Początku i Końca Wszechrzeczy. Tego Kosmosu, w którym światło, dźwięk i kwarki znajdują wspólny mianownik.

Swoiste muśniecie Ostatecznego Równania...

Dwa koncerty, dwa światy — jak dwa podejścia do poznania Wszechświata...

A może to tylko złudzenie? Zapis dvd warszawskiego koncertu Klausa Schulze i Lisy Gerrard zapewne nie dostarczy przygodnym odbiorcom tych samych emocji, które rodziły się w trakcie występu na żywo. Może trzeba było uczestniczyć osobiście w muzycznym spektaklu pod chorzowską kopułą, by odczuć coś wiecej?

Płyta uczestników koncertu chorzowskiego

Autor z Klausem Schulze po warszawskim koncercie. Fot. Grzegorz Bieliński

Muzyki Józefa Skrzeka i przyjaciół już można posłuchać z płyty. Nagrania Klausa i Lisy są także dostępne. Ale czy oglądanie choćby najlepszych zdjęć Kosmosu może zastąpić samodzielne spojrzenie w Niebo?

Jacek Drążkowski

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2009 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł. Cena pojedynczego zeszytu 10,90 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160220200000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

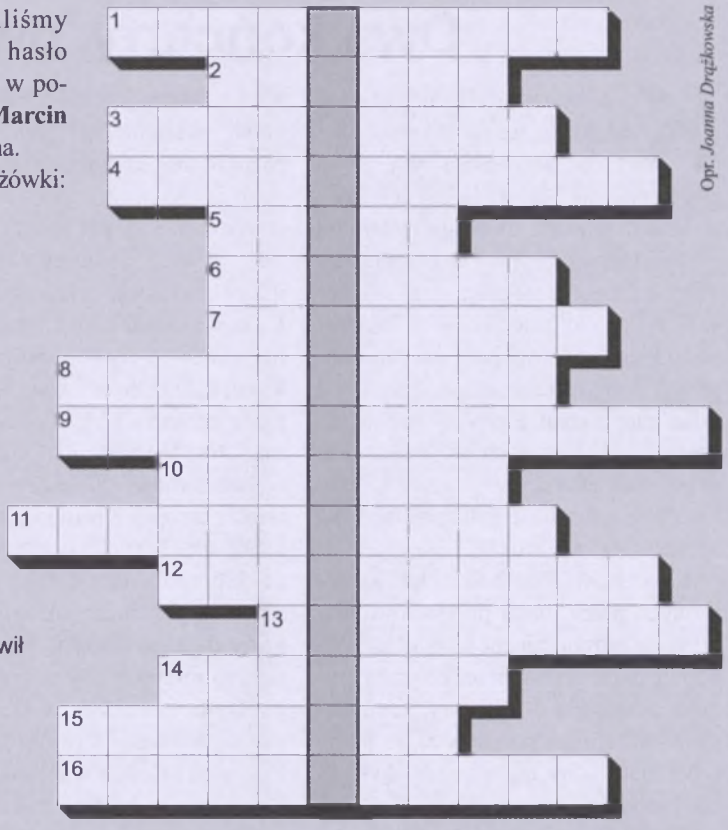
Krzyżówka

Kupon konkursowy Urania-PA 1/2009

W „Uranii–PA" nr 5/2008 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło KOLEKCJA METEORYTÓW. Nagrody w postaci meteorytów od firmy PolandMet wylosowali **Marcin Filipek** z Jerzmanowic i **Katarzyna Palka** z Jaworzna.

A oto hasła pomocnicze do rozwiązania nowej krzyżówki:

1) Np. tunguska
2) Piąta planeta karłowata
3) Encyklopedia, którą może pisać każdy
4) Pole ważne w ewolucji Wszechświata
5) Rodzaj czarnej dziury
6) Odbyła się tam druga IOAA
7) Miejsce pochówku Kopernika
8) Weryfikują teorie
9) Np. Kelvina-Helmholtza
10) ... apertury
11) Ogromne, np. radioźródła
12) Po polsku „migotanie"
13) Krater, pozostałość po meteorycie, który unicestwił dinozaury
14) Siedziba najstarszego uniwersytetu w Europie
15) Konsorcjum dbające o przyszłość astronomii
16) Rój związany z kometą Halleya



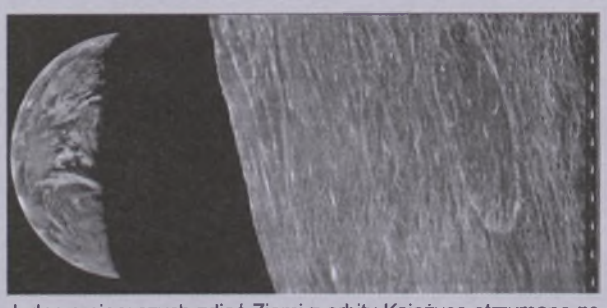
Opr. Joanna Drążkowska

Na rozwiązania czekamy do końca marca 2009 r. Osoby nie będące prenumeratorami „Uranii–PA" muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy nagrody książkowe.

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA" 5/2008: 1. Almukantarat, 2. Kosmoekologia, 3. Templetona, 4. Antennae, 5. Sekstans, 6. Kawęczynek, 7. Asocjacja, 8. Mirosław, 9. Zaćmienie, 10. Phoeniks, 11. Sutherland, 12. Redshift, 13. Lovella, 14. Mergentaler, 15. Czyżewski, 16. Planetozymal, 17. Baszkówka, 18. Przyrowski.

Ciekawe strony internetowe...

Wielu spośród naszych Czytelników miało zapewne do czynienia ze znakomitą stroną „Astronomy Picture of the Day". Niedawno trafiłem na „Lunar Photo of the Day" — można ją znaleźć pod adresem http://lpod.wikispaces.com. Strona ma już cztery lata i bezpośrednio nawiązuje do „Astronomy Picture of the Day". W okresie od 28 czerwca do 1 grudnia br. była odwiedzana z Polski 823 razy, zatem być może dla niektórych czytelników naszego pisma to, co piszę, nie jest żadną nowością... Podany adres odsyła do obrazu odpowiadającemu bieżącej dacie, ale w archiwum można oczywiście przejść do dowolnego dnia ze wspomnianego czteroletniego okresu. Pragnąłbym zwrócić uwagę na obraz z 16 listopada br. — wspaniałe zdjęcie Ziemi widzianej z orbity wokółksiężycowej zrobione przed 42 laty. Zrobione zostało z pokładu Lunar Orbitera 1. Dane zapisane na taśmach magnetycznych powtórnie odczytano i poddano współczesnej obróbce cyfrowej. Największym problemem było uruchomienie starych czytników taśm. Zwykle urządzenia do czytania konkretnych nośników starzeją się szybciej niż same nośniki — pewnie niejeden z naszych czytelników posiada stos bezużytecznych dyskietek, których nie ma już jak przeczytać. W każdym razie uczestnicy projektu LOIRP (Lunar Orbiter Image Recovery Project) zapowiadają dalsze rektyfikowane obrazy z archiwów Lunar Orbiterów. Wiele spośród starych zdjęć Księżyca (i to nie tylko uzyskanych przez Lunar Orbitery) można obejrzeć pod adresem http://www.lpi.usra.edu/resources/lunarorbiter/.



Jedno z pierwszych zdjęć Ziemi z orbity Księżyca otrzymane ze stacji Lunar Orbiter 1 w 1966 r.

(*rs*)

Galeria Uranii

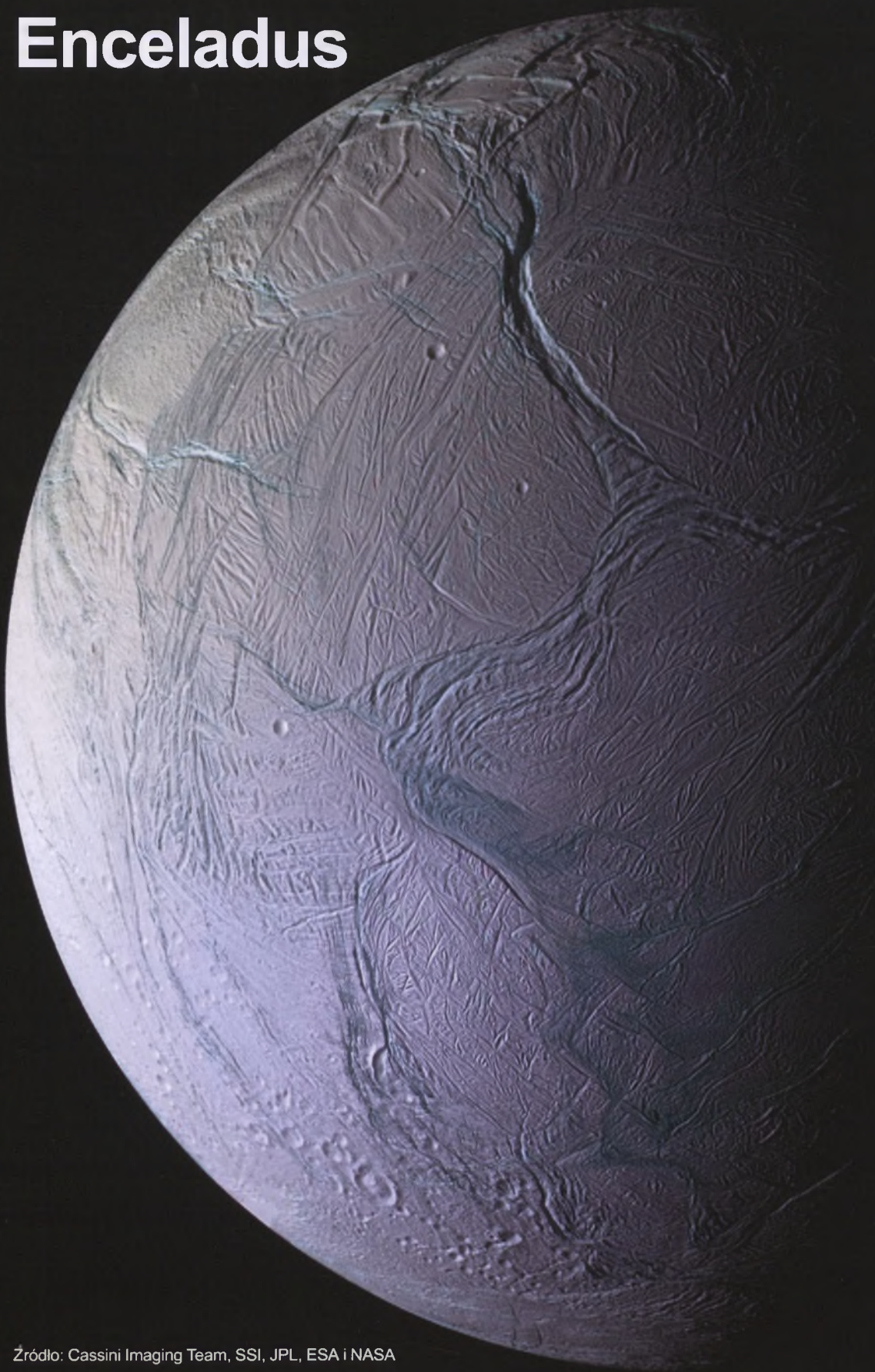
Zdjęcia z zakrycia Wenus przez Księżyc z dnia 01.12.2008 r. Samego zakrycia nie udało się zrobić, ponieważ niebo pokryło się chmurami. Po lewej stronie Księżyca Wenus, a nad nim Jowisz. Zdjęcia były wykonane w odstępie jednej godziny.
Fot. Antoni Chrapek, Nehrybka

Sam Księżyc to „jazda obowiązkowa" osób zaczynających swoją przygodę z astrofotografią. Na prezentowanym zdjęciu dość dobrze widać, że krawędź brzegowa naszego naturalnego satelity wyraźnie odbiega od kształtu koła. Fot. Andrzej Pieślak, Lidzbark Warm. (8.11.2008, godz. 19.16, Pentax K20D + MTO1000)

W Warszawskim oddziale PTMA przerwę w chmurach na 15 min przed zakryciem Wenus wykorzystał na zrobienie zdjęcia Christian Goltz (teleskop Synta 8", f = 1200, firmy Sky-Wacher, aparat Canon 1000D, czas naświetlania: 0,5 s, ISO 400)

Łukasz Necio z Kamińska zajmuje się fotografowaniem ulotnych wrażeń, które opisuje na swoich stronach internetowych w bardzo poetycki sposób. Prezentowane obok zdjęcie z Księżycem zatytułował „Długość dźwięku samotności" (Panasonic fz20, styczeń 2006 r.)

Enceladus



Źródło: Cassini Imaging Team, SSI, JPL, ESA i NASA

Czy niektóre struktury powierzchniowe na Enceladusie wyglądają jak pasy transmisyjne? Współczesne interpretacje najnowszych zdjęć tego najbardziej wybuchowego księżyca Saturna wskazują, że tak właśnie jest. Te formy działalności tektonicznej, praktycznie nie występujące na Ziemi, są zapewne odbiciem struktury wewnętrznej satelity. Wydaje się, że wewnątrz, pod warstwami powierzchniowymi może się znajdować ocean, a w nim nawet rozwijać się życie.

Powyższy obraz został utworzony ze złożenia 28 obrazów uzyskanych przez stację kosmiczną Cassini w październiku 2008 r. Przegląd tych pojedynczych obrazów wyraźnie pokazuje, że duże połacie powierzchni przesuwają się w jednym kierunku.

Na górze znajduje się tektoniczna rozpadlina *Labtayt Sulci*, której głębokość sięga ok. kilometra.

Urania

Postępy Astronomii

2/2009 (740)

tom LXXX

marzec—kwiecień

- Megamasery
- Supernowe w Galaktyce
- Bardzo późne rozbłyski helowe
- Misja kosmiczna NEW HORIZONS

MIĘDZYNARODOWY ROK
ASTRONOMII
2009

ISSN 1689-6009

Cena 10,90 zł (0% VAT)

Galeria Uranii

Zdjęcie górnego łuku stycznego wykonane 15.01.2009 r. o godz 8.53 w Konstantynowie Łódzkim. Aparat Nikon L16, ogniskowa 35 mm. Wysokość Słońca nad horyzontem ok. 8°. Niestety, od zauważenia do końca zjawiska nie uwidoczniły się 22-stopniowe halo ani słońca poboczne. Fot. Jerzy Skowroński

Kolejne zdjęcia dziennego nieba pochodzą ze znacznie obszerniejszego zestawu, jaki nadesłał do redakcji Christian Goltz z Warszawy. Przedstawiają one głównie zjawisko iryzacji.

Ostatnie dwa zdjęcia są przykładem tego, co można zrobić w dziedzinie astrofotografii za pomocą tanich zestawów cyfrowych.

Fotografia Wenus została wykonana kamerą Philips Vesta PCVC 680K w ognisku głównym Synty 8 pod koniec roku 2008, a mgławicy M42 kamerą Philips Vesta SC1 z obiektywem Helios 55 bez prowadzenia (120 × 4 s). Obróbka w Maxim DL 4.5. Fot. Krzysztof Janusz

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

fot. A. Drukszta-Wiśniewska

Międzynarodowy Rok Astronomii na dobre się rozpoczął. W styczniu, w siedzibie UNESCO w Paryżu odbyła się jego uroczysta inauguracja. Astronomowie na całym świecie, w tym i toruńscy, uczcili ten dzień wspólnymi obserwacjami radiowymi odległych kwazarów. W tym samym czasie w Obserwatorium i Planetarium Olsztyńskim odbyła się regionalna inauguracja MRA2009 na Warmii i Mazurach. Piszemy o tym na stronach zatytułowanych Rok Astronomii. Wiemy, że w wielu miejscowościach będą się odbywały imprezy związane z Rokiem Astronomii. W szczególności w województwie kujawsko-pomorskim astronomowie toruńscy będą przez cały rok przedstawiali najnowsze zdobycze astronomii, a w samym Toruniu, w dniu urodzin Kopernika, ma się odbyć ogólnopolska inauguracja MRA 2009 m.in. z odsłonięciem pomnika planetoidy 12999 Toruń. Nie zdążymy już zrelacjonować tej uroczystości w bieżącym numerze, zrobimy to w następnym zeszycie. Prosimy Państwa o informacje o imprezach astronomicznych, dużych i małych, ale pozwalających nam wszystkim, zgodnie z hasłem tego Roku, odkrywać nasz Wszechświat. Będziemy się dzielić Waszymi informacjami ze wszystkimi P.T. Czytelnikami URANII.

Prenumeratorzy „Uranii" otrzymali pierwszy zeszyt z lekkim opóźnieniem – zeszyt czekał na kalendarz, który był naszym prezentem, a jego druk się opóźnił. Przepraszamy, ale chyba przyznacie Państwo, że warto było czekać. Otrzymujemy od Państwa podziękowania za ten piękny kalendarz, który dodatkowo promuje osiągnięcia polskich Miłośników Astronomii. Gratulujemy jego Autorom i pomysłodawcom.

Bieżący zeszyt przybliża Państwu bardzo szeroki zakres współczesnych zagadnień astronomicznych: od megamaserów w odległych galaktykach, przez supernowe, po szczególne zagadnienia późnych rozbłysków helowych. Dotykamy też zagadnień badań kosmicznych artykułem o misji New Horizons do Plutona. Piszemy o magii takich instytucji, jak Planetarium we Fromborku i o tym, jak spotkanie z ludźmi zafascynowanymi światem gwiazd i galaktyk może wpłynąć na koleje życia innych. Piszcie Państwo do nas o swoich spotkaniach z „gwiazdami", razem odkrywajmy nasze niebo.

W „Astronomii w szkole" pokazujemy, jak można przybliżyć Kosmos dzieciom, dając im do ręki „kamienie z nieba". W „Kalendarzu astronomicznym" omawiamy zjawiska niebieskie, jakie nastąpią w maju i czerwcu br. W kąciku recenzji omawiamy monografię poświęconą problemom teledetekcyjnego monitoringu środowiska wydaną przez AGH w Krakowie. W felietonie muzycznym piszemy o autorach muzyki do filmu „Eyes On The Skies", który w całości dostępny jest do pobrania z Internetu, a o którym wspominamy szerzej na s. 76–77.

Rekomendowane przez nas strony internetowe to www.google.com/mars/ oraz nowa funkcja aplikacji GoogleEarth pozwalająca na wirtualne podróżowanie po Czerwonej Planecie.

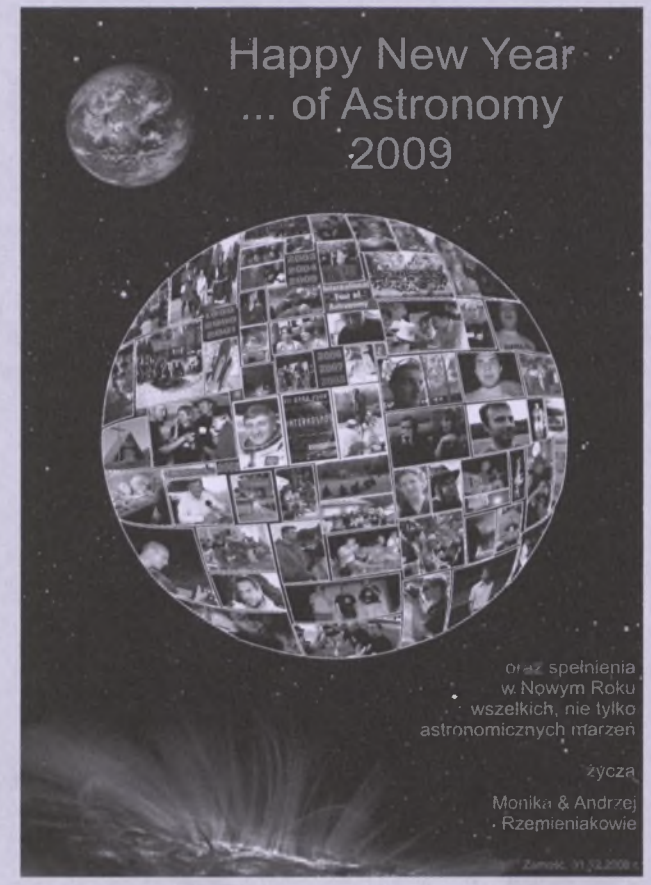
Niestety koniec ubiegłego roku nie był łaskawy dla środowiska polskich astronomów: odeszło na zawsze dwóch Kolegów. W „In memoriam" wspominamy kol. Tadeusza Ciurlę z Wrocławia. Wspomnienie o kol. Józefie Juchniewiczu z Warszawy zamieścimy w następnym zeszycie.

Przypominam Państwu o trwającym konkursie obserwacyjnym na najciekawsze obserwacje astronomiczne w Roku Astronomii.

Życzę Państwu interesującej lektury „Uranii", pogodnego nieba i ciekawych z nim spotkań.

Toruń, w lutym 2009 r.

BIBLIOTEKA Uniwersytecka w TORUNIU



Powyższą e-kartkę otrzymaliśmy od organizatorów już ubiegłorocznego Ogólnopolskiego Zlotu Miłośników Astronomii.

Dziękujemy za to i inne wyrazy sympatii i życzenia otrzymane od Państwa z okazji Nowego Roku. Taki kontakt z Czytelnikami też pomaga nam w pracy.

Redakcja

* * *

Szanowna Redakcjo,

Trasa planety karłowatej (134340) Pluton, którą prezentuje mapka zamieszczona w Kalendarzu Astronomicznym w „Uranii–PA" 1/2009, nie przebiega na tle gwiazdozbioru Węża jak podaje opis, ale na tle konstelacji Strzelca. Granicę między nimi wyznacza mniej więcej równoleżnik niebieski o deklinacji –16 stopni (wg Uranometria 2000.0 Tirion, Rappaport, Lovi). Zastanawiające są również trzy jasne gwiazdy widniejące na tej mapce, które sądząc z podanej skali jasności, powinny być widoczne gołym okiem, tych zaś ani na niebie, ani na żadnych innych mapach się nie uświadczy. Zapewne nie bez przyczyny mapka drukowana jest obok zjawisk kwietniowych.

Pozdrawiam serdecznie

Ireneusz Jankowski
Siemianowice Śląskie

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł
cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł
1/4 s.: 200,00 zł
1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł".
Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

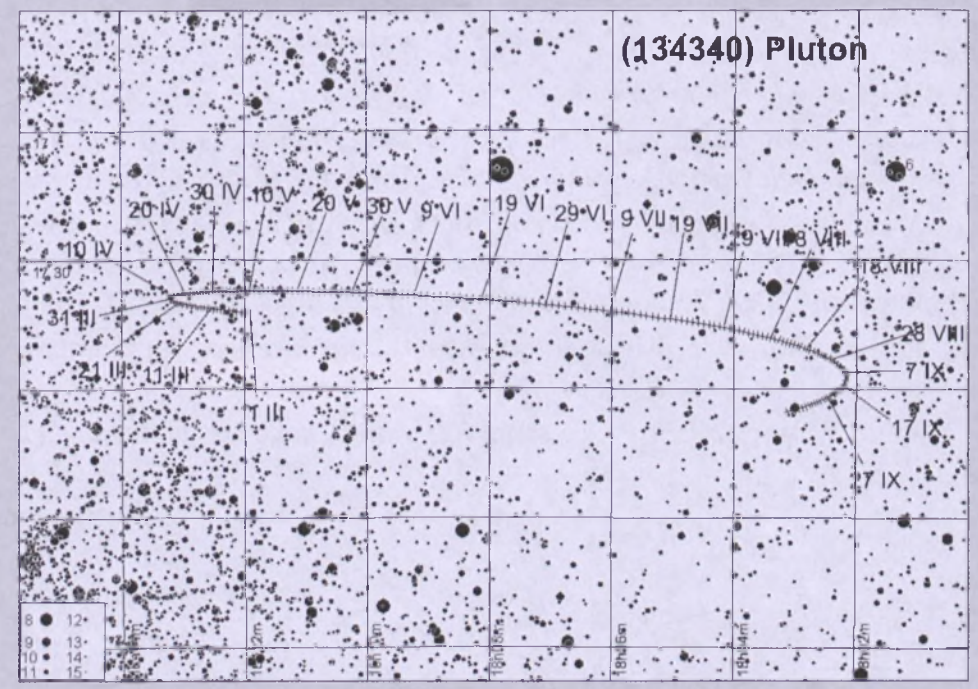
Odp.: *Oczywiście, ma Pan rację — Pluton rzeczywiście przez cały bieżący rok znajduje się w gwiazdozbiorze Strzelca, a nie Węża. Wstyd, ale opisując mapkę skrót Sgr odczytałem jako Ser.*

Co do trzech jasnych gwiazd — tym razem błąd jest nie tyle mój, co katalogu USNO-A2.0. Otóż tworząc mapki tras planetoid czy komet, używam katalogów BSC, Tycho i GSC. W przypadku Plutona, którego jasność jest mniejsza od zasięgu katalogu GSC, dodaję gwiazdy z katalogu USNO-A2.0. Jak dotąd byłem nieświadomy faktu, że ten astrometryczny katalog zawiera fałszywe, nieistniejące jasne gwiazdy. Trzy takie gwiazdy znalazły się właśnie na opisywanej mapce trasy Plutona. Moim błędem jest to, że nie zwróciłem uwagi na te trzy gwiazdy, które rzeczywiście musiałyby mieć jasność ok. 0 mag.!

Czytelnikowi gratuluję spostrzegawczości. Dla mnie jest to nauczka, aby nie ufać bezgranicznie pojedynczym źródłom danych i kontrolować je poprzez porównywanie z innymi. Wprawdzie na mapce, wydrukowanej w „Uranii–PA" wystarczy usunąć wspomniane trzy jasne gwiazdy, aby była już ona poprawna, lecz dla jasności załączam nową mapkę, na której w ogóle nie ma gwiazd z katalogu USNO-A2.0.

Z poważaniem

Tomasz Ściężor



Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączenia się **„Uranii"** (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Nakład: 1700 egz.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 611 30 08
Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl
urania@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.pta.edu.pl
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2009 kosztuje 54 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10,90 zł.

Wydawca:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: pta@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: ptma.astronomia.pl

Numer zamknięto w lutym roku 2009

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

52 ***Megamasery***
Leszek P. Błaszkiewicz
Od czasu odkrycia emisji maserowej rodnika hydroksylowego OH oraz wyjaśnienia natury tego promieniowania zaczęto zastanawiać się, jakie warunki powinny być spełnione, by możliwe było dostrzeżenie źródeł maserowych poza Galaktyką. Choć są to źródła bardzo słabe, współczesne techniki pozwalają na detekcję szczególnych maserów w odległych galaktykach. Są to megamasery

58 ***Supernowe w Galaktyce***
Sebastian Soberski
Wybuchy supernowych przekazują do ośrodka międzygwiazdowego olbrzymie ilości energii, a pozostałości po wybuchu mogą być obserwowane nawet przez kilkadziesiąt tysięcy lat. Produktem eksplozji może być gwiazda neutronowa. To wszystko wpływa na ewolucję Galaktyki. Obserwacje w zakresie promieniowania X i w dziedzinie radiowej są podstawą do konstruowania modelu SNe

62 ***Bardzo późne rozbłyski helowe***
Marcin Hajduk
Po odejściu gwiazdy od fazy AGB, w trakcie gdy warstwa paląca wodór jest wciąż aktywna, może nastąpić jeszcze jeden rozbłysk helowy. Został on nazwany późnym rozbłyskiem helowym. Bohdan Paczyński tłumaczył tym zjawiskiem ewolucję gwiazdy FG Sge, która w ciągu ok. 100 lat, z gorącej gwiazdy centralnej mgławicy planetarnej przerodziła się w chłodnego olbrzyma

62 ***Misja kosmiczna New Horizons, czyli sondowanie Plutona***
Krzysztof Ziołkowski
Misja sondy kosmicznej do Plutona rozpoczęła się 19 stycznie 2006 r. Autor przypomina, jak doszło do budowy tej sondy i jaki jest dotychczasowy przebieg i znaczenie tej misji. Po minięciu Jowisza przez prawie 8 lat w stanie „uśpienia" sonda będzie zmierzała do Plutona. Dotrze do niego 14 lipca 2015 r.

w kolorze: Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo (o.II); Fomalhaut b (w.II–III); Międzynarodowa Olimpiada Astronomiczna, Konferencja w Toruniu (w.IV); Galeria Uranii (w.I, o.III); Enceladus (o.IV)

79 **MRA2009:** *Otwarcie Międzynarodowego Roku Astronomii 2009* (*73*); *Odkryj Wszechświat w Piwnicach — toruńscy astronomowie rozpoczynają Rok Astronomii na świecie* (*74*); *Inauguracja MRA 2009 w województwie warmińsko-mazurskim* (*76*); *Astronomia bliżej społeczeństwa w Kujawsko-Pomorskiem* (*78*)

20 **rozmaitości:** *COROT-Exo-7b najmniejsza planeta typu ziemskiego* (*79*); *Pracowite łaziki* (*80*); *Meteoryty na Marsie* (*81*); *Magia fromborskiego nieba, czyli „Wakacje w Planetarium" okiem uczestnika* (*83*)

82 **in memoriam:** *Tadeusz Ciurla* (*1937—2008*)

85 **astronomia w szkole:** *Kosmos na wyciągnięcie ręki*

88 **kalendarz astronomiczny 2009:** *Maj — czerwiec*

94 **recenzje:** *Tadeusz Zbigniew Dworak, Beata Hejmanowska, Krystian Pyka: Problemy teledetekcyjnego monitoringu środowiska, tom I*

95 **astronomia i muzyka:** *„MoveTwo", czyli drugi ruch bardzo udany*

96 **relaks z Uranią:** *Krzyżówka*

96 **ciekawe strony internetowe**

NA OKŁADCE

Podwójne pierścieniowe galaktyki Arp 147. Prawdopodobnie jakiś czas temu obie galaktyki zderzyły się — galaktyka widziana prawie „z profilu" przeszła przez galaktykę widzianą „en face". W czasie zderzenia rzadko dochodzi do bezpośredniego kontaktu między gwiazdami, ale materia międzygwiazdowa ulega kondensacji i tworzą się fale zgęszczeń i miejsc formowanie się gwiazd. Niebieski pierścień galaktyki widzianej „en face" został utworzony w takim właśnie procesie. Składa się z masywnych, gorących i bardzo jasnych gwiazd. Ma średnicę ok. 30 tys. lat św. Cały układ tych grawitacyjnie oddziaływujących ze sobą galaktyk leży w gwiazdozbiorze Wieloryba (Cetus) w odległości ok. 440 mln lat św. od nas. Zdjęcie zostało zrobione przez teleskop Hubble'a (kamera WFPC2) nocą 27/28 października 2008 r. i wymagało 6-godzinnej ekspozycji.

Źródło: M.Livo et al., (STScI), ESA, NASA

Leszek P. Błaszkiewicz

Mega-masery

Od czasu odkrycia emisji maserowej rodnika hydroksylowego OH oraz wyjaśnienia natury tego promieniowania zaczęto zastanawiać się, jakie warunki powinny być spełnione, by możliwe było dostrzeżenie źródeł maserowych poza Galaktyką. Mimo że temperatura jasnościowa stawia masery pośród najjaśniejszych źródeł promieniowania, to ich intensywność sprawia, że źródła pozagalaktyczne są bardzo słabe. Niemniej jednak techniki obserwacyjne i sprzyjające emisji warunki pozwalają na detekcję szczególnych maserów w odległych galaktykach. Ze względu na ich wyjątkową jasność źródła takiej emisji nazwano megamaserami

1. Czym są megamasery?

O emisji maserowej związanej z różnymi środowiskami w Galaktyce pisałem niejednokrotnie na łamach „Uranii—PA" (6/02; 4/04; 3/06 i 2/07). Oprócz tych niezwykłych źródeł związanych z Drogą Mleczną i procesami w niej zachodzącymi, zaobserwowano niezwykle silną emisję dochodzącą z innych galaktyk. Jasność tych pozagalaktycznych maserów jest oceniana na więcej nawet niż **milion** jasności typowych maserów galaktycznych.

Do tej pory zaobserwowano pozagalaktyczne linie widmowe, które zidentyfikowano jako maserowe od trzech molekuł; dla przykładu linia H_2CO na fali o długości 6 cm. Uwagę astronomów skupiają jednak najjaśniejsze linie OH i H_2O. Jak dotąd bezskuteczne są próby detekcji pozagalaktycznych źródeł emisji maserów metanolowych (CH_3OH). Ze względu na bardzo znaczną jasność emisja ta otrzymała miano megamasera i jest związana głównie z wewnętrznymi obszarami galaktyk, a ściślej z najbliższym otoczeniem jąder galaktyk aktywnych.

Ze względu na swe położenie megamasery dają unikalną możliwość testowania obszarów o dużej gęstości. Jak dotąd najbardziej poznane zostały masery hydroksylowe oraz wodne. Wiadomo, że wzbudzanie molekuł hydroksylu (pompowanie maserów OH) odbywa się dzięki fotonom z zakresu podczerwieni IR, zaś najbardziej odpowiednim mechanizmem pompowania maserów H_2O są zderzenia cząsteczek — głównie z elektronami. Sprawia to, że megamasery OH znajdujemy głównie w galaktykach, w których istnieje duża nadwyżka IR (promieniowania podczerwonego), na przykład tam, gdzie gwałtownie zachodzą procesy gwiazdotwórcze, zaś masery wodne są ulokowane blisko centrów AGN-ów (z ang. *Active Galactic Nuclei* — aktywne jądro galaktyki).

Emisja megamaserów nie jest dokładnie identyczna jak emisja zwykłych galaktycznych źródeł maserowych. Czynnik wzmocnienia nie jest tak wielki jak w przypadku zwykłych maserów, a co za tym idzie, linie widmowe nie są tak skrajnie wąskie. Co więcej, efekt Dopplera sprawia, że linie są bardzo rozmyte. W przypadku megamaserów nie obserwuje się efektów nasycenia[1].

[1] Z nasyceniem mamy do czynienia, gdy każdy wyemitowany kwant promieniowania napotyka na swej drodze przez obszar masera wzbudzoną molekułę, na której wymusza emisję. W takim wypadku wzmocnienie jest wykładnicze.

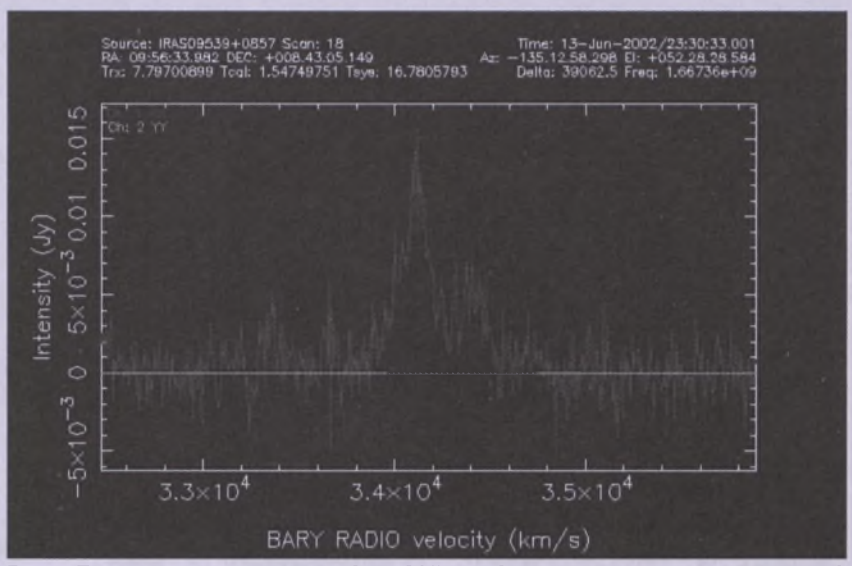
Wreszcie emisja megamaserowa najczęściej nie jest spolaryzowana, choć istnieją obserwacje wskazujące na polaryzację emisji OH.

1.1. Megamasery OH

Chociaż, chronologicznie rzecz biorąc, pierwsze obserwacje maserów pozagalaktycznych były związane z molekułą H_2O, to zajmiemy się na początku maserami OH, które w naszej Galaktyce zostały bardzo dokładnie poznane i przebadane.

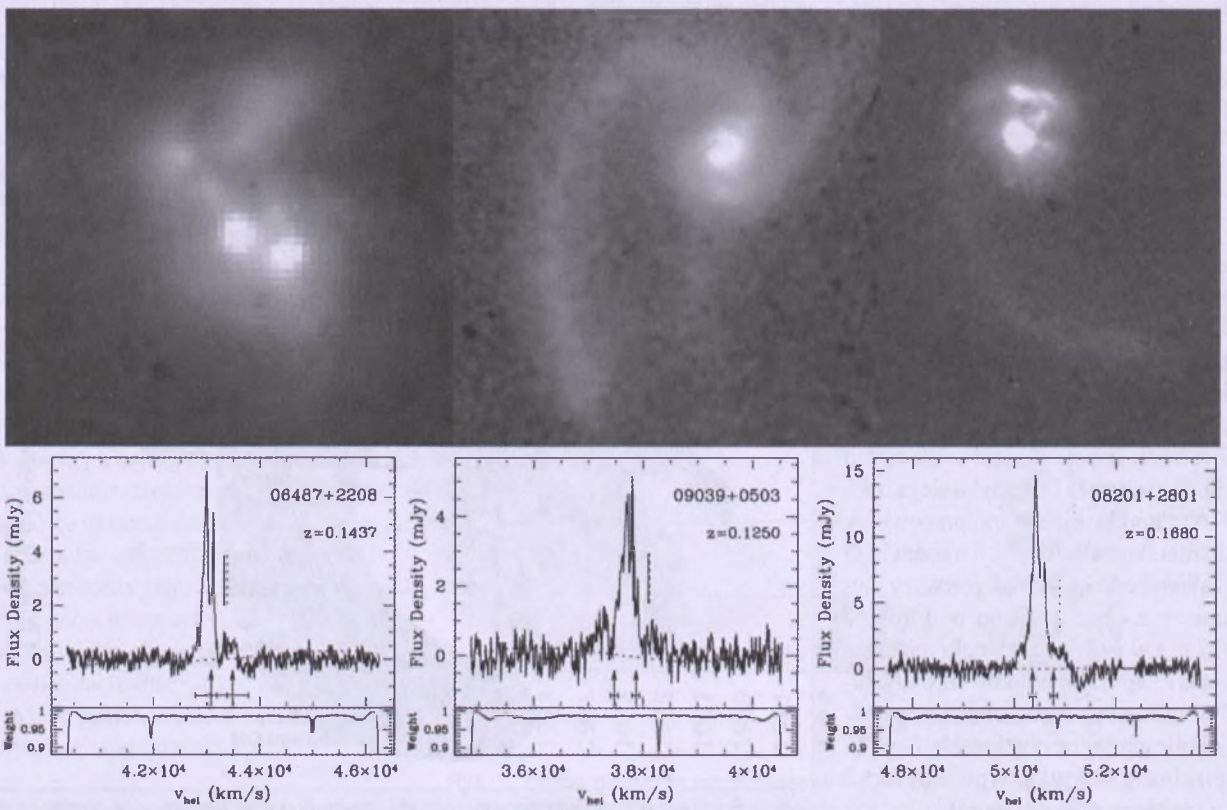
Wyniki pierwszych obserwacji megamaserów OH wykonanych w kierunku źródła ARP 220 zostały opublikowane przez Willema Baana i współpracowników w 1982 r.

Poszukiwania megamaserów OH w innych galaktykach stały się bardziej owocne, kiedy to dzięki obserwacjom z podczerwonego satelity-obserwatorium IRAS stało się jasne powiązanie właściwości podczerwonych galaktyk i ich aktywności jako źródeł emisji maserowej. Poszukiwania megamaserów pokazały ponadto, że najczęściej znajdują się w obiektach określanych jako Wielkie Mergery (na przykład zderzające się, bogate w materię międzygwiazdową galaktyki spiralne), szczególnie w obiektach określanych ULIRG (ang. *ultraluminous infrared galaxy* — ultrajasne galaktyki podczerwone, które emitują w zakresie podczerwieni energię nawet 10^{12} razy większą niż słoneczna). Co więcej, stwierdzono, że masery są tym jaśniejsze, im większa jest jasność galaktyki w zakresie dalekiej podczerwieni (FIR — Faint IR). Wyznaczono przybliżoną zależność: $L_{OH} \propto L_{FIR}^2$. Przypuszcza się, że uruchomienie planowanych bardzo czułych instrumentów (LOFAR czy SKA) pozwoli na obserwacje emisji OH w obiektach znacznie odleglejszych (w obiektach o większych przesunięciach ku czerwieni) — już teraz taką emisję określa się czasami jako *gigamasery OH.*

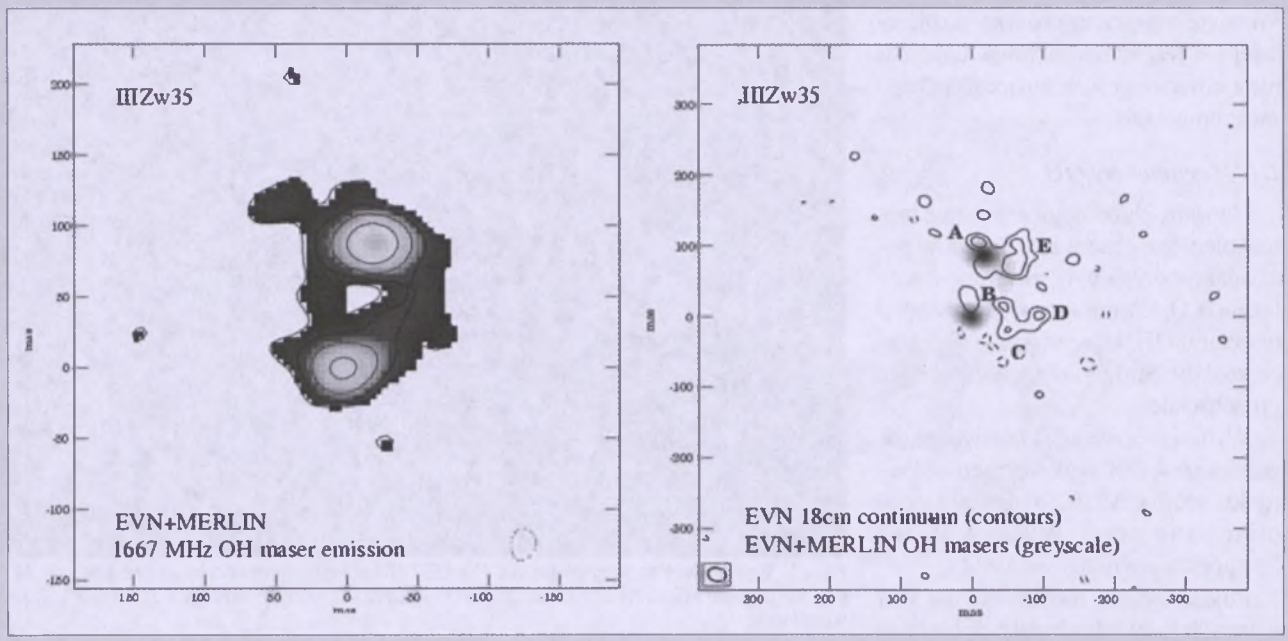


Rys. 1. Typowe widmo megamasera OH z GBT NRAO otrzymane podczas przeglądu IRAS 09539+0857 to obiekt typu URLIG. (z: „OH Megamasers Survey — NRAO Greenbak", Brian Kent i inni)

Obserwacje interferometryczne (na przykład Mrk 231, Mrk 273 czy IC 694) sugerują istnienie bardzo rozległego



Rys. 2. Obrazy podczerwone 3 mergerów oraz widma emisji maserowej OH, których detekcji dokonano w kierunku tych galaktyk. (widma z: Darling i inni, 2002, AJ124, 100 i poprzednie)



Rys. 3. Mapy emisji megamasera OH uzyskane podczas obserwacji interferometrycznych obiektu III ZW 35. (Pihlstrom i inni, 2001, A&A, 377, 413)

(nawet 100 pc) torusa molekularnego, który otacza centralną część jądra galaktycznego. Emisja maserowa pochodzi od zwartych obszarów w tym torusie, których rozmiary nie przekraczają 1 pc. Takie rozmiary wynikają z przeprowadzonych obserwacje zmienności emisji.

Obserwacje megamaserów OH pokazują także, że są one blisko związane nie tylko z obszarami powstawania gwiazd. Ponad 25% obserwowanych radiowo pozostałości po supernowych w Arp 220 jest powiązanych z emisją bądź absorpcją OH (rys. 4).

2. Megamasery H_2O

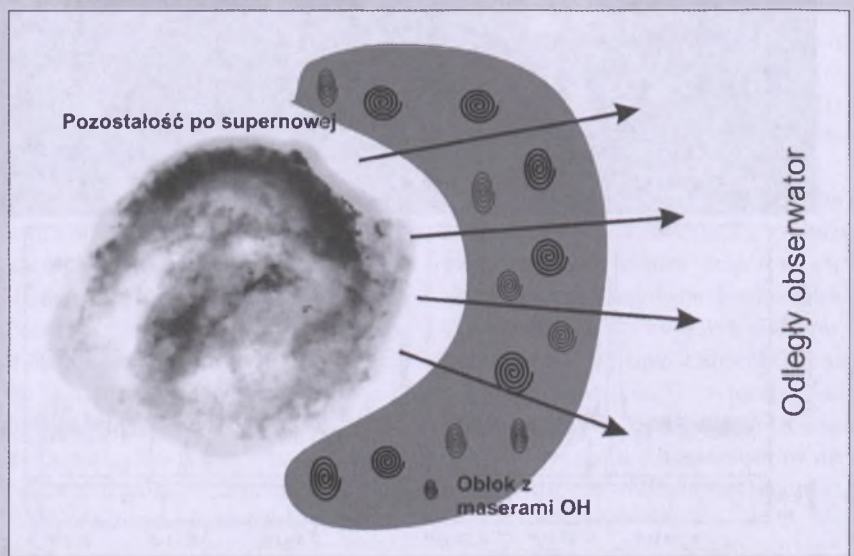
Na temat megamaserów H_2O wspominałem już przy okazji omawiania obecności wody we Wszechświecie („Urania–PA" 3/06). Tu chciałbym przybliżyć nieco bardziej ten problem i omówić kilka najciekawszych wyników uzyskanych w ciągu ostatnich lat. Historia obserwacji emisji maserów wodnych w obszarach poza Galaktyką sięga roku 1976. Churchwell i współpracownicy zakomunikowali o detekcji masera H_2O w galaktyce M33. Jednak pierwszy megamaser zaobserwowano pod koniec 1977 r., a w 1979 autorzy odkrycia, Dos Santos i Lepine, opublikowali w „Nature" wyniki swoich obserwacji maserów w okolicach jądra obiektu NGC 4945 (spiralna galaktyka typu Seyfert 2 w gwiazdozbiorze Centaura).

Niedługo potem masery H_2O zaobserwowano także w NGC 3079, NGC1068 oraz NGC 4258. Spodziewano się, co prawda, że emisja megamaserów będzie pochodzić z gęstych obszarów powstawania gwiazd w pobliżu centrów galaktyk, ale okazało się, że obszary te są znacznie mniejsze, niż sądzono. Prowadzone poszukiwania emisji H_2O w galaktykach dały pewność, że jest ona najczęściej spotykana w pobliżu AGN-ów, szczególnie w ich typach określanych jako LINER (ang. *low-ionization nuclear emission-line region*) lub galaktykach Seyferta 2 typu. Pod koniec ubiegłego roku lista galaktyk, w których wykryto emisję maserową wody, liczyła 83 pozycje (patrz rys. 6), przebadano zaś radioteleskopami w poszukiwaniu maserów wodnych ponad 500 galaktyk. Większość galaktyk macierzystych ma przesunięcie ku czerwieni $z < 0{,}1$. Wyjątkiem jest megamaser zaobserwowany w J0804+3607, dla którego $z = 0{,}66$.

Obserwacje prowadzone z bardzo dużą zdolnością rozdzielczą, a także monitorowanie zmienności pozwoliły na zrozumienie, jaka jest struktura obszarów z emisją H_2O.

2.1. Dyski akrecyjne

Dwuwymiarowe widma wielu megamaserów uwidaczniają potrójną strukturę (rys. 5), a grupy składników widmowych są rozłożone symetrycz-



Rys. 4. Radiowa pozostałość po supernowej i prawdopodobne usytuowanie obszaru z maserami OH w Arp 220. Przypuszczalnie w okresie przed wybuchem gwiazda traciła bardzo dużo materii, ta zaś utworzyła rozległą otoczkę. Fala uderzeniowa wybuchu zagęszcza obszary OH tak, że mogły powstać warunki odpowiednie do zaistnienia emisji

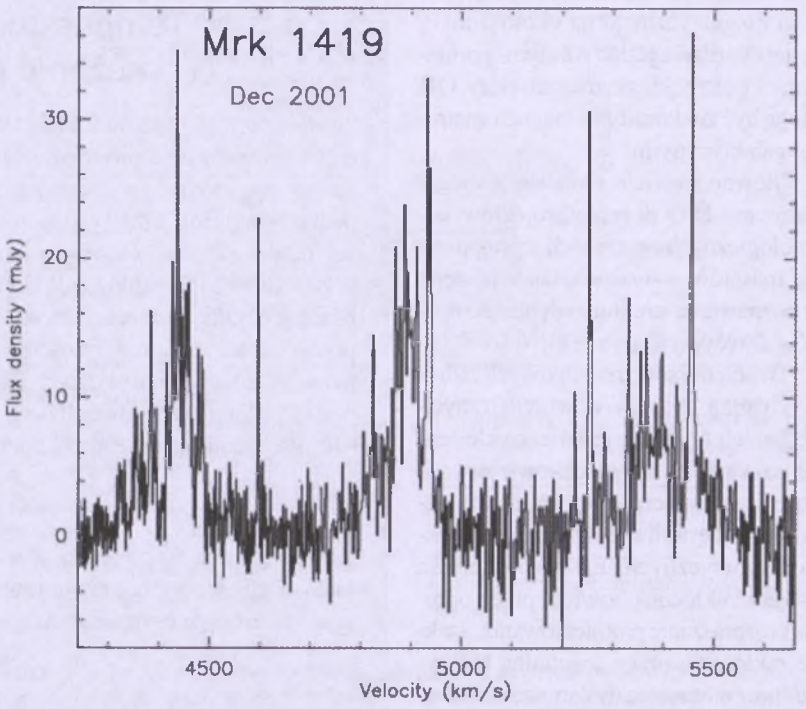
nie wokół prędkości radialnej centrum aktywnej galaktyki. Obrazy interferometryczne oraz monitorowanie zmienności położenia poszczególnych plam maserowych sugerują, że masery rozlokowane są wzdłuż dysku o rozmiarach mniejszych niż parsek, rotującego wokół masywnego i zwartego centralnego obiektu. Typowym przykładem jest megamaser H_2O w NGC 4258 (M 106 — galaktyka spiralna w Psach Gończych oddalona około 7 Mpc). Emisja megamasera została odkryta w 1984 r. przez Claussena i współpracowników na typowej dla wody częstotliwości (przejście 6_{16}—5_{23}) 22,235080 GHz. Prędkość radialną[2] wyznaczono na 472 km/s. Późniejsze obserwacje pokazały, że emisja posiada dodatkowe linie odległe od centralnych składników o około ±1000 km/s. Obrazy interferometryczne i modele, jakie do nich dopasowano, przekonują, że istnieje rotujący keplerowsko dysk, a systematyczne monitorowanie potwierdza tę koncepcję (patrz rys. 7). Obliczenia wskazują na obecność w centrum zwartego obiektu o masie około 40 mln mas Słońca. Wiele uzyskanych widm oraz obrazów z interferometrów pokazuje, że takie struktury nie są wyjątkowe, a emisja megamaserów jest związana bardzo często z dyskami akrecyjnymi w centrach AGN-ów.

2.2. Emisja z dżetów

Niektóre obserwacje uwidoczniły liniowy rozkład poszczególnych obszarów emisji megamaserów H_2O, który nie jest prostopadły do obserwowanych dżetów, tylko się z nimi pokrywał. Typowym przykładem jest eliptyczna galaktyka Seyferta NGC 1052 (rys. 8).

Duże szerokości linii widmowych oraz bardzo szybka zmienność sugerują, że masery znajdują się w obszarach, gdzie materia dżetu zderza się z otaczającym go gazem molekularnym. Obserwacje pokazują, że istnieje spora zależność pomiędzy jasnością radiową dżetu oraz jasnością maserów, co wskazuje na zależność obu badanych strumieni od zjawisk zachodzących w dżetach, na przykład powstawanie w nich nowych, aktywnych radiowo obszarów.

[2] Prędkość wyznacza się w typowy dla radioastronomii sposób, bazując na definicji Lokalnego Układu Odniesienia (LSR — ang. *Local Standard of Rest*) oraz na efekcie Dopplera: $v/c = \Delta v/v_0$.



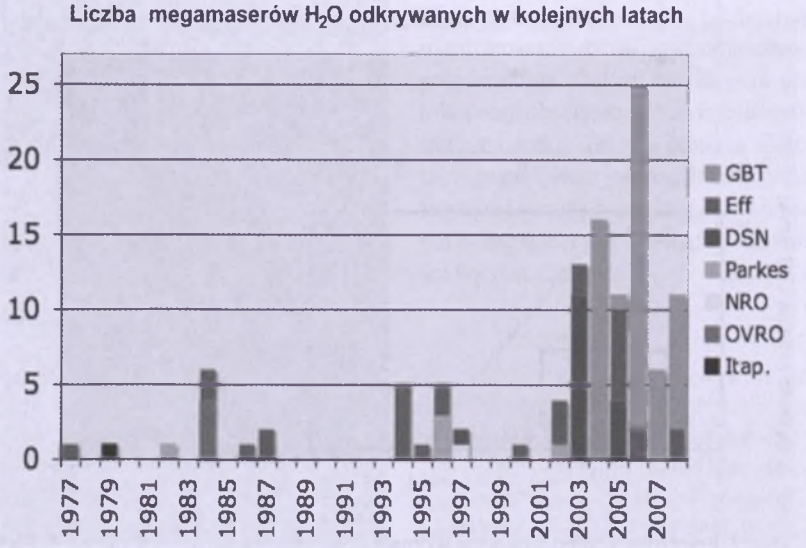
Rys. 5. Dwuwymiarowe widmo megamasera H_2O w kierunku Mrk 1419. Wyraźna potrójna struktura widma. (Henkel i inni, 2002, A&A 394, L23)

3. Jakie ciekawe informacje przynosi obserwacja megamaserów?

Megamasery mogą dać odpowiedzi na wiele pytań związanych nie tylko z warunkami emisji, ale także z bezpośrednim sąsiedztwem emisji oraz procesami, jakie zachodzą podczas propagacji promieniowania od źródła do obserwatora.

Megamasery OH mogą stać się, poprzez swoje powiązania, próbnikami mergerów, wskazując stopień aktywności gwiazdotwórczej.

Przedstawione niedawno wyniki obserwacji megamaserów hydroksyłowych za pomocą 300-metrowego radioteleskopu w Arecibo uwidoczniły rozszczepienie zeemanowskie odpowiadające obecności pola magnetycznego. Dla mergerów Arp 220 oraz III



Rys. 6. Liczba odkrytych megamaserów H2O w kolejnych latach z podziałem na instrumenty. Wyraźnie widać, że prym w odkryciach wiodą współczesne giganty: 100-metrowy radioteleskop w Effelsbergu oraz 110-metrowy Green Bank Telescope (GBT). (źródło: http://www.gb.nrao.edu/~jbraatz)

Zw 35 wyznaczono średnie natężenie pola magnetycznego na około 3 mG[3], co jest bardzo zgodne z innymi pomiarami i pokazuje, że megamasery OH mogą być znakomitymi magnetometrami galaktycznymi.

Główne nadzieje związane z megamaserami H_2O dotyczą projektów kosmologicznych oraz, z racji występowania maserów w dyskach, także postępu w poznawaniu struktury i dynamiki dysków akrecyjnych (rys. 9).

Tworzenie spektroskopowych radiowych map dysków w wewnętrznych obszarach AGN-ów jest niezwykle cenne ze względu na stosunkową łatwość obserwacji w porównaniu z innymi zakresami częstotliwości widma fal elektromagnetycznych. Emisja maserowa nie jest zakłócona bowiem przez odbicia i rozpraszanie promieniowania, a także zakłócanie przez „centralną maszynę" oraz otaczającą dysk materię. Mając zatem możliwość badania rozkładu plamek maserowych w strukturze o rozmiarach <1pc na odległościach nawet 100 Mpc, rozdzielając je nie tylko na

[3] 1 mG — 1 miligaus = 0,001 gausa. Gaus (G) — w układzie SI przejściowo legalna jednostka indukcji magnetycznej. 1G = 10–4 T (tesli).

Temperatura jasnościowa i natężenie promieniowania

Temperatura jasnościowa T_b to taka temperatura, przy której ciało doskonale czarne emituje promieniowanie o częstości w wąskim zakresie od ν do $\nu + \Delta\nu$, którego natężenie jest takie samo jak obserwowane I_ν. W przypadku obserwacji źródeł promieniujących w szerokim zakresie częstotliwości, nawet gdy ilość całkowita promieniowania jest wielka, to temperatura jasnościowa, która odpowiada konkretnej częstotliwości, nie musi być duża. Masery emitują w niezwykle wąskim zakresie częstotliwości całą energię, przeto ich temperatura jasnościowa osiąga bardzo duże wartości, stawiając je na czele listy najjaśniejszych źródeł promieniowania radiowego.

Dla niskich częstotliwości ($\nu << kT/h$) stosuje się przybliżenie Rayleigha–Jeansa, gdzie gęstość energii emitowanej przez źródło można zapisać jako:

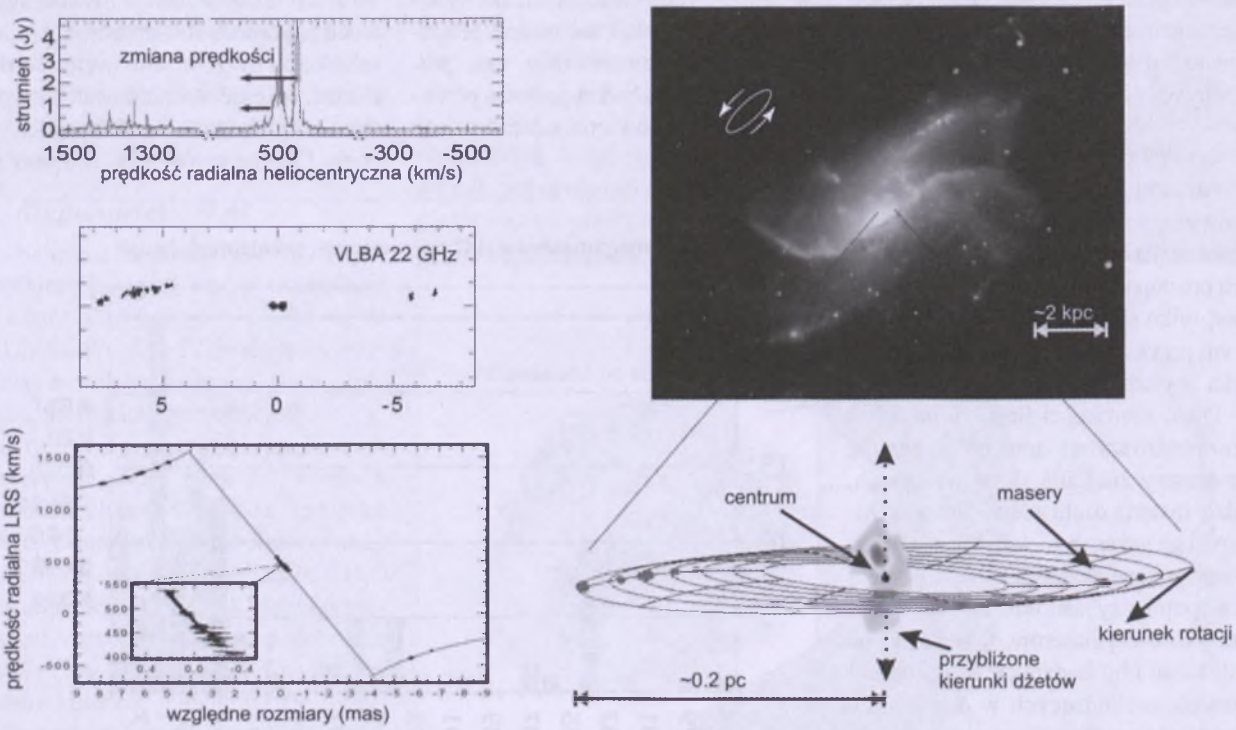
$$\rho(\nu) = \frac{8\pi k T \nu^2}{c^3}$$

gdzie k to stała Boltzmanna, T temperatura, a c to prędkość światła. Strumień promieniowania o częstotliwości ν z jednostki powierzchni emitowany w jednostkę kąta bryłowego nazywamy natężeniem promieniowania I_ν:

$$I_\nu = \frac{c\rho(\nu)}{4\pi} = \frac{2kT\nu^2}{c^2}$$

W przypadku obserwacyjnie wyznaczanego natężenia I_ν, możemy odnieść temperaturę także do obserwacji. W takim wypadku właśnie mówimy o temperaturze jasnościowej $T_b(\nu)$ przy danej częstotliwości:

$$T_b(\nu) \equiv \frac{I_\nu c^2}{2k\nu^2}$$

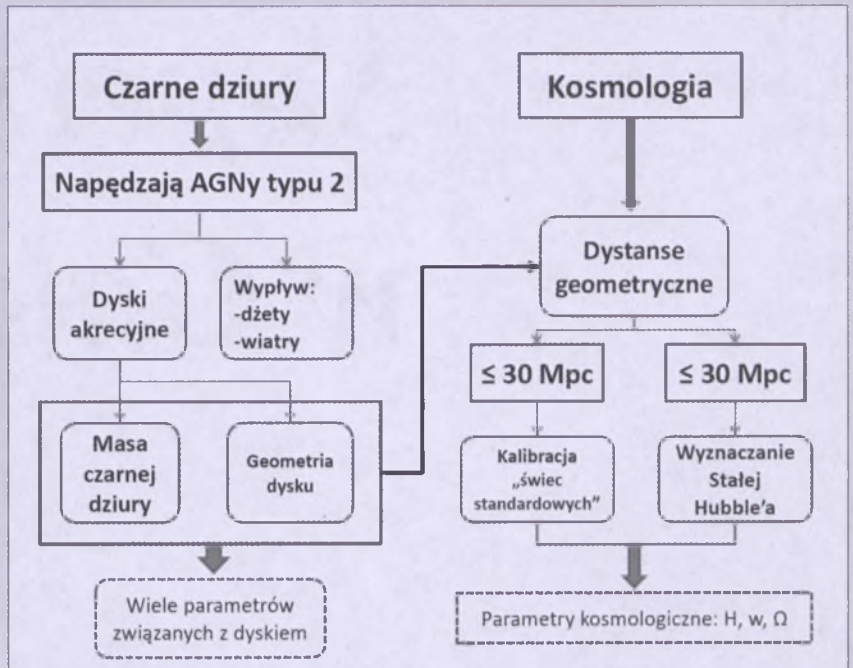


Rys. 7. Kombinacja przedstawiająca widma megamasera wodnego w NGC 4258. Po prawej u góry widać obraz podczerwony galaktyki M 106 wraz z nałożonym obrazem rentgenowskim (niebieskie barwy) uzyskanym z satelity Chandra. Po lewej: widmo dwuwymiarowe pokazujące trzy grupy składników widmowych, obraz interferometryczny (na osiach względne położenie na sferze niebieskiej) oraz położenie składników z uwidocznieniem ich prędkości radialnych. Do obserwacji dopasowano rotujący keplerowsko dysk, którego schemat pokazano po prawej na dole. (wykresy zaczerpnięte z: Bragg i inni, 2000, ApJ535, 73)

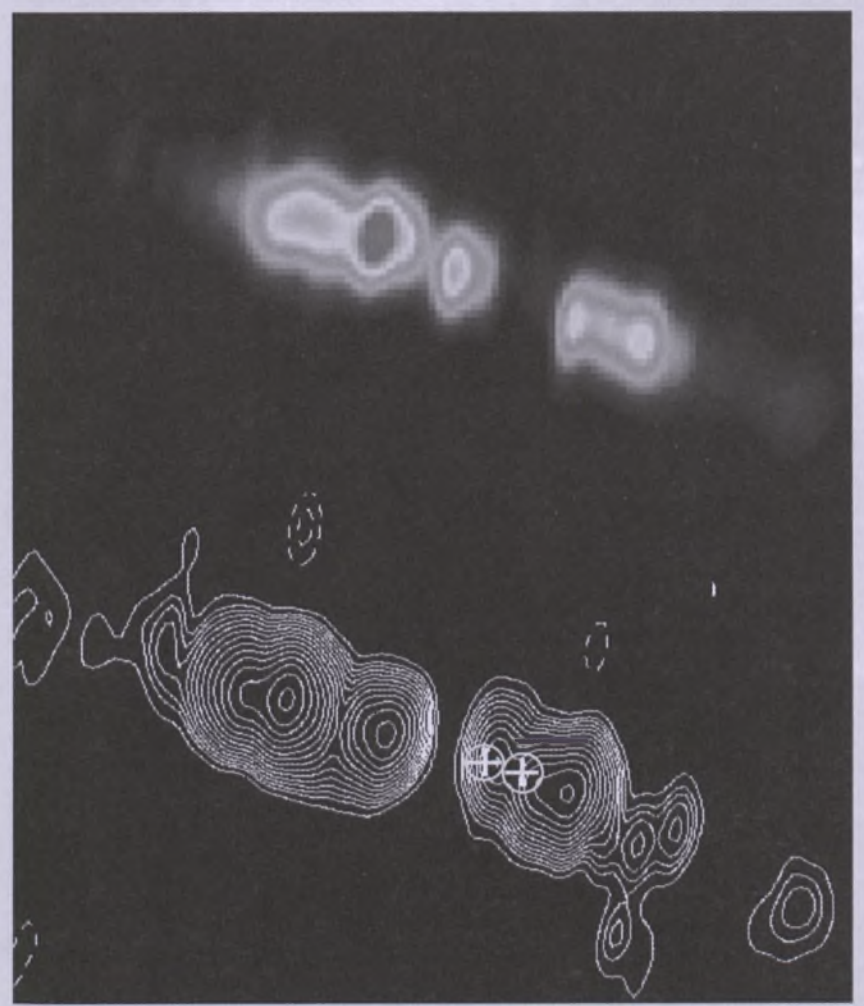
płaszczyźnie sfery niebieskiej, ale także badając precyzyjnie ich prędkości radialne, możemy precyzyjniej niż w innych metodach dopasować modele dysków. To z kolei daje możliwość wyznaczania mas centralnej czarnej dziury i samego dysku i zrewidowania pewnych wniosków, wiążących się z pytaniem o *rolę czarnej dziury w procesie powstawania galaktyki*.

Ważne są także obserwacje zmian w czasie, szczególnie te związane z dyskami zniekształconymi (tak jak dysk w NGC 4258 — rys. 7). Pochodzenie zniekształceń, ich charakterystyka i stabilność to przedmioty badań, zaś stawiane hipotezy mówią między innymi o odbiciach, fotojonizacji i wypływie pewnych obszarów.

W kosmologii tak zwany Model Standardowy opiera się na założeniu płaskości świata i zawiera promieniowanie, barionową i niebarionową materię oraz tzw. ciemną energię. Opis Wszechświata bazuje głównie na obserwacji promieniowania tła oraz wykorzystaniu supernowych jako kalibratorów odległości. Dokładne wyznaczanie odległości, a co za tym idzie poprawianie wartości stałej Hubble'a H_0 jest kluczowym elementem, który może pozwolić na pewne odpowiedzi związane z ciemną energią.



Rys. 9. Schemat przedstawiający dwa główne nurty dociekań naukowych, w których wkład do poznania może wynikać ze studiowania megamaserów wodnych. (na podstawie: Greenhill i inni, 2007, IAUS 242, 381)



Rys. 8. Obraz galaktyki eliptycznej NGC 1052 zakwalifikowanej jako Sy2, wykazującej aktywność w jądrze, uzyskany na częstotliwości 22 GHz. Jest to przykład dżetu, w którym zaobserwowano masery H_2O. U góry mapa emisji continuum, na dole mapa konturowa i zaznaczone krzyżykami miejsca występowania maserów. (źródło: http://www. nrao.edu)

Obserwacje maserów w odległych galaktykach dają możliwość wyznaczenia odległości na dwa sposoby: poprzez analizę ruchu maserów w dysku akrecyjnym (przyspieszenie dośrodkowe) oraz poprzez badanie ruchów własnych. Nie jest to zadanie łatwe, bo wymaga monitorowania emisji megamaserowej pojedynczym, dużym teleskopem oraz kilku sesji obserwacyjnych interferometrem z bardzo dużymi bazami. Zaletą takiego podejścia jest możliwość niezależnego i bardzo dokładnego oszacowania odległości i poprawienia dokładności wyznaczenia H_0.

Dr Leszek P. Błaszkiewicz jest adiunktem w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim oraz pracownikiem Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego. Jego zainteresowania naukowe są skoncentrowane na obserwacjach i badaniu emisji maserowej

Sebastian Soberski

Supernowe w Galaktyce

Wybuchy supernowych przekazują do ośrodka międzygwiazdowego olbrzymie ilości energii. Pozostałości po eksplozjach mogą być obserwowane nawet przez kilkadziesiąt tysięcy lat po zdarzeniu. W chwili obecnej znanych jest ponad 265 pozostałości po wybuchach supernowych (SNRs) w Galaktyce, zidentyfikowanych dzięki obserwacjom w zakresie radiowym widma elektromagnetycznego. Badania obiektów typu SNR dają wgląd w interakcję pomiędzy ekspandującą otoczką a ośrodkiem międzygwiazdowym. Podczas wybuchu obserwowane są cząstki przyspieszane przez czoło fali uderzeniowej. Ponadto produktem eksplozji supernowej (SNe) może być gwiazda neutronowa, która również wnosi swój wkład w ewolucję Galaktyki. Obserwacje w zakresie promieniowania X oraz w dziedzinie radiowej są podstawą przy konstruowaniu modelu SNe

1. Wstęp

Eksplozje supernowych (SNe) należą do jednych z najbardziej spektakularnych wydarzeń we Wszechświecie. Historyczne SNe były obserwowane nawet gołym okiem w świetle dnia. Systematyczne obserwacje galaktyk pozwalają odkrywać wiele SNe w ciągu roku, które to mają jasność porównywalną z jasnością całej galaktyki przez okres od kilku dni do tygodni. Pozostałości po supernowych (SNR) są jednymi z najjaśniejszych obserwowanych źródeł radiowych. Pierwszy obiekt, który został sklasyfikowany jako SNR, zaobserwował J.G.Bolton w 1949 r. Bolton zidentyfikował mgławicę Krab (M1, NGC1952) jako radioźródło Taurus A. Później zidentyfikowano i badano na falach radiowych znacznie więcej tego typu obiektów. Badania te zostały komplementarnie rozwinięte dzięki obserwacjom w zakresie X prowadzonym przez Bernda Asenbacha. SNe oraz SNR mają kluczowe znaczenie dla właściwości ośrodka międzygwiazdowego (ISM) oraz na ewolucję Galaktyki jako całości. Wzbogacają ośrodek międzygwiazdowy w ciężkie elementy, wstrzykują energię na poziomie około 10^{51} erga, natomiast ekspandująca fala uderzeniowa kształtuje i podgrzewa ośrodek międzygwiazdowy, kompresuje pole magnetyczne oraz przyspiesza cząstki obserwowane w postaci promieniowania korpuskularnego Galaktyki. SNe mogą być dobrymi „detektorami" obszarów formownia nowych gwiazd oraz gwiazd neutronowych pozostałych po wybuchu.

2. Taksonomia supernowych

Klasyfikacji supernowych dokonano na podstawie różnic widmowych we wczesnej fazie wybuchu. Podstawowym kryterium spektralnym jest obecność (typ SNI) lub brak (typ SNII) linii wodoru (seria Balmera). Dodatkowe fakty obserwacyjne wymusiły powstanie licznych podgrup klasyfikacyjnych. Bardzo istotnym czynnikiem podczas klasyfikacji jest mechanizm wybuchu (wybuch termojądrowy lub zapadnięcie jądra) zależny ściśle od masy progenitora. Mechanizm polegający na zapadnięciu jądra zachodzi w bardziej masywnych gwiazdach (SNIb/c, SNII-P) w porównaniu do mechanizmu opartego na wybuchu termojądrowym (SNIa, SNII-L). W pierwszym przypadku pozostaje po wybuchu gwiazda neutronowa, natomiast w drugim cała gwiazda będąca progenitorem jest rozrywana podczas eksplozji termonuklearnej i pozostaje tylko ekspandująca otoczka (*shell*).

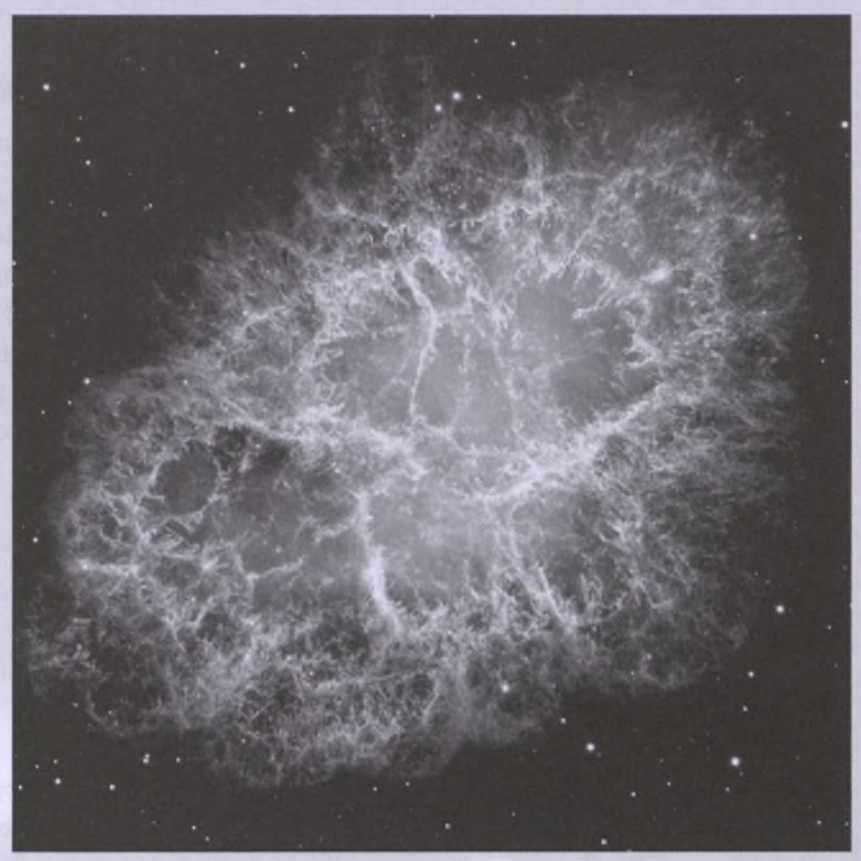
3. Statystyka

Prędkość powstawania supernowych zależy od aktywności gwiazdotwórczej, czyli musi zależeć od typu galaktyki. W przypadku naszej Galaktyki oczekujemy jednego takiego zdarzenia — wybuchu supernowej (SNe) na 30—50 lat.

Około 80% SNe polega na zapadnięciu jądra, a zaledwie 20% to przypadki, gdzie głównym mechanizmem wybuchu jest eksplozja termojądrowa. Z punktu widzenia statystyki bardzo pomocny jest internetowy katalog radiowych SNR opublikowny przez Davida Geena (http://www.mrao.cam.ac.uk/surveys/snrs). W chwili obecnej zawiera on 265 obiektów wraz z podstawowymi znanymi faktami dotyczącymi każdego z nich oraz wyczerpującą bibliografią obejmującą obserwacje od zakresu radiowego aż do promieniowania X.

Tylko mała część obiektów widzianych w zakresie radiowym jest zidentyfikowana w dziedzinie promieniowania X czy optycznej. Zwiększenie czułości obserwacji powoduje podwyższenie wykrywalności takich źródeł promieniowania. Obserwacje w zakresie X za pomocą satelity ROSAT pozwoliły znaleźć wielu kandydatów (SNRc), którzy w najbliższym czasie zwiększą frakcję (obecnie około 30%) radiowych SNR widocznych w świetle rentgenowskim. Jednakże należy pamiętać, że przegląd ROSAT wykonany został w zakresie relatywnie niskich częstości pasma X, więc sporym ograniczeniem będzie znacząca absorbcja promieniowania pochodzącego od odległych obiektów leżących w płaszczyźnie Galaktyki.

Dane zawarte w katalogu Greena pochodzą z przeglądów nieba oraz dedykowanych obserwacji. Można zadać sobie pytanie, na ile ten katalog jest kompletny? Statystyki pokazują, że podczas ostatnich 2000 lat powinno dojść do około 40 zjawisk SNe. Wygląda na to, że obecne przyrządy pomiarowe mają zbyt małą czułość, aby zarejestrować SNe zachodzące w typowych warunkach ISM wewnątrz Drogi Mlecznej. Masywne gwiazdy zwykle znajdują się w gromadach, w związku z tym okres widoczności ekspandującej otoczki jest bardzo zredukowany przez gęste obłoki molekularne. Zwarte obłoki zjonizowanego wodoru (obszary HII) mają podobne widmo jak SNR typu „plerionicznego" (w odróżnieniu od SNR typu pierścieniowego, obiekty plerioniczne są jasne również w centrum). Na szczęście jednak obszary HII są źródłem emisji termicznej — niespolaryzowanej, w odróżnieniu od SNR będących źródłami emisji synchrotronowej — spolaryzowanej. Innym ograniczeniem detekcji SNR może być efekt konfuzji przez pozagalaktyczne źródła punktowe. Można się spodziewać, że starsze SNR, które są zarazem słabsze, również stanowią dużą frakcję jeszcze nie odkrytych obiektów.



Mgławica Krab — najświeższy obraz pozostałości po wybuchu supernowej z roku 1054, uzyskany aparatem FORS w ognisku 8,2 m teleskopu zespołu VLT obserwatorium ESO na górze Paranal w Chile. Ta spektakularna supernowa była obserwowana w ciągu dnia w Chinach i prawdopodobnie przez Indian Anasazi. Kolor czerwony wskazuje obszary, w których elektrony rekombinują z protonami, tworząc neutralny wodór, a w obszarach jasnoniebieskich elektrony wirują wokół linii pola magnetycznego wewnętrznej mgławicy. W centrum tego obszaru znajduje się pulsar: gwiazda neutronowa wirująca z szybkością 30 obrotów na sekundę. Źródło: NASA, ESA, J. Hester, A. Loll (ASU)

Podsumowując statystyki, widać, że mamy deficyt starych i niezbyt jasnych oraz młodych i odległych obiektów SNR. Nakłada to specjalne wymagania na planowane obserwacje: (1) jasność powierzchniowa SNR powinna być większa niż limit czułości obserwacji; (2) rozmiar kątowy SNR powinien kilkakrotnie przewyższać zdolność rozdzielczą obserwacji.

4. Historyczne supernowe

Większość historycznych supernowych, które wybuchły w ciągu ostatnich 2000 lat, została zidentyfikowana w naszych czasach poprzez optyczne obserwacje ich ekspandujących pozostałości. Wśród zidentyfikowanych obiektów są między innymi pozostałości typu „shell" po wybuchu SN1006, SN1572 (Tycho) oraz SN1604 (Kepler). Zidentyfikowano również obiekty typu plerionicznego: SN1054 (Taurus A/M1) oraz SN1181 (3c58), natomiast SN386 (G11.2-0.3) posiada typ morfologiczny pośredni.

Warto zwrócić uwagę na fakt, że SNR Cas A oraz SNR RXJ0852.0-4622 należą do grupy obiektów, wewnątrz których odkryto izotop Ti^{44}. Czas połowicznego rozpadu Ti^{44} to 90,4 lat, co jest bezpośrednim dowodem młodego wieku tych pozostałości (SNR). Taki dowód w przypadku Cassiopei A był bardzo istotny, bo co prawda podejrzewano, że jest to pozostałość po SN1680, jednak z powodu braku wiarygodnych obserwacji historycznych istniały pewne wątpliwości.

5. Nowe fakty obserwacyjne

5.1. Tempo powstawania supernowych w Galaktyce

Promieniowanie gamma pochodzące z rozpadu radioaktywnego Al 26 pierwszy raz zarejestrowano w 1978 r. Pochodziło ono z przestrzeni kosmicznej. Wiedząc, że okres połowicznego rozpadu aluminium jest równy około

Tabela 1
Tabela zawiera listę historycznych obserwacji obiektów, które były lub mogły być supernowymi.

Rok/Data	Gwiazdozbiór	Jasność (m)	Zidentyfikowana pozostałość (SNR) / Miejsce obserwacji / Komentarz
2241 BC??	?	–10	Prawdopodobne obserwacje wspomniane w kilku źródłach historycznych
352 BC	?	?	Chiny — pierwsza taka udokumentowana obserwacja (Hellemans/Bunch)
4 BC spring	Aql	?	Chiny
185 AD	Cen	–2	G315.4-2.3 – Chiny
369	?	?	Chiny
386	Sgr	?	G11.2-0.3? – Chiny
393/396	Sco	–3	SNR 393 – Chiny
437?	Gem		
827?	Sco/Oph	–10	
902?	Cas	0	
1006/Apr 30	Lup	–9 +/–1	SNR 1006 — Bliski Wschód, Chiny, Japonia, Europa
1054/Jul 4	Tau	–6	M1 — Chiny, Północna Ameryka (?), Bliski Wschód, Japonia
1181/Aug 6	Cas	–1	3C 58 — Chiny, Japonia
1203 ?	Sco	0	
1230 ?	Aql	?	
1572/Nov 6	Cas	–4	Tycho SNR — Europa (Tycho Brahe SN)
1592 ?	Cet	?	Korea; prawdopodobnie Nova
1592 ?	Cas	?	Korea; prawdopodobnie Nova
1592 ?	Cas	?	Korea; prawdopodobnie Nova
1604/Oct 9	Oph	–3	Kepler SNR — Europa (Johannes Kepler SN)
1680?			
1667	Cas	?	Cas A — prawdopodobnie Europa (John Flamsteed?)

720 000 lat, uzyskano bezpośredni dowód na zachodzenie również obecnie procesu nukleosyntezy w młodych, niedawno uformowanych gwiazdach.

Wykorzystując satelitę INTEGRAL należącego do ESA (*European Space Agency*), potwierdzono w 2006 r. istnienie procesu produkcji radioaktywnego aluminium (Al 26) w masywnych gwiazdach i supernowych umiejscowionych w Galaktyce. Satelita zarejestrował promieniowanie gamma wysyłane przez Al 26 z centralnych rejonów Drogi Mlecznej, co jest dowodem na to, że powstawanie Al 26 jest procesem ciągłym i wciąż zachodzi w obszarach formowania gwiazd naszej Galaktyki. Integral zarejestrował również efekt

Tabela 2
Tabela zawiera listę potwierdzonych wybuchów galaktycznych supernowych w ciągu ostatnich 2000 lat.

Rok	Data	Gwiazdozbiór	RA	Dec	Jasność (m)	Zidentyfikowana pozostałość (SNR)/Komentarz
185 AD		Cen	14 43,1	–62 28		SNR: G135.4-2.3/RCW 86
386		Sgr	18 11,5	–19 25		SNR: G11.2-0.3 (?)†
393/396		Sco	17 14	–39,80	–33	źródła radiowe prawdopodobne — SNR:G347.3-0.5(?)†
1006	Apr 30	Lup	15 02,8	–41 57	–9	+/–1 SNR: PKS 1459-41
1054	Jul 4	Tau	05 34,5	+22 01	–6	M1
1181	Aug 6	Cas	02 05,6	+64 49	–1	3C 58
1572	Nov 6	Cas	00 25,3	+64 09	–4	Tycho
1604	Oct 9	Oph	17 30,6	–21 29	–3	Kepler
1680? 1667?		Cas	23 23,4	+58 50	6?	Cas A SN (SNe nie zaobserwowane)
1870	—	Sgtr	17 48,0	–27 10	—	G1.9+0.3 (SNe nie zaobserwowane)

Dopplera wynikający z rotacji Galaktyki, dzięki czemu można mieć pewność, że mierzone promieniowanie gamma jest wysyłane z obszaru naszej Galaktyki.

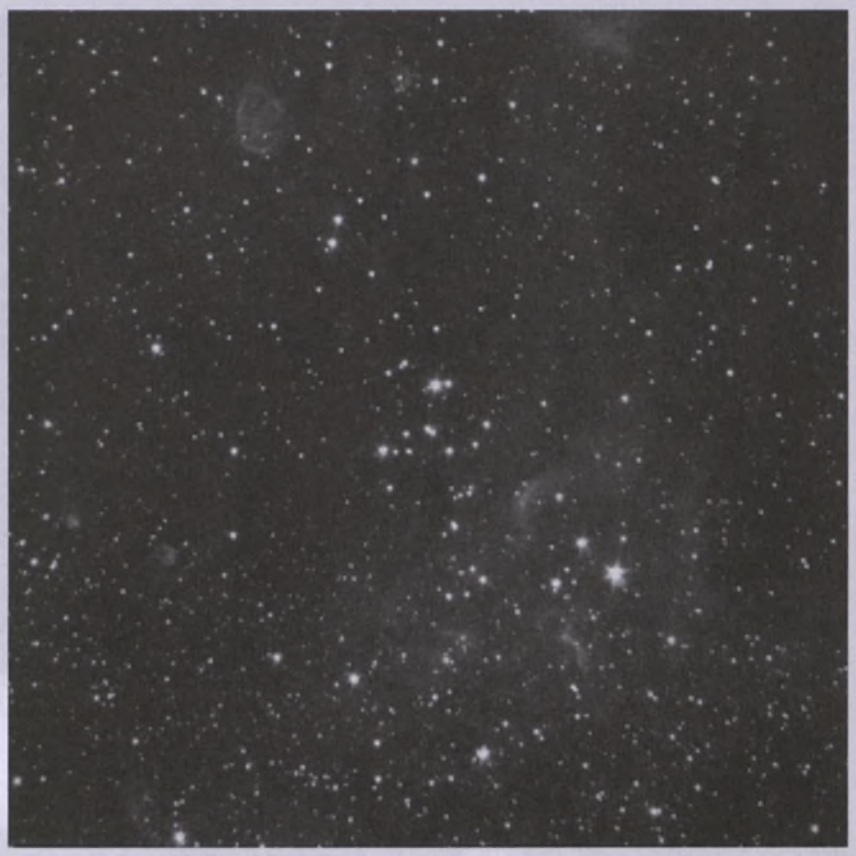
Nowe obserwacje pozwoliły oszacować całkowitą ilość radioaktywnego Al 26 w Drodze Mlecznej na około 3 masy Słońca. Jest to dość duża ilość, biorąc pod uwagę, że jest to bardzo rzadko spotykany w przyrodzie izotop. Przykładowo oszacowano, że w okresie formowania Układu Słonecznego na 10^5 atomów stabilnego izotopu Al 27 przypadało zaledwie 5 atomów niestabilnego Al 26.

Przyjmując założenie, że Al 26 jest produkowane głównie w masywnych gwiazdach, a te kończą swój żywot jako supernowe, można było obliczyć częstotliwość takich właśnie eksplozji. Uzyskany wynik — jeden wybuch (SNe) na 50 lat, jest zgodny z oszacowaniem dokonanym na podstawie obserwacji innych galaktyk i porównaniu ich do Drogi Mlecznej.

5.2. Fabryki supernowych

Na początku kwietnia ubiegłego roku podczas RAS National Astronomy Meeting w Belfaście ogłoszono odkrycie dwóch „fabryk" supernowych. Zaobserwowano dwie bardzo rzadko spotykane gromady gwiazd będących czerwonymi nadolbrzymami (RSG, Red Supergiant). Obie gromady zawierają razem aż 40 gwiazd, co stanowi blisko 20% wszystkich znanych do tej pory obiektów RSG w Drodze Mlecznej.

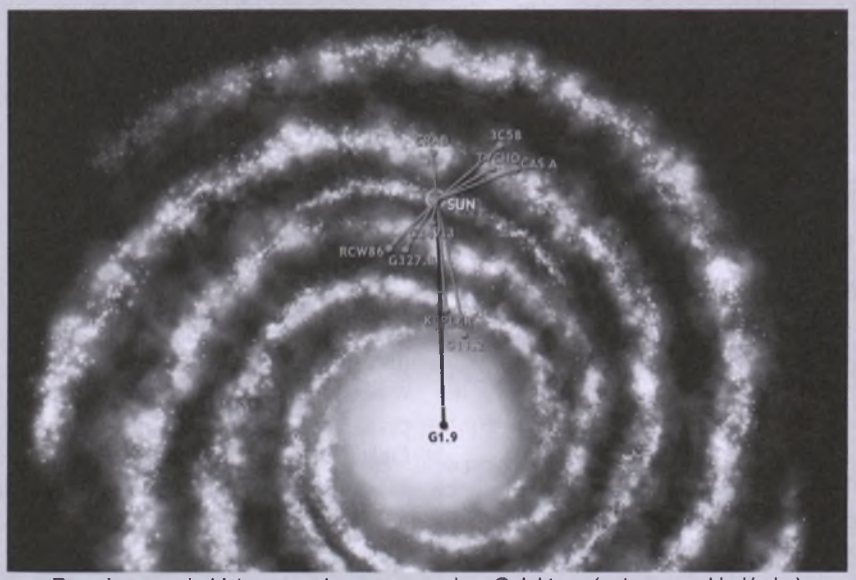
Gromady znajdują się w odległości 20 000 lat świetlnych, stosunkowo blisko siebie — 800 lat świetlnych pomiędzy nimi. Położone są na skraju galaktycznej poprzeczki, co stanowi wspaniały przykład silnej interakcji materii poprzeczki z materią dysku galaktycznego. Zaowocowało to efektywnym procesem gwiazdotwórczym, który doprowadził do powstania skupiska masywnych gwiazd.



Dwie gromady gwiazd RSG odkryte na skraju poprzeczki galaktycznej dzięki wstępnym obserwacjom w bliskiej podczerwieni za pomocą Kosmicznego Teleskopu Spitzera (GLIMPSE, SST) oraz obserwacjom Teleskopem Kecka (Mauna Kea, Hawaii), które pozwoliły wyznaczyć odległości do poszczególnych składników gromad

Pierwsza gromada zawiera 14 obiektów RSG w wieku około 12 mln lat, natomiast druga składa się z 26 gwiazd RSG w wieku 17 mln lat. Tak masywne gwiazdy są bardzo rzadko obserwowane ze względu na błyskawicznie zachodzący w nich proces ewolucji, którego stadium końcowym jest wybuch supernowej. Oszacowanie tempa powstawania supernowych w obu gromadach to jedno zdarzenie SNe na 5000 lat.

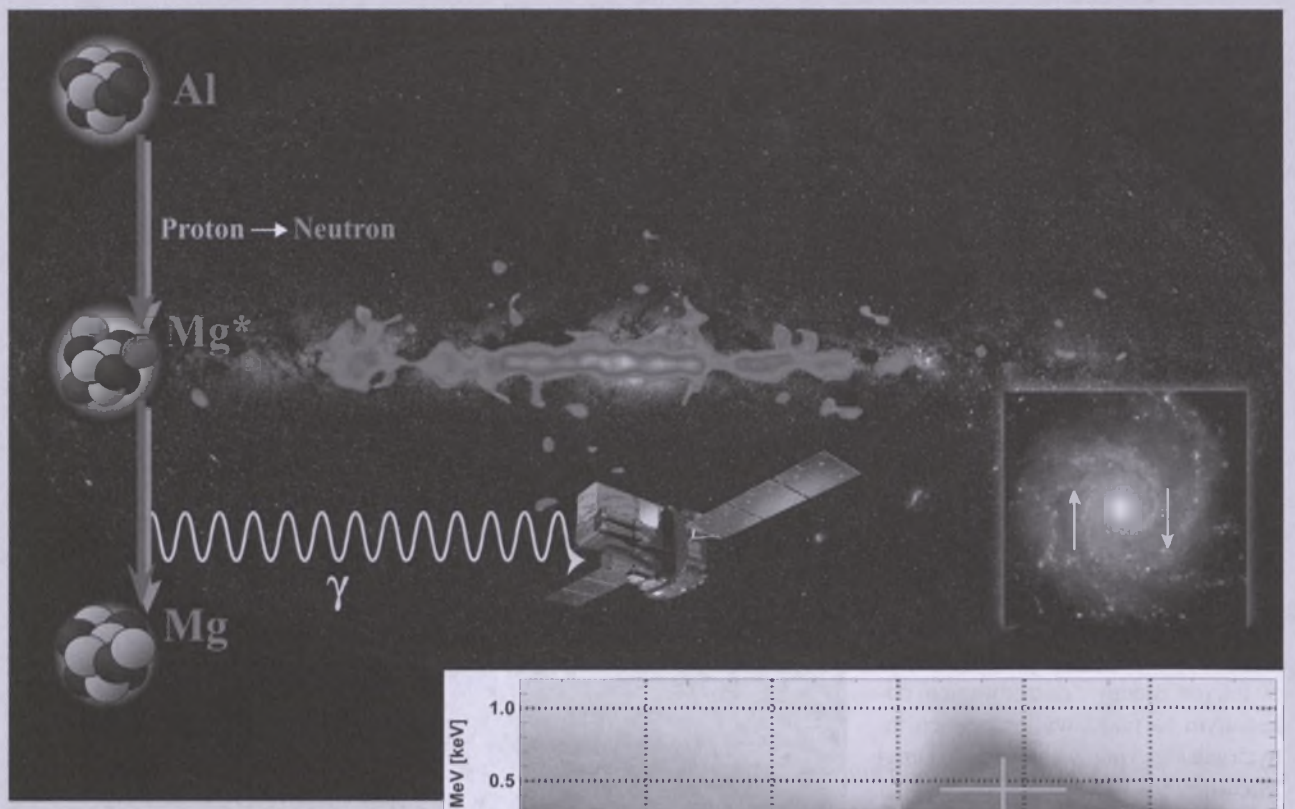
Odkrycie tych gromad pozwoli, być może, odpowiedzieć na długo istniejące pytania astrofizyczne dotyczące szczegółów mechanizmu doprowadzającego gwiazdę do wybuchu jako supernowa oraz udziału poprzeczki galaktycznej w zjawisku wielokrotnych, skumulowanych wybuchów SN w Galaktyce.

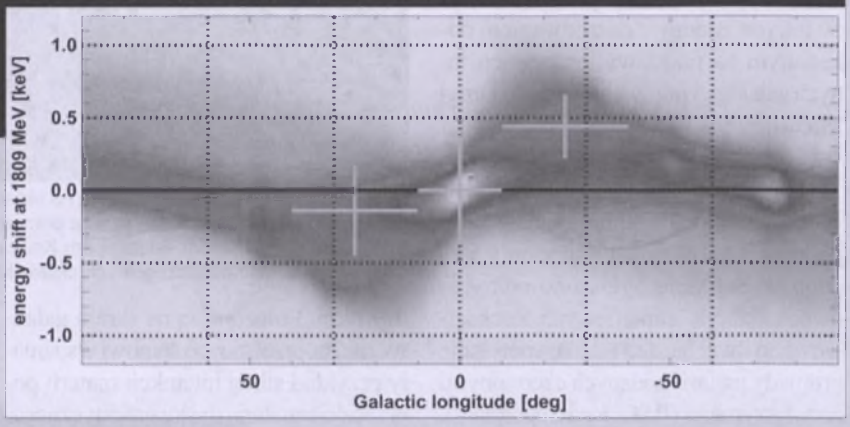


Rozmieszczenie historycznych supernowych w Galaktyce (patrz — rozkładówka)

5.3. Najmłodsza SNR w Drodze Mlecznej

Jeszcze na początku minionego roku ostatnim znanym wybuchem supernowej w Galaktyce była SN1680, której pozostałości w naszych czasach zidentyfikowane są jako Cassiopeia A. Statystyki pokazują, że od 1680 r. w Drodze Mlecznej powinno dojść nawet do siedmiu eksplozji SN. Duża rozbieżność pomiędzy teorią a obserwacjami została jednak trochę zniwelowana, bo w po-





Wykorzystując satelitę INTEGRAL należącego do ESA (European Space Agency), potwierdzono w 2006 r. istnienie procesu produkcji radioaktywnego aluminium (Al 26) w masywnych gwiazdach i supernowych umiejscowionych w Galaktyce. Dzięki temu można było oszacować częstotliwość wybuchu supernowych w Drodze Mlecznej. Uzyskany wynik to jeden wybuch SN na 50 lat. Źródło: http://www.esa.int/SPECIALS/Integral/SEMACK0VRHE_0.html#subhead1

łowie roku odkryto, że znany wcześniej obiekt typu SNR o nazwie G1.9+0.3 jest w rzeczywistości o wiele młodszy, niż sądzono.

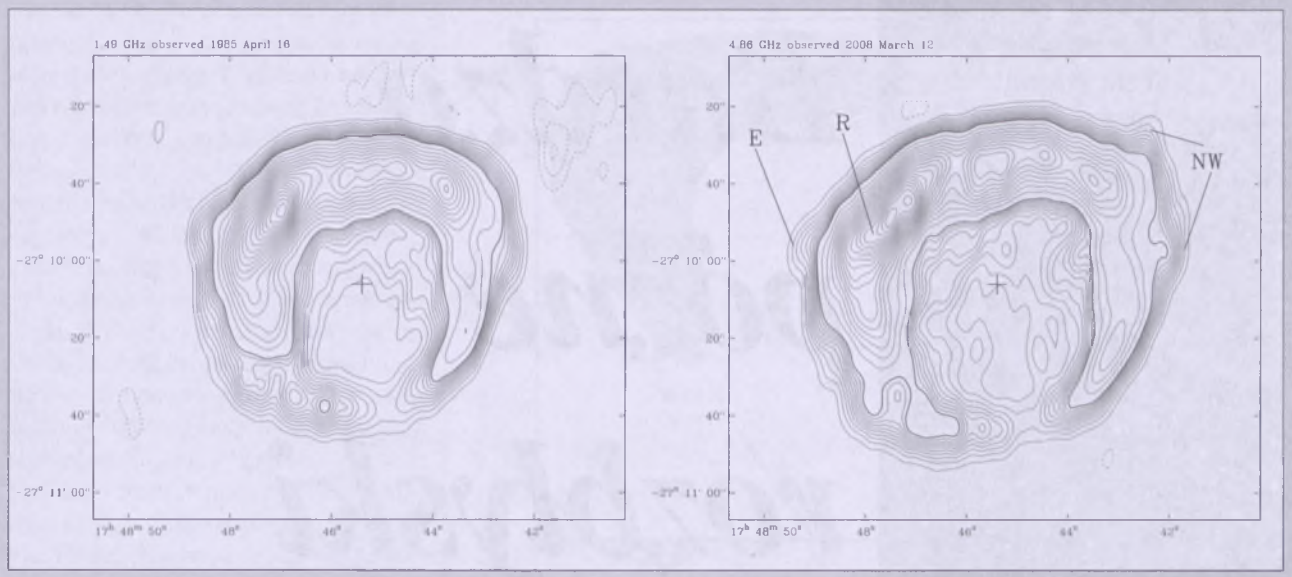
Obserwacje G1.9+0.3 siecią radioteleskopów VLA (Very Large Array) przeprowadzone w 1985 r. zostały porównane z obserwacjami wykonanymi w 2008 r. przez satelitę Chandra w zakresie promieniowania X. Porównanie wykazało, że obiekt zwiększył swoje rozmiary o 15%, czyli znacznie bardziej niż przewidywano. Powtórne obserwacje siecią VLA potwierdziły uzyskane wyniki. Zmierzenie prędkości (powyżej 12 000 km/s) ekspansji otoczki G1,9+0,3 pozwoliło wyznaczyć bardziej precyzyjnie jej wiek. Zakładając niezmienność tempa ekspansji, oszacowano wiek obiektu na około 140 lat. Oznacza to, że pod koniec XIX w. doszło do eksplozji SN w Drodze Mlecznej, której nikt nie zauważył. Wytłumaczeniem tego może być położenie SN: znajduje się ona dość blisko centrum Galaktyki i jest zanurzona w gęstym obłoku pyłu (duża absorpcja — schemat 1).

Tabela 3
Obserwacje najmłodszej (około 1870 A.D.) pozostałości po wybuchu supernowej (G1,9+0,3) za pomocą sieci radioteleskopów VLA.

	1985 rok	2008 rok
data	16.04.1985	12.03.2008
konfiguracja VLA	B	C
częstotliwość	1,49 GHz	4,86 GHz
czas na źródle	25 min	29 min
kalibrator podstawowy	3c286	3c286
założona gęstość strumienia	14,70 Jy	7,49 Jy
kalibrator pomocniczy	B1829-106	J1751-251
założona gęstość strumienia	0,927 Jy	0,569 Jy

5.4. Obserwacje optyczne SNR — mała rewolucja

Druga połowa 2008 r. przyniosła małą rewolucję, jeżeli chodzi o odkrywanie nowych, wciąż brakujących z punktu widzenia przewidywań statystycznych pozostałości po eksplozjach SN w Galaktyce. Wszystko to za sprawą przeglądu Hα nieba południowego w płaszczyźnie Galaktyki wykonanego przez AAO/UKST (Anglo-Australian Observatory/United Kingdom Schmidt Telescope). Efektem przeglądu było znalezienie aż 18 nowych SNR (SN Remnant) lub SNRc (SN Remnant candidate). Dalsze obserwacje spektralne bardzo

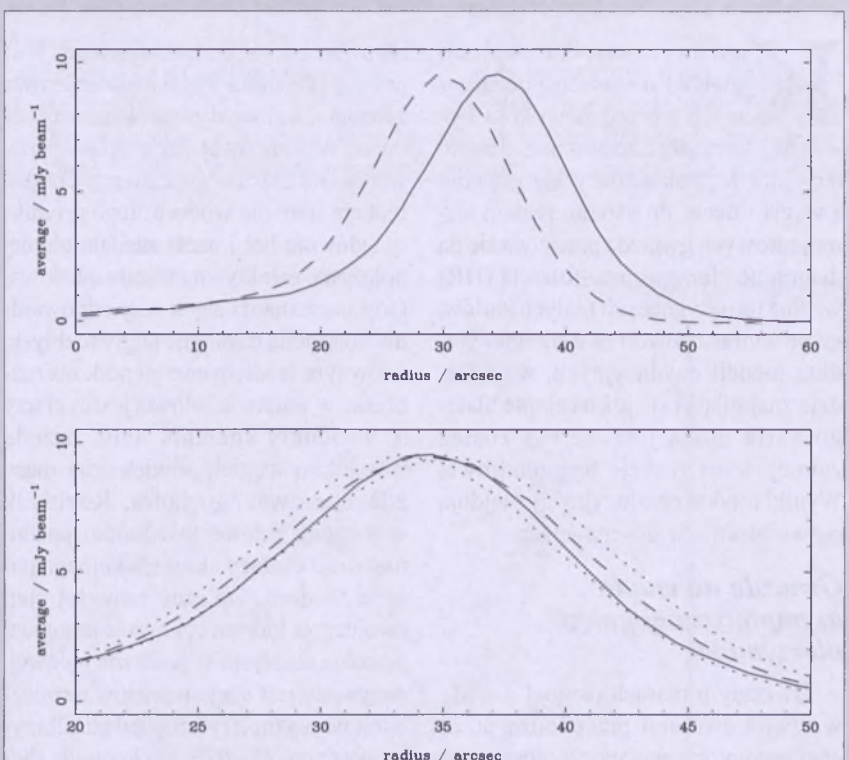


Obserwacje G1.9+0.3 sięcią radioteleskopów VLA: (po lewej) na częstotliwości 1.46 GHz, 1985 rok, poziomy konturów (–3, –2, –1, 1, 2, 3 …10, 15, 20 … 95)×0,30 mJy/beam, oraz (po prawej) na częstotliwości 4,86 GHz, 2008 rok, poziomy konturów (–3, –2, –1, 1, 2, 3 …10, 15, 20 … 95)×0,17 mJy/beam. Kontury dla wartości ujemnych — linia przerywana. Centralne markery określają pozycję użytą do wyznaczenia profilu radialnego — patrz wykres profilów. Źródło: http://arxiv.org/format/0804.2317v1

silnej linii [S II] na 6718 oraz 6731 Å dały możliwość porównania stosunków natężeń linii siarki i wodoru. Obiekty, które spełniały następujące kryterium: [S II] / Hα > 0,5, zostały uznane za pozostałości po wybuchach supernowych.

Jedenaście spośród osiemnastu SNR/SNRc wykazuje dobrą korelację obserwacji optycznych, Hα z obserwacjami radiowymi. Ponadto w obrębie jedenastu obiektów znajdują się źródła promieniowania X zarejestrowane przez satelitę ROSAT. Trzy SNR są prawdopodobnie stowarzyszone z pulsarami.

Odkrycia te potwierdziły istnienie „cichych" radiowo SNR-ów, widocznych w dziedzinie optycznej widma elektromagnetycznego. Galaktyczne SNR na ogół są odkrywane w zakresie radiowym. Najbardziej kompletny katalog galaktycznych SNR — katalog Davida Greena — pokazuje, że zaledwie 17% zarejestrowanych w nim obiektów jest widocznych również optycznie.



Góra: Profil radialny G1.9+0.3 z 1985 r. (linia przerywana) oraz 2008 r. (linia ciągła). Dół: wyskalowany profil z 1987 r., poszerzony o 12,15 oraz 18 procent (linie odpowiednio: kropkowana, przerywana, kropkowana) porównany z profilem z 2008 r. Amplitudy z 2008 r. zostały pomnożone przez czynnik 1,65. Źródło: http://arxiv.org/format/0804.2317v1

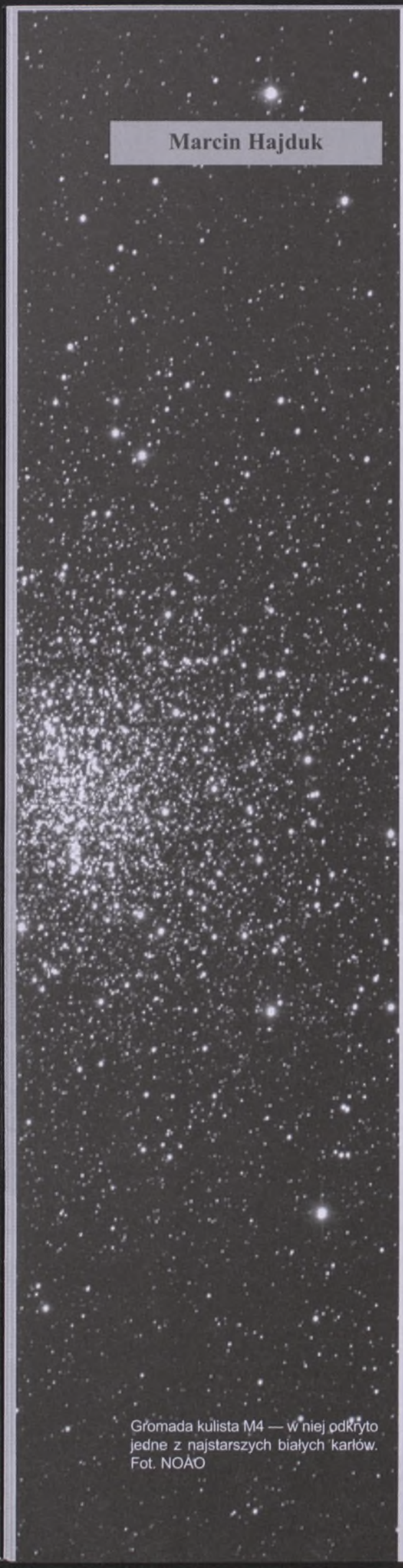
6. *Podsumowanie*

Stworzenie w miarę kompletnego katalogu galaktycznych pozostałości po wybuchach supernowych jest kluczem do pełniejszego zrozumienia ewolucji tempa formowania gwiazd oraz balansu energetycznego Galaktyki. Niestety, całkowita znana ilość obiektów typu SNR — 265 (Green 2006) w porównaniu do oczekiwanej — ponad tysiąc (Case 1998) pokazuje, że jest jeszcze wiele do zrobienia w tej dziedzinie. Taka sytuacja spowodowana jest w pierwszej kolejności różnymi efektami selekcji. Zaliczyć do nich możemy bardzo zmienną ekstynkcję oraz szeroki wachlarz obserwacyjnych właściwości zależących od stanu ewolucyjnego obiektu typu SNR.

Sebastian Soberski ukończył studia astronomiczne na UMK w Toruniu, obecnie jest doktorantem astronomii UMK kończącym studia. Przygotowuje rozprawę doktorską na temat pozostałości wybuchów supernowych i pracuje w Grudziądzkim Obserwatorium Astronomicznym i Planetarium

Marcin Hajduk

Bardzo późne rozbłyski helowe



Gromada kulista M4 — w niej odkryto jedne z najstarszych białych karłów. Fot. NOAO

Końcowym etapem ewolucji gwiazd o masach początkowych z przedziału około 1—8 $M_\odot$ jest biały karzeł o masie około 0,6—0,9 $M_\odot$, składający się głównie z węgla i tlenu. Po ustaniu reakcji termojądrowych gwiazda przesuwa się na diagramie Herzsprunga–Russela (HR) wzdłuż toru stygnących białych karłów, gdzie wytraca powoli swą energię. Według modeli ewolucyjnych, w gwieździe znajdującej się już na etapie białego karła mogą jeszcze raz zostać zainicjowane reakcje termojądrowe. Wyniki modeli ewolucyjnych znajdują potwierdzenie w obserwacjach.

Gwiazda na etapie asymptotycznej gałęzi olbrzymów

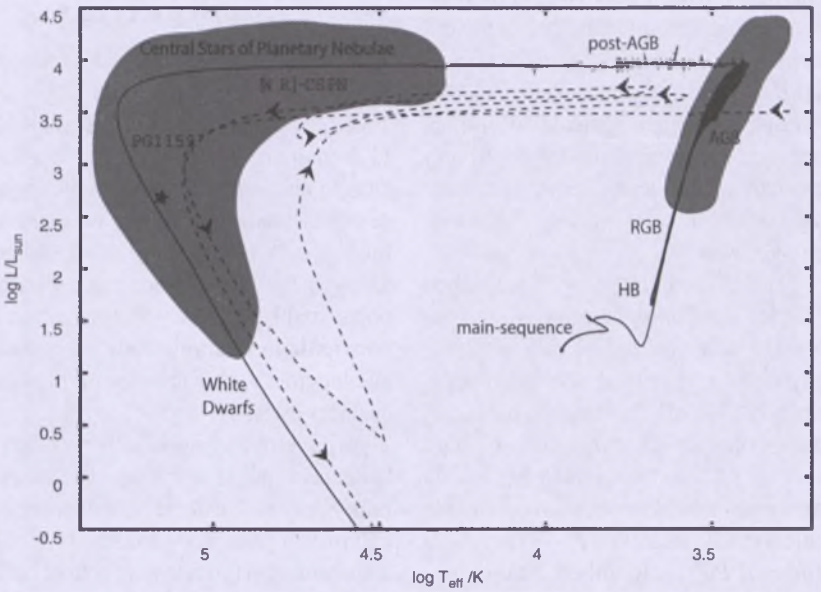
Gwiazdy o masach około 1—8 $M_\odot$ w swojej ewolucji przechodzą przez etap asymptotycznej gałęzi olbrzymów (z ang. *Asymptotic Giant Branch — AGB*, rys. 1). W jądrze gwiazdy na AGB nie zachodzą reakcje termojądrowe. Jądro, składające się z węgla i tlenu, jest podtrzymywane przez ciśnienie zdegenerowanego gazu elektronowego. Nad jądrem położona jest warstwa helowa i rozdęta, konwektywna warstwa wodoru. W końcowej fazie AGB przez większość czasu w gwieździe zachodzą reakcje spalania wodoru. Jego produkty (głównie hel i azot) zasilają głębiej położoną, nieaktywną warstwę helową. Gdy nagromadzi się w niej odpowiednia ilość helu, następuje nagły rozbłysk. Głównym źródłem energii podczas rozbłysku w warstwie helowej jest cykl trzy α. Produkty spalania helu, przede wszystkim węgiel, powiększają masę zdegenerowanego jądra. Rozbłysk w warstwie helowej trwa krótko, po nim następuje dłuższy okres spokojnego palenia wodoru. Opisany powyżej etap ewolucji, w którym cyklicznie następują po sobie rozbłyski w warstwie helowej, nazywany jest etapem pulsów termicznych na asymptotycznej gałęzi olbrzymów (z ang. *TP-AGB — Thermally Pulsing AGB*).

Podczas rozbłysku w warstwie helowej rozwija się strefa konwektywna. Reakcje syntezy helu w węgiel odbywają się u podstawy tej strefy. Przez cały czas

trwania rozbłysku cienka warstwa promienista oddziela otoczkę wodorową, która czasowo ulega wygaszeniu, od konwektywnej warstwy helowej. Po zakończeniu rozbłysku, za pomocą konwekcji, na powierzchnię gwiazdy jest wynoszona materia, zawierająca produkty nukleosyntezy w warstwie helowej. Wzrost zawartości węgla na powierzchni gwiazdy może spowodować odwrócenie stosunku C/O i powstanie gwiazd węglowych. Zamiast charakterystycznych dla tlenowych olbrzymów pasm TiO, w widmach gwiazd węglowych dominują pasma molekuł CN czy C_2.

Faza pulsów termicznych na AGB trwa krótko. Czas życia gwiazdy w fazie TP-AGB wynosi mniej niż jedną setną czasu spędzonego na ciągu głównym, w zależności od masy i składu chemicznego. W trakcie swojej wędrówki na AGB, gwiazdy osiągają większe rozmiary i jasności niż gwiazdy na etapie czerwonego olbrzyma (rys. 1). Niskie temperatury w zewnętrznych warstwach pozwalają na tworzenie się molekuł i pyłu. Wzmaga to utratę masy tak bardzo, że wywiera ona decydujący wpływ na ewolucję gwiazdy. Pod koniec ewolucji na AGB traci ona prawie całą swą otoczkę w wietrze gwiazdowym. Gdy masa otoczki maleje do około 10^{-3} $M_\odot$, gwiazda przemieszcza się przy stałej jasności w stronę coraz wyższych temperatur na diagramie HR.

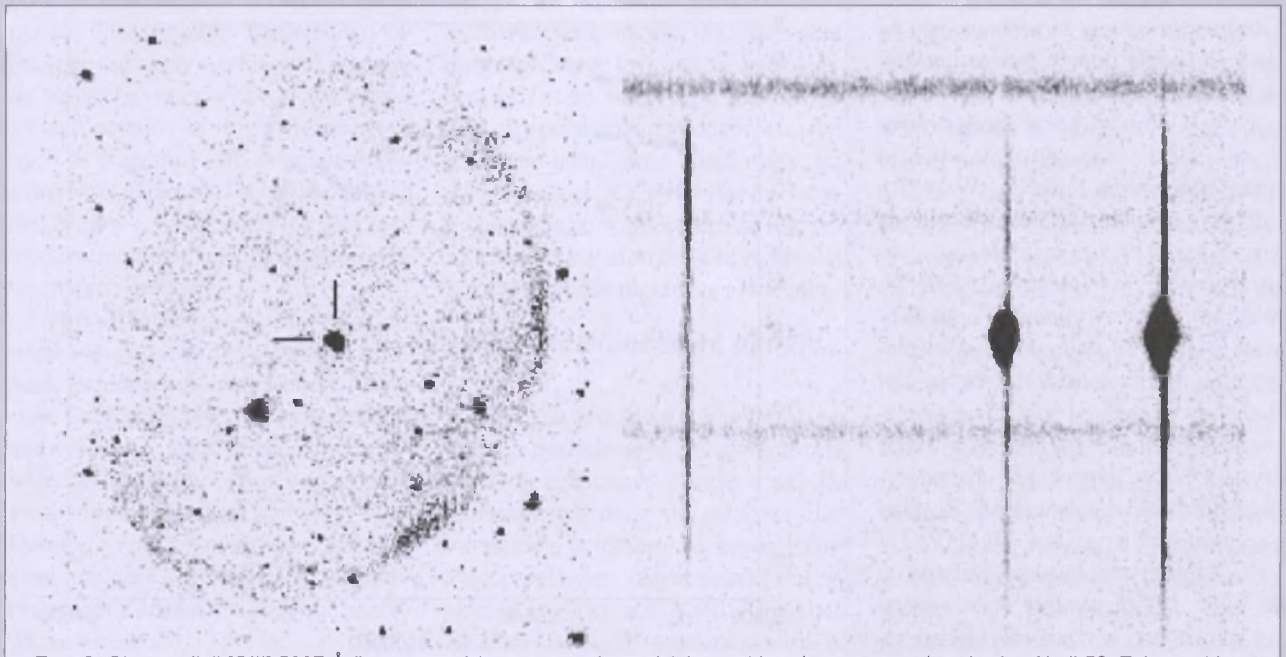
Długość czasu, w którym gwiazda przechodzi z obszaru AGB do gorących gwiazd centralnych mgławic planetarnych, silnie zależy od masy końcowej gwiazdy i wynosi od kilkudziesięciu lat dla masy 0,9 $M_\odot$ do czasu rzędu dziesięciu tysięcy lat dla około 0,56 $M_\odot$. Z materii utraconej w wietrze gwiazdowym na AGB może uformować się mgławica planetarna. Następnie materia ta wzbogaca ośrodek międzygwiazdowy.



Rys. 1. Schematyczne przedstawienie ewolucji gwiazdy o masie początkowej $2M_\odot$ na diagramie HR z pracy Wernera i Herwiga (2006). Przerywaną linią jest zaznaczona ewolucja gwiazdy, która w końcowym etapie przechodzi przez bardzo późny rozbłysk helowy

Gdy temperatura efektywna gwiazdy zbliża się do maksimum wynoszącego powyżej 100 000 K, reakcje termojądrowe, zachodzące w cienkiej wodorowej otoczce na powierzchni węglowo-tlenowego jądra, zaczynają wygasać. Temperatura i całkowita jasność gwiazdy maleją. Gwiazda przemieszcza się wzdłuż toru ewolucyjnego stygnących białych karłów.

Bohdan Paczyński w swojej pracy z 1970 r. przewidział, że po odejściu gwiazdy od fazy AGB, w trakcie gdy warstwa paląca wodór jest wciąż aktywna, może nastąpić jeszcze jeden rozbłysk helowy. Został on nazwany późnym rozbłyskiem helowym (z ang. *LTP — Late*



Rys. 2. Obraz w linii [OIII] 5007 Å (lewa strona) i przestrzennie rozdzielone widmo (prawa strona) mgławicy Abell 58. Zakres widma obejmuje linię Hα oraz dublet linii [OIII]. Wyraźnie widać centralny, ubogi w wodór składnik mgławicy

Thermal Pulse). Paczyński zaproponował, by wytłumaczyć obserwowaną ewolucję gwiazdy FG Sge rozbłyskiem helowym, następującym po fazie AGB. FG Sge, znana już od około 1890 r., na przestrzeni ponad stu lat z gorącej gwiazdy centralnej mgławicy planetarnej He 1-5 przeobraziła się w chłodnego olbrzyma.

Na przełomie lat 70. i 80. Icko Iben i Detlef Schönberner odkryli, że rozbłysk helowy może być nawet wtedy, gdy ustaje synteza jądrowa, czyli w fazie, gdy gwiazda znajduje się już na torze ewolucyjnym stygnących białych karłów na diagramie HR. Mówi się wówczas o bardzo późnym rozbłysku helowym (z ang. *VLTP — Very Late Thermal Pulse*). Rozbłysk helowy powoduje gwałtowną ekspansję zewnętrznych warstw gwiazdy i jej powrót do obszaru AGB na diagramie HR. Gwiazda wkracza w krótką fazę stabilnego spalania helu, zanim ponownie stanie się białym karłem. Rozbłysk prowadzi do powstania gwiazd centralnych mgławic planetarnych (a w dalszej kolejności białych karłów) ubogich w wodór na powierzchni. Pierwszym przykładem gwiazdy przechodzącej przez bardzo późny rozbłysk helowy okazała się V605 Aql, znana wcześniej jako Nova 1919 Aql.

Pierwszy znany obiekt VLTP: V605 Aql

Początkowo gwiazdę V605 Aql zaklasyfikowano jako nową powolną. Obserwacje zostały zaniechane, gdy jej jasność spadła poniżej progu detekcji w 1923 r. Obecność pasm molekularnych w widmie gwiazdy zarejestrowanym w 1921 r. wskazywała na bardzo niską temperaturę fotosfery. W 1971 r. odkryto, że gwiazda, która wybuchła jako Nova 1919 Aql, znajduje się w centrum mgławicy planetarnej Abell 58. Waltraut Seitter wykonała i opublikowała w latach 80. widmo mgławicy planetarnej A 58. W widmie obecny był dodatkowy składnik, pochodzący z nierozdzielonej mgławicy ubogiej w wodór (rys. 2). Widoczne były też, charakterystyczne dla gwiazdy typu WR, silne i szerokie linie emisyjne C IV, O IV, O V i He II. Obserwacje wskazywały na to, że V605 Aql, pierwotnie skatalogowana jako nowa, w rzeczywistości przeszła przez bardzo późny rozbłysk helowy.

Szybka ewolucja V4334 Sgr

W lutym 1996 r. japoński astronom amator Yukio Sakurai odkrył w gwiazdozbiorze Strzelca gwiazdę o jasności 11,4 mag. Ewolucja krzywej blasku, a także absorpcyjne widmo wykazujące niską zawartość wodoru i wysoką obfitość węgla wskazywały na to, że jest to gwiazda przechodzącą przez bardzo późny rozbłysk helowy. Przypuszczenia potwierdziło odkrycie zaawansowanej ewolucyjnie mgławicy planetarnej otaczającej gwiazdę.

W kolejnych miesiącach po odkryciu obserwowano szybki spadek temperatury przy nieznacznie zmieniającej się całkowitej jasności gwiazdy (rys. 3). Zmianom tym towarzyszył wzrost obfitości niektórych lekkich pierwiastków, należących do grupy procesów s: Li, Sr, Y i Zr oraz izotopów węgla ^{13}C. Rozkład energii w widmie wskazywał na pojawienie się składnika pochodzącego od gorącego pyłu o temperaturze około 1800 K na przełomie 1997/1998.

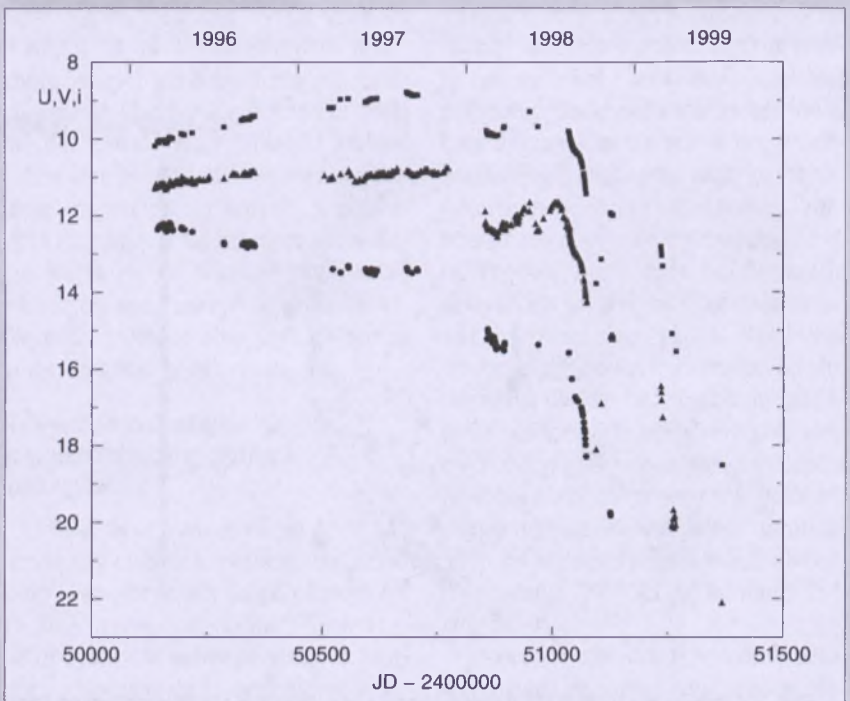
W latach 1998—1999 gwiazda przeszła przez serię spadków jasności o 3—11 mag., aż w końcu jasność spadła poniżej progu detekcji. Obserwacje świadczyły o uformowaniu się wokół V4334 Sgr pełnej, optycznie grubej otoczki pyłowej, która pochłaniała całe światło widzialne od gwiazdy. Od tej pory, głównym źródłem informacji o obiekcie stały się obserwacje podczerwone. Wskazywały one na znaczny wzrost tempa utraty masy aż do 2004 r., kiedy to nastąpił jego znaczny spadek.

Obecnie gruba optycznie warstwa pyłu ciągle uniemożliwia obserwacje obiektu w świetle widzialnym. Dla promieniowania na falach radiowych pył nie stanowi jednak przeszkody. V4334 Sgr była monitorowana na falach radiowych niemal od początku odkrycia. Pierwsze obserwacje pokazywały jedynie zjonizowaną mgławicę planetarną. W 2004 r. została zaobserwowana emisja radiowa w centrum mgławicy. Pozycja źródła radiowego doskonale zgadzała się z pozycją gwiazdy centralnej zaobserwowanej, zanim została zakryta przez pył (rys. 4).

Źródłem emisji radiowej w centrum mgławicy wydaje się być wewnętrzna część otoczki wyrzuconej przez gwiazdę podczas bardzo późnego rozbłysku helowego. Prawdopodobnie rozpoczęła się jonizacja węgla, stanowiącego znaczną część masy wyrzuconej otoczki. Świadczy to, że gwiazda osiągnęła już swoją minimalną temperaturę i zaledwie kilka lat po rozbłysku ponownie przemieszcza się w stronę gorących gwiazd centralnych mgławic planetarnych na diagramie HR.

Modele ewolucyjne VLTP

Pierwsze modele ewolucyjne przewidywały, że pomiędzy bardzo późnym rozbłyskiem helowym a powrotem



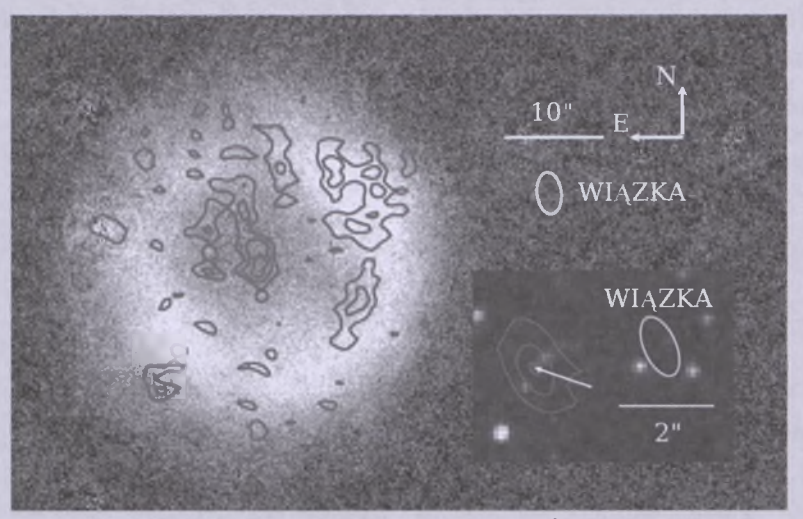
Rys. 3. Krzywa blasku V4334 Sgr (od góry) w pasmie i, V i U (Duerbeck, 2002)

gwiazdy do obszaru AGB powinno upłynąć około 100—200 lat. Tymczasem obserwowany czas powrotu gwiazd VLTP do obszaru AGB wynosi zaledwie kilka lat. Początkowo próbowano wytłumaczyć szybką ewolucję V4334 Sgr i V605 Aql dużo wyższą masą gwiazdy centralnej niż tą przyjmowaną modelach Ibena i Schönbernera, co znacznie przyspieszyłoby ewolucję gwiazd w stosunku do modeli. Kiedy ten argument upadł, teoretycy zajęli się budowaniem nowych modeli ewolucyjnych. Ze względu na porównywalną skalę czasową reakcji termojądrowych i konwektywnego mieszania, stworzenie odpowiednich modeli wymagało ostrożnego doboru kroku czasowego.

Najnowsze wyniki pokazują, że gwiazdy o niewielkich masach po bardzo późnym rozbłysku helowym wykonują podwójną pętlę na diagramie HR, dwukrotnie wracając w obszar gwiazd AGB (Miller-Bertolami i in., 2006). W krótkim czasie po rozbłysku rozwija się strefa konwektywna, sięgająca od warstwy spalania helu do warstwy bogatej w wodór. Większość wodoru, pozostająca jeszcze w gwieździe, zostaje pochłonięta przez tę strefę. Protony, docierając do coraz gorętszych obszarów strefy konwektywnej, są wyłapywane przez jądra ^{12}C. Głównym źródłem energii jest spalanie wodoru w reakcji $^{12}C(p,\alpha)^{13}N$. Nukleosyntezę uzupełnia przyłączanie neutronów do jąder w tzw. procesach s. Gwiazda na krótko rozszerza się do rozmiarów czerwonego olbrzyma. Gdy cały wodór zostaje spalony, ulega ona kontrakcji i wraca w obszar gwiazd centralnych mgławic planetarnych na diagramie HR. Drugi, wolniejszy powrót gwiazdy w rejon czerwonych olbrzymów na diagramie HR jest spowodowany spalaniem helu w głębszych warstwach gwiazdy.

Obfitości pierwiastków na powierzchni gwiazdy ulegają silnym zmianom. Ponieważ otoczka wodorowa zostaje wchłonięta w całości przez strefę konwektywną, skład chemiczny na powierzchni gwiazdy odpowiada składowi chemicznemu strefy konwektywnej. Dominującymi pierwiastkami w atmosferze stają się hel i węgiel. Powierzchnia gwiazdy jest niemal zupełnie pozbawiona wodoru.

Obiekty, które przeszły przez późny lub bardzo późny rozbłysk helowy, określane są wspólnym mianem obiektów typu *born again* (narodzonych na nowo). Różne szacunki na podstawie stworzonych modeli ewolucyjnych podają, że około 10—25% gwiazd centralnych mgławic planetarnych przechodzi przez fazę *born again*. Ze względu jednak na bardzo szybką ewolucję gwiazdy w tym stadium zaobserwowano jedynie trzy obiekty. Spośród trzech znanych obiektów *born again* V605 Aql i V4334 Sgr (nazywane w literaturze bliźniakami ze względu na liczne podobieństwa), przeszły przez bardzo późny rozbłysk helowy. FG Sge wyraźnie różni się od V605 Aql i V4334 Sgr zdecydowanie dłuższą skalą czasową zmian parametrów fizycznych: temperatury, jasności i składu chemicznego i wydaje się być obiektem późnego rozbłysku helowego. Z bardzo późnym rozbłyskiem helowym wiąże się intensywna utrata masy, bogatej w węgiel ^{13}C, jak również w izotopy powstające w procesach s. Jest ona wstrzyknięta w uformowaną wcześniej, bogatą w wodór mgławicę planetarną.



Rys. 4. Obraz mgławicy wokół V4334 Sgr w linii [OIII] 5007 Å (tło) z nałożonymi konturami radiowej emisji na częstości 8 GHz. W prawym dolnym rogu — kontury emisji radiowej i w tle obraz w pasmie *I* z HST. Strzałka wskazuje na pozycję gwiazdy centralnej

Mgławice planetarne ubogie w wodór

Znanych jest kilka mgławic planetarnych posiadających w swoich centralnych częściach ubogie w wodór struktury, różniące się składem chemicznym i wiekiem od zewnętrznej części mgławicy. Najwcześniej odkryto je w mgławicach Abell 30 i Abell 78. Iben i in. (1983) zaproponowali, że gwiazdy centralne mgławic A 30 i A 78 są w fazie stabilnego palenia helu po bardzo późnym rozbłysku helowym. Liczne „kometarne" struktury i szoki w ubogiej w wodór mgławicy mogły powstać w wyniku oddziaływania materii wyrzuconej po rozbłysku helowym z szybkim wiatrem gwiazdowym gwiazdy centralnej.

Liczba znanych mgławic planetarnych posiadających centralne obszary ubogie w wodór jest zbyt mała w stosunku do liczby oczekiwanej na podstawie odsetka gwiazd przechodzących przez bardzo późny rozbłysk helowy. Powodem tej niezgodności mogą być trudności obserwacyjne. Mgławice ubogie w wodór, istniejące w niewielkich mgławicach, mogą pozostawać niezauważone. Fakt, że wszystkie mgławice posiadające centralne części ubogie w wodór zaobserwowano w rozległych mgławicach o niskiej jasności powierzchniowej typu Abella, wskazuje na występowanie selekcji obserwacyjnej. Mgławice z materią wyrzuconą w fazie *born again* w centrum stanowią 4% wszystkich mgławic typu Abella.

Innym czynnikiem powodującym niedobór obserwowanych mgławic planetarnych posiadających ubogie w wodór części centralne może być ich krótki czas życia. Masa takiej mgławicy wyrzuconej przez gwiazdę centralną jest niższa, a prędkość ekspansji wyższa niż w mgławicy wyrzuconej w fazie AGB (Zijlstra, 2002), stąd też mgławica uboga w wodór szybko rozprasza się i przestaje być obserwowalna na tle tej bogatej w wodór.

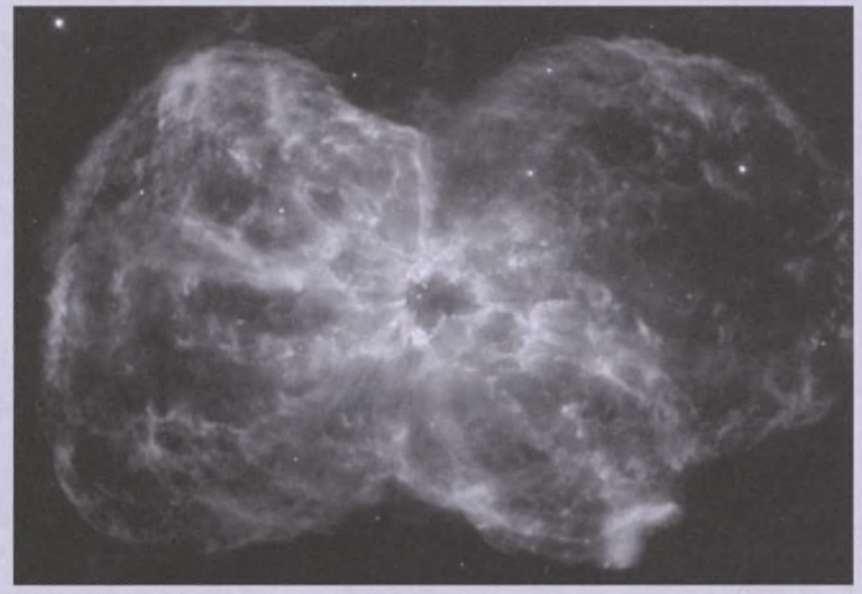
Gwiazdy powiązane lub podejrzewane o związki z VLTP

Odsetek gwiazd ubogich w wodór wśród gwiazd centralnych mgławic planetarnych szacowany jest na około 30% (Mendez, 1991). VLTP mógłby wyjaśnić powstawanie przynajmniej niektórych z gwiazd ubogich w wodór, takich jak gwiazdy centralne mgławic planetarnych typu WR, gwiazdy typu PG 1159, jak również białe karły pozbawione wodoru na powierzchni. Gwiazdy typu *born again* wykazują również powiązania z gwiazdami typu R CrB (R Coronae Borealis).

Gwiazdy centralne mgławic planetarnych, zakwalifikowane jako typ WR, z wyglądu widma przypominają masywne obiekty należące do populacji I, odkryte przez Wolfa i Rayeta. Gwiazdy typu WR pokazują silne i szerokie linie pierwiastków, świadczące o intensywnym wietrze wiejącym z ich powierzchni. Atmosfery gwiazd WR charakteryzuje bardzo niska obfitość wodoru. Skład chemiczny gwiazd WR (głównie węgiel i hel) zgadza się z przewidywaniami modeli ewolucyjnych dla VLTP (Werner i Herwig, 2006). Intrygującą cechą gwiazd WR jest występowanie dwóch rodzajów pyłu w ich bliskim otoczeniu, co mogłoby znaleźć naturalne wytłumaczenie właśnie dzięki bardzo późnemu rozbłyskowi helowemu. Gwiazda V605 Aql pokazuje obecnie widmo typu WR, wzmacniając więzi pomiędzy VLTP a gwiazdami typu WR. V605 Aql jednak ewoluuje o wiele szybciej niż znane gwiazdy centralne typu WR.

Gwiazdy typu PG 1159 posiadają skład chemiczny bardzo podobny do gwiazd typu WR. Charakteryzuje je mniejsze tempo utraty masy od gwiazd WR. Nie są też tak jasne jak one. Widoczne są słabe i szerokie linie He II czy C IV. Wokół połowy gwiazd typu PG 1159 obserwuje się otaczające je mgławice planetarne. Gwiazdy centralne mgławic planetarnych A 30 i A 78 są sklasyfikowane jako typ przejściowy pomiędzy gwiazdami typu PG 1159 a WC, posiadają bowiem cechy spektralne należące do obu tych klas.

Gwiazdy typu R CrB są grupą chłodnych nadolbrzymów, których atmosfery wykazują deficyt wodoru. Znanych jest około czterdzieści obiektów tego typu. Najbardziej rozpoznawalną cechą gwiazd typu R CrB jest ich krzywa blasku. Głębokie minima fotometryczne są spowodowane zakryciami przez pył, które powtarzają się wielokrotnie i w nieregularnych odstępach czasu. Zakrycia są skutkiem wyrzucenia chmur materii z górnych warstw fotosfery. W wyrzuconej chmurze materii kondensuje się pył, zasłaniając nam gwiazdę centralną w świetle widzialnym, jeśli chmura znajduje się na linii widzenia. Po szybkim spadku jasności o 6—8 mag., trwającym kilka tygodni, gwiazda pozostaje w minimum przez kilka tygodni lub miesięcy. Pod koniec tego okresu powoli wraca do wcześniejszej jasności.



NGC 2440 — piękny przykład mgławicy planetarnej powstałej z materii odrzuconej przez gwiazdę przechodzacą do fazy białego karła. Centralna gwiazda jest jedną z najgorętszych, jakie znamy — ma temperaturę powierzchniową ok. 200 000 K! Fot. NASA/ESA/STScI

Na związek gwiazd R CrB z gwiazdami typu *born again* wskazuje m.in. podobieństwo składu chemicznego tych obiektów. Analogia została pogłębiona przez zaobserwowanie w gwiazdach FG Sge, V4334 Sgr i V605 Aql spadków blasku spowodowanych kondensacją pyłu, przypominających mimima obserwowane w gwiazdach typu R CrB. W odróżnieniu od gwiazd typu R CrB, optycznie gruba (aż po bliską podczerwień) pyłowa otoczka zasłania gwiazdę *born again* przynajmniej na kilkadziesiąt lat.

Scenariusz *born again* może mieć trudności z wyjaśnieniem powstawania np. gwiazd posiadających 90% helu w atmosferze lub znaczące ilości wodoru. De Marco (2008) sugeruje, że przy powstawaniu niektórych gwiazd ubogich w wodór decydującą rolę może odgrywać podwójność (np. rozbłysk helowy w gwieździe, posiadającej towarzysza na ciasnej orbicie). Alternatywnym scenariuszem dla pochodzenia gwiazd R CrB jest np. zespolenie się dwóch białych karłów. Scenariusz ten tłumaczy wysokie obfitości izotopu tlenu C^{18} w tych gwiazdach. Połączenie się dwóch karłów może zapewnić warunki (temperatura $1{,}2—1{,}9\times10^8$ K) potrzebne do syntezy znacznej ilości C^{18}, w przeciwieństwie do rozbłysku helowego.

Gwiazdy typu *born again* mogą być narzędziem do badania utraty masy i formowania się pyłu w materii z nadwyżką węgla nad tlenem. Badanie składu chemicznego gwiazd *born again* pozwala na obserwowanie produktów nukleosyntezy, zachodzącej w wyniku rozbłysku. Przez swą częstość występowania, VLTP może mieć wpływ na ewolucję chemiczną całej Galaktyki, w szczególności może dostarczać znacznej ilości pyłu węglowego i niektórych izotopów pierwiastków. Podczas badania meteorytu Murchison natknięto się na ziarna pyłu, których skład izotopowy wskazywał na uformowanie się w pyle wyrzuconym przez obiekty VLTP.

Autor był studentem i doktorantem Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Interesuje się mgławicami planetarnymi i ewolucją gwiazd. W styczniu 2009 r. obronił doktorat oparty na pracy dotyczącej problemów omawianych powyżej

Misja kosmiczna New Horizons, czyli sondowanie Plutona

Krzysztof Ziołkowski

Źródło: NASA

O Plutonie długo się mówiło, że jest ostatnią planetą, która nie została jeszcze zbadana przez sondę kosmiczną. Czyż to nie ironia losu, że gdy w styczniu 2006 r. nareszcie rozpoczęła się długo oczekiwana misja NEW HORIZONS, której głównym celem jest Pluton, zaledwie pół roku później został on pozbawiony statusu dziewiątej planety Układu Słonecznego i zaczął być traktowany jak planeta karłowata?

Pierwsze koncepcje sondowania najdalszych planet Układu Słonecznego, a wśród nich Plutona, powstały już na początku lat 70. XX w., m.in. przy okazji tworzenia planów wykorzystania silników jonowych w lotach międzyplanetarnych. Jeden z projektów, opublikowany w 1971 r., zakładał np., że sonda kosmiczna wystrzelona z Ziemi w 1982 r., dzięki wydajnemu silnikowi jonowemu mogłaby osiągnąć Plutona już w 1987 r. Niezbędnej do działania takiego silnika energii elektrycznej, o mocy — jak szacowano — aż 150 kW, musiałaby oczywiście dostarczać pokładowa elektrownia jądrowa. Bardziej realistyczne plany sondowania Plutona były związane z projektem tzw. Wielkiej Wyprawy (ang. *Grand Tour*) do wszystkich planet zewnętrznych. Przewidywał on m.in. wystrzelenie z Ziemi w latach 1976 i 1977 dwóch sond, których tory umożliwiłyby przeloty koło Jowisza, Saturna i Plutona. Na to bardzo ambitne przedsięwzięcie nie znaleziono jednak funduszy i Wielka Wyprawa została zredukowana do misji Voyagera, a o potrzebie zbadania Plutona za pomocą sondy kosmicznej przypomniano sobie właściwie dopiero w końcu lat 80.

Do wzmożenia zainteresowania Plutonem przyczyniło się zapewne odkrycie na nim śladowej atmosfery, która się tworzy na krótko, gdy znajduje się on najbliżej Słońca (ogrzanie powierzchni powoduje sublimację pokrywających ją lodów azotowo–metanowych). Krążąc wokół Słońca po orbicie eliptycznej, Pluton przeszedł przez peryhelium 8 maja 1989 r. Kilka miesięcy wcześniej, dzięki wnikliwym obserwacjom zakrycia jasnej gwiazdy przez Plutona, potwierdzono, dostrzeżoną w analogiczny sposób w 1985 r., obecność przy jego powierzchni cienkiej i rzadkiej warstwy gazów (głównie azotu, metanu i tlenku węgla). Stało się to zachętą do lepszego

poznania interesującego obiektu i sygnałem, że trzeba się spieszyć z wysłaniem ku niemu sondy kosmicznej, aby zdążyła zbadać tę atmosferę przed jej zniknięciem. Należało się go spodziewać, gdy po przejściu peryhelium Pluton oddali się od Słońca, a temperatura jego powierzchni zmniejszy się na tyle, że nie będzie już możliwa sublimacja lodów powierzchniowych. Najbardziej optymistyczne przewidywania wskazywały, że może to nastąpić około 2020 r. Dodatkowym bodźcem do rozpoczęcia przygotowań lotu do Plutona był pełen sukcesów przelot sondy Voyager 2 koło Neptuna w 1989 r., a w szczególności odkrycie aktywności wulkanicznej na powierzchni jego największego księżyca Trytona, który pod względem własności fizycznych i składu chemicznego okazał się intrygująco podobny do słabiej na razie poznanego Plutona.

Na początku lat 90. XX w. w NASA powstał projekt misji PFF (ang. *Pluto Fast Flyby*), który przewidywał wystrzelenie w latach 1999—2000 dwóch niewielkich sond kosmicznych (każdej o masie nie przekraczającej 150 kg), które bez żadnego wspomagania grawitacyjnego i w zasadzie bez wykonywania po drodze jakichś badań, mogłyby osiągnąć Plutona i Charona w latach 2007—2010. Podczas przelotów koło nich z prędkością 12—18 km/s, w odległości rzędu 15 tys. km, przeprowadziłyby pomiary i obserwacje obu obiektów dla poznania geologii, morfologii i składu ich powierzchni, a także dla zbadania zawartości oraz własności fizycznych i chemicznych sezonowej atmosfery Plutona. Gdy od 1992 r. zaczęto odkrywać coraz więcej obiektów transneptunowych projekt PFF, który ciągle nie mógł doczekać się funduszy na realizację, został zmodyfikowany przez rozszerzenie zadań o badanie ciał pasa Kuipera. Plany nowej misji, którą nazwano Pluto/Kuiper Express, przewidywały start sondy o masie 220 kg w 2004 r. Po jej zbliżeniu do Jowisza w kwietniu 2006 r. i wykorzystaniu wspomagania grawitacyjnego największej planety do odpowiedniej zmiany trajektorii, sonda mogłaby osiągnąć Plutona w grudniu 2012 r. i po przelocie koło niego z prędkością 17—18 km/s skierować się jeszcze ku jakimś innym, może jeszcze nawet nieznanym, obiektom pasa Kuipera. Niestety i te projekty nie wyszły poza fazę studyjną, a w 2000 r. całkowicie utraciły źródła dalszego finansowania.

Przerwanie prac nad misją do Plutona wywołało falę niezadowolenia, nie tylko środowisk naukowych i nie tylko w USA. W wyniku zakrojonych na szeroką skalę działań lobbystycznych za wysłaniem sondy kosmicznej ku najdalszej planecie, NASA uległa presji będącego ich inicjatorem Amerykańskiego Towarzystwa Planetarnego i ogłosiła nowy konkurs na sondowanie Plutona. Ceną okazało się jednak znaczne spowolnienie przygotowań do sondowania Europy, intrygującego księżyca Jowisza, też wywołującego w tym czasie wiele emocji z powodu odkrycia pod jego lodową powierzchnią oceanu płynnej wody. Po rozstrzygnięciu konkursu w końcu 2001 r. rozpoczęły się więc ostatecznie przygotowania do misji, którą nazwano NEW HORIZONS (Nowe Horyzonty) dla uwypuklenia jej roli i znaczenia w poznawaniu obiektów i rejonów otoczenia Słońca, które nie były dotychczas badane przez żadną sondę kosmiczną. Wiąże się z nią duże nadzieje, że rozszerzy horyzonty wiedzy o Układzie Słonecznym, np. umożliwi być może zrozumienie procesów, które doprowadziły do uformowania się pasa Kuipera oraz do powstania w nim nietypowego układu podwójnego, którego składniki tak bardzo różnią się od siebie.

Starannie wyselekcjonowane cele misji NEW HORIZONS obejmują możliwie wszechstronne poznanie składu i budowy powierzchni Plutona i Charona, zbadanie śladowej atmosfery Plutona i tempa jej zaniku oraz poszukiwanie ewentualnej atmosfery Charona, wykrycie możliwego pola magnetycznego obu ciał i jego współoddziaływania z wiatrem słonecznym, próby wyśledzenia nowych księżyców Plutona i materii pyłowej w jego otoczeniu. Do realizacji tych zadań sondę wyposażono w aparaturę (w sporej części wzorowaną na aparaturze przygotowanej dla nieudanej misji kometarnej CONTOUR, co znacząco obniżyło koszta misji), która składa się z zestawu kamer dalekiego zasięgu o dużej rozdzielczości, spektrometrów promieniowania widzialnego oraz bliskiej podczerwieni i nadfioletu, detektorów i analizatorów cząstek naładowanych, a także detektora pyłu. Sonda NEW HORIZONS, o masie startowej 478 kg (w tym 28,5 kg przypadło na instrumenty naukowe, a 77 kg na zapas paliwa chemicznego dla 16 silniczków nawigacyjnych i korekcyjnych), ma kształt graniastosłupa o wysokości 0,7 m i podstawie trójkąta o bokach mniej więcej 2 m. Do łączności z Ziemią służy antena o średnicy 2,1 m. Energii elektrycznej niezbędnej do pracy wszystkich urządzeń dostarcza generator radioizotopowy o mocy początkowej 240 W, która zmaleje do około 200 W, gdy sonda znajdzie się w pobliżu Plutona. Na pokładzie sondy NEW HORIZONS znajduje się też dysk z cyfrowym zapisem imion i nazwisk ponad 430 tys. mieszkańców Ziemi; umieszczono w niej także urnę ze szczyptą prochów zmarłego w 1997 r. odkrywcy Plutona.

Pierwsza misja do Plutona rozpoczęła się startem sondy NEW HORIZONS 19 stycznia 2006 r. z przylądka Canaveral na Florydzie. Rakieta Atlas V/551 nadała sondzie prędkość aż 16,3 km/s, co jest nowym rekordem szybkości, z jaką dzieło rąk ludzkich opuściło Ziemię (dotychczasowy należał do sondy Pioneer 10 wystrzelonej w kierunku Jowisza w 1972 r. z prędkością 14,4 km/s). Po kilku drobnych korektach początkowej trajektorii sonda poleciała ku Jowiszowi po heliocentrycznej orbicie hiperbolicznej (o mimośrodzie 1,03) położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ruchu Ziemi pod kątem prawie 1° i odległości peryhelium równej 0,98 AU.

Po drodze, 13 czerwca 2006 r., sonda minęła, odkrytą w 2002 r., planetoidę pasa głównego (132524) APL (pierwotnie oznaczaną 2002 JF_{56}). Jej tajemnicze imię APL jest skrótem nazwy znanego amerykańskiego instytutu Applied Physics Laboratory, należącego do Uniwersytetu Johnsa Hopkinsa w Baltimore, w którym powstało wiele znaczących misji kosmicznych, m.in. NEAR Shoemaker do Erosa, MESSENGER do Merkurego, a także omawiana tu NEW HORIZONS. Sonda przeleciała koło planetoidy, w minimalnej odległości około 102 tys. km, ze stosunkowo dużą względem niej prędkością kątową, sięgającą 40 sekund kątowych na sekundę czasu (względna prędkość liniowa była równa około 70 tys. km/h). Zbliżenie to wykorzystano do przetestowania systemu nawigacji, zweryfikowania możliwości badawczych (w szczególności fotografowania szybko mijanych obiektów) i przeprowadze-

nia kalibracji przyrządów sondy. W rezultacie wykonanych obserwacji stwierdzono, że planetoida APL jest obiektem typu widmowego S, o nieregularnych kształtach i rozmiarach około 2,3 km.

Po zaledwie 13 miesiącach od startu z Ziemi, 28 lutego 2007 r., sonda NEW HORIZONS przeleciała koło Jowisza w odległości 2305 tys. km. Dzięki temu zbliżeniu do największej planety jej oddziaływanie grawitacyjne powiększyło prędkość sondy względem Słońca o prawie 4 km/s i doprowadziło do zmiany dotychczasowej orbity heliocentrycznej poprzez zwiększenie jej mimośrodu do wartości 1,4, odległości peryhelium do 2,2 AU i kąta nachylenia płaszczyzny orbity do płaszczyzny ekliptyki do 2,3°. Tym samym wspomaganie grawitacyjne Jowisza umożliwi już sondzie osiągnięcie Plutona — zgodnie z planem — w 2015 r. w odległości prawie 33 AU od Słońca. Bliski przelot koło Jowisza został też oczywiście wykorzystany do przeprowadzenia rozmaitych badań największej planety i jej otoczenia.

Badania Jowisza sonda NEW HORIZONS rozpoczęła kilka miesięcy przed przelotem koło planety zrobieniem pierwszych jej fotografii już 4 września 2006 r. Przedmiotem szczególnego zainteresowania przyrządów sondy uczyniono m.in. tzw. małą czerwoną plamę, która na powierzchni Jowisza pojawiła się w 2000 r. po kolizji trzech stosunkowo niewielkich zawirowań obserwowanych w atmosferze planety od lat 30. zeszłego stulecia. Dwa pierwsze cyklony złączyły się w 1998 r., a dwa lata później dołączył do nich trzeci. W 2005 r. ta nowa, większa struktura wyraźnie poczerwieniała, osiągając wielkość porównywalną z rozmiarami Ziemi i barwę przypominającą znaną do dawna wielką czerwoną plamę na Jowiszu. Po raz pierwszy była intensywnie śledzona jednocześnie z pokładu sondy NEW HORIZONS oraz za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a i układu teleskopów VLT (ang. *Very Large Telescope*) Europejskiego Obserwatorium Południowego w Chile. Ta bezprecedensowa kampania obserwacyjna przeprowadzona na początku 2007 r. pokazała, że prędkość cyrkulacji materii w małej czerwonej plamie wynosi 172 ±18 m/s i wydaje się stopniowo wzrastać. Jej obecna wartość jest bliska maksymalnej prędkości rotacji wielkiej czerwonej plamy. Wyraźne uniesienie obu struktur ponad warstwę obłoków powierzchniowych, łącznie z podobną morfologią, kolorem i rozmiarami, sugerują analogiczny mechanizm powstania i dynamiki zarówno małej, jak i wielkiej czerwonej plamy. Informacje uzyskane dzięki sondzie NEW HORIZONS zapewne pomogą rozwikłać ciągle oczekujący wyjaśnienia problem pochodzenia i źródła energii podtrzymującej istnienie obu tych niezwykłych utworów na powierzchni Jowisza.

Za pomocą kamer sondy NEW HORIZONS wykonano serię zdjęć trudnej do obserwacji z Ziemi struktury wokół Jowisza, jaką jest jego pierścień. Pozwoliły one dostrzec różne zgęszczenia pyłu w pierścieniu, a tym samym prześledzić wpływ księżyców Metis i Adrastea na jego dynamikę. Stwierdzono, że ewolucja materii pierścienia zachodzi bardzo szybko: zauważono bowiem zmiany w jego budowie zachodzące w czasie rzędu miesięcy, a nawet tygodni. Pozwoliło to na zbadanie procesu stałego zaopatrywania pierścienia w pył pochodzący z tych satelitów. Nie znaleziono natomiast innych obiektów, o rozmiarach nie mniejszych niż 1 km, które mogłyby być źródłem materii pierścienia.

Podczas zbliżenia do Jowisza sonda NEW HORIZONS obserwowała też księżyce galileuszowe. Obrazy widmowe w podczerwieni Europy i Ganimedesa wzbogaciły dotychczasową wiedzę o źródłach innych niż lód substancji powierzchniowych tych satelitów. Stwierdzono także, że lodowa powierzchnia Europy rozprasza światło w sposób znacznie bardziej jednorodny niż powierzchnie pozostałych księżyców lodowych Jowisza. NEW HORIZONS miała okazję czterokrotnie zarejestrować świecenie zorzowe na satelicie Io w czasie jego zaćmień. Zmiany jasności tych zjawisk podczas zaćmienia i poza nim zinterpretowano jako efekt wyraźnych różnic gęstości atmosfery księżyca po nocnej i dziennej jego stronie. Jednoczesne obserwacje spektroskopowe w nadfiolecie, wykonane z pokładu sondy NEW HORIZONS i za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a, dostarczyły nowych informacji o zależności śladowej atmosfery Io od aktywności wulkanicznej tego satelity. Ogółem za pomocą aparatury sondy udało się zbadać 11 wybuchów wulkanicznych na Io, z których 3 dostrzeżono po raz pierwszy. Temperatury materii emitowanej z wnętrza księżyca okazały się podobne, jak w przypadku ziemskich wulkanów. W szczególności obserwacje pióropusza materii, wyrzuconej ze znanego już wulkanu o nazwie Tvashtar i uniesionej do wysokości prawie 350 km ponad powierzchnię, dały wyjątkową okazję do prześledzenia jego struktury, składu i ewolucji.

Przelot koło Jowisza sondy NEW HORIZONS stworzył także wyjątkową okazję do badań największej struktury Układu Słonecznego, jaką jest magnetosfera Jowisza. Wszystkie dotychczasowe sondy kosmiczne, z wyjątkiem Voyagera 2, zanurzały się w nią w odległościach od planety nie większych niż 200 promieni Jowisza. NEW HORIZONS natomiast, oddalając się od Jowisza, poruszała się w ogonie jego magnetosfery aż do odległości przewyższającej 2500 promieni Jowisza. Dzięki temu poznano niejednorodności magnetosferycznego strumienia cząstek naładowanych, pochodzących z jonosfery Jowisza i z księżyca Io, oraz odkryto w nim obecność ogromnych obłoków plazmowych, stosunkowo wolno przemieszczających się w ogonie magnetosfery, charakteryzujących się większą energią oraz gęstością cząstek. Zwiększona radiacja w magnetosferze Jowisza była prawdopodobnie przyczyną — na szczęście niegroźnej w skutkach — awarii pamięci głównego komputera sondy w dniu 19 marca 2007 r., którą udało się jednak szybko usunąć.

Warto dodać, że do kampanii badawczej Jowisza amerykańskiej sondy NEW HORIZONS przyłączyła się też europejska sonda kometarna ROSETTA. W marcu i kwietniu 2007 r. za pomocą znajdującego się na jej pokładzie ultrafioletowego spektrometru obrazującego prowadzono skorelowane z badaniami NEW HORIZONS obserwacje zjawisk zorzowych na Jowiszu i w otaczającym planetę torusie plazmowym.

Po zbliżeniu do Jowisza i zakończeniu jego badań sonda NEW HORIZONS rozpoczęła niemal ośmioletni lot do Plutona w stanie uśpienia. Jedynie raz do roku przewidziane są kilkutygodniowe okresy łączności z nią, podczas których będą sprawdzane wszystkie urządzenia, kalibrowane przyrządy naukowe i dokonywane — jeśli okaże się to potrzebne — korekty toru. W październiku 2008 r., gdy w NASA świętowano 1000

dni lotu sondy, znajdowała się ona w odległości 11,2 AU od Słońca i poruszała się względem niego z prędkością 17,7 km/s. Od Ziemi dzielił ją dystans 11,5 AU, a od Plutona 20,4 AU.

Przelot sondy NEW HORIZONS koło układu Pluton-Charon spodziewany jest 14 lipca 2015 r. z prędkością 14 km/s. Po 14 minutach od zbliżenia do Plutona, na minimalną odległości około 10 tys. km, sonda znajdzie się w najmniejszej odległości około 27 tys. km od Charona. Nieco ponad pół godziny później sonda skryje się za Plutonem (dla obserwatora z Ziemi) i wobec tego łączność z nią zostanie przerwana na kilkadziesiąt sekund, by z kolei po godzinie znowu na moment znaleźć się za Charonem. Dzięki wnikliwemu prześledzeniu zmian, jakim ulegną fale radiowe emitowane z sondy w momentach zakrywania jej przez tarczę Plutona i wyłaniania się spoza niej, zostanie zbadana atmosfera Plutona, a następnie w ten sam sposób będą przeprowadzone poszukiwania i ewentualnie badania, być może odkrytej wtedy, atmosfery Charona. Pierwsze obserwacje Plutona z pokładu sondy mają być wykonane już na początku 2015 r,. Fotografowanie i zasadnicze badania obu ciał sonda rozpocznie z odległości około 100 mln km, czyli mniej więcej na 75 dni przed zbliżeniem do nich, kiedy dokładność uzyskiwanych rezultatów będzie większa niż w przypadku obserwacji z Ziemi lub orbity okołoziemskiej. Oczekuje się, że zdjęcia wybranych obszarów powierzchni Plutona będą charakteryzować się zdolnością rozdzielczą dochodzącą nawet do 100 m, ale np. rozdzielczość utworzonej z pomiarów NEW HORIZONS mapy składu chemicznego wyniesie 7 km, a rozkładu temperatury na powierzchni około 50 km.

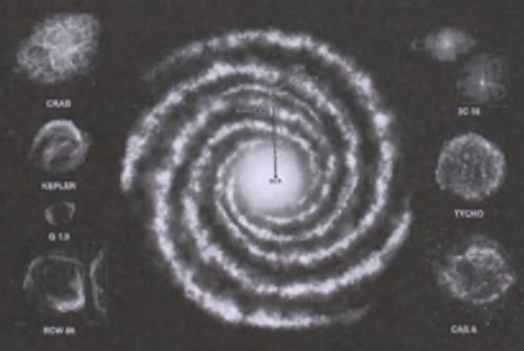
Jednym z priorytetów sondowań Plutona ma być próba poznania procesów tworzenia się i zaniku jego śladowej atmosfery. Wiemy, że co najmniej trzy jej główne składniki — azot, metan i tlenek węgla — podlegają wielokrotnym przejściom fazowym pomiędzy stanem stałym i gazowym (w przeciwieństwie do atmosfery ziemskiej, w której tylko para wodna ma tę właściwość). Obecne oddalanie się Plutona od Słońca po przejściu przez peryhelium w 1989 r., a tym samym spadek temperatury jego otoczenia musi powodować stopniowe „zamarzanie" atmosfery i gromadzenie się jej na powierzchni w postaci „śniegu". Ponadto wydaje się, że cząsteczki górnych warstw atmosfery mogą mieć energię termiczną wystarczającą do pokonania przyciągania grawitacyjnego planety, co może powodować ich ucieczkę w przestrzeń międzyplanetarną. Zbadanie zjawiska takiego ulatniania się atmosfery Plutona zapewne pomoże w zrozumieniu przyczyn gwałtownej utraty wodoru z atmosfery Ziemi we wczesnych etapach jej ewolucji (co m.in. uczyniło naszą planetę miejscem nadającym się do rozwoju życia).

Szczegółowy program dalszych działań sondy NEW HORIZONS nie został jeszcze sprecyzowany. Oczekuje się, że do 2020 roku dojdzie do co najmniej dwóch jej spotkań z obiektami pasa Kuipera o rozmiarach od 50 do 100 km. Gdy uda się znaleźć odpowiednie cele (których być może jeszcze nawet nie odkryto), to wtedy przez około 2 tygodnie przed zbliżeniem i 2 tygodnie po nim będą prowadzone ich obserwacje i pomiary w sposób analogiczny jak przypadku Plutona i Charona. Pamiętajmy jednak, że jest to dopiero rekonesans bardzo słabo poznanych dotychczas rejonów Układu Słonecznego i wobec tego trudno dziś jeszcze przewidzieć, jakie niespodzianki mogą tam czekać sondę.

Dr Krzysztof Ziołkowski jest specjalistą mechaniki nieba. Interesuje się głównie ruchem planetoid i komet. Pracuje w Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie, gdzie pełni funkcję sekretarza naukowego

na rozkładówce:

Pozostałości supernowych i ich rozkład w Galaktyce



W części centralnej schemat naszej Galaktyki z zaznaczonymi położeniami Słońca i niektórych pozostałości po supernowych.

Po bokach obrazy wybranych pozostałości supernowych.

Po stronie lewej, od góry:

Mgławica Krab — pozostałość po wybuchu supernowej obserwowanej w Chinach. Tu obraz w świetle widzialnym uzyskany teleskopem Hubble'a. Odległa od nas o 6 tys. lat św.;

Supernowa Keplera — wybuchła 9 października 1604 r., obserwowana przez Keplera. Tu prezentowany obraz został uzyskany przez złożenie obrazów w promieniowaniu widzialnym (Hubble), podczerwonym (Spitzer) i rentgenowskim (Chandra). Odległość od Ziemi 13 tys. lat św.;

G 1.9 — wybuchła w 1870 r. w gwiazdozbiorze Strzelca. Najmłodsza SNR w Galaktyce, rozpoznana przez badanie szybkiej ekspansji pozostałości. Obraz w promieniowaniu radiowym (VLA) i rentgenowskim (Chandra);

RCW 86 — prawdopodobnie najstarsza znana pozostałość wybuchu supernowej. Wybuchła w 185 r. Obraz uzyskany w promieniowaniu X teleskopami Chandra i XMM-Newton.

Po stronie prawej, od góry:

3C58 — radioźródło i pulsar, pozostałości po wybuchu 6 sierpnia 1181 r. Obrazy w promieniowaniu X (Chandra). Wyżej obraz ogólny, niżej część centralna;

Tycho — supernowa wybuchła 6 listopada 1572 r. i była obserwowana przez Tychona de Brahe w Danii. Tutaj obraz w promieniowaniu X uzyskany teleskopem Chandra;

Cas A — silne radioźródło. SN wybuchła w 1667 r. Obserwowana w Europie, prawdopodobnie widział ją John Flamsteed. Tutaj obraz złożony ze zdjęć w promieniowaniu widzialnym (Hubble), podczerwonym (Spitzer) i X (Chandra).

Prezentowane niżej zdjęcia z zakrycia Wenus przez Księżyc 1 grudnia 2008 r. zostały wykonane w czasie zajęć Kółka Astronomicznego w Gawlikach Wielkich koło Wydmin.

U góry po lewej Wenus przed zakryciem przez Księżyc (Canon 300D + MTO1000, 1 s, 800 ISO, fot. F. Chodorowski); niżej grupa obserwatorów (fot. Jolanta Rębecka); po prawej Księżyc, Wenus i Jowisz z dwoma satelitami (Canon 300D + obiektyw Pentacon 4/300, 1 s, 800 ISO, fot. Franciszek Chodorowski)

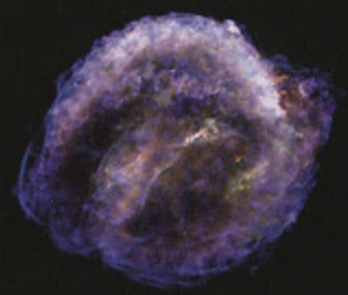
Wieczorne niebo w Gawlikach Wielkich z Księżycem, Wenus i Jowiszem przed zakryciem Wenus przez Księżyc (Kodak KZ 700, 0,5 s, 400 ISO, fot. Jolanta Rębecka)

Pozostałości supernowych w Galaktyce

Urania
Postępy Astronomii

ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT
MIĘDZYNARODOWY ROK ASTRONOMII 2009

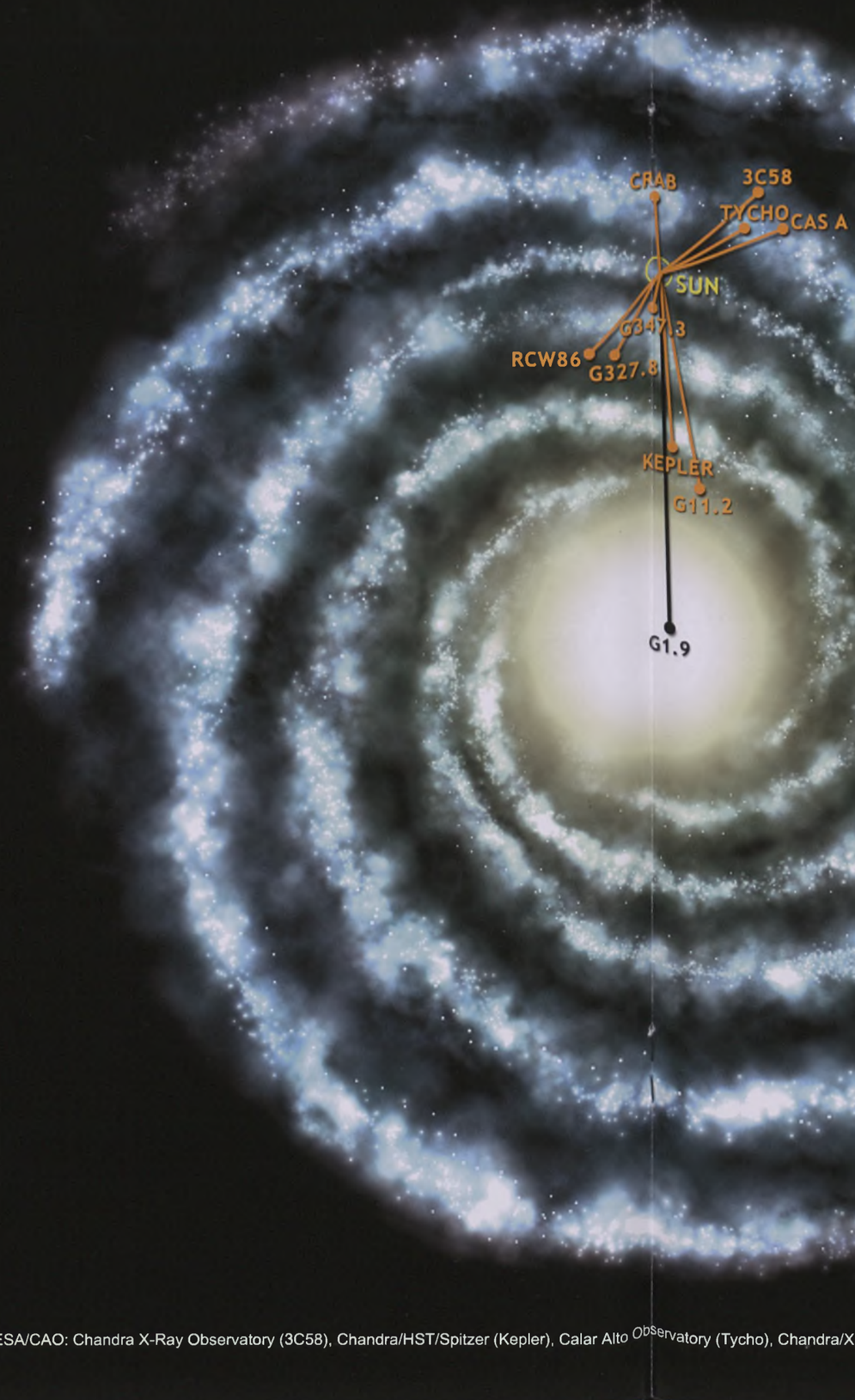
CRAB

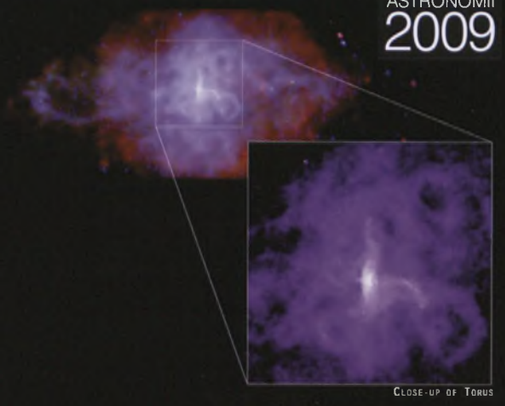


KEPLER

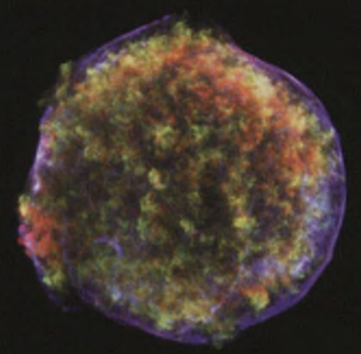
G 1.9

RCW 86





3C 58



TYCHO

CAS A

Fot. NASA/ESA/CAO: Chandra X-Ray Observatory (3C58), Chandra/HST/Spitzer (Kepler), Calar Alto Observatory (Tycho), Chandra/XMM-Newton (RCW 86), Chandra/VLA (G1.9+0.3), Spitzer/Chandra(Cas A)

Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Paryżu

Mistrz ceremonii Jean-Michel Jarre wita zebranych

Przewodnicząca Międzynarodowej Unii Astronomicznej Catherine Cesarsky przedstawia program Międzynarodowego Roku Astronomii 2009

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009 otwiera Dyrektor Generalny UNESCO Koďchiro Matsuura

Fot. IAU/José Francisco Salgado

Otwarcie Międzynarodowego Roku Astronomii 2009

Wszelkie inne stworzenie patrzy w dół na Ziemię, ale człowiekowi dano twarz, aby mógł zwrócić oczy ku gwiazdom i wzrok ku niebu.

(Owidiusz)

W dniach 15—16 stycznia br. odbyło się w Paryżu oficjalne otwarcie Międzynarodowego Roku Astronomii 2009. W gmachu UNESCO zebrało się ok. tysiąca przedstawicieli koronowanych głów, astronautów, laureatów Nagród Nobla, ministrów ds. badań naukowych i uczonych ze 136 państw uczestniczących w programie MRA2009 oraz studentów astronomii z przeszło 100 krajów. Nie zabrakło dyplomatów, przedstawicieli artystów i środowisk przemysłowych.

Międzynarodowy Rok Astronomii jest wielkim świętem astronomii jako nauki, ale też zwróceniem uwagi na jej znaczenie społeczne, dla ogólnoludzkiej kultury i dla edukacji. Ten Rok, w sposób szczególny, jednoczy tysiące miłośników astronomii i zawodowych astronomów z przeszło 135 krajów, tworząc największą międzynarodową, pokojową i wielokulturową wspólnotę astronomiczną, która razem usilnie pracuje nad znalezieniem odpowiedzi na większość fundamentalnych pytań, jakie ludzkość kiedykolwiek sformułowała. Jego hasłem jest „Odkryj swój Wszechświat". Każdy z nas ma szczególną okazję w tym Roku odkryć swój Wszechświat, krajobraz naszego kosmicznego sąsiedztwa i naszych kosmicznych sąsiadów.

Ceremonia otwarcia MRA2009 miała bardzo uroczysty charakter. Oficjalnego otwarcia dokonał Dyrektor Generalny UNESCO Koïchiro Matsuura. Powiedział m. in.: *Ludzie od zawsze spoglądali w niebo i szukali odpowiedzi na takie pytania,* „Jak myśmy tutaj się dostali?", „Dlaczego tutaj jesteśmy?" *Niebo należy do każdego z nas. Astronomia jest instrumentem, który promuje pokój i porozumienie między narodami, a to leży głęboko na sercu i jest istotą misji UNESCO.* I dalej w przemówieniu otwarcia MRA2009 K. Matsuura powiedział: *Zachęcamy obywateli świata, a szczególnie młodzież, do coraz lepszego poznawania tego Wszechświata, w którym żyjemy i do wykorzystywania wszystkich powiązań między obszarami nauki i kultury, których dostarcza nam astronomia.* Po nim zabierali głos ministrowie ds. badań naukowych różnych krajów. Prezydent Międzynarodowej Unii Astronomicznej Catherine Cesarsky przedstawiła astronomiczną wizję Roku Astronomii, czyli planowane imprezy i wydarzenia. Mówiła m.in. o ogólnoświatowych obserwacjach kwazarów, które właśnie się rozpoczęły, a którymi społeczność astronomiczna inauguruje MRA2009 (zob. notatka poniżej). Mówiła: *Po latach przygotowań, nadszedł czas, aby ogłosić ten Rok, rok, w którym obywatele świata będą na nowo odkrywali ich miejsce we Wszechświecie i słuchali wykładów o dokonujących się aktualnie wspaniałych odkryciach.* Laureaci Nagrody Nobla Bob Wilson i Baruch Blumberg przedstawili najnowsze odkrycia astronomiczne. Dyskutowano na temat roli astronomii w kulturze i w życiu publicznym, przeprowadzano obserwacje astronomiczne w czasie rzeczywistym. Na zakończenie wysłuchano koncertu Kwartetu Kronos, tegorocznego zwycięzcy Nagrody Grammy. W otoczeniu sali obrad prezentowano wystawy współczesnych wielkich teleskopów i plon ich obserwacji: niezwykłe obrazy galaktyk i mgławic, kwazarów, rodzących się gwiazd, niedawno odkrytych pozasłonecznych planet itd.

Wśród tysiąca uczestników uroczystości z całego świata było tylko dwoje reprezentantów Polski: przedstawiciel PAN i przedstawicielka Polskiego Komitetu UNESCO, czyli osoby raczej z klucza urzędniczo-funkcyjnego. Dlaczego w tak ważnym astronomicznym wydarzeniu zabrakło astronomów, miłośników astronomii, a przede wszystkim studentów astronomii z kraju Mikołaja Kopernika? Ale to chyba nie jest kosmiczna zagadka.

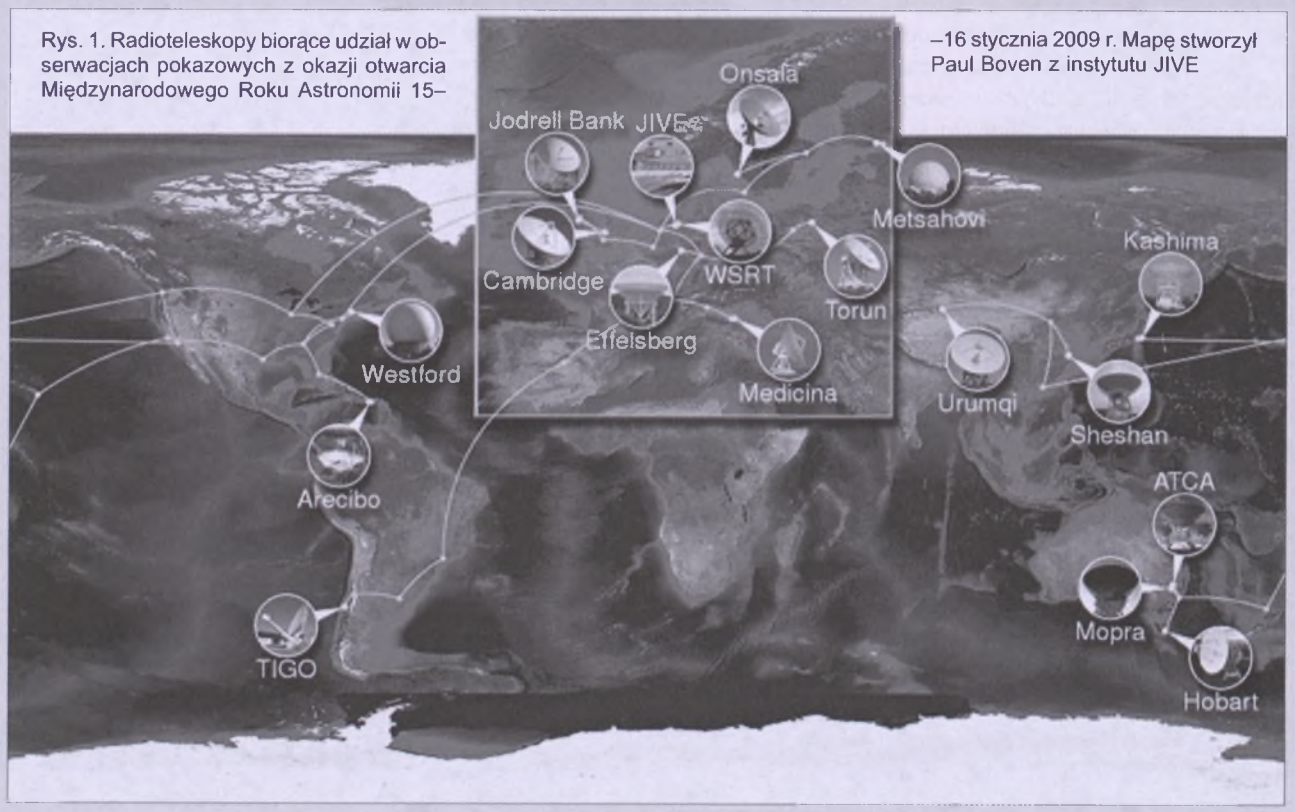
Andrzej Woszczyk

Odkryj Wszechświat w Piwnicach — toruńscy astronomowie otwierają Rok Astronomii na świecie

W dniach 15—16 stycznia 2009 r. odbyło się niezwykłe astronomiczne wydarzenie — pokaz możliwości obserwacyjnych współczesnej radioastronomii. Radioteleskopy oraz sieci radioteleskopów z siedmiu krajów europejskich oraz z USA, Australii, Japonii, Chin i Chile (rys. 1) przeprowadziły wspólne obserwacje odległych źródeł radiowych na dwóch częstotliwościach: 5 i 8 GHz (długości fal ok. 6 i 4 cm). Jedynym wschodnioeuropejskim uczestnikiem tego wydarzenia był polski 32-m radioteleskop znajdujący się w Piwnicach koło Torunia, własność Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Oprócz Polski, na kontynencie europejskim obserwacje przeprowadziły: Niemcy, Wlk. Brytania, Włochy, Finlandia, Szwecja i Holandia. Projekt rozpoczął się 15 stycznia o 9 rano naszego czasu, a skończył ok. godziny 17 następnego dnia. Pierwsze obserwacje rozpoczęły teleskopy azjatyckie (Kashima, Sheshan i Urumqi) oraz australijskie (Hobart, Mopra i ATCA). Około południa, gdy obserwowany obiekt wszedł w zasięg radioteleskopów europejskich, w obserwacje zaczęły włączać się teleskopy Medicina, Westerbork, Metsahovi, Effelsberg, Jodrell Bank, Cambridge, Onsala oraz 32-m radioteleskop z Piwnic. Pod koniec dnia prace rozpoczęły instrumenty z Ameryki Północnej i Południowej (Westford, Arecibo i TIGO). Wyniki tych obserwacji, czyli generowane co godzinę mapy konturowe obserwowanego obiektu oraz podgląd teleskopów biorących w nich udział, można było śledzić na żywo na stronie Katedry Radioastronomii UMK: http://www.astro.uni.torun.pl/~magda/EVLBI/evlbi.html. Tam też zostały umieszczone wyniki przeprowadzonych obserwacji — uzyskana mapa źródła (rys. 2) oraz filmik pokazujący kolejne fazy powstawania mapy radiowej obserwowanej galaktyki.

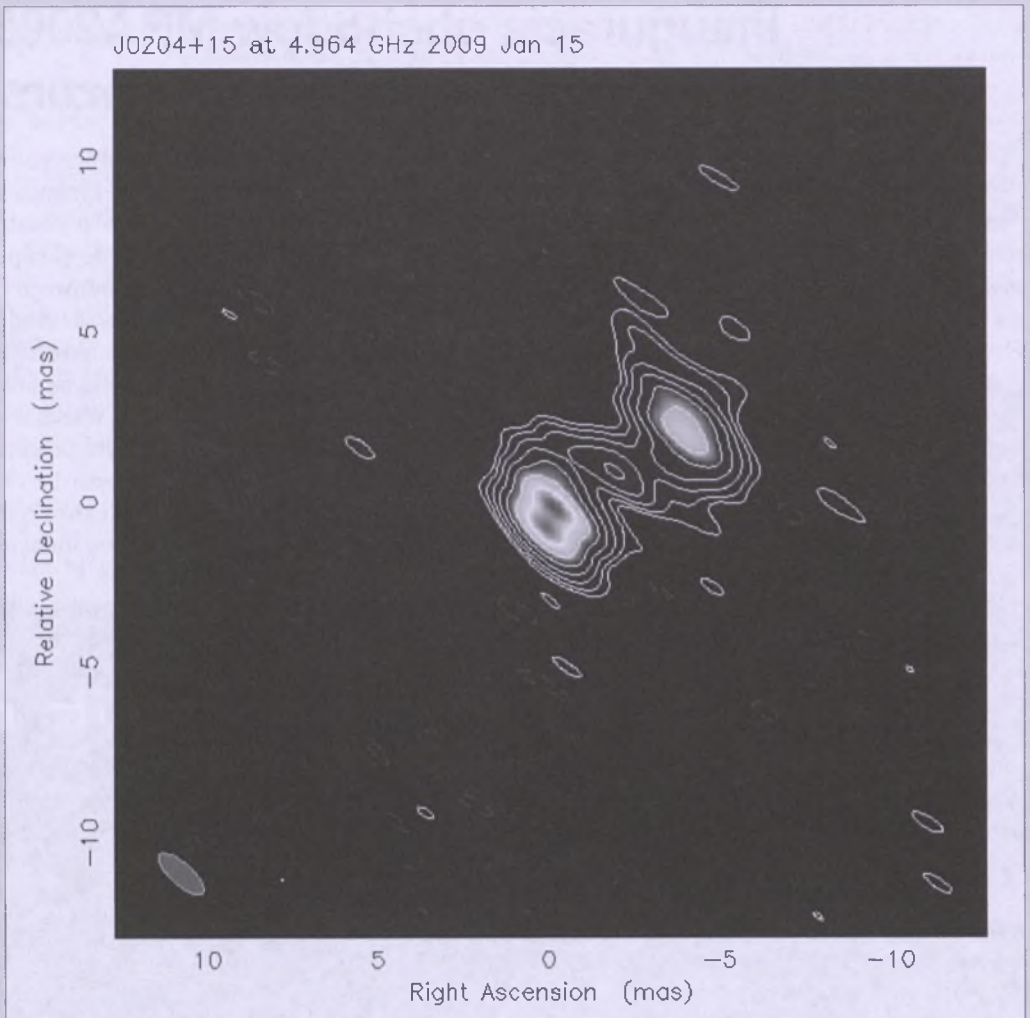
Obiektem obserwacji były odległe o kilka miliardów lat świetlnych kwazary 0204+1514 (cel obserwacji) i 0234+285 (tzw. źródło kalibracyjne). Kwazary to szczególny rodzaj galaktyki aktywnej. Są to obiekty, których jądra znacznie przewyższają swoją jasnością resztę galaktyki, emitując duże ilości energii w wielu zakresach widma elektromagnetycznego. Każda galaktyka zawiera w swoim centrum supermasywną czarną dziurę wraz z dyskiem akrecyjnym, która jest odpowiedzialna za tak silną emisję promieniowania elektromagnetycznego. Energia grawitacyjna jest zamieniana na energię kinetyczną oraz promieniowanie generowane podczas akrecji materii z dysku otaczającego centralną czarną dziurę.

Obserwacje zostały wykonane w tzw. czasie rzeczywistym, w technice e-VLBI. Polega ona na tym, że teleskopy znajdujące się w różnych krajach i na różnych kontynentach obserwują w tym samym czasie ten sam obiekt, tworząc jedną ogromną, wirtualną antenę do odbioru fal radiowych. Skrót VLBI (ang. *Very Large Baseline Interferometry*) oznacza interferometrię wielkobazową, przedrostek „e" (od ang. *electronic*) oznacza przesyłanie odbieranych sygnałów na bieżąco przez łącza światłowodowe, co pozwala otrzymywać wy-



Rys. 1. Radioteleskopy biorące udział w obserwacjach pokazowych z okazji otwarcia Międzynarodowego Roku Astronomii 15–16 stycznia 2009 r. Mapę stworzył Paul Boven z instytutu JIVE

niki takich obserwacji niemal natychmiast. Zdolność widzenia szczegółów pojedynczego radioteleskopu jest gorsza od zdolności rozdzielczej ludzkiego oka. Odległy o miliardy lat świetlnych kwazar jest widziany jak pojedynczy punkt. Jednoczesna obserwacja wykonywana przez wiele radioteleskopów daje tak dużą rozdzielczość, że pozwala dostrzec subtelną strukturę badanego źródła radiowego. Dane z poszczególnych teleskopów są przesyłane do centralnego procesora poprzez superszybkie łącza światłowodowe. Centralny procesor jest specjalnie wybudowanym do tego celu superkomputerem, który dekoduje, dopasowuje i koreluje sygnały każdej pary radioteleskopów biorących udział w obserwacjach, a następnie tworzy obrazy źródeł radiowych z rozdzielczością 100 razy lepszą niż można otrzymać z najlepszych teleskopów optycznych, włączając w to Kosmiczny Teleskop Hubble'a. Centralny procesor znajduje się w instytucie JIVE (*Joint Institute for VLBI in Europe*) w Holandii. Całe przedsięwzięcie, koordynowane przez europejską sieć VLBI (EVN, www.evlbi.org) oraz program Expres (www.expres-eu.org), było częścią ceremonii otwarcia Międzynarodowego Roku Astronomii w Paryżu.



Rys. 2. Mapa radiowa kwazara 0204+1514 uzyskana w wyniku obserwacji e-VLBI

Toruńskie radioteleskopy funkcjonują w międzynarodowej sieci radioteleskopów od 1982 r. Wieloletnia praca oraz doświadczenie w udoskonalaniu tej techniki obserwacyjnej pozwalają obecnie przeprowadzać tak zaawansowane technologicznie i organizacyjnie eksperymenty jak ten, w którym uczestniczyliśmy. Dalszy rozwój techniki korelacji sygnałów z wielu radioteleskopów w tzw. czasie rzeczywistym umożliwi lepsze funkcjonowanie radioteleskopu globalnego (VLBI) oraz zapewni realizację nowych światowych zamierzeń instrumentalnych, takich jak np. ALMA i SKA.

Młodym radioastronomom z Piwnic marzy się jednak inny instrument, działający na tej samej zasadzie, ale skupiający kilka—kilkanaście teleskopów na terenie całej Polski. Imponujący projekt PIAST (Polish Interferometer Array for Science and Technology) — tak brzmi proponowana nazwa instrumentu — byłby całkowicie niezależną, polską siecią anten podobnych do tej w Piwnicach, uzupełniającą pod względem rozdzielczości i pola widzenia instrumenty globalne i inne lokalne sieci krajowe. Instrument umożliwi m.in. poszukiwanie planet wokół czerwonych karłów, badanie tarcz i pulsacji niektórych gwiazd, badanie radiowych poświat wybuchów gamma. Jest to najśmielszy polski projekt badawczy od czasu zainicjowania przez prof. Bohdana Paczyńskiego i astronomów z Uniwersytetu Warszawskiego projektu OGLE w Chile, wsławionego badaniami mikrosoczewkowania grawitacyjnego i poszukiwaniem planet pozasłonecznych.

Następny pokaz obserwacji w technice e-VLBI będzie miał miejsce w dniach 2—5 kwietnia w czasie światowego wydarzenia nazwanego „100 godzin astronomii". Jednym z głównych celów tego przedsięwzięcia jest nakłonienie jak największej ilości osób do obserwacji nieba przez różne teleskopy, tak jak to zrobił po raz pierwszy Galileusz 400 lat temu.

Magdalena Kunert-Bajraszewska

Inauguracja obchodów MRA2009 w województwie warmińsko-mazurskim

Jak wszyscy miłośnicy astronomii doskonale wiedzą, czterysta lat temu Galileusz po raz pierwszy skierował skonstruowaną przez siebie lunetę w niebo i dlatego rok 2009 został ogłoszony przez ONZ Międzynarodowym Rokiem Astronomii (MRA2009). Na całym świecie przewidziano wiele związanych z tym wydarzeń, a do najważniejszych należała uroczysta Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii, w dniach 15—17 stycznia, w Paryżu.

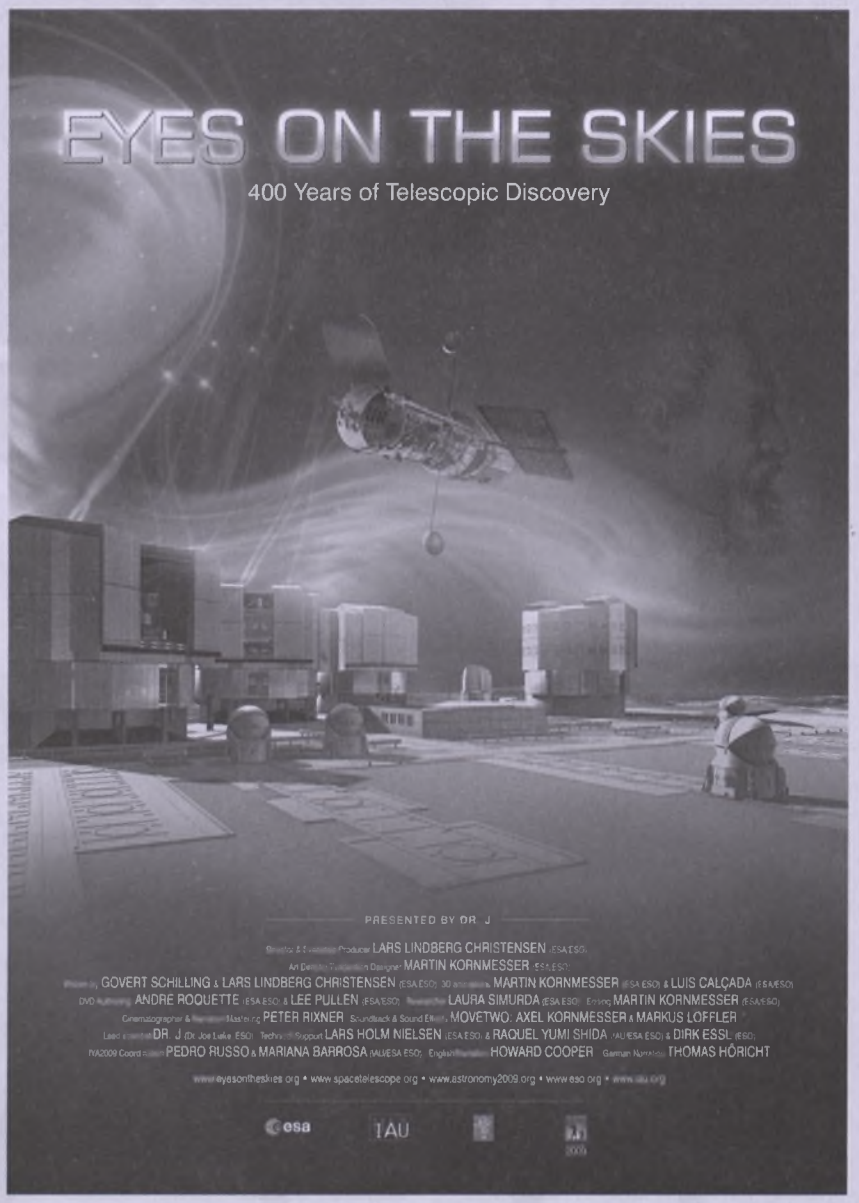
Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne (OPiOA) jest w województwie warmińsko-mazurskim postrzegane jako centrum popularyzacji astronomii i innych nauk przyrodniczych. W dniu 16 stycznia, w tym samym czasie co ogólnoświatowa Inauguracja, zainicjowany został Rok Astronomii w OPiOA.

Olsztyńscy astronomowie zaprosili do siebie niezwykle szacownych gości, wśród których najważniejsze miejsce zajęli profesor Andrzej Woszczyk z Centrum Astronomii UMK w Toruniu — Redaktor Naczelny „Uranii — Postępów Astronomii" i wieloletni Prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego oraz profesor Edwin Wnuk z Obserwatorium Astronomicznego UAM w Poznaniu — aktualny Prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Obecni byli przedstawiciele władz Olsztyna, olsztyńskiego środowiska akademickiego oraz przyjaciele i sympatycy Olsztyńskiego Planetarium.

Inauguracji towarzyszyła specjalnie na tę okoliczność przygotowana wystawa posterów pod tytułem **„Słynne teleskopy — od Galileusza do współczesności"**, która jest dostępna dla odwiedzających gości w hallu Planetarium. Wystawę tę można obejrzeć, nie wychodząc z domu. Wystarczy do tego komputer z dostępem do Internetu. Wszystkie postery dostępne są w wirtualnej galerii Planetarium w wersji cyfrowej pod adresem URL: http://www.planetarium.olsztyn.pl/wystawy_stale/.

Olsztyńską Inaugurację, przy sali projekcyjnej wypełnionej niemalże po brzegi, rozpoczął punktualnie o godzinie 17.00 dyrektor OPiOA, dr Jacek Szubiakowski, który wprowadził uczestników w ideę Międzynarodowego Roku Astronomii oraz odczytał okolicznościowy adres przesłany przez pf. Prezydenta Miasta Olsztyn, Tomasza Głażewskiego. Następnym punktem programu były dwie prezentacje przygotowane przez honorowych gości Inauguracji.

W wykładzie pod tytułem **„Astronomia europejska u progu Międzynarodowego Roku Astronomii 2009"** profesor Andrzej Woszczyk nakreślił kierunki rozwoju astronomii, skupiając się na potrzebie prowadzenia badań Wszechświata i wielkiej roli, jaką w tym procesie odgrywają instytucje europejskie. Omówił kilka śmiałych projektów potężnych instrumentów astronomicznych, których realizacja



Poster do filmu „Eyes on the Skies"

została już zainicjowana (dla przykładu E-ELT czy SKA*).

Profesor Edwin Wnuk w swoim wykładzie **„Współczesna astronomia polska"** zaprezentował przegląd uczelni i instytucji krajowych kształcących astronomów. Prelegent przedstawił też polskie placówki naukowe zajmujące się badaniami z zakresu astronomii oraz główne projekty badawcze, w których partycypują polscy astronomowie. Na koniec profesor Wnuk omówił krótko dostępne poprzez sieć Internet źródła informacji z zakresu astronomii.

Głównym punktem Inauguracji Roku Astronomii w Olsztynie była polska premiera oficjalnego filmu Międzynarodowej Unii Astronomicznej związanego z obchodami MRA2009 **„Eyes on the Skies — Oczy Astronomów — 400 lat historii teleskopu"**. Producentami tego filmu, którego scenariusz napisali Govert Schilling i Lars Lindberg Christensen, są Międzynarodowa Unia Astronomiczna i Europejska Agencja Kosmiczna. Film, złożony z 7 części, w popularny sposób przedstawia historię teleskopu od czasów jego wynalezienia oraz dokumentuje rolę, jaką ten wynalazek odegrał w rozwoju astronomii od czasu Galileusza do współczesności. Film przedstawia najważniejsze instrumenty astronomiczne, nie tylko te, które były i są używane w przeszłości i współcześnie, lecz także zaskakujące rozmachem i rozmiarami przyszłe konstrukcje.

Premiera odbyła się w Olsztynie, gdyż polska wersja napisów do tego filmu została opracowana przez pracowników OPiOA (Ewę Janaszak, Bogusława Kuleszę, Jacka Szubiakowskiego i niżej podpisanego) przy współpracy z Anną Raitez z ESO i zamieszczona przez producentów na wydanych płytach DVD i Bluray. Na premierę przygotowano wersję HD z polską wersją lektorską.

W dniu premiery każdy z odwiedzających nas gości otrzymał egzemplarz oryginalnego wydania filmu w wersji DVD.

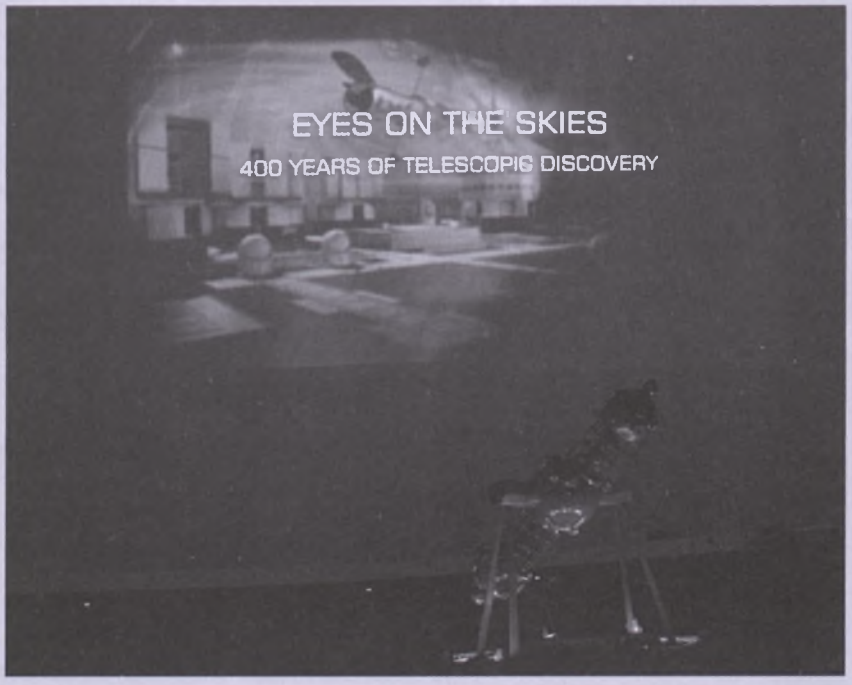
Czytelników „Uranii–PA" pragnę poinformować, że film „Eyes on the Skies" jest dostępny w sprzedaży za pośrednictwem strony o adresie: http://www.spacetelescope.org/hubbleshop/index.html

Cena wersji DVD oraz Bluray jest identyczna i wynosi zaledwie 3 euro.

Żeby jednak nacieszyć nasze oczy tym wspaniałym i pełnym ciekawych informacji filmem nie musimy dokonywać zakupu. Elektroniczna wersja filmu, a także napisy do niego (w tym polskie), jest dostępna na stronach internetowych projektu (http://www.eyesontheskies.org/movie.php). Do wyboru mamy 10 formatów filmu, w tym także wersję DVD, a mając łącze internetowe o dobrej przepustowości, możemy pobrać film nawet w wersji Full HD (1080p).

Leszek P. Błaszkiewicz

Fot. 1. Inauguracja MRA2009 w Olsztyńskim Planetarium



Fot. 2. Podczas projekcji filmu

* E-ELT — European Extremely Large Telescope — Europejski Ekstremalnie Wielki Teleskop, SKA — Square Kilometer Array — Radioteleskop o powierzchni 1 km^2.

Astronomia bliżej społeczeństwa w Kujawsko-Pomorskiem

Mija właśnie 466 lat od ukazania się „De Revolutionibus" Mikołaja Kopernika i 400 lat od momentu skierowania na niebo lunety przez Galileusza. Te dwa wydarzenia stanowią punkt zwrotny w badaniu Kosmosu i są uważane za fundamenty nowej astronomii. Kopernik przedstawił nowe koncepcje struktury ówczesnego Wszechświata, a Galileusz, swymi obserwacjami, potwierdził ich prawdziwość. Przez minione 400 lat kolejne doniosłe odkrycia dotyczące planet, gwiazd, galaktyk i wreszcie całego Wszechświata zupełnie odmieniły nasze rozumienie Kosmosu. Jaka zatem jest nasza obecna wiedza o nim i jakimi metodami badawczymi posługuje się współczesna astronomia? Odpowiedzi na te pytania postarają się udzielić pracownicy naukowi Centrum Astronomii UMK w Toruniu w cyklu wykładów publicznych pod tytułem: „A jednak się kręci — astronomia 400 lat po Galileuszu" dla mieszkańców czterech miast województwa kujawsko-pomorskiego: Bydgoszczy, Inowrocławia, Torunia i Włocławka.

Serdecznie zapraszamy!

Wykładowcy i tematy wykładów:

1. Styczeń — dr hab. Andrzej Niedzielski *Pennsylwańsko-toruński projekt poszukiwań planet poza Układem Słonecznym*;

2. Luty — dr hab. Andrzej Strobel, prof. UMK *Droga Mleczna — nasz kosmiczny dom*;

3. Marzec — dr hab. Maciej Mikołajewski *Najpiękniejsze odkrycia toruńskich teleskopów*;

4. Kwiecień — dr Magdalena Kunert-Bajraszewska *Zobaczyć niewidzialne, czyli załóżmy radiowe okulary*;

5. Maj — prof. dr hab. Jacek Krełowski *Złożone związki chemiczne w przestrzeni — możliwe początki życia*;

6. Czerwiec — dr Anna Bartkiewicz *Podglądając narodziny masywnych gwiazd*;

7. Wrzesień — dr hab. Andrzej Marecki *Kiedy galaktyce przysługuje miano aktywnej?*

8. Październik — prof. dr hab. Bronisław Rudak, (CAMK PAN) *Czarne dziury — czarne perły Wszechświata*;

9. Listopad — dr hab. Michał Hanasz, prof. UMK, *Wszechświat w symulacjach komputerowych*;

10. Grudzień — prof. dr. hab. Andrzej Kus, *Kosmiczna mikrofalówka.*

Terminy wykładów:

Bydgoszcz: 8.01., 5.02., 5.03., 2.04., 7.05., 4.06., 3.09., 1.10., 5.11., 3.12.

Inowrocław: 7.01., 4.02., 4.03., 1.04., 6.05., 3.06., 2.09., 7.10., 4.11., 2.12.

Toruń: 13.01., 10.02., 10.03., 7.04.,12.05., 9.06., 8.09., 13.10., 10.11., 8.12.

Włocławek: 14.01., 11.02., 11.03., 8.04., 13.05., 10.06., 9.09., 14.10., 18.11., 9.12.

Miejsca i godziny rozpoczynania się wykładów:

Bydgoszcz: Sala Sesyjna Ratusza, ul. Jezuicka 1, godz. 18.00;

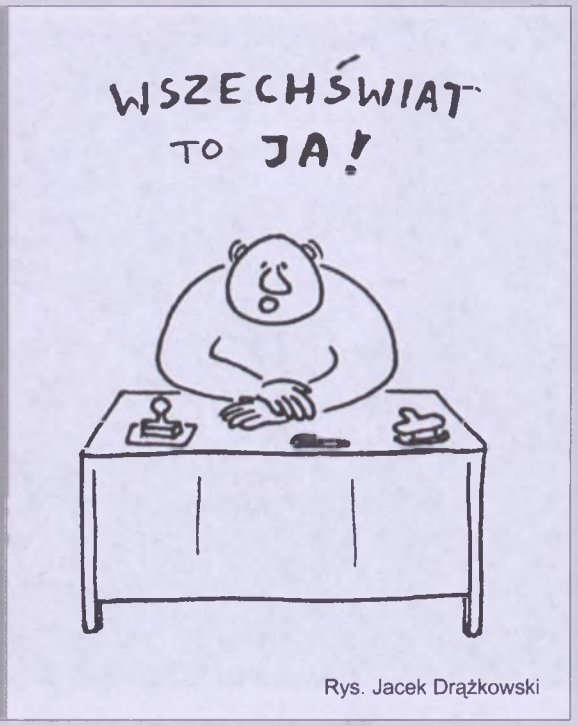
Inowrocław: Sala w I LO im. J. Kasprowicza, ul. 3 Maja, godz. 17.00;

Toruń: Sala Kina Centrum w CSW, Wały gen. Sikorskiego 13, godz. 18.00;

Włocławek: Aula Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej, ul. 3 Maja 17, godz. 18.00.

Kontakt: dr hab. Andrzej Marecki,
tel. 056 611 30 32,
e-mail: amr@astro.umk.pl

uśmiechnij się ;)



Rys. Jacek Drążkowski

100 godzin obserwacji astronomicznych równocześnie na całym świecie!

W ramach MRA 2009, w dniach od 2 do 5 kwietnia 2009 r. Międzynarodowa Unia Astronomiczna zachęca do wspólnych obserwacji nieba wszystkimi możliwymi instrumentami we wszystkich instytucjach astronomicznych na świecie i w rękach miłośników astronomii i przybliżanie nieba wszystkim, którzy nim się zainteresują. W tym czasie będzie utrzymywany ciągły serwis internetowy obrazów planet, mgławic, galaktyk itp. obiektów niebieskich uzyskiwanych w czasie rzeczywistym z największych instrumentów świata.

Bliższe dane na: www.100hoursofastronomy.org

COROT-Exo-7b najmniejsza planeta typu ziemskiego

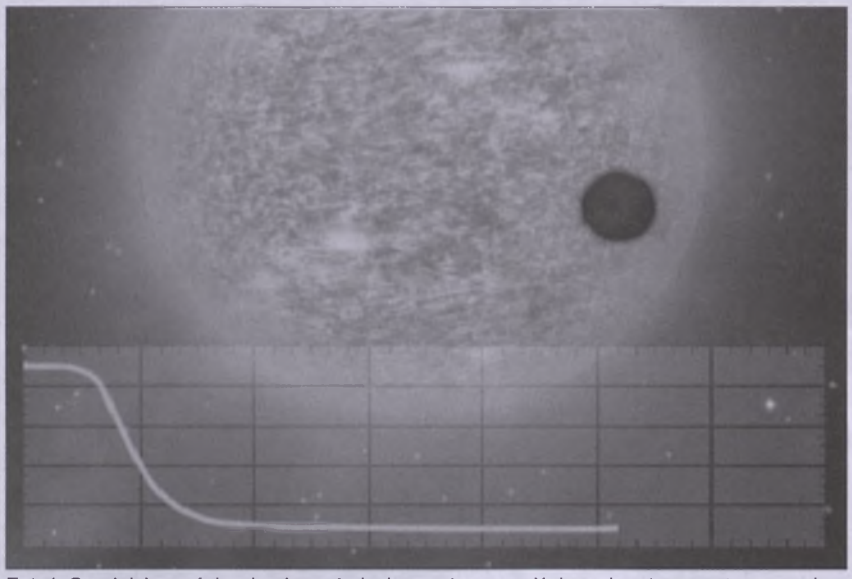
COROT, francuski teleskop kosmiczny, odkrył najmniejszą planetę typu ziemskiego poza Układem Słonecznym. Planeta ma średnicę **1,7 średnicy** Ziemi i okrąża gwiazdę podobną do Słońca w ciągu 20 godzin. Temperatura planety jest tak wysoka (1000—1500°C), że zewnętrzną warstwę stanowi płynna lawa lub para wodna. Jak dotąd wiemy o istnieniu **330 planet** pozasłonecznych, a większość z nich to giganty podobne do Jowisza czy Neptuna.

Planeta COROT-Exo-7b została odkryta, gdy okrążając macierzystą gwiazdę, przesłoniła ją, zmniejszając tym samym nieco jej blask. Co ważne, mamy pewność, że COROT-Exo-7b jest **planetą skalistą**, ale nie wiadomo, czy jest to planeta skalista pokryta płynną lawą, czy skalisto-wodna; biorąc pod uwagę wysoką temperaturę, byłoby to wówczas niezwykle wilgotne miejsce w Kosmosie.

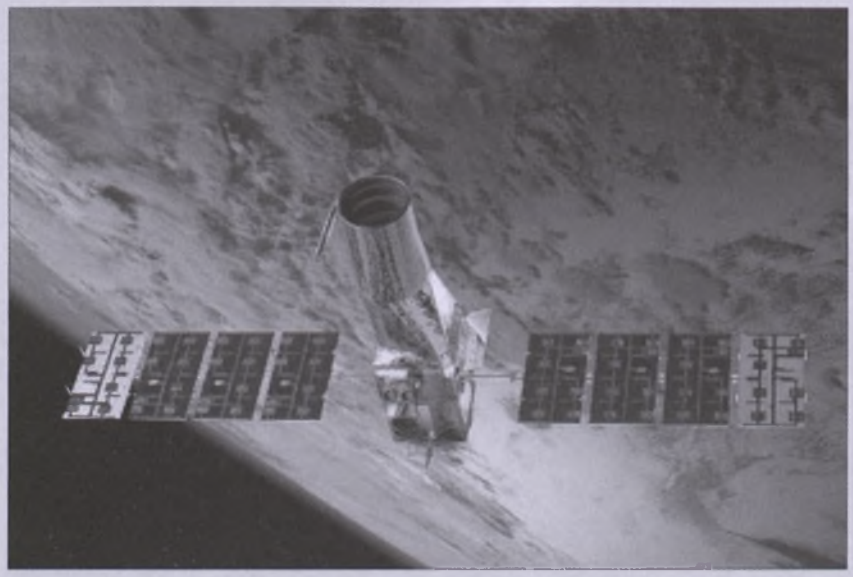
Teleskop COROT zaprojektowano specjalnie do poszukiwań planet typu ziemskiego, które wyjątkowo trudno zidentyfikować. Po raz pierwszy udało się zmierzyć rozmiar planety typu ziemskiego, ale nieznana pozostaje jej struktura wewnętrzna i gęstość.

(*kz*)

Źródło: http://www.esa.int



Fot. 1. Spadek jasności gwiazdy może być wywołany przejściem planety przez tarczę gwiazdy, gdy planeta ją okrąża. Źródło www.esa.int



Fot. 2. Satelitę CoRoT (ang. planetary convection, rotation and transits) wyniesiono na orbitę okołoziemską w grudniu 2006 r. Posiada teleskop o średnicy 27 cm, który bada niewielkie zmiany blasku pobliskich gwiazd. Źródło www.obspm.fr

Zderzenie satelitów

10 lutego we wtorek 790 km nad północną Syberią doszło do zderzenia dwu satelitów — amerykańskiego komercyjnego satelitę Iridium oraz nieczynnego już rosyjskiego satelity Kosmos 2251.

Sieć amerykańskich detektorów wykryła pozostałości po kolizji.

W wyniku zderzenia powstało około 600 odłamków, które „wzbogaciły" kosmiczne wysypisko krążące wokół Ziemi, złożone z około 18 tys. śmieci. Taką ilość monitoruje amerykański STRATCOM, a rozmiary najmniejszych śmieci to ok. 10 cm.

Jego główne zadanie to analiza, czy kosmiczne pozostałości nie stanowią zagrożenia, przede wszystkim, dla misji załogowych.

Na razie nie ma niebezpieczeństwa dla innych — czynnych — obiektów wokół Ziemi, ale gwarancji nikt dać nie może.

Teleskop Hubble´a znajduje się na wysokości 600 km, a Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (z trojgiem astronautów na pokładzie) na wysokości 350 km nad Ziemią. W razie stwierdzenia realnego niebezpieczeństwa, stacja będzie mogła zrobić unik, by nie doszło do zderzenia z którymś z odłamków.

Kosmos 2251 to rosyjski satelita wojskowy wystrzelony w 1993 r. a od ponad 10 lat nieczynny. Amerykański satelita był jednym z 66 satelitów komunikacyjnych należących do firmy Iridium Satellite LLC, która zajmuje się telefonią satelitarną. W latach 1997–2002 wystrzelono 95 satelitów Iridium, z których część uległa awarii.

Satelita ważył niecałe 700 kg. Jego pracę zastąpią pozostałe na orbicie satelity.

Większość szczątków kolizji spali się w ziemskiej atmosferze.

Jest to pierwszy wypadek tego typu w historii badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej. Wcześniej doszło do trzech zderzeń wśród monitorowanych obiektów, ale były one znacznie, znacznie mniejsze.

(*kz*)

Źródło: Spaceflight Now

Pracowite łaziki

Misja amerykańskich łazików Spirit i Opportunity miała trwać 3 miesiące. W styczniu minął 5 rok pracy robotów.

Spirit wylądował na Marsie 4 stycznia 2004 r. w kraterze Gusieva, Opporunity 24 stycznia 2004 r. na równinie Meridiani Planum blisko równika, po przeciwnej stronie.

NASA zdecydowała wysłać dwa roboty: Spirit i Opportunity, czyli Mars Exploration Rover-A i Mars Exploration Rover-B, aby zwiększyć szansę na powodzenie akcji. Pierwszym dużym niebezpieczeństwem było dostanie się na powierzchnię Marsa — łaziki opadały na spadochronach, a upadek niwelowały ogromne poduszki powietrzne. Wszystko przebiegło dobrze i, choć były chwile grozy, MER-A i B pracują do dziś.

Fot. 1. Artystyczna wizja łazika na Czerwonej Planecie. Źródło: NASA/JPL/Cornell

Wiedza o Czerwonej Planecie, która dziś posiadamy, pochodzi w większości z badań dwu małych łazików.

Spirit i Opportunity dokonywały kolejnych odkryć, wspinając się na wzgórza, badając kratery i pokonując piaszczyste wydmy. Przemierzyły ponad 20 km. Dzięki nim wiemy, że w zamierzchłych czasach Mars podobny był do Ziemi. Wiemy, że na jego powierzchni była woda, otwory hydrotermalne, które tworzyły miejsca określane jako nadające się do zamieszkania. Meridiani Planum miała stanowić niegdyś słone morze.

Wciąż nie wiemy, czy na Marsie było życie? Dlaczego Mars uległ zmianom? Jeśli rzeczywiście się zmienił, czy to samo przytrafi się naszej planecie?

Opportunity zmierza obecnie do Endeavour, ogromnego krateru oddalonego o ok. 11 km na południe od łazika. Podróż może zabrać dwa lata. W drodze łazik przystaje, by badać skały, a przypuszcza się, że na swojej drodze będzie napotykał na coraz młodsze warstwy skał. Spirit od 2006 r. bada skalisty płaskowyż, który jest uważany za miejsce dawnych źródeł termalnych.

Wysyłając roboty na Marsa, astronomowie byli optymistami, ale przetrwanie trzech marsjańskich zim przerosło oczekiwania największych entuzjastów.

Jednak surowy klimat dał się we znaki łazikom. Pył, który pokrył panele słoneczne Spirita, zmniejszył ich wydajność do 25%. Trzy lata temu łazik uszkodził przednie prawe koło, więc teraz jedzie tyłem, bo łatwiej „chore" kółko ciągnąć niż pchać.

Nieczynne kółko zostawia za sobą płytki rów, odsłaniając krzemionkę, która ma być dowodem istnienia w przeszłości źródeł termalnych.

Z powodu uszkodzeń ruchy ramienia Opportunity są również ograniczone. Spektrometry cierpią z powodu pyłu i wyczerpującego się zasilania. Jednak dopóki roboty będą sprawne, prace badawcze będą kontynuowane.

Na początku misji w 2004 r. pracowało nad nią około 300 ludzi. Nadal czuwa nad nią około 100 uczonych i inżynierów związanych z Jet Propulsion Laboratory. Roczny koszt pracy obu łazików wynosi 20 mln dolarów. O amerykańskich łazikach i ich dokonaniach pisaliśmy na łamach „Uranii–PA" w numerach 2/2004, 3/2005.

(*kz*)

Źródło: Spaceflightnow.com

Fot. 2. Fragment panoramy widzianej przez Opportunity w listopadzie 2008 r. po przejechaniu ponad 13 km od momentu wylądowania. Źródło: NASA/JPL/Cornell

zobaczyć
czarne słońce
Pekin , Xian , Szanghaj
Wycieczka do Chin połączona z obserwacją
całkowitego zaćmienia słońca
15 - 24 iipca 2009
więcej informacji: Biuro Podróży Air Tours Cracow
www.747.pl
air tours
cracow

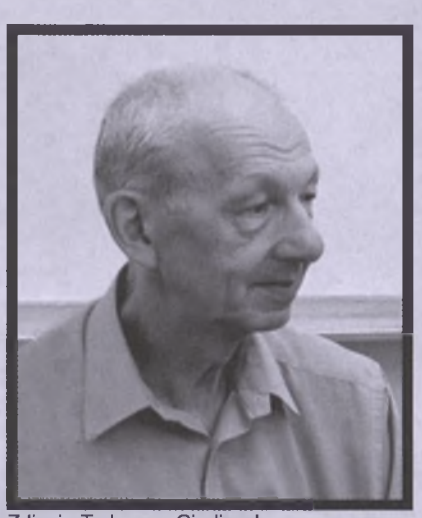
Tadeusz Ciurla (1937—2008)

Międzynarodowy Rok Astronomii zapoczątkowała we Wrocławiu bardzo smutna uroczystość. 3 stycznia, w sobotę, na kameralnym cmentarzu na Skowroniej Górze pożegnaliśmy dra Tadeusza Ciurlę, emerytowanego adiunkta w Instytucie Astronomicznym Uniwersytetu Wrocławskiego.

Urodził się 1 maja 1937 r., zmarł 26 grudnia 2008 r. Zaliczał się do drugiego pokolenia polskich astronomów we Wrocławiu. Pokolenie to tworzyli ludzie urodzeni jeszcze przed druga wojną światową, a więc z dala od Wrocławia, którzy studia astronomiczne i późniejszą działalność naukowo-dydaktyczną odbyli już w tym mieście.

Tadeusz Ciurla trafił do Wrocławia z Żywiecczyzny. W Rajczy, na ojcowiźnie, wciąż gospodaruje Jego rodzeństwo. Studiował w latach 1954—1959. Pracę magisterską poświęconą badaniu profili linii absorpcyjnych w atmosferach gwiazd z gradientem prędkości napisał pod kierunkiem prof. Antoniego Opolskiego. Jeszcze w trakcie studiów, w 1958 r., został pracownikiem Uniwersytetu Wrocławskiego i przez kilkanaście pierwszych lat (do połowy lat 70.) mieszkał wraz z rodziną na terenie Obserwatorium w Białkowie, prowadząc intensywne obserwacje. Rozwijał tematykę zapoczątkowaną w trakcie pisania pracy magisterskiej, co zaowocowało pracą doktorską w 1965 r. Był jedynym doktorem, jakiego zdążył wypromować nieodżałowany, przedwcześnie zmarły, doc. Jan Kubikowski.

Głównym obszarem zainteresowań naukowych dra T. Ciurli było badanie gwiazd zmiennych pulsujących. Opublikował prace poświęcone cefeidom klasycznym i gwiazdom typu beta Cephei. Szczególnie duży wkład wniósł w poznanie okresowości „wrocławskiej" gwiazdy 12 (DD) Lacertae. W 1967 r. odbył roczny staż naukowy w Lick Observatory w Kalifornii. Owocem tego pobytu było współautorstwo szeroko cytowanej publikacji w „Astrophysical Journal" poświęconej zmianom jasności i polaryzacji kwazara 3C 234 w zakresie widzialnym. Był w Instytucie Astronomicznym jednym z pionierów, jeśli chodzi o wykonywanie obliczeń za pomocą komputerów.



Zdjęcie Tadeusza Ciurli wykonane w czerwcu 2008 r. na 95. urodzinach prof. Opolskiego. Fot. Barbara Cader-Sroka

45 lat wytężonej pracy w Instytucie Astronomicznym to także bardzo szeroka działalność dydaktyczna. Przez kilka kadencji pełnił funkcję zastępcy dyrektora ds. dydaktycznych. Był autorem i współautorem skryptów dla studentów: *Astronomia galaktyczna* i *Wstęp do astrofizyki*. Ale najlepszą pamiątką Jego zdolności dydaktycznych pozostanie wdzięczna pamięć słuchaczy prowadzonych przez Niego zajęć. Nie zapomnę wykładów z programowania i astronomii galaktycznej oraz pierwszego seminarium, na którym uczyłem się od Niego, w jaki sposób referować materiały naukowe.

Jakim był człowiekiem? Przez wszystkie lata pracy dał się poznać jako Osoba bardzo skromna, dystansująca się od splendorów i przesadnie głośnych uroczystości. Wolał systematyczną i żmudną pracę w swoim zaciszym pokoiku, na poddaszu środkowego budyneczku Instytutu Astronomicznego, przy ulicy Kopernika 11. Zawsze można było zwrócić się do Niego z prośbą o radę i nigdy takiej pomocy nie odmawiał. Często taka doraźna pomoc przyjmowała ramy stałej współpracy naukowej. Znany był ze swej pryncypialności: miał jasno sprecyzowany punkt widzenia, z którym się nie krył, nie bacząc na konsekwencje. Wielu tłumaczyło taką postawę góralskim rodowodem.

W 2003 r. przeszedł na emeryturę, a więc nie zdążył nacieszyć się zbyt długo zasłużonym odpoczynkiem. Tym bardziej że usilnie pracował nad przygotowaniem zupełnie nowej wersji książki o astronomii galaktycznej. Nadal żywo interesował się nowinkami astronomicznymi oraz sprawami instytutowymi. Każde ważniejsze wydarzenie było przez Niego wnikliwie analizowane i komentowane.

Na cmentarzu Zmarłego pożegnała mocno rozgałęziona rodzina, z żoną Krystyną i dwiema córkami na czele, oraz liczne grono współpracowników i uczniów związanych z Instytutem Astronomicznym, ale też z Instytutami Fizyki Uniwersytetu Wrocławskiego i Polską Akademią Nauk. Wszyscy zgodnie pochyliliśmy nasze czoła w obliczu niekwestionowanych zasług dra Tadeusza Ciurli.

Cześć Jego Pamięci!

Michał Tomczak

Magia fromborskiego nieba, czyli „Wakacje w Planetarium" okiem uczestnika

W szóstym numerze „Uranii–Postępów Astronomii" z ubiegłego roku ukazał się wspomnieniowy artykuł Andrzeja S. Pilskiego o trzydziestoleciu edukacyjnej akcji „Wakacje w Planetarium". Niniejszy tekst będzie skromnym uzupełnieniem tej opowieści z punktu widzenia uczestnika należącego do „młodszej klasy", używając nomenklatury ze wspomnianego artykułu.

Moje doświadczenia z Wakacjami rozpoczynają się w 1996 r.; za trzy miesiące miałem skończyć 18 lat. Pamiętam późne popołudnie 14 sierpnia, dzień przed tradycyjnym odpustem, gdy miasto przygotowywało się do zmasowanego najazdu gości i pielgrzymów. Przyjechałem do Fromborka z rodzicami i zostawiwszy ich na parkingu, poszedłem do planetarium; jak się okazało, zamkniętego o tej porze. Zasięgnąwszy języka, po krótkich poszukiwaniach zapukałem do drzwi na najwyższym piętrze Bramy Południowej, prowadzącej na fromborskie wzgórze katedralne. Pan Pilski przywitał mnie w gronie wakacjuszy i zaprosił na wieczorny seans „Muzyki pod gwiazdami" w wykonaniu Bartka Dąbrowskiego — wtedy studenta astronomii z Torunia, uczestnika Wakacji już od kilku lat. Nie zdawałem sobie wówczas sprawy, że oto zaczyna się największa przygoda mojego życia.

Pan Andrzej w swoim artykule podzielił Wakacje na kilka etapów. Nasza „klasa" została zakwalifikowana do etapu stagnacji, co — przyznam — zdziwiło mnie. Faktem jest, że większość z nas przyjechała „na gotowe", a porządkowanie terenu dzisiejszego obserwatorium i budowę pawilonów znamy tylko z opowiadań „dinozaurów", będących swoistymi łącznikami między „starą" i „nową" klasą. Rzeczywiście nie dane nam było napocić się przy taczkach, łopacie czy betoniarce. Jedyne, co mogliśmy robić — i robiliśmy to z przyjemnością — to opowiadać o wahadle Foucaulta, pokazać plamy słoneczne, wprowadzać widzów na pokazy „sztucznego nieba", pokręcić aparaturą podczas seansu albo poprowadzić strzałkę. Od czasu do czasu staraliśmy się pokazać piękno rozgwieżdżonego nieba grupie turystów albo wyjaśnić im, dlaczego niektórzy potrafią poświęcać cenne dni swojego życia na poszukiwanie nieciekawie wyglądających kamieni, które po przecięciu zmieniają się nie do poznania. Ale czy nie po to właśnie pierwsze roczniki uczestników Wakacji harowały w pocie czoła? To ich praca dała podwaliny do tego, byśmy po latach mogli wykonywać swoją robotę — wcale nie gorszą, po prostu inną. Nie mogę nie zgodzić się z p. Andrzejem, że chwilami praca ta mogła być rutynowa, ale jak inaczej nazwać czynności, które wykonuje się codziennie przez tygodnie, miesiące i lata? Rutyna może przerodzić się w nudę, jeśli wykonywane zadania nie dają nam zadowolenia i satysfakcji. W przypadku wakacyjnych prac trudno było mówić o nudzie — przynajmniej w moim przypadku. Poza tym, czy codzienny kontakt z ludźmi, z którymi wspólnie można uchylić choćby rąbka Tajemnicy i którzy podzielają tę samą pasję, może być nudny...

W całej rozciągłości zgadzam się ze stwierdzeniem, że „planetarium to nie mury i aparatura projekcyjna, ale ludzie, którzy tworzą magię planetaryjnej nocy". Dla mnie Frombork to nie tylko planetarium, obserwatorium, Wzgórze Katedralne, rynek, molo i reszta zabudowań. To przede wszystkim ludzie, zarówno z naszej „klasy", jak i znani nam pracownicy muzeum, przewodnicy, mieszkańcy, sprzedawcy i właściciele sklepów, lokalni artyści... Nie jestem w stanie nawet w przybliżeniu określić, ile czasu spędziliśmy wspólnie — zarówno we Fromborku, jak i poza nim. Spotykaliśmy się dziesiątki razy w różnych miejscach i okolicznościach, „z okazji" i bez okazji. Gdyby nie Frombork i planetarium, być może nie zdecydowałbym się na studia astronomiczne — to właśnie pierwsze Wakacje ostatecznie przekonały mnie, że warto spróbować. Z ludźmi, których poznałem we Fromborku i na studiach, wybrałem się na Węgry, na obserwacje całkowitego zaćmienia Słońca. Gdyby nie udzielająca się wszystkim atmosfera podniecenia widzianym chwilę wcześniej zjawiskiem, nie zacząłbym planować wraz z pozostałymi obserwatorami kolejnego zaćmienia w Afryce. Jak to w życiu bywa, plany planami, a rzeczywistość jest brutalna. Koniec końców pojechaliśmy na kolejne zaćmienie we dwóch, Tomek Mazur i ja, ale przez całą podróż towarzyszyły nam myśli o naszych nieobecnych przyjaciołach i o miejscu, w którym wszystko się zaczęło — o Fromborku. Później było kolejne zaćmienie i następne (do dzisiaj pięć, w planach szóste) oraz podróże dla samych podróży...

Bogaci przywilejami młodości, niespokojni duchem i kipiący pomysłami chcieliśmy zmieniać świat wokół siebie. W Syfie — piwnicy w tzw. domku astronoma w obserwatorium na Żurawiej Górze, będącym jednocześnie kuchnią, jadalnią, bawialnią, pralnią, suszarnią, jaskinią niegroźnego hazardu, „pokojem zwierzeń", przechowalnią bagażu, miejscem do przyjmowania gości, czasami sypialnią — przegadaliśmy setki godzin. Mieliśmy wiele własnych propozycji dotyczących planetarium i obserwatorium; proste i bardziej złożone pomysły na uatrakcyjnienie Wakacji. Czyniliśmy wysiłki — z powodu „oporu materii" zakończone niepowodzeniem — zainstalowania kamery internetowej na Wzgórzu Katedralnym, by każdy internauta — w tym i my oczywiście — mógł w dowolnej chwili zerknąć, co dzieje się w grodzie Kopernika. Na przełomie tysiącleci próbowaliśmy zorganizować festyn we Fromborku, połączony z astronomicznymi prezentacjami w ramach Ogólnopolskiego Zlotu Miłośników Astronomii, który w sierpniu bieżącego roku ponownie zagości nad Zalewem Wiślanym. Przez burmistrza Fromborka byliśmy zapraszani na spotkania i do uczestnictwa w komitecie do spraw siedemsetlecia nadania praw miejskich. Wydawaliśmy własny aperiodyk. Niektóre z projektów i pomysłów upadły w fazie planowania,

inne napotkały na brak zrozumienia, niedostatek wiary w powodzenie, biurokrację lub zwyczajne lenistwo. Wspaniałym przejawem naszej aktywności jest zbudowanie we Wrocławiu namiastki planetarium przez — wywodzących się przecież z Fromborka — pracowników Instytutu Astronomicznego (m.in. dr Urszulę Bąk-Stęślicką). Przez kilka dni trwania wrocławskiej edycji Festiwalu Nauki niewielką salę komputerową adaptowaną na planetarium odwiedziło 500 osób!

Od lat każdy z nas wykonuje swoją małą pracę na rzecz Fromborka i astronomii: prowadząc stronę internetową czy po prostu opowiadając ludziom o tym wspaniałym miejscu. W naszej długiej wspólnej historii zdarzało nam się wygrywać nagrody w konkursach astronomicznych, w innych samemu owe nagrody fundować, prowadzić wykłady popularnonaukowe, pokazy slajdów i odczyty, lekcje astronomii dla dzieci i młodzieży, objeżdżać Polskę na jednym bilecie, odwiedzać kolejne polskie planetaria (ten noszący szumną nazwę „Podbój Polskich Planetariów" projekt jest w trakcie realizacji*; w jednym z najbliższych numerów napisze o nim Radek Pior — wieloletni uczestnik Wakacji). Spotykaliśmy się i spotykamy nadal kilka razy w roku w różnych miejscach Polski.

Zmieniliśmy się my sami, zmieniły się czasy i świat wokół nas. Nie zmieniło się tylko jedno: miłość do Fromborka i świadomość, że wszyscy, cała „nasza klasa" wywodzi się stamtąd. To również sukces p. Andrzeja i jego żony, słusznie uhonorowanych nagrodą im. Włodzimierza Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie w 1991 r. za pomysł, realizację i wieloletnie prowadzenie „Wakacji w Planetarium". A także sukces tych, którzy poświęcali swój czas i energię na przezwyciężanie przeszkód czy na — prawie zawsze niedoceniane — przysłowiowe machanie łopatą, czyli naszych, lecz w większości nam nieznanych koleżanek i kolegów ze „starszej klasy".

Dla mnie Frombork pozostanie synonimem niezapomnianej przygody. Czymś, co już nigdy się nie powtórzy. Miejscem, które ostatecznie mnie ukształtowało i w którym dojrzałem. Miasteczka, które odwiedziłem ponad trzydzieści razy, mimo niemałej odległości dzielącej go od moich rodzinnych stron (grubo ponad tysiąc kilometrów tam i z powrotem) i w którym spędziłem kilka miesięcy swojego życia, o każdej porze roku — w sierpniu, październiku, grudniu i maju. Do dzisiaj przechowuję wszystkie bilety, z którymi dojechałem nad Zalew i wracałem do domu czy na studia. Frombork jednak to dla mnie przede wszystkim ludzie, których uważam za swoich Przyjaciół przez duże „P" — myślę, że z wzajemnością. Przyjeżdżaliśmy przez lata, być może opatrzyliśmy się wielu osobom, spowszednieliśmy tak jak wszystko, co często widzimy. Życie pokierowało nami, my pokierowaliśmy życiem. Jak to mówią — „wyszliśmy na ludzi". Już prawie wszyscy z naszej „klasy" skończyli studia, niektórzy zdążyli napisać doktoraty; pożeniliśmy się, zaczynają rodzić nam się dzieci. Większość z nas została w Polsce, nieliczni szukają szczęścia za granicą. Śmiem twierdzić, że Frombork i Wakacje mają w tym swój wielki udział. Obserwowaliśmy wymianę pokoleń — naszych następców przyjeżdżających w lipcu pod opieką dra Marka Mućka z Kołobrzegu. Powoli zaczynaliśmy rozumieć, że nasz czas na fromborskiej ziemi nieuchronnie się kończy, a gdzieś tam na horyzoncie coraz wyraźniej jawi się Zwyczajne Życie. Wiedzeni tym przeczuciem zakopaliśmy w okolicach obserwatorium na Żurawiej Górze „Kapsułę Czasu" — zdjęcia, opisy, wspomnienia, pamiątki, wiele tysięcy e-maili wymienionych na naszej wewnętrznej liście dyskusyjnej od 1997 r. z nadzieją, że ktoś w bliżej nieokreślonej przyszłości odnajdzie i odczyta ślady po nas. To nie był pogrzeb — ale schowanie czegoś, o czym każdy z nas może pomyśleć z zadumą i radością jednocześnie. Kawałek nas samych, naszego życia i — jakkolwiek patetycznie to nie zabrzmi — historii Fromborka także.

Na koniec pozwolę sobie zacytować fragment wstępu do jednego z ostatnich numerów naszego czasopisma: „Ale jednak czegoś brak, wspomnienia czasem nie dają spać, coś kłuje w serce, chciałoby się posiedzieć przy Fukadle [tak ochrzciliśmy wahadło Foucaulta — TL], popatrzeć na Zalew, poczuć chłód tych samych murów, w których rozlegały się kroki Kopernika, wypić piwo przy ognisku, popatrzeć na Bartkowe czary pod kopułą, pójść po mleko do Ronina, czasem coś zbroić, pojechać tu i tam, spotkać tych i owych, zrobić setki innych rzeczy... Niczego nie żałować, a tylko cieszyć się świadomością, że wszystkim nam dane było spotkać się w tym zaczarowanym miejscu czasoprzestrzeni, które swego czasu pewien natchniony człowiek nazwał „najpiękniejszym miejscem na najfajniejszym ze światów". I mieć świadomość, że to wszystko mogło przytrafić się kiedy indziej, gdzie indziej i komu innemu, ale jednak był to ten czas, to miejsce i nie komu innemu, ale właśnie Tobie dane było brać w tym udział".

Panorama Fromborka

Czasami myślę o tym, kim byłbym dzisiaj, gdybym wówczas, w 1996 r., nie wziął do ręki starego numeru „Wiedzy i Życia", nie napisał do pana Andrzeja Pilskiego listu — takiego prawdziwego, w papierowej kopercie — i kilka miesięcy później nie przejechał całej Polski po to, by wziąć udział w czymś, co nosiło dziwną i tajemniczą nazwę „Wakacje w Planetarium". Oglądam się za siebie i ze zdumieniem pomieszanym z lekkim przestrachem stwierdzam, że... nie wiem. Jednak dni spędzonych we Fromborku i poza nim w towarzystwie Przyjaciół nie zamieniłbym na żadne inne. Panie Andrzeju — dziękuję Panu za to z całego serca.

Tomasz Lewicki

* http://stalker.republika.pl/PPP.html

Kosmos na wyciągnięcie ręki

Do klasy mojej wnuczki zaproszono na spotkanie dziadka jednego z uczniów, autora książki o naszym mieście. Oczywiście wnuczka musiała się pochwalić, że jej dziadek też książkę napisał. O czym? O meteorytach…? Zaproszenia nie było.

Dzieci Dave Gheeslinga z Atlanty opowiedziały w szkole, że ich tata kolekcjonuje meteoryty. Tata szybko został zaproszony do szkoły, aby pokazać te kamienie z nieba. Wieść o tym rozeszła się pocztą pantoflową i zaczęły napływać zaproszenia z innych szkół Atlanty.

Przedstawienie tego jako typowej sytuacji byłoby oczywistym nadużyciem. Są w Polsce szkoły, do których zaprasza się kolekcjonerów meteorytów i są w Ameryce nauczyciele, których meteoryty zbytnio nie interesują. Obserwując jednak zachowanie wycieczek szkolnych w planetarium, częściej widzę sytuacje, gdy uczniowie chcą obejrzeć meteoryty, a nauczyciele ich wyganiają „bo przewodnik czeka". Ale bywa też, że najbardziej zainteresowany meteorytami jest opiekun grupy.

Po co pokazywać meteoryty uczniom? I co mają one wspólnego z astronomią? Owszem, spadają z nieba, ale spada z nieba też deszcz czy śnieg. Nawet w nazwie meteoryty mają ten sam rdzeń co meteorologia, echo dawnych przekonań, że meteoryty powstają w ziemskiej atmosferze.

Dziś nie ma wątpliwości, że meteoryty przybywają z Kosmosu, ale pozostały wątpliwości innego rodzaju. Astronomowie, przynajmniej w Polsce, nie potrafią badać meteorytów, bo do tego potrzebne jest przygotowanie geologiczne, czego w programie studiów astronomicznych nie ma. Czy to ma jednak oznaczać, że meteoryty nie należą do astronomii?

Rok Astronomii świętujemy dla upamiętnienia pierwszych obserwacji przez teleskop, ale przeświadczenie, że astronom zajmuje się głównie patrzeniem przez teleskop na niebo, to już anachronizm. Astronomia jest nauką interdyscyplinarną i korzysta z wszelkich nauk, jakie mogą być pomocne w poznawaniu Wszechświata. Jedną z tych nauk jest petrologia badająca budowę i formowanie się skał na Ziemi i innych ciałach Układu Słonecznego.

Petrolodzy, współpracując z chemikami i fizykami, stwierdzili, że większość meteorytów uformowała się w pierwszych milionach lat istnienia Układu Słonecznego i później nie ulegała istotnym zmianom w przeciwieństwie do ziemskich skał, które były wielokrotnie przetapiane i formowane od nowa. To dzięki badaniom meteorytów wiadomo, że formowanie się Układu Słonecznego zainicjowała bliska eksplozja supernowej, która dostarczyła do mgławicy słonecznej znaczne ilości promieniotwórczego izotopu glinu, wystarczające do stopienia skał nawet na dość małych planetozymalach. Znaleziono też w meteorytach minerały starsze od Układu Słonecznego, które uformowały się przy innych gwiazdach. Rolę meteorytów w poznawaniu historii Układu Słonecznego ładnie przedstawił np. Harry Y. McSween Jr. w książce *Od gwiezdnego pyłu do planet*.

Dave Gheesling nie jest jednak petrologiem, lecz kolekcjonerem, którego zafascynowały meteoryty. Cechą prawdziwego kolekcjonera jest chęć zdobycia jak najobszerniejszych informacji o posiadanych w kolekcji okazach. Czytając i kontaktując się z doświadczonymi kolekcjonerami, Dave zdobył wiedzę, która pozwalała mu opowiadać interesująco o meteorytach. Szybko też okazało się, że nawet jego skromna wiedza i tak jest dużo większa od wiedzy przeciętnego nauczyciela, nie mówiąc już o uczniach.

Od początku Dave uznał za główny cel przekazanie podstawowych informacji o meteorytach jak największej liczbie uczniów. Z jednej strony liczył na to, że jakiś niewielki procent słuchaczy zainteresuje się bardziej tym tematem i może kiedyś, w przyszłości, będzie odnosił sukcesy w badaniach meteorytów. Z drugiej strony wiedział, że im więcej osób wie, jak wyglądają meteoryty i w jaki sposób można je rozpoznać, tym większa jest szansa na pozyskiwanie nowych okazów do badań. Zdawał sobie też sprawę, że sam jeden niewiele zdziała.

WAKACJE W PLANETARIUM

Miejsce: Planetarium Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku.

Termin: Dowolny, jednak po wcześniejszym uzgodnieniu z kierownikiem planetarium.

Wymagania: Poświęcenie średnio 1 godziny dziennie na pomoc dla planetarium.

Korzyści: Bezpłatny dostęp do obiektów Muzeum Mikołaja Kopernika, w szczególności do planetarium i obserwatorium; możliwość rozbicia namiotu na terenie obserwatorium, szansa na spotkanie ciekawych ludzi.

Wakacje to oferta dla indywidualistów, którzy nie lubią zorganizowanego życia obozowego. Ceną samodzielności jest jednak konieczność zadbania samemu o spanie, jedzenie i ciekawy program zajęć. Wakacje to dla pracowników planetarium okres ciężkiej pracy. Tylko wtedy mogą oni poświęcić czas uczestnikom, gdy uczestnicy pomogą w podstawowej pracy planetarium.

Zgłoszenia udziału i pytania proszę kierować pod adres:

Andrzej S. Pilski
skr. poczt. 6
14-530 Frombork
aspmet@wp.pl

Dlatego wciągnął do współpracy przyjaciół z Meteorytowego Towarzystwa Georgii (www.meteoriteassociationofgeorgia.org) i razem opowiadają, i pokazują meteoryty w coraz większej liczbie szkół.

Aby zachęcić innych kolekcjonerów do podobnych działań, Dave opisał swoje doświadczenia w kwartalniku „Meteorite", wydawanym dla miłośników meteorytów przez Arkansas Center for Space and Planetary Sciences w USA, podając przykładowy plan spotkania z uczniami:

— Puszczam w obieg kilka okazów meteorytów (mówiąc trochę o nich na początek i oczywiście dobierając je zależnie od wielkości grupy i możliwości nadzoru nad nimi).

— Pokazuję zdjęcie Ziemi zrobione z daleka, z Kosmosu (coś jak „niebieska kropka" sfotografowana przez Voyagera spoza orbity Neptuna), by pokazać, że chociaż nasza planeta jest duża, to poza nią jest *o wiele* więcej.

— Pokazuję różnicę między 1000, 1 000 000 i 1 000 000 000. Pytam, jak długo trzeba by było liczyć do tych liczb w tempie jedna liczba na sekundę (często podawane są odpowiedzi w sekundach, ale to oczywiście nie to, o co chodzi). Potem podaję im poprawne odpowiedzi: 16 minut, 11 dni i 32 lata odpowiednio.

— Następnie umieszczam Wszechświat w odpowiedniej perspektywie. Zaczynam od ich miasta, jak duży jest ich kontynent i jak daleko jest do Księżyca, do Słońca i do innych planet. Potem przypominam widok Ziemi z Voyagera i jak mała jest naprawdę Ziemia z tej perspektywy, i że Układ Słoneczny naprawdę rozciąga się aż do Obłoku Oorta. Po wprowadzeniu do wielkich liczb mówię o tym, jak wiele gwiazd jest w galaktyce Drogi Mlecznej i że wiele z nich ma własne układy planetarne, takie jak nasz. Potem pokazuję im zdjęcie dalekiego pola z teleskopu Hubble'a i zastanawiamy się, ile galaktyk i gwiazd jest we Wszechświecie. Na koniec próbuję przekazać im wyobrażenie, jak wielki jest widzialny Wszechświat, proponując wyobrażenie sobie, że zmniejszamy go do jednej mili sześciennej. Pytam, jak duży obiekt uzyskalibyśmy w tej mili sześciennej, gdybyśmy połączyli w jeden obiekt wszystkie gwiazdy, planety, ciemną materię, itd. Odpowiedź brzmi: mniejszy od ziarnka piasku! Jesteśmy tylko maleńką cząstką tego rozległego Wszechświata. Jednak czasem przybywa do nas w odwiedziny materia „stamtąd" w postaci meteorytów.

Fot. 1. Dave Gheesling opowiada 400 uczniom z Georgii o meteorytach

Fot. 2. Dave z córką Maddie wypożycza ważący 43 kg chondryt do Elachee Nature Science Center, gdzie zobaczy go prawie 40 000 uczniów w ciągu roku

— Wracając na Ziemię, pokazuję zdjęcie meteoru, by powiedzieć o wielkościach bryłek i prędkościach przy wejściu w atmosferę (wielu, jeśli nie większość, widziało „spadającą gwiazdę," ale mało kto wie, jeśli w ogóle, jak małe są obiekty, które je wywołują i to jest doskonały sposób, by pokazać moc kosmicznej prędkości).

— Definiuję pojęcia „meteoryt" i „meteoroid" w uzupełnieniu wcześniejszej dyskusji o „meteorach."

— Mówię o bolidach i pokazuję trochę nagrań video (łatwo to zrobić w PowerPoincie i jest to bardzo atrakcyjne dla uczniów).

— Omawiam orientowane meteoryty i jak ich kształt aerodynamiczny był inspiracją dla tworzenia osłon termicznych dla statków kosmicznych. Pokazuję na zdjęciach, że istotnie kształt tych osłon jest zupełnie taki sam, jak orientowanych meteorytów. Orientowanie jest jednym z dwóch znakomitych sposobów, by uprzytomnić młodym umysłom, jak gwałtowny i magiczny jest rzeczywiście przelot meteorytu przez atmosferę.

— Mówię o meteorytach powodujących szkody, takich jak Peekskill, Claxton i trzygramowy kamyk Mbale, który trafił 13-letniego chłopca. To jest ten drugi sposób, by uczniowie zrozumieli, że te obiekty wciąż poruszają się dość szybko nawet po wytraceniu prędkości kosmicznej wskutek hamowania w atmosferze.

— Omawiam ciała macierzyste meteorytów włącznie z pasem planetoid i paroma dobrymi przykładami, takimi jak Westa, Księżyc i Mars (i skąd my to wiemy).

— Podkreślam historię kosmicznych zderzeń i obecne (chociaż statystycznie mało prawdopodobne w najbliższej przyszłości) zagrożenie dla naszej planety. Jest to znakomity sposób na pokazanie potrzeby przyszłych badań i szukania rozwiązań, które mogłyby uratować naszą planetę, a które mógłby może kiedyś wymyślić uczeń właśnie z tej grupy.

— Omawiam podstawowe elementy budowy meteorytów, włącznie z takimi tematami, jak chondry i CAI, że chondryty są starsze od samej Ziemi, jak powoli żelazne jądra ciał ma-

cierzystych krystalizowały, tworząc figury Thomsona, że większości tych utworów nie spotyka się w ziemskich kamieniach, i może trochę najciekawszych informacji o zawartości chondrytu Murchison.

— Pokazuję, na co zwracać uwagę, jeśli myślą, że znaleźli meteoryt.

— Pytania i odpowiedzi (w praktyce robię to w trakcie prelekcji tak długo, jak grupa zachowuje porządek, podnosi ręce, nie mówią wszyscy na raz itd.).

— Jeśli to możliwe, daję małą próbkę każdemu uczniowi razem z etykietką, która zawiera trochę informacji o niej (do tego celu znakomite są zwietrzałe chondryty NWA i wystarczy magnesik przystawiony do torebki z okazem, by rozbudzić zaciekawienie i emocje uczniów).

Jeszcze 20 lat temu moglibyśmy mówić, że takie rzeczy są możliwe tylko w Ameryce. Dziś jednak mamy taki sam dostęp do meteorytów, jak Ameryka, a liczba kolekcjonerów meteorytów w Polsce w stosunku do liczby ludności prawdopodobnie nie ustępuje liczbie kolekcjonerów w Stanach. Istnieje Polskie Towarzystwo Meteorytowe (www.ptmet.org.pl), które może pomóc w znalezieniu najbliższego kolekcjonera chętnego do pokazania meteorytów w szkole, jeśli żaden z uczniów nie ma rodziców pasjonujących się meteorytami.

Po co pokazywać meteoryty uczniom? Wiadomo, że najbardziej zapada w pamięć osobiste doświadczenie. Astronomia przeważnie zajmuje się obiektami trudno uchwytnymi. Skazani jesteśmy na podziwianie ich z daleka i nawet największe teleskopy stwarzają tylko złudzenie zbliżenia. Nie możemy wybrać się na wycieczkę, by obejrzeć astronomiczne obiekty z bliska, a o dotknięciu ich nie ma co marzyć, bo nawet będąc na Księżycu czy Marsie, nie moglibyśmy dotknąć skały gołą ręką. Wyjątkiem są właśnie meteoryty. Nie dość, że możemy obejrzeć z bliska, jak wygląda kawałek Księżyca, Marsa, Westy czy innej planetoidy, to jeszcze można kawałek kamienia z tych ciał niebieskich wziąć do ręki. Nie gryzie, nie parzy, a pierwiastków promieniotwórczych w nim tyle, że potrzebne są superczułe przyrządy, by wykryć ich śladowe ilości pozwalające określić wiek meteorytu. Takie doświadczenie mówi więcej niż cały wykład o tym, że wszystkie ciała Układu Słonecznego są w zasadzie zbudowane z tej samej materii. Każdy też łatwo uwierzy, że nasz Księżyc odbija tylko 7% światła słonecznego, gdy zobaczy, jak wygląda kamień z Księżyca.

Fot. 3. Dave daje po prelekcji grupie uczniów małe chondryty do badania magnesem

Wiadomo, że astronomia jest wciąż dziedziną, w której amatorzy mogą wnosić istotny wkład do badań. Dotyczy to także meteorytów. Nawet gdy ich spadanie obserwują świadkowie, niełatwo jest odnaleźć meteoryty, które spadły, a tym bardziej, gdy udało im się spaść niepostrzeżenie. Ziemskie środowisko jest dla meteorytów wrogie i gdy nie zostaną znalezione, po pewnym czasie ulegną terrestrializacji, czyli upodobnią się do ziemskich kamieni, rozpadną się na kawałki i zmieszają z ziemią. Tylko człowiek może meteoryty uratować. W takim kraju jak nasz, gdzie meteoryty bardzo łatwo mogą się ukryć, szansa na ich rozpoznanie jest duża tylko wtedy, gdy dużo osób wie, jak one wyglądają. Im więcej uczniów dowie się, jak rozpoznać meteoryt, tym większa szansa, że meteoryty w Polsce nie będą niszczały bezużytecznie na polach, łąkach i w lasach.

Andrzej S. Pilski

Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku
oraz Polskie Towarzystwo Meteorytowe
i International Meteorite Collectors Association
zapraszają na wystawę

„O kamieniach z nieba i o ludziach nimi urzeczonych"

Losy kamieni z nieba zależą od nas, ludzi. Kamienie te przybywają z innych światów, gdzie nie ma powietrza, wody, gdzie niewiele ważą. Ziemskie środowisko jest dla nich wrogie. Jeśli nikt ich nie znajdzie i nie zapewni opieki w dobrze prowadzonej kolekcji, to szybko zeżre je rdza i rozpadną się na proszek, mieszając się z ziemią. Dlatego losy kamieni znajdujących się w różnych zbiorach zawsze są splecione z losami ludzi, którzy mimo codziennych kłopotów, jakie przeżywa każdy z nas, znajdowali czas na zajęcie się tymi przybyszami z Kosmosu, ubarwiając przy okazji własne życie i niejednokrotnie przechodząc dzięki temu do historii.

Wystawę można zwiedzać od 26 kwietnia do 18 października 2009 r. we Fromborku, na II piętrze dawnego Pałacu Biskupiego, czyli głównego budynku Muzeum. Aktualne godziny otwarcia Muzeum są na stronie internetowej www.frombork.art.pl. W niedziele wstęp na wystawę bezpłatny.

Maj

Słońce

Wznosi się po ekliptyce nadal coraz wyżej ponad równik niebieski, w związku z czym dzień jest coraz dłuższy i w ciągu miesiąca przybywa go o ponad godzinę: w Warszawie 1 maja Słońce wschodzi o 3^h06^m, zachodzi o 18^h02^m, a 31 maja wschodzi o 2^h22^m, zachodzi o 18^h46^m.

W maju Słońce wstępuje w znak Bliźniąt.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
V	1	–24,12	–4,16	28,76
	3	–23,75	–3,96	2,33
	5	–23,35	–3,75	335,89
	7	–22,92	–3,54	309,45
	9	–22,47	–3,33	283,01
	11	–21,99	–3,11	256,56
	13	–21,48	–2,89	230,11
	15	–20,94	–2,66	203,66
	17	–20,38	–2,43	177,21
	19	–19,79	–2,20	150,76
	21	–19,18	–1,97	124,30
	23	–18,54	–1,74	97,84
	25	–17,88	–1,50	71,38
	27	–17,20	–1,26	44,92
	29	–16,49	–1,02	18,46
V	31	–15,76	–0,78	351,99

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$3^d04^h14^m$ i $30^d03^h00^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

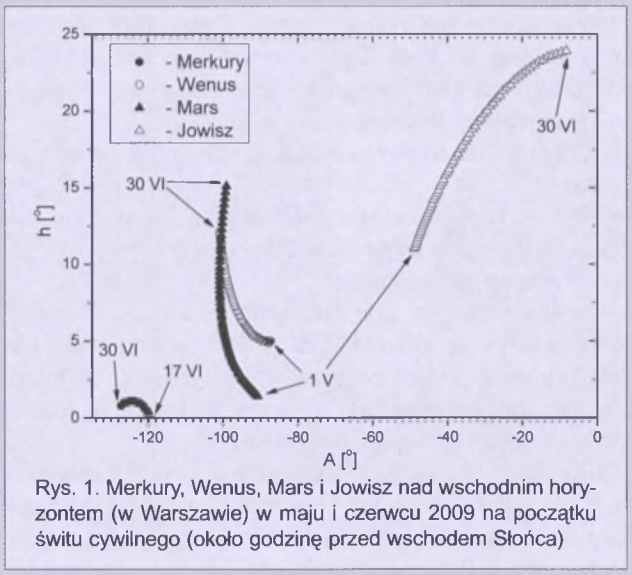
Bezksiężycowe noce wystąpią w drugiej połowie maja, gdyż kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra $1^d20^h44^m$, pełnia $9^d04^h01^m$, ostatnia kwadra $17^d07^h26^m$, nów $24^d12^h11^m$ i ponownie pierwsza kwadra $31^d03^h22^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $14^d02^h58^m$, a w perygeum $26^d03^h45^m$.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Na początku miesiąca, wieczorem, nisko nad północno-zachodnim horyzontem można dostrzec **Merkurego**, obniżającego się już po kwietniowej elongacji. Godzinę po zachodzie Słońca w dniu 1 maja zobaczymy go jeszcze na wysokości 11°, świecącego z jasnością $+1,1^m$. Przez teleskop można zobaczyć tarczę planety w postaci wąskiego sierpa o średnicy 9".

Nad ranem, nisko nad wschodnim horyzontem, zobaczymy **Wenus**, świecącą z jasnością $-4,5^m$. Wysokość planety, mierzona na godzinę przed wschodem Słońca, wynosi jedynie 5° i w ciągu miesiąca praktycznie się nie zmienia.

Również nad ranem, poniżej Wenus, można próbować dostrzec **Marsa**, jednak przy jasności zaledwie $+1,1^m$ jego dostrzeżenie w blasku zorzy porannej będzie praktycznie niemożliwe. W ciągu miesiąca wysokość planety nad horyzontem, mierzona na początku świtu cywilnego, wzrośnie od zaledwie 1,4° do prawie 6°.



Rys. 1. Merkury, Wenus, Mars i Jowisz nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w maju i czerwcu 2009 na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca)

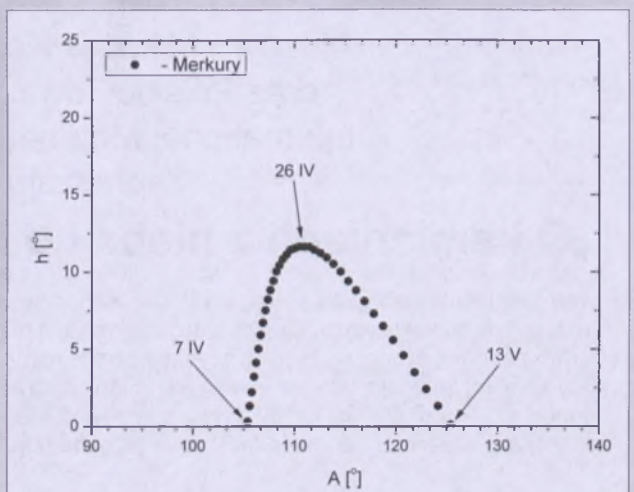
Jowisza możemy odnaleźć również nad ranem, świecącego powyżej Wenus w gwiazdozbiorze Koziorożca z jasnością $-2,5^m$. W ciągu miesiąca wysokość planety nad horyzontem na początku świtu cywilnego rośnie od 11° do prawie 18°. Tak niskie położenie planety znacznie utrudni obserwacje teleskopowe szczegółów układów chmur w jej atmosferze, można jednak oczywiście śledzić zjawiska w układzie jego księżyców galileuszowych.

Wieczorem, w gwiazdozbiorze Lwa, zobaczymy **Saturna** świecącego z jasnością $0,7^m$.

Uran i **Neptun** przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Planeta karłowata **(134340) Pluton** jest widoczna przez całą noc w gwiazdozbiorze Strzelca, jednakże jej jasność wynosi jedynie $14,4^m$ i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 25 cm.

Planeta karłowata **(1) Ceres** jest widoczna w pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Lwa jako „gwiazda" o ja-



Rys. 2. Merkury nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w kwietniu i maju 2009 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

sności malejącej od 8,1^m do 8,4^m: 1 V: 10^{h}33,8^m, +23°28'; 11 V: 10^{h}38,3^m, +22°11'; 21 V: 10^{h}44,9^m, +20°45'; 31 V: 10^{h}53,1^m, +19°11'.

W maju w pobliżu opozycji nie znajduje się żadna jasna planetoida.

Meteory

W dniach od 19 kwietnia do 28 maja promieniują meteory z roju **eta Akwarydów (ETA)**, związanego z kometą Halleya, we wstępującym węźle jej orbity (obserwowany był już w VII w. w Chinach). W roju tym obserwuje się jasne, szybkie meteory, pozostawiające bardzo długie ślady. Maksimum aktywności roju przypada w tym roku w dniu 6 maja o godzinie 0 UT. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wodnika i ma współrzędne: rekt. 22,5^h, dekl. –1°. Niestety, tegorocznym obserwacjom będzie przeszkadzał Księżyc zbliżający się do pełni.

* * *

1^{d}22^h Zakrycie gwiazdy o^1 Cnc (5,2^m) przez ciemny brzeg Księżyca w pierwszej kwadrze, na wysokości 16° nad horyzontem, widoczne w całej Polsce (Gdańsk 22^{h}35^m — Krosno 22^{h}44^m).

1^{d}23^{h}02^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2008].*

3^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

4^{d}07^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 6°.

6^{d}01^{h}02^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,4^m *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2005].*

6^{d}23^{h}48^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2008].*

7^{d}12^h Maksymalna libracja Księżyca (8,1°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

7^{d}16^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

8^{d}01^{h}01^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 5/2007].*

10^{d}01^{h}29^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 6/2007].*

10^{d}20^h Odkrycie gwiazdy Antares (α Sco, 1,1^m) przy ciemnym brzegu Księżyca tuż po pełni, na wysokości zaledwie 1° nad horyzontem, widoczne tylko we wschodniej Polsce (Krosno, Lublin 20^{h}22^m).

11^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

14^{d}07^h Minimalna libracja Księżyca (2,0°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

14^{d}20^{h}45^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 6/2007].*

17^{d}06^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 2°.

17^{d}08^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 2°.

17^{d}17^h Saturn nieruchomy w rektascensji.

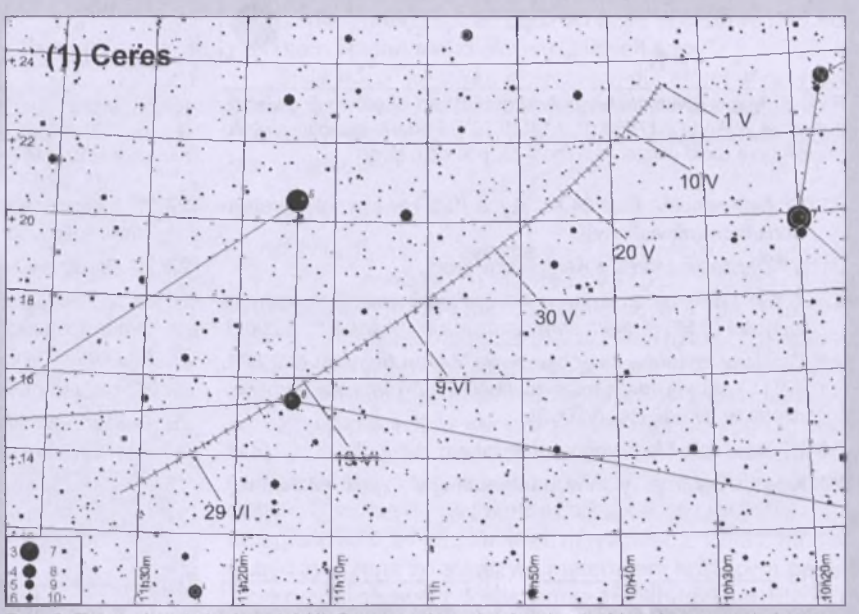
18^{d}10^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.

19^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

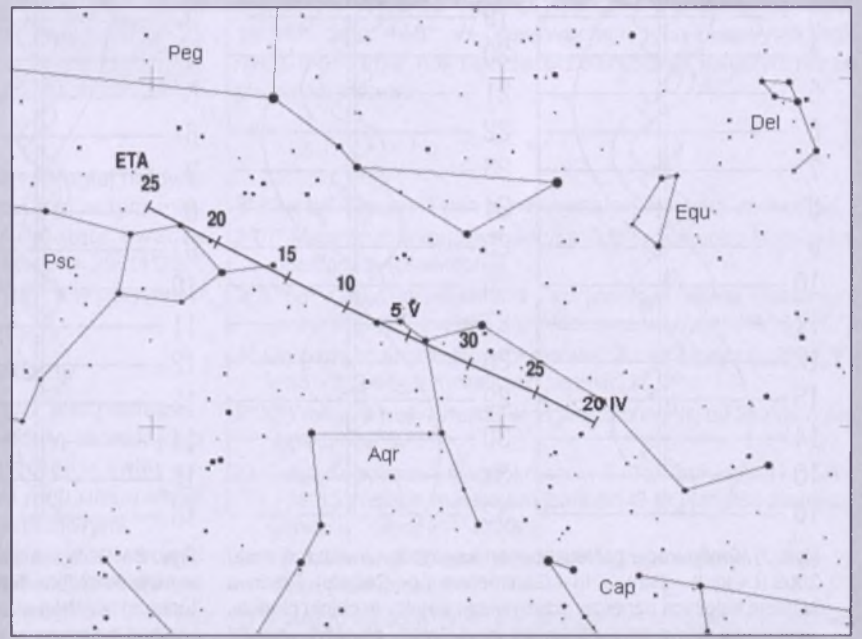
19^{d}17^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 4°.

20^{d}21^{h}49^m Słońce wstępuje w znak Bliźniąt, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 60°.

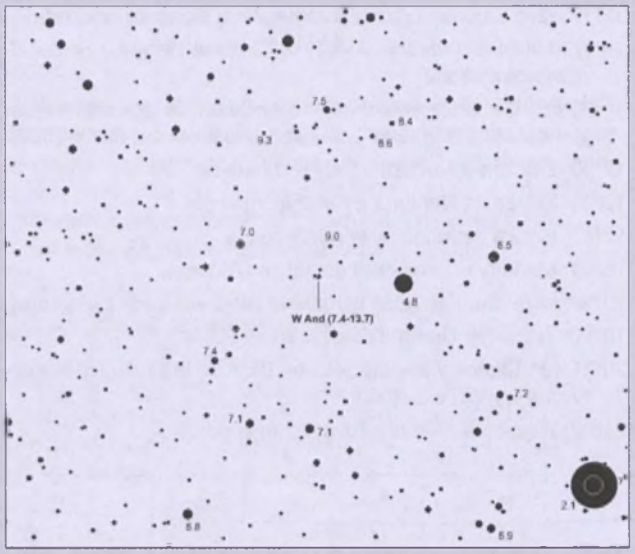
21^{d}02^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 5°.



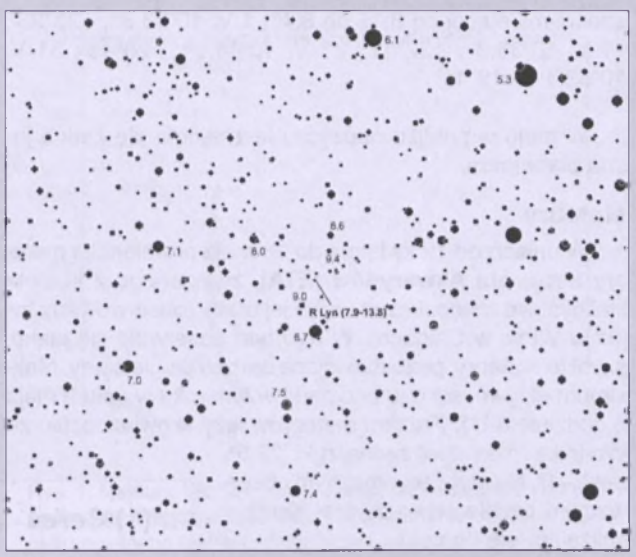
Rys. 3. Trasa planety karłowatej (1) Ceres na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w maju i czerwcu 2009 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



Rys. 4. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego eta Akwarydów (ETA) w okresie od 20 kwietnia do 25 maja



Rys. 5. Mapa gwiazdozbioru Andromedy do obserwacji gwiazdy zmiennej W And ($2^h17^m33{,}0^s$, +44°18'18"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 5°, północ u góry)



Rys. 6. Mapa gwiazdozbioru Rysia do obserwacji gwiazdy zmiennej R Lyn ($7^h01^m18{,}0^s$, +55°19'50"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 5°, północ u góry)

21^d03^h Maksymalna libracja Księżyca (9,3°) w kierunku krateru *Schickard* (oświetlony).

21^d17^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 5°.

$22^d00^h59^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 6/2007].*

24^d Gwiazda zmienna długookresowa V Mon (miryda) ($6^h22{,}7^m$, –2°11') osiąga maksimum jasności ($7{,}0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 5/2003].*

24^d01^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 7°.

27^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

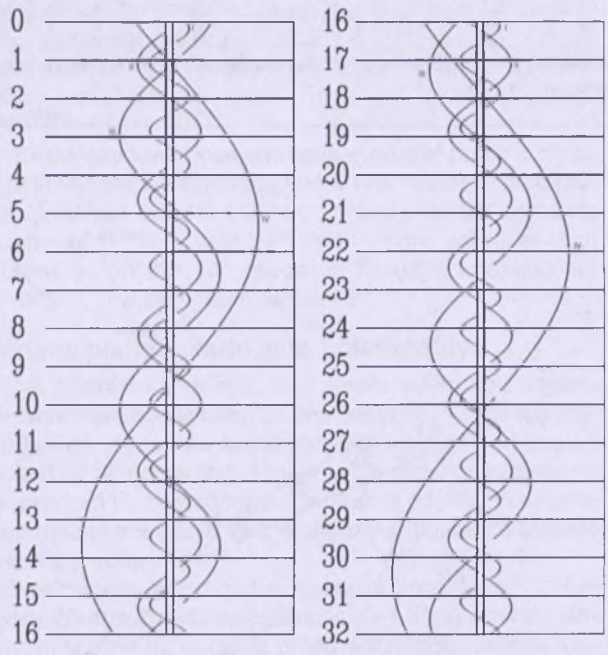
27^d11^h Minimalna libracja Księżyca (2,5°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

27^d11^h Złączenie Jowisza z Neptunem w odl. 0,4°.

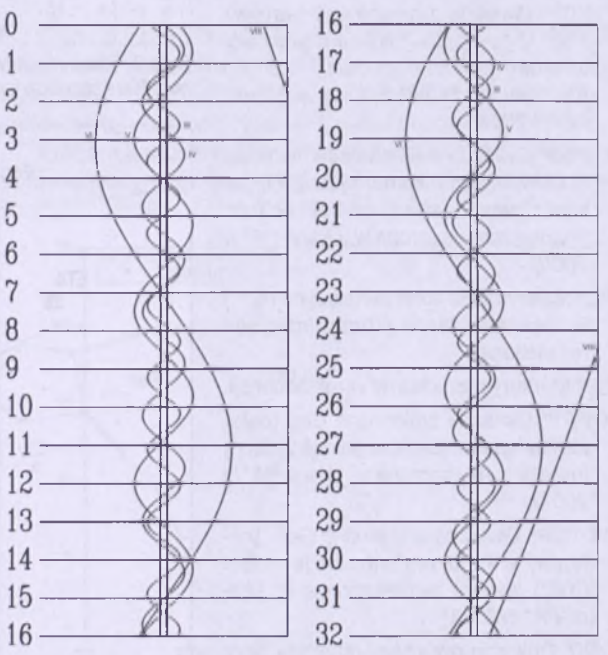
$28^d23^h10^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2005].*

29^d06^h Neptun nieruchomy w rektascensji.

29^d Gwiazda zmienna długookresowa W And (miryda) ($2^h17{,}6^m$, +44°18') osiąga maksimum jasności ($7{,}4^m$).



Rys. 7. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w maju 2009 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 8. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w maju 2009 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

Czerwiec

Słońce

W czerwcu deklinacja Słońca wzrasta aż do dnia przesilenia letniego, 21 czerwca, kiedy osiągnie wartość maksymalną: Słońce wstępuje wtedy w zodiakalny znak Raka, rozpoczynając w ten sposób astronomiczne lato. W związku z tym w czerwcu przypada najdłuższy dzień i najkrótsza noc w roku na naszej półkuli.

W Warszawie 1 czerwca Słońce wschodzi o 2^h21^m, zachodzi o 18^h48^m, a 30 czerwca wschodzi o 2^h18^m, zachodzi o 19^h01^m. Najwcześniej Słońce wzejdzie w dniu 17 czerwca (2^h14^m), najpóźniej zajdzie w dniu 24 czerwca (19^h02^m).

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
VI 1	–15,39	–0,66	338,76
3	–14,64	–0,42	312,29
5	–13,86	–0,18	285,82
7	–13,07	0,06	259,35
9	–12,26	0,30	232,88
11	–11,44	0,55	206,41
13	–10,60	0,79	179,93
15	–9,75	1,02	153,46
17	–8,89	1,26	126,99
19	–8,02	1,50	100,51
21	–7,14	1,73	74,04
23	–6,25	1,97	47,57
25	–5,36	2,20	21,09
27	–4,46	2,43	354,62
VI 29	–3,55	2,65	328,15
VII 1	–2,65	2,87	301,68

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$26^d14^h15^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w drugiej połowie czerwca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $7^d18^h12^m$, ostatnia kwadra $15^d22^h15^m$, nów $22^d19^h35^m$ i pierwsza kwadra $29^d11^h28^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $10^d16^h05^m$, a w perygeum $23^d10^h40^m$.

Planety, planety karłowate i planetoidy

W drugiej połowie czerwca nad ranem, nad północnowschodnim horyzontem pojawi się **Merkury,** jednak jego maksymalna wysokość, mierzona na początku świtu cywilnego, wyniesie jedynie 1,1°, co czyni jego obserwacje w blasku zorzy porannej praktycznie niemożliwymi.

W porównaniu z majem poprawiają się nieco warunki porannej widzialności **Wenus**. O ile na początku miesiąca jej wysokość nad horyzontem wyniesie jedynie 6°, o tyle w ostatnim dniu czerwca będzie to już 12°, co znacznie ułatwi dostrzeżenie planety, świecącej wtedy z jasnością –4,1^m. Przez teleskop zobaczymy tarczę planety o średnicy prawie 20", w fazie zbliżonej do kwadry.

Poprawiają się również warunki porannej widzialności **Marsa**, który pod koniec miesiąca osiąga wysokość 15° nad wschodnim horyzontem. Nadal jednak, przy jasności zaledwie +1,1^m, będzie on obiektem trudnym do zaobserwowania

Jowisza obserwujemy nad ranem na prawie stałej wysokości około 20° nad południowym horyzontem, w gwiazdozbiorze Koziorożca.

Warunki obserwacji **Saturna** w porównaniu z majem praktycznie się nie zmieniają. Planeta z dnia na dzień świeci jednak coraz niżej nad horyzontem i pod koniec miesiąca można ją dostrzec wieczorem na wysokości już tylko 19°.

Pod koniec miesiąca nad ranem teoretycznie staje się możliwa obserwacja **Urana** i **Neptuna**, jednak w ich dostrzeżeniu przeszkadzać będzie niskie położenie nad horyzontem i jasne niebo okresu „białych nocy".

„Białe noce" są także przyczyną, dla której w czerwcu praktycznie kończy się okres obserwacji **Plutona**.

W czerwcu w pobliżu opozycji nie znajduje się żadna jasna planetoida.

Meteory

W dniach od 22 czerwca do 2 lipca promieniują meteory z roju czerwcowych **Bootydów** (**JBO**). Rój ten obserwowany był w 1916 r., następnie być może w 1921 i 1927 r., po czym zaniknął. Dużym zaskoczeniem było ponowne pojawienie się czerwcowych Bootydów w 1998 r. i to od razu jako aktywnego roju — tzw. zenitalna liczba godzinna (ZHR) przez ponad pół doby wynosiła wtedy od 50 do ponad 100! Macierzysta kometa roju, 7P/Pons-Winnecke przechodziła przez peryhelium w styczniu 1996 i ponownie w maju 2002 r. Obecnie orbita komety zbliża się do orbity Ziemi na odległość aż 0,24 j.a., tak więc aktywność z 1998 r. musiała być związana ze starszym materiałem krążącym po orbicie rezonansowej z Jowiszem (z 1819, 1869 lub 1825 r.). Tegoroczne maksimum przewidywane jest w dniu 27 czerwca ok. godziny 8^h30^m UT. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wolarza i ma w tym dniu współrzędne: rekt. 14^h56^m, dekl. +48°. W obserwacjach tych niezwykle wolnych meteorów nie będzie przeszkadzał Księżyc przed pierwszą kwadrą.

* * *

3^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

3^d07^h Maksymalna libracja Księżyca (8,9°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

$3^d20^h58^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 5/2007].*

4^d Gwiazda zmienna długookresowa R Lyn (miryda) ($7^h01,3^m$, +55°20') osiąga maksimum jasności (7,9^m).

5^d20^h Wenus w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 45°50'.

7^d Gwiazda zmienna długookresowa T Dra (miryda) ($17^h56,4^m$, +58°13') osiąga maksimum jasności (9,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 6/2006].*

10^d17^h Minimalna libracja Księżyca (1,5°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

11^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

13^d12^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 23°27'.

13^d15^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 2°.

13^d16^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 3°.

15^d19^h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

16^d00^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 4°.

16^d02^h Odkrycie gwiazdy λ Psc (4,5^m) przy ciemnym brzegu Księżyca w ostatniej kwadrze, na wysokości 28° nad horyzontem, widoczne w całej Polsce (Wrocław 1^h55^m — Olsztyn 2^h03^m).

17^d21^h Maksymalna libracja Księżyca (10,0°) w kierunku krateru *Schickard* (oświetlony).

$17^d22^h13^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2008].*

18^d Gwiazda zmienna długookresowa T Her (miryda) ($18^h09{,}1^m$, +31°01') osiąga maksimum jasności (8,0^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 2/2006].*

19^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

19^d16^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 5°.

19^d16^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 7°.

$19^d23^h21^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 5/2007].*

$21^d05^h45^m$ Słońce wstępuje w znak Raka, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 90°. Początek astronomicznego lata.

21^d06^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 6°.

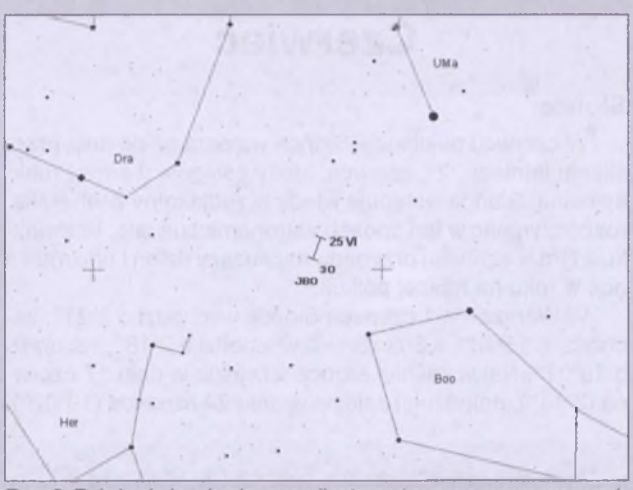
21^d06^h Złączenie Wenus z Marsem w odl. 2°.

$22^d22^h59^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2008].*

24^d01^h Minimalna libracja Księżyca (1,7°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

$26^d22^h11^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 6/2007].*

27^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.



Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego czerwcowych Bootydów (JBO) w okresie od 25 do 30 czerwca

27^d21^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 7°.

30^d14^h Maksymalna libracja Księżyca (10,0°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

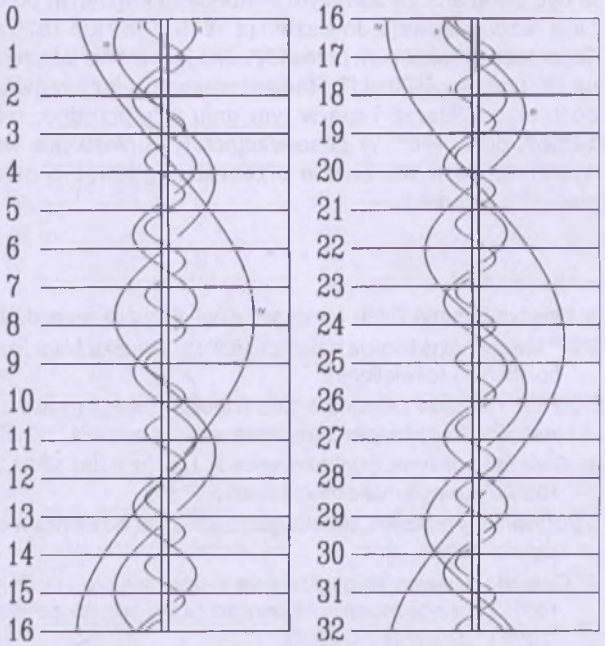
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w maju i czerwcu w Polsce „czasie letnim", należy dodać 2 godziny.

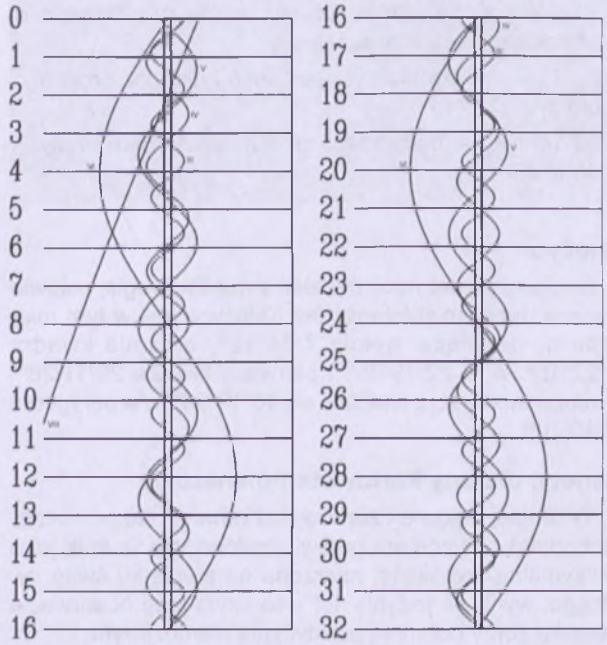
Momenty złączeń planet z Księżycem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opr. T. Ściężor



Rys. 10. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w czerwcu 2009 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 11. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w czerwcu 2009 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

ASTROKRAK

F.P.U.H. **ASTROKRAK**, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
e-mail: astrokrak@astrokrak.pl - **www.astrokrak.pl**
tel.: **(12) 413 55 26**, fax: (12) 417 31 81
sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15

DOŁĄCZ DO GRONA ODKRYWCÓW Już czwarta supernowa została odkryta naszym teleskopem!

BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90.....999.00
Refraktor R-102.....1899.00
Refraktor R-127L.....2699.00
Refraktor R-127S.....2899.00
Refraktor R-152.....3499.00
Newton N-130.....1099.00
Newton N-150.....1699.00

ORION

SERIA SKYVIEW PRO
(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem, GO-TO lub Intelliscope)

Refraktor 80mm ED APO.....od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO.....od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO.....od 9250.00
Refraktor 120mm.....od 3350.00
Maksutow 127mm.....od 3350.00
Maksutow 150mm.....od 4450.00
Maksutow 180mm.....od 5999.00
Newton 203mm.....od 3350.00

SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION
7x50.....485.00
10x50.....495.00

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA
Plössl (4-40mm/1,25").....od 95.00
RKE (26-40mm/2").....od 195.00
Barlow 2x/1,25".....95.00
Barlow 2x/2".....299.00

SERIA MT - nowe ceny!!!
(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm.....999.00
MT-750 152mm.....1450.00
MT-800 200mm.....1999.00

Sky-Watcher

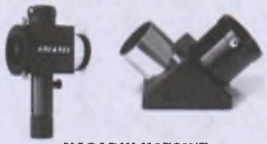
TELESKOPY - najniższe ceny!!!

Newton 114mm EQ2.....595.00
Newton 130mm EQ2.....695.00
Newton 150mm EQ3-2.....1235.00
Dobson 8" Classic.....1075.00
Dobson 8" Pyrex.....1275.00

ANTARES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25").....od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25").....od 250.00
Erfla (30-52mm/2").....od 315.00
Szerokokątne (67°/5,7-25mm)...od 299.00
Szerokokątne (82°/7,5-18mm)...od 499.00
Barlow 2x/1,25.....105.00
Barlow 1,6x/2".....350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25")..525.00



NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25".....105.00
90° 1,25"/1,25".....125.00
45° M42x1/1,25".....125.00
90° M42x1/1,25".....145.00
90° 2"/2" 98%.....395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.....625.00

FILTRY

ALP 1,25".....199.00
ALP 2".....350.00
ND 13 1,25" (szary).....45.00
ND 13 2" (szary).....105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25"...285.00
Kolorowe 7 szt. 2".....475.00

MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200R GPS
(Teleskopy Ritchey-Chrétiena na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm).....13925.00
10" (254mm).....18925.00
12" (305mm).....23850.00
14" (356mm).....35995.00
16" (406mm).....69500.00

SERIA LDX-75
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor).....5075.00
6" (152mm refraktor).....6095.00
6" (152mm Schmidt-Newton).....5175.00
8" (203mm Schmidt-Newton).....6125.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain).....8325.00
10" (254mm Schmidt-Newton).....6925.00

SERIA ETX
(Teleskopy Maksutowa na montażu widłowym z systemem GO-TO)

90PE (90mm).....3889.00
105PE (105mm).....4899.00
125PE (125mm).....5995.00

SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe
(Teleskopy kratownicowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm.....2049.00
Newton 254mm.....2699.00
Newton 305mm.....4249.00
Newton 406mm.....9999.00

Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm).....od 499.00
SWA (68°/16-40mm).....od 899.00
UWA (82°/4,7-30mm).....od 1050.00

KAMERY CCD
(Z oprogramowaniem Autostar Suite)

LP Imager.....550.00
DS Imager.....1525.00
DS Imager Pro.....1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3.....799.00

CORONADO

TELESKOPY I FILTRY SŁONECZNE Hα

Już od 2825.00

LUMICON

OKULARY PODŚWIETLANE
(Z krzyżem nitek)

12,5mm ortoskop.....585.00
25mm Kellner.....275.00

FILTRY MGŁAWICOWE

Deep Sky 1,25".....375.00
Deep Sky 2".....730.00
UHC 1,25".....375.00
UHC 2".....730.00
OIII 1,25".....375.00
OIII 2".....730.00
H-Beta 1,25".....375.00
H-Beta 2".....730.00
Comet 1,25".....375.00
Comet 2".....730.00

NASADKI KĄTOWE

Enhanced 1,25".....365.00
Enhanced 2".....695.00
LumiBrite 1,25" 98%....550.00
LumiBrite 2" 98%.....875.00

KSIĄŻKI I ATLASY

Uranometria tom I i II.....179.00
Pocket Sky Atlas.....89.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Deluxe.....179.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Field.....199.00
Atlas of the Moon.....135.00

MAPY I GLOBUSY

Obrotowa mapa nieba....8.00
Karta Messiera.....13.00
Karta Caldwella.....13.00
Mapa Księżyca.....13.00
Globus Księżyca.....225.00

OPROGRAMOWANIE

Starry Night Pro+.....1050.00
Starry Night Pro.....650.00
Starry Night Enth.....335.00
CoolSky 2.0.....39.00
Maxim DL.....1250.00
SkyMap Pro.....375.00
SkyChart III.....169.00
Desktop Universe.....825.00
SkyTools 2 CD.....425.00

SKY PUBLISHING

ASTROKRAK

TELESKOPY I AKCESORIA

Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze od 250 do 600mm. Zbudowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS.....49.00
M42/Nikon.....49.00
M42/T2.....45.00
1,25"/M42.....35.00
2"/M42.....45.00
M42/web kamera.....45.00
L-adapter mały.....20.00
L-adapter duży.....25.00

WYCIĄGI OKULAROWE
(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)

Obrotowy 1,25".....115.00
Przesuwny 1,25".....195.00
Przesuwny 2".....275.00

Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na *www.astrokrak.pl*

Tadeusz Zbigniew Dworak, Beata Hejmanowska, Krystian Pyka: ***Problemy teledetekcyjnego monitoringu środowiska, tom I.*** Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2007, 139 s.

Akademia Górniczo–Hutnicza w Krakowie jest instytucją „od zawsze" zajmującą się badaniami nie tylko tego, co znajduje się w Ziemi, ale także wokół niej. Pracowali tutaj m.in. Tadeusz Banachiewicz (1882—1954), Tadeusz Kochmański (1904—1986), Stanisław Milbert (1920—2007), Stanisław Boczar (1926—1997), a obecnie pracują Władysław Góral i T. Zbigniew Dworak, którzy zajmują się różnymi aspektami geodezji i astronomii. Na jednym z gmachów (pawilon C-4) znajduje się kopuła astronomiczna, gdzie był umieszczony 10-cm instrument przejściowy.

W ramach rozwoju miasta i uczelni powstał Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska oraz Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska. Jest to więc instytucja mająca tradycje badania atmosfery ziemskiej i to pod różnymi kątami widzenia. Dlatego nie należy się dziwić, że tu przygotowano monografię *Problemy teledetekcyjnego monitoringu środowiska*. Tom I właśnie się ukazał, zaś tom II będzie poświęcony teledetekcji powierzchni Ziemi, lasów, wody i upraw oraz będzie przedstawiać opracowanie koncepcji monitoringu telededekcyjnego. Tom I jest wstępem do tych zagadnień. Samo słowo teledetekcja, którego angielskim odpowiednikiem jest *remote sensing*, jest związane z terminologią francuską, gdzie wykorzystano greckie pochodzenie słów: tele — daleko i detekcja — wykrywanie.

Początkowo związana z analizą fotografii lotniczych fotogrametria, czyli zdalny pomiar obiektów i ich kształtów był też przedmiotem dogłębnych badań w AGH. W okresie II wojny światowej w ramach zajęć własnych działalnością tą zajmował się też obecny nestor fizyków krakowskich Prof. Bronisław Średniawa. Natomiast teledetekcja, która wyrosła z tych badań, zajmuje się określaniem cech innych niż geometryczne.

Tom I monografii napisano bardzo ładnym językiem. W zasadzie jest on prawie pozbawiony wzorów matematycznych i dlatego też może być z powodzeniem czytany przez miłośników astronomii i osoby chcące poznać problemy omawiane w książce. Będzie to zadanie łatwe, gdyż Autorzy bardzo sumiennie, krok po kroku, wprowadzają czytelnika w przedstawiane zagadnienia. Oczywiście zaczynają od definicji monitoringu, aby następnie omówić różnice między monitoringiem bezpośrednim a teledetekcją. W ramach systematycznej dyskusji następny rozdział przedstawia porównanie monitoringu deletekcyjnego i innych typów procesów pomiarowych. Następnie są przedstawione komponenty środowiska, które podlegają pomiarom i analizie oraz bezpośrednio związane z tym wymagania, jakie musi spełniać system monitoringu, aby w sposób prawidłowy te dane uzyskiwać. Jak wspomniałem uprzednio, te bardzo interesujące wiadomości wstępne zrozumiałe są dla każdego. Zajmują one w sumie 35 stron, czyli prawie jedną trzecią monografii. Zasadniczą część monografii stanowią pozostałe dwie trzecie książki. Już tytuł rozdziału prezentuje nam jego zawartość, mianowicie: *Monitoring teledetekcyjny środowiska atmosferycznego*. W rozdziale tym Autorzy omawiają różne metody monitoringu, a mianowicie: astrofotometryczne, lidarowe, kilka wariantów spektrometrycznych, w zależności od używanych urządzeń pomiarowych i metody sodarowe. Badania wykonywane z urządzeń umieszczonych ponad powierzchnią Ziemi, czyli zdjęcia lotnicze i z Kosmosu, kończą ten rozdział. W rozdziale tym spotyka się już liczne wzory, co oczywiście utrudni czytanie, ale trudno przedstawiać np. teorię ekstynkcji astronomicznej bez ich użycia. Nawet pobieżne zaznajomienie się z tymi metodami pokazuje bogactwo urządzeń, metod i zakresów widma, w których są prowadzone badania. Zapewne dlatego też niedawno powstała inżynieria środowiska jest uważana za prawdziwą naukę. Imponująca jest bibliografia obejmująca aż 13 stron. Licznie reprezentowane są tam publikacje Autorów. Rzuca się też w oczy licząca ponad 2 strony lista publikacji jednego z polskich pionierów badań środowiska, Jacka Walczewskiego. Bardzo mocną stroną całej monografii są liczne schematy, rysunki i fotografie ułatwiające zrozumienie tekstu. Jest to z pewnością książka, z treścią której winien zapoznać się każdy, kogo interesują zagadnienia badania i następnie ochrony środowiska naturalnego człowieka.

Piotr Flin

uśmiechnij się ;)

Rys. Jacek Drążkowski

„MoveTwo", czyli drugi ruch bardzo udany

W chwili, gdy piszę te słowa, nie ma szans na zakupienie płyty CD z muzyką do filmu „Eyes On The Skies" — cały nakład został błyskawicznie wyprzedany! Można więc rzec, iż płyta stała się bestsellerem. Mam nadzieję, że nie trzeba będzie długo czekać na nowe tłoczenia CD.

Niestety, w odróżnieniu od płyt z filmem (DVD i BlueRay), które są sprzedawane w atrakcyjnej cenie 3 euro, płyta z muzyką zespołu MoveTwo sprzedawana jest po normalnych (dla tego typu wydawnictwa) cenach. Co więcej, osoby, które zadowolą się samym filmem, nie będą mogły w pełni nacieszyć uszu kompozycjami zespołu z tej prostej przyczyny, że film jest, delikatnie mówiąc, przegadany, a muzyka słyszalna tylko w tle. Zaciekawionym samą muzyką polecam do posłuchania fragmenty utworów na stronie zespołu http://www.movetwo.de. Tytułowy utwór „Eyes On The Skies" jest tam dostępny w całości!

O ile w filmie muzyka świetnie wpasowuje się w tło i absolutnie nie przeszkadza, świetnie podkreślając słyszaną treść i oglądane obrazy, to funkcjonując samodzielnie, w oderwaniu od filmu, nabiera dodatkowych walorów, i to nie tylko za sprawą wyraźniejszego brzmienia i lepszej dynamiki. Po prostu dobrze się jej słucha i dobrze działa na wyobraźnię.

Utwory MoveTwo są bardzo zróżnicowane. Pomimo że wszystkie nagrano za pomocą elektronicznego instrumentarium, w *Temacie Galileusza* słyszymy dźwięki z epoki, czyli klawesyn i flet, a wcześniej wiolonczelę. *Whirling Around the Core*, *Whispers From Outer Space* czy *Wide Orbit* brzmią jak typowa muzyka filmowa w symfonicznej aranżacji (tego typu utworów jest tu najwięcej), zaś kończące płytę *Final Symphony* i *Endless Rotation* dodatkowo wręcz emanują nieskończoną przestrzenią Kosmosu. Z kolei *Light Years* i *Ambient Paradise* to typowa rytmiczna muzyka elektroniczna. Bardzo sympatyczny utwór *Mirror*s nieodparcie kojarzy mi się z muzyką do filmów o morzach czy oceanach. Wszystkich utworów jest 17 i łącznie trwają nieco ponad 63 min.

Jak napisałem wcześniej, w filmie muzyka świetnie sprawdza się jako tło, ale ja odczuwam spory niedosyt. Co tu ukrywać — po prostu brakuje mi takiej funkcji, która pozwoliłaby wyłączyć rozgadanego lektora i cieszyć uszy samą muzyką, a oczy obrazem. Może kiedyś coś takiego będzie na płytach standardem?

Rozpisałem się trochę o samej muzyce, czas na przedstawienie wykonawców ukrywajacych się pod nazwą MoveTwo. Jest to para Niemców: Axel Kornmesser i Markus Löffler. Chociaż razem pracowali nad różnymi projektami od roku 1997, jako MoveTwo wy-

stępują od 2004 r. Axel śpiewa i pisze piosenki, a Markus jest muzykiem multiinstrumentalistą. Jako duet kompozytorski specjalizują się w tworzeniu muzyki i efektów dźwiekowych głównie do filmów popularnonaukowych o tematyce technicznej i przyrodniczej. Kilka lat temu mogliśmy usłyszeć ich muzykę w filmie „Hubble — 15 years on Discovery". Są oni również autorami dźwięków towarzyszących wydawnictwu ESA „Hubble Chill" z obrazami Kosmosu w jakości HD z teleskopu Hubble'a. Oprawa dźwiękowa filmowej czołówki Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 to również ich dzieło!

Jacek Drążkowski

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2009 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł. Cena pojedynczego zeszytu 10,90 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160220200000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

Kupon konkursowy Urania-PA 2/2009

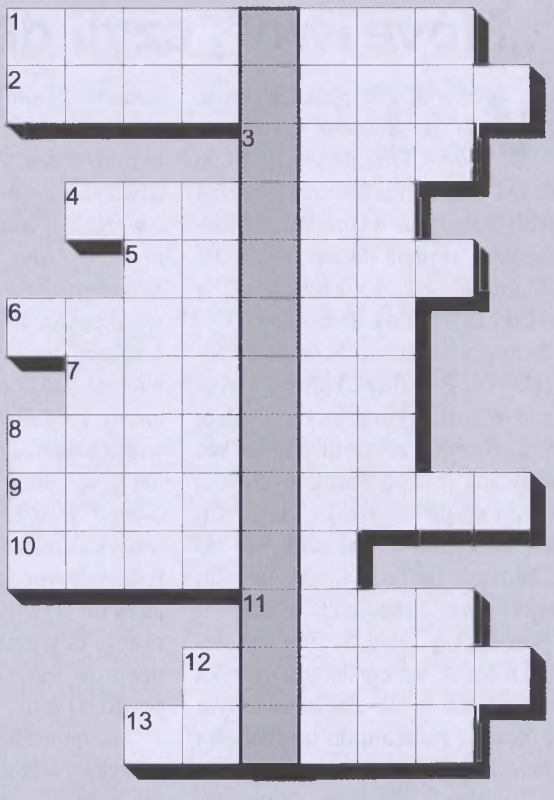
Krzyżówka

W „Uranii–PA" nr 6/2008 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło OBŁOKI SREBRZYSTE. Nagrody książkowe wylosowali **Jan Jaworski** z Łukówca i **Franciszek Ślizyk** z miejscowości Wierzbie.

A oto hasła pomocnicze do rozwiązania nowej krzyżówki:

1. Obecny prezydent Międzynarodowej Unii Astronomicznej
2. Kwartalnik miłośników meteorytów wydawany w USA
3. Pozostałość po wybuchu supernowej w 1054 r.
4. Jeden z radioteleskopów australijskich
5. Źródła spójnego i monochromatycznego promieniowania mikrofalowego
6. Twórcy podkładu dźwiękowego do filmowej zapowiedzi MRA2009
7. Jeden z pionierów obliczeń astronomicznych za pomocą komputerów we Wrocławiu
8. Aparatura tej nieudanej misji kometarnej zasiliła wyposażenie misji New Horizons
9. Nestor fizyków krakowskich
10. Zderzył się z Iridium
11. Czerwona Planeta
12. Gwiazda zmienna długookresowa T Draconis
13. Jeden z marsjańskich łazików

Na rozwiązania czekamy do końca maja 2009 r. Osoby nie będące prenumeratorami „Uranii–PA" muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną. Tym razem mamy do rozlosowania 5 płyt DVD z filmem „Eyes On The Skies".



Opr. Joanna Drążkowska

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA" 6/2008: 1. Astrologia, 2. Norymberga, 3. Płońsk, 4. Kosmoekologia, 5. Naskawa, 6. Widmo, 7. Angelus, 8. Kosmografia, 9. Haumea, 10. Frombork, 11. Jądro, 12. Kwazar, 13. Cygnus, 14. Gisse, 15. Lacertydy, 16. Ptolemeusz.

Ciekawe strony internetowe...

Rok temu mówiliśmy w naszym piśmie o Google Sky, a parę dni temu ukazała się kolejna wersja (5.0 beta) programu Google Earth, gdzie pojawiła się dodatkowa, oprócz Earth i Sky, opcja związana z Marsem. Oprogramowanie można jak zwykle pobrać pod adresem http://earth.google.com, natomiast niecierpliwi mogą zapoznać się z mapą Marsa (w zakresie widzialnym, podczerwieni i kodowaną kolorami odpowiadającymi różnym wysokościom tworów na powierzchni planety) pod adresem http://www.google.com/mars/. Po zainstalowaniu i uruchomieniu programu przechodzimy do wspomnianej już nowej opcji związanej z Marsem. Podobnie jak w przypadku Ziemi, mamy do czynienia z szeregiem warstw, które możemy włączać zależnie od potrzeb. Możemy oglądać mapy w świetle widzialnym i w podczerwieni, z zaznaczonymi tworami na powierzchni planety. Można też zlokalizować lądowniki, które dotarły do powierzchni Marsa, możemy m.in. obejrzeć zarejestrowane przez nie panoramy. Nie są to jedyne zdjęcia, na których zarejestrowano drobne szczegóły, dostępne są również zdjęcia małych fragmentów powierzchni planety, niestety do oglądania w przeglądarce (zewnętrznej) a nie w postaci wkomponowanej w mapę. Gdzieniegdzie pojawiają się obrazki pary zielonych ludzików z plecakami: mamy wtedy do czynienia z odnośnikami do fragmentów książki Williama K. Hartmanna „A Traveler's Guide to Mars" — dysponujemy przewodnikiem po kilkudziesięciu ciekawych miejscach na powierzchni Marsa. W obecnej wersji programu pojawiły się symulatory myśliwca F16 i awionetki Cirrus SR22 — są one nie do końca jeszcze dopracowanymi prostymi narzędziami pozwalającymi na przemieszczanie się nad powierzchnią planety (niektóre trasy robią duże wrażenie). Brak tablicy przyrządów, jedynie prosty HUD (Head-Up Display) rzutowany na przednią szybę kabiny pilota pozwala na orientację w przestrzeni. Samolotami można oczywiście latać i nad powierzchnią Ziemi (po zmianie opcji z „Mars" na „Earth"). Być może jest to żart, a może niedopatrzenie — na Marsie możemy wybrać punkt startowy, m.in. z listy ziemskich lotnisk – niestety latać się nie da i samolot stoi w miejscu, ale po powrocie do mapy okazuje się, że jego współrzędne na powierzchni Marsa odpowiadają współrzędnym wybranego wcześniej lotniska na Ziemi.

(*rs*)

Galeria Uranii

Jak światła miejskich aglomeracji wpływają na widoczność gwiazd, planet i innych atrakcji nocnego nieba wie każdy, kto miał okazję prowadzić jakiekolwiek obserwacje astronomiczne, np. na obszarze wielkiego miasta czy w jego pobliżu oraz z dala od niego. Nasz czytelnik, Krzysztof Podgórzak, podjął się ukazania tej różnicy na przykładzie widoczności Wielkiej Mgławicy Andromedy fotografowanej w różnych miejscach, ale z takimi samymi czasami i takim samym sprzętem (ekspozycje po 180 s przy czułości ISO 800, jako detektor służył aparat fotograficzny Canon D40 + teleskop Orion 80 ED).

Pierwsze zdjęcie pokazuje galaktykę w Andromedzie sfotografowaną 15 km od Warszawy. Drugie było wykonane we Włoskich Dolomitach, około 60 km od dużego miasta Trento

A oto finalna ekspozycja z łącznym czasem 54 min wykonana we Włoskich Dolomitach

Anemiczna galaktyka NGC 4921

Jak daleko znajduje się galaktyka spiralna NGC 4921? Choć obecnie jej odległość szacuje się na około 320 mln lat św., bardziej precyzyjne określenie można połączyć ze znaną prędkością recesji, co może pomóc lepiej poznać tempo ekspansji całego widzialnego Wszechświata. Używając kosmicznego teleskopu Hubble'a, wykonano zdjęcie mające pomóc zidentyfikować cefeidy — główne kamienie milowe odległości we Wszechświecie. Ponieważ NGC 4921 jest członkiem gromady galaktyk w Warkoczu Bereniki, precyzyjne wyznaczenie jej odległości umożliwiłoby lepsze poznanie dystansu do jednej z największych, pobliskich gromad wchodzącej w skład Supergromady Lokalnej. Wspaniała galaktyka spiralna NGC 4921 została nieformalnie nazwana anemiczną z powodu powolnego tempa formowania gwiazd oraz niskiej jasności powierzchniowej. Niezwykle ostre zdjęcie zostało wykonane za pomocą zaawansowanej kamery do przeglądów (ACS). Na obrazie widoczne są, patrząc od środka, jasne jądro, jasna poprzeczka centralna, wydatny pierścień ciemnego pyłu, niebieskie gromady niedawno uformowanych gwiazd, kilka mniejszych galaktyk towarzyszących oraz niezwiązanych galaktyk odległego Wszechświata. Widzimy również gwiazdy naszej Drogi Mlecznej.

Źródło: NASA, ESA, K. Cook (LLNL)

Urania

Postępy Astronomii

3/2009 (741)

tom LXXX

maj—czerwiec

- Droga Mleczna – nasz kosmiczny dom
- Ziemia jako radioźródło
- Podbój polskich planetariów

MIĘDZYNARODOWY ROK
ASTRONOMII
2009

ISSN 1689-6009

Cena 10,90 zł (0% VAT)

Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Toruniu

Koncert Uniwersytecki. Chór Akademicki oraz Toruńska Orkiestra Symfoniczna pod dyrekcją Rubena Silvy. Fot. K. Zawada

Po każdym z wydarzeń na Torunian czekała atrakcja — astronomowie i miłośnicy astronomii przygotowali wieczorne pokazy nieba. Fot. S. Soberski

Ksiądz prof. Michał Heller w czasie wykładu. Fot. K. Zawada

Happening „Po prostu błyszcz". Fot. K. Zawada

Wenus osiągnęła tegoroczne maksimum blasku. Chętnych na jej oglądanie nie brakowało. Fot. S. Soberski

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

fot. A. Ubukszta-Wiśniewska

Oficjalnie uznaję Międzynarodowy Rok Astronomii w Polsce za otwarty – *to słowa Prezydenta Torunia Michała Zaleskiego na uroczystości odsłonięcia planetoidy „Toruń" i inauguracji Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce. Otwarcie Międzynarodowego Roku Astronomii zostało wplecione w Toruniu w wiązankę imprez corocznie organizowanych w rocznicę urodzin Mikołaja Kopernika, które trwały ponad tydzień. Na tę okazję Prezydent RP Lech Kaczyński wystosował specjalne posłanie do uczestników inauguracji i środowiska astronomów polskich. Tym listem Prezydenta RP otwieramy bieżący numer i dalej przytaczamy opis wydarzeń związanych z Rokiem Astronomii w Toruniu, na Dolnym Śląsku i w Małopolsce. Warto przypomnieć, że imprezom Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 w Polsce patronują Komitet Astronomii PAN, Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii.*

Pierwszym artykułem „astronomicznym" w bieżącej „Uranii" jest opis Drogi Mlecznej — naszego domu w Kosmosie. Nasza gwiazda, Słońce, jest jedną z gwiazd Drogi Mlecznej, a my razem z nim i Systemem Planetarnym mamy w niej swoją „siedzibę". Droga Mleczna, to nasza Galaktyka. Dobrze jest dowiedzieć się, jak ten nasz dom wygląda i jak toczyła się historia jego poznawania. Pisze o tym Andrzej Strobel z Torunia, od lat badający gwiazdy i gromady gwiazd Drogi Mlecznej.

Nasza planeta, Ziemia, też jest ciałem niebieskim. Na ogół mówimy, że planety są ciałami, które nie wysyłają własnego promieniowania, a świecą odbitym światłem słonecznym. Ale czy tak rzeczywiście jest we wszystkich dziedzinach promieniowania? Otóż nie, nasza Ziemia jest i to nawet dość silnym źródłem promieniowania radiowego, podobnie jak inne planety posiadające pole magnetyczne. O tym dość szczególnym promieniowaniu radiowym Ziemi pisze, zajmujący się od szeregu lat tą tematyką, Jan Hanasz, specjalista fizyki kosmicznej z CBK PAN.

Grupa, która zaprzyjaźniła się przed laty, w czasie fromborskich „Wakacji w Planetarium", postanowiła dokonać „podboju polskich planetariów". Opis swoich wrażeń z niedawnych odwiedzin 17 planetariów prezentują piórem Radosława Piora. Różne są to instytucje. Jedne publiczne, inne raczej „prywatne", szkolne, jedne duże, mieszczące pod kopułą od 200 do prawie 400 osób, inne małe, mogące organizować pokazy tylko dla 20 osób. Ale wszystkie prowadzone przez ludzi z wielkim sercem, którzy pragną przybliżyć tajemnice Kosmosu każdemu, kto do nich trafi.

Z wydarzeń krajowych opisujemy przebieg i rezultaty grudziądzkiego Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego. W Rozmaitościach *piszemy o kwazarach, które nie zawsze chcą świecić, o nowej inicjatywie budowy radioteleskopu PIAST o rozmiarach Polski, o meteorytowych kraterach na Marsie itp. W* Astronomii w Szkole *zwracamy uwagę na nowe możliwości obserwacyjne dla szkół w postaci mikroobserwatorium.*

W In Memoriam *przypominamy sylwetkę zmarłego w końcu ub. roku dr. Józefa Juchniewicza z CBK PAN w Warszawie i odnotowujemy odejście znanego miłośnika astronomii i autora powieści fantastycznych Andrzeja Trepki.*

Jak zawsze mamy kalendarz astronomiczny opracowany przez Tomasza Ściężora z Krakowa. Teraz kalendarz ten opisuje już ciała niebieskie i zjawiska, które będą widoczne w lipcu i sierpniu. Naszą Recenzję *poświęcamy niedawno wydanej książce ks. prof. Michała Hellera pt.* Filozofia i Wszechświat, *która zapewne zainteresuje wielu z Państwa. Jest też felieton muzyczny, krzyżówka i rekomendacja ciekawych stron internetowych.*

Przypominam Państwu o naszym konkursie na najciekawsze obserwacje astronomiczne.

Życzę pogodnego nieba i przyjemnej lektury naszego pisma

Toruń, w kwietniu 2009 r.

BIBLIOTEKA Uniwersytecka w TORUNIU

O pewnej dziwnej pomyłce

Nawet Redaktorowi Naczelnemu zdarzyło się popełnić *faux pas*: we wstępniaku, w „Uranii–PA" nr 6/2008 napisał o Krzysztofie Włodarczyku jako o autorze artykułu o *De Revolutionibus*, podczas gdy artykuł ten napisał Jarosław Włodarczyk. No cóż, znamy aż czterech Włodarczyków — astronomów...

Natomiast w numerze 1/2009 „Uranii–Postępów Astronomii", w *kalendarzu astronomicznym* na marzec i kwiecień, znalazła się zadziwiająca pomyłka.

Otóż pod datą 31 marca czytamy: „księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej", natomiast pod datą 1 kwietnia mamy: „księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej". Taka konfiguracja jest jednak absolutnie niemożliwa: Tytan obiega Saturna w ciągu prawie szesnastu dób ziemskich, zatem przejście od elongacji zachodniej do wschodniej trwa niemal 8 dób. Bardziej poprawny jest więc kolejny zapis pod datą 9 kwietnia: „księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej". Rzeczywiście — od 1 do 9 kwietnia upływa 8 dni. Ale dlaczego tylko „bardziej poprawny"? Wydaje się, iż została także pomylona kolejność elongacji, co można prześledzić od daty 23 marca. Co się stało? Chochlik drukarski? *Fatal error*? *Prima aprilis*? Nie wiem ani ja, ani kol. Tomasz Ściężor, który jednak będzie to musiał zdecydowanie wyjaśnić oraz sprostować wszelkie pomyłki.

Z poważaniem

T. Z. Dworak

Odp.: *Dziękujemy kol. Dworakowi za wnikliwą lekturę. Przy opracowywaniu kalendarza Autor korzystał z wykresów tzw. teleskopowych, czyli z odwróconymi stronami świata. Dla marca poprawił, dla kwietnia o tym zapomniał. Przepraszamy*

Autor i Redakcja

* * *

Dziękuję bardzo za wspaniały prezent w postaci wielkoformatowego kalendarza!!! Naprawdę wyśmienity upominek na ten wyjątkowy dla nas rok. Już wcześniej chciałem się na taki «załapać», lecz dystrybucja tego typu wydawnictw odbywała się w sposób niedogodny dla mieszkańców mniejszych miejscowości (centra dystrybucyjne).

Pozdrawiam serdecznie całą Redakcję!!!

Grzegorz Kubicki

Ostrowiec Świętokrzyski

* * *

„Chciałbym dodać, że ostatnie hasło (nr 16) z tej krzyżówki, czyli „Rój związany z kometą Halleya" to na pewno nie Kwadrantydy, jak sugeruje pan Adam Michalec w swoim artykule „Spojrzenie w niebo A.D. 2009".

Jako długoletni członek Pracowni Komet i Meteorów, która zajmuje się zjawiskami meteorów, chciałbym sprostować informację zawartą w owym artykule. Dla Kwadrantydów ciałem macierzystym jest planetoida 2003 EH_1, pozostałość kosmicznej katastrofy w 1490 r.

Natomiast wspomniana w krzyżówce kometa Halleya jest ciałem macierzystym dla 2 rojów — Orionidów i Eta Akwarydów.

Serdecznie pozdrawiam

Andrzej Skoczewki

Tarnów

* * *

Udało mi się niedawno „złowić" prawdziwego „astrozajączka". W dziecinnych durnych zabawach „zajączkami" nazywano oślepianie kogoś za pomocą lusterka. Obecnie coś w tym stylu robią satelity serii Iridium swymi panelami słonecznymi,

gdyż puszczają z Kosmosu słonecznego „zajączka".

Efemerydy tych zjawisk są dostępne na stronie http://heavens-above.com/selecttown.asp?CountryID=PL

Czasem ich jasność może nad danym miejscem wzrosnąć aż do –8 mag. Czas trwania zjawiska zaledwie kilka sekund, więc bez powyższych efemeryd jest raczej trudno coś takiego zaobserwować. Choć błyski Iridium są dla ludzi niegroźne, to istnieje pewne ryzyko, że mogą uszkodzić delikatną i niezwykle czułą aparaturę optyczną w astronomicznych obserwatoriach (jeśli w nią trafią).

Na zdjęciu jest flara Iridium –6 mag. na tle gwiazd. Aparat Sony Alpha 700 + PANCOLAR 1.8/50.

Pozdrawiam bardzo serdecznie

Andrzej Karoń

Andrzej Nekanda-Trepka (1923—2009)

Z głębokim żalem informujemy, że w dniu 25 marca br. zmarł znany popularyzator nauki, członek PTMA, współzałożyciel Polskiego Towarzystwa Astronautyki; autor m.in. biografii K. E. Ciołkowskiego, książek: *Życie we Wszechświecie*, *Biokosmos*; pisarz science fiction, głównie w wydaniu kosmicznym, np. *Kosmiczni bracia* (współautor K. Boruń, 1923—2000), *Kosmiczny meldunek* — podpisujący swe utwory Andrzej T r e p k a . Był On również autorem recenzji oraz artykułów publikowanych w „Uranii", ostatnio w nr. 4/2006.

W czasie II wojny światowej był On ppor. AK, służąc po rozkazami gen. Nieczui-Ostrowskiego na Ziemi Proszowickiej.

Andrzej Nekanda-Trepka został pochowany 28 marca br. w Rychłocicach, w grobowcu w rodzinnej kaplicy.

Cześć Jego pamięci!

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł
cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł
1/4 s.: 200,00 zł
1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł".

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączenia się **„Uranii"** (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 611 30 08

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl
urania@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.pta.edu.pl
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2009 kosztuje 54 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10,90 zł.

Wydawca:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: pta@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: ptma.astronomia.pl

Numer zamknięto w kwietniu roku 2009

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009:

100 *List Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego*

101 *Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce*

106 *Inauguracja obchodów MRA2009 w województwie dolnośląskim*

107 *Konkursy astronomiczne*

108 *Droga Mleczna — nasz kosmiczny dom*
Andrzej Strobel

Droga Mleczna, czyli nasza Galaktyka, to miejsce w Kosmosie, gdzie znajduje się nasza dzienna gwiazda — Słońce, a wraz z nim Układ Planetarny, w skład którego wchodzi Ziemia i my, jej mieszkańcy. Jakie było rozumienie natury słabej poświaty na nocnym niebie, jaka była historia poznawania jej istoty i naszego miejsca w niej? Jak dzisiaj rozumiemy Drogę Mleczną, czym ona naprawdę jest? To pytania, na które daje odpowiedź niniejszy artykuł

116 *Ziemia jako radioźródło*
Jan Hanasz

Powszechnie znana definicja planety to twierdzenie, że jest ciałem niebieskim, które samo nie świeci, a widzimy je na niebie jako jasny obiekt, dlatego, że odbija promieniowanie słoneczne. Czy tak jest naprawdę? Nie! Są dziedziny długości fal, w których Ziemia i inne planety (te, które posiadają pole magnetyczne) świecą. Są nawet silnymi źródłami promieniowania radiowego. O naturze świecenia Ziemi traktuje ten ciekawy artykuł. Polecam Państwu jego lekturę

122 *Podbój polskich planetariów*
Radosław Pior

Grupa przyjaciół z wielokrotnych Wakacji w Planetarium we Fromborku, po latach, wybrała się na zwiedzanie polskich planetariów. Autor sprawozdania dzieli się z naszymi Czytelnikami swoimi spostrzeżeniami i zachęca do odwiedzania tych interesujących placówek

w kolorze: Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Toruniu (o.II); Ziemia jako radioźródło (w.I); Serce Tarantuli (w.II–III); XXV OMSA w Grudziądzu (w.IV); Galeria Uranii (o.III); Niezwykła galaktyka pyłowa NGC 7049 (o.IV)

rozmaitości: *PIAST — polska sieć radioteleskopów (130); Dlaczego pewien mikrokwazar zaprzestaje produkcji? (133); Osobliwe kratery meteorytowe na Marsie (134)*

126 ***w kraju:*** *XXV Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium astronomiczne w Grudziądzu*

128 ***astronomia w szkole:*** *Śladami Galileusza — mikroobserwatorium dla każdego*

132 ***in memoriam:*** *Józef Juchniewicz (1944—2008)*

136 ***kalendarz astronomiczny 2009:*** *Lipiec — sierpień*

142 ***recenzje:*** *Michał Heller: Filozofia i Wszechświat. wybór pism*

143 ***astronomia i muzyka:*** *Ojciec Niebo, matka Ziemia*

144 ***relaks z Uranią:*** *Krzyżówka*

144 ***ciekawe strony internetowe***

Errata: *w poprzednim zeszycie w spisie zawartości stron kolorowych winno być:*
w kolorze: Obserwacje radiowe galaktyk spiralnych gromady Virgo (o.II); Fomalhaut b (w.II–III); Międzynarodowa Olimpiada Astronomiczna, Konferencja w Toruniu (w.IV); Galeria Uranii (w.I, o.III); Enceladus (o.IV)

NA OKŁADCE

Pomnik planetoidy „12999 Toruń" odsłonięty w dniu inauguracji Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 przy akompaniamencie pompatycznej muzyki Vangelisa i na tle girland sztucznych ogni obrazujących m.in. ciała Systemu Kopernikowskiego.

Fot. Magda Kujawa

Prezydent
Rzeczypospolitej Polskiej

Warszawa, 19 lutego 2009 roku

Uczestnicy
uroczystości inauguracji
Międzynarodowego Roku Astronomii 2009
w Toruniu

Szanowni Państwo!

Pozdrawiam wszystkich zgromadzonych w Toruniu uczestników uroczystej inauguracji Międzynarodowego Roku Astronomii. Trudno wyobrazić sobie lepsze miejsce w Polsce na zorganizowanie tego spotkania, niż Toruń — miasto najwybitniejszego polskiego astronoma, Mikołaja Kopernika. Należy podkreślić, że współcześni polscy astronomowie niejednokrotnie udowodnili, że są godnymi dziedzicami wielkiego torunianina. Nasza astronomia od lat utrzymuje się niezmiennie w światowej czołówce. Wyrazem tego jest także wysoki poziom badań prowadzonych w Uniwersytecie Mikołaja Kopernika oraz Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika Polskiej Akademii Nauk w Warszawie i Toruniu. W uznaniu osiągnięć rodzimej astronomii, a także znaczenia badań astronomicznych dla rozwoju polskiej nauki przyjąłem zaszczytną propozycję objęcia przewodnictwa w Komitecie Honorowym obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii.

Dociekania astronomiczne towarzyszą ludzkości od samych jej początków. W starożytności astronomia uchodziła za dziedzinę godną mędrców, zaś od czasów średniowiecza przez wiele wieków stanowiła jedną z siedmiu sztuk wyzwolonych, czyli nauk niezbędnych dla ogólnego wykształcenia i uzyskania umysłowej ogłady. Ogłoszony dwa lata temu Międzynarodowy Rok Astronomii 2009 upamiętnia czterechsetną rocznicę zastosowania przez Galileusza lunety do obserwacji nieboskłonu. Od czasów nowożytnych, od przełomu, jakim było przyjęcie systemu heliocentrycznego, rośnie znaczenie astronomii jako dyscypliny pozwalającej zrozumieć dzieje wszechświata, a tym samym nasze w nim miejsce. Dziś astronomia związana jest ściśle z astrofizyką, a najwybitniejsi fizycy często są właśnie astrofizykami. Wyniki tych badań ważne są nie tylko dla wąskiego grona specjalistów, ale pobudzają wyobraźnię całej ludzkości, nawet jeśli jest to wiedza coraz bardziej techniczna, skomplikowana i posługująca się mało intuicyjnym językiem opisu.

Fascynacja astronomią towarzyszyła człowiekowi od dawna. Jej rozwój stanowił jedną z sił napędowych nauki. Intrygowała też od zawsze filozofów, którzy widzieli w niej szansę na uzyskanie odpowiedzi na pytania ostateczne. Filozof Immanuel Kant mówił o niebie gwiaździstym i o prawie moralnym jako o tym, co najlepiej określa naturę ludzką — świadomość istnienia w nieskończonym świecie oraz rygoryzm porządku moralnego. Niebem gwiaździstym fascynowali się poeci, tworząc — jak Dante — urzekające pięknem wizje. Fascynowali się prorocy, przepowiadacze przyszłości, astrologowie, a także nieodmiennie upajają się nim zakochani. Fascynuje się nią dzisiaj również liczna rzesza astronomów amatorów, którzy uważnie śledzą wyniki badań kosmosu, z zapartym tchem czekają na wieści z powierzchni Marsa i rozprawiają o czarnych dziurach. Ta szlachetna pasja przyczynia się do popularyzacji astronomii, utrzymuje wokół niej aktywne zainteresowanie oraz, jak przed wiekami, czyni i dzisiaj astronomów profesjonalistów przedmiotem niekłamanego podziwu.

Rok 2009 będzie dla środowiska polskich astronomów i astrofizyków wyjątkowy. Stwarza on szansę na wymianę poglądów między naukowcami, a także na zainteresowanie astronomią szerszych kręgów naszego społeczeństwa, w tym zwłaszcza młodzieży. Życzę Państwu, a za Państwa pośrednictwem wszystkim polskim astronomom i astrofizykom, by uczestnictwo w inicjatywach Międzynarodowego Roku Astronomii przyniosło Państwu wiele zawodowej satysfakcji, przyczyniając się zarazem do dalszego umocnienia silnej pozycji polskiej astronomii w świecie.

Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce

W dniach 18–26 lutego 2009 r. w Toruniu trwały wydarzenia otwierające Międzynarodowy Rok Astronomii w Polsce. Tydzień pełen wrażeń rozpoczęło 18 lutego otwarcie w Dworze Artusa wystawy prac Jacka Drążkowskiego „Astrożarty, czyli z czego śmieją się astronomowie". Wystawa była owocem wieloletniej współpracy Jacka Drążkowskiego z naszym czasopismem, które wzbogacał swoimi rysunkami. Autor jest członkiem-założycielem Polskiego Towarzystwo Meteorytowego i współredaktorem kwartalnika „Meteoryt". Od lat opracowuje graficzny wygląd „Uranii–PA" i tworzy jej skład komputerowy. Wystawę otworzył dyrektor Dworu Artusa Marek Pijanowski, a głos zabrali dr Maciej Mikołajewski — spiritus movens całego wydarzenia oraz prof. Edwin Wnuk — prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Jacek Drążkowski przedstawił historię powstawania swoich rysunków i oprowadził gości po wystawie.

Z inicjatywy prezesa Towarzystwa Przyjaciół Ziemi Świeckiej „Astrożarty" goszczą obecnie w Świeciu nad Wisłą w Izbie Regionalnej Ziemi Świeckiej. Wystawa rysunków połączona jest z ekspozycją minerałów i meteorytów, wśród których największe zainteresowanie wzbudził meteoryt „Świecie". Prace J. Drążkowskiego oglądać będzie można również w Grudziądzu i Olsztynie. Zainteresowanych sprowadzeniem „Astrożartów" do innych miejscowości prosimy o kontakt z redakcją.

Na zakończenie wieczoru w kawiarni „Struna Światła" w Domu Artusa uczniowie z III Liceum Ogólnokształcące im. Unii Lubelskiej z Lublina przedstawili happening „Po prostu błyszcz". Pomysłowo i dowcipnie zrealizowane przedstawienie wyszło spod pióra Macieja Siedleckiego z klasy III d. Rolę jurorów zagrali Mateusz Wróblewski, Maciej Mazur i Karol Iwaniak, Gwiazdę — Katarzyna Lisek, Galaktykę — Anna Wójcik, a w rolę skrzywdzonego Plutona wcieliła się Małgorzata Patryn. Do tej trupy aktorskiej z klasy III d dołączyła pierwszoklasistka Monika Szymczyk grająca Supernową. Światła zgasły, a na scenę wkroczyli młodzi aktorzy…

Jury przeprowadzało casting do wielkiego *show*.

Pierwsza kandydatka to Gwiazda: — *Jestem zbudowaną z materii międzygwiazdowej gwiazdą typu O.*

Jury: — *Gwiazdy typu O szybko się wypalają…*

Gwiazda: — *W życiu nie ma czasu na nudę! Za nic nie zamieniłabym się z tymi typu M czy K.*

Druga kandydatka to Galaktyka.

Jury: — *Galaktyka jak ta lala…*

Galaktyka: — *Jest nas wiele tysięcy!*

Jury: — *No, to ten casting trochę potrwa…*

Trzecia kandydatka to również kobieta i to bardzo atrakcyjna.

Jury: — *Trochę sfeminizowany ten casting… Jak cały Wszechświat. Pani imię?*

Kandydatka: — *Supernowa!*

Czwarty kandydat wygląda niepozornie:

Jury: — *Imię?*

Kandydat: — *Pluton… Zdegradowali mnie… Jak ja się teraz na imprezie pokażę… Tak, tak, skończyło się rumakowanie.*

To tylko migawka z przedstawienia, które wzbudziło wielki aplauz publiczności. Mamy nadzieję, że trupa młodych aktorów będzie działać nadal, bo talentu im nie brakuje. Opiekunce całego przedsięwzięcia — nauczycielce fizyki

Jacek Drążkowski opowiada historie powstawania wybranych rysunków. Fot. K. Zawada

Młodzi aktorzy z III Liceum z Lublina. Fot. K. Zawada

pani dr Reginie Zawiszy-Winiarczyk serdecznie gratulujemy i życzymy dalszych sukcesów.

19 lutego — dzień urodzin Mikołaja Kopernika — jest dla Torunia świętem miasta i świętem uniwersytetu. *Dies Natalis Copernici* rozpoczęło tradycyjne złożenie kwiatów na Rynku Staromiejskim pod pomnikiem Astronoma. Pochód władz uczelni, senatorów i świeżo upieczonych doktorów do pomnika Kopernika w tradycyjnych strojach akademickich, przy dźwiękach muzyki wojskowej, był imponujący. W tym pochodzie nie zabrakło też władz Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. W imieniu astronomów wieniec złożyli Przewodniczący Rady Nauki MNiSzW i Komitetu Astronomii PAN prof. Kazimierz Stępień, Prezes PTA prof. Edwin Wnuk i redaktor „Uranii–Postępów Astronomii" prof. Andrzej Woszczyk. Następnie senat i władze UMK udali się do auli uniwersyteckiej na obchody Święta Uczelni. Uroczystą akademię otworzył JM Rektor UMK prof. Andrzej Radzimiński, który w przemówieniu powitalnym mówił o Międzynarodowym Roku Astronomii. Towarzyszył mu prof. Ryszard Legutko, sekretarz stanu w Kancelarii Prezydenta RP. Prezydent Lech Kaczyński objął Przewodnictwo Komitetu Honorowego polskich obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii i skierował do uczestników otwarcia polskich obchodów MRA2009 specjalne posłanie, które w auli UMK odczytał jego wysłannik prof. Ryszard Legutko (patrz s. 100). Na ten dzień Planetarium im. Władysława Dziewulskiego w Toruniu przygotowało specjalne pokazy pt. „Toruń miasto Kopernika". A wieczorem, przy fontannie *Cosmopolis* wyrzucającej strumienie wody w rytm kopernikowskiego obrotu planet wokół Słońca, nastąpiło odsłonięcie pomnika planetoidy 12999 Toruń i oficjalna inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce. Przy tej okazji Prezydent Torunia Michał Zaleski powiedział:

W imieniu wszystkich astronomów wieniec pod pomnikiem Kopernika złożyli (od lewej) prof. Andrzej Woszczyk — redaktor naczelny „Uranii–Postępów Astronomii", prof. Kazimierz Stępień — przewodniczący Komitetu Astronomii PAN i prof. Edwin Wnuk — prezes PTA. Napis na wstędze głosił „W Roku Astronomii 2009, dla największego z nas — Polskie Towarzystwo Astronomiczne". Fot. K. Zawada

Szanowni Państwo!

Dajemy dziś z Torunia znak całej Polsce, iż nadszedł czas na wielką przygodę z astronomią, czyli na nasz aktywny udział w Międzynarodowym Roku Astronomii. To wezwanie z kopernikańskiego Torunia do zainteresowania sprawami nieba i Kosmosu ma swoją wyjątkową siłę. Czynimy to przecież w rodzinnym mieście wielkiego astronoma dziś, czyli w dniu urodzin Mikołaja Kopernika — najsłynniejszego mieszkańca naszego miasta i uczonego wszech czasów, a także patrona Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Nigdzie w Polsce, a może nawet nigdzie w świecie myślenie o Kosmosie nie jest tak przejmujące jak w Toruniu! Tym przyciągamy, od lat pokazu-

uśmiechnij się :)

Rys. Jacek Drążkowski

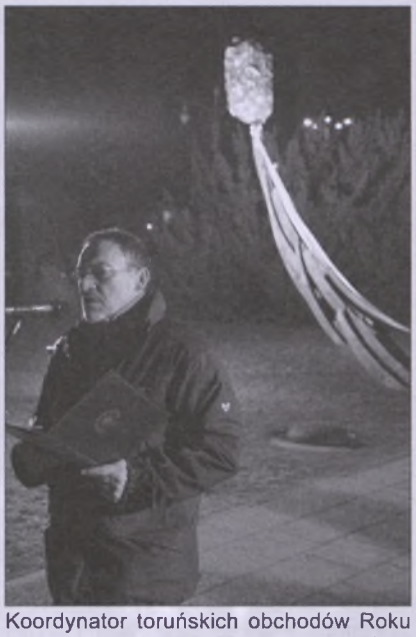
jemy gościom naszego miasta i z tego czerpiemy niesamowitą satysfakcję.

Dziś zatem, inaugurując w Toruniu polskie obchody Międzynarodowego Roku Astronomii, stajemy przed tą kosmiczną instalacją z planetoidą noszącą imię Torunia i zachęcamy siebie oraz całą Polskę do przejścia przez tę symboliczną bramę ku poznaniu tajników astronomii. Warto to uczynić, aby uznać geniusz wielkiego Kopernika w 536 rocznicę jego urodzin i równego mu Galileusza, z którym łączymy w tym roku 400 rocznicę użycia przez niego lunety do oglądania nieba.

Odsłanianą dziś artystyczną replikę planetoidy Toruń umieściliśmy w sąsiedztwie pełnej symboli fontanny „Cosmopolis", mającej kształt i zarysy karty Kopernikańskiego dzieła „O obrotach ciał niebieskich", ale także nieopodal najlepszego w Polsce, Toruńskiego Planetarium. Chcemy bowiem, by ta nowa rzeźba wraz z tą fontanną stała się polskim znakiem bliskiego spotkania ludzkiego umysłu i zjawisk kosmicznych. W Międzynarodowym Roku Astronomii zasługują na to Toruń, toruńskie i polskie naukowe środowisko astronomiczne, ale także my wszyscy i cała Polska.

Z nadzieją na dobre wykorzystanie tego czasu i pełne zachwytu spoglądanie ku gwiazdom oficjalnie uznaję Międzynarodowy Rok Astronomii w Polsce za otwarty!

Główną atrakcją wieczoru było odsłonięcie rzeźby plenerowej „Planetoida 12999 Toruń". Jest to chyba pierwszy w świecie pomnik postawiony planetoidzie, a jego autorką jest młoda rzeźbiarka, doktorantka Wydziału Sztuk Pięknych UMK, Paulina Kaczor-Paczkowska. Koordynator toruńskich obchodów Roku Astronomii dr hab. Maciej Mikołajewski z Centrum Astronomii UMK odczytał list Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego i przypomniał, że to mieszkańcy Torunia wybrali napis na tablicy przy planetoidzie: „Planetoida Toruń 12999 — krąży między orbitami Marsa i Jowisza — odkrył ją 30 sierpnia 1981 r. Edward Bowell, Lowell Observatory Arizona USA". Głos zabrał również przewodniczący Rady Nauki i Komitetu Astronomii prof. Kazimierz Stępień oraz autorka rzeźby. Na prośbę prof. Tadeusza Michałowskiego, wychowanka toruńskiej astronomii, profesor Bowell zgodził się wystąpić z wnioskiem do władz Międzynarodowej Unii Astronomicznej, aby jednej z odkrytych przez siebie planetoid — planetoidzie (12999) 1981 QJ2 — nadać imię „Toruń". Swą prośbę argumentował tym, że Toruń jest rodzinnym miastem Kopernika, siedzibą Uniwersytetu Jego imienia oraz największego polskiego obserwatorium i prężnego ośrodka badań astronomicznych, a także tym, że Toruń od kilkunastu lat jest na liście Światowego Dziedzictwa Kulturowego i Naturalnego UNESCO.



Koordynator toruńskich obchodów Roku Astronomii dr hab. Maciej Mikołajewski z Centrum Astronomii UMK odczytał list Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego.
Fot. Magda Kujawa

Profesor Bowell skierował list do torunian, którego polskie tłumaczenie odczytał prof. Michałowski (tekst obok).

Odsłonięcia rzeźby dokonali prezydent Michał Zaleski, przewodniczący rady miasta Torunia Waldemar Przybyszewski i prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego prof. Edwin Wnuk.

Ceremonii towarzyszył pokaz sztucznych ogni autorstwa Pawła Zyguły wykonany przez firmę Nakaja Art z Krakowa.

Drodzy Przyjaciele z Torunia,

Było mi niezmiernie miło, że mogłem zasugerować nazwę Toruń dla jednej z planetoid, którą odkryłem. Przesłałem tę propozycję do Komisji Nazw Międzynarodowej Unii Astronomicznej i została ona zaakceptowana w marcu ubiegłego roku. Planetoidy są jedynymi ciałami niebieskimi, które mogą być nazwane przez ich odkrywców. Prawie wszystkie gwiazdy i galaktyki mają po prostu numery katalogowe; w Układzie Słonecznym, reguły nazywania form powierzchni na planetach i satelitach są bardzo rygorystyczne i zajęłoby dużo czasu, aby np. nadać kraterowi na Marsie nazwę Waszego miasta.

Może będziecie zainteresowani tym, że planetoida 12999 Toruń ma średnicę od 5 do 10 km, więc może mieć powierzchnię około 200 km kwadratowych, co stanowi prawie dwukrotną powierzchnię Waszego miasta! Planetoida Toruń okrąża Słońce w wewnętrznej części Głównego Pasa Planetoid, pomiędzy Marsem a Jowiszem, i będzie się to, z dużym prawdopodobieństwem, działo przez miliardy lat w przyszłości.

Istnieje bardzo interesujący związek pomiędzy odkryciem planetoidy Toruń a Mikołajem Kopernikiem. To odkrycie zostało dokonane przy pomocy małego teleskopu fotograficznego, tego samego, którym odkryto Plutona w 1930 roku. W tamtym czasie Pluton był uważany za najbardziej odległą znaną planetę, która oczywiście bardzo dobrze pasowała do wizji Kopernika, że to właśnie planety krążą dokoła Słońca.

Planuję odwiedzić Toruń za dwa miesiące i będzie mi niezmiernie miło spotkać wtedy wielu z Was.

Z poważaniem,

Edward Bowell

Obserwatorium Lowella
Flagstaff, Arizona, USA

Na zakończenie wieczoru prof. Tadeusz Michałowski z Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu wygłosił w Planetarium wykład pt. „Jak może wyglądać planetoida 12999 Toruń?"

Jak wygląda planetoida 12999 Toruń? Nie wiemy. Istnieje szereg misji dedykowanych obserwacjom planetoid, ale jak dotąd nie mamy dokładnych zdjęć planetoidy Toruń.

Obiekt krąży w pasie asteroid między Marsem a Jowiszem w odległości około 2,3 razy dalszej od Słońca niż Ziemia. Jego średnica to ok. 5—10 km, a rok na Toruniu trwa 3,5 roku ziemskiego. Prawdopodobnie planetoida Toruń podobna jest do wielu innych planetoid sfotografowanych przez satelity Galileo, Hayabusa czy Rosetta, co pozwala nam przypuszczać, że artystyczna wizja przedstawiona przez Paulinę Kaczor-Paczkowską nie odbiega zbytnio od rzeczywistości.

Niedawno za pomocą naziemnych teleskopów w Południowej Afryce „12999 Toruń" obserwował toruński astronom Krzysztof Hełminiak, a uzyskane zdjęcia, ukazujące jasną plamkę poruszającą się na tle gwiazd oraz dodatkowe informacje o planetoidzie 12999 Toruń można znaleźć na stronach PTA www.pta.edu.pl/12999/index.html.

20 lutego odbył się koncert uniwersytecki, a Toruńska Orkiestra Symfoniczna pod dyrekcją Rubena Silvy wykonała Symfonię Es-dur „Mercury" Josepha Haydna, kompozycję toruńskiej artystki Magdaleny Cynk — „Planetoida 12999 Toruń" (prawykonanie) oraz „Glorię" współczesnego angielskiego kompozytora Johna Ruttera. „Glorię" pięknie wyśpiewał Chór Akademicki, który w tym roku obchodzi 30-lecie swego istnienia.

Kadr z filmu „Tajemnica kodu Kopernika" w reżyserii Michała Juszczakiewicza

21 lutego w Ratuszu Staromiejskim odbyła się tradycyjna ogólnomiejska Wieczornica Kopernikowska, a w jej programie polska premiera filmu „Tajemnica kodu Kopernika" w reżyserii Michała Juszczakiewicza. Film dokumentalny przedstawia poszukiwanie grobu Mikołaja Kopernika w archikatedrze we Fromborku, nieudane poszukiwania grobu wuja Astronoma, Łukasza Watzenrode oraz badania materiału genetycznego prowadzone w Szwecji. Głównym narratorem filmu jest Beata Jurkiewicz, kierująca ekipą badawczą. Po filmie prof. Krzysztof Mikulski, historyk z UMK, poprowadził panel dyskusyjny, w którym udział wzięli: kierujący pracami poszukiwania grobu Kopernika prof. Jerzy Gąssowski z Akademii Humanistycznej im. Aleksandra Gieysztora w Pułtusku, inspektor Dariusz Zajdel, który zrekonstruował wygląd twarzy 70-letniego Kopernika na podstawie znalezionej czaszki, ks. biskup dr Jacek Jezierski — inicjator prowadzonych badań, prof. Wiesław Bogdanowicz, genetyk, który przeprowadzał badania DNA czaszki i skontaktował grupę badawczą z genetykami szwedzkimi, dr Jerzy Sikorski, historyk z Olsztyna, który ustalił prawdziwe miejsce spoczynku Astronoma oraz biorący udział w pracach archeolog prof. Władysław Duczko.

W Uppsali znajduje się księgozbiór Kopernika zrabowany przez Szwedów w czasie potopu szwedzkiego. Profesor astronomii Göran Henriksson zaproponował, by poszukać materiału genetycznego właśnie w tych księgach. W „Kalendarzu Rzymskim" Johhannesa Stöfflera znaleziono kilka włosów. W woluminie tym znajdują się również liczne odręczne notatki poczynione przez Kopernika. Znalezione włosy należało bardzo starannie oczyścić, ponieważ księgę tę, na przestrzeni wieków, miało zaszczyt trzymać w rękach wielu ludzi, w tym i pisząca te słowa. Porównano DNA zęba wydobytego z czaszki z DNA znalezionych włosów — na 99% należały do jednego i tego samego człowieka. Zatem wiemy, że Kopernik został pochowany przy ołtarzu św. Andrzeja, który dziś nosi nazwę ołtarza św. Krzyża.

Z zęba wydobytego z czaszki Kopernika udało się uzyskać chromosom Y, czyli informacje z linii męskiej. W czaszce brak przednich zębów — jedynek i dwójek — prawdopodobnie grabarz kopiąc grób dla następnych kanoników wybił je łopatą. Doktor Sikorski dodał, że z badaniami trzeba było poczekać, aż Jacek Jezierski — inicjator prac poszu-

Prof. Tadeusz Michałowski w toruńskim planetarium opowiadał o tym, jak może wyglądać planetoida 12999 Toruń i jaki jest obecny stan badań planetoid. Fot. K. Zawada

kiwawczych — skończy liceum w Olsztynie, wybierze stan duchowny i w końcu zostanie biskupem oraz gospodarzem katedry fromborskiej.

We Fromborku trwają pracę poszukiwawcze pavimentum, na którym Kopernik ustawiał swe instrumenty i dokonywał obserwacji. W czerwcu 2010 r. odbędzie się we Fromborku uroczysty pochówek znalezionych szczątków doczesnych Mikołaja Kopernika. Na koniec uroczystości w Ratuszu goście wysłuchali pięknego koncertu zespołu instrumentów dawnych Warszawskiego Towarzystwa Muzycznego „Ars Nova".

Do obchodów rocznicy urodzin Kopernika w Toruniu i inauguracji Roku Astronomii został też włączony coroczny wykład im. Profesora Aleksandra Jabłońskiego. 26 lutego, przy wypełnionej po brzegi 1000-osobowej widowni auli uniwersyteckiej mieliśmy przyjemność wysłuchać wykładu ks. prof. Michała Hellera pt. „Czas człowieka i czas Wszechświata". Ksiądz Heller jest profesorem Ośrodka Badań Interdyscyplinarnych Papieskiej Akademii Teologicznej w Krakowie i laureatem Nagrody Templetona za pokonywanie barier między nauka a religią („Urania–Postępy Astronomii", 3/2008). Profesor, jak zawsze, w ciekawy sposób przybliżał nam tajemnice Kosmosu. Mówił o tym, że jesteśmy zbudowani z popiołów Wszechświata, bo pierwiastki niezbędne do życia, jak węgiel czy tlen powstawały w gwiazdach, z których część, na końcu swojej ewolucji, wybuchła jako supernowa i rozproszyła się w przestrzeni. Profesor Heller opowiadał o historii Wszechświata, o zakrzywieniu czasoprzestrzeni, czarnych dziurach, splątaniu kwantowym, progu Plancka i wielu innych kosmicznych zagadkach, a słuchaczom się wydawało, że wszystko jest proste i wszystko rozumieją. Prof. Heller ma niezwykły dar mówienia i pisania o skomplikowanych problemach naukowych w prosty i przystępny sposób.

Jak zwykle na wykładach prof. Hellera sala wypełniona po brzegi. Fot. K. Zawada

Każdego dnia na uczestników imprez czekała astronomiczna atrakcja — toruńscy astronomowie i miłośnicy astronomii przygotowali wieczorne pokazy nieba. Pogoda dopisała, a 20 lutego Wenus osiągnęła tegoroczne maksimum blasku; jej sierp można było podziwiać już przez niewielkie teleskopy. Liczni zainteresowani przez chwilę mogli poczuć się jak Galileusz, który 400 lat temu jako pierwszy zaobserwował istnienie faz naszej Gwiazdy Wieczornej.

To dopiero początek obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii. Zachęcamy wszystkich do sprawozdań z wydarzeń we wszystkich miejscach w naszym kraju. Na stronie www.astronomia2009.pl można znaleźć informacje o przeszłych i przyszłych atrakcjach astronomicznych w Polsce.

Karolina Zawada

Inauguracja obchodów MRA2009 w województwie dolnośląskim

Astronomiczne instytuty naukowe i ośrodki zajmujące się astronomią na co dzień, w naturalny sposób włączają się w obchody Międzynarodowego Roku Astronomii 2009. Najcenniejsze jednak są oddolne inicjatywy placówek kierowanych przez pełnych pasji entuzjastów astronomii. By podkreślić ich ogromną rolę w organizacji obchodów Roku Astronomii, na inaugurację MRA2009 na Dolnym Śląsku wybrano bardzo aktywną na polu edukacji astronomicznej i popularyzacji astronomii dolnośląską placówkę — II Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Głogowie. Dodatkową okazją do świętowania był jubileusz istnienia w II LO szkolnego obserwatorium astronomicznego. Od 10 lat liceum udostępnia tę nowoczesną placówkę astronomiczną nie tylko swoim uczniom, ale wszystkim szkołom Głogowa, powiatu głogowskiego i powiatów ościennych. Rozsuwany dach na płaskim dachu szkoły mieści wyposażony w napęd elektryczny teleskop o średnicy zwierciadła 25 cm, a także dwa mniejsze teleskopy oraz komputer z dostępem do Internetu i kamerą internetową Philips Westa. Kamerkę ufundował prof. Bohdan Paczyński, licząc na rozwój *web-cam astronomy* w głogowskim liceum. Profesor nie przeliczył się, a obrazy uzyskane z wykorzystaniem kamerki można oglądać na stronie obserwatorium www.obserwatorium.lo2.pl.

Grono pedagogiczne i młodzież głogowskiego II LO 18 lutego br. zorganizowali uroczystość godną inauguracji Roku Astronomii. Dyrektor II LO w Głogowie, Tomasz Kuziak, powitał przybyłych na uroczystość gości z Wrocławia — prof. prof. Ryszarda Cacha, Michała Tomczaka i Pawła Rudawego; starostę i wicestarostę powiatu głogowskiego — Annę Brok i Rafaela Rokaszewicza; radnych z Rady Powiatu, dyrektorów głogowskich szkół i młodzież szkolną. Obecna była również mgr Barbara Cader-Sroka z IA UWr, reprezentująca Komitet ds. obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 w Polsce.

Prorektor Uniwersytetu Wrocławskiego, prof. dr hab. Ryszard Cach, wyraził radość z powodu możliwości uczestniczenia w tak doniosłej uroczystości. Podkreślił rolę popularyzacji nauki, a w szczególności nauk ścisłych. Na koniec wystąpienia oznajmił, iż obchody Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 na Dolnym Śląsku uważa za rozpoczęte.

Fot. 1. Obserwatorium astronomiczne w II LO w Głogowie

Prof. Michał Tomczak, dyrektor Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego wygłosił wykład zatytułowany „Astronomia na co dzień i od święta". Mówił między innymi o pewnej nieuniknionej przepaści pomiędzy wiedzą o osiągnięciach naukowych astronomów pracujących w bardzo wąskich, specjalistycznych dziedzinach astronomii, a powszechną społeczną wiedzą na tematy astronomiczne. Tę przepaść należy i można niwelować, pogłębiając edukację astronomiczną społeczeństwa poprzez zaawansowaną popularyzację.

O projekcie zbudowania planetarium w każdym dolnośląskim powiecie mówił w wykładzie „Cyfrowe planetaria dla dolnośląskich szkół" prof. Paweł Rudawy, z-ca dyr. Instytutu Astronomicznego UWr. Planetariami, które byłyby znakomitym narzędziem dydaktycznym w dziedzinie nauk ścisłych, przyrodniczych i nie tylko, żywo zainteresowali się starostowie i nauczyciele większości dolnośląskich powiatów.

Prof. Lech Mankiewicz, dyrektor Centrum Fizyki Teoretycznej PAN w Warszawie, wygłosił wykład zatytułowany „Astronomia edukacyjna". Zachęcał do zainteresowania się takimi międzynarodowymi programami edukacyjnymi, jak: Wszechświat własnymi rękami, Galaktyczne zoo i Galaktyczne zoo 2, dostępnymi dla każdego chętnego ucznia.

Obserwatorium astronomiczne w II LO w Głogowie powstało w 1998 r. z inicjatywy ówczesnego dyrektora szkoły Romana Bochanysza oraz pracującego tam do dziś nauczyciela fizyki Ludwika Lehmana. Roman Bochanysz wspominał w swoim wystąpieniu trudne początki obserwatorium, trudy budowy, zdobywania środków na zakup sprzętu, na wyposażenie. Dzięki temu wysiłkowi powstała cenna placówka. Obserwatorium stanowi doskonałe narzędzie edukacyjne uzupełniające program szkolny, pozwala rozbudzać indywidualne zainteresowania, rozwijać talenty. Daje szansę wszystkim zainteresowanym spojrzeć w niebo przez teleskop, wysłuchać wykładu. Mówił o tym także Ludwik Lehman, ilustrując swoje wystąpienie zdjęciami dokumentującymi historię obserwatorium. Placówka prowadzi Klub Astronomiczny, organizuje Nocne Warsztaty Astronomiczne, otwarte obserwacje dla wszystkich, a także

zajęcia dla grup zorganizowanych. Pani starosta, Anna Brok, pogratulowała szkole znakomicie działającego obserwatorium, a Romanowi Bochanyszowi i Ludwikowi Lehmanowi podziękowała za ich trud i zaangażowanie, wręczając im okolicznościowe dyplomy.

Gdy wydawało się, że to już koniec oficjalnych wystąpień i mniej oficjalnych wspomnień, do sali wtargnął młody osobnik w garniturze i ciemnych okularach. Oświadczył, że nazywa się Ijon Tichy i zamierza wygłosić wykład. Nie zdążył rozpocząć, gdy w drzwiach pojawił się drugi Ijon Tichy z tym samym zamiarem. Po pojawieniu się trzeciego Ijona Tichego wiszącą w powietrzu awanturę powstrzymała grupa interwencyjna, ogłaszając ewakuację! Uczestników uroczystości, wśród głosów syren i błysków świateł, poprowadzono ciemnym korytarzem do wspaniale udekorowanych sal lekcyjnych, gdzie młodzi aktorzy w „kosmicznie" wyglądających, pełnych fantazji kostiumach, wspaniale odegrali humorystyczne scenki teatralne inspirowane twórczością Stanisława Lema oraz filmami z cyklu „Gwiezdne wojny". Wszyscy goście byli pod ogromnym wrażeniem znakomicie przygotowanego, pełnego humoru przedstawienia. To zasługa przede wszystkim nauczycielki z II LO w Głogowie, Pani Joanny Lehman, która była pomysłodawczynią i organizatorką tej artystycznej instalacji zatytułowanej „W PĘTLI CZASU, czyli dzienniki gwiezdnych wojen". To także zasługa 30 młodych aktorów, 20 uczniów tworzących scenografię (przez wiele dni, a nawet w nocy dekorowano 4 sale lekcyjne i cały szkolny korytarz) oraz wszystkich pomagających osób. Po uroczystości można było zwiedzić szkolne obserwatorium i obejrzeć nowo otwartą wystawę meteorytów.

Fot. 2. Fotografia pamiątkowa — od lewej: prof. Paweł Rudawy, mgr Barbara Cader-Sroka, prof. Michał Tomczak, mgr Ludwik Lehman, prof. Ryszard Cach, mgr Roman Bochanysz

Fot. 3. Joanna Lehman w otoczeniu młodych aktorów

Pełni wrażeń goście, życząc szkolnemu obserwatorium kolejnych dziesięcioleci działalności, opuszczali II LO w Głogowie z pełną świadomością potrzeby uczczenia właśnie zainaugurowanego na Dolnym Śląsku Międzynarodowego Roku Astronomii.

Barbara Cader-Sroka

Konkursy astronomiczne

Z okazji obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii 2009, Instytut Fizyki Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie wraz z innymi instytucjami otworzył kilka ciekawych konkursów o tematyce astronomicznej. Każdy może znaleźć ciekawe zagadnienie i sprawdzić swe siły w szrankach konkursowych. Do wygrania jest wiele nagród: teleskopy, lornetki, książki, mapy nieba itp.

Konkurs pod tytułem „Ciemne niebo nad Polską"

Konkurs jest adresowany do uczniów szkół ponadpodstawowych. Przedmiotem konkursu jest wyszukanie i udokumentowanie przykładów ilustrujących zjawisko zanieczyszczenia nocnego nieba niepożądanym światłem. Intensywnie oświetlone puste billboardy, lampy oślepiające, lecz nieoświetlające, lampy świecące na pobocze zamiast na drogę, to wszystko przykłady wytwarzania zbędnego zanieczyszczenia światłem, o jakie chodzi w tym konkursie! Można również zgłaszać przykłady pozytywnych rozwiązań problemu.

Więcej informacji: *http://www.as.up.krakow.pl/2009/ciemneniebo.pdf*

Konkurs „Wszechświat piękny jak malowanie"

Zapraszamy wszystkich uczniów szkół podstawowych do wzięcia udziału w konkursie plastycznym. Tematem konkursu jest piękno otaczającego nas Wszechświata. Aby wziąć udział w konkursie, wystarczy wysłać swój rysunek, ilustrujący piękno Wszechświata i obiektów, jakie w nim się znajdują, a także tematykę lotów kosmicznych, teleskopów, obserwatoriów itp.

W konkursie premiowany będzie nie tylko poziom artystyczny czy wyobraźnia twórcy, ale również nawiązanie do realnych obiektów oraz zgodność pracy z naszą wiedzą astro-

Dokończenie na s. 129

Andrzej Strobel

Droga Mleczna — nasz kosmiczny dom

W pogodną, bezksiężycową noc można dostrzec na niebie nieregularny, mglisty pas jasnej poświaty przetkany ciemnymi plamami i smugami, ciągnący się przez cały nieboskłon — zachowujący stałe położenie wśród gwiazd i razem z całą sferą biorący udział w jej majestatycznym dobowym obrocie.
Obserwacje z różnych miejsc Ziemi pokazują, że pas ten przecina całą sferę nieba, ma jednak względnie niską jasność i dlatego jej dostrzeżenie wymaga dobrych warunków pogodowych, najlepiej z dala od miejsc zurbanizowanych z rozproszonym światłem.
W większości krajów półkuli północnej najlepiej pas ten widoczny jest późnym latem i jesienią (od czerwca do grudnia), godzinę–dwie po zachodzie Słońca. Wtedy bowiem przechodzi on blisko zenitu i prawie prostopadle do horyzontu.
Jasna poświata ciągnie się przez szereg gwiazdozbiorów — od Kasjopei poprzez Cefeusza do Łabędzia, a następnie Strzały, Orła, Tarczy, Strzelca, Skorpiona a w drugą stronę od Kasjopei do Perseusza, Woźnicy, Byka, Bliźniąt, Oriona, Jednorożca, Wielkiego Psa. Od Kasjopei do Łabędzia ma postać pojedynczego, srebrnego pasa o zmiennej szerokości, pomiędzy Łabędziem i Strzelcem daje się w nim wyróżnić dwa oddzielne pasma rozdzielone ciemną przestrzenią, zwaną Wielką Szczeliną (Great Rift).
Cały pas tworzy okrąg na sferze nieba, dzieląc ją na dwie prawie równe półsfery, przy czym szerokość i jasność pasa różni się wyraźnie od jednej części do drugiej. Pas osiąga największą szerokość i maksymalną jasność w Strzelcu. Połowa pasa od Łabędzia poprzez Strzelca do Kila jest ogólnie dużo jaśniejsza, aniżeli jej druga połowa, od Oriona do Kila

Historia poznania

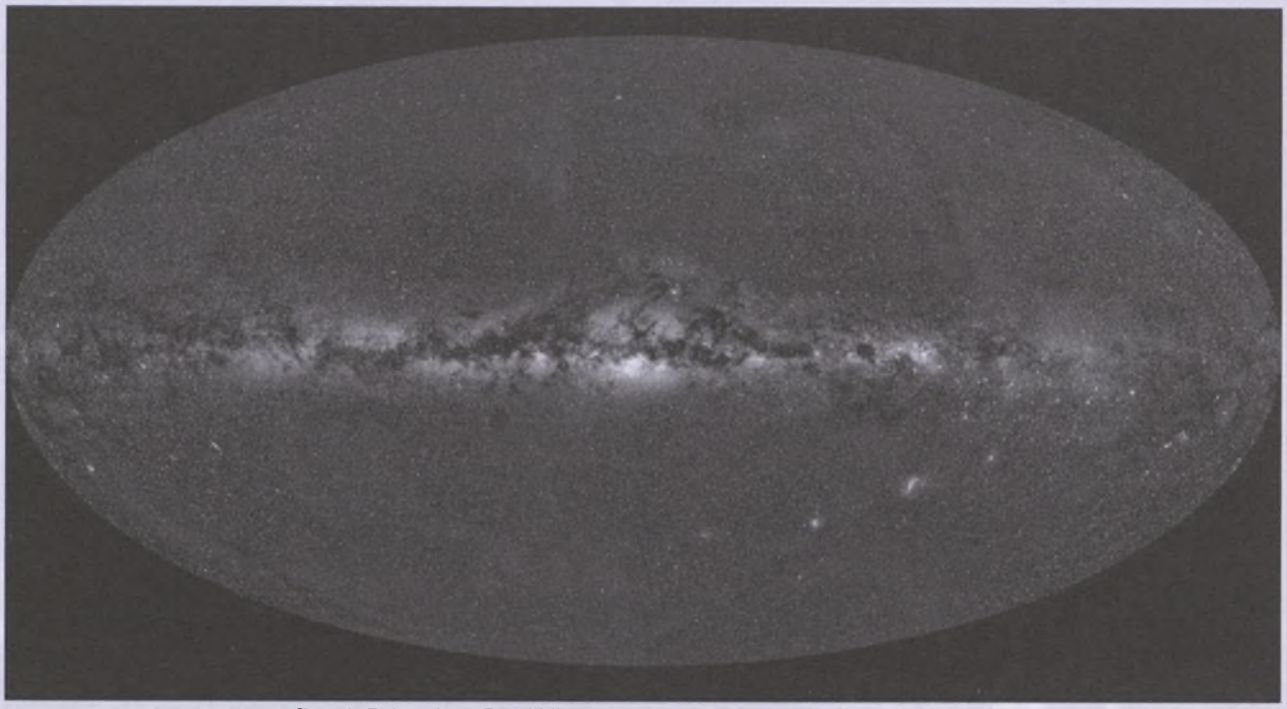
Dla starożytnych omawiana poświata stanowiła nieodłączny fragment sfery nieba.

Niektórzy widzieli w nim szczelinę w rozerwanej sferze z prześwitującym spoza sfery niebem, ale w większości kultur stanowił on fragment nieba — sceny, na której rozgrywały się mitologiczne zdarzenia. Najczęściej kojarzono ją z rzeką lub drogą.

Tak było szczególnie w obszarze kultury śródziemnomorskiej.

Droga Mleczna jest prostym tłumaczeniem greckiego Γαλαξιαζ (*galaksias*), które pochodzi od wyrazu γαλα, (*gala)* oznaczającego mleko i wiązana była z mitem o narodzonym Herkulesie — synu Zeusa, który podał dziecko śpiącej i nieświadomej tego bogini Herze do karmienia. Kropla jej mleka rozlana na niebie utworzyła to zjawisko. Indianie amerykańscy nazywali Drogę Mleczną Świętą Rzeką. Na dużym obszarze od centralnej Azji do Afryki Drogę Mleczną nazywano Słomą (snopem słomy?). Podejrzewa się, że Arabowie, którzy rozpowszechnili taką nazwę, zapożyczyli ją od Ormian. W kilkunastu językach na Uralu, w Turcji, a również w ugrofińskich i u Bałtów Droga Mleczna była nazywana Ptasią Ścieżką. Chińska nazwa, Srebrna Rzeka, jest używana we wschodniej Azji, włącznie z Koreą i Japonią. Pierwotnie w Chinach używano też nazwy Niebiańska Rzeka. W Szwecji nazywano ją Zimową Drogą, gdyż gwiazdy w pasie Drogi Mlecznej używano do przewidywania nadchodzącej zimy.

Mimo że głównie traktowano Drogę Mleczną jako fragment sfery nieba, to niekiedy podejmowano również próby astronomicznej interpretacji tej struktury.



Rys. 1. Pełny obraz Drogi Mlecznej — naszej Galaktyki. Fot. Axel Mellinger

Według Arystotelesa greccy filozofowie Anaksagoras i Demokryt sądzili, że Droga Mleczna może składać się z odległych gwiazd, w atmosferze Ziemi. Sam Arystoteles wierzył, że Droga Mleczna jest wywołana przez ogniste wyziewy dużych, licznych i wzajemnie bliskich gwiazd i że dzieje się to w górnych warstwach atmosfery — w obszarze uczestniczącym w obrotowym ruchu nieba.

Astronom arabski Alhazen (ok. 100 r. n.e.) odrzucał taką interpretację. Próbował on zmierzyć paralaksę Drogi Mlecznej, a brak rezultatu potraktował jako dowód jej wielkiego oddalenia od Ziemi, daleko poza jej atmosferą.

Perski astronom Abu Ravhan al.-Biruni (ok. 1000 r. n.e.) sugerował, że Droga Mleczna jest zbiorem niezliczonych mgławicowych gwiazd, a Avempace (ok. 1100 r. n.e.) uważał, że Droga Mleczna składa się z wielu gwiazd, lecz przedstawia obraz ciągły na skutek efektu refrakcji — rozmycia światła w atmosferze Ziemi.

Ibn Oavvim al.-Jawzivva (ok. 1300 r. n.e.) uważał, że Droga Mleczna jest utworzona z miliardów drobnych gwiazd, upakowanych razem w sferze gwiazd stałych, ale przyjmował przy tym, że te gwiazdy są obiektami rzeczywistymi, większymi od planet.

Sytuacja zmieniła się radykalnie z chwilą wprowadzenia do obserwacji astronomicznych lunety i skierowania jej na Drogę Mleczną przez Galileusza w 1610 r. Galileusz odkrył, że Droga Mleczna jest złożona z ogromnej liczby słabych — prawdopodobnie dalekich — gwiazd. To odkrycie nadało Drodze Mlecznej charakter struktury przestrzennej złożonej z gwiazd i to otaczającej nas ze wszystkich stron — mającej najprawdopodobniej kształt płaskiego dysku — struktury, w której znajdowało się również Słońce. Co więcej, fakt, że Droga Mleczna dzieli sferę nieba na dwie prawie równe półsfery, wskazuje, że nasz System Słoneczny leży blisko płaszczyzny środkowej — symetrii tej struktury — Galaktyki

Rys. 2. Przekrój Drogi Mlecznej według Herschela

W swoim traktacie w 1755 r. Immanuel Kant, opierając się na wcześniejszej pracy Thomasa Wrighta, spekulował, że Droga Mleczna może być rotującym ciałem ogromnej liczby gwiazd utrzymywanych razem siłami grawitacji, podobnie do Systemu Słonecznego, ale na dużo większa skalę. W takim ujęciu logiczne było, że Droga Mleczna oglądana z Ziemi — samej usytuowanej wewnątrz systemu — widoczna jest na nocnym niebie jako mglisty pas białego światła utworzony przez ogromna liczbę dalekich, słabych gwiazd. Kant podejrzewał również, że znajdowane w coraz większej liczbie na niebie małe, rozmyte obiekty, zwane mgławicami, mogą w rzeczywistości być oddzielnymi, dalekimi galaktykami podobnymi do naszej — wyspami we Wszechświecie. Sugerowało to sensowność dodatkowego podejścia do badania i zrozumienia naszej Galaktyki — przez porównawcze badanie naszej Drogi Mlecznej do tych mgławic. Idea ta znalazła praktyczną realizację w latach 20. poprzedniego wieku. Wychodząc z przeświadczenia, że Droga Mleczna jest strukturą przestrzenną, złożoną z ogromnej liczby gwiazd, William Herschel podjął w 1785 r. pierwszą próbę opisu kształtu Drogi Mlecznej i pozycji w niej Słońca. Zakładając prostą zależność obserwowanej jasności gwiazd od odległości — poprzez zliczenia gwiazd w różnych obszarach nieba, zbudował diagram przekroju kształtu Galaktyki

wzdłuż linii od Słońca do centrum Drogi Mlecznej. Otrzymał w wyniku obraz przedstawiony na rys. 2 pokazujący, że system ma w przekroju kształt eliptyczny, z dłuższym wymiarem wzdłuż płaszczyzny pięciokrotnie większym od jej krótszego wymiaru, z Systemem Słonecznym położonym blisko jej... środka!

Herschel nie wiedział, że taki efekt wywołany jest przesłaniającym wpływem obecnej w systemie rozproszonej materii w postaci pyłu i gazu, którego silna koncentracja w kierunku centrum skutecznie ogranicza zasięg obserwacji w tym kierunku, powodując, że jesteśmy w stanie obserwować jedynie prawie kolisty obszar wokół nas.

W 1848 r. William Parsons (lord Rosse) skonstruował nowy teleskop i stwierdził, że kilkanaście mgławic odkrytych przez Herschela ma kształt spiral. Zdołał również wyodrębnić punktowe źródła (przypuszczał, że gwiazdy) w niektórych z tych mgławic, nadając wiarygodność przypuszczeniom Kanta. Ten fakt utwierdzał badaczy o możliwym podobieństwie Drogi Mleczne do innych mgławic. Wśród tych ostatnich szczególną uwagę przykuwała mgławica obserwowana w gwiazdozbiorze Andromedy, której, w swoim katalogu mgławic, przygotowanym jeszcze w roku 1781, Messier nadał numer 31 — stąd znanej często jako M31.

Kolejne badanie struktury Drogi Mlecznej, tym razem w kooperacji międzynarodowej, zostały podjęte w roku 1905 pod kierunkiem Jacobusa Kapteyna z wykorzystaniem fotografii. Kapteyn, stosując, podobnie jak Herschel, zliczanie gwiazd, wybrał w tym celu około 200 pól na niebie. W swojej pracy uwzględniał nie tylko prawdziwe jasności gwiazd, ale także ich ruchy, do oceny odległości, co pozwoliło mu nadać badanej strukturze nie tylko kształt, ale i wymiary absolutne. Uzyskany końcowy obraz (znany jako „Wszechświat Kapteyna") ukazywał Galaktykę, jako spłaszczony, sferoidalny system, o podobnym kształcie do uzyskanego przez Herschela, ale z ilościowo określonymi wymiarami: około 8500 ps (28 tys. lat św.) w płaszczyźnie Drogi Mlecznej i 1700 ps (5600 lat.św.) w kierunku prostopadłym do niego, ze Słońcem ulokowanym nieco powyżej płaszczyzny Galaktyki, ale jedynie 650 ps (2100 lat św.) od centrum. Ten

Rys. 3. Zdjęcie M31 z 1899 r.

silnie heliocentryczny obraz niepokoił Kapteyna, który podejrzewał, że mógł on wynikać z nieuwzględnienia absorpcji ośrodka międzygwiazdowego, ale mimo usilnych prób poszukiwań takich absorpcyjnych efektów nie udało mu się ich potwierdzić i przyjął, że ośrodek międzygwiazdowy jest przezroczysty.

Jeszcze przed opublikowaniem tego modelu Harlow Shapley podjął badania gromad kulistych — zwartych, masywnych systemów gwiazd zawierających setki tysięcy do milionów gwiazd, co pozwalało obserwować je na znacznych odległościach i ponadto wiarygodnie wyznaczać ich położenia przestrzenne. Stwierdził, że obiekty te są nierównomiernie rozmieszczone wzdłuż Drogi Mlecznej, wykazując wyraźną koncentrację w kierunku gwiazdozbioru Strzelca (co pokrywało się również z największą jasnością Drogi Mlecznej w tym kierunku). Shapley przyjął, że tak masywne obiekty muszą stanowić główny strukturalny element systemu, rozmieszczony symetrycznie wokół jego centrum. Określił odległość do tak przyjętego centrum i wykazał, że Słońce leży 45 000 lat św. od niego — znacznie dalej, niż to wynikało z pozornie precyzyjnie wyznaczonego modelu Kapteyna. Niezgodność pomiędzy oboma modelami została wyjaśniona dopiero w roku 1930 przez Trumplera, który potrafił uwzględnić wpływ absorpcji międzygwiazdowej na pomiary odległości i wykazać, że wyznaczenia Shapleya były bardziej poprawne (aczkolwiek wiemy dzisiaj, że dwukrotnie przekraczały rzeczywiste oddalenie Słońca od centrum).

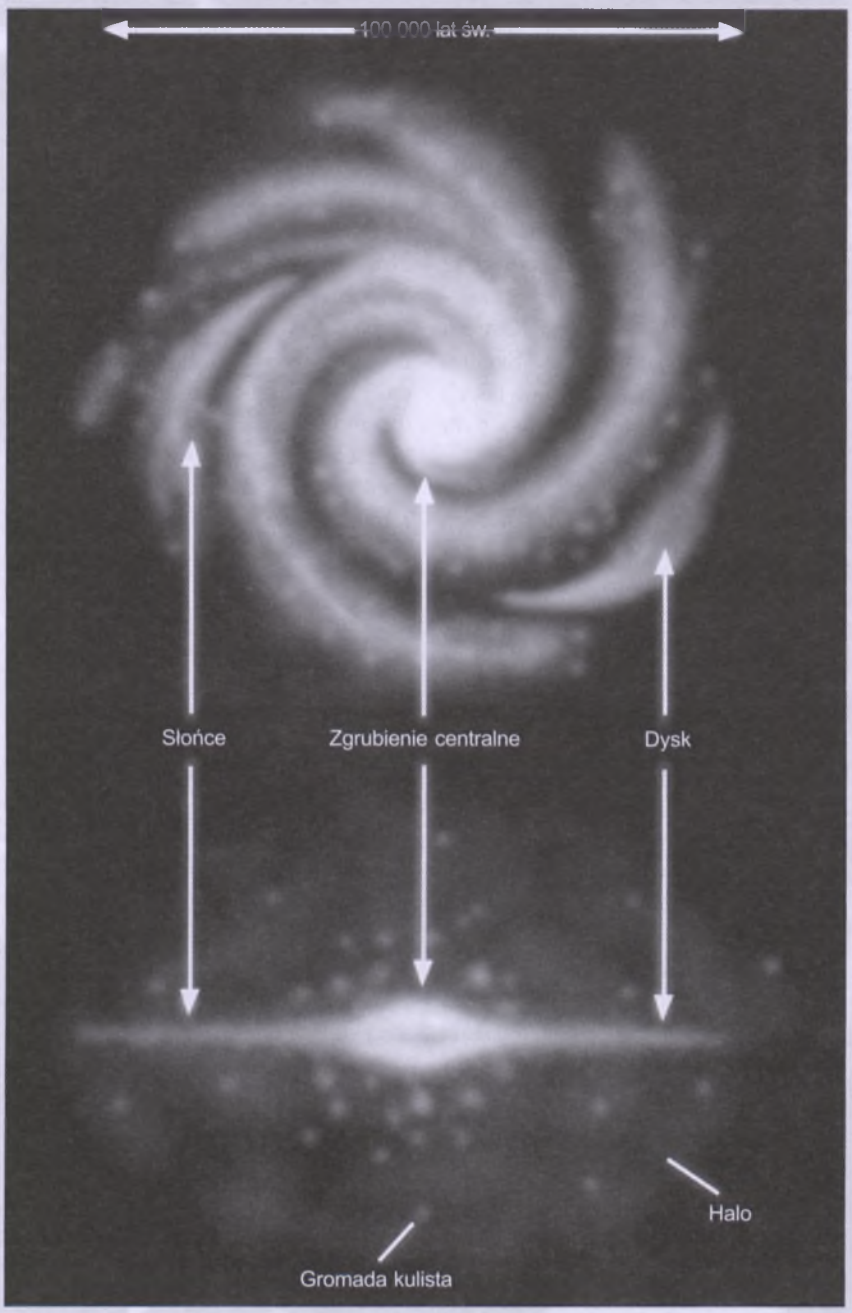
W 1917 r. Heber Curtis zaobserwował gwiazdę Nową (wybuch gwiazdy) wewnątrz Wielkiej Mgławicy w Andromedzie (M31), a przeglądając zapisy fotograficzne, znalazł 11 dalszych Nowych w tej mgławicy i ocenił, że były one przeciętnie 10 mag. słabsze niż te znalezione w naszej Galaktyce. Pozwoliło mu to oszacować odległość do M31 na 500 000 lat św. — poza granicami Drogi Mlecznej. Stał się też rzecznikiem hipotezy wyspowych wszechświatów wskazujacej, że mgławice spiralne są niezależnymi galaktykami. W roku 1920 odbyła się „Wielka Debata" między Harlowem Shapleyem i Heberem Curtisem dotycząca natury Drogi Mlecznej, mgławic spiralnych i rozmiarów Wszechświata. Jednym z tematów dyskusji było ustalenie niezależności przestrzennej M31 względem Galaktyki. Problem został ostatecznie ustalony przez Edwina Hubble'a w początku lat 20. Używając nowego teleskopu, był on w stanie rozdzielić zewnętrzne części niektórych mgławic spiralnych, w tym głównie M31, na skupiska indywidualnych gwiazd i zidentyfikować wśród tych gwiazd cefeidy, które pozwoliły na oszacowanie odległości do mgławic i ostateczne wykazanie, że są one poza Droga Mleczną.

W roku 1936 Hubble utworzył system morfologicznej klasyfikacji galaktyk używany do dnia dzisiejszego. Pozwoliło to m.in. na usytuowanie Galaktyki w tym systemie klasyfikacyjnym jako galaktyki spiralnej.

Prawie w tym samym czasie B. Lindblad oraz J. Oort podjęli badania kinematyki i dynamiki Galaktyki, zakładając, że jej spłaszczony kształt jest bezpośrednio związany z szybką rotacją systemu. Badacze ci wykazali, że Ga-

laktyka może składać się z kilku przenikających się podsystemów o różnym stopniu spłaszczenia, rotujących wokół tej samej, prostopadłej do płaszczyzny Galaktyki osi, ale z różnymi prędkościami — największą dla podsystemu najbardziej spłaszczonego — dysku, w którym znajdowało się Słońce. Oortowi udało się też wyznaczyć prawdopodobną prędkość obiegu Słońca wokół centrum Galaktyki na około 250 km/s, a także określić przebieg tempa rotacji dysku w zależności od odległości od jego centrum — tzw. krzywą rotacji. Pozwalała ona na określenie rozkładu masy w Galaktyce (głównie w dysku). Wnioskiem z tych badań było potwierdzenie, że Galaktyka pod wieloma względami przypomina dyskowa galaktykę spiralną. Pozostał jednakże niejasny kompleksowy obraz Galaktyki i problem występowania w niej ramion spiralnych. W badaniach tych postanowiono wspomóc się obserwacjami innych takich galaktyk — w tym głównie M31.

Takie porównawcze badania przeprowadził w 1944 r. nowym wówczas teleskopem 5-metrowym na Mt Palomar W. Baade, rozdzielając jądra pobliskich galaktyk spiralnych (głównie M31) i eliptycznych na gwiazdy. Wykazał on, że czerwone olbrzymy w galaktykach eliptycznych i centralnych obszarach galaktyk spiralnych różnią się od jasnych niebieskich nadolbrzymów występujących głównie w ramionach spiralnych.



Rys. 4. Schematyczny obraz i przekrój Galaktyki

To zasugerowało Morganowi i współpracownikom we wczesnych latach 50. podjęcie badań obecności ramion spiralnych w naszej Galaktyce na podstawie przestrzennego rozkładu właśnie młodych gwiazd.

Przeprowadzone przez nich badania wskazywały na występowanie w otoczeniu Słońca fragmentów struktur spiralnych — 3 ramion (rys. 5). Niezależnie od niepewności w uzyskanym obrazie, wynik ten otworzył ciąg badań obrazu dysku Galaktyki. Do badań tych włączono szybko nowo odkryte promieniowanie radiowe wodoru neutralnego na fali 21 cm, odkryte w 1944 r. przez van de Hulsta.

W wyniku tych prac udało się ustalić, że w budowie Drogi Mlecznej daje się wyróżnić trzy główne składowe:
— Dysk, zawierający większość gwiazd, włączając Słońce i prawie cały gaz i pył, w którym obserwuje się struktury w postaci ramion spiralnych;
— Zgrubienie centralne i centrum;
— Halo — w przybliżeniu sferycznego kształtu — zawierające najstarsze gwiazdy w Galaktyce i pozbawione materii gazowo-pyłowej.

Dysk

Dysk Galaktyki stanowi spłaszczony, rotujący system zawierający Słońce i inne młode i o pośrednim wieku gwiazdy, a także atomowy wodór (HI), wodór molekularny (H2) gaz i pył.

Blisko centrum występuje wolno rotująca gwiazdowa belka zanurzona wewnątrz dużego pierścienia zjonizowanego i molekularnego gazu

W latach 90. po raz pierwszy astronomowie zaczęli podejrzewać, że Galaktyka jest galaktyką belkową. Ich przypuszczenia zostały potwierdzone przez obserwacje z przestrzennego teleskopu Spitzera w 2005 r., które pokazały, że centralna belka w Galaktyce jest większa niż oczekiwano. Długość belki Galaktyki jest oceniona na 27 000 lat św. Składa się ona głównie ze starych, czerwonych karłów i olbrzymów i otoczona jest przez pięciokiloparsekowy* pierścień, który zawiera dużą część wodoru molekularnego obecnego w Galaktyce, jak również większość galaktycznej aktywności gwiazdotwórczej. Obserwowana z odległości galaktyki Androme-

* 1 ps = 3,2616 lat św. = 206 264,8 j.a. = 3,0857 × 10^{13} km

dy belka jest najjaśniejszą częścią naszej Galaktyki.

Dysk Galaktyki, wybrzuszony w obszarze centrum ma w przybliżeniu średnicę do 100 000 lat św. ($9{,}5 \times 10^{17}$ km i grubość przeciętnie około 1000 lat św. ($9{,}5 \times 10^{15}$ km i zawiera od 200 do 400 miliardów gwiazd o łącznej masie około $5{,}8 \times 10^{11}$ mas słonecznych. Są jednakże wskazania, że większość masy Galaktyki jest w formie dosyć tajemniczej, ciemnej materii, o oszacowanej masie 600 do 3000 mld mas słonecznych, tworzącej halo i rozłożonej w tym halo dosyć równomiernie.

Przypuszczalna granica gwiazdowej populacji Drogi Mlecznej sięga do 50 000 lat św. Jednakże atomowy wodór (HI) rozciąga się poza tę granicę przypuszczalnie powyżej 80 000 lat św., a tzw. ciemna materia nawet do odległości 2—4-krotnie większej.

Odległość Słońca od centrum ocenia się obecnie na 26 000 lat św. ±1400 lat św. (dawniej lokowano Słońce znacznie dalej — w odległości 35 000 lat św. od centrum).

Porusza się ono wokół centrum Galaktyki z prędkością około 220—230 km/s, a ponadto dodatkowo w kierunku gwiazdy Wegi (około 60° od kierunku na centrum) z prędkością około 20 km/s.

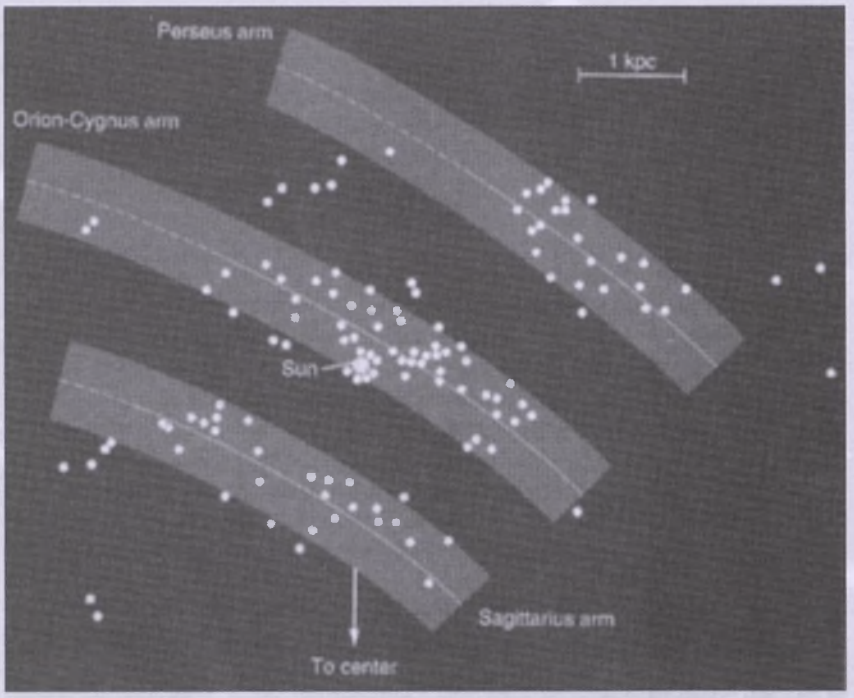
Obraz dysku Galaktyki — ramiona spiralne

Jak wygląda płaszczyzna dysku oglądana z pozycji północnego bieguna Galaktyki?

Od lat 50. astronomowie podejmowali próby tworzenia map Drogi Mlecznej.

Słońce (a zatem i cały System Słoneczny) leży na wewnętrznej krawędzi ramienia Oriona. Większość gazu, pyłu i nowo formowanych gwiazd występuje w odcinkach ramion o kształcie spiral widocznych na rys. 4 i 5. Ramię lokalne, w którym się znajdujemy, nie jest głównym ramieniem, ale prawdopodobnie odgałęzieniem albo ramienia Perseusza, albo Strzelca. Podobnie małe, nie odkryte jeszcze fragmenty mogą istnieć w różnych częściach Galaktyki. Każde ramie spiralne opisane jest spiralą logarytmiczną (podobnie jak ramiona wszystkich galaktyk spiralnych) z kątem odchylenia około 12°.

Pierwsze modele dysku Drogi Mlecznej oparte były na obserwacjach optycznych młodych gwiazd i radiowych gazu w Galaktyce i sugerowały spiralną strukturę złożoną z 4 ramion: Norma, Scutum-Centaurus, Sagittarius i Perseusz, ze Słońcem leżącym blisko małego, cząstkowego ramienia — Oriona (Ostrogi Oriona) pomiędzy ramionami Sagittariusa i Perseusza. W dodatku do takich ramion występują pasma gazu i pyłu w centralnej części Galaktyki.



Rys. 5. Fragmenty lokalnych ramion spiralnych

Duże przeglądy w latach 90. doprowadziły do poważnych rewizji tych modeli. Używając podczerwonych detektorów teleskopu kosmicznego Spitzera, w 2005 r., otrzymano szczegółowe informacje o galaktycznej belce — większej niż sądzono. Obserwacje podczerwone obejmujące przeszło 100 mln gwiazd pozwoliły na przeprowadzenie wyznaczeń gęstości w różnych kierunkach. W ich wyniku otrzymano w roku 2008 wskazania na obecność dwóch ramion spiralnych wychodzących z obu końców centralnej belki: Perseusza i Scutum-Centaurus, pozostałe zaś okazały się nieznaczącymi odnogami.

Chociaż ramiona spiralne wydają się strukturami trwałymi, gwiazdy stale poruszają się poprzez nie w swoim ruchu wokół centrum Galaktyki. Ponieważ Słońce z całym Systemem Słonecznym obiega centrum w czasie około 225 do 250 mln lat, to podczas swojego życia obiegło je od 20 do 25 razy (i wykonało 1/1250 obiegu od początków istnienia człowieka). Zatem Słońce mogło podczas swoich dwudziestu kilku obiegów przebywać w różnych ramionach.

Ostatnie odkrycia dostarczyły dodatkowego wymiaru strukturze Drogi Mlecznej.

Po odkryciu, że dysk Galaktyki Andromedy (M31) rozciąga się znacznie dalej niż początkowo sądzono, jest bardzo możliwe, że i dysk naszej Galaktyki jest znacznie większy. Wydaje się to potwierdzone, np. przez odkrycie tzw. ramienia zewnętrznego — prawdopodobnie rozszerzenia ramienia Cygnusa.

Halo

Dysk Galaktyki jest otoczony sferoidalnym halo starych gwiazd i gromad kulistych, z których 90% leży wewnątrz 100 000 lat św., co sugeruje, że średnica halo może być rzędu 200 000 lat św. Halo galaktyki rozciąga się na zewnątrz, ale jest ograniczone w rozmiarach przez orbity satelitów Drogi Mlecznej: Duży i Mały Obłok Magellana w odległości około 180 000 lat św. ($1{,}7 \times 10^{18}$ km).

Halo zawiera najstarsze znane gwiazdy, włączając około 146 znanych gromad kulistych uformowanych we wczesnych etapach ewolucji Galaktyki, 10 do 15 mld lat temu. Halo jest również wypełnione bardzo rozmytym, gorącym zjonizowanym gazem, wytwarzającym promieniowanie X. Niestety, nieznany jest ani rozmiar, ani masa halo, ale w innych galaktykach gaz w halo zajmuje obszar znacznie większy niż myślano, nawet do setek tysięcy lat św. Badania

rotacji Drogi Mlecznej wskazują, że halo może zawierać dominującą masę w Galaktyce — możliwie w postaci tzw. ciemnej materii.

Mimo że większość gromad kulistych leży w obrębie 100 000 lat św., to znaleziono kilka gromad kulistych znacznie dalej, w odległości większej niż 200 000 lat św. od centrum Galaktyki.

Podczas gdy dysk zawiera gaz i pył, które przesłaniają obraz w pewnych długościach fali, hało nie zawiera takiej materii. Podobnie, aktywna formacja gwiazd, która zachodzi w dysku (szczególnie w ramionach spiralnych), nie występuje w halo.

Centrum

Jednym z najciekawszych i najbardziej intrygujących obszarów Galaktyki było dla badaczy centrum naszego Systemu. Niestety, ogromna koncentracja pyłu i gazu w tym kierunku powodowała, że całkowicie ukryte za ich grubym woalem centrum Galaktyki nie jest widoczne w zakresie widzialnym i przez wiele lat pozostawało niedostępnym, tajemniczym obszarem. Dla badania centrum trzeba było sięgnąć do innych zakresów promieniowania, jak gamma, X, podczerwień, lub radiowego, które są w stanie przeniknąć przez grubą warstwę materii gazowo-pyłowej.

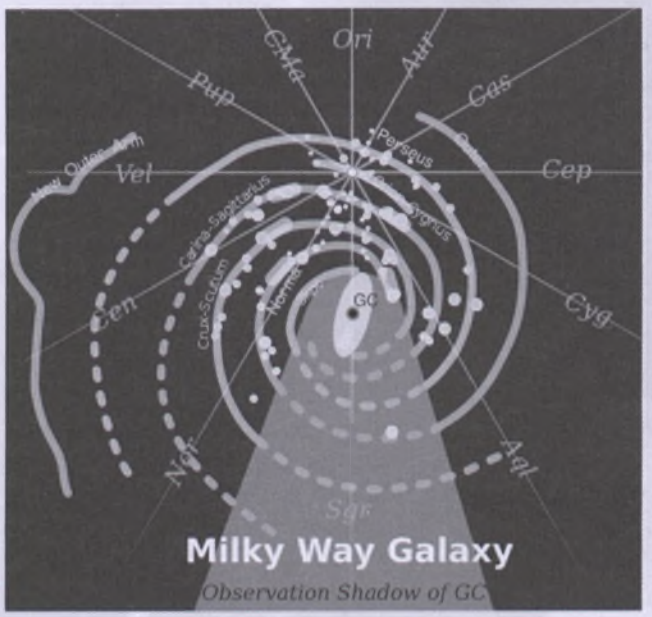
Pierwsze obserwacje pokazały, że w centrum znajdują się zarówno silne źródła promieniowania radiowego, jak też wyodrębnione skupiska — gromady gwiazd — często wykazujące również własności niedawno utworzonych młodych obiektów. Szczególnie intrygujący był sam środek systemu. Dynamiczne ustalenie jego położenia, z symetrii obrotu Galaktyki, nie było jednak zbyt precyzyjne. Oczekiwano jego manifestacji w postaci obiektu — zjawiska szczególnego, o niezwykłych właściwościach. Tymczasem przez wiele lat nic takiego nie potrafiono znaleźć.

W 1974 r. Martin Rees zaproponował, że w centrach pewnych galaktyk mogą istnieć supermasywne czarne dziury o masach miliona lub miliarda mas słonecznych. Miał on na myśli głównie galaktyki z aktywnymi jądrami, nie wykluczał jednak możliwości istnienia takiej czarnej dziury również w zwykłej galaktyce, jak Droga Mleczna.

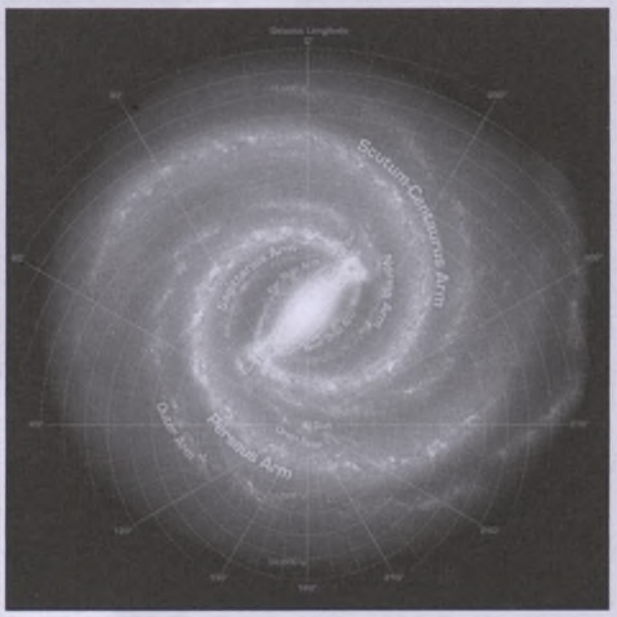
W czasie, kiedy Rees spekulował na temat czarnych dziur w aktywnych galaktykach, obserwowano względnie spokojne centrum naszej Galaktyki, z dużym, rozciągniętym radioźródłem oznaczonym jako SgrA, wewnątrz którego odkryto kompaktowe i zmienne radioźródło, wyglądające jak słaby kwazar. Ponieważ okazało się ono wewnątrz Sgr A, zostało oznaczone Sgr A*. Okazało się również, że Sgr A nie jest jedynym źródłem promieniowania w centrum. Tworzące się gorące gwiazdy ogrzewają gaz wokół nich. W końcu gaz może stać się wystarczająco gorący, aby świecić, wskazując, gdzie tworzą się gwiazdy. W centrum zaobserwowano liczne obszary formacji gwiazd, jak Sgr B1, Sgr B2 i część Sgr D. Gdy gwiazdy zużyją paliwo, kolapsują, wytwarzając masywne eksplozje — SN. Radiowe obserwacje pozwalają na zbadanie tego złożonego, tajemniczego obszaru. Na rys. 6 przedstawiono panoramiczny obraz centrum wykonany w zakresie radiowym. Jest to największy i wykonany przez najbardziej czułe instrumenty obraz radiowy centrum Drogi Mlecznej, jaki kiedykolwiek zrobiono.

Zdjęcie pokazuje centralny obszar Galaktyki o wymiarze 4×4° na fali 0,92 m (330 MHz). Dla porównania Księżyc w pełni ma wymiar 0,5°. Najbardziej wyrazistym źródłem na tym obrazie jest SgrA. Głęboko w tym źródle znajduje się SgrA* — przypuszczalne prawdziwe Centrum Galaktyki. Wzdłuż płaszczyzny Galaktyki (diagonalnie) są rozłożone chmury gazu pobudzonego przez gorące gwiazdy oraz łukowate pozostałości po wybuchach gwiazd supernowych (SNR). Na zdjęciu są widoczne liczne takie SNR . Obserwuje się tam także wiele włóknistych struktur — nadal tajemniczych.

W 2002 r. wytyczono rozkład gęstości gazu w obszarze 400 lat św. wokół centrum Galaktyki, który ujawnił istnienie tam pierścienia o masie kilku milionów mas słonecznych z gęstością bliską krytycznej gęstości dla formacji gwiazd. Ponadto, w obszarze 6—7 lat św. od centrum występuje okołojądrowy dysk molekularnego gazu, który otacza i orbituje wokół centrum. Ten również wydaje się całkiem sprzyjającym miejscem dla formacji gwiazd. Przewiduje się, że w czasie około 200 mln lat może w obszarze centralnym nastąpić gwałtowna



Rys. 6. 4-ramienny model dysku



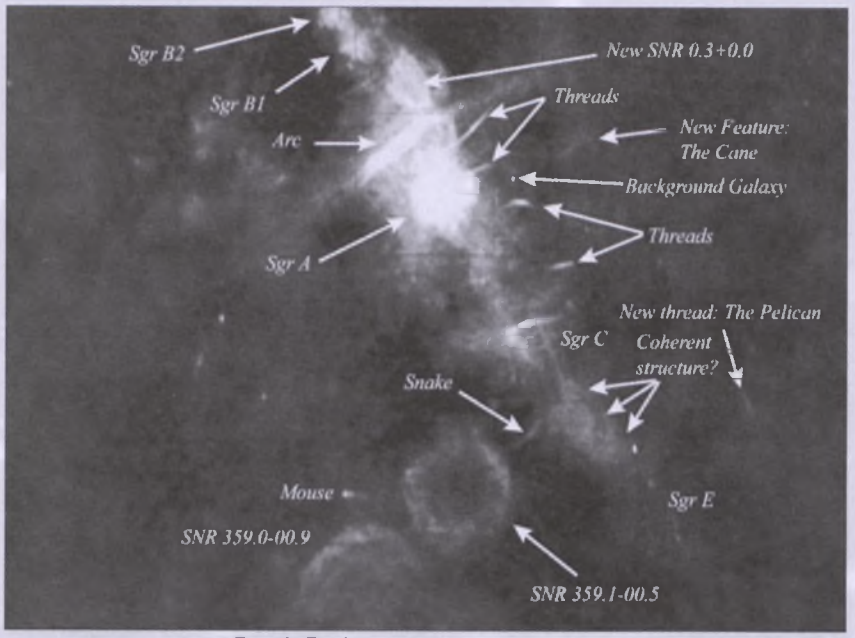
Rys. 7. 2-ramienny model dysku

formacja gwiazd, z wieloma masywnymi, szybko osiągającymi stan supernowych. Taka formacja może być stowarzyszona z galaktycznymi dżetami.

Osobliwość radioźródła SgrA* zajmującego prawdopodobnie miejsce prawdziwego centrum Galaktyki zwracała na niego szczególna uwagę. Przez kilka dekad astrofizycy pracowicie obserwowali Sgr A* w zakresie radiowym, optycznym i bliskiej podczerwieni. Niezwykła bliskość (lub identyczność) tego radioźródła od prawdopodobnego prawdziwego centrum Galaktyki sugerowała, że może być ono siedliskiem zwartego obiektu o bardzo dużej masie — czarnej dziury. Poczynając od lat 90. obiekt ten był regularnie monitorowany. W obrębie tego radioźródła odkryto w podczerwieni gromadę gwiazd. Jednakże mimo wysiłków, nie potrafiono, aż do roku 2003, odkryć jednoznacznego podczerwonego odpowiednika radioźródła Sgr A*.

Ostatecznego dowodu na jej istnienie mogą dostarczyć obserwacje w zakresie promieniowania X, gdyż promieniowanie to jest charakterystycznym końcowym znakiem materii wchłanianej przez czarną dziurę, Dlatego też chodziło głównie o wykrycie promieniowania X.

Już miesiąc po wystrzeleniu satelity Chandra w 1999 r. zaobserwowano źródło promieniowania X, które pokrywało się z Sgr A*. Jednakże natężenie tego promieniowania było pięć razy słabsze od spodziewanego. Okazało się także, że obszar kilku lat św. wokół Sgr A*



Rys. 8. Radiowy obraz centrum Galaktyki

zawiera tysiące gwiazd. Chociaż większość z nich to stare czerwone gwiazdy ciągu głównego (karły), to zidentyfikowano tam przeszło 100 gwiazd gorących, OB i WR. Wydaje się, że wszystkie zostały utworzone w jednym zdarzeniu, kilka milionów lat temu. Fakt nieco zagadkowy, gdyż spodziewano się, że przypływowe siły od czarnej dziury uniemożliwiają formacje gwiazd. Ten „paradoks młodości" jest szczególnie wyraźny dla gwiazd na ciasnych orbitach wokół SgrA*. Możliwy scenariusz przewiduje albo formację w masywnej gromadzie, poza centrum, która następnie migrowała do jej bieżącej pozycji, albo wewnątrz masywnego, zwartego akrecyjnego dysku wokół centralnej czarnej dziury. Ciekawe, że większość z tych 100 młodych, masywnych gwiazd wydaje się skoncentrowana wewnątrz jednego lub dwóch dysków.

Astrometryczne pomiary o dużej zdolności czasowej w czasie 17 lat pozwoliły na określenie ruchów własnych gwiazd w centrum Galaktyki. Pokazały one, że pewne z tych gwiazd w bezpośredniej bliskości Sgr A* — w odległości zaledwie 30 lat św. poruszają się po orbitach keplerowskich wokół ogromnej centralnej masy. Z kształtu tych orbit można było oszacować jej masę. Okazało się, że w obrębie zaledwie 3 lat św. od centrum znajduje się masa około 2 mln mas słonecznych.

W końcu także, podczas rutynowych obserwacji tej centralnej gromady gwiazd w podczerwieni na fali 1,7 mikrona przez VLT (Bardzo Duży Teleskop), obserwatorzy zauważyli jasny, mocny rozbłysk w przypuszczalnym centrum Galaktyki. W czasie kilku minut strumień słabego źródła wzrósł 46 razy i znowu osłabł po około 30 min. Rozbłysk nastąpił w obrębie kilku milisekund łuku od pozycji SgrA*. Krótki czas wzrostu i zaniku wskazały, że źródło rozbłysku było ulokowane wewnątrz tego radioźródła w odległości mniejszej niż 10 promieni odpowiadającej oczekiwanej masie czarnej dziury. Taki rozbłysk mógł być wynikiem akrecji gazu na czarną dziurę, kiedy tworząc dysk wokół niej, może uwalniać energię. Prześledzenie obserwacji radiowych i w zakresie X doprowadziło astronomów do następujących wniosków:

Rys. 9. Obraz centrum Galaktyki z Chandry

Energia wyzwolona odpowiada nagłemu pochłonięciu kęsa materii o masie równej masie komety lub asteroidu. Co więcej, ze szczególnego sposobu pojaśnienia i pociemnienia (osłabienia) promieniowania X obliczono, że obiekt w SgrA* ma jedynie około 15 mln km średnicy — mniej niż orbita Merkurego wokół Słońca. Ten obserwacyjny dowód małego rozmiaru obszaru wypełnionego ogromną ilością masy wydaje się rozstrzygać, że mamy do czynienia z supermasywną czarną dziurą.

Sama czarna dziura jest zbyt mała, aby ją można było dostrzec obecnymi instrumentami. Interferometryczne pomiary na długich bazach pozwoliły w 2008 r. określić średnicę Sgr A* na 0,3 j.a. (44 mln km).

Nadal tajemnicze jest jednak pochodzenie czarnej dziury. Skąd pochodzą w ogóle supermasywne czarne dziury? Być może powstały podczas formacji galaktyk. Może gwiazdowa czarna dziura poprzez akrecję wzrosła do supermasywnej. A może supermasywne czarne dziury pochodzą z gromad mniejszych czarnych dziur?

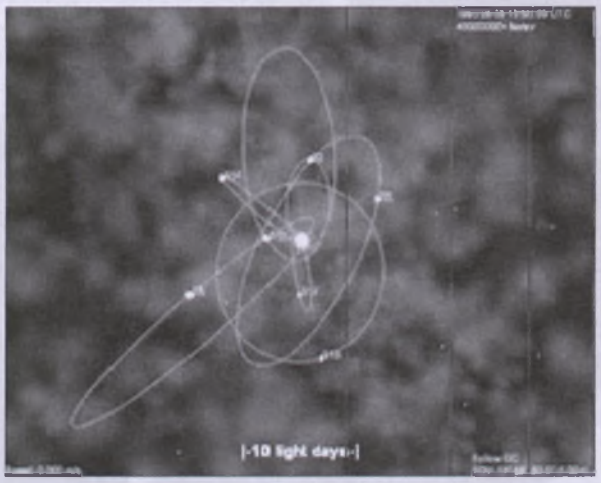
Informacje dodatkowe

Ostatnie pomiary zdają się wskazywać, że nasza Galaktyka ma rozmiar podobny do naszego największego sąsiada — galaktyki w Andromedzie. Podobnie, nowe wyniki pokazują, że masa Drogi Mlecznej jest około 50% większa niż sądzono.

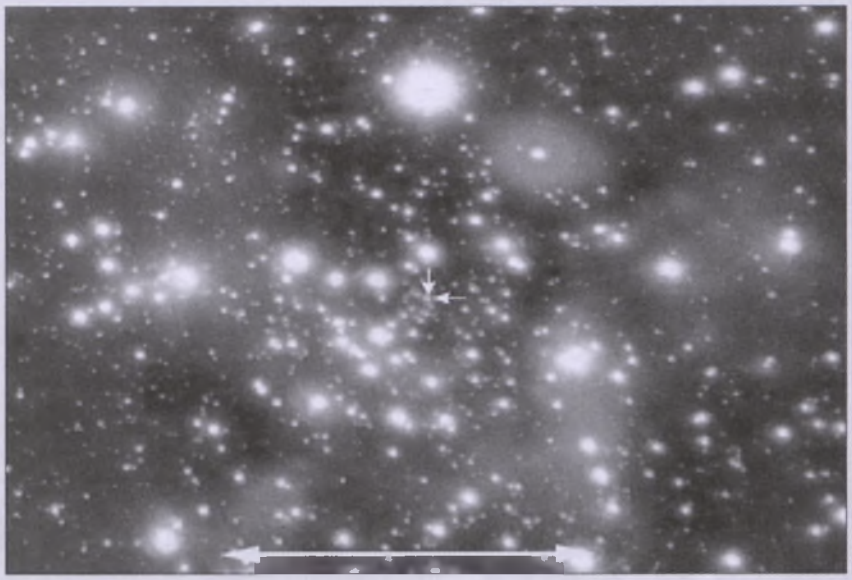
Wiek najstarszych gwiazd w Galaktyce oszacowano na 13,6 ±0,8 mld lat.

Natomiast dysk Galaktyki, gdzie występuje Słońce, był uformowany między 6,5 do 10,1 mld lat temu.

Nasza Galaktyka leży w tzw. Lokalnej Grupie galaktyk o rozmiarze około



Rys. 11. Orbity gwiazd wokół centrum


Rys. 10. Zdjęcie grupy gwiazd w centrum Galaktyki

6 mln lat św. Duży Obłok Magellana leży w odległości ponad 160 000 lat św. od naszej Galaktyki, a galaktyka w Andromedzie w odległości przeszło 2 mln lat św.

Pewne obserwacje pobliskich galaktyk eliptycznych wskazują na intensywne oddziaływania między nimi. Nasza Galaktyka odrywa z wymienionych galaktyk znaczną ilość materii i wprowadza ją na orbity wokół swego centrum.

Z Galaktyką związanych jest również szereg niewyjaśnionych dotychczas problemów. Jednym z nich jest prawdopodobna obecność w Galaktyce dosyć tajemniczej formy materii, która manifestuje się jedynie grawitacyjnym oddziaływaniem. To właśnie efekty grawitacyjnego przyspieszania są głównymi, chociaż pośrednimi dowodami istnienia ciemnej materii. Okazuje się bowiem, że podobnie jak dla wielu innych galaktyk, również nasza Galaktyka wykazuje płaską krzywą rotacji. Daleko od centrum Galaktyki, typowa i prawie stała prędkość obrotu zawiera się między 210 a 240 km/s. Jest to całkowicie różne od ruchu w Systemie Słonecznym, gdzie prędkość maleje w miarę oddalania się od Słońca. Płaskie krzywe rotacji, daleko poza obszarami obecności widzialnej (świecącej) materii stanowią wskazówkę, że te pozornie puste obszary oddziałują grawitacyjnie na obecne tam pojedyncze obserwowane obiekty w sposób daleko przekraczający oddziaływanie widzialnej „normalnej" materii. Stanowi to główny dowód istnienia ciemnej materii.

Inna zagadka naszej Galaktyki związana jest z obecnością w niej ramion spiralnych o niezwykłej trwałości czasowej — miejsc formacji młodych, nowych gwiazd w postaci struktur spiralnych. Jest to tzw. problem nawijania się ramion spiralnych, co powinno następować, gdy wewnętrzne części ramion rotują szybciej niż zewnętrzne. Ale tego w galaktykach (także naszej) się nie obserwuje.

Nasza Galaktyka, niezależnie od obrotu, porusza się w międzygalaktycznej przestrzeni. Pomiary wskazują, że Droga Mleczna porusza się w przybliżeniu 630 km/s względem lokalnego systemu galaktyk. Przy takiej prędkości Ziemia porusza się 52 mln km na dzień (prawie 19 mld km na rok). Pomiary wskazują także, że galaktyka Andromedy zbliża się do Galaktyki z prędkością 100 do 140 km/s. Prowadzi to do możliwej kolizji za 3 do 4 mld lat, co prawdopodobnie doprowadzi do zlania się obu w pojedynczą galaktykę eliptyczną podczas kolejnego miliarda lat.

Dr hab. Andrzej Strobel, profesor nadzwyczajny UMK, jest specjalistą astronomii gwiazdowej. W randze zastępcy dyrektora, od kilku kadencji kieruje procesem dydaktycznym w Centrum Astronomii w Toruniu

Jan Hanasz

Ziemia jako radiożródło

***Ziemia radiożródłem jest… tak jak inne planety Układu Słonecznego, posiadające pole magnetyczne. To ziemskie radiożródło emituje w przestrzeń kosmiczną fale elektromagnetyczne o długości około kilometra wtedy, kiedy w obszarach podbiegunowych pojawiają się na niebie zorze polarne. Stąd nazwa — Zorzowe Promieniowanie Kilometrowe (ZPK). W literaturze angielskojęzycznej jest używany skrót AKR — Auroral Kilometric Radiation. Fale ZPK to najdłuższe fale elektromagnetyczne dostępne dla radioastronomów. Ich częstotliwości obejmują zakres od 30 kHz (10 km) do 1 MHz (300 m). Źródła tego promieniowania znajdują się ponad obszarami zorzowymi, na wysokościach kilku promieni ziemskich, praktycznie na tych samych liniach sił pola magnetycznego, co zorze polarne świecące około 100 km ponad Ziemią. Widać to dobrze na rys. 1. Lewy panel pokazuje położenie źródła ZPK zrzutowane wzdłuż linii sił pola magnetycznego na wysokość 100 km nad Ziemią. Pokrywa się ono z położeniem zorzy polarnej na prawym panelu, sfotografowanej w tym samym czasie z satelity Polar w promieniach ultrafioletowych* [Panchenko, *2003*]**

Odkrycie ZPK

ZPK jest bardzo silne. Jego moc szacuje się na 10 megawatów do 1 gigawata. Do zasilania tak potężnego nadajnika radiowego byłaby potrzebna elektrownia o jeszcze większej mocy. I taka elektrownia w magnetosferze istnieje. To „elektrownia wiatrowa" napędzana wiatrem słonecznym. Jego zmienne ciśnienie odkształca magnetosferę ziemską. Zmiany w ziemskim polu magnetycznym prowadzą do generacji silnych prądów oplatających magnetosferę ziemską i płynących wzdłuż zorzowych linii sił pola magnetycznego pomiędzy jonosferą a peryferyjnymi obszarami magnetosfery. To właśnie te prądy zasilają źródła ZPK.

ZPK było odkryte w roku 1965 z pokładu radzieckiego satelity Elektron 2 [*Benediktow i in.*, 1965] przez grupę fizyków z Instytutu Badań Naukowych Radiofizyki (NIRFI) w Gorkim (obecnie Niżnyj Nowgorod). Odkrycie to pozostawało niezauważone przez kilka lat, do czasu kiedy po raz drugi promieniowanie to zostało zarejestrowne przez *Donalda Gurnetta* [1974] z Uniwersytetu Iowa. Jego praca zapoczątkowała okres systematycznych badań ZPK.

Osłonowe działanie jonosfery

Można zapytać: dlaczego ZPK zostało odkryte tak późno, skoro jest tak silne? To jonosfera, czyli gęsta warstwa zjonizowanego gazu, skutecznie blokuje fale z Kosmosu o częstotliwościach poniżej kilku, a czasem nawet kilkunastu MHz. Dlatego ZPK nie dociera do powierzchni Ziemi. Bez tej osłony stacje radiowe na średnich i długich falach byłyby całkowicie zagłuszone przez ZPK. Zatem ZPK daje się odbierać jedynie na sztucznych satelitach Ziemi, orbitujących wysoko ponad jonosferą.

Nietermiczne źródła ZPK

Znając całkowitą moc promieniowania i rozmiary źródeł, można oszacować temperaturę promieniowania (ang. *bright-ness temperature*). Rozmiary źródeł ZPK są tak małe (będzie o tym mowa dalej), że oszacowana temperatura promieniowania zawiera się w granicach od 10^{14}—10^{20} K. Nie ma termicznych źródeł o tak wysokiej temperaturze, zatem źródła ZPK są nietermiczne. Wysoka temperatura promieniowania wymaga bardzo efektywnego procesu przemiany energii kinetycznej cząstek w energię promieniowania elektromagnetycznego. Najskuteczniejszy jest proces koherentnego promieniowania. Zatem obserwacje wskazują, że mechanizm generacji ZPK jest koherentny.

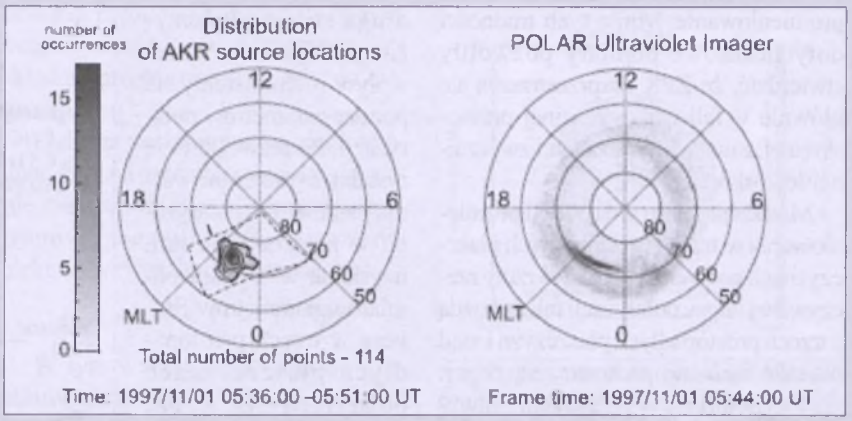
Polrad w misji Interball

Weszliśmy do klubu badaczy ZPK późno, bo dopiero w roku 1996, po

Amerykanach, Kanadyjczykach, Japończykach i Francuzach. Został wtedy wprowadzony na orbitę rosyjski satelita Interball-2 Zorzowy, na którego pokładzie umieściliśmy we współpracy z fizykami z Instytutu Badań Kosmicznych RAN w Moskwie, polski radiospektropolarymetr o nazwie Polrad (POLaryzacja RADiopromieniowania) przeznaczony do badania ZPK [*Hanasz i in.*, 1998]*). Znalazł się on na tym satelicie obok innych instrumentów służących do badania zjawisk zorzowych w magnetosferze, takich jak mierniki fal o ultraniskich i bardzo niskich częstotliwościach, czy instrumenty do pomiarów otaczającej plazmy i strumieni cząstek energetycznych. Satelita został wprowadzony na orbitę 29 sierpnia 1996 r. o apogeum na wysokości 20 000 km i nachyleniu płaszczyzny orbity względem równika 63° i dostarczał danych z naszego instrumentu do momentu wyłączenia satelity 29 stycznia 1999 r. Instrument Polrad został zbudowany w Centrum Astronomicznym im. M. Kopernika PAN, Instytucie Lotnictwa i w Centrum Badań Kosmicznych PAN z pomocą techniczną Instytutu Radiotechniki i Elektroniki RAN. Był on przeznaczony do pracy w dwóch reżimach: jako zwykły radiospektrograf do badania widma mocy ZPK oraz jako radiospektropolarymetr do pomiarów widm parametrów polaryzacji ZPK.

Widma ZPK

Spektrogramy, w których przedstawia się gęstość mocy promieniowania w funkcji czasu i częstotliwości, dobrze oddają dynamikę zjawisk falowych. Pokazany na rys. 2 spektrogram uzyskany z pomiarów Polrada pokazuje szybką zmienność ZPK w zakresie 6 rzędów wielkości od 10^{-19} do 10^{-13} W/(m^{2}Hz) i wybuchowy charakter tego promieniowania. Częstotliwości zarejestrowanego promieniowania są w zakresie od 50 kHz do 800 kHz, co odpowiada długościom

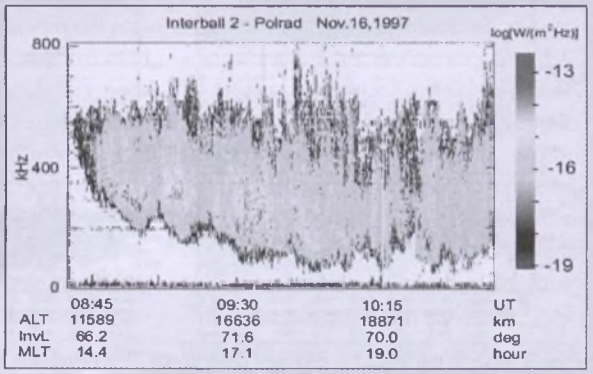


Rys. 1. Po lewej: rozkład położenia źródła zorzowego promieniowania kilometrowego (ZPK) zrzutowany na jonosferę wzdłuż linii sił pola magnetycznego z dnia 1 listopada 1997 r. godz. 5:36:00 — 5:51:00 UT, otrzymany z pomiarów wykonanych za pomocą polarymetru Polrad na satelicie Interball-2 Zorzowy. Po prawej: zdjęcie zorzy polarnej sfotografowanej w ultrafiolecie z pokładu satelity Polar, otrzymane w tym samym czasie. Położenie maksimum rozkładu ZPK pokrywa się z centrum zorzy polarnej [*Panchenko*, 2003]

fal od 6 km do 375 m. Dziś już wiemy, dzięki obserwacjom przeprowadzonym podczas zanurzeń satelitów Viking i FAST we wnętrzach źródeł ZPK, że promieniowanie to jest generowane na częstotliwości bliskiej częstotliwości cyklotronowej elektronów, $f = eB_G/(2\pi mc)$, gdzie f — częstotliwość cyklotronowa elektronów, e — ładunek elektronu, B_G — natężenie pola magnetycznego w gausach, m — masa elektronu i c — prędkość światła. Opierając się na modelu ziemskiego pola magnetycznego, na przykład dipolowym, można podać wysokości źródeł emisji ZPK na każdej emitowanej częstotliwości. Dla promieniowania pokazanego na rys. 2 wysokości źródeł mieszczą się wzdłuż zorzowych linii sił pola magnetycznego w zakresie od 2000 km do 15 000 km nad Ziemią.

Nowe pomiary polaryzacji ZPK

Polrad pracował również jako spektropolarymetr. Był to pierwszy polarymetr, który zmierzył polaryzację ZPK w trzech prostopadłych płaszczyznach, wyznaczonych przez trzy w przybliżeniu prostopadłe anteny. Poprzednie polarymetry mierzyły polaryzację ZPK tylko w jednej płaszczyźnie wyznaczonej przez dwie prostopadłe anteny. Po co więc ta komplikacja? Problem polega na tym, że nie jest znane *a priori* położenie źródła ZPK względem satelity, a zatem nie wiadomo, pod jakim kątem pada promieniowanie na płaszczyznę polarymetru. Jeśli promieniowanie jest kołowo spolaryzowane, to polarymetr jednopłaszczyznowy zmierzy kołową polaryzację tylko wtedy, kiedy promieniowanie pada prostopadle na płaszczyznę polarymetru (tak jak w radioteleskopach). Pod innym kątem padania zmierzy polaryzację eliptyczną, a w płaszczyźnie anten zmierzy polaryzację liniową. Jeśli polarymetr zmierzy prawoskrętną polaryzację z jednej strony płaszczyzny polarymetru, to po przemieszczeniu źródła na jej drugą stronę polarymetr zmierzy lewoskrętną polaryzację. Zatem pomiary polaryzacji w jednej płaszczyźnie są niejednoznaczne i wymagają dodatkowych spekulacji co do położenia źródła, by móc określić polaryzację, w jakiej rozprzestrzenia się

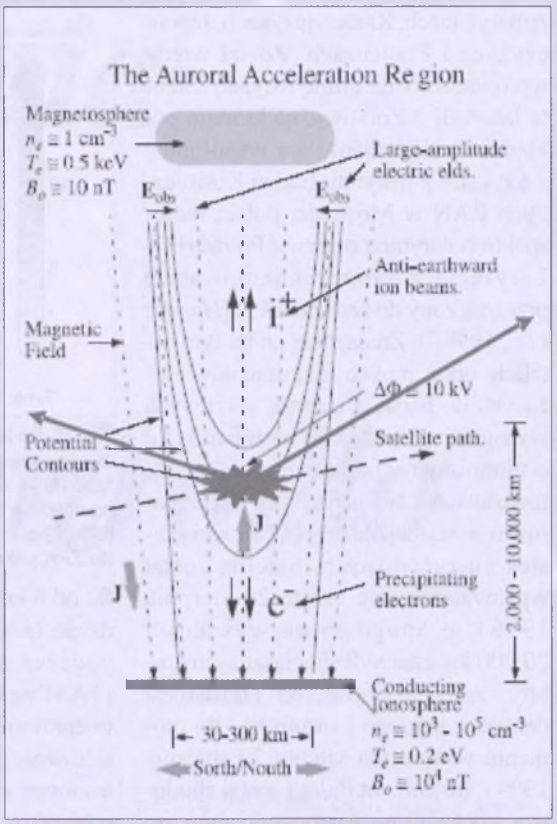


Rys. 2. Typowe widmo zorzowego promieniowania kilometrowego (ZPK) uzyskane w dniu 16 listopada 1997 r. za pomocą radiospektrografu Polrad umieszczonego na satelicie Interball-2. Zmienność promieniowania obejmuje 6 rzędów wielkości od 10^{-19} do 10^{-13} W/(m^{2}Hz). Częstotliwość emisji jest podana w kilohercach (kHz). Wzdłuż osi czasu są podane wysokość satelity w km (ALT), inwariantna szerokość geomagnetyczna w stopniach (InvL) i lokalny czas magnetyczny (MLT) w godzinach (patrz strona kolorowa w.I)

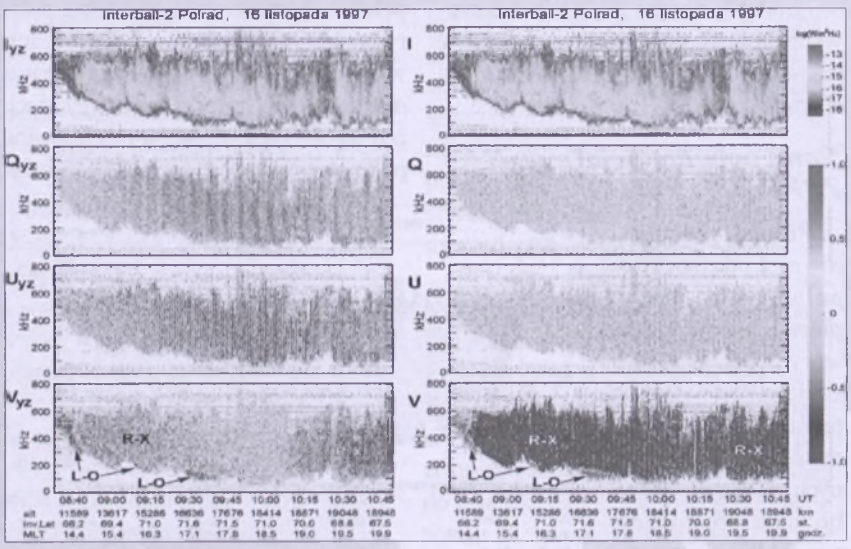
* Zespół naukowo-techniczny eksperymentu Polrad: Jan Hanasz, kierownik projektu (principal investigator) z Centrum Badań Kosmicznych PAN Toruń, Zygmunt Krawczyk z Instytutu Lotnictwa — główny konstruktor instrumentu, Roman Schreiber — współpracownik naukowy (co-investigator) z Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika PAN Toruń, Michaił Mogilewski — koordynator eksperymentów z Instytutu Badań Kosmicznych RAN, Hervé de Feraudy — współpracownik naukowy (co-investigator) z Centrum Badań Otoczenia Ziemi i Planet CNRS, Velizy, Francja.

promieniowanie. Mimo tych trudności dotychczasowe pomiary pozwoliły stwierdzić, że ZPK rozprzestrzenia się głównie w fali nadzwyczajnej prawoskrętnej, z małą domieszką fali zwyczajnej lewoskrętnej.

Metoda pomiaru polaryzacji promieniowania w trzech prostopadłych płaszczyznach pozwala wyznaczyć rzuty rzeczywistej elipsy polaryzacji fali na każdą z trzech prostopadłych płaszczyzn i stąd określić zarówno parametry tej elipsy, jak i jej położenie w przestrzeni trójwymiarowej [*Panchenko, Hanasz i Rucker*, 2008]. Rys. 3 ilustruje działanie zastosowanej metody. Po lewej stronie rysunku są pokazane widma parametrów polaryzacji Stokesa uzyskane za pomocą dwóch anten (YZ) prostopadłych do osi obrotu satelity skierowanej na Słońce (I_{YZ} — natężenie promieniowania, Q_{YZ} — pierwszy parametr polaryzacji liniowej, U_{YZ} — drugi parametr polaryzacji liniowej, V_{YZ} — parametr polaryzacji kołowej). Widać, jak ruch orbitalny satelity względem źródła ZPK zmienia powoli wartość parametru polaryzacji kołowej V_{YZ}. Najpierw parametr ten ma wartość dodatnią (kolor rdzawy), następnie przechodzi w liniową (kolor zielony oznacza 0 polaryzacji kołowej), kiedy źródło znajduje się w płaszczyźnie anten, na koniec obserwujemy zmianę znaku parametru V_{YZ} na ujemny (kolor granatowy), kiedy źródło przechodzi na drugą stronę płaszczyzny polarymetru. Widać wpływ ruchu satelity na pomiar parametrów polaryzacji. Po prawej stronie rysunku są pokazane widma parametrów polaryzacji w płaszczyźnie fali, uzyskane w wyniku pomiarów parametrów Stokesa w trzech prostopadłych płaszczyznach polarymetru (XY, YZ, i ZX). Dominuje polaryzacja prawoskrętna (wartość parametru $V \approx -1$, kolor granatowy) niezależnie od położenia satelity. Wyznaczenie położenia elipsy polaryzacji w przestrzeni trójwymiarowej pozwala na wyznaczenie kierunku źródła (prostopadłego do elipsy polaryzacji), z którego pochodzi promieniowanie, a co za tym idzie, również i modu falowego ZPK. W tym przypadku ujemna wartość parametru V (kolor granatowy) wskazuje na to, że dominującym modem propagacji ZPK jest mod prawoskrętny nadzwyczajny. Na widmie V również chwilami są widoczne małe obszary modu lewoskrętnego zwyczajnego (kolor rdzawy). Pomiary z Interballa/Polrada wykazały, że ZPK jest całkowicie spolaryzowane kołowo i w granicach błędu nie zawiera składnika liniowej polaryzacji.



Rys. 4. Schemat struktury źródła zorzowego promieniowania kilometrowego (ZPK) (obszar najbardziej zaczerniony). Linie ciągłe są konturami jednakowego potencjału. Spadek potencjału może wynosić nawet 10 kV. Poprzeczne pola elektryczne E_{obs} mają duże amplitudy. Linie przerywane oznaczają linie sił pola magnetycznego. Kierunki prądów podłużnych są oznaczone przez J, wiązki przyspieszonych elektronów wysypujących się do jonosfery przez e^-, wiązki jonów przyspieszonych w górę przez i^+ (wg *Erguna i in.*, 2000)



Rys. 3. Widma parametrów Stokesa polaryzacji ZPK uzyskane z pomiarów za pomocą polarymetru Polrad na satelicie Interball-2. *I* — natężenie promieniowania, *Q* — pierwszy parametr polaryzacji liniowej, *U* — drugi parametr polaryzacji liniowej, *V* — parametr polaryzacji kołowej. Wskaźnik *YZ* po lewej stronie oznacza, że pomiary były przeprowadzone za pomocą dwóch anten (YZ) prostopadłych do osi obrotu satelity skierowanej na Słońce (lewa strona rysunku). Widać, jak ruch orbitalny satelity względem źródła ZPK zmienia powoli wartość parametru polaryzacji kołowej V_{YZ}. Po prawej stronie są pokazane widma parametrów polaryzacji Stokesa uzyskane w płaszczyźnie fali. Dominuje polaryzacja prawoskrętna (wartość parametru $V \approx -1$, kolor granatowy) niezależnie od położenia satelity, co odpowiada rozprzestrzenianiu się fali nadzwyczajnej prawoskrętnej (patrz strona kolorowa w.I)

Koherencja — maser elektronowo-cyklotronowy

Jak wcześniej zauważyliśmy, obserwacje wskazują, że mechanizm generacji ZPK jest koherentny. Klasyczna teoria promieniowania mówi, że wirujący w polu magnetycznym elektron wypromieniowuje falę elektromagnetyczną prawoskrętnie spolaryzowaną na częstotliwości cyklotronowej ($f_{ce} = eB_G/(2\pi mc)$. Jeśli koncentracja elektronów w plazmie jest duża, to na skutek licznych zderzeń każdy elektron wiruje niezależnie od sąsiada, a więc niekoherentnie. Jeśli liczba elektronów w źródle jest M i każdy elektron wypromieniuje falę o mocy $P = E \times H$, to sumaryczna moc wypromieniowana z takiego niekoherentnego źródła wyniesie MP. Jeśli zaś koncentracja elektronów w źródle jest mała, tak mała,

że częstotliwość plazmowa

$$f_{pe} = (e^2N/\pi m)^{1/2} << f_{ce}$$

(gdzie N — koncentracja elektronów), to elektrony mają dość czasu między zderzeniami, by uzgodnić między sobą fazy. Ten zgodny ruch wirowy elektronów w polu magnetycznym powoduje, że całe źródło oscyluje koherentnie, bo sumują się amplitudy pola elektrycznego i magnetycznego fal, a moc wypromieniowana $(\Sigma E)\times(\Sigma H) = M^2P$ jest wtedy M-krotnie większa, niż moc wypromieniowana z niekoherentnego źródła. Ten niezwykle wydajny proces przemiany energii kinetycznej elektronów w energię fal elektromagnetycznych nosi nazwę masera elektronowo-cyklotronowego i został zaproponowany przez *Wu i Lee* w 1979 r. dla wyjaśnienia intensywnego promieniowania ZPK.

Warunki w źródle ZPK

Czy w źródłach ZPK warunek, by częstotliwość plazmowa była znacznie niższa niż częstotliwość cyklotronowa elektronów, $f_{pe} << f_{ce}$, jest spełniony? Obserwacje z Vikinga i FAST-a wskazują, że tak. Satelity te od czasu do czasu zanurzały się w źródłach ZPK i mierzyły wewnątrz nich koncentrację elektronów, pola elektryczne i magnetyczne i ich drgania wzdłuż i w poprzek linii sił pola magnetycznego, a także widma energetyczne strumieni elektronów i jonów. Obserwacje te pokazały, że obszar źródła ZPK jest wnęką plazmową o szerokości kilkudziesięciu kilometrów, zawierającą bardzo rozrzedzoną gorącą plazmę, z której pod wpływem skierowanego w górę silnego pola elektrycznego, około 100 mV/m, została wymieciona zimna plazma do tego stopnia, że warunek $f_{pe} << f_{ce}$ jest spełniony. To silne pole elektryczne przyspiesza elektrony i jony do energii od 1 do 10 keV (rys. 4), elektrony w kierunku Ziemi (e^-), a jony (i^+) w górę, od Ziemi. Sprawcą rozsunięcia ładunków jest silny prąd płynący w górę wzdłuż linii sił pola magnetycznego (na rys. 4 strzałka J skierowana w górę), zaindukowany przez wcześniej wzmiankowaną „elektrownię wiatrową".

Jak powstaje ZPK?

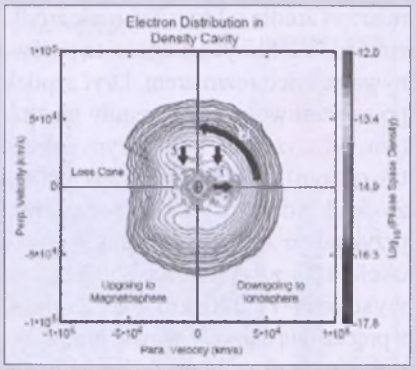
Kiedy przyspieszony elektron zbliża się do Ziemi, wiruje w coraz silniejszym polu magnetycznym po spirali, której zwoje się zagęszczają, co powoduje, że składnik prędkości prostopadły do pola magnetycznego znacznie przewyższa składnik prędkości równoległy do niego ($v_\perp >> v_\parallel$).

Elektron ten emituje falę elektromagnetyczną na przesuniętej relatywistycznie częstotliwości cyklotronowej elektronów (częstotliwości wirowania elektronów w polu magnetycznym):

$$\omega - k_\parallel v_\parallel = \omega_{ce}(1 - v^2/c^2)^{1/2}.$$

W tym wzorze ω jest kątową częstotliwością emitowanej fali, ω_{ce} jest kątową częstotliwością cyklotronową elektronu w spoczynku, v jest prędkością rezonansową elektronu o składowych $v_\parallel$ i $v_\perp$, równoległej i prostopadłej do otaczającego pola magnetycznego, $k_\parallel = 2\pi/\lambda$ liczbą falową.

Obszar zorzowy jest prawie bez przerwy bombardowany przez przyspieszone elektrony. Łącznikiem między nimi są fale elektromagnetyczne. Te elektrony, których energia jest większa, przekazują za pomocą fal jej nadmiar tym, których energia jest mniejsza. W ten sposób energia elektronów w wiązce nie tylko się wyrównuje, ale także ich ruch wirowy staje się zgodny w fazie — wiązka staje się koherentnym źródłem promieniowania elektromagnetycznego. Elektrony tracą energię kinetyczną na rzecz emitowanych fal, zatem potrzebny im jest dopływ nowej energii. Rolę „dopełniacza" spełniają obecne w obszarze zorzowym silne pola elektryczne (~ 100 mV/m) skierowane w górę, które uzupełniają utraconą na promieniowanie elektromagnetyczne energię elektronów pędzących po gęstniejącej spirali w dół, wzdłuż rosnącego pola magnetycznego. Przyspieszanie elektronów w kierunku rosnącego pola magnetycznego wytwarza specyficzny rozkład prędkości elektronów o kształcie podkowy (rys. 5). Pomiary energii elektronów wewnątrz źródeł ZPK wskazują na to, że źródłem energii fal jest właśnie podkowiasty rozkład prędkości elektronów [*Ergun i in.*, 2000]. Rys. 5 pokazuje przykład takiego rozkładu prędkości i jego ewolucję ($v_\parallel$, $v_\perp$). Najpierw elektrony ulegają przyspieszeniu w polu elektrycznym wzdłuż pola magnetycznego (strzałka pozioma w prawo), następnie na skutek ruchu elektronów ku Ziemi w coraz silniejszym polu magnetycznym składnik prostopadły ($v_\perp$) prędkości rośnie (strzałka łukowata) kosztem składnika poziomego. Na koniec



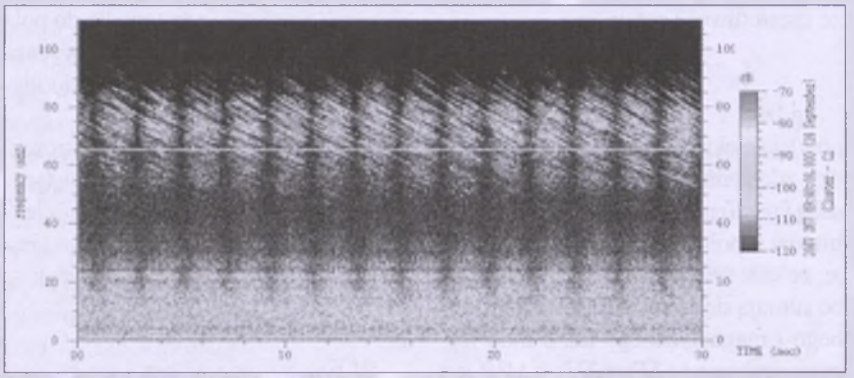
Rys. 5. Przykład podkowiastego rozkładu prędkości i jego ewolucja (poziomo — prędkości równoległe do pola magnetycznego, pionowo — prędkości prostopadłe do pola magnetycznego). Rozkład ten powstaje na skutek przyspieszania elektronów w polu elektrycznym wzdłuż pola magnetycznego (strzałka pozioma w prawo), następnie na skutek ruchu elektronów w coraz silniejszym polu magnetycznym składnik prostopadły (perp. velocity) prędkości rośnie (strzałka łukowata) kosztem składnika poziomego. Na koniec składnik prostopadły traci energię na rzecz wzmacnianych fal elektromagnetycznych (strzałki pionowe w dół) (patrz strona kolorowa w.I)

składnik prostopadły traci energię na rzecz wzmacnianych fal elektromagnetycznych (strzałki pionowe w dół). Teoria masera cyklotronowego wyjaśnia najważniejsze cechy ZPK: to, że jest ono emitowane koherentnie w pobliżu lokalnej częstotliwości cyklotronowej elektronów f_{ce}, że jest ono kołowo prawoskrętnie spolaryzowane w modzie nadzwyczajnym, i to, że ma ogromną moc emitowanego promieniowania odpowiadającą bardzo wysokiej temperaturze promieniowania od 10^{14} do 10^{20} K.

Subtelna struktura ZPK

Obserwacje prowadzone w ostatnich latach z dużą zdolnością rozdzielczą w czasie i częstotliwości z satelitów Polar, Interball i Cluster ukazały całe bogactwo struktur widmowych ZPK. W większości są to wąskopasmowe struktury, dryfujące po widmie częstotliwości wolniej lub szybciej, w górę i w dół, trwające czasami po kilka minut. Niewiele o nich wiemy. Skoncentrujmy się więc tylko na jednym, lepiej zbadanym rodzaju subtelnej struktury ZPK, tzw. „dryfujących szpilkach", w literaturze znanych jako „stria bursts" [*Mutel*, 2006]. Przykład ich widma dynamicznego uzyskanego z satelity Cluster jest pokazany na rys. 6. Pasmo pojedynczej szpilki jest niezwykle wąskie. Jego szerokość zmierzona na poziomie połowy maksymalnej mocy wynosi około 20 Hz, co odpowiada pionowemu roz-

miarowi źródła < 1 km. Tak małe źródła emitują fale, których długości są porównywalne z ich rozmiarem. Dryf szpilek po częstotliwości jest z reguły ujemny (tzn. od wyższych ku niższym częstotliwościom) i jest spowodowany ruchem źródełek z dołu do góry. W pokazanym przykładzie źródełka dryfują w czasie około 10 s z wysokości 8500 km na wysokość 11 000 km nad Ziemią, z prędkością około 250 km/s. Inne spektrogramy wykazują dryfy źródeł w zakresie od 50 do 350 km/s. W tych małych źródełkach w ciągu 10 s maser elektronowo-cyklotronowy bardzo efektywnie przemienia energię kinetyczną elektronów w energię elektromagnetyczną fal ZPK.



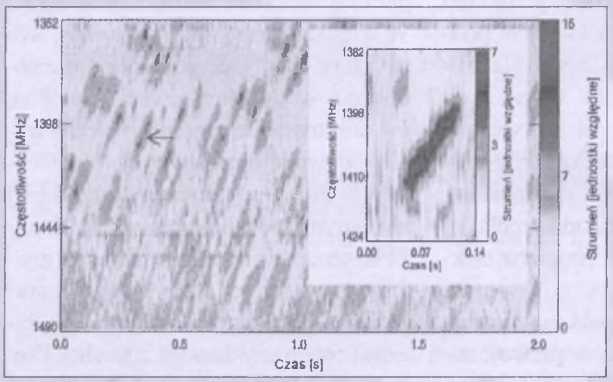
Rys. 6. Widmo dynamiczne dryfujących wybuchów ZPK, tzw. „stria", obserwowane z satelity SC2 Cluster 24 września 2007 r. o godz. 9.48.00 UT (Dzięki uprzejmości Jolene Pickett z Uniwersytetu Iowa)

Solitarne dziury jonowe?

Czym mogą być źródełka, w których koncentruje się duża energia? Niedawno *Mutel* [2006] skojarzył je z solitarnymi (solitonopodobnymi) dziurami jonowymi obserwowanymi z satelity FAST. W obszarze zorzowym FAST przenikał przez bardzo małe solitarne struktury silnego ujemnego pola elektrycznego o amplitudzie nawet do 400 mV/m i rozmiarach około 3 km, poruszających się w górę z prędkościami 200 do 400 km/s. Struktury solitarne, znane również jako dziury jonowe, są drobnoskalowymi (~ 1 km) obszarami o negatywnym potencjale elektrycznym. Są one widoczne w satelitarnych danych pola elektrycznego jako bipolarne struktury równoległego pola elektrycznego o amplitudach od 10 do 500 mV/m i skalach czasowych 3 do 10 ms. Zarówno ich rozmiary, jak i prędkości są podobne do rozmiarów i prędkości źródełek generujących „stria". W takich strukturach elektrony doznają silnego przyspieszenia. *Mutel* sugeruje, że poruszające się w górę solitarne dziury jonowe mogą wytwarzać wąskopasmowe szpilki ZPK. Obserwacje z Clustera i FAST-a wskazywałyby więc na to, że maser elektronowo-cyklotronowy może znaleźć dogodne warunki do generacji ZPK w solitarnych dziurach jonowych. Trzeba to udokumentować za pomocą symulacji numerycznych i bezpośrednich obserwacji. Zorzowy obszar źródła ZPK może składać się w istocie z licznych małych, ale bardzo wydajnych źródełek ZPK.

Maser elektronowo-cyklotronowy w astrofizyce

Tylko w otoczeniu Ziemi są możliwe do przeprowadzenia bezpośrednie pomiary *in situ* plazmy, cząstek i fal bezpośrednio we wnętrzu źródeł ZPK, potrzebne do określenia warunków, w jakich może działać mechanizm elektronowego masera cyklotronowego. Takich możliwości nie mają astronomowie, którzy wnioskują o warunkach panujących w źródłach promieniowania tylko na podstawie widma fal elektromagnetycznych. Dzięki obserwacjom w otoczeniu Ziemi maser elektronowo-cyklotronowy został względnie dobrze udokumentowany jako mechanizm generacji ZPK. Obserwacje wąskopasmowych i krótkotrwałych wybuchów promieniowania radiowego Jowisza i Saturna potwierdziły, że mechanizm ten działa również i w magnetosferach innych planet posiadających pole magnetyczne, również w magnetosferach Neptuna i Urana. Można więc przypuszczać, że maser elektronowo-cyklotronowy działa wszędzie tam, gdzie występuje dostatecznie silne pole magnetyczne. Najbliższym kandydatem jest Słońce. Potem przyjrzymy się też gwiazdom rozbłyskowym.

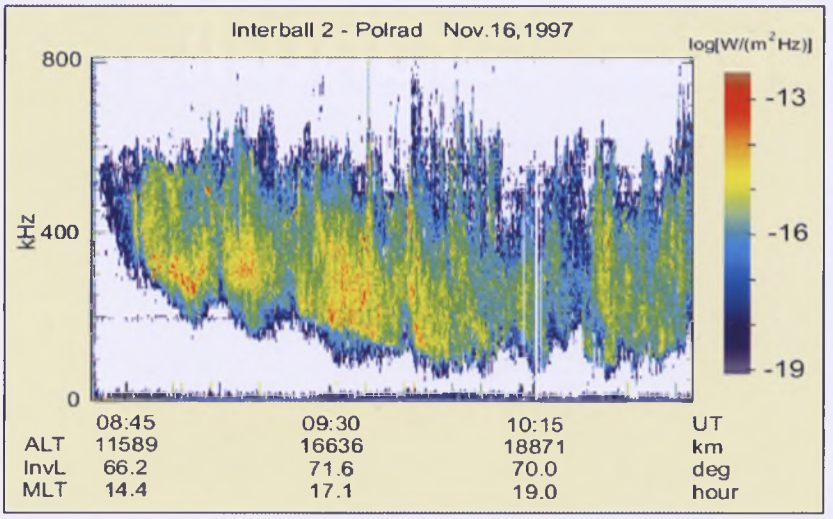


Rys. 7. Widmo dynamiczne szpilek radiowych obserwowanych w koronie słonecznej 30 października 2001 r. za pomocą 15-m radioteleskopu UMK w Piwnicach. Początek obserwacji godz. 12:20:27 UT. Natężenie promieniowania pokazano w jednostkach względnych. Szpilkę oznaczoną strzałką pokazano we wkładce (*Dąbrowski*, teza doktorska 2006) (patrz strona kolorowa w.I)

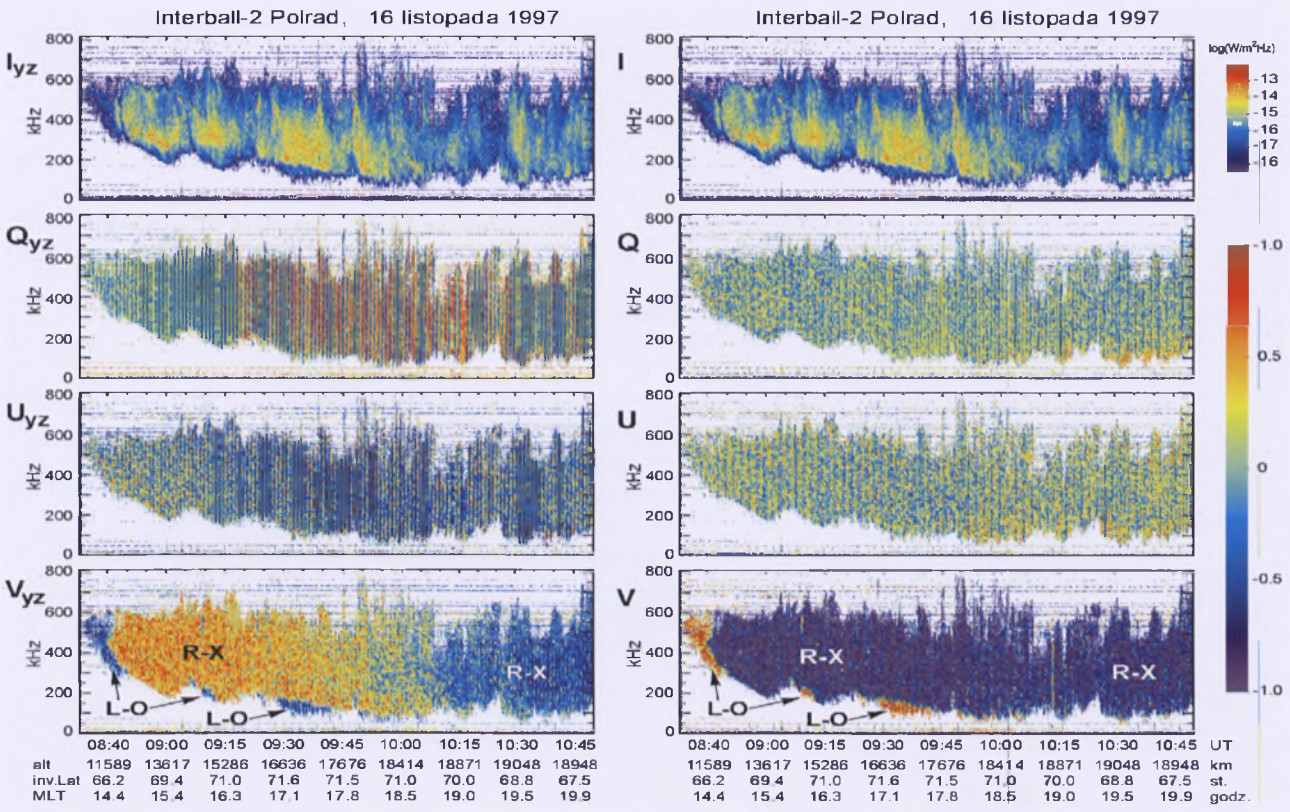
Tematem pracy doktorskiej *Bartosza Dąbrowskiego* obronionej na UMK w roku 2006 były „Krótkoczasowe zjawiska radiowej aktywności Słońca". Praca dotyczyła szpilek radiowych (ang. *spikes*), znanych od lat 60. ubiegłego wieku. Ale obserwacje Dąbrowskiego wykonane 15-metrowym radioteleskopem w Piwnicach charakteryzowały się niespotykaną dotąd rozdzielczością w czasie 78 mikrosekund i dużą rozdzielczością w częstotliwości (rys. 7). W pracy znajdujemy liczne przykłady dryfujących po częstotliwości szpilek słonecznego promieniowania radiowego w zakresie obserwacji od 1352 do 1490 MHz. Uderza podobieństwo struktur widmowych dryfujących w koronie słonecznej i w magnetosferze ziemskiej (por. z rys. 6). W obu przypadkach szpilki wędrują od wyższych ku niższym częstotliwościom, co odpowiada unoszeniu się źródeł z dołu do góry. W obu przypadkach promieniowanie jest na ogół spolaryzowane prawoskrętnie w modzie nadzwyczajnym [szpilki słoneczne: *Güdel i Zlobec*, 1991], w obu przypadkach moc promieniowania jest bardzo duża i w obu przypadkach krótkie czasy trwania i wąskopasmowy charakter szpilek wskazują na małe rozmiary ich źródeł. Zatem można wnioskować, że również i wewnątrz korony słonecznej działa maser elektronowo-cyklotrono-

Ziemia jako radioźródło

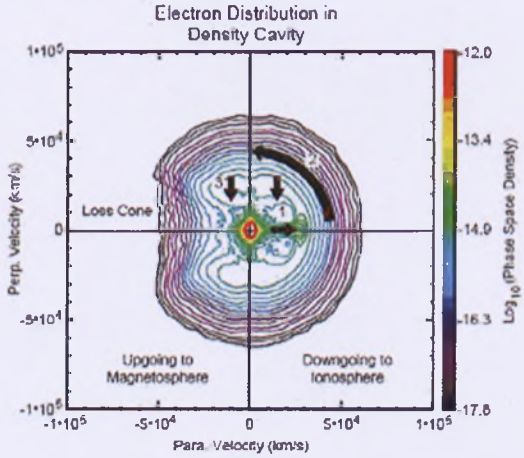
Ilustracje do tekstu Jana Hanasza na s. 116—121



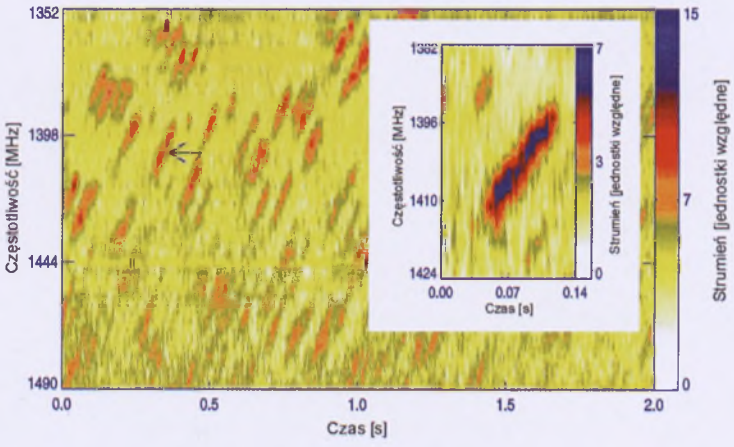
Rys. 2. (Opis na s. 117)



Rys. 3. (Opis na s. 118)



Rys. 5. (Opis na s. 119)



Rys. 7. (Opis na s. 120)

Serce Tarantuli

Źródło: ESA, NASA, ESO, Danny LaCrue

ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT
MIĘDZYNARODOWY ROK ASTRONOMII 2009
Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Przewodniczący Jury prof. Andrzej Woszczyk otwiera obrady OMSA. Widoczny w tle teleskop jest główną nagrodą ufundowaną przez PTA. Fot. Gerard Szukay

Uczestnicy OMSA. Na pierwszym planie, od lewej mgr Adam Szewczuk, dyrektor Zespołu Szkół Technicznych, gdzie mieści się planetarium, mgr Małgorzata Śróbka-Kubiak, wieloletni kierownik planetarium i organizator OMSA oraz mgr Sebastian Soberski, obecny kierownik Planetarium i Obserwatorium w Grudziądzu. Fot. G. Szukay

Laureaci XXV OMSA, zdobywcy II miejsca: Małgorzata Bańka ze Staszowa, Paweł Biernacki z Wrocławia, Rafał Sarniak z Torunia i Jakub Zaborowski ze Szczecina. Fot. Mateusz Wiśniewski

Uczestnicy Seminarium i jego Jury. Fot. Gerard Szukay

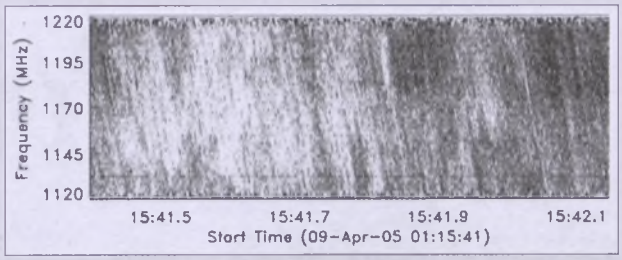
XXV Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne
im. Profesora Roberta Głębockiego
Grudziądz 26-28 .03. 2009

wy, co sugerował Dulk już w roku 1985. Dryf źródeł w koronie oszacowany z dryfu po częstotliwości wynosi dla przypadku z rys. 7 2,3 $\times 10^4$ km/s.

Można przypuszczać, że maser elektronowo-cyklotronowy może generować emisję radiową w każdym obiekcie astrofizycznym, w którym spełnione są dwa warunki: 1 — elektrony energetyczne wysypują się do obszaru o rosnącym polu magnetycznym (butelki magnetycznej) i 2 — gęstość plazmy jest bardzo mała, co oznacza, że stosunek częstotliwości plazmowej do cyklotronowej, f_{pe}/f_{ce} jest dostatecznie mały.

Wśród obiektów astrofizycznych, które mogą być kandydatami na masera elektronowo-cyklotronowego, na szczególną uwagę zasługują gwiazdy rozbłyskowe (ang. *flare stars*), ponieważ charakteryzują się nagłymi i silnymi wybuchami emisji radiowej. Faza wzrostu tych wybuchów jest bardzo krótka, co oznacza, iż źródła mają bardzo małe rozmiary (oszacowany rozmiar = prędkość światła razy czas wzrostu). Należą do nich czerwone karły typu M, nazywane także gwiazdami zmiennymi UV Ceti. Charakteryzują się one niezwykle silnymi rozbłyskami podobnymi do rozbłysków słonecznych. Wybuchy te są wynikiem przyspieszania cząstek w aktywnych magnetycznie obszarach korony gwiazdowej. Najbliższa z nich AD Leonis (4,9 parseków) — gwiazda karłowata późnego typu dM3e — była obserwowana z dużą zdolnością rozdzielczą zarówno w czasie, jak i częstotliwości za pomocą 300-m radioteleskopu w Arecibo przez *Osten i Bastiana* [2008]. Podczas jednego z wybuchów zarejestrowali oni subtelną strukturę widmową o 100% polaryzacji kołowej, pokazaną na rys. 8, przypominającą dryfujące szpilki obserwowane w magnetosferze ziemskiej i w koronie słonecznej. Dryf szpilek ku niższym częstotliwościom oznacza, że źródła unoszą się w koronie gwiazdowej w górę, z prędkością 6×10^4 km/s. Ich rozmiary oszacowane z czasu trwania szpilek 2 ms są < 600 km, a temperatura promieniowania $T_B > 10^{14}$ K. Zatem obserwacje wskazują na to, że wybuchowe promieniowanie radiowe gwiazdy AD Leonis jest produkowane przez koherentny mechanizm elektronowego masera cyklotronowego.

Subtelna struktura widm wybuchowego promieniowania radiowego innych gwiazd późnych typów nie jest jak dotąd znana. Ale ich wybuchy są znacznie silniejsze, niż się spodziewano. Można więc przypuszczać, że wybuchy emisji radiowej tych gwiazd są generowane tak jak w AD Leonis, przez ten sam mechanizm masera cyklotronowego, a zatem mogą mieć podobną subtelną strukturę widma dynamicznego. By to stwierdzić, potrzebny jest czas obserwacyjny na dużych radioteleskopach.



Rys. 8. Subtelna struktura widma dynamicznego gwiazdy AD Leonis podczas wybuchu emisji radiowej w dniu 9 kwietnia 2005 r. godz. 01.15.41,5 UT, zaobserwowana za pomocą 300-m radioteleskopu Arecibo w zakresie fal od 1120 do 1220 MHz. Widmo obejmuje interwał czasu 0,75 s, rozdzielczość czasowa 1 ms. Zauważmy szybko dryfujące struktury „stria" (*Osten i Bastian*, 2008) (patrz strona kolorowa w.I)

Emisja radiowa planet spoza układu słonecznego

Silne promieniowanie radiowe planet Układu Słonecznego spowodowane koherentną emisją masera cyklotronowego stwarza nadzieję na znalezienie radiowo aktywnych planet poza nim. Na początek poszukiwania będą się koncentrowały wokół planet olbrzymich podobnych do Jowisza, zapewne posiadających silne pole magnetyczne. Takie planety mogą emitować intensywne promieniowanie radiowe w zakresie częstotliwości do kilkudziesięciu megaherców. Dotychczasowe próby odkrycia promieniowania radiowego planet pozasłonecznych pokazały jedynie, że nawet największe instrumenty istniejące obecnie na świecie nie mają czułości wystarczającej dla tego rodzaju poszukiwań. Choć według niektórych oszacowań (np. *Griessmeier, Zarka, Spreeuw*, 2007) promieniowanie radiowe planet pozasłonecznych powinno dać się zaobserwować za pomocą będącego w budowie radiointerferometru LOFAR (Low Frequency Array).

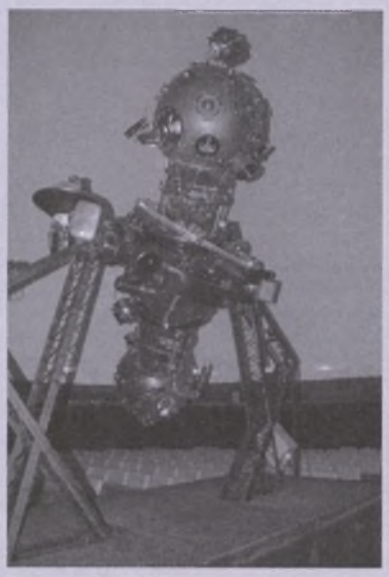
Podsumowanie

Dzięki lokalnym pomiarom plazmy i cząstek energetycznych (*in situ*) podczas przecinania przez satelitę wnętrza ziemskich źródeł ZPK, został względnie dobrze zbadany niezwykle wydajny mechanizm elektronowego masera cyklotronowego, który generuje promieniowanie radiowe ZPK i zostały względnie dobrze określone warunki, w których może on działać. Unikalne obserwacje polaryzacji ZPK przeprowadzone za pomocą polarymetru Polrad pozwoliły na wyznaczenie polaryzacji Stokesa ZPK w przestrzeni trójwymiarowej. Wynika z nich, że jest ona całkowicie kołowa, co zgadza się z teorią masera elektronowo-cyklotronowego. Obserwacje fal radiowych innych planet, korony słonecznej i wybuchowego promieniowania gwiazd wskazują na to, że mechanizm ten występuje również w innych obiektach astrofizycznych i dobrze tłumaczy wysokie temperatury promieniowania obserwowanych obiektów astrofizycznych. Koherentny mechanizm masera elektronowo-cyklotronowego jest najwydajniejszym znanym procesem generacji promieniowania radiowego, za pomocą którego można wytłumaczyć temperatury promieniowania $T_B > 10^{14}$ do 10^{20} K. Subtelna struktura szpilek radiowych dryfujących ku niskim częstotliwościom (tzw. „stria"), wykryta najpierw w zorzowym promieniowaniu kilometrowym Ziemi, potem w koronie słonecznej, a ostatnio również i w koronie gwiazdy rozbłyskowej późnego typu AD Leonis wskazuje na to, że mechanizm elektronowo-cyklotronowego masera może znaleźć szerokie zastosowanie również w obiektach astrofizycznych, w których temperatury promieniowania są ekstremalnie wysokie.

Profesor Jan Hanasz jest jednym z pionierów polskich badań kosmicznych, specjalistą fizyki kosmicznej, współtwórcą aparatury dla satelity „Kopernik 500" w 1973 r. i instrumentu Polrad dla satelity Interball-2 wprowadzonego na orbitę w 1996 r. Przez kilka dziesięcioleci pracował w CAMK-u, a obecnie pracuje w Centrum Badań Kosmicznych PAN

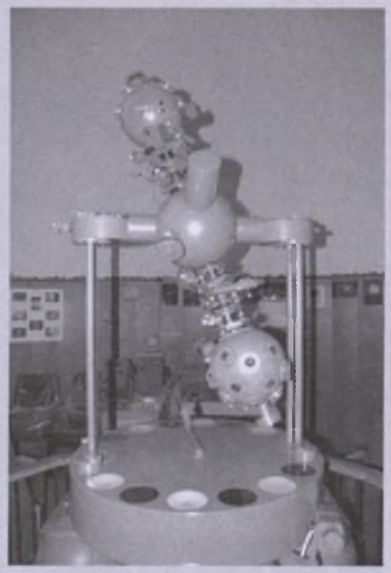
Radosław Pior

Podbój polskich planetariów



Planetarium UPP 23/2p w Chorzowie

Planetarium Digistar w Częstochowie



Planetarium ZKP 2 w Komorowie

Połączyła nas astronomia. W połowie lat 90. spotkaliśmy się we Fromborku na organizowanych przez Pana Andrzeja Pilskiego „Wakacjach w Planetarium", opisanych przez organizatora w numerze 6/2008 „Uranii–PA" i uczestnika w 2/2009. Jako grupa przyjaciół widujemy się regularnie od kilkunastu lat. Przy okazji różnych astronomicznych obserwacji i seminariów oraz innych, często zupełnie zwyczajnych spraw. Jako zgrana grupa miewamy różne pomysły. Jednym z nich jest idea zwiedzenia wszystkich planetariów w kraju.

„Podbój Polskich Planetariów" to projekt celowy. O turystycznym zwiedzaniu planetariów myśleliśmy długo. W pewien jesienny wieczór w roku 2007 postanowiliśmy pomysł ten zacząć realizować. Rozpoczynając nasz „Podbój", myśleliśmy po prostu o odwiedzeniu „gwiezdnych kin". Każdy z uczestników miał swoje doświadczenia z co najmniej kilkoma polskimi planetariami, ale nikt z nas nie traktował ich jako celu podróży. W miarę kolejnych etapów projektu nasza wiedza o planetariach zwiększa się, a my sami stajemy się bogatsi o coraz to nowe wrażenia. Wraz z rozpoczęciem roku 2009 nasz „Podbój" został wpisany na listę ogólnopolskich imprez w ramach Międzynarodowego Roku Astronomii. Niniejszym artykułem chcemy podzielić się z czytelnikami „Uranii–PA" wszystkimi naszymi spostrzeżeniami oraz zachęcić do własnej eksploatacji mapy Polski z uwzględnieniem tych specjalistycznych miejsc popularyzacji astronomii.

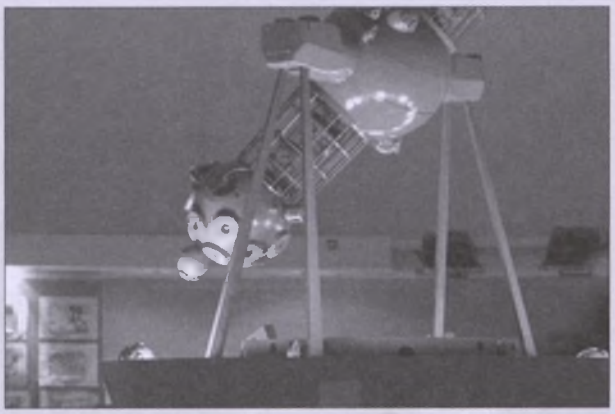
Planetarium w Olsztynie było pierwszym przystankiem „Podboju". Obiekt zastaliśmy wyremontowany i odświeżony. Przydało się to instytucji po 35 latach istnienia. Walory popularnonaukowe olsztyńskiego planetarium pozostają od ćwierćwiecza na wysokim poziomie. W hallu planetarium zwiedzić można wystawę poświęconą historii podboju Kosmosu. Jest tutaj model radzieckiego sputnika, księżycowy kamień, a bardziej uważni dostrzegą flagę Polski, którą ekipa Apollo 11 miała ze sobą w czasie historycznego lotu. Aparatura centralna, zwana tradycyjnie Planetarium Lotów Kosmicznych (Spacemaster RFP) firmy Zeiss z Jeny, ukryta pod 15-metrową kopułą, pozwala na poznawanie Wszechświata z wygodnego fotela. Bardzo dobre nagłośnienie oraz przemyślane efekty wizualne prezentowane za pomocą rzutników przezroczy i projektora multimedialnego dodają niewątpliwego uroku seansom dla każdej grupy wiekowej.

Identyczna jak w Olsztynie aparatura centralna znajduje się w planetarium w Toruniu. Tutaj jednak popopularnonaukowy seans pod kopułą jest jeszcze bardziej multimedialny. Duża liczba ruchomych projekcji oraz przezrocza rzutowane na całą kopułę (tzw. All-Sky) i zmienne panoramy ponad widownią potrafią zachwycić gości. W czasie se-

ansu są prezentowane podstawy astronomii, ale główny nacisk położono na przemawianie ruchomym obrazem do wyobraźni. Widzowie są zachwyceni. Niezmiernie atrakcyjnym dodatkiem do seansu w planetarium jest interaktywna sala Orbitarium, w której w sposób doświadczalny poznajemy szczegóły misji kosmicznej Cassini: sondy, która badała Saturna. Z bliska możemy zobaczyć kosmiczny pojazd oraz zjawiska fizyczne typowe dla wielkich planet Układu Słonecznego: mamy więc odważniki, które pokazują różnicę wagi w zależności od planety, mamy lampy wyładowcze, które prezentują wyładowania atmosferyczne, jest także wielka kula, wewnątrz której formują się chmury w atmosferze Saturna.

Dynamiczny charakter prezentacji nieba, który przed 15 laty zapoczątkowali pracownicy toruńskiej placówki, ma naturalny wpływ na pozostałe planetaria w Polsce. Najstarsze i największe polskie „gwiezdne kino" w Chorzowie znane było z tradycyjnych seansów (wg danych z 1975: 25% czasu seansu stanowi pokaz możliwości projekcyjnych, 25% wprowadzenie do tematu seansu astronomicznego, a pozostałe 50% jego szczegółowe omówienie). W ostatnich latach formuła ta nieco się zmieniła — właśnie w kierunku spektaklu multimedialnego. Wielką przyjemnością była dla nas możliwość uczestnictwa w nowoczesnym seansie z wykorzystaniem wszelkich form komunikacji wizualnej i doskonałych efektów akustycznych. Prezentacja na wiele zmysłów jest tym bardziej efektowna, że w chorzowskim audytorium zasiąść może w jednym momencie 400 osób, kopuła jest ogromna: ma 23 m, a aparatura stojąca na środku sali waży ponad 2 t i nawet w stanie wyłączonym stanowi obiekt zainteresowania widzów.

W Szczecinie, Gdyni (Skwer Kościuszki) i Gdyni (Oksywie) znajdują się planetaria szkół morskich. Powołano je do istnienia w latach 70. Obiekty te z założenia służyć mają słuchaczom wykładów astronawigacji i taki jest ich podstawowy cel. We wszystkich tych „morskich instytucjach" zainstalowano Małe Planetaria Zeissa 1. generacji (ZKP 1). Planetarium w Akademii Morskiej w Szczecinie niestety nie wyświetla żadnych seansów poza krótkimi pokazami w trakcie dni otwartych uczelni. Odnowione planetarium Akademii Morskiej w Gdyni znajduje się na Skwerze Kościuszki — w centralnym miejscu miasta. Turyści podziwiać mogą tutaj niebo prezentowane w marynistycznej konwencji w trakcie seansu na żywo. Poza gwiazdami nie ma dodatkowych atrakcji wizualnych, ale atmosfera pod sztucznym niebem nad Zatoką Gdańską jest doskonała. Więcej atrakcji — zarówno tych astronomicznych, jak i związanych z astronawigacją — dane nam było przeżyć w pilnie strzeżonym, ale za to doskonale utrzymanym „gwiezdnym kinie". Planetarium Akademii Marynarki Wojennej położone jest na terenie dzielnicy Gdynia-Oksywie. Stanowi laboratorium astronawigacji i właśnie tej nauce poświęcono ściany i sufit sali wykładowej (są wielkie mapy nieba oraz fotografie przyrządów nawigacyjnych). Ukryta pod betonową kopułą sala planetarium jest doskonałym miejscem na przeżycie niezwykłej przygody: sala jest dobrze nagłośniona, a rzutniki przezroczy dodają jej jeszcze naukowego charakteru. Żądni nawigacyjnej praktyki z powodzeniem mierzyliśmy (za pomocą prawdziwego sekstantu) kątową wysokość ustawionych na horyzoncie modeli latarni morskich.

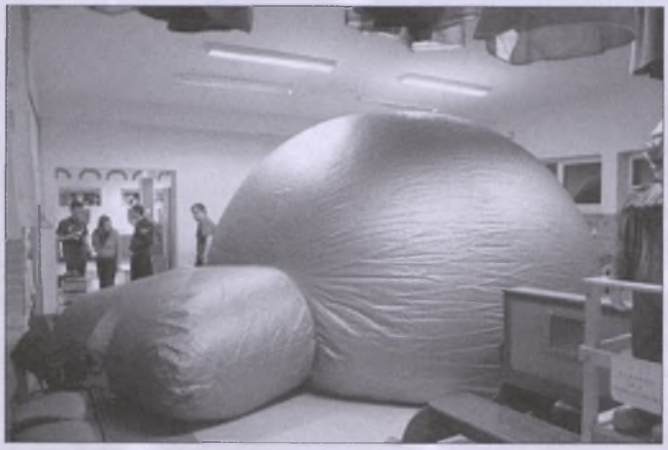

Planetarium Spacemaster RFP w Olsztynie

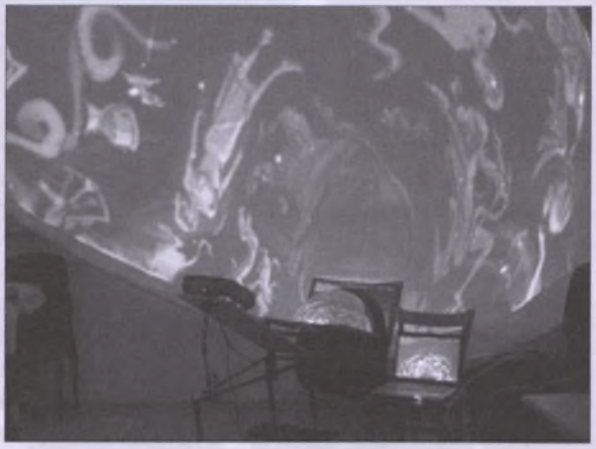
W warszawskim Pałacu Kultury i Nauki, w Muzeum Techniki, znajduje się lekka kopuła, która kryje aparaturę i niewielkie audytorium. Seanse prowadzone są, podobnie jak w Gdyni, na żywo, a dotyczą przede wszystkim podstawowych znaków na niebie i aktualnych zjawisk astronomicznych. Brak nowoczesnych planetariów w wielkich miastach jest poważnym problemem popularyzatorów astronomii. W Warszawie mówi się ostatnio o otwarciu nowoczesnego planetarium w ramach Centrum Nauki „Kopernik" (wg oficjalnego serwisu Centrum, planetarium ma być otwarte w 2. połowie 2010 roku). Cały czas jednak wysłużona aparatura ZKP 1 stojąca wewnątrz monstrualnego gmachu PKiN jest jedynym miejscem, gdzie można podziwiać piękno stołecznego nieba.

Kolejne planetarium ZKP 1 czeka na otwarcie! Najpewniej wiosną tego roku na terenie Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego w Niepołomicach w Małopolsce zostanie otwarte nowe planetarium. Jego „sercem" będzie aparatura ZKP 1. Z niecierpliwością czekamy na pierwszy seans...

Małe Planetaria Zeissa 2. generacji (ZKP 2) można zobaczyć w Grudziądzu, Fromborku oraz Komorowie k/Ostrowi Mazowieckiej. Planetarium w Grudziądzu istnieje od 1972 r. i pełni rolę instytucji edukacyjnej, działając w Zespole Szkół Technicznych. Działa prężnie, wyświetlając seanse dla uczniów wszystkich typów szkół, możliwe są także seanse na życzenie dla grup zorganizowanych. Niewielka 6-metrowa kopuła kryje tajemnicę kameralności małego planetarium. Małe audytorium, bardzo dobra jakość aparatury i gwiazd, dodatkowe rzutniki zjawisk niebieskich i slajdów pozwalają na przeżycie wrażeń znanych z dużych planetariów w wersji kompaktowej. Prezentowane w Grudziądzu seanse z powodzeniem przeprowadzają widza przez tysiące lat rozwoju nauk związanych z niebem. Nie inaczej jest we Fromborku. Planetarium stanowi niemal obowiązkowy element każdej wycieczki do tego miasteczka związanego z Mikołajem Kopernikiem. W związku z różnorodnością widowni seanse są stosunkowo krótkie (30—40 min), skupione na jednym temacie. Dobór prezentowanych elementów Kosmosu jest znakomity: podstawowa wędrówka po gwiazdozbiorach wzbogacana jest rzutowaniem Słońca na tło Zodiaku, a upadki meteorytów zwykle poprzedza widok przelatującej komety. Wszystko rozświetlają barwne slajdy, a czasem także projektor multimedialny.

Zarząd Topograficzny Sztabu Generalnego WP także ma swoje planetarium. Na terenie jednostki wojskowej w Komorowie (w pobliżu Ostrowi Mazowieckiej) znajduje się budynek Satelitarnego Centrum Operacji Regionalnych,

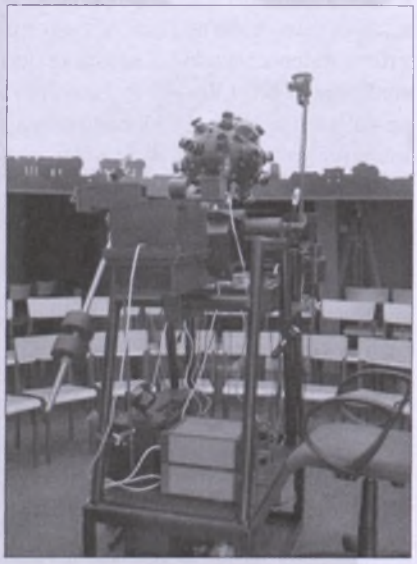




Po lewej dmuchany balon „planetarium" Starlab w Krakowie, po prawej amatorskie cyfrowe planetarium we Wrocławiu

a w nim charakterystyczna okrągła sala z półkulistym ekranem. Planetarium w Komorowie dysponuje bardzo dobrze wyposażoną aparaturą ZKP 2. Niestety, wojskowy charakter instytucji, ochrona informacji niejawnych w obiekcie o strategicznym znaczeniu, a także przestarzała instalacja elektryczna spowodowały, że planetarium jest obecnie nieczynne. Działało przez 25 lat od roku 1980. Wyświetlono w tym czasie ponad 1500 seansów. Aparatura była regularnie konserwowana i obecnie wystarczy jedynie podłączyć prąd, aby sztuczne niebo pod kopułą w SCOR znowu rozbłysło tysiącami gwiazd.

Od 4 lat można podziwiać sztuczne niebo w Akademii Świętokrzyskiej. Kielce posiadają niewielkie planetarium oparte na dość osobliwej jak na Europę, aparaturę japońskiej firmy GOTO. Jako „Podbój" nie dotarliśmy jeszcze do Kielc, ale z pozyskanych informacji wiemy, że pod 5-metrową kopułą znajduje się najprostszy model japońskiego producenta GOTO E-5.



Planetarium amatorskie w Potarzycy

W Częstochowie znajduje się najmłodsze planetarium w Polsce. Pod 8-metrową kopułą stoi rzutnik nieba amerykańskiej firmy Digistar. Jego konstrukcja odbiega zasadniczo od tego, do czego mogliśmy przyzwyczaić się pod jakąkolwiek inną kopułą w kraju. Wszystkie opisane wyżej planetaria posiadają aparaturę, która w trakcie seansu kręci się, świecąc tysiącem punkcików. Częstochowski rzutnik wyglądem przypomina stojący mebel z dużą soczewką na górze. Zestaw komputerów przygotowuje obraz i dźwięk, wprawiając widzów w osłupienie z każdą sekundą prezentacji. Jakość gwiazd jest niestety... zbyt cyfrowa jak na nasze „zmanierowane" oczy, przyzwyczajone do eleganckich punktów obserwowanych w innych planetariach. Rzutowane na cały ekran animacje nie mają jednak sobie równych w tradycyjnych planetariach i właśnie to stanowi niewątpliwą zaletę cyfrowej projekcji.

Cyfrowe instalacje planetarium nie są w dzisiejszych czasach niczym nadzwyczajnym. Można takie planetarium samemu przygotować relatywnie tanim kosztem. Udowodnił to Wrocław. Specjalnie na Dolnośląski Festiwal Nauki pracownicy Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego urządzili za pomocą prostych środków cyfrowe planetarium. Oparte jest ono na półprofesjonalnej, 4-metrowej materiałowej kopule, standardowym rzutniku multimedialnym oraz sferycznym lustrze, które zakrzywia obraz. Całość zainstalowana została jako instalacja tymczasowa w jednej z pracowni Instytutu. Seans jest emitowany z pamięci komputera, gdzie zapisane są skrypty generujące obraz nieba oraz wszystkie efekty dźwiękowe. Prostota i niska cena takiej instalacji wymusza niestety pewne uproszczenia w odczuciach: siłą rzeczy rozdzielczość ekranu nie jest idealna, a wszelkie niedokładności ekranu zauważy w czasie seansu nawet niedoświadczony gość. Nie jest to jednak wada dyskwalifikująca planetaria cyfrowe wykonane własnymi staraniami. Podstawowe zjawiska i układy gwiazd można tutaj podziwiać tak samo jak na prawdziwym niebie, a dynamiczne efekty wizualne nadają multimedialnej projekcji znamiona prawdziwego show. Obecnie we Wrocławskim Instytucie Astronomicznym trwają prace mające na celu trwałe przymocowanie tymczasowej instalacji.

Dążenie człowieka do poznawania wszystkimi zmysłami piękna otaczającego świata jest ogromne. W trakcie naszych wypraw przekonujemy się o tym na każdym kroku. W miastach, które z różnych przyczyn nie mogą pozwolić sobie na planetarium, można znaleźć namiastki tej instalacji. Poza opisanym wyżej cyfrowym planetarium we Wrocławiu mieliśmy przyjemność gościć w „planetarium" w Krakowie. Jest to przenośny, stojący na podłodze dmuchany balon firmy Starlab. Wewnątrz jest wystarczająco miejsca dla dysponującego prostym rzutnikiem prelegenta oraz dla grupy widzów (około 20 osób). Seans jest z konieczności prosty, ale ciemność i zarysy figur na nieboskłonie działają na wyobraźnię. Nie ma wygodnych foteli ani wspaniałego nastroju rozbudzonych zmysłów, jest za to możliwość podziwiania sztucznego nieba praktycznie w dowolnym miejscu. Podobne do krakowskiego „balonu" przenośne planetarium znajduje się w Szubinie, gdzie działa firma zwana Planetarium Nieba Północnego, oferująca pokazy „gwiezdnego kina" w szkołach. Do tego planetarium jednak dotąd nie dotarliśmy.

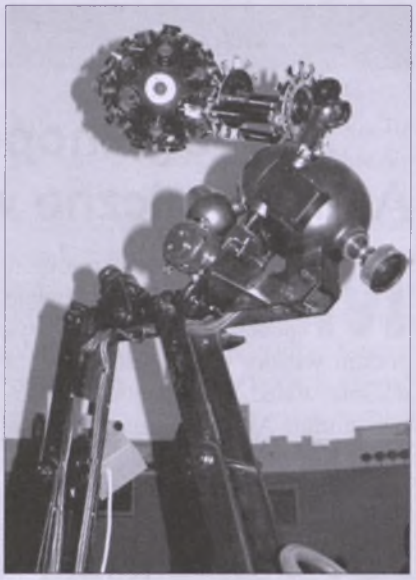
Na koniec tego, z konieczności krótkiego, przeglądu polskich planetariów warto zwrócić uwagę na wykonane własnoręcznie planetaria mechaniczne, naprawdę nie ustępujące swoimi możliwościami oryginalnym instalacjom firmy Zeiss. Pierwsze z nich powstało w Piotrkowie Trybunalskim w roku 1981. Twórcą wykonanego ręcznie planetarium jest (zmarły w 1996) nauczyciel fizyki i astronomii w I LO Zbigniew Solarz. Podpatrując warszawską aparaturę ZKP 1 skonstruował on sprawny projektor gwiazd, bazując na przedmiotach domowego użytku (wykorzystał m.in. czajnik, sprężynę od łóżka, silniczki od zabawek). Przy budowie aparatury pomagali panu Zbigniewowi uczniowie w ramach lekcji ZPT, a gotowe planetarium było sprzętem dydaktycznym na lekcjach astronomii. Zbigniew Solarz zbudował później identyczną aparaturę dla ośrodka pracy pozaszkolnej w Łodzi. Oddano je do użytku w 1984 r. Bazując na wiedzy i doświadczeniu pana Solarza, swoją aparaturę zbudował inny nauczyciel fizyki i astronomii: Andrzej Owczarek z Potarzycy koło Jarocina. Przy ocenie nakładu pracy koniecznej do skonstruowania mechanicznego planetarium należy zwrócić uwagę na fakt, że każda z widocznych gwiazd na niebie musi być przez konstruktora własnoręcznie wykłuta w mosiężnej folii. Wszystkie trzy amatorskie instalacje działają do dzisiaj. Wymagają, rzecz jasna, ciągłej konserwacji, ale gwiazdy prezentują się w nich nieźle, a podstawowe zjawiska na niebie można prezentować tutaj dokładnie tak samo, jak w planetariach profesjonalnych.

Na łamach „Uranii" w latach 70. drukowano wielokrotnie obszerne artykuły o polskich planetariach (np. całkowicie poświęcona planetarium Śląskiemu „Urania" z sierpnia1975 r. czy poglądowo opisująca wszystkie ówczesne planetaria „Urania" z sierpnia 1976). Było ich wtedy 9. Wszystkie produkcji firmy Zeiss z Jeny. Dr Ludwik Zajdler pisze w jednym z artykułów o wówczas dopiero co powołanej Komisji Współpracy Planetariów Polskich przy PTMA. Komisja ta była organem koordynującym prace poszczególnych jednostek. Szefem komisji był zmarły w 2006 r. dr Kazimierz Schilling z Olsztyna. W trakcie naszych podróży niemal na każdym kroku gospodarze odwiedzanych przez nas planetariów niezmiernie ciepło wspominali osobę dra Schillinga i jego wysiłki zmierzające w kierunku integracji środowisk związanych z planetariami.

Po ponad 30 latach mapa planetariów nieco się zmieniła. Przybyły nowe lokalizacje, a istniejące placówki starają się znaleźć własną drogę prezentacji piękna nieba oraz popularyzacji wspaniałości astronomii.

Dzisiaj możemy powiedzieć, że wiemy o 19 planetariach w kraju i chyba wszystkie zobaczymy. Do końca marca 2009 r. udało nam się „zdobyć" 15 z nich. Niebawem wybieramy się do Kielc, gdzie japońska aparatura GOTO E-5 służy celom edukacyjnym oraz popularyzatorskim w Akademii Świętokrzyskiej. Mamy nadzieję zobaczyć także planetarium w Niepołomicach, które bazując na małej aparaturze ZKP 1, ma zostać otwarte w maju. Wielki finał nastąpi we Fromborku w czasie Ogólnopolskiego Zlotu Miłośników Astronomii w sierpniu br. Tam też przedstawimy multimedialną prezentację dotyczącą polskich planetariów. Będzie czas na porozmawianie o konkretnych lokalizacjach, różnorodnych systemach oraz roli planetariów w dzisiejszym zglobalizowanym świecie opartym na kulturze obrazkowej.

Prezentacja wielkiego Kosmosu, dzięki różnorodności wrażeń, jest dla pracowników planetariów poważnym wyzwaniem. Trzeba bowiem w czasie krótkiego seansu przekazać wiele informacji, nierzadko dotyczących setek wieków działalności człowieka i milionów lat kształtowania się Wszechświata. W artykule „Komu służy planetarium" zamieszczonym w „Uranii" z sierpnia 1976 r. dr Maria Pańków porusza istotny do dziś temat zadań planetariów. Planetarium ma naturalnie swojego gościa zadowolić, a „charakter i rangę społeczną planetarium określają jego pracownicy". Rozmyślania istotne ponad 30 lat temu są aktualne także i dziś. Każde z czynnie działających planetariów znalazło swój sposób na przekazywanie tej wiedzy w oparciu o pasję i zaangażowanie swoich pracowników. Na uwagę zasługują elementy pozaastronomiczne, które w wielu jednostkach z powodzeniem dopełniają podstawowe cele edukacyjne czy popularne. Chyba pod każdą znaną nam kopułą odbywały się bądź regularnie odbywają sesje „muzyki pod gwiazdami". Wrażenia zmysłowe w trakcie słuchania muzyki poważnej bądź elektronicznej są



Planetarium ZKP 1 w Warszawie

pod kopułą zawsze niezwykłe. Gwiazdy i przezrocza dodają niesamowitego charakteru tym wydarzeniom. Niespotykanym, ale bardzo oryginalnym pomysłem jest podpatrzony w Chorzowie „seans dla dwojga": zaręczyny w zupełnej ciemności, pod sztucznym niebem wielkiego planetarium. Kreatywność osób odpowiedzialnych za przygotowywanie atrakcji pod sztucznym niebem jest niezwykle wysoka (wiemy o przypadkach zawarcia związku małżeńskiego pod kopułą planetarium w Rosji). Jako Podbój Polskich Planetariów życzymy wszystkim pracownikom planetariów wytrwania w niezakłóconej pasji w przekazywaniu wiedzy o pięknie Wszechświata. Za miłe i ciepłe przyjęcie dziękujemy włodarzom „gwiezdnych kin", które już odwiedziliśmy. Jednocześnie przypominamy się tym jednostkom, do których wybieramy się niebawem. Zapraszamy na witryny internetowe: http://stalker.republika.pl/planetaria.html (oficjalna strona Podboju Polskich Planetariów zawierajaca szczegółowy opis każdego z etapów oraz wielką ilość informacji o planetariach, m.in. przedruki archiwalnych artykułów z „Uranii") i http://www.planetarium.pl (strona o polskich planetariach).

Zdjęcia: Tomasz Lewicki

Autor jest fizykiem, absolwentem Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Zamiłowanie do astronomii rozwijał przez uczestnictwo w Grudziądzkich Seminariach OMSA, wielokrotny udział w Wakacjach w Planetarium we Fromborku i w zlotach OZMA

XXV Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne w Grudziądzu, 26—28 marca 2009 r.

Młodzi miłośnicy astronomii z całej Polski już tradycyjnie spotkali się w pierwszym tygodniu wiosny w Grudziądzu. Tam właśnie, w siedzibie Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika, odbył się finał jubileuszowego XXV OMSA. Pod tym skrótem kryje się Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne im. Profesora Roberta Głębockiego, które może się już pochwalić profesjonalnie prowadzoną stroną internetową: http://www.grudziadz.planetarium.pl/omsa. To największa impreza o zasięgu ogólnopolskim, organizowana przez planetaria w Grudziądzu i w Olsztynie, nie mająca odpowiednika wśród innych konkursów astronomicznych. Jubileusz obchodzony w bieżącym roku nie oddaje w pełni dziejów przedsięwzięcia, bowiem poprzedzało je 10 seminariów międzywojewódzkich, a jeszcze wcześniej — kilka miejskich, międzyszkolnych seminariów astronomicznych i astronautycznych, stąd też można by historię rozszerzyć aż do 40 lat. Doczeka się ona zapewne osobnego podsumowania na łamach „Uranii – Postępów Astronomii". Warto jedynie przypomnieć, że wieloletnimi organizatorami i dobrymi duchami przedsięwzięcia byli dr Kazimierz Schilling z Planetarium w Olsztynie oraz Małgorzata Śróbka-Kubiak (wraz z mężem Mirosławem Kubiakiem) z grudziądzkiego planetarium. Ich spadkobiercami pozostają p. Ewa Janaszak z Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego oraz p. Sebastian Soberski z Grudziądza.

Każdego roku kilkaset osób z całego kraju — uczniów szkół ponadgimnazjalnych — przygotowuje referat na wybrany temat, niejednokrotnie wynikający z własnych zainteresowań, doświadczeń, czy obserwacji. Pisemne, kilkustronicowe opracowanie jest podstawą do zakwalifikowania i zaproszenia autora referatu do jego wygłoszenia w trakcie wojewódzkiego seminarium. Organizatorami wojewódzkich konkursów i seminariów były i nadal są Kuratoria Oświaty lub Departamenty Edukacji Urzędów Marszałkowskich oraz Wojewódzkie Ośrodki Metodyczne lub Ośrodki Doskonalenia Nauczycieli.

Merytoryczną opiekę nad seminariami sprawują Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii i Polskie Towarzystwo Astronautyczne, które między innymi delegują zawodowych astronomów do jury OMSA. Oceniając referaty, wygłaszane podczas seminariów wojewódzkich oraz w Grudziądzu podczas OMSA, bierze się pod uwagę merytoryczną wartość i poprawność, dydaktyczną wartość referatu i sposób jego prezentacji przed licznym audytorium, a także reakcję autora na uwagi zgłaszane w dyskusji. Warto dodać, że młodzi ludzie, przygotowując referaty, nabywają przy okazji umiejętności, jakie nie zawsze są potrzebne podczas olimpiad przedmiotowych, ale bardzo przydatne podczas późniejszych studiów czy pracy zawodowej.

Z etapu wojewódzkiego wyłaniane są zwykle 2 osoby referujące oraz dodatkowe dwie, które jadą do Grudziądza w charakterze słuchaczy — kibiców. Do tegorocznego finału zakwalifikowano 31 prac, reprezentujących 16 województw. Prace podzielono na trzy sesje, obejmujące Układ Słoneczny, Gwiazdy i Wszechświat oraz Obserwacje nieba i tematy różne. Autorzy i słuchacze, jak zwykle, mieli do dyspozycji wszechstronnie wyposażoną i funkcjonalną salę wykładową planetarium oraz możliwość obejrzenia seansu w sali projekcyjnej i wykorzystania teleskopów znajdujących się w grudziądzkim obserwatorium. Ich wystąpieniom przysłuchiwała się komisja w składzie: prof. Andrzej Woszczyk (przewodniczący), mgr Ewa Janaszak, dr Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska, dr Henryk Brancewicz, dr Adam Michalec i niżej podpisany.

Po gorącym przywitaniu przez gospodarzy — Sebastiana Soberskiego z Planetarium w Grudziądzu oraz Dyrektora Zespołu Szkół Technicznych (na terenie którego znajduje się planetarium i obserwatorium), p. Adama Szewczuka, jury przystąpiło do pracy, przysłuchując się referatom i towarzyszącym im dyskusjom, niejednokrotnie komentując poruszane tematy i problemy oraz zachęcając uczestników seminarium do kontynuowania zainteresowań tematyką astronomiczną i doskonalenia własnych umiejętności. Jak zwykle (bo dla wszystkich jurorów było to już któreś z kolei seminarium) pozostawaliśmy pod wrażeniem pasji poznawania przez młodych ludzi otaczającego nas świata i Wszechświata. Jak zawsze stanęliśmy też przed bardzo trudnym zadaniem oceny prac

„Jak zostałem popularyzatorem astronomii" — referuje Mariusz Bazylak z Wydmin.
Fot. Gerard Szukay

Agnieszka Wyłupska z Grudziądza mówi o Galileuszu i jego obserwacjach.
Fot. Gerard Szukay

niezwykle różnorodnych. Niektóre z nich były pracami opisowymi, przygotowanymi na podstawie dostępnej literatury, inne wypełnione samodzielnymi pomysłami (np. modułu dla marsjańskiej ekipy astronautów). Niektóre opracowane na podstawie własnych pierwszych doświadczeń w bezpośrednim kontakcie z rozgwieżdżonym niebem, inne — wykorzystujące najnowsze technologie do zdobywania cyfrowych obrazów, niekiedy nawet bez konieczności prowadzenia bezpośrednich obserwacji. Niektóre okupione wyrzeczeniami i powstające dzięki pasji zapaleńców działających samodzielnie z dala od jakichkolwiek ośrodków czy instytucji, inne prowadzone pod czujnym okiem profesjonalnych astronomów. Zdecydowanym atutem każdego z referatów może jednak być i było autentyczne zainteresowanie, próba rozwiązania intrygującego problemu, dociekliwość i wkład pracy w uzyskanie wyników i ich przygotowanie do jak najlepszego zaprezentowania. Te właśnie doświadczenia mogą być naprawdę bezcenne i dają młodym ludziom świetną praktykę w kształtowaniu umiejętności, która okazuje się niezwykle ważna w dzisiejszym świecie: krótkiego, zwięzłego, klarownego, a jednocześnie sensownego, rzetelnego i wartościowego przedstawienia swoich osiągnięć i wiedzy.

Po wysłuchaniu wszystkich referatów jury zdecydowało nie przyznawać I miejsca, lecz — ze względu na wysoki i wyrównany charakter kilku prac — przyznać aż cztery II miejsca. Uzyskali je (w kolejności alfabetycznej): Małgorzata Bańka ze Staszowa (w woj. świętokrzyskim) za referat „Obiekty koorbitalne z Ziemią", Paweł Biernacki z Wrocławia („Obróbka astrofotograficzna"), Rafał Sarniak z Torunia („Struktury magnetyczne we Wszechświecie") oraz Jakub Zaborowski ze Szczecina („Wykorzystanie 7-metrowego radioteleskopu do obserwacji..."). Dalsze miejsca (wyróżniono do 10. włącznie) zajęli:

3. Oskar Braszczyński, Radomsko („Czas jako czwarty wymiar czasoprzestrzeni").

4. Anna Jacyszyn, Świnoujście („Zjawisko akrecji, czyli o decydującej roli sił grawitacji...").

5. Mirosław Kołodziej, Niepołomice („Możliwości zrobotyzowanych teleskopów a oczekiwania szkolne — projekt microobservatory").

6. Tomasz Ursel, Bolesławiec („Silniki pojazdów kosmicznych").

7. Krystian Iłkiewicz, Ostróda („Czarna dziura").

8. Agnieszka Jarasz, Zabrze („Obserwacje i odkrycia astronomiczne dla każdego").

9. Damian Świeczkowski, Skórcz („Czarne dziury i ich wpływ na ewolucję Wszechświata").

10. Marianna Adamów, Wołczyn („Osobliwości księżycowe — Io i Tryton").

Zdobywcy najwyższych miejsc otrzymali w nagrodę atrakcyjne lornetki, aparaty fotograficzne, statywy, piękne albumy i atlasy nieba. Fundatorami nagród byli: Marszałek Województwa Kujawsko — Pomorskiego, Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Fundacja Astronomii Polskiej, Krajowy Fundusz na rzecz Dzieci, Planetarium w Olsztynie, Wydział Edukacji Urzędu Miejskiego w Grudziądzu, Spółdzielnia Mieszkaniowa w Grudziądzu, Kuratoria i Urzędy Marszałkowskie, Starostwa i inne instytucje. Wszyscy uczestnicy otrzymali kalendarze MRA 2009 oraz archiwalne egzemplarze od Redakcji czasopisma „Urania – Postępy Astronomii", a także obrotowe mapy nieba.

Dodatkową nagrodę (plecak Campus) dla najmłodszego prelegenta — był nim Mateusz Salamon z Radnicy w woj. lubuskim — zapewnił Fundusz im. Tadeusza Jarzębowskiego, wieloletniego jurora OMSA. Tak jak w poprzednich kilku latach, wspaniały prezent (walizkę podróżną) zapewniła publiczność — laureatem jej głosowania został Oskar Braszczyński, zaś równorzędne II miejsce w głosowaniu publiczności uzyskali: Paweł Biernacki, Łukasz Góralski z Grudziądza i Mateusz Malenta z Częstochowy (otrzymując ufundowane przez uczestników układanki).

Tradycyjnie już OMSA zakończyło miłe towarzyskie spotkanie przy ciastkach, herbacie i kawie. Nawiązane znajomości z pewnością będą kontynuowane, a wielu uczestników spotka się ponownie w Grudziądzu w dniach 25—27 marca 2010 r. na... XXXVI OMSA.

Krzysztof Rochowicz

Najmłodszy uczestnik Seminarium Mateusz Salamon z Radnicy otrzymuje nagrodę Fundacji Tadeusza Jarzębowskiego. Fot. Mateusz Wiśniewski

Śladami Galileusza — mikroobserwatorium dla każdego

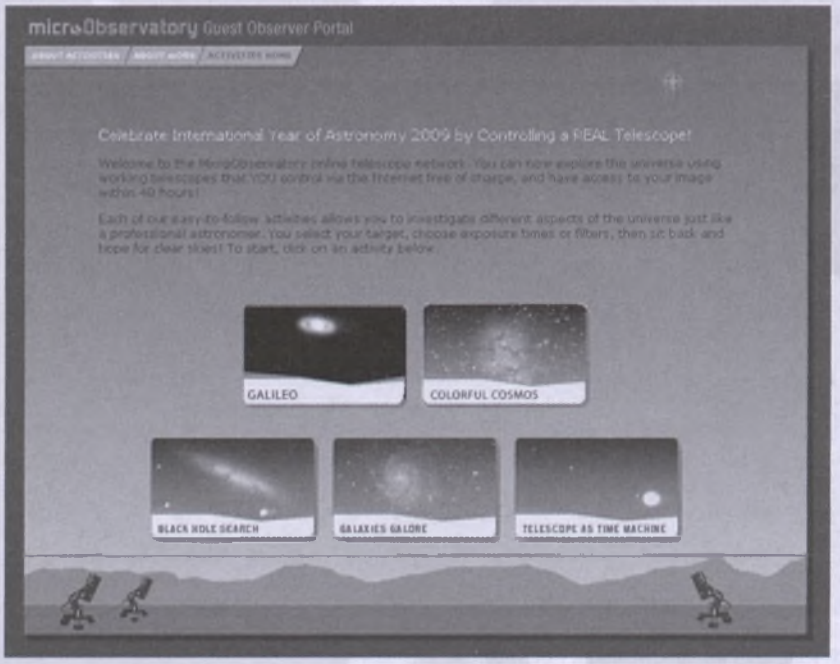
Międzynarodowy Rok Astronomii obfituje w akcje i imprezy umożliwiające korzystanie z wszelkiego rodzaju teleskopów. W ten sposób zwracamy uwagę na rolę tego niezwykłego wynalazku w poznawaniu świata i Kosmosu. Podstawowym celem przyświecającym organizatorom i koordynatorom tych akcji jest zachęcenie każdego, a w szczególności młodych ludzi, do samodzielnego wykonania nawet najprostszych obserwacji nieba z użyciem jakiegokolwiek przyrządu. Przeżycie emocji towarzyszących odkryciu na własny użytek świata o wiele ciekawszego, bogatszego i bardziej różnorodnego, niż umożliwiają nam to tylko nasze własne oczy, powinno pozostawić na całe życie ślad w świadomości oraz przekonanie o słuszności i wartości racjonalnej metody poznawania otaczającego nas świata.

Jednym z najbardziej pouczających sposobów określenia roli teleskopu w kształtowaniu nowoczesnej i naukowej wizji świata jest przypomnienie najważniejszych obserwacji Galileusza i próba samodzielnego ich powtórzenia. Jest kilka sposobów wykonania tego zadania przez nauczycieli z uczniami. Naturalnie idealne byłoby użycie prawdziwego teleskopu i pokazanie prawdziwego nieba. Większość napotka jednak podstawowe problemy, jakimi są brak własnego teleskopu, a również kłopot ze zorganizowaniem całej serii takich spotkań z dziećmi i młodzieżą w stosownym miejscu i czasie (o pogodzie nawet nie wspominając). Pozostawiając więc prawdziwe pokazy powiększającemu się na szczęście gronu zapaleńców, chciałbym przedstawić możliwości, jakie mają w zasadzie wszyscy uczniowie i nauczyciele, jeśli nawet tylko od czasu do czasu mają dostęp do Internetu.

Doskonałym punktem wyjścia jest witryna programu Hands-On Universe, www.pl.euhou.net prowadzona przez polskiego koordynatora tego projektu, prof. Lecha Mankiewicza (o programie pisaliśmy już na łamach „Uranii – Postępów Astronomii", m.in. w numerze 3/2007). Już na stronie głównej znajdziemy odnośniki do tematów „Na tropach Galileusza — 400 lat później" oraz „Dzień dobry, nazywam się Galileusz". Zacznijmy od tej drugiej, najnowszej inicjatywy. Otóż profesor Hidehiro Agata z National Astronomical Observatory of Japan w Tokio oraz dr Waldemar Ogłoza i pani Aneta Wiśniewska z Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie przygotowali specjalne karty pracy, które pomogą każdemu powtórzyć historyczne obserwacje Galileusza i dokonać tych samych odkryć. Do ich wykonania wystarczy naprawdę prosty i niedrogi sprzęt albo… Internet (patrz niżej). Instrukcje (w języku polskim, w formacie pdf) do pobrania znajdują się na stronie EU-HOU, są już gotowe do obserwacji Księżyca, Wenus, Saturna i Andromedy, w przygotowaniu — instrukcje obserwacji Jowisza i Plejad. Wystarczy na podstawie własnych obserwacji wykonać szkic i przesłać go na podany w instrukcji adres. Każdy uczestnik programu otrzyma specjalny certyfikat, a wśród autorów najlepszych prac zostaną rozlosowane mapy nieba, książki i teleskop!

Aby jeszcze pełniej wykorzystać szansę naprawdę pożytecznej i pouczającej zabawy, warto pamiętać o możliwości skorzystania z Interakcyjnego Teleskopu Internetowego Mikroobserwatorium, http://mo-www.cfa.harvard.edu/microobs/guestobserverportal/

Proszę nie zrażać się angielskojęzyczną witryną (są też polskie instrukcje na stronie EU-HOU), obsługa jest naprawdę prosta, niemal intuicyjna. To dostępna dla każdego sieć 14-centymetrowych automatycznie sterowanych teleskopów, będących własnością Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (USA), które na życzenie wykonują zdjęcia cyfrowe o rozmiarach 500 na 650 pikseli. Każdy może złożyć zamówienie na zdjęcie wybranego obiektu i w ciągu 48 godz. powinien otrzymać na przesłany adres e-mailowy informację o wykonanej obserwacji wraz z linkiem do ściągnięcia pliku (należy to zrobić w ciągu tygodnia — po tym czasie archiwalne obserwacje są usuwane). Wybierać można co prawda z zaproponowanej z góry listy obiektów, ale na szczęście jest ona dosyć obszerna. Poza tym doświadczeni obserwatorzy mogą ubiegać się o status użytkownika, a nie tylko gościa. A sama lista, co jeszcze istotniejsze, nie jest suchym zestawieniem, ale została podzielona na działy tematyczne. I tak, odnajdziemy tam: Galileusza, Kolorowy Kosmos, Poszukiwanie czarnych



dziur, Galaktyk w bród, Teleskop jako machina czasu. Naprawdę świetny pod względem dydaktycznym wybór, a po jego dokonaniu już tylko kilka kroków (oddzielonych kliknięciami przycisku „continue") dzieli nas od uzyskania własnych obrazów nieba! W pierwszym dowiadujemy się krótko, jaka jest idea zadania, możemy też dowiedzieć się więcej o samych teleskopach. W drugim dokonujemy właściwego wyboru obiektu z listy kilku dostępnych. W trzecim sami ustalamy czas ekspozycji. Co prawda jest to tylko interaktywna zabawa, gdyż po wybraniu niewłaściwego otrzymujemy komunikat, że zdjęcie będzie niedoświetlone lub prześwietlone. Wybierając poprawnie i potwierdzając, zostaniemy poproszeni o podanie krótkiej informacji o sobie: ile mamy lat (wskazujemy przedział) i skąd jesteśmy (do wyboru stan USA lub spoza USA) oraz adresu e-mailowego, na który zostanie wysłana informacja o wykonaniu zdjęcia. Po potwierdzeniu poprawności danych pozostaje już tylko czekać. I rzeczywiście, wszystko działa! Co prawda nie zawsze otrzymamy piękne i udane zdjęcie, gdyż Mikroobserwatorium fotografuje niebo w nocy przez cały czas, niezależnie od pogody. Zdarza się więc, że obserwacje należy powtórzyć. Ale to tylko dodaje zabawie emocji.

Wyprawa śladami Galileusza jest szczególnie wartościowa pod względem dydaktycznym, tym bardziej że przygotowany przez zespół MicroObservatory zbiór esejów poświęconych przełomowym obserwacjom Galileusza został przetłumaczony na język polski przez państwa Dorotę i Jacka Kuprasów (do pobrania ze strony EU-HOU).

Gorąco zachęcamy do korzystania z tych dostępnych dla każdego, nowoczesnych narzędzi. To naprawdę pożyteczna i wartościowa lekcja historii, astronomii, informatyki i języka angielskiego w pigułce!

Krzysztof Rochowicz

WAKACJE W PLANETARIUM

Miejsce: Planetarium Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku.

Termin: Dowolny, jednak po wcześniejszym uzgodnieniu z kierownikiem planetarium.

Wymagania: Poświęcenie średnio 1 godziny dziennie na pomoc dla planetarium.

Korzyści: Bezpłatny dostęp do obiektów Muzeum Mikołaja Kopernika, w szczególności do planetarium i obserwatorium; możliwość rozbicia namiotu na terenie obserwatorium, szansa na spotkanie ciekawych ludzi.

Wakacje to oferta dla indywidualistów, którzy nie lubią zorganizowanego życia obozowego. Ceną samodzielności jest jednak konieczność zadbania samemu o spanie, jedzenie i ciekawy program zajęć. Wakacje to dla pracowników planetarium okres ciężkiej pracy. Tylko wtedy mogą oni poświęcić czas uczestnikom, gdy uczestnicy pomogą w podstawowej pracy planetarium.

Zgłoszenia udziału i pytania proszę kierować pod adres:

Andrzej S. Pilski, skr. poczt. 6, 14-530 Frombork, aspmet@wp.pl

Dokończenie ze strony 107.

nomiczną.

Dla zwycięzców przewidziano atrakcyjne nagrody związane z astronomią (teleskopy, książki, mapy, płyty multimedialne CD), ufundowane przez portal internetowy czasdzieci.pl oraz Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie. Prace zostaną opublikowane w Internecie na stronach portalu *czasdzieci.pl* oraz na stronach małopolskich obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii 2009.

Przewidywana jest także wystawa pokonkursowa zorganizowana przez Wydział Sztuki Uniwersytetu Pedagogicznego w budynku przy ulicy Podchorążych 2 w Krakowie.

Więcej informacji: *http://www.as.up.krakow.pl/2009/plastyczny.pdf*

Konkurs „Dzień dobry, nazywam się Galileo Galilei"

Akcja adresowana jest dla tych, którzy pragną rozpocząć obserwacje nieba i powtórzyć odkrycia Galileusza. Udział polega na wykonaniu serii obserwacji według przygotowanych instrukcji oraz ich prostej analizie. Obserwacje w swej tematyce nawiązują do epokowych odkryć Galileusza, który 400 lat temu dysponował jedynie prostą lunetą, czyli takim instrumentem jak współcześni początkujący miłośnicy astronomii.

Więcej informacji: *http://www.pl.euhou.net/index.php?option=com_content&task=view&id=191&Itemid=13*

Wystawa w galerii DESA w Krakowie

Każdy miłośnik astronomii fotografujący niebo z powodu jego piękna, może zgłosić swoją pracę galerii DESA w Krakowie. We wrześniu br. odbędzie się wystawa prac plastycznych znanych twórców: Janiny Kraupe-Świderskiej, Kazimierza Mikulskiego, Jerzego Nowakowskiego, Andrzeja Pollo, Antoniego Porczaka. Termin zgłaszania prac fotograficznych mija 15 czerwca.

Więcej informacji: *http://www.as.up.krakow.pl/2009/DESA.pdf*

Waldemar Ogłoza

sekretarz komitetu MRA 2009
kontakt: *ogloza@up.krakow.pl*
Tel.: 604-969-859

PIAST — polska sieć radioteleskopów

Radioteleskop o średnicy 600 km — czy to możliwe?

Interferometr radiowy to układ anten, które obserwując w tym samym czasie dany obiekt tworzą jedną ogromną wirtualną antenę do odbioru fal radiowych, o średnicy równej największej odległości pomiędzy antenami (tzw. bazy). Obserwowany obiekt jest widziany poprzez pojedynczy radioteleskop jako punkt, ale połączone obserwacje wielu radioteleskopów mają tak dużą rozdzielczość, że pozwalają dostrzec subtelną strukturę badanego źródła radiowego. Największa z takich sieci anten (anteny rozlokowane na kontynencie europejskim i azjatyckim) umożliwia wykonywanie map radiowych nieba z rozdzielczością 0,4 milisekund łuku. Jest to stukrotnie lepsza rozdzielczość niż można otrzymać z najlepszych teleskopów optycznych, włączając w to Kosmiczny Teleskop Hubble'a. Umożliwia ona zobaczenie małego dziecka na Księżycu (oczywiście, gdyby dziecko wysyłało promieniowanie radiowe o odpowiedniej długości)! Technika otrzymywania obrazów radiowych przy pomocy jednoczesnych obserwacji kilku-kilkunastu radioteleskopów nazywa się interferometrią wielkobazową (ang. VLBI, *Very Long Baseline Interferometry*) i jest cały czas udoskonalana.

Rozstawmy hipotetycznie kilka anten w naszym kraju, a w rezultacie otrzymamy instrument pozwalający na obserwacje nieba z rozdzielczością kilkunastu milisekund łuku dla bazy 600 km. Przy takich wartościach jawi się cały szereg możliwości badawczych Wszechświata widocznego w zakresie radiowym: astrometria gwiazd, badanie ruchów własnych gromad otwartych, pulsarów czy też poszukiwania planet wokół czerwonych karłów, a także badania ewolucji radiogalaktyk oraz wykonywania map dysków protogwiazdowych i śledzenia poświat rozbłysków gamma, wybuchów nowych i supernowych.

Radioastronomowie toruńscy z Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika mają już przygotowaną koncepcję takiego instrumentu. Proponowana nazwa nowego przedsięwzięcia instrumentalnego brzmi: **PIAST** (ang. ***P**olish **I**nterferometer **A**rray for **S**cience and **T**echnology*, czyli Polska Sieć Interferometryczna dla Nauki i Technologii). Ma to być całkowicie niezależna, polska sieć anten podobnych do tej w Piwnicach (o średnicy 32 m), uzupełniająca pod względem rozdzielczości i pola widzenia instrumenty globalne i inne lokalne sieci narodowe (www.astro.uni.torun.pl/piast/). Jednocześnie PIAST stanowiłby kluczowy element europejskiej infrastruktury VLBI, czyli EVN (ang. *The European VLBI Network*).

Artystyczna wizja sieci PIAST (P. Wolak)

Układ anten pozwoli zminimalizować wpływ zakłóceń radiowych, który okazuje się być piętą achillesową przy obserwacjach pojedynczą anteną. Ponadto koszt budowy serii anten jest porównywalny z budową jednego radioteleskopu o średnicy czaszy 80 czy 100m, ale możliwości badawcze są niewspółmiernie większe. Jeśli anteny połączone zostałyby światłowodami, możliwe byłyby obserwacje i korelacja danych w czasie rzeczywistym (tzw. technika e-VLBI), a więc prawie natychmiastowe uzyskanie map radiowych. Oprócz obserwacji w sieci PIAST poszczególne anteny dałyby możliwość samodzielnych obserwacji, co przyniosłoby korzyści naukowe i dydaktyczne kolejnym ośrodkom naukowym. Zbudowanie interferometru PIAST z pewnością korzystnie wpłynęłoby na rozwój nowoczesnych technologii, jak i na istniejącą infrastrukturę w Polsce. Cała aparatura może być zaprojektowana i wykonana w naszym kraju. I co najważniejsze, instrumenty zostałyby rozlokowane w Polsce, dając nowe miejsca pracy inżynierom i uczonym. Lecz przede wszystkim liczymy na zainteresowanie astrofizyką kolejnych pokoleń i dalszy rozwój nauki.

PIAST byłby pośrednim instrumentem badawczym pomiędzy interferometrami MERLIN i EVN (patrz ramka). A zatem łączyłby zalety obu tych sieci: bardzo dobrą rozdzielczość i czułość oraz możliwość wykonywania map obiektów mało- i wielkoskalowych. W przypadku połączenia podczas obserwacji z siecią EVN uzyskalibyśmy niespotykaną dzisiaj czułość obserwacji w zakresie radiowym.

Czy projekt PIAST zyska poparcie i czy za kilka lat będziemy mogli obejrzeć wielkie anteny w różnych zakątkach Polski? Wszystko zależy głównie od entuzjazmu astronomów z poszczególnych uczelni i ośrodków badawczych oraz poparcia społecznego. Mimo że koszty wydają się prawdziwie astronomiczne (szacowany koszt budowy jednej anteny to ok. 20 mln złotych), to jednak wierzymy, iż PIAST może zostać wybudowany w Polsce. Byłby to pierwszy zakrojony na tak wielką skalę instrument astronomiczny zbudowany i ulokowany w Polsce. Polscy astronomowie i inżynierowie mają już doświadczenie w budowie średnich

anten. Toruńskie radioteleskopy funkcjonują w międzynarodowej sieci radioteleskopów od 1982 r. Wieloletnia praca oraz doświadczenie w udoskonalaniu tej techniki obserwacyjnej pozwalają obecnie przeprowadzać zaawansowane technologicznie i organizacyjnie eksperymenty e-VLBI (www.astro.uni.torun.pl/~magda/EVLBI/evlbi_0.html), w których uczestniczy 32-metrowy toruński radioteleskop jako jedyna placówka astronomiczna w Europie Wschodniej! Czy uda się nam wykorzystać europejskie środki finansowe przeznaczone na naukę i zbudować unikatowe narzędzie badawcze? Jak podaje Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w perspektywie 2007–2013 w trzech programach operacyjnych ma do rozdysponowania kwotę blisko 20 mld złotych. Zatem projekt PIAST w skali kraju to niewielki wydatek...

Anna Bartkiewicz
Magdalena Kunert-Bajraszewska

MERLIN — **M**ulti-Element **R**adio **L**inked **I**nterferometer **N**etwork jest interferometrem złożonym z 7 anten rozlokowanych na obszarze Wielkiej Brytanii. Czasza największej anteny ma średnicę 76 m, a pozostałych 25 lub 32 m. Najdłuższa baza wynosi 217 km (odległość między anteną w Cambridge i anteną w Darnhall). Instrument posiada odbiorniki z zakresu od 151 MHz do 24 GHz (czyli fale o długości od 2 m do 1 cm).
http://www.merlin.ac.uk/

EVN — The **E**uropean **V**LBI **N**etwork jest interferometrem złożonym z radioteleskopów rozlokowanych na terenie Europy, Azji i Południowej Afryki. Dzięki długim bazom (tysiące km) może być używany do prowadzenia unikatowych badań radioźródeł o wysokiej rozdzielczości.
http://www.evlbi.org

Krzysztof Katarzyński
Marcin Gawroński
Paweł Wolak
Bogna Pazderska

XIII Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii OZMA 2009

Termin zlotu: 20—23 sierpnia 2009 r.

Miejsce: Frombork, Obserwatorium Astronomiczne na Żurawiej Górze

Zakwaterowanie: własne namioty, hotele lub kwatery we własnym zakresie

W programie m.in.: wykłady i prelekcje zaproszonych gości specjalnych, prezentacje uczestników, obserwacje (ciemne niebo oraz nów Księżyca!), konkursy z nagrodami, zwiedzanie zabytków Fromborka, seanse w planetarium.
W czasie trwania Zlotu (w sobotę) odbędzie się Piknik Meteorytowy.
Wyżywienie: tradycyjnie — 2 obiady i kiełbaski na ognisko. Pozostałe posiłki we własnym zakresie.

Organizatorzy:
— Pałucko-Pomorskie Stowarzyszenie Astronomiczno-Ekologiczne, Niedźwiady
— Burmistrz Miasta i Gminy Frombork
— Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku
— Polskie Towarzystwo Meteorytowe
— Edith i Andrzej Pilscy

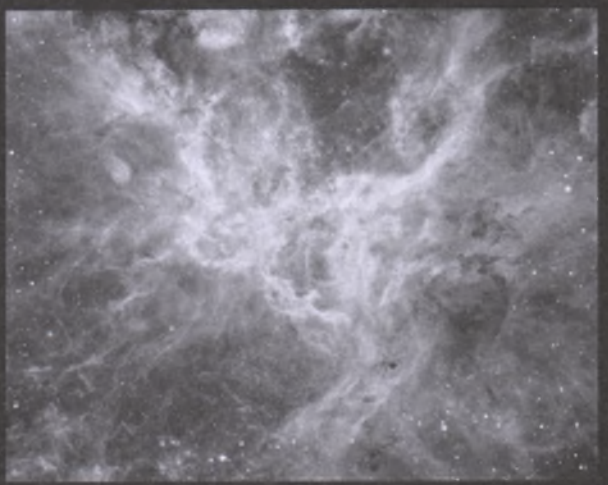
Zapisy: e-mail: **rkral@poczta.onet.pl** lub tel. kom. **691 468 800**
Więcej informacji: oficjalna strona zlotu **www.ozma.astronomia.pl** oraz w następnym numerze „Uranii–PA"

na rozkładówce:

Serce Tarantuli

Centrum ogromnej mgławicy Wielkiego Obłoku Magellana, Tarantuli, znanej również jako 30 Doradus, jest jednym z największych znanych obszarów tworzenia się gwiazd. To kłębowisko świecącego gazu, długich, ciemnych włókien pyłu i niezwykle masywnych, ciasno upakowanych gwiazd. Lekko powyżej środka obrazu znajduje się gromada NGC 2070 składająca się z wielkiej liczby gorących młodych gwiazd. To one swym wysokoenergetycznym promieniowaniem jonizują gaz mgławicy, a ich cząsteczki wiatru gwiazdowego rozprowadzają go wokół, tworząc ten chaotyczny, skłębiony obraz.

Źródło: ESA, NASA, ESO, Danny LaCrue



Józef Juchniewicz (1944—2008)

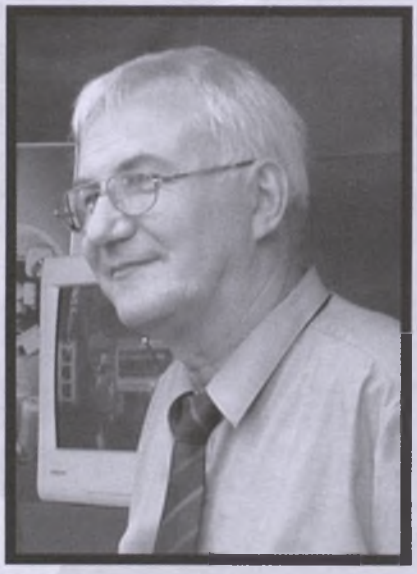
Na początku stycznia br. pożegnaliśmy na białostockim cmentarzu naszego kolegę Dra Józefa Juchniewicza, który niespodziewanie zmarł 21 grudnia 2008 r. Poprzedzona krótką chorobą śmierć Józka była dla nas wszystkich szokiem, bowiem odszedł człowiek aktywny, pełen twórczych pomysłów uczestnik wielu projektów badawczych, osoba obdarzona rzadkim darem nawiązywania i utrzymywania ciepłych kontaktów z ludźmi.

Józef Juchniewicz urodził się 8 lutego 1944 r. w Czyczelach koło Wilna. Studia astronomiczne ukończył na Uniwersytecie Warszawskim w 1967 r., a w latach 1968—1970 odbył dwuletni staż naukowy w Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements w Tuluzie we Francji. W 1976 r. na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego uzyskał stopień naukowy doktora nauk fizycznych na podstawie rozprawy pt. „Możliwość emisji rentgenowskiej w ciasnych układach podwójnych".

Józek Juchniewicz był związany z Centrum Badań Kosmicznych PAN prawie od początku istnienia powołanego w 1976 r. instytutu. Przyszedł do nas z Obserwatorium Astronomicznego UW, gdzie pracował przez ponad 10 lat, ukończył rozprawę doktorską i z upodobaniem kształcił młodsze pokolenia astronomów i astrofizyków. W Centrum kierował najpierw Pracownią Przetwarzania Danych, organizował nasz ośrodek obliczeniowy i grupę informatyczną, później zajmował się Marsem, by ostatnio poświęcić się badaniom otoczenia plazmowego Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. To właśnie eksperyment Obstanovka, który udało mu się doprowadzić prawie do końca, był jego sztandarowym projektem w ostatnich latach.

W CBK Józek był niestrudzony w znajdowaniu sobie nowych, ciekawych zadań badawczych i wyzwań organizacyjnych. W ostatnim czasie, poza Obstanovką, zaangażowany był w projekt Termofob w rosyjskiej misji Fobos-Grunt, w naziemny teleskopowy system obserwacji rozbłysków gamma (Pi of the Sky) prowadzony przez IPJ, czy wreszcie w projekt śledzenia tzw. śmieci kosmicznych — martwych satelitów lub ich części krążących po orbitach wokółziemskich.

Józek nie wyobrażał sobie pracy naukowej w samotności, bez kontaktów z ludźmi. Był świetnym kolegą, zawsze życzliwy i skłonny do udzielania pomocy zwłaszcza młodszym kolegom, których z przyjemnością wprowadzał w tajniki pracy nad eksperymentami kosmicznymi. Interesował się tym, co robią inni i sam chętnie opowiadał, czym się zajmuje i na jakie problemy napotyka w swojej pracy.



Józek był z powołania i zamiłowania astronomem. Lata pracy w CBK nie osłabiły jego zainteresowań problemami astronomii i astrofizyki. Utrzymywał żywe kontakty z kolegami z Obserwatorium Astronomicznego UW i Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika. Był zaprzyjaźniony z większością najwybitniejszych polskich astronomów. Aktywnie działał w Polskim Towarzystwie Astronomicznym i nie wyobrażał sobie, by mógł opuścić którykolwiek ze zjazdów PTA.

Do Józka lgnęli młodzi ludzie rozpoczynający w CBK pracę. Często to on znajdował czas, by dokładnie wyjaśnić im, jak działa instytut i jak powinni organizować swoje zadania. Robił to bezinteresownie, z wyższej potrzeby pomagania nowym, „nieopierzonym" kolegom. Za swój obowiązek uważał edukowanie młodych pokoleń w tematyce kosmicznej i astronomicznej i ich promowanie. Stąd jego stały udział w Piknikach i Festiwalach Nauki, a także reprezentowanie CBK i opieka nad ekspozycją instytutu na wielu wystawach krajowych i zagranicznych.

Współpraca międzynarodowa była dla Józka niezwykle ważnym elementem badań naukowych. Podtrzymywał wcześniej nawiązane kontakty badawcze z Francją, jednak jego głównymi partnerami byli uczeni rosyjscy, przede wszystkim z Instytutu Badań Kosmicznych (IKI) w Moskwie. Przeprowadził wspólnie z nimi wiele udanych eksperymentów kosmicznych, z większością był zaprzyjaźniony. W październiku 2008 r. otrzymał prestiżowy Medal im. Ciołkowskiego Rosyjskiej Federacji Astronautycznej.

Nie sposób nie wspomnieć o Józku jako człowieku. O jego empatii w kontaktach z ludźmi już mówiliśmy. Potrafił wiele dać, a jego życzliwość wobec innych, spontaniczność w nawiązywaniu kontaktów, opiekuńczość wobec słabszych i zagubionych wynikała z autentycznego zainteresowania drugim człowiekiem. Józek był szczery w relacjach międzyludzkich. Miał rzadki talent odnajdywania właściwego „dystansu" wobec innych. Dzięki temu potrafił na tej samej stopie komunikować się z podwładnymi, kolegami i z przełożonymi. Najważniejszy jednak, w mojej opinii, z przymiotów Józka to jego integralność. Józek, jak każdy z nas, czynił na ogół rzeczy dobre, z rzadka rzeczy złe. Zawsze jednak wiedział i potrafił to przyznać, stosując tę samą miarę do siebie i do innych, w jakim stopniu i kiedy odstąpił od swoich standardów. To rzadka i godna podziwu cecha człowieczego charakteru.

Józku, *non omnis moriturus es*. Pozostały po Tobie Twe dokonania, również te, które przyniosą owoce w przyszłości. Jednak przede wszystkim pozostała po Tobie pamięć nas wszystkich, którzy mieliśmy szczęście napotkać Cię na naszej drodze.

Marek Banaszkiewicz

Dlaczego pewien mikrokwazar zaprzestaje produkcji?

Wiatry z dysków akrecyjnych jako mechanizm tłumienia dżetów w mikrokwazarze GRS 1915+105 to tytuł z artykułu opublikowanego 26 marca w czasopiśmie *Nature*, w którym autorzy próbują rozwiązać zagadkę powstawania i tłumienia dżetów w mikrokwazarach.

Mikrokwazary to czarne dziury o masach gwiazdowych z relatywistycznymi dżetami — strugami materii, które wypływają z okolic czarnej dziury z prędkością zbliżoną do prędkości światła.

Skąd nazwa *mikrokwazary*? Część czarnych dziur o masach gwiazdowych wysyła w przestrzeń, podobnie jak kwazary, silne dżety gazu widoczne w promieniowaniu radiowym. W odróżnieniu do kwazarów, których masa sięga mionów mas Słońca, masa mikrokwazarów jest rzędu kilku-kilkunastu mas Słońca.

Mikrokwazary naśladują zachowanie kwazarów i aktywnych jąder galaktyk. Ponieważ są znacznie mniejsze, procesy fizyczne wokół czarnych dziur o masach gwiazdowych zachodzą o rzędy wielkości szybciej niż wokół ich odległych, supermasywnych odpowiedników, dlatego mikrokwazary stanowią idealne laboratorium, w którym śledzić można ewolucję dysków akrecyjnych oraz formowanie dżetów. Dyski akrecyjne formują się wokół czarnej dziury na skutek przyciągania przez nią materii z jej towarzysza. Takim przykładem jest obiekt w naszej Galaktyce o nazwie **GRS 1915+105**, który jest układem podwójnym złożonym z czarnej dziury o masie równej 14 masom Słońca oraz gwiazdy ciągu głównego, z którego czarna dziura „wysysa" materię, tworząc wokół siebie dysk akrecyjny. Supermasywne czarne dziury pobierają materię z całej macierzystej galaktyki.

Mikrokwazary przechodzą różne cykle aktywności — od wysokiej akrecji materii i dużej jasności — wówczas obserwuje się emisję wysoko- i niskoenergetycznego promieniowania X (twardego i miękkiego), aż do niskiej akrecji i małej jasności — wówczas wysokoenergetyczne promieniowanie X przewyższa niskoenergetyczne.

Układ GRS 1915+105 jest również zmienny w czasie, a tempo zmian waha się od sekund do miesięcy. Obserwowano14 rożnych konfiguracji obiektu, które są wynikiem oddziaływania dysku akrecyjnego na dżety. Niestety, natura tych procesów pozostaje nieznana. GRS 1915+105 jest silnym źródłem promieniowania rentgenowskiego. Obserwacje satelity *Chandra* pokazały, że gdy mikrokwazar przechodzi ze stanu wysokoenergetycznego do niskoenergetycznego, pojawia się gorący wiatr w zewnętrznych obszarach dysku akrecyjnego, rozwiewa część dysku i zatrzymuje przypływ materii do dżetu — dżet zanika. Wiatr pozbawia dżet dopływu materii, a gdy zamiera, dżet może pojawić się na nowo.

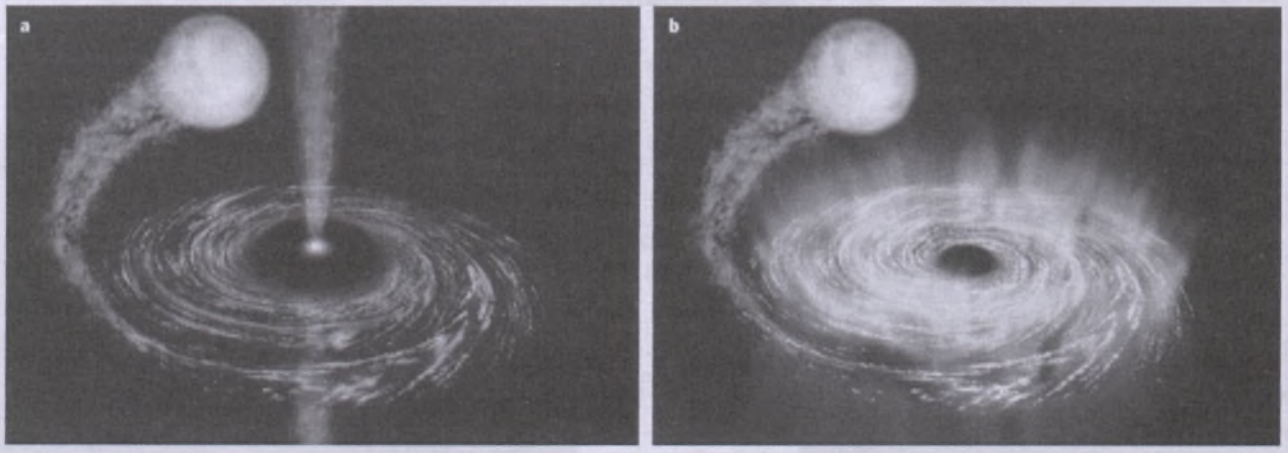
Wiele kwazarów jest obserwowanych jedynie w niskoenergetycznym stanie — nie oznacza to jednak, że jest to ich jedyny stan, ale że skala czasowa zmian jest znacznie większa niż w przypadku mikrokwazarów. Aby więc poznać naturę kwazarów, obserwuje się ich mniejszych kuzynów, w których procesy zachodzą o 6–8 rzędów wielkości szybciej — godzinne zjawisko gwiazdowej czarnej dziury będzie trwać 10 tys. lat w jej supermasywnym odpowiedniku.

Mikrokwazary promieniują w szerokim spektrum — od fal radiowych po promieniowanie gamma. Dlaczego? Bo mają różne źródła energii: ultrafiolet i miękkie promieniowanie X jest emitowane przez dysk akrecyjny, twarde promieniowanie X przez koronę dysku złożoną z bardzo gorącej plazmy, emisję radiową generuje wąski dżet plazmy z silnym polem magnetycznym. Obserwacje *Chandry* w promieniach X pokazały również, że dżety oraz wiatr unoszą tę samą ilość materii z czarnej dziury. To oznacza, że czarna dziura w jakiś sposób reguluje tempo akrecji — raz wyrzuca masę poprzez dżety a raz poprzez wiatr z dysku akrecyjnego. Taka samoregulacja jest często dyskutowana, gdy mowa o supermasywnych czarnych dziurach, ale jest to pierwsza obserwacja, która potwierdza to zjawisko dla gwiazdowych czarnych dziur. Jest to zatem kolejny dowód, że czarne dziury gwiazdowe i supermasywne zachowują się podobnie (uwzględniając, oczywiście, różnice w tempie procesów).

Dane z *Chandry* mogą pomóc odpowiedzieć na pytanie: dlaczego dżety zanikają i jak czarna dziura reguluje ich powstawania i wzrost? Dlaczego dżety pojawiają się znów, gdy wiatr w dysku przestaje wiać? W jaki sposób materia opadająca na czarną dziurę nie przekracza horyzontu zdarzeń (granicy, zza której nic nie wróci) i ucieka w przestrzeń w postaci relatywistycznych dżetów? Pytań nie brakuje. Badania trwają.

(*kz*)

Źródło: Nature



Układ podwójny czarna dziura — gwiazda. W stanie **a** jest widoczny wyraźny, wąski dżet namagnetyzowanej plazmy, jasność oraz tempo akrecji materii na dysk są niewielkie. W stanie **b** jasność dysku akrecyjnego rośnie, a pojawiający się w zewnętrznych częściach dysku wiatr wstrzymuje dopływ materii do dżetu, który zanika. Źródło: Nature

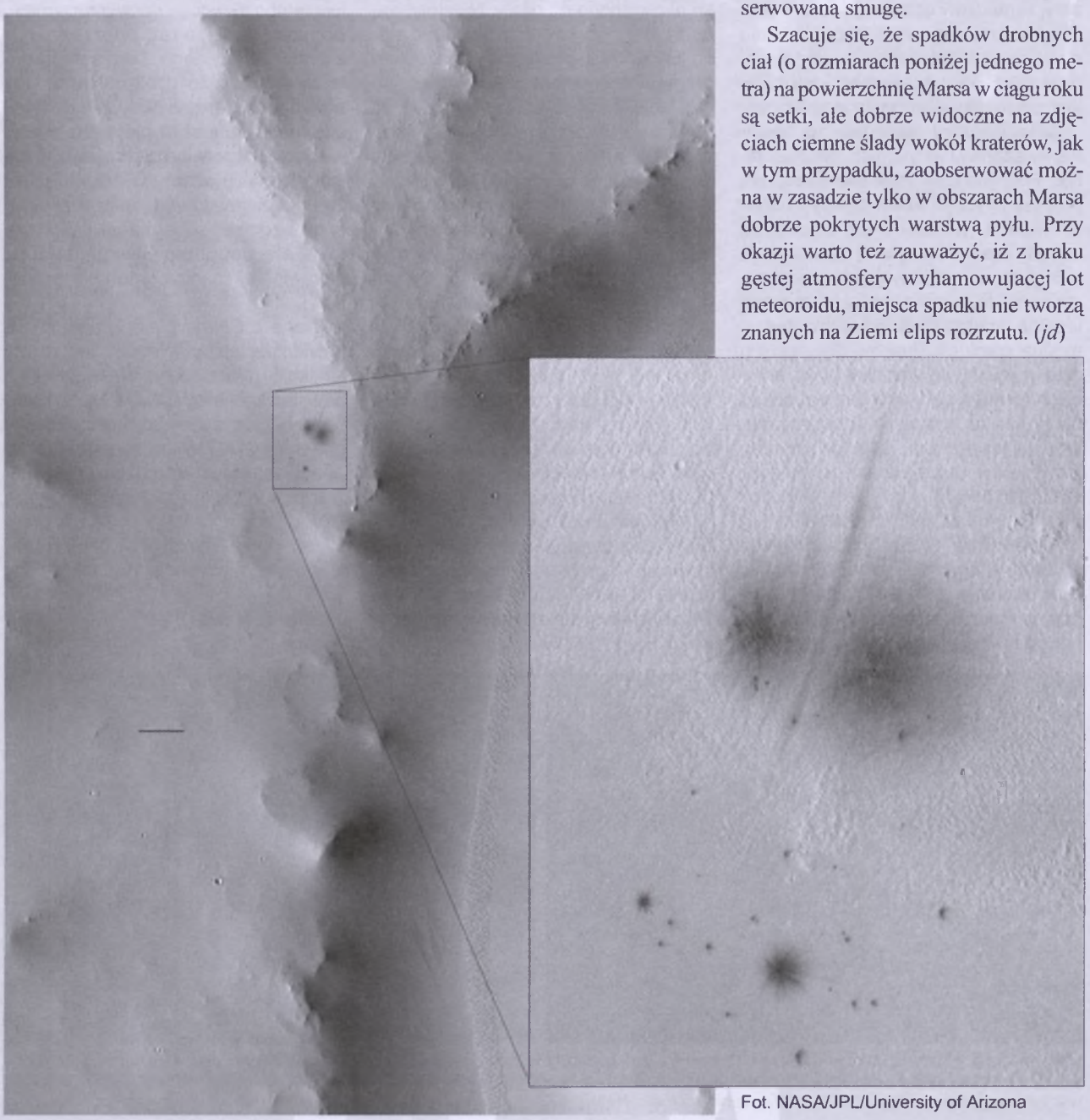
Osobliwe kratery meteorytowe na Marsie

Powierzchnia Marsa jest bombardowana drobnymi ciałami Układu Słonecznego z nie mniejszą częstotliwością niż Ziemia. Jednak o ile powierzchnię Ziemi chroni względnie gruba i gęsta warstwa atmosfery i tylko nieliczne ciała mają szansę ją osiągnąć, to na Marsie z powodu znacznie rzadszej atmosfery liczba spadków jest wielokrotnie większa. Wiele z nich rejestruje się na zdjęciach wykonywanych z pokładu orbitujących wokół Marsa sond w postaci nowych kraterów o średnicach od paru do kilkudziesięciu metrów.

Przykład takiego dość świeżego spadku widać na załączonych zdjęciach. Ponieważ ślady spadku wraz z nowymi kraterami zostały dostrzeżone na zdjęciach z marca 2008 r., sprawdzono wcześniejsze zdjęcia tego obszaru wykonane z odpowiednio dużą rozdzielczością kamerą THEMIS zamontowaną na pokładzie sondy Mars Odyssey. Wynika z nich, że spadek nastąpił pomiędzy majem 2003 r. a wrześniem 2007 r. Najciekawszy jednak jest w tym przypadku kształt śladu, a dokładniej prosta, wąska smuga rozdzielająca dwa największe młode kratery.

Wyjaśnienie tego fenomenu, jakie przychodzi badaczom do głowy, zakłada, że podczas rozpadu meteoroidu w atmosferze nastąpił podział większej bryły na dwie prawie równe części, które spadły blisko siebie w tym samym momencie, a wyrzucone z miejsc uderzenia strumienie utworzyły pomiędzy nimi pas zagęszczenia pyłu i w efekcie obserwowaną smugę.

Szacuje się, że spadków drobnych ciał (o rozmiarach poniżej jednego metra) na powierzchnię Marsa w ciągu roku są setki, ale dobrze widoczne na zdjęciach ciemne ślady wokół kraterów, jak w tym przypadku, zaobserwować można w zasadzie tylko w obszarach Marsa dobrze pokrytych warstwą pyłu. Przy okazji warto też zauważyć, iż z braku gęstej atmosfery wyhamowującej lot meteoroidu, miejsca spadku nie tworzą znanych na Ziemi elips rozrzutu. (*jd*)



Fot. NASA/JPL/University of Arizona

ASTROKRAK

F.P.U.H. **ASTROKRAK**, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
e-mail: astrokrak@astrokrak.pl - **www.astrokrak.pl**
tel.: **(12) 413 55 26**, fax: (12) 417 31 81
sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15

DOŁĄCZ DO GRONA ODKRYWCÓW Już czwarta supernowa została odkryta naszym teleskopem!

BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90	999.00
Refraktor R-102	1899.00
Refraktor R-127L	2699.00
Refraktor R-127S	2899.00
Refraktor R-152	3499.00
Newton N-130	1099.00
Newton N-150	1699.00

ORION

SERIA SKYVIEW PRO
(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem. GO-TO lub Intelliscope)

Refraktor 80mm ED APO	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO	od 9250.00
Refraktor 120mm	od 3350.00
Maksutow 127mm	od 3350.00
Maksutow 150mm	od 4450.00
Maksutow 180mm	od 5999.00
Newton 203mm	od 3350.00

SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION

7x50	485.00
10x50	495.00

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (4-40mm/1,25")	od 95.00
RKE (26-40mm/2")	od 195.00
Barlow 2x/1,25"	95.00
Barlow 2x/2"	299.00

SERIA MT - nowe ceny!!!
(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm	999.00
MT-750 152mm	1450.00
MT-800 200mm	1999.00

Sky-Watcher

TELESKOPY - najniższe ceny!!!

Newton 114mm EQ2	595.00
Newton 130mm EQ2	695.00
Newton 150mm EQ3-2	1235.00
Dobson 8" Classic	1075.00
Dobson 8" Pyrex	1275.00

ANTARES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25")	od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25")	od 250.00
Erfla (30-52mm/2")	od 315.00
Szerokokątne (67°/5,7-25mm)	od 299.00
Szerokokątne (82°/7,5-18mm)	od 499.00
Barlow 2x/1,25	105.00
Barlow 1,6x/2"	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25")	525.00

NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25"	105.00
90° 1,25"/1,25"	125.00
45° M42x1/1,25"	125.00
90° M42x1/1,25"	145.00
90° 2"/2" 98%	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.	625.00

FILTRY

ALP 1,25"	199.00
ALP 2"	350.00
ND 13 1,25" (szary)	45.00
ND 13 2" (szary)	105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25"	285.00
Kolorowe 7 szt. 2"	475.00

MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200R GPS
(Teleskopy Ritchey-Chrétiena na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm)	13925.00
10" (254mm)	18925.00
12" (305mm)	23850.00
14" (356mm)	35995.00
16" (406mm)	69500.00

SERIA LDX-75
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor)	5075.00
6" (152mm refraktor)	6095.00
6" (152mm Schmidt-Newton)	5175.00
8" (203mm Schmidt-Newton)	6125.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain)	8325.00
10" (254mm Schmidt-Newton)	6925.00

SERIA ETX
(Teleskopy Maksutowa na montażu widłowym z systemem GO-TO)

90PE (90mm)	3889.00
105PE (105mm)	4899.00
125PE (125mm)	5995.00

SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe
(Teleskopy kratownicowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm	2049.00
Newton 254mm	2699.00
Newton 305mm	4249.00
Newton 406mm	9999.00

Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm)	od 499.00
SWA (68°/16-40mm)	od 899.00
UWA (82°/4,7-30mm)	od 1050.00

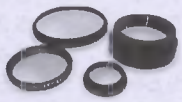
KAMERY CCD
(Z oprogramowaniem Autostar Suite)

LP Imager	550.00
DS Imager	1525.00
DS Imager Pro	1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3	799.00

CORONADO

TELESKOPY I FILTRY SŁONECZNE Hα
Już od 2825.00

LUMICON



OKULARY PODŚWIETLANE
(Z krzyżem nitek)

12,5mm ortoskop.	585.00
25mm Kellner	275.00

FILTRY MGŁAWICOWE

Deep Sky 1,25"	375.00
Deep Sky 2"	730.00
UHC 1,25"	375.00
UHC 2"	730.00
OIII 1,25"	375.00
OIII 2"	730.00
H-Beta 1,25"	375.00
H-Beta 2"	730.00
Comet 1,25"	375.00
Comet 2"	730.00

NASADKI KĄTOWE

Enhanced 1,25"	365.00
Enhanced 2"	695.00
LumiBrite 1,25" 98%	550.00
LumiBrite 2" 98%	875.00

KSIĄŻKI I ATLASY

Uranometria tom I i II	179.00
Pocket Sky Atlas	89.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Deluxe	179.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Field	199.00
Atlas of the Moon	135.00

MAPY I GLOBUSY

Obrotowa mapa nieba	8.00
Karta Messiera	13.00
Karta Caldwella	13.00
Mapa Księżyca	13.00
Globus Księżyca	225.00

OPROGRAMOWANIE

Starry Night Pro+	1050.00
Starry Night Pro	650.00
Starry Night Enth.	335.00
CoolSky 2.0	39.00
Maxim DL	1250.00
SkyMap Pro	375.00
SkyChart III	169.00
Desktop Universe	825.00
SkyTools 2 CD	425.00

SKY PUBLISHING

ASTROKRAK

TELESKOPY I AKCESORIA

Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze od 250 do 600mm. Zbudowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS	49.00
M42/Nikon	49.00
M42/T2	45.00
1,25"/M42	35.00
2"/M42	45.00
M42/web kamera	45.00
L-adapter mały	20.00
L-adapter duży	25.00

WYCIĄGI OKULAROWE
(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)

Obrotowy 1,25"	115.00
Przesuwny 1,25"	195.00
Przesuwny 2"	275.00

Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na *www.astrokrak.pl*

Lipiec

Słońce

W lipcu deklinacja Słońca z dnia na dzień maleje, w związku z czym dni są coraz krótsze. 4 lipca Ziemia znajdzie się w najdalszym od Słońca punkcie swojej orbity — w aphelium.

W Warszawie 1 lipca Słońce wschodzi o 2^h19^m, zachodzi o 19^h00^m, a 31 lipca wschodzi o 2^h55^m, zachodzi o 18^h28^m. W lipcu Słońce wstępuje w znak Lwa.

9 lipca wystąpi półcieniowe zaćmienie Księżyca, niewidoczne w Polsce, natomiast 22 lipca całkowite zaćmienie Słońca (najdłuższe w XXI w.), również niewidoczne w Polsce.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
VII	1	–2,65	2,87	301,68
	3	–1,74	3,09	275,20
	5	–0,83	3,31	248,73
	7	0,07	3,52	222,26
	9	0,98	3,73	195,79
	11	1,88	3,94	169,32
	13	2,77	4,14	142,85
	15	3,66	4,33	116,39
	17	4,55	4,52	89,92
	19	5,42	4,71	63,46
	21	6,29	4,89	37,00
	23	7,14	5,07	10,54
	25	7,99	5,24	344,08
	27	8,82	5,40	317,62
	29	9,64	5,56	291,17
VII	31	10,45	5,71	264,72

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$23^d19^h07^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

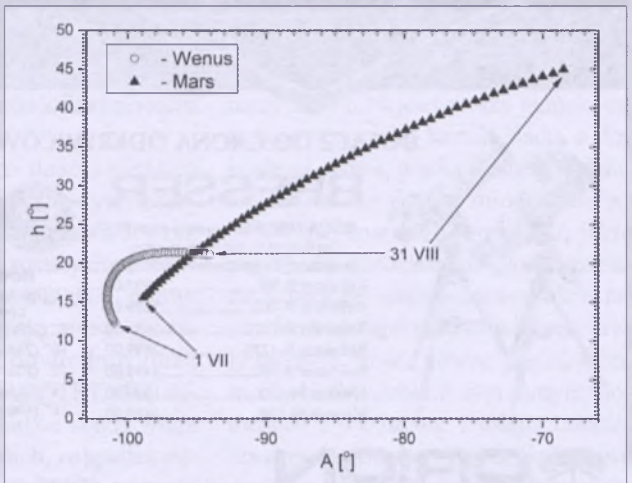
Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w drugiej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $7^d09^h21^m$, ostatnia kwadra $15^d09^h53^m$, nów $22^d02^h35^m$ i pierwsza kwadra $28^d22^h00^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się 7 lipca o 21^h40^m, natomiast w perygeum 21 lipca o 20^h17^m.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny. Nad ranem, nisko nad wschodnim horyzontem, możemy obserwować **Wenus**, świecącą z jasnością $-4{,}1^m$. Wysokość planety nad horyzontem, mierzona godzinę przed wschodem Słońca, wzrasta od 12° na początku lipca, do 20° pod koniec miesiąca. W związku z oddalaniem się od Ziemi, średnica tarczy Wenus maleje w tym okresie od 19" do 15", przy fazie rosnącej po „kwadrze".

Również nad ranem, niedaleko Wenus, można odnaleźć **Marsa**, świecącego z jasnością $+1{,}1^m$. Warunki obserwacji planety z dnia na dzień poprawiają się — o ile na początku lipca, na początku świtu cywilnego, można go dostrzec na



Rys. 1. Wenus i Mars nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w lipcu i sierpniu 2009 na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca)

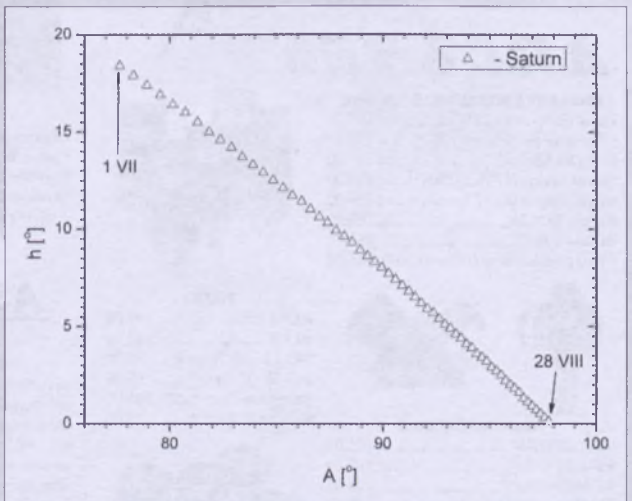
wysokości zaledwie 16° nad horyzontem, o tyle 31 lipca wysokość ta wzrośnie do 30°.

W drugiej połowie nocy możemy obserwować **Jowisza**, świecącego w gwiazdozbiorze Koziorożca z jasnością $-2{,}8^m$. Po okresie przebywania w części ekliptyki o najmniejszej deklinacji planeta wznosi się już po niej powoli coraz wyżej, w związku z czym w momencie górowania znajdziemy ją na wysokości 23° nad południowym horyzontem (w 2008 r. wysokość górowania Jowisza wynosiła jedynie 15°).

Wieczorem, nisko nad zachodnim horyzontem, można próbować odnaleźć **Saturna**, świecącego z jasnością $+1{,}0^m$. Warunki widzialności planety szybko się jednak pogarszają i pod koniec miesiąca jej obserwacja staje się praktycznie niemożliwa.

Uran i **Neptun** widoczne są w drugiej połowie nocy w odległości 29° od siebie, w gwiazdozbiorach odpowiednio Ryb i Koziorożca.

Planeta karłowata **(134340) Pluton** jest widoczna w pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Strzelca, jednakże jej jasność wynosi jedynie $14{,}1^m$ i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 20 cm.



Rys. 2. Saturn nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w lipcu i sierpniu 2009 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

W lipcu w pobliżu opozycji nie znajduje się żadna jasna planetoida.

Komety

W lipcu, zarówno nad ranem, jak również wieczorem, w gwiazdozbiorze Wodnika będzie można przy pomocy lornetek obserwować kometę krótkookresową **22P/Kopff**, która 31 lipca, na dwie godziny przed wschodem Słońca, będzie widoczna na wysokości prawie 30°: 10 VII: $22^h51{,}4^m$, –9°07', $8{,}2^m$; 20 VII: $22^h57{,}7^m$, –9°35', $8{,}3^m$; 30 VII: $23^h00{,}1^m$, –10°29', $8{,}5^m$. Przewidywana średnica głowy komety wynosi 13', czyli nieco mniej niż połowa średnicy tarczy Księżyca.

Należy pamiętać, że położenie komety, a zwłaszcza jej jasność, mogą się nieco różnić od przewidywanych. Zaleca się podejmować próby jej dostrzeżenia z dala od miasta, najlepiej w okresie nowiu Księżyca, czyli nad ranem około 22 lipca.

Meteory

W drugiej połowie lipca można obserwować meteory z kompleksu Akwarydów/Kaprikornidów: **Piscis Austrinidy (PAU)** (22^h44^m, –30°), **południowe delta Akwarydy (SDA)** (22^h36^m, –16°) i **alfa Kaprikornidy (CAP)** (20^h28^m, –10°). Roje te składają się ze słabych, stosunkowo wolnych meteorów, chociaż w skład CAP wchodzą też niekiedy bardzo jasne i powolne (a więc efektowne) bolidy. Piscis Austrinidy są rojem bardzo słabo zbadanym, o niskiej aktywności i wymagają obserwacji, z kolei południowe delta Akwarydy są jednym z najaktywniejszych rojów nieba południowego, natomiast aktywność alfa Kaprikornidów jest niska. Maksimum aktywności rojów przypada 28 lipca (PAU i SDA) oraz 30 lipca (CAP), toteż w ich porannych obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc w pierwszej kwadrze.

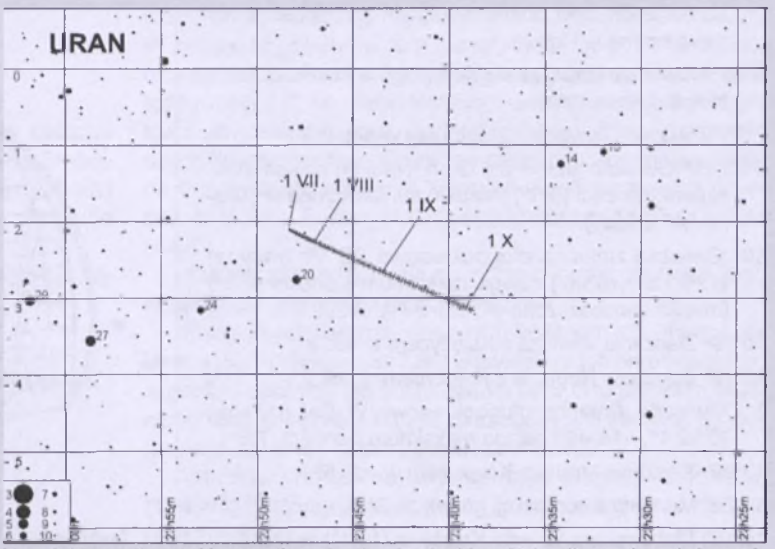
* * *

1^d13^h Uran nieruchomy w rektascensji.

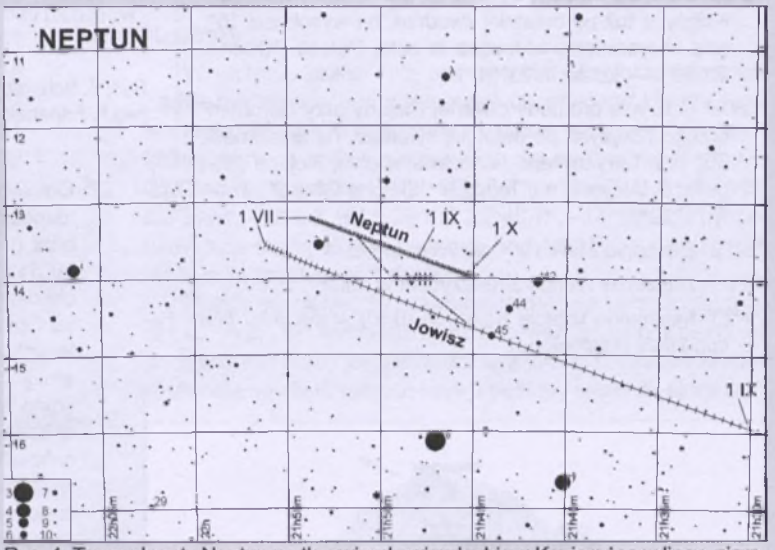
4^d02^h W swoim ruchu po orbicie wokółsłonecznej Ziemia znajduje się najdalej od Słońca, w aphelium, w odległości 1,016756 j.a.

6^d Gwiazda zmienna długookresowa RS Lib (miryda) ($15^h24{,}3^m$, –22°55') osiąga maksimum jasności ($7{,}5^m$) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2004*].

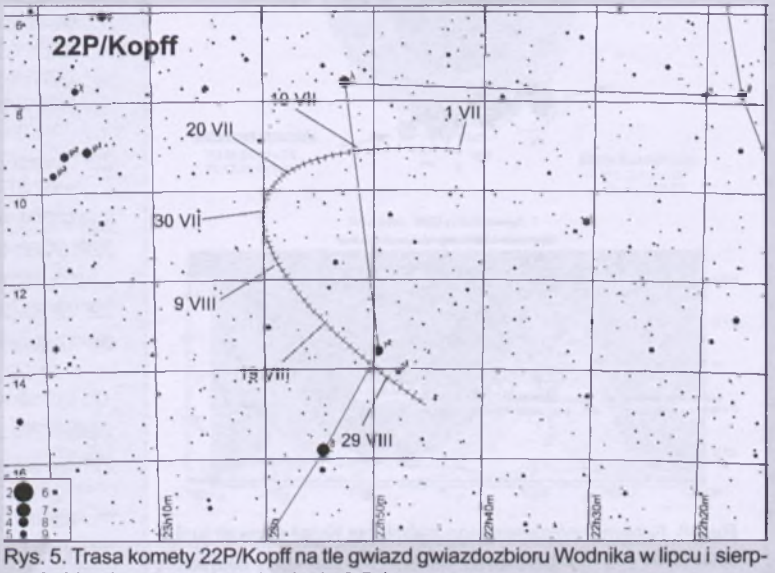
7^d Częściowe półcieniowe zaćmienie Księżyca, widoczne na Oceanie Spokojnym, południowo-zachodniej części Atlantyku, we wschodniej Australii, w zachodniej części Ameryki Północnej i Ameryki Południowej oraz całej Antarktydzie; w pozostałej części Australii oraz w Indonezji przy wschodzie Księżyca, natomiast w pozostałych częściach obu Ameryk (bez obszarów arktycznych Ameryki Północnej) i zachodnim Atlantyku przy zachodzie Księżyca. Przebieg zaćmienia: początek zaćmienia półcieniowego: 8^h33^m, maksimum zaćmienia: 9^h39^m,



Rys. 3. Trasa planety Uran na tle gwiazd gwiazdozbioru Ryb w lipcu, sierpniu i wrześniu 2009 (zaznaczone gwiazdy do $10{,}5^m$)



Rys. 4. Trasa planety Neptun na tle gwiazd gwiazdozbioru Koziorożca w lipcu, sierpniu i wrześniu 2009 (zaznaczone gwiazdy do $10{,}5^m$). Poniżej widoczny jest fragment trasy planety Jowisz w tym okresie



Rys. 5. Trasa komety 22P/Kopff na tle gwiazd gwiazdozbioru Wodnika w lipcu i sierpniu 2009 r. (zaznaczone gwiazdy do $9{,}5^m$)

koniec zaćmienia półcieniowego: 10^h11^m. Zaćmienie niewidoczne w Polsce.

8^d06^h Minimalna libracja Księżyca (0,9°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

9^d13^h Złączenie Jowisza z Neptunem w odl. 0,5°.

$9^d23^h11^m$ Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 6/2007]*.

10^d Gwiazda zmienna długookresowa SS Vir (miryda) ($12^h25,3^m$, +0°46') osiąga maksimum jasności ($6,8^m$) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 3/2007*].

10^d19^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 2°.

10^d19^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 2°.

11^d Gwiazda zmienna długookresowa W Cet (miryda) ($0^h02,1^m$, –14°41') osiąga maksimum jasności ($7,6^m$).

13^d09^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 5°.

13^d22^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.

15^d16^h Maksymalna libracja Księżyca (10,1°) w kierunku krateru *Schickard* (oświetlony).

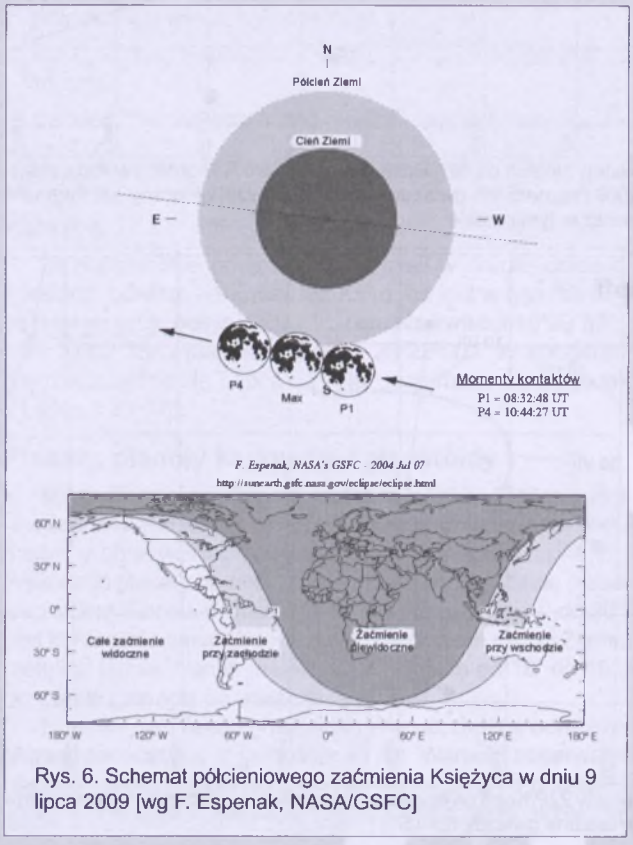
16^d23^h Odkrycie gwiazdy μ Ari ($5,7^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca tuż po ostatniej kwadrze, na wysokości 16° nad horyzontem, widoczne w całej Polsce (Krosno 23^h39^m — Szczecin 23^h51^m).

18^d02^h Odkrycie gromady otwartej Plejady przy ciemnym brzegu Księżyca po ostatniej kwadrze, na wysokości 35° nad horyzontem, widoczne w całej Polsce (dla gwiazdy Alcyone = η Tau, $2,9^m$: Zielona Góra 2^h33^m — Olsztyn 2^h39^m).

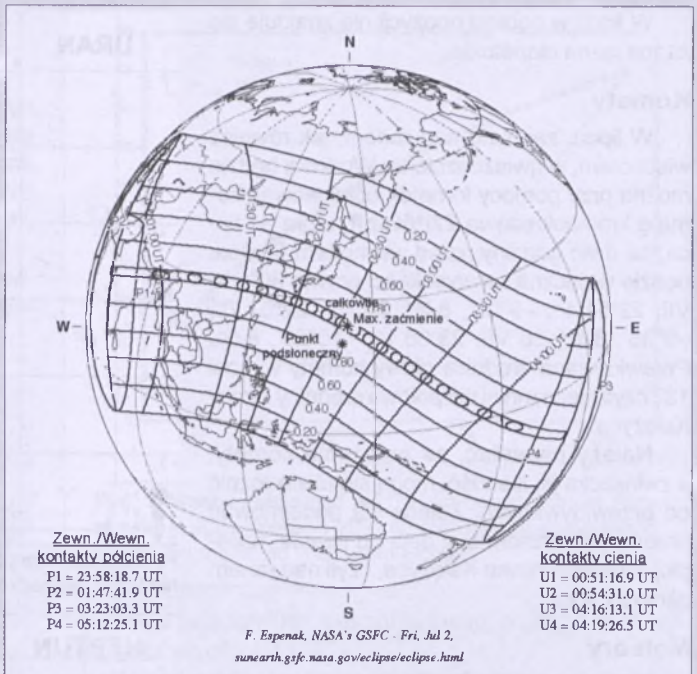
18^d13^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 4°.

19^d03^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 5°.

21^d23^h Minimalna libracja Księżyca (0,5°) w kierunku *Mare Fecunditatis* (zacienione).



Rys. 6. Schemat półcieniowego zaćmienia Księżyca w dniu 9 lipca 2009 [wg F. Espenak, NASA/GSFC]



Rys. 7. Schemat całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 22 lipca 2009 [wg F. Espenak, NASA/GSFC]

22^d Całkowite zaćmienie Słońca. Pas fazy całkowitej zaćmienia rozpocznie się 22 lipca 2009 o godzinie 0^h53^m w zatoce Khambhat (Indie), w punkcie o współrzędnych ϕ = 20°22'N, λ = 70°31'E. Następnie wkroczy na subkontynent indyjski, przechodząc w pobliżu miast Surat, Indore, Bhopal, Varanasi i Pata. Opuszczając Indie, cień Księżyca przejdzie przez Nepal, Bangladesz i Burmę, wkraczając następnie do Chin w prowincji Syczuan. W swojej drodze przejdzie przez miasta Chongqing, Wuhan i Hangzhou, opuszczając kontynent azjatycki w Szanghaju. Po przekroczeniu Morza Chińskiego pas fazy całkowitej przejdzie przez japońskie wyspy Riukiu i Iwo Jimę, wkraczając następnie na Ocean Spokojny, gdzie po drodze napotka jedynie niewielkie atole w archipelagach Wysp Marschalla i Kiribati. Zaćmienie zakończy się 22 lipca 2009 o godzinie 4^h18^m na Oceanie Spokojnym, w punkcie o współrzędnych ϕ = 12°55'S, λ = 157°41'W. Maksymalny czas trwania fazy całkowitej dla obserwatora na Ziemi będzie wynosił $6^m38,8^s$ (najdłuższy w XXI wieku), wielkość fazy maksymalnej F = 1,080. Częściowe fazy zaćmienia będą widoczne praktycznie w całej południowej i wschodniej Azji oraz w zachodniej części Oceanu Spokojnego. W Polsce zaćmienie niewidoczne.

22^d Gwiazda zmienna długookresowa RT Cyg (miryda) ($19^h43,6^m$, +48°47') osiąga maksimum jasności ($7,3^m$) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 3/2008*].

$22^d15^h36^m$ Słońce wstępuje w znak Lwa, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 120°.

22^d19^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 4°.

24^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cet (miryda) ($2^h33,7^m$, –13°09') osiąga maksimum jasności ($7,5^m$) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 6/2006*].

25^d08^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 6°.

28^d Gwiazda zmienna długookresowa R Boo (miryda) ($14^h37,2^m$, +26°44') osiąga maksimum jasności ($7,2^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 2/2008]*.

28^d06^h Maksymalna libracja Księżyca (10,2°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

Sierpień

Słońce

W sierpniu deklinacja Słońca nadal maleje, w związku z czym dni są coraz krótsze. W Warszawie 1 sierpnia Słońce wschodzi o 2^h57^m, zachodzi o 18^h27^m, a 31 sierpnia wschodzi o 3^h46^m, zachodzi o 17^h26^m. W sierpniu Słońce wstępuje w znak Panny.

6 sierpnia wystąpi półcieniowe zaćmienie Księżyca, widoczne w Polsce.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
VIII 1	10,85	5,78	251,49
3	11,64	5,93	225,04
5	12,41	6,06	198,59
7	13,17	6,19	172,14
9	13,91	6,32	145,70
11	14,63	6,43	119,26
13	15,34	6,54	92,82
15	16,02	6,64	66,38
17	16,69	6,74	39,94
19	17,34	6,82	13,51
21	17,98	6,90	347,08
23	18,59	6,97	320,65
25	19,18	7,03	294,22
27	19,75	7,09	267,80
29	20,30	7,14	241,38
VIII 31	20,83	7,18	214,95

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$20^d00^h32^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w drugiej połowie sierpnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $6^d00^h54^m$, ostatnia kwadra $13^d18^h55^m$, nów $20^d10^h02^m$ i pierwsza kwadra $27^d11^h42^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $4^d00^h43^m$, w perygeum $19^d04^h54^m$ i ponownie w apogeum $31^d11^h05^m$.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Wenus widoczna jest nad ranem na wschodnim niebie, na godzinę przed wschodem Słońca osiągając wysokość 21° nad horyzontem, praktycznie nie zmieniającą się w ciągu miesiąca.

Również nad ranem, lecz znacznie wyżej, możemy obserwować **Marsa**, świecącego w gwiazdozbiorze Byka z jasnością $+1,0^m$. Dostrzeżenie przez teleskop jakichkolwiek szczegółów na tarczy planety, o średnicy jedynie 6", jest praktycznie niemożliwe, można jednak z łatwością dostrzec jej fazę, osiągającą pod koniec miesiąca wartość jedynie 89%.

Jowisz widoczny jest przez całą noc w gwiazdozbiorze Koziorożca, osiągając największą w 2009 r. jasność $-2,9^m$. W związku z przebywaniem planety w opozycji również średnica tarczy Jowisza osiąga największą w bieżącym roku wartość równą 49", co ułatwi teleskopowe obserwacje szczegółów w atmosferze planety oraz zjawisk w układzie jej największych księżyców. Przez większe teleskopy amatorskie można będzie dostrzec tarcze księżyców galileuszowych Jowisza: Io (1,25"), Europy (1,07"), Ganimedesa (1,80") i Callisto (1,64").

Saturn zachodzi niedługo po zachodzie Słońca i jego obserwacja jest praktycznie niemożliwa.

Sierpień jest bardzo dobrym miesiącem do obserwacji **Urana** ($5,7^m$) i **Neptuna** ($7,8^m$) w związku z ich przebywaniem w pobliżu opozycji. Do dostrzeżenia tarcz obu planet (o średnicach odpowiednio 3,7" i 2,3") niezbędny jest teleskop o średnicy przynajmniej 10 cm i powiększeniu 100×.

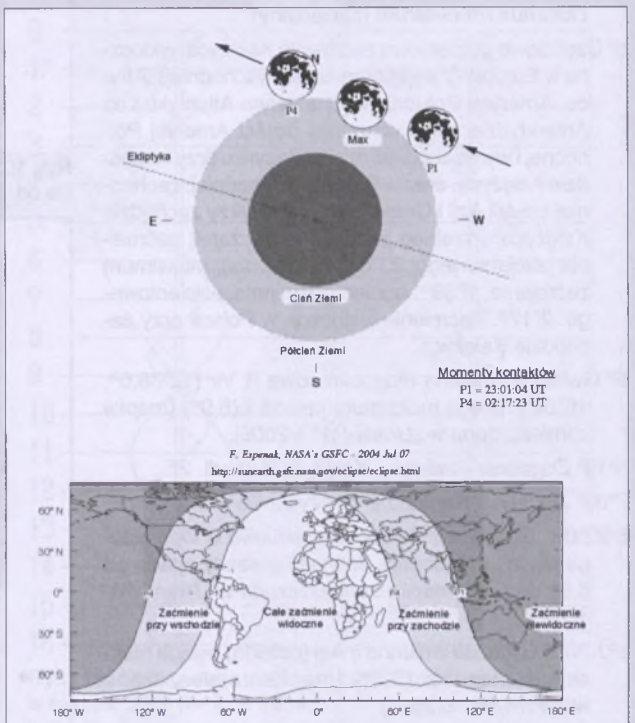
Warunki wieczornej widzialności planety karłowatej **(134340) Pluton** w porównaniu z lipcem praktycznie nie ulegają zmianie.

W sierpniu w pobliżu opozycji nadal nie znajduje się żadna jasna planetoida.

Komety

W sierpniu przez całą noc w gwiazdozbiorze Wodnika będzie można przy pomocy lornetek obserwować kometę krótkookresową **22P/Kopff**, która w czasie górowania około lokalnej północy będzie się wznosić się na wysokość prawie 30° nad horyzontem: 9 VIII: $22^h58,7^m$, –11°40', $8,8^m$; 19 VIII: $22^h54,4^m$, –12°59', $9,1^m$; 29 VIII: $22^h48,7^m$, –14°13', $9,5^m$. Przewidywana średnica głowy komety wynosi 11', czyli około jedna trzecia średnicy tarczy Księżyca.

Należy pamiętać, że położenie komety, a zwłaszcza jej jasność, mogą się nieco różnić od przewidywanych. Zaleca się podejmować próby jej dostrzeżenia z dala od miasta, najlepiej w okresie nowiu Księżyca, czyli o północy około 20 sierpnia.



Rys. 8. Schemat półcieniowego zaćmienia Księżyca w dniu 6 sierpnia 2009 [wg F. Espenak, NASA/GSFC]

Meteory

Od 17 lipca do 24 sierpnia promieniują słynne **Perseidy (PER)**, rój związany z kometą 109P/Swift-Tuttle, o najbardziej regularnej corocznej aktywności. Model struktury strumienia przewiduje w tym roku wystąpienie głównego maksimum 12 sierpnia w godzinach 17.30—20.00. W tym okresie radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Perseusza i ma współrzędne: rekt. 3^h09^m, dekl. +59°. Tegorocznym obserwacjom Perseidów będzie przeszkadzał Księżyc przed ostatnią kwadrą.

W okresie od 3 do 25 sierpnia możemy także obserwować bardzo wolne meteory z roju **kappa-Cygnidów (KCG)**. Maksimum aktywności roju przypada 17 sierpnia. Współrzędne radiantu wynoszą: rekt. 19^h04^m, dekl. +59°. Rój jest mało aktywny, mało znany i wymaga obserwacji. W tegorocznych obserwacjach nie będzie przeszkadzał zmierzający do nowiu Księżyc.

W okresie od 25 sierpnia do 8 września możemy także obserwować bardzo szybkie meteory z roju **alfa-Aurigidów (AUR)**. Maksimum aktywności roju przypada 1 września o godzinie 1. Współrzędne radiantu wynoszą: rekt. 5^h36^m, dekl. +42°. Rój jest mało aktywny, jednak w latach 1935, 1986 i 1994 zaobserwowano jego nagłe, nieoczekiwane deszcze. Zaleca się prowadzić obserwacje tego roju po północy z 31 sierpnia na 1 września, oczywiście już po zachodzie zbliżającego się do pełni Księżyca.

* * *

$1^d21^h41^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 5/2007*].

4^d19^h Minimalna libracja Księżyca (0,2°) w kierunku *Oceanus Procellarum* (zacieniony).

6^d Częściowe półcieniowe zaćmienie Księżyca, widoczne w Europie (z wyjątkiem części wschodniej), Afryce, Ameryce Południowej, na całym Atlantyku i na Antarktydzie; we wschodniej części Ameryki Północnej i we wschodniej części Pacyfiku przy wschodzie Księżyca, oraz w Europie wschodniej, zachodniej części Azji i Oceanie Indyjskim przy zachodzie Księżyca. Przebieg zaćmienia: początek zaćmienia półcieniowego: 23^h01^m (5 sierpnia), maksimum zaćmienia: 0^h39^m, koniec zaćmienia półcieniowego: 2^h17^m. Zaćmienie widoczne w Polsce przy zachodzie Księżyca.

6^d Gwiazda zmienna długookresowa R Vir ($12^h38{,}5^m$, +6°59') osiąga maksimum jasności (6,9^m) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2009*].

6^d19^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 2°.

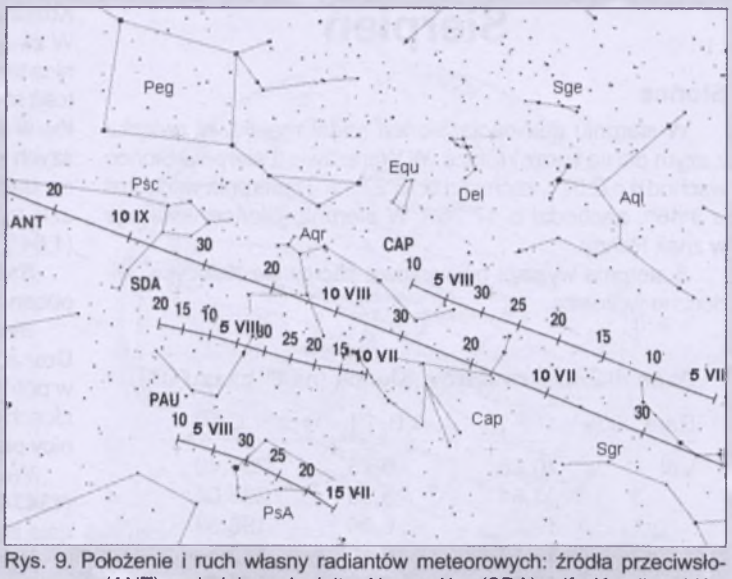
7^d00^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 2°.

$8^d22^h09^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2008*].

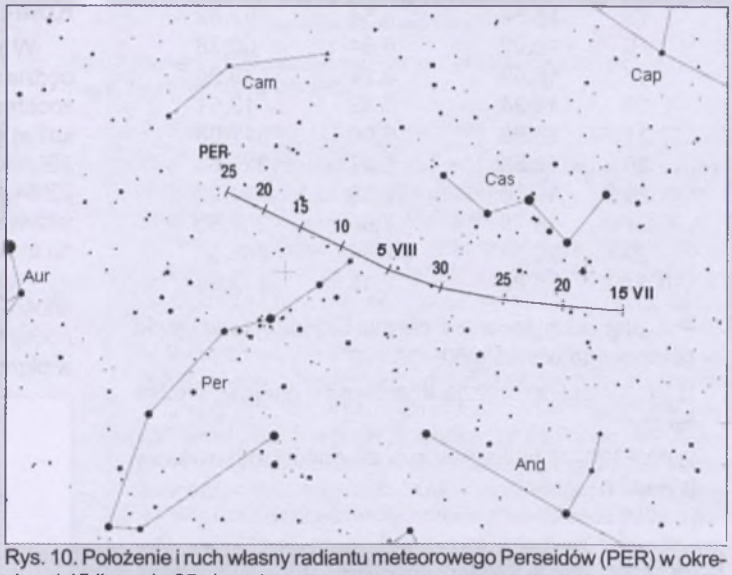
$8^d23^h36^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 6/2007*].

9^d14^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 4°.

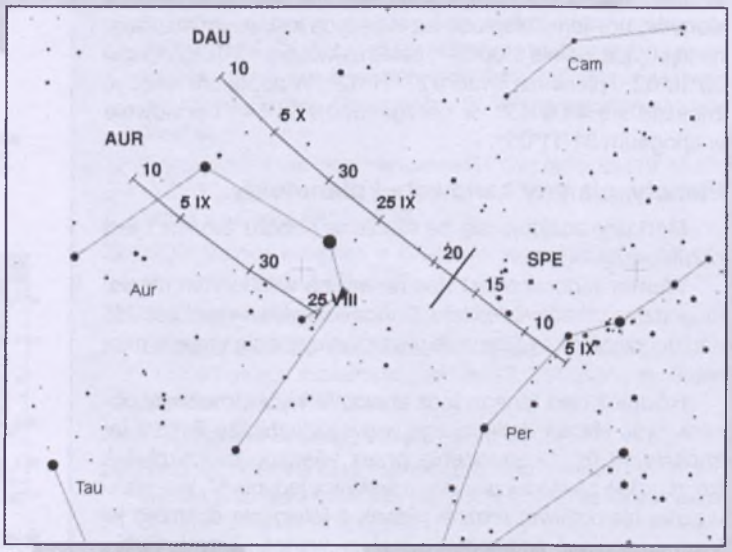
12^d07^h Maksymalna libracja Księżyca (9,5°) w kierunku krateru *Schickard* (oświetlony).



Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych: źródła przeciwsłonecznego (ANT), południowych delta Akwarydów (SDA), alfa Kaprikornidów (CAP) i Piscis Austridów (PAU) w okresie od 5 lipca do 20 września



Rys. 10. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Perseidów (PER) w okresie od 15 lipca do 25 sierpnia



Rys. 11. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych alfa Aurigidów (AUR) i delta-Aurigidów (DAU) w okresie od 5 sierpnia do 10 października

14^d20^h Jowisz w opozycji do Słońca.

16^d02^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 3°.

17^d01^h Neptun w opozycji do Słońca.

17^d06^h Złączenie Merkurego z Saturnem w odl. 3°.

17^d21^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 0,7°.

18^d Gwiazda zmienna długookresowa R And ($0^h24,0^m$, +38°35') osiąga maksimum jasności ($6,9^m$) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 6/2004*].

$18^d00^h03^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 5/2007*].

18^d19^h Minimalna libracja Księżyca (0,6°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

19^d Gwiazda zmienna długookresowa T Aqr ($20^h49,9^m$, –5°09') osiąga maksimum jasności ($7,7^m$).

$21^d00^h20^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,4^m$ [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 1/2005*].

22^d01^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 7°.

22^d07^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 3°.

$22^d22^h37^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^m$ do $3,4^m$ [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 5/2007*].

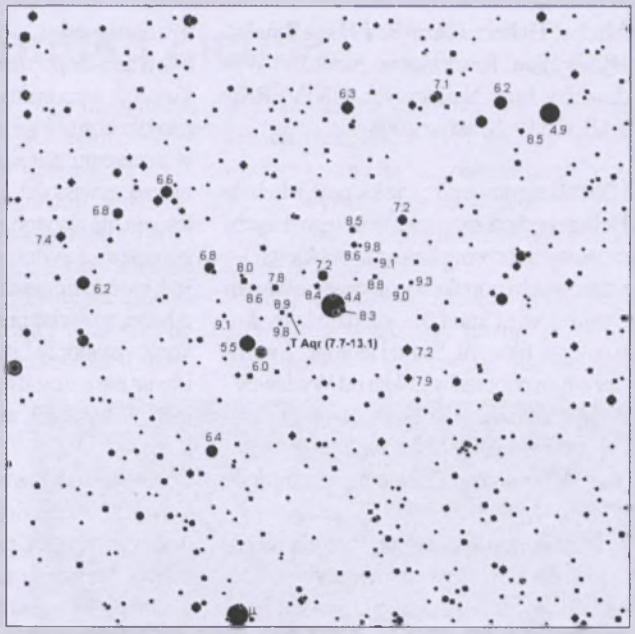
$22^d23^h41^m$ Słońce wstępuje w znak Panny, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 150°.

24^d16^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 27°.

25^d01^h Maksymalna libracja Księżyca (9,9°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

28^d Gwiazda zmienna długookresowa R Cnc ($8^h16,6^m$, +11°44') osiąga maksimum jasności ($6,8^m$) [*mapka zamieszczona w „Uranii-PA" 4/2004*].

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).



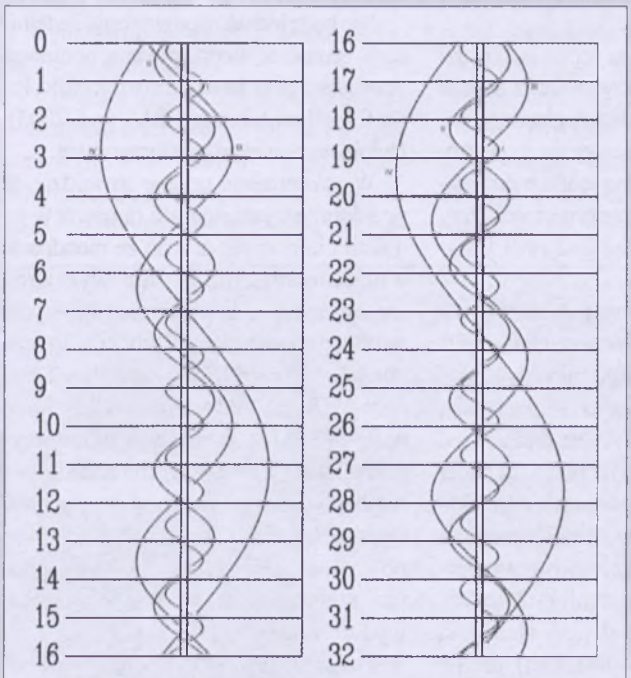
Rys. 13. Mapa gwiazdozbioru Wodnika do obserwacji gwiazdy zmiennej T Aqr ($20^h49^m56,3^s$, ±5°08'48"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 5°, północ u góry)

Aby otrzymać datę w obowiązującym w lipcu i sierpniu w Polsce „czasie letnim", należy dodać 2 godziny.

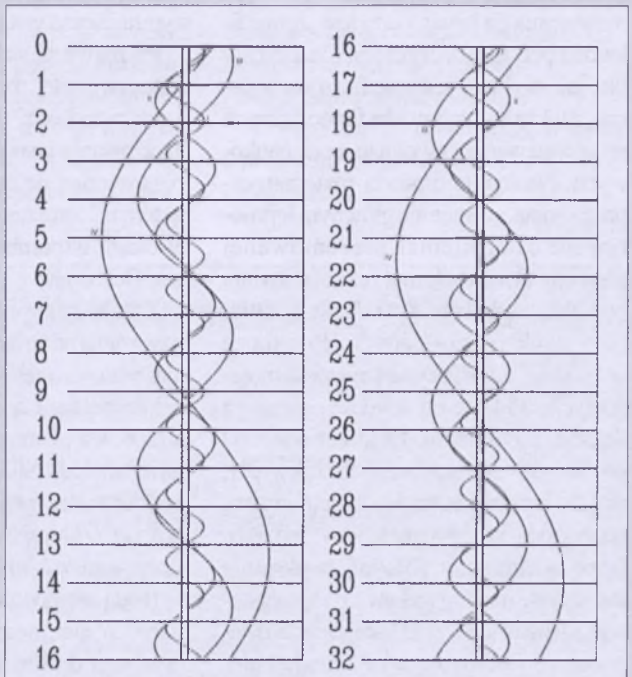
Momenty złączeń planet z Księżycem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ściężor



Rys. 14. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w lipcu 2009 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 15. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w sierpniu 2009 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

Michał Heller: ***Filozofia i Wszechświat. Wybór Pism***. Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych UNIVERSITAS, s. 544, Kraków 2008.

Ukazała się nowa pozycja ks. prof. Michała Hellera będąca zwieńczeniem Jego dotychczasowych przemyśleń oraz publikacji — naukowych i popularnonaukowych (w tym również w „Uranii") — z dziedziny kosmologii, filozofii, fizyki i teologii. Świadczy o tym chociażby „Nota od Wydawcy" podająca dla każdej części monografii pewne, wykorzystane prace Autora — w sumie 38 publikacji bądź opracowań; inne podano w przypisach.

Trudno jest napisać wyważoną recenzję tak obszernej (i o takim natężeniu wiedzy filozoficznej) pozycji, zawierającej ogromny ładunek intelektualny i emocjonalny. Najkrótsza opinia mogłaby brzmieć: „To wszystko już było" — ale byłoby to i nadmierne uproszczenie, i nadużycie niemiłe dla Autora. Najdłuższa byłaby zapewne komentarzem liczącym kilkadziesiąt stron. Obawiam się jednak, iż pomimo różnych prób przybliżenia Czytelnikowi tego dzieła, pozostanie ono dla niektórych zbyt „ciężkie do udźwignięcia". Można zatem tylko stwierdzić: *Fiat voluntas tua*.

Na wstępie Autor prowadzi krótkie rozważania na temat: co to jest „nowa filozofia przyrody", czym jest filozofia nauki, jak możliwa jest tzw. filozofia w nauce, a także — wpływ idei filozoficznych na powstawanie i ewolucję teorii naukowych. Następnie omawia matematyczność świata, co staje się głównym lejtmotywem całej niemal prezentowanej pozycji. Owa matematyczność świata budziła (i budzi) opory wielu przedstawicieli nauk filozoficznych. Przytoczę w związku z tym pewien epizod z mojego życia: 35 lat temu składałem egzamin doktorski z filozofii. Doktorat dotyczył problemów astronomicznych. Już wtedy, niejako intuicyjnie, stałem na stanowisku, iż przyroda musi być matematyczna. Profesor-egzaminator (filozof dwukrotnie starszy ode mnie) gwałtownie zaprotestował — myśląc jeszcze kategoriami dziewiętnastowiecznymi. Jako „młody i głupi" uparłem się — poniekąd nawet się pokłóciliśmy. Zakończyłem egzamin oceną zaledwie dostateczną...

Obecnie Michał Heller pisze: *Przez naukę rozumiem tu przede wszystkim naukę nowożytną (...) posługującą się matematyczno-empiryczną metodą.* W konsekwencji wspomina o średniowiecznym modelu kosmologicznym, który rozpadł się w zderzeniu z matematycznymi modelami rzeczywistości. Szkoda, że w tym kontekście nie przytoczył On modelu kosmogonicznego Azteków, którzy uważali, iż jeśli nie będzie się składało krwawych ofiar z ludzi, to świat przestanie istnieć. Kiedy konkwistadorzy hiszpańscy zabronili tego i świat nie przestał egzystować, rozpadł się nie tylko model, ale i cywilizacja Azteków...

Swoje rozważania Autor kontynuuje w rozdziale *Czy świat jest matematyczny?* oraz w rozdziale *Czy Wszechświat jest chaosem?* Następny rozdział — *Co to jest matematyka?* — dotyczy struktur algebraicznych i topologicznych, by „gładko" przejść do niezmiernie pouczającej problematyki tzw. twierdzeń Goedla. Najogólniej ujmując, teoremat Goedla głosi, iż nie można dowieść poprawności (prawdziwości) systemu w obrębie tego systemu. Wszyscy np. wiemy, że $2\times2 = 4$, ale dowieść tego w ramach arytmetyki nie sposób. Trzeba wznieść na wyższy poziom, np. algebry, a wtedy to działanie dowodzi się z tzw. dwumianu Newtona. Oczywiście piszę to w uproszczeniu, ponieważ bywają bardziej wyrafinowane sytuacje.

Po rozważaniach na temat sukcesów matematycznej metody badania świata Autor przechodzi do ontologicznego zaangażowania współczesnej fizyki. Ontologia zajmuje się ogólną teorią bytu, charakterem i strukturą rzeczywistości. Przy tej okazji wspomina też o słynnej Brzytwie Ockhama.

Z kolei następują bardzo interesujące rozważania na temat słynnego efektu EPR będącego pozostałością po nieprzemiennej, nielokalnej fazie w dziejach Wszechświata (zob. też „Urania–PA" nr 6/2003), po czym Michał Heller przechodzi do nader krótkiej części zatytułowanej... *Metafizyka fizyki*, w której warto zwrócić uwagę na *Teorie wszystkiego* oraz zasady antropiczne (będą się one powtarzały). Osobiście mam do nich ambiwalentny stosunek, zwłaszcza do silnej (ostatecznej), czemu już nieraz dawałem wyraz, nie godząc się na jej uznanie, ponieważ zakłada ona — ni mniej, ni więcej — teleologię.

Rozdział 1 części piątej (noszącej symptomatyczny tytuł *Czas — przestrzeń — grawitacja*) przedstawia głównie szczególną teorię względności. Autor pisze między innymi: (...) *szczególna teoria względności — bardziej niż inne teorie współczesnej fizyki — stanowi przedmiot zarówno filozoficznych dyskusji, jak i ataków ze strony niedokształconych amatorów*. Nic dodać, nic ująć...

W rozdziale *Whitehead i Einstein — dwa style myślenia* tejże części Autor ponownie nawiązuje do matematyczności świata, pisząc m. in.: *Fiasko metody Whiteheada i sukces metody Einsteina wydają się świadczyć o tym, że świat ma bogatą strukturę matematyczną, do której można się poznawczo przybliżyć, stosując matematyczno-empiryczną metodę badania* (...). Ponadto dość dużo uwagi Heller poświęcił w tym kontekście filozofowi neopozytywistycznemu Karlowi Raimudowi Popperowi, często niezbyt pochlebnie się wyrażając o jego „nauce" (zaś St. Lem pisał był wprost: „(...) lord Popper to twórca paru bystrych konceptów, poza tym jednak niesynkategorematyczny odgrzewacz zneutralizowanych ontologicznie zrazów w sosie po Circulus Vindobonensis. Po tym kółku, w którym Wittgenstein świecił świecił, aż przestał. Kółko zostało zawieszone na kołku." — *Wizja lokalna*, wyd. II, s. 179).

Nie będę jednak wprowadzał Czytelnika w geometrię nieprzemienną, ponieważ uczyniłem to w innej recenzji książki ks. prof. Hellera („Urania–PA" nr 6/2003). Byłoby to poniekąd powtarzanie się...

W zakończeniu pragnę stwierdzić, iż po lekturze tej monografii (a nawet w jej trakcie) odnosi się prawie że nieodparte wrażenie-sugestię — nie wyrażoną zresztą jawnie — iż większość (statystyczna) filozofów to niemal „idioci". Jeszcze dobitniej wyraził to był Stanisław Lem, pisząc: „Lecz **żadnemu** (podkreślenie moje — TZD) z filozofów jakoś nie przyszło do głowy to, że wyprowadzać z porządku własnego myślenia — prawa, ważne dla całego zbioru ludzi od eolitu po zgaśnięcie słońc, jest, mówiąc łagodnie, rzeczą nieostrożną" (*Głos Pana*, wyd. I., s. 46).

Proszę wybaczyć moje nieustanne odwoływanie się do Lema, ale jak to napisałem (zob. „Urania–PA" nr 6/2003): „Lem filozofuje literacko, Heller — matematycznie"!

T. Zbigniew Dworak

Ojciec Niebo, matka Ziemia

Koncert Józefa Skrzeka na 15-lecie Planetarium w Toruniu miałem zapisany w kalendarzu od momentu ustalenia jego daty na 8 marca 2009 r. Darmowe wejściówki rozeszły sie błyskawicznie i tylko dzięki życzliwości toruńskich przyjaciół udało mi sie zdobyć jedną (Staszku i Sławku, dzięki!). Musiałem pojechać…

Koncerty, gwoli ścisłości, były trzy. Jeden odbył się w sobotni wieczór, 7 marca, i był w zasadzie przeznaczony tylko dla zamkniętego grona. Była to swoista próba generalna przed dwoma niedzielnymi koncertami. Pierwszy, na którym miałem przyjemność być, rozpoczął się o godz. 15, drugi o 17.

Czas na pokoncertowe refleksje…

Refleksja pierwsza: niesamowita symbioza obrazu i dźwięku. Jeden bez drugiego nie jest tym, czym są razem. Niby mogą funkcjonować samodzielnie, ale dopiero w połączeniu przemawiają pełnią mocy, pełnią emocji.

Refleksja druga: Józef Skrzek naprawdę gra, a nie odtwarza wcześniej zaprogramowane sekwencje dźwięków (przeciwległy biegun do tego, co parodiował pewien znany krajowy kabaret w stosunku do pewnego znanego zagranicznego muzyka).

Refleksja trzecia: Roksana Vikaluk to wokalistka o ciekawym głosie i przede wszystkim wszechstronnych umiejętnościach. Słychać było i jazzowe, i klasyczne, i ludowe zaśpiewy, przede wszystkim jednak ujawniały się fascynacje dawnymi śpiewami sięgającymi czasów pogańskich. Ciekawe połączenie z sakralnie brzmiącymi organami Skrzeka!

Refleksja czwarta: po wspólnych koncertach Klausa Schulze i Lisy Gerard obawiałem się jakiejś formy naśladownictwa czy swego rodzaju wtórności. Nic z tego! To, co zaprezentowała ta para pod kopułą toruńskiego planetarium, jest tak oddalone od tego, co usłyszałem podczas listopadowego koncertu w warszawskiej bazylice (patrz „Urania–PA 1/09) jak Wschód od Zachodu. Swoista słowiańska odpowiedź na germańskie granie wielbiciela Wagnera i celtyckie zaśpiewy Australijki. W tym zestawieniu kryje się pewna głębsza prawda, ale to już…

Józef Skrzek i Roksana Vikaluk. Fot. S. Jędraszek

Refleksja piąta i najistotniejsza: „Kosmofonia" Józefa Skrzeka ze śpiewem Roksany i wizualizacjami stworzonymi przez Stanisława Rokitę to przepiękna opowieść o tym, skąd pochodzimy, kim jesteśmy i dokąd zmierzamy. Opowieść o Wszechświecie i tej jedynej wyjątkowej Planecie, która ze zwiazku z Niebem urodziła Życie. Opowieść o dojrzewaniu owego bytu do momentu, gdy staje się zdolne do samodzielnego aktu kreacji (tak, tak, o tym właśnie mówi utwór zagrany na bis, pokazujacy Człowieka wyruszajacego w Kosmos, by w przyszłości zapłodnić życiem Marsa i inne odległe światy).

Refleksja szósta i ostatnia: nie bez kozery termin wykonania utworu przypadł na 8 marca — tradycyjnie obchodzony Dzień Kobiet. Bo, proszę Państwa, „Kosmofonia" to utwór poświęcony tej jedynej — Matce Ziemi — kobiecemu pierwiastkowi naszego kosmicznego domu…

Tysiące planet, czerwonych, niebieskich,
Tysiące planet, dalekich, milczących,
I ona jedna, jedynie zielona,
I ona jedna, jedynie mówiąca…

DVD Klausa i Lisy będzie w maju, a ja chciałbym jeszcze DVD z Józefem i Roksaną…

Jacek Drążkowski

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII–PA

Prenumerata na rok 2009 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł. Cena pojedynczego zeszytu 10,90 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160220200000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

Kupon konkursowy Uranii-PA 3/2009

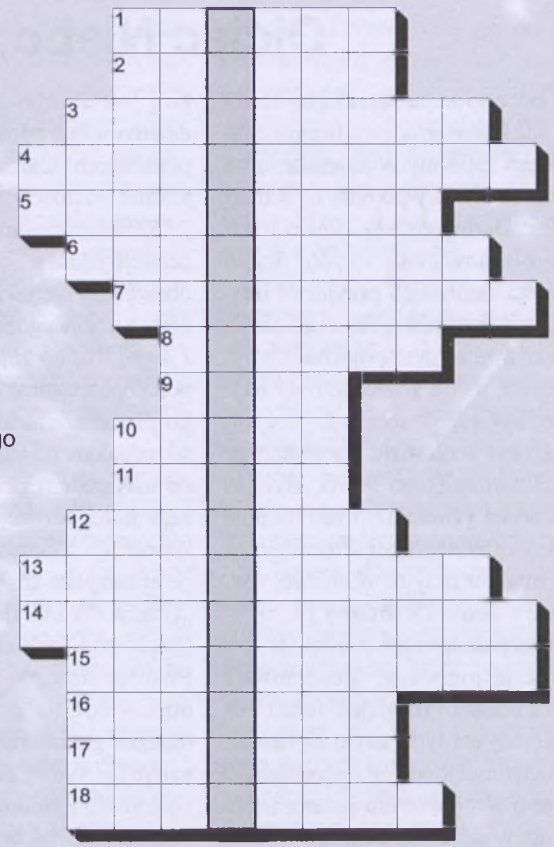
Krzyżówka

W „Uranii–PA" nr 1/2009 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło SUPERNOWA TYCHONA. Nagrody książkowe wylosowali **Grzegorz Kubicki** z Ostrowca Świętokrzyskiego i **Janusz Krzysztof** z miejscowości Bożków.

A oto hasła pomocnicze do rozwiązania nowej krzyżówki:

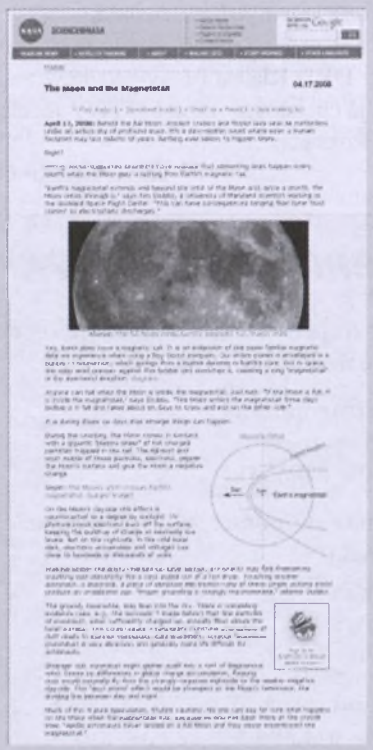
1. autor „Kosmofonii"
2. Rzadki, zjonizowany gaz
3. Tam odbywa się OMSA
4. Rektor UMK
5. Najprostszy akcelerator cząstek
6. Pierwszy skierował lunetę w niebo
7. Zjonizowana warstwa atmosfery
8. Jego parametry są używane do opisu pola magnetycznego
9. Z kropli jej mleka miała powstać Droga Mleczna
10. Planetoida 12999
11. Projekt budowy interferometru radiowego dla niskich częstotliwości
12. Pulsujące gwiazdy
13. Spójność
14. Mniejsza wersja kwazara
15. Nazwa toruńskiej fontanny
16. Proces opadania materii na ciało niebieskie
17. Na początku XX w. badał strukturę Drogi Mlecznej
18. Letni miesiąc „spadających gwiazd"

Na rozwiązania czekamy do końca lipca 2009 r. Osoby nie będące prenumeratorami „Uranii–PA" muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną. Na zwycięzców czekają nagrody książkowe.



Opr. Joanna Drążkowska

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA" 1/2009: 1. Katastrofa, 2. Haumea, 3. Wikipedia, 4. Magnetyczne, 5. Kerra, 6. Bandung, 7. Frombork, 8. Obserwacje, 9. Niestabilność, 10. Synteza, 11. Gigantyczne, 12, Flickering, 13. Chicxulub, 14. Bolonia, 15. Astronet, 16. Kwadrantydy.



Ciekawe strony internetowe...

Dziś proponuję trochę nietypową wędrówkę po stronach NASA zawierających wiadomości dla prasy — rozpoczniemy ją od adresu http://science.nasa.gov/headlines/y2008/17apr_magnetotail.htm?list188305, pod którym znajdziemy informacje o przechodzeniu Księżyca przez ogon magnetosfery ziemskiej. Zjawisko to ma miejsce raz w miesiącu w okolicy pełni i trwa około 6 dni. Dotychczasowe pobyty astronautów na Księżycu miały miejsce poza pełnią Księżyca. A dzieją się wtedy dziwne rzeczy — naelektryzowany pył pokrywający powierzchnię Księżyca może unosić się do góry, tworząc rodzaj lokalnej atmosfery pyłowej. Istnieją stare zdjęcia horyzontu Księżyca wykonane w roku 1968 przez lądownik Surveyor 7 znajdujący się w okolicach terminatora, na których widać poświatę nad horyzontem. Jest to najprawdopodobniej lewitujący nad powierzchnią pył rozpraszający padające na niego światło słoneczne. Oddziaływanie powierzchni naszego satelity z ogonem magnetosfery ziemskiej jest zjawiskiem dynamicznym: zmiany mogą następować w skalach czasowych od minut do dni, wzmagając się w trakcie zaburzeń wiatru słonecznego i burz magnetycznych na Ziemi. Lokalne różnice w potencjałach elektrycznych mogą wywoływać przemieszczanie się pyłu — coś w rodzaju burz pyłowych — prawdopodobnie najsilniejszych w okolicach terminatora. O tym wszystkim, jak i o innych zjawiskach związanych z elektryzowaniem się pyłu i powierzchni Księżyca można dowiedzieć się z odnośników prowadzących do kolejnych informacji. Niestety, niektóre adresy są już nieaktualne.

(*rs*)

Galeria Uranii

W czasie gdy na naszym niebie widoczna była kometa C/2007 N3 Lulin, pogoda w kraju nie była łaskawa. Autorzy nadesłanych zdjęć robili je w obecności mgieł, chmur i innych niedogodności. Zdjęcie po lewej było wykonane reflektorem Newtona 250/907 z aparatem Nikon D300 w ogniskuu głównym teleskopu (28.02.2009 godz. 23.01–23.21 CSE, eksp. 8×90 s, ISO 2000). Fot. Mariusz Świętnicki, Zręcin

Niżej zbliżenie komety do Regulusa (28.02.2009, ogniskowa 175 mm, łączny czas ekspozycji 150 s, ISO 4000). Fot. Marek Nikodem, Niedźwiady

Niżej zdjęcia składające się na potrójną sekwencję Saturna. Zostały zrobione odpowiednio: 11.04.2007, 11.02.2008 i 10.02.2009. Widać zmiany kąta nachylenia pierścieni. Fot. Marcin Filipek

Wyżej gwiazda ε Gem na moment przed zakryciem 6 lutego 2009 r. (Canon EOS 350D w ognisku Newtona 300/1800). Fot. Marcin Filipek, Jerzmanowice

Zdjęcia z pokazów teleskopowych w Lidzbarku Warmińskim w ramach akcji „100 godzin astronomii". Fot. J. Puszcz, K. Szymukowicz

Niezwykła galaktyka pyłowa NGC 7049

Ta niezwykła galaktyka jest klasyfikowana jako pośrednia między eliptyczną a spiralną. Jej szczególną cechą są wielokrotne, pierścieniowe warstwy ciemnego pyłu wokół jądra.

NGC 7049 jest najbardziej jasna w Najjaśniejszej Gromadzie Galaktyk (Brightest Cluster Galaxy) w gwiazdozbiorze Indus (Indianin) na południowym niebie (nazwę temu rejonowi gwiazd nadał holenderski astronom Petrus Plancius w XVI w., ale nie zachowała się w dzisiejszej nomenklaturze gwiazdozbiorów). Typowe galaktyki BCG są jednymi z najstarszych i najbardziej masywnych galaktyk.

NGC 7049 rozciąga się na przestrzeni ok. 150 tys. lat św. i znajduje się w odległości ok. 100 min lat św. od nas. Nie umiemy powiedzieć, jak ona powstała, ale nie jest wykluczone, że mogą wchodzić w grę wielokrotne zderzenia galaktyk.

Widoczna w górnej części galaktyki jasna gwiazda jest gwiazdą tła należącą do naszej Drogi Mlecznej.

Źródło: NASA, ESA, W. Harris (McMaster University)

Urania

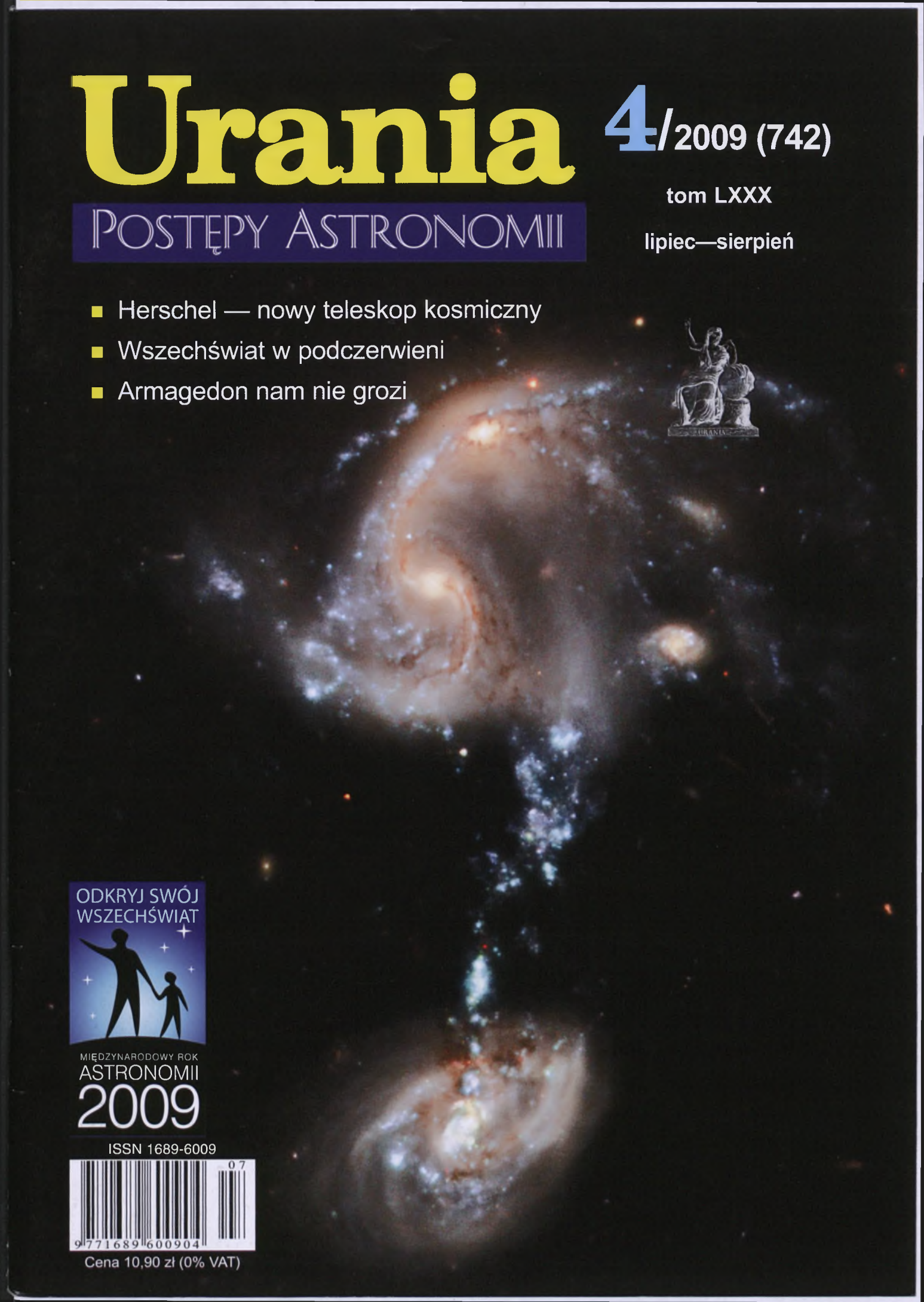
Postępy Astronomii

4/2009 (742)

tom LXXX

lipiec—sierpień

- Herschel — nowy teleskop kosmiczny
- Wszechświat w podczerwieni
- Armagedon nam nie grozi



ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT

MIĘDZYNARODOWY ROK ASTRONOMII 2009

ISSN 1689-6009

Cena 10,90 zł (0% VAT)

Pamiątkowe zdjęcie uczestników uroczystości zakończenia olimpiady

LII Olimpiada Astronomiczna w Chorzowie

Zdjęcie laureatów olimpiady; w pierwszym rzędzie od lewej stoją: Rafał Sikora, Grzegorz Gajda, Przemysław Mróz, Patryk Pjanka, a w drugim od lewej — Piotr Godlewski i Michał Wojtaszek

Zawodnicy rozwiązują zadania w sali portretowej Planetarium Śląskiego

Fot. Gabriela Sowa

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

fot. A. Daukszа-Wiśniewska

Organizatorzy Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce, Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii i Komitet Astronomii PAN otrzymali ostatnio zgodę od wszystkich zaproszonych osobistości do uczestnictwa w Honorowym Komitecie Obchodów MRA 2009 w Polsce. Otwieramy więc ten zeszyt składem osobowym tego Komitetu. Przypominamy, że na jego czele stoi Prezydent RP, który już przysłał swego przedstawiciela i specjalny list na ceremonię otwarcia MRA 2009 w Polsce. Pisaliśmy o tym w poprzednim zeszycie „Uranii". W ślad za składem osobowym Komitetu Honorowego publikujemy raporty o imprezach astronomicznych, jakie odbyły się ostatnio w ramach obchodów MRA w różnych miastach Polski i zapowiedzi imprez, które są planowane.

Na wyróżnienie zasługuje wywiad, jaki przeprowadziła Alicja Cichocka z Edem Bowellem z Arizony, odkrywcą wieluset planetoid i ofiarodawcą planetoidy dla Torunia. Profesor Bowell przybył do Torunia na Festiwal Nauki i Sztuki i w czasie ceremonii otwarcia Festiwalu mówił o niebezpieczeństwach, jakie się wiążą ze zderzeniem planetoid z Ziemią.

Zaledwie parę tygodni temu został wysłany w Kosmos największy z teleskopów kosmicznych, teleskop Herschela. Ciągle jest w drodze na swą pozycję obserwacyjną w punkcie L2 układu Ziemia--Słońce, 1,5 mln km od Ziemi. Jego monolityczne lustro ma aż 3,5 m średnicy. Jest on przeznaczony do badań w dalekiej podczerwieni, a w szczególności wiązane są z nim nadzieje sięgnięcia do bardzo chłodnych i odległych obiektów Wszechświata oraz istotną pomoc w rozwiązaniu zagadki rodzenia się planet, gwiazd i galaktyk.

Najpierw artykuł Macieja Bilickiego omawia wszystkie dotychczasowe kosmiczne teleskopy podczerwone i wiedzę o Wszechświecie, jaką nam dostarczyły, a następnie para autorska Tomasz Kamiński i Maja Kaźmierczak opisują bliżej teleskop Herschela i zadania, jakie przed nim stoją. Przy pomocy jednej rakiety Ariane 5, razem z Herschelem został wystrzelony w Kosmos jeszcze jeden teleskop kosmiczny, teleskop Plancka. Ten z kolei ma badać mikrofalowe promieniowanie tła Wszechświata.

Dalej Henryk Chrupała przedstawia rezultaty tegorocznej, już 52., Olimpiady Astronomicznej, prowadzonej od samego początku przez Planetarium Śląskie w Chorzowie. W Astronomii w Szkole, *ten sam Autor wraz z Markiem Szczepańskim omawiają szczegółowo zadania III etapu Olimpiady i pokazują, jak powinny być rozwiązane. Myślę, że jest to doskonały poradnik dla nauczycieli fizyki z astronomią.*

W Poradniku Obserwatora *zachęcamy do obserwacji ciekawej gwiazdy epsilon Aurigae.*

W Rozmaitościach *donosimy o obserwacjach meteorów przy pomocy sejsmografów, o zaćmieniu Słońca z roku 1415, które króla Władysława Jagiełłę i jego ludzi w drodze zatrzymało i w bojaźń zabobonną wprawiło, o starcie teleskopów kosmicznych Herschela i Plancka i ostatniej misji naprawczej do teleskopu Hubble'a. Czterdziestą rocznicę lądowania człowieka na Księżycu przypominamy ostatnią stroną okładki.*

Niestety w In Memoriam *znowu wspominamy Kolegę, który przedwcześnie odszedł — zmarł prof dr hab., dr h.c. Lubomir Włodzimierz Baran, członek Polskiej Akademii Nauk, profesor Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Żegnamy Go ze smutkiem.*

W Recenzji przedstawiamy i polecamy Czytelnikom nową książkę (podręcznik akademicki) pt. Ziemia i Wszechświat, *której Autorem jest profesor Jerzy Marek Kreiner z Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie.*

Jak zwykle zamieszczamy Kalendarz astronomiczny *opracowany przez Tomasza Ściężora z Krakowa. Dotyczy on już jesiennych miesięcy września i października. Jest też felieton muzyczny, wskazanie ciekawych stron internetowych i krzyżówka. Za prawidłowe rozwiązanie krzyżówki losujemy nagrody. Nagrody też czekają autorów najciekawszych obserwacji astronomicznych.*

Życzę Państwu przyjemnej lektury i pogodnego nieba.

Toruń, czerwiec 2009 roku

Szanowny Panie Profesorze!

W Pańskim artykule „Otwarcie Międzynarodowego Roku Astronomii 2009", który ukazał się w numerze 2/2009(740) „Uranii", znalazły się pewne nieścisłości, które chciałbym sprostować. Chodzi mi o fragment ostatniego akapitu „Wśród tysiąca uczestników uroczystości z całego świata było tylko dwoje reprezentantów Polski: przedstawiciel PAN i przedstawicielka Polskiego Komitetu UNESCO, czyli osoby raczej z klucza urzędniczo-funkcyjnego". Otóż:

1. Jestem pierwszym z wymienionych delegatów i na liście uczestników imprezy przypisano mi istotnie afiliacje PAN bez nazwy instytutu. Zostałem jednak zaproszony przez p. Catherine Cesarsky jako przedstawiciel środowiska naukowego, pełniący w kadencji 2006-2009 Międzynarodowej Unii Astronomicznej funkcje przewodniczącego Komisji 19 MUA „Ruch obrotowy Ziemi" (http://iaucomm19.cbk.waw.pl/) oraz członka Komitetu Organizacyjnego Wydz.I MUA „Astronomia Fundamentalna" (http://astro.cas.cz/iaudiv1/). Nie zostałem oddelegowany na uroczystość przez władze PAN, tylko przez Dyrekcję Centrum Badań Kosmicznych PAN na podstawie dołączonego do e-maila personalnego zaproszenia, a mój wyjazd do Paryża został sfinansowany ze środków statutowych Centrum. W uzupełnieniu chciałbym dodać, że jestem członkiem PTA od roku 1983 oraz MUA od roku 1991.

2. Pomimo usilnych starań nie udało mi się skontaktować podczas imprezy z przedstawicielką Polskiego Komitetu UNESCO panią Banaszkiewicz, więc prawdopodobnie nie wzięła ona udziału w uroczystej inauguracji MRA2009.

W pełni podzielam natomiast Pańskie zaskoczenie i rozczarowanie, że w tak ważnym wydarzeniu zabrakło astronomów reprezentujących Komitet Astronomii PAN, Komitet ds. Polskich Obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii 2009, a także polskich miłośników astronomii oraz studentów. Przedstawiciele ostatnich dwóch grup byli otoczeni przez organizatorów szczególną opieką, [...] Z moich rozmów z kolegami z Czech (Jan Vondrak, Jan Palous), Ukrainy (Yaroslav Yatskiv) czy Rumunii (Magda Stavinschi) wynika, że skład delegacji reprezentowanych przez nich krajów był ustalany przez narodowe komitety ds. obchodów MRA2009 [...] Z listy uczestników imprezy [...] można się zorientować, że wymienione 3 kraje były reprezentowane odpowiednio przez 10, 7 i 6 uczestników.

Z wyrazami szacunku,

Aleksander Brzeziński
Warszawa

Red.:

Szanowny Panie Profesorze,

Cieszymy się bardzo, że reprezentantem Polski na uroczystości otwarcia Międzynarodowego Roku Astronomii w Paryżu była osoba w pełni kompetentna i mająca wszystkie atrybuty, aby polską astronomię godnie reprezentować. Żałujemy, że nie napisał Pan Profesor dla „Uranii" choćby krótkiej notatki na temat przebiegu tej uroczystości. Mamy nadzieję, że przy innych wyjazdach zechce Pan Profesor pamiętać o naszym czasopiśmie.

* * *

Szanowny Panie Profesorze,

Przeglądałem ostatnio archiwalne egzemplarze „Uranii" i w nr 5/2007 natrafiłem na artykuł Profesora Jerzego M. Kreinera i Dr Anny K. Zawady zatytułowany „«Amerykanka» w Obserwatorium Krakowskim." Artykuł zainteresował mnie z dwóch powodów.

Po pierwsze miło mi było czytać o obserwacjach prowadzonych przy pomocy „Amerykanki" przez mojego Dziadka Kazimierza Kordylewskiego oraz o badaniach odkrytych przez niego księżyców pyłowych, prowadzonych przez dra Macieja Winiarskiego również przy pomocy „Amerykanki". Dołączona do artykułu reprodukcja notatki z obserwacji z własnoręcznym podpisem Dziadka wywołała miłe wspomnienia jego osoby.

Drugi powód mojego zainteresowania artykułem jest taki, że na początku lat 90. ubiegłego wieku, podczas moich studiów na Harvardzie (niestety nie byłem studentem astronomii, choć przez wzgląd na rodzinną tradycję zaliczyłem jeden semestr podstaw astronomii) podjąłem próbę odszukania śladów „Amerykanki" w harvardzkich archiwach. Po wymianie korespondencji z Prof. Owenem Gingerichem i Dr Marthą Hazen otrzymałem kopie dokumentów odnoszących się do zupełnie innej lunety, która służyła do robienia fotografii nieba i trafiła do innego niż Kraków ośrodka astronomicznego (chyba do Torunia, ale niestety tego nie pamiętam). Próbowałem jeszcze dalej drążyć temat „naszej" krakowskiej „Amerykanki", niestety bezowocnie. Wkrótce po ukończeniu studiów wróciłem do Krakowa i nie kontynuowałem poszukiwań. Wygląda więc na to, że historia „Amerykanki" opisana w artykule znana jest obecnie tylko z polskiej strony. Tym bardziej cieszy świadomość, że pamięć o historycznych obserwacjach nie ginie.

Z wyrazami szacunku

Marek Kordylewski
Kraków

Red.:

Tak, istotnie w roku 1947 prof. Schapley, ówczesny dyrektor Obserwatorium Harvarda, przysłał do Torunia 20 cm teleskop Drapera, pierwszy astrograf wśród instrumentów astronomicznych. Teleskop ten jest wielce zasłużony dla astrofizyki, bo nie tylko z wielkimi sukcesami rozpoczął erę intensywnego wykorzystywania fotografii w astronomii, poprzez dwubarwną fotometrię i klasyfikację widmową 250 tys. gwiazd, ale też dał podstawy rozumienia natury fizycznej gwiazd. Kliszoteka prawie 60 tys. zdjęć zrobionych tym teleskopem znajduje się w Obserwatorium Harvarda w Cambridge koło Bostonu. W Toruniu (Piwnicach) teleskop ten stał się zalążkiem nowego obserwatorium i przez kilka lat był jego podstawowym instrumentem. W roku 1966 prof. Harlow Schapley odwiedził Obserwatorium Toruńskie i, kładąc swój podpis na teleskopie Drapera powiedział: „Po pierwszej wojnie światowej wysłałem 20 cm teleskop do Krakowa, po drugiej wojnie światowej dałem inny 20 cm teleskop do Torunia. Już nie mam w Harvard teleskopów 20 cm, wobec tego trzeciej wojny światowej już nie będzie."

* * *

Droga Redakcjo!

Przemiłą niespodzianką okazała się dla mnie ostatnia wygrana w konkursie krzyżówkowym.

Składam na ręce Szacownego Pana Profesora, Pana Redaktora Naczelnego Andrzeja Woszczyka moje serdeczne podziękowania i ukłony! To dla mnie prawdziwy zaszczyt, iż mogłem otrzymać książkę „Astronomem być..." opatrzoną własnoręcznym podpisem Wielkiego Nestora polskiej astronomii.

Panu Jackowi Drążkowskiemu za sympatyczną pocztówkę odwdzięczam się swymi serdecznymi pozdrowieniami, życząc dalszej udanej pracy, choćby nad krzyżówkami czy felietonami do „Uranii–PA".

Grzegorz Kubicki
Ostrowiec Świętokrzyski

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł
cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł
1/4 s.: 200,00 zł
1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł".
Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączenia się **„Uranii"** (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Nakład: 1700 egz.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN
Karolina Zawada, CA UMK Toruń

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 611 30 08
Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl
urania@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.pta.edu.pl
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2009 kosztuje 54 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10,90 zł.

Wydawca:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: pta@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: ptma.astronomia.pl

Numer zamknięto w czerwcu roku 2009

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009:

148 *Skład Komitetu Honorowego MRA 2009 w Polsce*
149 *Kwiecień miesiącem astronomii w Poznaniu*
150 *Armagedon nam nie grozi — wywiad z prof. E. Bowellem*
151 *Międzynarodowy Rok Astronomii w Opolu*
152 *Naukowa konferencja młodych w Częstochowie*
153 *Konferencja w Niepołomicach — Astronomia XXI w. i jej nauczanie*

154 ***Wszechświat w podczerwieni***
Maciej Bilicki
Zastosowanie nowych technik obserwacyjnych lub nowych technologii rejestracji promieniowania ciał niebieskich wiązało się zawsze z serią nowych, często nawet rewolucyjnych odkryć, które fundamentalnie zmieniały nasze rozumienie Wszechświata. Ostatnio obserwacje w podczerwieni odkrywają dla nas nowy świat. Są to obserwacje trudne i kosztowne, bo trzeba je wykonywać głównie z satelitów i stacji kosmicznych, a ponadto za pomocą odbiorników chłodzonych do temperatury prawie zera bezwzględnego. O tej dziedzinie obserwacji astronomicznych i ich rezultatach traktuje niniejszy artykuł. Gorąco polecam jego lekturę

159 ***Herschel — nowy teleskop kosmiczny***
Tomasz Kamiński, Maja Kaźmierczak
Kilka tygodni temu wystartował do oddalonego od nas o 1,5 mln km w swą drogę do obszaru równowagi grawitacyjnej układu Ziemia-Słońce (tzw. punktu L2) wielki teleskop kosmiczny. Jego 3,5-m lustro będzie zbierać słabe promieniowane pochodzące od chłodnych obiektów Wszechświata, takich jak obłoki molekularne, dalekie bogate w pył galaktyki, rodzące się gwiazdy i planety itp., a odbiorniki, chłodzone prawie do zera absolutnego, będą rejestrować to promieniowanie w zakresie dalekiej podczerwieni. Na cześć odkrywcy promieniowania podczerwonego został nazwany imieniem „Herschel". Autorzy opisują ten niezwykły teleskop i wskazują problemy, jakich rozwiązania oczekują astronomowie po kilkuletniej jego pracy. Warto śledzić tę najnowszą odyseję kosmiczną od samego początku

w kolorze: LII Olimpiada Astronomiczna w Chorzowie (o.II); Astronomia XXI w. i jej nauczania (w.I); Centrum Drogi Mlecznej (w.II–III); Galeria Uranii–PA (w.IV); 40 rocznica lądowania na Księżycu (o.IV)

rozmaitości: *Sejsmiczne obserwacje meteorów (166); O zaćmieniu Słońca z roku 1415 (167); Herschel i Planck w drodze do L2 (170); Piąta i ostatnia misja serwisowa teleskopu Hubble'a zakończona (170)*

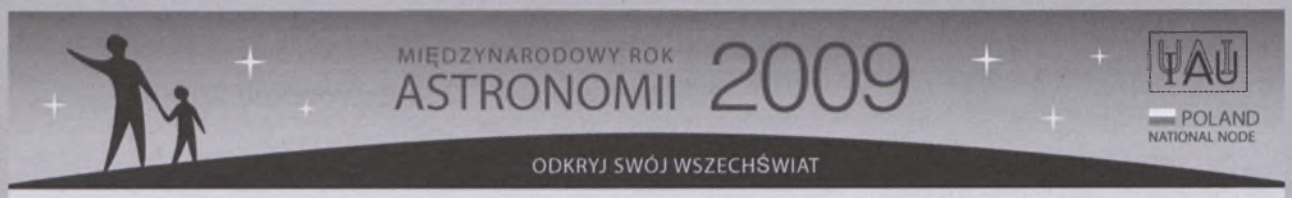
171 ***w kraju:*** *LII Olimpiada Astronomiczna*
174 ***astronomia w szkole:*** *Zadania i ich rozwiązania w III etapie LII Olimpiady Astronomicznej*
180 ***poradnik obserwatora:*** *Obserwujmy zaćmienie ε (epsilon) Aurigae*
182 ***in memoriam:*** *Lubomir Włodzimierz Baran (1937—2009)*
184 ***kalendarz astronomiczny 2009:*** *Wrzesień — październik*
190 ***recenzje:*** *Jerzy M. Kreiner: Ziemia i Wszechświat, astronomia nie tylko dla geografów*
191 ***astronomia i muzyka:*** *Planetoidy wg Magdaleny Cynk*
192 ***relaks z Uranią:*** *Krzyżówka*
192 ***ciekawe strony internetowe***

NA OKŁADCE

Dla upamiętnienia swych 19 urodzin teleskop kosmiczny Hubble'a sfotografował osobliwy system galaktyk znany jako Arp 194. Ta wzajemnie oddziałująca grupa zawiera szereg galaktyk, w tym „kosmiczną fontannę" gwiazd, gazu i pyłu rozciągającą się na przestrzeni 100 tys. lat św. Jej obecny kształt został prawdopodobnie uformowany przez zderzenie z jeszcze inną galaktyką i jej grawitacyjne oddziaływanie. Niebieska „fontanna" jest najbardziej zadziwiającym tworem, zawierającym najprawdopodobniej kompleksy supergromad, w których skład wchodzą dziesiątki młodych gromad gwiazdowych.

Arp 194 znajduje się w gwiazdozbiorze Cefeusza, w odległości ok. 600 mln lat św. od Ziemi i jest jedną z tysięcy znanych interaktywnych galaktyk w bliskiej nam przestrzeni Wszechświata.

Fot. NASA, ESA i Hubble Heritage Team (STScI/AURA)



Komitet honorowy Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 w Polsce

Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej Lech Kaczyński
Przewodniczący

prof. Ryszard Legutko
Sekretarz Stanu w Kancelarii Prezydenta RP

Katarzyna Hall
Minister Edukacji Narodowej

Barbara Kudrycka
Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Bogdan Zdrojewski
Minister Kultury i Dziedzictwa Narodowego

prof. Andrzej Białas
Prezes Polskiej Akademii Umiejętności

prof. Katarzyna Chałasińska-Macukow
Przewodnicząca Konferencji Akademickich Szkół Polskich i Rektor Uniwersytetu Warszawskiego

prof. Michał Heller
Papieska Akademia Teologiczna

Wojciech Kilar
pianista i kompozytor

prof. Michał Kleiber
Prezes Polskiej Akademii Nauk

prof. Józef Smak
Centrum Astronomii Polskiej Akademii Nauk

Zgadzając się na swój udział w komitecie prof. Michał Kleiber napisał m.in.: *Jestem przekonany, że przygotowane spotkania naukowe poświęcone prezentacji najnowszych światowych osiągnięć w dziedzinie astronomii, konkursy, kampanie obserwacji nieba, wystawy będą służyły dalszemu rozwojowi polskiej i światowej nauce o Kosmosie, a także popularyzacji wiedzy o Wszechświecie.*

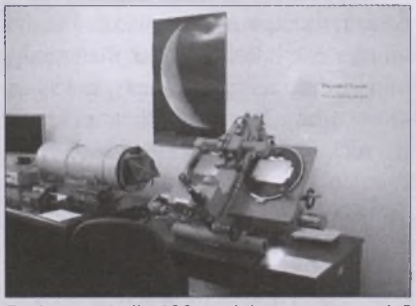
Obchody MRA w Polsce koordynuje
Komitet Astronomii Polskiej Akademii Nauk
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

Informacje o przygotowanych wydarzeniach i atrakcjach związanych z Rokiem Astronomii można znaleźć na stronach www.astronomia2009.pl. Zachęcamy wszystkich Państwa do składania relacji z planowanych i już odbytych wydarzeń związanych z obchodami MRA

Kwiecień miesiącem astronomii w Poznaniu

W kwietniu 2009 r. mieszkańcy Poznania mieli możliwość uczestniczyć w dwóch ciekawych wydarzeniach astronomicznych. Na początku kwietnia, w ramach międzynarodowej akcji „100 godzin z astronomią", Obserwatorium Astronomiczne UAM zaprosiło na dni otwarte. Natomiast 27 kwietnia odbył się w auli uniwersytetu wykład prof. Edwarda Bowella, astronoma światowej sławy.

Ponad 2000 mieszkańców Poznania, którzy w dniach 3 i 4 kwietnia zdecydowali się odwiedzić Obserwatorium Astronomiczne, miało możliwość, dzięki pięknej pogodzie, obserwować przez teleskopy Saturna, Księżyc oraz galaktyki (m.in. M1, M3, M51, M81, M82, M101). W sali historycznej mogli zobaczyć instrumenty, które posłużyły w roku 1949 do odkrycia planetoidy nazwanej później Posnania. W sali komputerowej przedstawiono współczesne metody badania planetoid oraz wiele ciekawych programów edukacyjnych, takich jak Stellarium czy Celestia. Dużym zainteresowaniem cieszyły się wykłady przygotowane przez pracowników obserwatorium. Ich tematyka była bardzo różnorodna: od zagrożeń ze strony planetoid, przez planety pozasłoneczne aż po daleki Wszechświat. W sobotę, 4 kwietnia, można było dodatkowo zwiedzić Obserwatorium Astrogeodynamiczne PAN w Borowcu.



Podczas akcji „100 godzin z astronomią" można było się zapoznać z historycznymi technikami obserwacji — m.in. użyć komparatora błyskowego do poszukania planetoidy na kliszy. Fot. M.Polińska

27 kwietnia Poznań odwiedził światowej sławy astronom prof. Edward Bowell z Lowell Observatory, który jest autorytetem w dziedzinie odkrywania i wyznaczania orbit planetoid zbliżających się do Ziemi oraz komet. Niektóre z tych ciał mogą zderzyć się z Ziemią, powodując globalne zniszczenia. Jest również dyrektorem programu LONEOS (Lowell Observatory Near-Earth-Object Search). W ciagu 9 lat pracy LONEOS odkrył około 300 planetoid zbliżających się do Ziemi i 44 komety oraz dostarczył ponad 4 mln astrometrycznych pozycji planetoid i komet. Wcześniejsze prace Bowella były związane z poszukiwaniem planetoid i komet technikami fotograficznymi. W tamtym czasie stał się odkrywcą ponad 500 planetoid a trzy z nich, decyzją Komisji Nazw Międzynarodowej Unii Astronomicznej, w dowód uznania dla osiągnięć poznańskich astronomów, otrzymały nazwy: Michałowski, Kwiatkowski, Kryszczyńska.

Profesor Bowell wygłosił w auli uniwersyteckiej wykład pt. „Czy Ziemi zagraża globalny kataklizm spowodowany zderzeniem z innym ciałem niebieskim?"

W wykładzie zostały zaprezentowane sposoby poszukiwania planetoid zbliżających się do Ziemi a także przedstawione pomysły na to, w jaki sposób zapobiegać zderzeniom asteroid z Ziemią lub przynajmniej zmniejszyć liczbę potencjalnych ofiar takiej katastrofy.

Na pytania po wykładzie odpowiadają: prof. E. Wnuk, prof. E. Bowell oraz dr T. Kwiatkowski. Fot. M. Pałaszyński

Wykład został poprzedzony krótkim koncertem, na którym odegrano utwory muzyczne skomponowane przez Magdalenę Cynk. Były to trzy wiwaty na cześć planetoid Kryszczyńska, Michałowski i Kwiatkowski oraz tango na cześć planetoidy Bowell. Trzem poznańskim astronomom — imiennikom planetoid prof. Maciej Mikołajewski z UMK w Toruniu wręczył pamiątkowe statuetki przedstawiające pomnik planetoidy Toruń, zaprojektowany przez Paulinę Kaczor-Paczkowską.

Justyna Gołębiewska

Dużym zainteresowaniem cieszyły się prezentowane programy edukacyjne, np. Stelarium. Fot. J. Gołębiewska

Pokazy teleskopowe były prowadzone w parku Obserwatorium Poznańskiego. Fot. M. Pałaszyński

Ziemię spowije ciemność. Kto nie zginie w samej eksplozji, umrze z głodu i zimna — naukowa fantazja czy realne zagrożenie?

Armagedon nam nie grozi

Z profesorem Edwardem Bowellem[1]*, amerykańskim badaczem planetoid rozmawia Alicja Cichocka*[2].

Jakie jest prawdopodobieństwo, że faktycznie zniszczy nas planetoida morderca?

Każdego roku w Ziemię uderzają asteroidy wielkości niewielkiego pomieszczenia, np. małego pokoju. Na szczęście wszystkie eksplodują w atmosferze. Widzimy tylko błysk, a później deszcz kamieni spada na Ziemię. I jest już po wszystkim. Taka właśnie planetoida spadła w październiku zeszłego roku na pustynię w Sudanie. Dwadzieścia godzin przed jej upadkiem zorientowaliśmy się, że „leci" w stronę Ziemi. Obiekt wzięły pod lupę wszystkie obserwatoria. Moment uderzenia przewidzieliśmy co do sekundy. Planetoida eksplodowała ok. 20—30 km nad Ziemią. Jej wybuch można porównać do eksplozji małej bomby atomowej. Tak naprawdę zagrożeniem dla nas jest dopiero ciało powyżej 100 m, czyli wielkości stadionu piłkarskiego.

Jak niebezpieczny jest taki „spadający stadion"?

Może wywołać lokalny kataklizm. Planetoida tej wielkości spadła sto lat temu na Syberię. Nie dotarła nawet do Ziemi, lecz eksplodowała ok. 8 kilometrów nad powierzchnią. Przypominało to wybuch nuklearny w atmosferze. Powstała fala uderzeniowa o takiej sile, że powaliła las na obszarze 2 tys. km^2. Każda osoba w tym rejonie zginęłaby. Nie byliśmy dotąd świadkami takiej katastrofy, bo większość powierzchni planety zajmują oceany. Jeśli takie eksplozje zdarzają się raz na kilkaset lat, a miasta zajmują ułamek powierzchni, to szansa, że uderzy w nie planetoida, jest jak jeden na milion.

100-metrowe planetoidy grożą lokalną katastrofą. Jakie zniszczyłyby cywilizację?

Jednokilometrowa planetoida zniszczyłaby ludzkość. Z łatwością przedrze się przez atmosferę. Najpewniej wpadnie do któregoś z oceanów. Dotrze aż do dna i tak się rozgrzeje, że wyparuje skała, która ją tworzy. Powstanie bąbel gazów, który spowoduje wielką falę. Prawdopodobnie nie przeżyjemy takiego zderzenia. Mogą także pojawić się wtórne upadki, powstanie deszcz skał. Olbrzymie kawałki planetoidy niczym odłamki granatu spadną na całą powierzchnię Ziemi. Wydarzenie jest więc lokalne, ale katastrofa staje się globalna. Krater, który powstanie po takim trafieniu, będzie nawet 20 razy większy od samej planetoidy.

Efekty zderzeń z „killerami" doskonale widać na Księżycu.

Księżyc ma kratery właśnie po takich trafieniach. „Strzelać" w Księżyc to prawie tak, jak strzelać w Ziemię.

Co właściwie zniszczy cywilizację?

Takie trafienie i wtórne zderzenia mogą wzniecić olbrzymie pożary lasów. Pył i dym tak zanieczyszczą atmosferę, że promienie Słońca nie będą przepuszczane. Będziemy żyli w półmroku. W konsekwencji na 2—3 lata klimat na planecie ochłodzi się, a oceany pokryje lód. Kto nie zginie w samej eksplozji, umrze z głodu i zimna. Fala tsunami rozprzestrzeni się z prędkością dźwięku — 300 metrów na sekundę. Fale dodatkowo wypiętrzy szelf. Wszystko w strefie brzegowej zostanie zniszczone. Takie zderzenia zdarzają się raz na miliony lat.

Jaka jest pewność, że jedna z takich planetoid nie leci już w naszym kierunku?

Mamy szczęście, bo te największe, rzędu kilometrów, mordercze planetoidy, które mogą zbliżyć się niebezpiecznie do Ziemi, obserwujemy od 1998 r. Udało nam się zlokalizować aż 84% takich obiektów. Wiedza, jaką o nich posiadamy, daje pewność, że w przeciągu 100 lat nic w nas nie trafi.

Prof. Edward Bowell w Obserwatorium UMK w Piwnicach. W tle makieta pomnika planetoidy Toruń. Fot. Andrzej Marecki

Skąd ta granica stu lat?

W dłuższej skali czasowej orbity planetoid stają się chaotyczne. To jest tak jak z graniem w bilard. Nawet wytrawny gracz nie potrafi przewidzieć ruchu bil na wiele odbić naprzód. Planetoidy, mijając duże ciała, np. planety, zmieniają swoje orbity. W bardzo długim okresie ich ruchu nie sposób przewidzieć.

Załóżmy jednak, że taki zabójca wziął na nas kurs. Ile zostało nam czasu?

W przypadku dużych, poważnych katastrof wiele stuleci. Z wyjątkiem komet. Z nimi jest gorzej. Mają tory trudne do przewidzenia. Sprawę komplikuje jeszcze materia — lód, z którego są zbudowane. Gdy kometa zbliża się do Słońca, zaczyna odparowywać. To powoduje jej odrzut w jakimś nieprzewidywalnym dla nas kierunku.

Topiący się lód jest jak silnik odrzutowy...

Komety są niebezpieczne jeszcze z innego powodu. Z daleka są niewidoczne. Widzimy je dopiero w okolicy orbity Saturna, gdy rozwijają warkocz. Wtedy pozostaje nam zaledwie rok na reakcję. O ile planetoidy mają prawie kołowe orbity i uderzają po wielu „przelotach" w pobliżu Ziemi, komety ze swoimi wydłużonymi orbitami są jak pociski wystrzeliwane z dalekich peryferiów Układu Słonecznego w kierunku Ziemi.

[1] Odkrywca rekordowej liczby planetoid i ofiarodawca jednej z nich miastu Toruń, przybył do miasta Kopernika na Festiwal Nauki i Sztuki, który otworzył, biorąc udział w dyskusji panelowej na temat możliwości i konsekwencji zderzeń planetoid z Ziemią.

[2] Zapis rozmowy, której fragmenty ukazały się w toruńskim dzienniku „Nowości" 28 kwietnia br.

Jak bardzo niebezpieczne są dla Ziemi?

Komety są lżejsze, ale poruszają się szybciej niż cięższe asteroidy. Przy takich samych rozmiarach uderzenie komety będzie trzykrotnie silniejsze. Na szczęście to ekstremalnie rzadkie pociski. Prawdopodobieństwo spotkania jest tu sto razy mniejsze niż w przypadku planetoid morderców. W historii Ziemi najprawdopodobniej nie było nigdy zderzenia z kometą.

Załóżmy, że w naszą stronę leci planetoida morderca. Co właściwie możemy zrobić?

Takie „umówione spotkanie" możemy bezpiecznie anulować, powiększając prędkość planetoidy i w ten sposób podnieść jej orbitę co najmniej o jedną średnicę Ziemi.

Jak?

Na przykład detonując bombę atomową w jej pobliżu. Fala ciepła stopi fragment powierzchni planetoidy. Zacznie się jej parowanie, które zadziała niczym silnik odrzutowy, który popchnie planetoidę w pożądanym kierunku. Gdy mamy na to, powiedzmy 100 lat, możemy zrobić nawet kilka mniejszych wybuchów. Ale uwaga! To nie chodzi o „zbombardowanie" planetoidy. Eksplozją na jej powierzchni moglibyśmy tylko zafundować sobie kilkanaście małych asteroid pędzących w naszą stronę.

Astronomowie podają jeszcze co najmniej kilka sposobów na uniknięcie zderzenia, wśród nich niezwykle ciekawy jest ten z „kosmicznym ciągnikiem".

Umieszczenie czegokolwiek na powierzchni planetoidy jest niezwykle trudne. Grawitacja jest tak słaba, że próba „postawienia stopy" na planetoidzie raczej skończy się odbiciem się od niej. Sposób z „ciągnikiem grawitacyjnym" jest bardzo interesujący. I wykonalny. Widzę to w ten sposób: ciągnik, czyli mały statek kosmiczny, „podjeżdża" pod asteroidę i zatrzymuje się w jej pobliżu. Dwa ciała blisko siebie wiąże grawitacja. Będą więc zbliżać się do siebie. Ale próbnik ma jonowe silniki odrzutowe o minimalnym ciągu nadające mu bardzo małe przyspieszenie. Pojazd stara się powoli oddalić od asteroidy, ale jednocześnie ją przyciąga. Próbnik ciągnie zatem asteroidę przy użyciu grawitacji, a sam jest pchany przy użyciu silników jonowych.

Czy istnieje jeden ponadnarodowy plan reagowania na wypadek zderzeń z planetoidą?

Zadaniem uczonych i nauki nie jest wymyślanie planów ratowania ludzkości. USA w 1998 r. zleciły NASA szukanie w Kosmosie takich potencjalnych zagrożeń. Europa nie zrobiła w tej sprawie nic. Europejska Agencja Kosmiczna zostawia to rządom. NASA ma zresztą dokładnie takie samo podejście, tyle że amerykańskie ministerstwo energetyki — w USA ten resort odpowiada za produkcję broni atomowej — jest zainteresowane produkcją pocisków nuklearnych dla tego typu projektów. To zainteresowanie wynika więc raczej z ich czystej kalkulacji niż odpowiedzialności za losy cywilizacji.

Istnieje jakiś ustalony mechanizm informowania ludzi, gdy dojdzie do zderzenia?

Uczeni powiadamiają NASA, która ma obowiązek przekazać natychmiast informacje do prezydenta Stanów Zjednoczonych, a ten do Departamentu Obrony. Niebezpieczeństwo nie jest tak wielkie, żeby trzeba było ćwiczyć ten scenariusz. Mamy szczęście, natura nam sprzyja.

Przez następne sto lat możemy więc spać spokojnie?

Niezupełnie. Zagrażają nam stumetrowe planetoidy. NASA dostała w 2005 r. zadanie badania takich ciał, ale za tym nie poszły żadne pieniądze. Na szczęście prawdopodobieństwo, że spotka nas taka lokalna katastrofa, jest jak 1:1,6 mln. Znikome. Dla mieszkańca Torunia prawie tak samo prawdopodobne jak to, że zginie w ataku terrorystycznym.

Współpraca dr hab. Andrzej Marecki

EDWARD BOWELL

— Profesor astronomii w Obserwatorium Lowella we Flagstaff (Arizona, USA).
— Szef amerykańskiego projektu LONEOS (Lowell Observatory Near-Earth Object Search), który ma na celu poszukiwanie komet i planetoid zagrażających Ziemi.
— W ciągu dziewięciu lat zespół profesora Bowella odkrył 300 planetoid oraz 44 komety.
— W swojej dotychczasowej karierze naukowej prof. Bowell odkrył ponad 500 małych ciał. Wśród nich jest krążącą miedzy orbitami Marsa i Jowisza planetoida 12999 na wniosek profesora nazwana „Toruń".
— Profesor jest również uznanym członkiem społeczności Flagstaff. Działa w tamtejszej Radzie Orkiestry Symfonicznej.

Międzynarodowy Rok Astronomii w Opolu

Inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Opolu odbyła się 21 maja. Na godz. 16.00 zaplanowano pokazy Słońca w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Opolskiego mieszczacego się na dachu Domu Studenta „Niechcic" przy ul. Katowickiej 87b. O godz. 18.00 nastąpiło uroczyste otwarcie obserwatorium astronomicznego umiejscowionego na dachu galerii handlowej Solaris Center (Plac Kopernika). Obserwatorium wyposażone zostało w podwójny teleskop umożliwiający dzienne obserwacje powierzchni Słońca w linii Hα oraz nocne obserwacje obiektów rozgwieżdżonego nieba. Obserwacje prowadzi się zdalnie za pomoca specjalnego ekranu dotykowego.

Godzinę później w sali Instytutu Fizyki zaprezentowano program naukowy Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Opolskiego i Solaris Center. Wykład inauguracyjny pt. „Pogoda kosmiczna — wyrzuty materii ze Słońca" wygłosił dr Grzegorz Michałek z Obserwatorium Astronomicznego UJ.

Wieczorem, od godz. 19.00 udostępniono do zwiedzania wspomniane Obserwatorium Astronomiczne UO.

(jd)

Naukowa konferencja młodych w Częstochowie

15 maja w Planetarium Instytutu Fizyki Akademii Jana Długosza w Częstochowie odbyła się I konferencja naukowa młodych astronomów pt. „Wybrane zagadnienia astrofizyki". Konferencja została zorganizowana wspólnie przez Instytut Fizyki AJD oraz Obserwatorium Astronomiczne UJ w Krakowie, w ramach częstochowskich obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii. W skład komitetu organizacyjnego wchodzili:

— prof. dr hab. Arkadiusz Mandowski (dyrektor IF AJD),

— dr Bogdan Wszołek (IF AJD, pomysłodawca konferencji i przewodniczący komitetu organizacyjnego),

— mgr Agnieszka Kuźmicz (doktorantka w OAUJ),

— mgr Tomasz Szymański (doktorant w OAUJ).

W referacie wprowadzającym dr Bogdan Wszołek przybliżył stan astronomii częstochowskiej i motywował zwołanie konferencji głównie pamięcią dla osiągnięć Jana Keplera. W swoim wystąpieniu przywołał prawa ruchu planet, z których pierwsze dwa zostały opublikowane w dziele *Astronomia nova* wiosną 1609 r., natomiast trzecie prawo Kepler odkrył dziewięć lat później, 15 maja. Dla upamiętnienia tej daty konferencja odbyła się właśnie 15 maja. Dr Bogdan Wszołek przedstawił również wiele nieznanych spostrzeżeń i idei Keplera, na które zwrócił uwagę podczas tłumaczenia dzieła *Astronomia nova* na język polski. W zadziwiająco trafny sposób opisują one naturę otaczającej nas przyrody.

Studenci z Kielc, Krakowa, Torunia, Warszawy i Zielonej Góry przedstawili w sumie dwanaście referatów i jeden plakat:

1. Wieńczysław Bykowski (UMK, Toruń) — „Poszukiwanie planet pozasłonecznych z zastosowaniem zjawiska tranzytów planetarnych";

2. Joanna Drążkowska (UMK, Toruń) — „Dynamika pyłu w symulacjach numerycznych";

3. Katarzyna Kościńska (UW, Warszawa) — „Niebo greckie — geometryczne modele ruchów planet Hipparcha i Ptolemeusza";

4. Elżbieta Kuligowska (OAUJ, Kraków) — „Najdalsze gigantyczne galaktyki typu FRII";

5. Agnieszka Kuźmicz (OAUJ, Kraków) — „Radioźródła podwójno-podwójne (plakat)";

6. Giorgi Melikidze (OAUZ, Zielona Góra) — „Modelowanie dryfu subpulsów";

7. Milena Ratajczak (CAMK PAN, Toruń) — „Wyznaczanie parametrów gwiazd układów podwójnych zaćmieniowych przy użyciu metody korelacji dwuwymiarowej";

8. Szymon Sikora (IFUJ, Kraków) — „Soczewkowanie grawitacyjne — czy można wyznaczyć masę soczewki tylko na podstawie kąta ugięcia światła";

9. Michał Silarski (IFUJ, Kraków) — „Badania reakcji pp-ppK^+K^- pod kątem oddziaływania kaon-proton i kaon-antykaon";

10. Andrzej Szary (OAUZ, Zielona Góra) — „Niedipolowe pole magnetyczne gwiazdy neutronowej a fizyka promieniowania pulsarów";

11. Karol Szary (IF UJK, Kielce) — „Fotografia obiektów głębokiego nieba";

12. Tomasz Szymański (OAUJ, Kraków) — „Ekscentryczny dysk akrecyjny układu KU Cyg";

13. Ilona Śledź (UJK, Kielce) — „Obserwacje komet na teleskopie 35 cm".

Przyczynki konferencyjne zostaną opublikowane w „Zeszytach Naukowych" AJD.

Po zakończeniu obrad uczestnicy zapoznali się z możliwościami częstochowskiego planetarium cyfrowego, oglądając między innymi seans dydaktyczny „Cuda Wszechświata".

Agnieszka Kuźmicz

Uczestnicy i organizatorzy konferencji na tle kopuły planetarium częstochowskiego.
Fot. Agnieszka Kuźmicz

Członkowie Oddziału Krakowskiego Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii oraz Klubu Astronomicznego „Regulus" informują, że w dniach 17-28.07.2009 w schronisku „Cicha Dolina" w Roztokach Górnych w Bieszczadach odbędzie się zlot obserwatorów nieba, w ramach którego będą prowadzone obserwacje astronomiczne, połączone ze szkoleniem chętnych oraz prelekcje na tematy astronomiczne i obserwacyjne. W ramach zlotu planowany jest również pobyt w Obserwatorium w Kolonicy (Słowacja) w dniach 29-31.07.
Koordynatorem zlotu jest kol. Roman Grzyb z Sanoka (tel. 601 952 448, e-mail gomba@poczta.sanok.pl), do którego należy kierować wszelkie pytania, jak również zgłoszenia rezerwacji miejsc w schronisku do 30.06.2009.

Konferencja w Niepołomicach

W połowie maja odbyła się druga już Międzynarodowa Konferencja „Astronomia XXI wieku i jej nauczanie", którą zorganizowało Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach przy współudziale Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Centrum Konferencyjne im. Lecha Wałęsy gościło ponad 60 osób w czasie sesji plenarnych, zaś w Krakowie i w Wieliczce odbyły się imprezy towarzyszące. We czwartek, 14 maja, w kościele Piotra i Pawła na ulicy Grodzkiej H. Brancewicz przeprowadził pokaz wahadła Foucaulta, zaś na dziedzińcu kościelnym G. Sęk za pomocą teleskopu wyposażonego w słoneczny filtr H-alfa demonstrował gościom wygląd tarczy Słońca i protuberancje na jej skraju. Czwartkowe popołudnie upłynęło na zwiedzaniu Izby Leśnej w Niepołomicach, rezerwatu Lipówka w Puszczy Niepołomickiej oraz Kopca Grunwaldzkiego na Górze Wężowej. Wieczór zakończył się wspólnym posiłkiem przy grillu, a chętni mogli obejrzeć przez 30-cm teleskop zwierciadlany Meade planetę Saturn i kilka innych obiektów nocnego nieba.

W piątek 15 maja od rana trwały obrady, pierwszej sesji przewodniczył M.J. Jagła, a jej przebieg był następujący:

1) Edwin Wnuk, UAM w Poznaniu — „Od lunety Galileusza do współczesnych obserwacji astronomicznych".

2) Bożena Czerny, CAMK w Warszawie — „Astronomia w Wikipedii".

3) Agnieszka Kryszczyńska, UAM w Poznaniu — „Co słychać w rodzinach planetoid".

4) Jerzy Kreiner, UP w Krakowie — „Słońce jako zegar".

5) Vlasislava Marsakova, Uniwersytet w Odessie — „International Year of Astronomy in Odessa".

Po przerwie obiadowej wznowiono obrady, którym przewodniczył E. Wnuk. Wypełniono następujący program:

1) Bogusław Malański, Remigiusz Jabłoński, PiOA w Łodzi — „Użycie teleskopów Faulkesa w edukacji".

2) Maciej Mikołajewski, UMK w Toruniu — „Najpiękniejsze odkrycia toruńskich teleskopów".

3) Henryk Brancewicz, ZG PTMA w Krakowie — „Osoba i dzieło Eugeniusza Rybki".

4) Igor Kudzej, Pavol Dubawski, Obserwatorium w Humennem na Słowacji– „Program obserwacyjny Obserwatorium w Humennem".

5) Robert Bury, LO w Krośnie — „Projekt *Karpackie niebo*".

6) Mieczysław Borkowski, PiOA w Łodzi — „Planetarium — nie kino a narzędzie dydaktyczne".

7) Lucyna Gut, ZSG w Libiążu — „Kampanie poszukiwania planetoid".

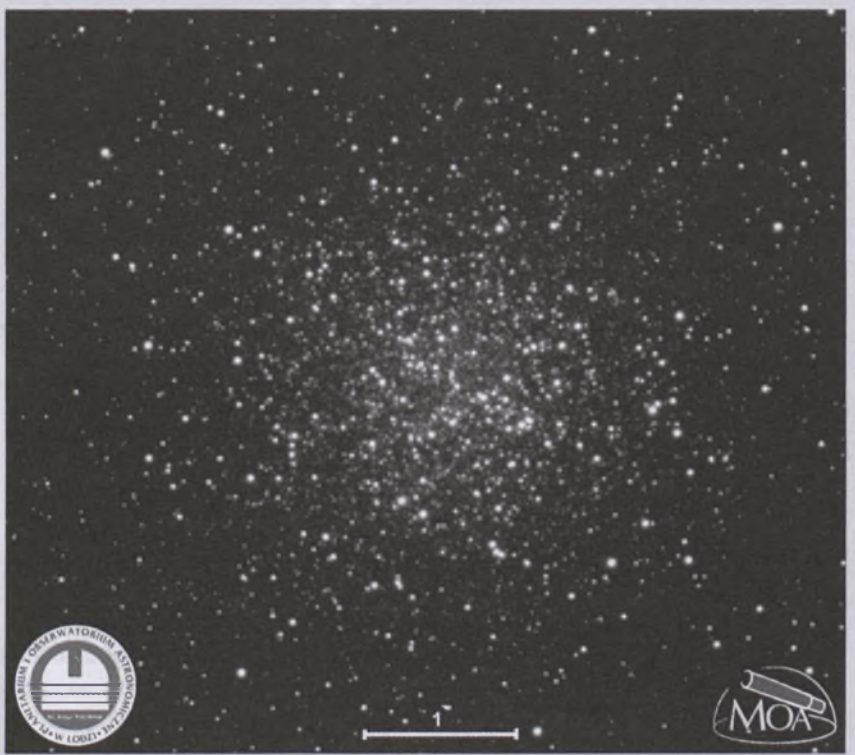
8) Aleksandra Mrowińska, PiOA w Łodzi — „Myśli i osiągnięcia Galileusza" (złożono do protokołu).

9) Grzegorz Sęk, MOA w Niepołomicach — „Astronomia szkolna".

Ozdobą popołudniowej sesji były obserwacje nocnego nieba nad Hawajami i Australią, poprowadzone w brawurowy sposób przez B. Malańskiego przy użyciu zdalnie sterowanych teleskopów z projektu Eu-Hou. Prezentujemy jedną z fotografii, uzyskanych w trakcie tej sesji. Po zakończeniu obrad uczestnicy spotkali się na uroczystej kolacji w zamkowych podziemiach. Atmosfera sprzyjała nawiązywaniu kontaktów i rozmowom między uczonymi i nauczycielami z różnych rejonów Polski. Piątkowa noc była Nocą Muzeów, stąd też uczestnicy konferencji nie omieszkali odwiedzić galerii malarstwa w niepołomickim Zamku Królewskim oraz ekspozycji na Zamku Żupnym w Wieliczce. Sobota 16 maja była dniem poświęconym zwiedzaniu podziemnej trasy turystycznej w kopalni soli w Wieliczce, które poprowadził M. J. Jagła, a niewielka grupa uczestników konferencji wraz z G. Sękiem udała się w Gorce, aby tam zwiedzić górskie obserwatorium astronomiczne UP na Suhorze. Na zakończenie uczestnicy postanowili spotkać się w tym samym miejscu w przyszłym roku, z nadzieją na jeszcze liczniejszy udział nauczycieli fizyki, na których spoczywa ciężar przeniesienia wiedzy i doświadczeń wyniesionych z naszych obrad do praktyki szkolnej.

Komitetowi Organizacyjnemu tegorocznej konferencji przewodniczył A. Michalec, sekretarz PTA, który jednak z powodu pilnego wyjazdu za granicę, tuż przed rozpoczęciem obrad, przekazał swoje obowiązki niżej podpisanemu.

Grzegorz Sęk



Zdjęcie gromady kulistej M13 wykonane zdalnym teleskopem podczas konferencji

Maciej Bilicki

Wszechświat w podczerwieni

Przełomowe wydarzenia w historii astronomii wiązały się częstokroć z zastosowaniem nowych przyrządów do obserwacji nieba lub wykorzystaniem innych od światła widzialnego nośników informacji o Wszechświecie. Gdy Galileusz równo 400 lat temu spojrzał w niebo przez lunetę, ówczesne wyobrażenia o naturze ciał niebieskich, opierające się głównie na poglądach Arystotelesa, musiały zostać gruntownie zrewidowane. Księżyc nie był już idealną sferą, lecz miał górzystą powierzchnię, zupełnie jak Ziemia. Istnienie czterech satelitów Jowisza zadało cios teorii geocentrycznej, a dostrzeżenie wszystkich faz Wenus stało się dowodem na ruch obiegowy tej planety wokół Słońca, jak kilkadziesiąt lat wcześniej postulował Kopernik. Nie mniej zdumiewające było odkrycie, iż Droga Mleczna to w istocie zbiorowisko gwiazd, nie zaś obiekt mgławicowy, podobnie jak fakt, że im silniejszy weźmiemy teleskop, tym więcej gwiazd przez niego zobaczymy. Późniejsze epoki przyniosły wiele podobnych odkryć, wynikających z zastosowania osiągnięć techniki do obserwacji nieba

Wykorzystanie fotografii w połączeniu z rozszczepieniem światła pozwoliło nam poznać naturę gwiazd. Dzięki coraz większym i wymyślniejszym teleskopom, na początku XX w. dowiedzieliśmy się, że Wszechświat to dużo więcej niż nasza Galaktyka, a wiele z tajemniczych „mgławic" ma podobną do niej strukturę i na dodatek większość z nich — innych galaktyk — oddala się od nas.

Równocześnie astronomowie zaczęli sięgać w zakresy widma elektromagnetycznego niedostępne dla naszych oczu. Pionierskie obserwacje Karla Jansky'ego z roku 1931 zapoczątkowały rozwój radioastronomii, która to dziedzina przyniosła nam wiele spektakularnych odkryć: pulsary, radiogalaktyki, kosmiczne masery czy wreszcie mikrofalowe promieniowanie tła, będące pozostałością po młodym, gorącym Wszechświecie i stanowiące jeden z filarów obowiązującej dziś teorii Wielkiego Wybuchu. Postęp techniczny wraz z nastaniem ery kosmicznej pozwolił na eksplorację wszystkich długości fali światła, również tych niedochodzących do powierzchni Ziemi: od wspomnianych już fal radiowych, poprzez mikrofale, podczerwień, po ultrafiolet, promienie Roentgena i gamma. Obecnie zaś jesteśmy u progu otwarcia nowych „okien", przez które mamy nadzieję oglądać Kosmos: neutrin i fal grawitacyjnych. Można być przekonanym, że tak jak bywało już wiele razy, ich otwarcie przyniesie odkrycia o tyle zaskakujące, co rewolucyjne.

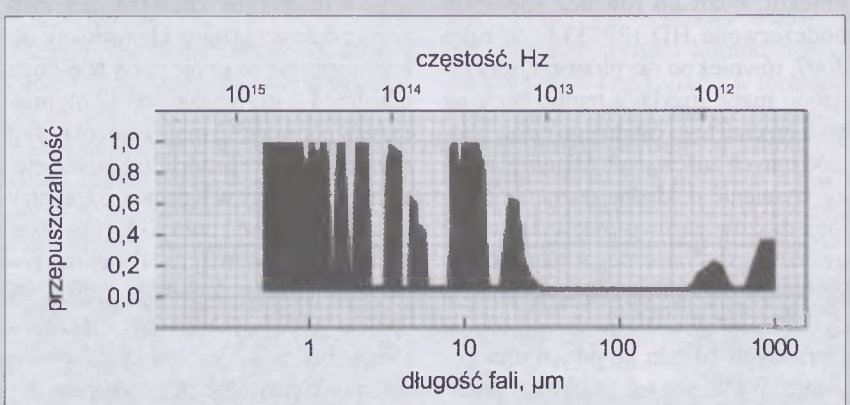
Obserwacje w podczerwieni, o których traktować będzie niniejszy artykuł, zaczęto prowadzić w dużej skali stosunkowo niedawno. Są dwa główne powody tego stanu rzeczy. Po pierwsze, fale z tego zakresu, poza kilkoma wąskimi pasmami, są praktycznie całkowicie absorbowane przez ziemską atmosferę, a w szczególności zawartą w niej parę wodną (rys. 1). Oznacza to konieczność prowadzenia bardzo drogich badań spoza atmosfery lub umieszczania obserwatoriów w suchych, wysoko położonych rejonach, takich jak pustynia Atakama czy Antarktyda — trudno dostępnych i nieprzyjaznych człowiekowi. Po drugie, uzyskanie zadowalającego poziomu sygnału względem szumu wymaga efektywnego chłodzenia detektorów, przy wykorzystaniu ciekłego azotu (dla fal krótszych) lub helu (dla fal dłuższych), co dodatkowo zwiększa koszty. Dlatego też społeczność astronomiczna musiała czekać na pierwszy przegląd całego nieba w podczerwieni aż do roku 1983, kiedy to wystrzelono satelitę IRAS.

IRAS

Infrared Astronomical Satellite był chłodzonym nadciekłym helem tele-

skopem orbitalnym o aperturze 57 cm, ogniskowej 5,5 m i światłosile f/5,6, zbudowanym w układzie Ritchey-Chrétiena. Prowadził obserwacje całego nieba w czterech pasmach dalekiej podczerwieni: 12, 25, 60 i 100 μm. Wykrył około 350 tys. źródeł, zwiększając tym samym liczbę wszystkich skatalogowanych ówcześnie obiektów astronomicznych o 70%. Mniej więcej 1/5 tych źródeł stanowiły galaktyki „aktywne gwiazdotwórczo" (ang. *starburst galaxy*) — czyli takie, w których zachodzą intensywne procesy powstawania nowych gwiazd z obłoków gazowych, najczęściej w następstwie niedawnej kolizji z inną galaktyką (jak chociażby w przypadku Anteny, czyli NGC 4038 i 4039), lub w wyniku międzygalaktycznego bliskiego spotkania — tu przykładem jest galaktyka Cygaro, nr 82 w katalogu Messiera (notabene będąca jedną z najjaśniejszych galaktyk w podczerwieni), która od jakichś 100 mln lat jest zaburzana pływowo przez sąsiadkę, M81. W katalogu IRAS znajdziemy też wiele gwiazd z pyłowo-gazowymi dyskami, będącymi prawdopodobnie miejscem powstawania planet (tu najbardziej znanym przykładem jest Wega, czyli alfa Lutni), protogwiazdy, jak również sześć komet — wśród nich IRAS-Araki-Alcock, która zbliżywszy się w 1983 r. na odległość 0,0312 jednostki astronomicznej od Ziemi była najbliższą znaną nam kometą od co najmniej 200 lat. Pod koniec 1983 na czołówkę „Washington Post" trafiła nawet informacja o odkryciu przez IRAS dużego obiektu znajdującego się w odległości porównywalnej z Plutonem — wkrótce jednak zweryfikowano, iż nie jest to legendarna „Planeta X", względnie Nibiru, lecz jedynie dużo odleglejszy obłok międzygwiazdowy (tzw. cirrus, nazwany tak przez analogię do ziemskich chmur).

Obserwacje zebrane przez IRAS miały też niebagatelne znaczenie dla kosmologii. Otóż w zakresie podczerwonym tak zwana Strefa Unikania, czyli obszar nieba zasłaniany przez pył i gaz z dysku Drogi Mlecznej, jest znacznie mniejsza niż w zakresie optycznym. To pozwoliło na stworzenie w latach 90. XX w. katalogu galaktyk o nazwie PSCz (od Point Source Catalog, czyli katalog obiektów punktowych), zawierającego ponad 15 tys. obiektów. Pokrywał on 84% nieba i oprócz współrzędnych zawierał również przesunięcia ku czerwieni wszystkich umieszczonych w nim źródeł (stąd dodatkowe „z" w nazwie). Znajomość redshiftów, będących w kosmologii miarą odległości, pozwoliła po pierwsze na zobrazowanie rozkładu gęstości galaktyk w pobliskim Wszechświecie, a po drugie na wyliczenie przyspieszenia grawitacyjnego Grupy Lokalnej (GL). Kierunek tego przyspieszenia okazał się być zgodny z kierunkiem prędkości GL, tak jak to przewiduje tzw. teoria liniowa kosmologicznej niestabilności grawitacyjnej. Prędkość ta była znana już wcześniej, ze składowej dipolowej w rozkładzie temperatury mikrofalowego promieniowania tła, zmierzonej przez satelitę COBE, a jej porównanie z przyspieszeniem GL posłużyło do oszacowania średniej gęstości materii we Wszechświecie. Wyliczenia dokonywane na podstawie danych z katalogu IRAS PSCz konsekwentnie wskazywały na gęstość niższą od tzw. gęstości krytycznej (odpowiadającej Wszechświatowi o zerowej krzywiźnie), lecz około dwukrotnie większą, niż przyjmowana obecnie. Powodem tej rozbieżności jest fakt, iż jasność galaktyk w dalekiej podczerwieni nie zawsze jest dobrym miernikiem ich mas, tak więc tego typu pomiary obciążone są tzw. efektem selekcji.



Rys. 1. Przepuszczalność atmosfery w zakresie szeroko rozumianej podczerwieni, od ok. 1 μm do 1000 μm. Ciemne pasma oznaczają tzw. okna atmosferyczne. Źródło: *Encyklopedia nauki i techniki*, wyd. Prószyński i S-ka

COBE

Po sukcesie satelity IRAS wynoszono na orbitę kolejne teleskopy pracujące w zakresie podczerwonym. I tak wspomniany już COBE, czyli COsmic Microwave Explorer, wystrzelony w 1989 r., miał na pokładzie trzy detektory: DMR (działający w paśmie mikrofalowym) oraz FIRAS i DIRBE. Ten trzeci instrument badał głównie pył międzyplanetarny i międzygwiazdowy, a także tło promieniowania podczerwonego. Jednak najbardziej znanym wynikiem obserwacji dokonanych przez tego satelitę jest wykazanie (dzięki danym z FIRAS), iż mikrofalowe promieniowanie tła ma widmo ciała doskonale czarnego o temperaturze 2,7 K oraz że względna anizotropia tego promieniowania (oprócz wspomnianej już składowej dipolowej) jest na poziomie 10^{-5} (tu przysłużył się DMR). Za te odkrycia, ugruntowujące słuszność teorii Wielkiego Wybuchu, John Mather i George Smoot zostali uhonorowani Nagrodą Nobla w 2006 r.

ISO

Kolejną misją satelitarną, o której warto wspomnieć, było kosmiczne obserwatorium podczerwone, czyli ISO (Infrared Space Observatory), działające w latach 1995–1998. Był to projekt europejsko-japońsko-amerykański, w którym do 60-cm teleskopu dołączono dwa spektrometry, kamerę i fotopolarymetr, pracujące w zakresie od 2,5 do 240 μm. Wśród najważniejszych odkryć dokonanych przez ISO należy wymienić po pierwsze znalezienie krzemianów krystalicznych poza Układem Słonecznym (w szczególności w atmosferach gwiazd), jak również i w komecie Hale-Bopp, a także zaobserwowanie linii pary wodnej w widmach planet, komet, chłodnym ośrodku międzygwiazdowym, otoczkach wokółgwiazdowych, a nawet w odległej o około ćwierć miliarda lat świetlnych galaktyce Arp 220, stanowiącej wzorcowy przykład tzw. galaktyki skrajnie jasnej w podczerwieni (ULIRG). Dodatkowo zidentyfikowano przejścia rotacyjne molekuły H_2 w młodych masywnych gwiazdach, materii międzygwiazdowej czy zewnętrznych

częściach dysków galaktyk. Oprócz tego dzięki ISO uzyskano podczerwone rozkłady widmowe dla wielu galaktyk, zaś głębokie przeglądy fragmentów nieba w bliskiej i dalekiej podczerwieni przysłużyły się do poszerzenia naszej wciąż niepełnej wiedzy na temat historii powstawania galaktyk i procesów gwiazdotwórczych w nich zachodzących.

AKARI

Przechodząc do obserwatoriów nadal działających wymienić należy krążący na orbicie okołoziemskiej teleskop japoński o nazwie AKARI. Od maja 2006 do sierpnia 2007 r. prowadził on przegląd całego nieba na falach od 50 do 180 mikronów, ze znacznie większą czułością i rozdzielczością niż jego poprzednik IRAS, a także badał wybrane pola na falach krótszych, aż do 1,7 μm. Obecnie, po wyczerpaniu się zapasów ciekłego helu, satelita jest przygotowywany do prowadzenia obserwacji w wyższej temperaturze, tj. 40 K. Ogromna liczba danych zebrana dotychczas w ramach tego projektu jest wciąż analizowana; wstępna wersja katalogu z przeglądu całego nieba pojawiła się w listopadzie zeszłego roku. Trudno jest z tak krótkiej perspektywy podsumować dokonania naukowe tego projektu, jednak już teraz wiadomo, że są one niemałe. Z nowinek warto wymienić liczne obserwacje pozostałości po supernowych w Wielkim Obłoku Magellana, wysokiej rozdzielczości zdjęcia Betelgezy, ujawniające falę uderzeniową powstającą w wyniku oddziaływania wiatru od tej gwiazdy z otaczającą materią, a także potwierdzenie wciąż nierozumianego zjawiska, jakim jest brak zimnego pyłu międzygwiazdowego w gromadach kulistych. Obserwowane były również obszary powstawania gwiazd, gwiazdy na późnym etapie ewolucji i galaktyki aktywne (AGN). Specjalne przeglądy ultragłębokich pól galaktycznych (analogicznych do tych dokonanych swego czasu przez kosmiczny teleskop Hubble'a) potwierdzają fakt ewolucji populacji galaktycznej z wiekiem oraz wskazują, iż w przeszłości galaktyki świeciły silniej w dalekiej podczerwieni niż obecnie — zapewne ze względu na większą dawniej aktywność gwiazdotwórczą.

Teleskop kosmiczny Spitzera

Kolejnym teleskopem satelitarnym prowadzącym obserwacje w podczerwieni jest kosmiczny teleskop Spitzera o średnicy lustra 85 cm. Został on wyniesiony w Kosmos w roku 2003 i podąża za Ziemią na orbicie okołosłonecznej, oddalając się od naszej planety o około 0,1 jednostki astronomicznej rocznie. Jest czwartym i ostatnim z tzw. Wielkich Obserwatoriów NASA, po teleskopach kosmicznych Hubble'a, Comptona i Chandra. Wykonuje spektroskopię na falach 5–40 μm, spektrofotometrię w zakresie 50–100 μm oraz fotometrię w całym zakresie widma podczerwonego. Trudno byłoby przecenić znaczenie tego obserwatorium dla współczesnej astronomii. Przykładowo, dzięki niemu w 2005 r. dokonano pierwszego bezpośredniego pomiaru natężenia promieniowania od planety pozasłonecznej, HD 209458 b (poprzez analizę światła otrzymywanego od macierzystej gwiazdy podczas tranzytów i zakryć planety). Również i pierwsze znane nam widma promieniowania emitowanego przez planety spoza Układu Słonecznego zawdzięczamy temu teleskopowi — oprócz wymienionego przed chwilą obiektu, poznano również spektrum podczerwone HD 189733 b. W roku 2007, również po raz pierwszy, sporządzono mapę rozkładu temperatury na powierzchni tego ostatniego ciała. Spośród innych znaczących osiągnięć należy wymienić dokładne poznanie ewolucji dysków gazowo-pyłowych wokół gwiazd typu słonecznego; okazuje się, że proces powstawania planet w tych dyskach zaczyna się już w przeciągu pierwszych 10 mln lat po ich uformowaniu. Wykazano też, iż obiekty o masach rzędu 10 mas Jowisza i większych (pośrednie między planetami a brązowymi karłami, jak również i same brązowe karły) powstają w sposób analogiczny do gwiazd, poprzez kolaps grawitacyjny obłoku gazowego. Badano też dokładnie materię wyrzucaną przez komety w Układzie Słonecznym oraz obiekty Pasa Kuipera; te ostatnie okazały się mieć bardzo małą gęstość (nawet poniżej 1 g/cm^3) i bardzo zróżnicowane albeda, od 0,1 do 0,7. Część z nich jest więc, podobnie jak głowy komet, „brudnymi kulami śniegowymi".

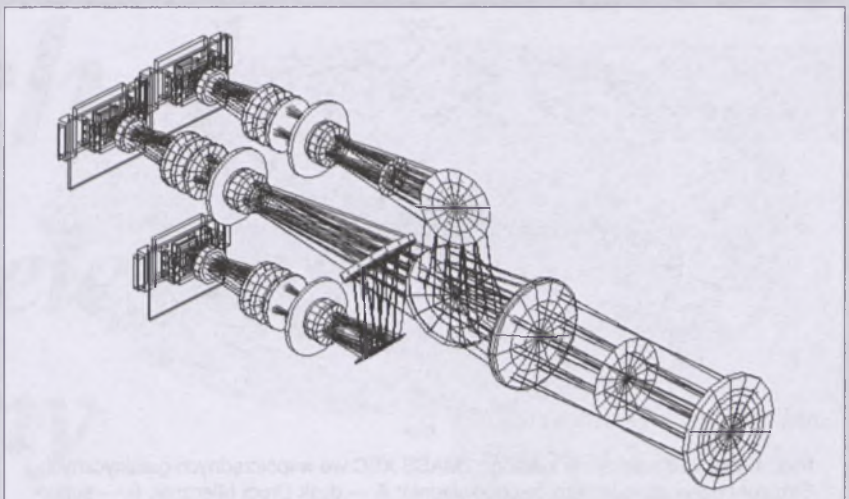
Teleskop Spitzera nadal prowadzi obserwacje, choć w każdej chwili można oczekiwać wyczerpania się zapasów ciekłego helu, koniecznego do chłodzenia detektorów. Liczba danych zebranych przez niego jest jednak ogromna i będzie służyć rzeszom astronomów jeszcze przez wiele lat. Lecz już teraz to i wszystkie omówione powyżej satelitarne obserwatoria podczerwone mają godnego następcę: Kosmiczne Obserwatorium Herschela Europejskiej Agencji Astronomicznej (ESA), któremu poświęcamy osobny artykuł w niniejszym numerze. Misja ta, nazwana tak na cześć odkrywcy promieniowania podczerwonego Williama Herschela (bardziej znanego z odkrycia Urana i konstrukcji olbrzymiego jak na swoje czasy teleskopu o lustrze 1,2 m i ogniskowej 12 m) miała swój początek 15 maja tego roku. Jest to największy w historii ludzkości teleskop wyniesiony w Kosmos, o średnicy lustra 3,5 m. Pod koniec roku obserwatorium powinno osiągnąć docelową pozycję na orbicie okołosłonecznej. Cała społeczność astronomiczna z niecierpliwością będzie czekać na wyniki obserwacji dokonanych tym teleskopem...

Omówienie wszystkich misji satelitarnych służących obserwacjom w podczerwieni wymagałoby znacznie dłuż-

Tabela. **Okna atmosferyczne w podczerwieni**

Długość fali (μm)	Nazwa pasma	Używane teleskopy
0,65 do 1,0	R, I	Optyczne
1,25	J	Optyczne i specjalne podczerwone
1,65	H	
2,2	K	
3,45	L	Specjalne podczerwone i niektóre optyczne
4,7	M	
10	N	
20	Q	Niektóre specjalne podczerwone i niektóre optyczne
450	fale submm	Submilimetrowe

szego artykułu. Co więcej, na falach dłuższych niż widzialne można prowadzić obserwacje również z Ziemi, choć jedynie w kilku wąskich oknach (tab.). Ponieważ do obserwacji w części z pasm podczerwonych można używać istniejących już teleskopów optycznych, tak więc odbiorniki czułe na fale z tego zakresu znajdziemy na wielu „gigantach". Dobrym przykładem jest tu obserwatorium na szczycie Mauna Kea na Hawajach, gdzie obserwacje w podczerwieni prowadzi się m.in. na optycznych teleskopach Kecka, Subaru, CFHT i Gemini, specjalnych teleskopach podczerwonych UKIRT i IRTF oraz teleskopach submilimetrowych (np. James Clerk Maxwell Telescope). Wielu bezcennych informacji o Wszechświecie dostarczają jednak również przeglądy dokonywane mniejszymi przyrządami, czego przykładem jest przegląd 2MASS.



Rys. 2. Schemat układu optycznego i biegu promieni świetlnych w kamerach zastosowanych w teleskopach przeglądu 2MASS. Dzięki soczewkom dichroicznym było możliwe rejestrowanie promieniowania w pasmach fotometrycznych J, H i K_S na trzech matrycach CCD równocześnie (po lewej). Źródło: University of Massachusetts

Przegląd 2MASS

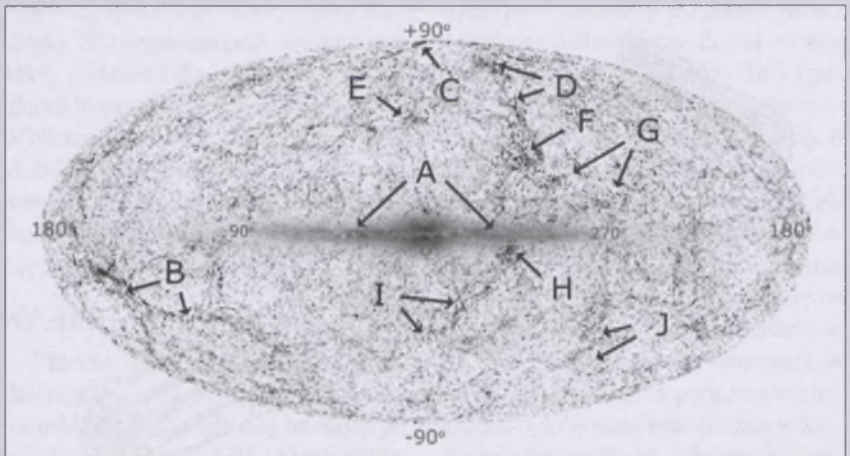
Two Micron All Sky Survey, czyli przegląd całego nieba na 2 mikronach, działał w latach 1997–2001 i był wynikiem współpracy dwóch amerykańskich instytucji: University of Massachusetts oraz Infrared Processing and Analysis Center (IPAC), będącego częścią NASA. Zadaniem przeglądu było wykonanie fotometrii całej sfery niebieskiej w trzech pasmach bliskiej podczerwieni: J (centralna długość fali 1,25 μm), H (1,65 μm) i K_S (2,17 μm — stąd nazwa). Do tego celu zbudowano dwa identyczne, stosunkowo małe teleskopy o średnicach luster 1,3 m, pracujące w układzie Cassegraina. Z oczywistych powodów, jeden z nich znajdował się na półkuli północnej (Whipple Observatory na Mount Hopkins w Arizonie), a drugi na południowej (Cerro Tololo Inter-American Observatory w Chile). Każdy z teleskopów skanował niebo w tempie około jednej minuty kątowej w deklinacji na sekundę. Podczas tego ruchu zwierciadło wtórne obracało się w przeciwną stronę, dzięki czemu przez 1,3 s obraz w płaszczyźnie ogniskowej był nieruchomy i wykonywane było zdjęcie nieba. Następnie przez 0,1 s lustro wtórne przekręcało się w drugą stronę, by nakierować się na fragment nieba przesunięty o 1/6 szerokości poprzedniego zdjęcia. W ten sposób każdy punkt na niebie był fotografowany 6 razy, z łącznym czasem integracji wynoszącym 7,8 s. Co więcej, zdjęcia wykonywano równocześnie w trzech pasmach przeglądu, dzięki pomysłowemu układowi optycznemu kamer (rys. 2).

Podstawowym wynikiem przeglądu 2MASS są dwa katalogi pokrywające całe niebo: katalog obiektów punktowych (PSC) i katalog obiektów rozciągłych (XSC). Ten pierwszy zawiera pozycje i jasności ponad 470 mln gwiazd i innych źródeł, które zostały rozpoznane jako punktowe. Drugi z tych katalogów to ponad 1,6 mln obiektów „mgławicowych", głównie galaktyk, lecz również źródeł rozciągłych z Drogi Mlecznej: regionów HII, mgławic planetarnych, młodych obiektów gwiazdowych (YSO) itp. Katalogi te zostały utworzone w wyniku komputerowej analizy ponad 4 mld plików w formacie FITS (ang. *Flexible Image Transport System*, format używany w astronomii do przechowywania obrazów nieba). Ogromną zaletą przeglądu 2MASS jest fakt pełnej i darmowej dostępności wszystkich zebranych danych z odpowiedniej strony na serwerze IPAC (same katalogi zajmują łącznie 43 GB, zaś nieprzetworzone dane to ponad 10 TB). Istnieje też możliwość otrzymania pocztą zestawu 5 dwustronnych płyt DVD z odpowiednimi plikami.

Już pierwsze obserwacje dokonane teleskopami przeglądu 2MASS doprowadziły do określenia nowego typu widmowego gwiazd, mianowicie karłów typu L. Są to brązowe karły mniej masywne i chłodniejsze od najlżejszych gwiazd ciągu głównego (typu M). Ich temperatury ocenia się na około 1500 K, masy na ok. 1/20 masy Słońca, zaś rozmiary są porównywalne z rozmiarem Jowisza. Ich widma charakteryzują się obecnością silnych pasm wodorków metali (FeH, CrH, MgH, CaH) oraz wyraźnych linii metali alkalicznych (Na I, K I, Cs I, Rb I). Szacunki pokazują, że brązowe karły typu L oraz im pokrewne typu T (zawierające pasma metanu w widmach) są dwukrotnie bardziej liczne w Galaktyce niż „zwykłe" gwiazdy, jednak stanowią niewielki, co najwyżej kilkunastoprocentowy, wkład do całkowitej masy gwiazd Drogi Mlecznej.

Skatalogowanie wszystkich obiektów punktowych dostępnych dla przeglądu pozwoliło na utworzenie obrazu

Rys. 3. Obraz dysku Drogi Mlecznej w bliskiej podczerwieni uzyskany dzięki przeglądowi 2MASS. Widoczne zgrubienie centralne Galaktyki i obłoki pyłu przysłaniające światło gwiazd. Źródło: University of Virginia



Rys. 4. Rozkład galaktyk w katalogu 2MASS XSC we współrzędnych galaktycznych. Struktury oznaczone literami to odpowiednio: A — dysk Drogi Mlecznej, B — supergromada Perseus-Pisces, C — gromada Coma, D — gromada Virgo/Supergromada Lokalna, E — supergromada Hercules, F — zgrupowanie Shapleya/Abell 3558, G — supergromada Hydra/Centaurus, H — „Wielki Atraktor"/Abell 3627, I — supergromada Pavo/Indus, J — supergromada Horologium/Reticulum. Źródło: IPAC/NASA

naszej Galaktyki w bliskiej podczerwieni (rys. 3). Jak widać, w tych pasmach dominuje zgrubienie centralne, przy czym jego część oraz dysk Drogi Mlecznej są przysłaniane przez obłoki pyłowe. Pył ten, choć dobrze widoczny na tle gwiazd w „barwach" przeglądu 2MASS, jest równocześnie dużo bardziej przezroczysty w bliskiej podczerwieni, niż ma to miejsce w zakresie widzialnym (ekstynkcja w paśmie K_s jest około 12 razy słabsza niż w paśmie B). Mogliśmy częściowo zajrzeć za wspomnianą już Strefę Unikania (czyli obszar nieba, w którym gęstość powierzchniowa innych galaktyk jest mała, ze względu na istnienie Galaktyki). Dzięki temu odkryto najbliższą znaną nam galaktykę poza Drogą Mleczną — Galaktykę Karłowatą w Wielkim Psie, odległą od Układu Słonecznego o ok. 8 kiloparseków, która jest obecnie rozrywana w wyniku oddziaływania pływowego naszego systemu gwiezdnego (patrz „Urania–PA" 4/2004). Cały czas są identyfikowane kolejne galaktyki na niskich szerokościach galaktycznych ($|b|<10°$), np. poprzez obserwacje radiowe w linii HI kandydatów wybranych spośród obiektów rozciągłych katalogu 2MASS XSC. Badania tego rodzaju dadzą nam pełniejszy obraz naszego kosmicznego sąsiedztwa i pozwolą zapełnić niektóre „białe plamy" na mapach wielkoskalowej struktury Wszechświata.

Oprócz wspomnianych wyżej poszukiwań w Strefie Unikania, Two Micron All-Sky Survey ma duże znaczenie dla szeroko rozumianej astronomii pozagalaktycznej. Opublikowany w 2003 r. atlas dużych galaktyk (*2MASS Large Galaxy Atlas*) zawiera 100 największych (w sensie kątowym) galaktyk z katalogu obiektów rozciągłych. Nie powinno stanowić zaskoczenia, iż podobnie jak w zakresie widzialnym, również i tu największe są Obłoki Magellana oraz Galaktyka Andromedy (M31). Co więcej, klasyfikacja morfologiczna galaktyk w bliskiej podczerwieni jest podobna do klasycznego schematu widełkowego, opracowanego przez Edwina Hubble'a już w 1927 r. Warto jednak zauważyć, że w pasmach przeglądu 2MASS galaktyki wydają się bardziej „rozmyte" niż w zakresie widzialnym, ze względu na większą czułość na starsze i chłodniejsze gwiazdy niż na młode i gorące, które gromadzą się głównie w ramionach spiralnych.

Również i kosmologia wiele zawdzięcza omawianemu tu przeglądowi. Już sama fotometria całego nieba pozwoliła na zobrazowanie rozkładu galaktyk na sferze niebieskiej, przypominającego znaną już wcześniej kosmiczną „pajęczynę" (rys. 4). Jak sądzimy, w bliskiej podczerwieni jasności galaktyk dobrze odwzorowują rozkład masy, a więc tego typu diagram można z dobrym przybliżeniem uznać za rzutowaną na niebo mapę rozkładu ciemnej materii. Natomiast w celu uzyskania obrazu trójwymiarowego struktury wielkoskalowej Wszechświata potrzebujemy odległości do poszczególnych obiektów lub przynajmniej ich przesunięć ku czerwieni. Bezpośrednie (czyli przez pomiary spektroskopowe) uzyskanie tych wielkości dla wszystkich obiektów z 2MASS XSC jest praktycznie niemożliwe; dlatego też jako pierwszy opracowany został katalog tzw. fotometrycznych przesunięć ku czerwieni (XSCz), w którym redshifty ok. 1,1 mln źródeł oszacowano z analizy ich podczerwonych kolorów. Oprócz tego grupa astronomów z amerykańskich i angielskich uczelni prowadzi systematyczny przegląd spektroskopowy źródeł z 2MASS XSC do pewnej granicznej jasności (docelowo 12,2 mag. w paśmie K_s). Powstający w ten sposób 2MASS Redshift Survey (2MRS) ma zawierać ok. 100 tys. galaktyk i będzie to najgłębszy przegląd całego nieba zawierający przesunięcia ku czerwieni (przegląd SDSS zawiera co prawda dziesięciokrotnie więcej redshiftów obiektów pozagalaktycznych, lecz pokrywa jedynie ok. 1/5 sfery niebieskiej). Już analiza częściowych danych z 2MRS pozwoliła na oszacowanie średniej gęstości materii nierelatywistycznej w lokalnym Wszechświecie, w sposób analogiczny do metody zastosowanej dla przeglądu IRAS PSCz. Porównanie prędkości Grupy Lokalnej z jej przyspieszeniem grawitacyjnym, wyliczonym z trójwymiarowego rozkładu galaktyk w 2MRS do $K_s = 11{,}25$ mag. (ponad 23 tys. obiektów), dało wynik na poziomie 23% gęstości krytycznej Wszechświata, co jest zgodne z rezultatami uzyskiwanymi niezależnymi metodami, jak chociażby poprzez analizę anizotropii temperatury mikrofalowego promieniowania tła (satelita WMAP), czy badania dynamiki gromad galaktyk.

Astronomiczne okno na podczerwony Kosmos otwiera się coraz szerzej, w miarę postępu technologicznego i rosnącej liczby obserwacji prowadzonych w tym zakresie z Ziemi i z przestrzeni kosmicznej. Analiza i interpretacja ogromnej liczby danych zbieranych przez detektory czułe na fale mikrometrowe pozwalają nam na budowanie cegiełka po cegiełce spójnego obrazu Wszechświata, od Układu Słonecznego począwszy, poprzez naszą Galaktykę, aż po struktury w największych skalach.

Maciej Bilicki jest absolwentem astronomii na UMK, a obecnie doktorantem w CAMK PAN w Warszawie. W swojej pracy naukowej zajmuje się strukturą wielkoskalową Wszechświata

Herschel – nowy teleskop kosmiczny do obserwacji w dalekiej podczerwieni

Tomasz Kamiński
Maja Kaźmierczak

Kosmiczne Obserwatorium Herschela (ang. Herschel Space Observatory) jest największym teleskopem wysłanym w przestrzeń kosmiczną, operującym w zakresie dalekiej i bardzo dalekiej podczerwieni. Wyposażony w lustro o średnicy 3,5 m i instrumenty pomiarowe chłodzone do temperatury bliskiej zera absolutnego, Herschel będzie obserwował w zakresie widma elektromagnetycznego, który, jak dotąd, nie został całkowicie przebadany przez żaden inny instrument. Wystrzelenie satelity na orbitę planowane na maj 2009 r. otworzy nam okno na słabo poznany Wszechświat chłodnych obiektów: obłoków molekularnych, dalekich galaktyk zawierających pył i gaz molekularny, obszarów formowania gwiazd, molekularnych otoczek gwiazd starych i tych dopiero narodzonych, planet oraz komet Układu Słonecznego i wiele, wiele innych

Nowe okno obserwacyjne

Potrzeba wystrzelenia teleskopu, który operowałby w zakresie dalekiej podczerwieni i submililmetrowym (FIR/submm, patrz ramka 1) wynika z faktu, że atmosfera ziemska pochłania większość promieniowania w zakresie od około 1 mm do kilkudziesięciu μm. Jak pokazano na rys. 1, przepuszczalność ziemskiej atmosfery w dalekiej podczerwieni i zakresie submm ma złożony charakter. Są obszary widma, gdzie atmosfera całkowicie blokuje promieniowanie, ale są i takie, gdzie osłabienie sięga kilkudziesięciu procent. Zakresy, w których promieniowanie nie jest całkowicie blokowane przez molekuły ziemskiej atmosfery, nazywa się często *oknami*. Stopień osłabienia promieniowania w *oknach* jest zależny od grubości atmosfery i obfitości molekuły odpowiedzialnej za absorpcję. Z tego powodu obserwatoria astronomiczne na fale FIR/submm są budowane wysoko w górach, gdzie grubość atmosfery jest najmniejsza. Ponadto większość tego typu obserwatoriów wybudowano w miejscach ekstremalnie suchych, ponieważ para wodna jest głównym absorberem w tym zakresie. Na rys. 1 pokazano krzywe przepuszczalności promieniowania dla płaskowyżu Chajnantor w Chile (pustynia Atacama), czyli miejsca, gdzie budowana jest obecnie sieć radioteleskopów — ALMA (patrz „Urania–PA" 1, 2009). Chajnantor, obok bieguna południowego (Dome C), jest najlepszym miejscem na Ziemi do obserwacji we wspomnianym zakresie. Płaskowyż ten znajduje się na wysokości 5100 m n.p.m. i jest położony w obrębie najbardziej suchej pustyni na świecie. Jednak, nawet w tak niezwykłym miejscu, znaczna część widma FIR/submm jest zupełnie niedostępna do obserwacji astronomicznych (rys. 1). Pomiędzy *oknami* pozostają szerokie zakresy widma elektromagnetycznego, które nigdy lub prawie nigdy nie były obserwowane. Jedynym sposobem wy-

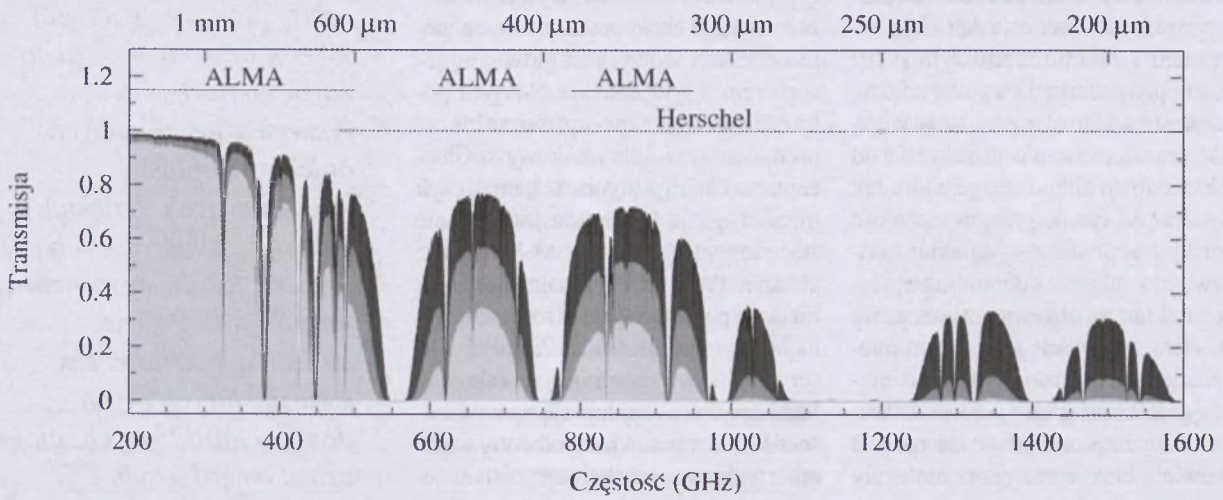
pełnienia tych luk obserwacyjnych jest wyniesienie instrumentów ponad atmosferę Ziemi.

Satelita **Herschel**, znajdując się daleko poza atmosferą Ziemi, ma być teleskopem, który pozwoli obserwować obiekty astrofizyczne w szerokim zakresie długości fal pomiędzy 55 μm i 627 μm. Będzie to niewątpliwie pierwszy duży teleskop kosmiczny, który pokryje tak szerokie pasmo dalekiej podczerwieni. Warto jednak w tym miejscu zaznaczyć, że Herschel nie będzie pierwszym instrumentem eksplorującym niedostępne z Ziemi zakresy FIR/submm (główne misje tego rodzaju wymieniono w tab.). Wszystkie wcześniejsze misje satelitarne miały jednak znacznie mniejszą czułość, pokrywały tylko wąski przedział widma FIR/submm i były wyposażone w mniej wyrafinowane instrumentarium niż to, jakim dysponuje Herschel. Nowy satelita będzie miał możliwość obserwowania wielu źródeł dotychczas niedostępnych obserwacjom w zakresie FIR/submm i w tym sensie otwiera dla nas nowe okno na szereg ciekawych obiektów charakterystycznych dla tego zakresu widma.

Tabela. **Misje satelitarne obserwujące w zakresie podczerwieni i dalekiej podczerwieni**

Misja	Średnica lustra	Obserwowany zakres dł. fali	Okres działania
IRAS	57 cm	8 — 100 μm	1983
ISO	60 cm	2,4— 240 μm	1995—1998
SWAS	55×71 cm	538—609 μm	1998—2005
ODIN	110 cm	517—617 μm	2001—2007
Spitzer	85 cm	3,6—160 μm	2003—2009?
AKARI	69 cm	1,7—180 μm	2006—2007
Herschel	**350 cm**	**55—672 μm**	**2009—2012?**

Dlaczego zakres obserwacji Herschela jest dla nas ważny? Tradycyjna astronomia optyczna bada głównie obiekty gorące, złożone z plazmy o temperaturze kilku tysięcy stopni. Chłodniejsze ciała, o temperaturze mniejszej niż 1000 K, promieniują najsilniej w podczerwieni; w szczególności obiekty o temperaturze rzędu 100 K (i mniejszej) większość energii wypromieniowują w zakresie FIR/submm, który niemal w całości ma być pokryty przez instrumenty nowego satelity. Właśnie dlatego często mówi się, że Herschel będzie obserwował chłodny Wszechświat (uwaga: nie ma w tym sformułowaniu żadnego kontekstu kosmologicznego), czyli różnego rodzaju obiekty w Układzie Słonecznym, Drodze Mlecznej oraz źródła pozagalaktyczne (również takie o dużym przesunięciu ku czerwieni z), które zawierają pył i chłodny gaz. Pył będzie obserwowany przez Herschela poprzez szereg czułych bolometrów. Dzięki temu, że zakres widmowy Herschela jest tak szeroki, będzie można dokładnie wyznaczyć temperaturę, masę, a czasem również skład pyłu w obserwowanych obiektach. Chłodny gaz, obserwowany przez spektrografy na pokładzie Herschela, będzie badany dzięki dużej liczbie linii atomowych i molekularnych. Bardzo wiele cząsteczek występujących w chłodnych środowiskach astrofizycznych ma znaczącą liczbę przejść molekularnych właśnie w zakresie FIR/submm. W obszarze tym przypada m. in. wiele pasm pary wodnej, która odgrywa bardzo ważną rolę w procesie chłodzenia szerokiej klasy źródeł astrofizycznych. Jak dotąd, termiczne pasma pary wodnej były obserwowane tylko sporadycznie i to dla pojedynczych obiektów, a Herschel umożliwi obserwacje wielu różnych przejść wody niemal w trybie standardowym. Woda, choć bardzo ważna, będzie tylko jedną z setek molekuł dostępnych do badania przez Herschela.



Rys. 1. Krzywe przepuszczalności atmosfery dla płaskowyżu Chajnantor, gdzie powstaje interferometr ALMA. Trzy krzywe wypełnione odcieniami szarości odpowiadają różnym warunkom pogodowym, przy czym krzywa wypełniona najciemniejszym kolorem odpowiada zawartości pary wodnej w powietrzu mniejszej niż średnia i reprezentuje najlepsze na Ziemi warunki do obserwacji w zakresie FIR/submm. Garby w krzywej przepuszczalności czasem nazywane są oknami, ponieważ tylko w tych obszarach widma są możliwe obserwacje obiektów astronomicznych. Zakresy, na jakich będzie operowała ALMA, zaznaczone są na rysunku poziomymi kreskami. Jak widać, pokrywają się one z oknami, w których transmisja jest większa niż około 50% w przypadku idealnych warunków pogodowych. Miejsca, gdzie transmisja spada do zera, nie mogą być obserwowane z powierzchni Ziemi. Dzięki temu, że Herschel będzie wyniesiony poza atmosferę ziemską, pokryje w całości obszar FIR/submm (zauważmy, że skala wykresu jest mniejsza niż pełny zakres widmowy dostępny dla Herschela, który sięgać ma do 55 μm)

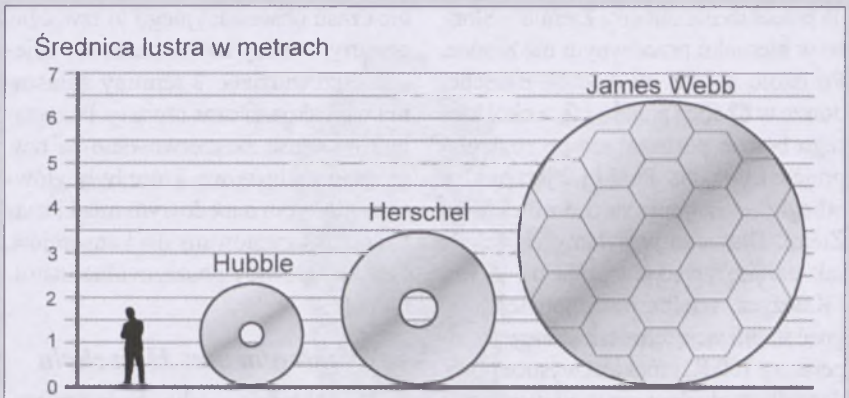
Można się spodziewać, że nowy satelita przyniesie odkrycia molekuł nigdy dotąd nie obserwowanych w obiektach astronomicznych.

Patron misji

W trakcie długoletnich przygotowywań do startu satelity misję nazwano roboczo FIRST (od *Far InfraRed and Submillimetre Telescope*, ang. *first* oznacza *pierwszy*). W 2000 r., kiedy obchodzono dwusetną rocznicę odkrycia podczerwieni przez Williama Herschela, satelitę przemianowano na Kosmiczne Obserwatorium Herschela. Pamiętając o wybitnych zasługach W. Herschela na polu astronomii obserwacyjnej, można śmiało uznać, że misja ma godnego patrona. Niektórzy z członków ekipy przygotowującej misję preferują inną, rozszerzoną interpretację nazwy satelity, podkreślając, że patronem misji jest również siostra Williama, Caroline Herschel, która także w dużym stopniu zasłużyła się astronomii obserwacyjnej. Warto dodać, iż nowy satelita będzie obserwował wiele spośród mgławic odkrytych przez rodzeństwo Herschelów.

Teleskop, satelita i jego orbita

Herschel jest wyposażony w jednosegmentowe lustro o średnicy 3,5 m, co czyni go zdecydowanie największym teleskopem, jaki został dotychczas umieszczony na orbicie do obserwacji w podczerwieni (np. Kosmiczny Teleskop Spitzera, który obserwowuje niebo głównie w zakresie bliskiej i średniej podczerwieni wyposażony jest w lustro o średnicy 0,85 m). Porównanie rozmiarów Herschela z wybranymi teleskopami kosmicznymi przedstawiono schematycznie na rys. 2. Mimo dużego lustra, zdolność rozdzielcza (możliwość rozróżniania szczegółów na niebie) teleskopu Herschela będzie mniejsza niż np. kosmicznego teleskopu Hubble'a, ponieważ Herschel ma obserwować na dużo dłuższych falach niż Hubble. W najlepszym razie, tj. w przypadku obserwacji na najkrótszych falach, Herschel będzie mógł rozróżnić szczegóły na poziomie kilku sekund łuku. Chciałoby się rzec, że to niewiele, ale zwierciadło Herschela to największe jednosegmentowe lustro, jakie może się zmieścić w luku bagażowym rakiety Ariane 5, która ma wynieść teleskop na orbitę. W celu osiągnięcia lepszej rozdzielczości kątowej trzeba by zbudować lustro wielosegmentowe, np. jak to budowane dla teleskopu Jamesa Webba, jednak ze względów technicznych takie rozwiązanie jest dużo trudniejsze do realizacji.



Rys. 2. Porównanie wielkości lustra teleskopu Herschela ze znajdującym się już na orbicie teleskopem Hubble'a i budowanym wielosegmentowym lustrem teleskopu Jamesa Webba

Sam satelita ma wymiary 7,5 m (wysokość) na 4 m (szerokość) i waży 315 kg (waga startowa wszystkich instrumentów wraz z paliwem to około 3300 kg). Schemat budowy satelity pokazano na rys. 4. Herschel będzie pracował w temperaturze poniżej 90 K, ale część instrumentów będzie chłodzona nawet do temperatury 0,3 stopnia powyżej zera bezwzględnego. W przypadku obserwacji w dalekiej podczerwieni chłodzenie aparatury naukowej do tak niskich temperatur jest absolutnie konieczne. Instrumenty pomiarowe muszą mieć temperaturę dużo niższą niż obiekty, które mają być obserwowane; w przeciwnym razie promieniowanie własne elementów satelity staje się znacznie silniejsze niż sygnał od obiektów nieba i nie jest możliwe wykonywanie pomiarów z dużą czułością. Chłodzenie aparatury naukowej odbywać się będzie dzięki systemowi opartemu na przepływie helu. Aby zapewnić obserwatorium długi czas życia, satelita ma na pokładzie zbiornik z nadciekłym helem o niebagatelnej pojemności 2200 litrów. Ten sam system chłodzenia ma również obniżyć temperaturę zestawu tarcz satelity (patrz rys. 4), chroniących jego aparaturę naukową przed promieniowaniem Słońca i Ziemi.

Wyniesienie satelity na orbitę planowane jest na 14 maja 2009 r.* Podczas startu Herschel będzie miał towarzystwo. Na pokładzie rakiety Ariane, oprócz satelity Herschel, znajdzie się też teleskop Planck, który ma obserwować kosmiczne promieniowanie tła (patrz ramka 2 i rys. 5). Zauważmy, że wyniesienie dwóch satelitów za pomocą jednej rakiety jest tańsze, ale w razie niepowodzenia strata jest podwójna.

W trakcie startu obydwa satelity będą fizycznie połączone. Krótko po wyniesieniu na orbitę, Herschel i Planck zostaną rozdzielone i po dwóch różnych trajektoriach wysłane w kierunku drugiego punktu Largrange'a L2 układu Ziemia—Słońce. Punkt L2 znajduje się

Ramka 1. Zakres FIR i submm

W terminologii astronomicznej przyjęło się nazywać zakresem dalekiej podczerwieni (ang. *Far Infrared*, FIR) szeroki przedział długości fali od około 10 μm do 1000 μm = 1 mm. (Zauważmy jednak, że nie jest to konwencja stosowana konsekwentnie przez wszystkich astronomów. Zwłaszcza dolna granica przedziału nie jest ściśle określona). Zakres dalekiej podczerwieni jest o tyle ciekawy, że jego dolny obszar jest zazwyczaj obserwowany przy użyciu technik podobnych do tych stosowanych w przypadku promieniowania widzialnego, podczas gdy górna jego część to już domena technik typowo radioastronomicznych (heterodyny, bolometry). Widmo fal krótszych niż 1 mm radioastronomowie najczęściej nazywają zakresem submilimetrowym (w skrócie submm). By pogodzić te konwencje, w niniejszym artykule stosujemy kombinację skrótów „FIR/submm".

* Artykuł powstał kilka tygodni przed wyniesieniem satelity na orbitę. W momencie oddawania go do druku satelita Herschel był już pomyślnie wyniesiony na orbitę i podążał w kierunku docelowej orbity.

na przedłużeniu odcinka Ziemia—Słońce w kierunku przeciwnym niż Słońce. Po około dwóch miesiącach Herschel dotrze w okolice punktu L2, wokół którego będzie poruszał się po rozległej orbicie Lissajous. Punkt L2 jest bardzo odległy — znajduje się 1,5 mln km od Ziemi. Dlaczego wysyłamy Herschela tak daleko? Będąc z dala od Ziemi i Księżyca, satelita może łatwiej osiągnąć stabilizację termiczną poniżej temperatury 100 K, która jest wysoce pożądana dla czułych obserwacji w zakresie podczerwonym. Dodatkowo, osadzenie satelity w okolicach punktu L2 ma tę zaletę, że trzy jasne obiekty jego nieba, tj. Słońce, Ziemia i Księżyc, znajdują się zawsze w tym samym obszarze. Wystarczy więc odwrócić satelitę „tyłem", tj. tarczą ochronną w kierunku Ziemi/Słońca, aby ich silne promieniowanie nie zakłócało pracy czułych instrumentów na pokładzie Herschela.

Po około 6 miesiącach od startu Herschel rozpocznie rutynowe obserwacje. Okres trwania misji przewidziany jest na trzy lata, z możliwością jej przedłużenia o rok. Oczywiście czas funkcjonowania obserwatorium determinują ograniczone zapasy helu. Herschel będzie teleskopem ogólnie dostępnym dla uczonych na całym świecie. Dwie trzecie czasu obserwacyjnego to tzw. czas otwarty, o który każdy może się ubiegać. Przewidziano 3 terminy zgłaszania wniosków o czas otwarty. Pozostałe 30% czasu zarezerwowano na tzw. programy kluczowe, które były głównym motorem napędowym misji i czas ten jest gwarantowany dla konsorcjów, które zbudowały poszczególne instrumenty.

Instrumentarium Herschela

Na pokładzie satelity będą umieszczone 3 instrumenty naukowe: HIFI, PACS i SPIRE. Zapewnią one możliwość obserwacji spektroskopowych, spektropolarymetrycznych i fotometrycznych (czyli bolometrycznych — zgodnie z terminologią radioastronomiczną). Poniżej krótko opisano poszczególne instrumenty oraz wymieniono główne zagadnienia naukowe, do jakich aparatura ta będzie wykorzystywana.

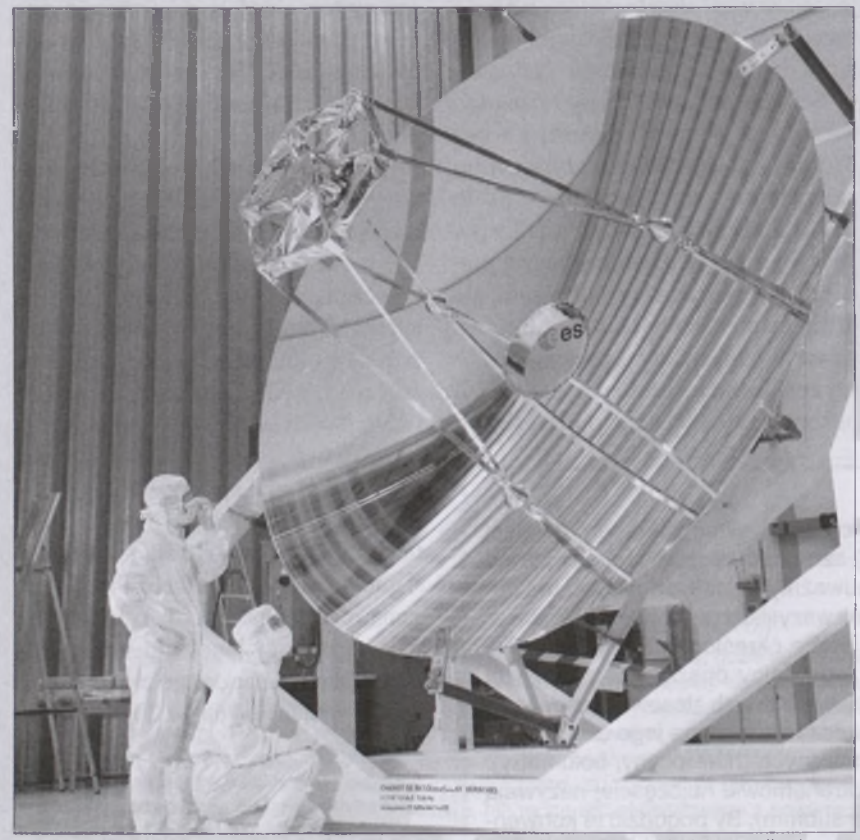
HIFI (ang. *Heterodyne Instrument for the Far Infrared*) jest heterodyną wyposażoną w spektrografy niskiej i wysokiej rozdzielczości. Instrument będzie operował w zakresie długości fal od 625—240 μm i 212—157 μm i może pracować jako spektropolarymetr. Zależnie od rodzaju obserwacji, HIFI będzie dawał widma z rozdzielczością od 3 km/s do 0,03 km/s = 30 m/s (czyli z takiego rzędu dokładnością będzie można ocenić prędkość gazu odpowiedzialnego za zarejestrowane struktury widmowe). Na poziomie spodziewanej czułości Herschela są to wartości imponujące, choć typowe dla technik radioastronomii submilimetrowej. W przeciwieństwie do dwóch pozostałych instrumentów, HIFI będzie mógł „patrzeć" tylko na jeden punkt nieba w danym momencie.

Przeznaczenie: ośrodek międzygwiazdowy w Galaktyce: warunki fizyczne (w szczególności środowiska gorące i gęste), warunki chemiczne (nośniki linii molekularnych), energetyczne, dynamika; powstawanie gwiazd w Galaktyce (warunki fizyczne, chemiczne, dynamiczne, rola wody), ewolucja gwiazd (skład, utrata masy, gwiazdy asymptotycznej gałęzi olbrzymów, mgławice planetarne), Układ Słoneczny (chemia atmosfery Marsa, woda na planetach olbrzymach).

PACS (ang. *Photodetecting Array Camera and Spectrometer*) jest macierzą odbiorników, które mogą pracować jako kamera lub zestaw spektrometrów. W trybie spektrometrycznym instrument będzie pracował w zakresie 60—210 μm i osiągał spektralne zdolności rozdzielcze co najwyżej 150 km/s. Jest to bardzo niska rozdzielczość, ale za to PACS jednorazowo będzie produkował widma dla 25 punktów nieba w obszarze 50'×50'. Jako kamera PACS będzie w stanie robić mapy w dwóch pasmach jednocześnie. Jedno z pasm będzie wtedy pochodzić z zakresu 60—130 μm, podczas gdy drugi kanał instrumentu będzie obserwował w wybranym zakresie długości fali z przedziału 130—210 μm. W trybie bolometrycznym kamera będzie miała pole widzenia wielkości 1,75' × 3,5'.

Przeznaczenie: przegląd fotometryczny obiektów pozagalaktycznych, obszary powstawania gwiazd, wczesny Wszechświat pyłowy, jasne galaktyki podczerwone ($0 < z < 1$), galaktyki karłowate o małej metaliczności, wczesne etapy formowania gwiazd i pozostałości po tych fazach, jasne i masywne gwiazdy, późne stadia ewolucji gwiazd, Układ Słoneczny.

SPIRE (ang. *Spectral and Photometric Imaging Receiver*) to skomplikowany instrument, który podobnie jak PACS



Rys. 3. Inspekcja lustra Herschela tuż przed zainstalowaniem go na pokładzie satelity (z materiałów ESA)

może pracować w trybie spektrometrycznym i bolometrycznym. W trybie spektrometrycznym są dostępne dwie matryce receptorów na 200—300 μm (matryca ma 37 receptorów) oraz na 300—670 μm (19 receptorów), których pole widzenia jest kołem o średnicy 2,6'. Spektralna zdolność rozdzielcza instrumentu to w najlepszym razie 300 km/s, więc przy dzisiejszych standardach jest to raczej spektrofotometr aniżeli spektrograf. W trybie fotometrycznym SPIRE zdoła prowadzić jednoczesne obserwacje w trzech różnych pasmach wycentrowanych na 250, 360 i 520 μm. Dzięki bardzo dużemu polu widzenia wielkości 4'×8' i dużej czułości zastosowanych odbiorników PACS będzie mógł produkować mapy dużych obszarów nieba w bardzo krótkim czasie.

Przeznaczenie: przegląd galaktyk o dużym przesunięciu ku czerwieni z, przegląd gromad galaktyk, efekt Suniajewa-Zeldowicza, pobliskie galaktyki, galaktyki karłowate o małej metaliczności, obszary formowania gwiazd masywnych i tych o małych masach, protogwiazdy, młode obiekty gwiazdowe, ośrodek międzygwiazdowy, fizyka i ewolucja pyłu międzygwiazdowego, produkcja pyłu przez gwiazdy i supernowe, Układ Słoneczny, otoczki wokółgwiazdowe.

Udział Polski w projekcie

Kosmiczne Obserwatorium Herschela jest czwartym ważnym instrumentem Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) zbudowanym w ramach programu Horizon 2000. W projektowaniu i wdrażaniu misji uczestniczy dziesięć państw europejskich, USA oraz Kanada. Swój wkład w misję ma także Polska, zarówno na poziomie budowy fragmentów aparatury, jak i w sensie przyszłej eksploatacji obserwatorium w ramach czasu gwarantowanego. Całość projektu ze strony Polski jest koordynowana przez Centrum Astronomii im. M. Kopernika z prof. R. Szczerbą na czele. Jako polski wkład instrumentalny w zakładzie Teledetekcji Centrum Badań Kosmicznych PAN zbudowano system zasilania, sterowania i kontroli lokalnego oscylatora, będącego sercem heterodyny HIFI (projektem kierował dr P. Orleański).

Wielu polskich uczonych jest zaangażowanych w projekty naukowe, które mają status gwarantowanych. Większość z nich związana jest z instrumentem HIFI. Można się spodziewać, że wielu z nas będzie także ubiegać się o czas otwarty zarówno na HIFI, jak i na pozostałe dwa instrumenty. Mamy nadzieję, że Herschel będzie teleskopem szeroko wykorzystywanym przez polską społeczność astronomów.

Rys. 4. Schemat budowy satelity Herschel (na podstawie materiałów prasowych ESA)

Zadania dla Herschela

Astronomowie postawili przed Herschelem bardzo wiele wyzwań. Część z nich została już zasygnalizowana przy okazji opisu instrumentarium satelity. Poniżej prezentujemy bardziej szczegółowo kilka wybranych programów naukowych, które będą realizowane za pomocą nowego teleskopu kosmicznego.

Ośrodek międzygwiazdowy

Jednym z głównych celów misji Herschel jest badanie chłodnego ośrodka międzygwiazdowego. Przede wszystkim badana będzie materia molekularna. Do tej pory zaobserwowano około 130 molekuł międzygwiazdowych, z których większość to cząsteczki dwu- lub trójatomowe. Jest wysoce prawdopodobne, że bardziej złożone molekuły są powszechne w obłokach międzygwiazdowych, ale pozostają niezidentyfikowane ze względu na niedostępność dużych części widma elektromagnetycznego z powierzchni Ziemi. Herschel będzie eksplorował nie zbadany dotychczas zakres widmowy, o którym wiemy z fizyki kwantowej, że zawiera bogactwo przejść molekularnych (rotacyjnych i oscylacyjnych). W związku z tym spodziewamy się zaobserwować wiele nowych struktur widmowych, które należą do znanych już cząsteczek, ale zapewne będzie też tam szereg linii należących do molekuł dotychczas nie obserwowanych w ośrodku międzygwiazdowym. Dysponując obserwacjami dużej liczby

Ramka 2. Misja Planck

Planck jest pierwszą europejską misją satelitarną, której celem będzie badanie mikrofalowego promieniowania tła, pozostałości po Wielkim Wybuchu. Teleskop otrzymał nazwę na cześć niemieckiego fizyka Maksa Plancka, który w 1918 r. został uhonorowany Nagrodą Nobla za prace nad naturą promieniowania elektromagnetycznego. Satelita będzie w stanie badać różnice temperatury mikrofalowego promieniowania ze znacznie większą czułością (na poziomie kilku milionowych stopnia) i lepszą rozdzielczością kątową niż poprzednie misje tego typu, tj. COBE i WMAP. Planck ma pomóc znaleźć odpowiedź na podstawowe pytania kosmologiczne związane z pochodzeniem i ewolucją Wszechświata, poczynając od najwcześniejszych jego etapów. W planach jest także określenie dokładnych wartości parametrów kosmologicznych, zbadanie natury i ilości ciemnej materii, a także natury ciemnej energii. Planck będzie pracował przez 15 miesięcy, z możliwością przedłużenia misji o rok.

linii od wielu molekuł jednocześnie, jesteśmy w stanie dokładnie badać warunki fizyczne i chemiczne ośrodka międzygwiazdowego. Im więcej linii i znanych molekuł, tym lepiej taką analizę można przeprowadzić. Możliwości Herschela w tej kwestii są bezprecedensowe — jednocześnie będzie można obserwować setki linii. Planowane są też obserwacje w specjalnym trybie, tzw. przeglądy widmowe, które dostarczą pomiarów tysięcy przejść dla indywidualnych obiektów, umożliwiając tym samym studia ośrodka międzygwiazdowego na niespotykaną do tej pory skalę.

Czego chcemy się dowiedzieć na podstawie obserwacji molekuł? Przede wszystkim badania nad ośrodkiem międzygwiazdowym skupiać się będą nad wyjaśnieniem, jak przebiega cykl wymiany materii w Galaktyce pomiędzy gwiazdami a obłokami międzygwiazdowymi. Wiemy, że gwiazdy rodzą się z materii gęstych obłoków molekularnych; u kresu swojego życia te same gwiazdy dostarczają do ośrodka międzygwiazdowego chemicznie przetworzoną materię, która po dalszym przeobrażeniu w gęstych obłokach wejdzie w skład nowych gwiazd. Wiele procesów występujących w ramach tego cyklu pozostaje niewyjaśnionych, a Herschel ma duże szanse przybliżyć nas do ich zrozumienia. Ponadto chcemy się dowiedzieć, jak bardzo skomplikowane związki chemiczne mogą się tworzyć w ośrodku międzygwiazdowym. Z obserwacji, którymi obecnie dysponujemy, wynika, że w obłokach międzygwiazdowych mogą powstawać bardzo złożone cząsteczki (największa znana składa się z 13 atomów), ale te najciekawsze zapewne wciąż czekają na odkrycie. Interesująca jest też kwestia, jak ma się chemia ośrodka międzygwiazdowego do możliwości istnienia życia.

Szczególne miejsce w badaniach ośrodka międzygwiazdowego będą miały obserwacje związków tlenu, a przede wszystkim wody. Woda, jako molekuła, jest bardzo obfita w wielu różnych środowiskach astrofizycznych i odgrywa bardzo istotną rolę w procesie chłodzenia gazu. Zajmuje też centralne miejsce w siatce procesów chemicznych, które zachodzą w chłodnych obłokach molekularnych — zarówno w fazie gazowej (jako para wodna), jak i w fazie stałej (lód wodny jest najbardziej obfitym lodem w większości środowisk astrofizycznych). Wydaje się, że H_2O jest kluczową molekułą do zrozumienia procesów zachodzących w ośrodku międzygwiazdowym i dlatego też dużo czasu obserwacyjnego Herschela zarezerwowano na obserwacje przejść tylko tej cząsteczki.

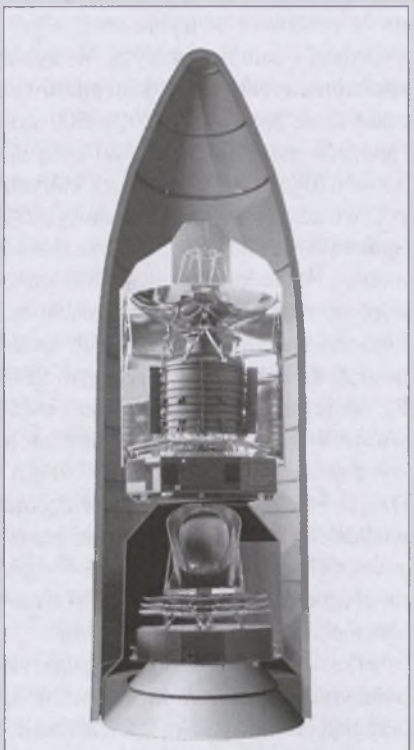
Studia ośrodka międzygwiazdowego za pomocą Herschela obejmą też bardzo szeroką problematykę obecności pyłu w tym ośrodku. Jednym z ważniejszych zadań nowej misji kosmicznej będzie wyjaśnienie roli powierzchni pyłu w chemii międzygwiazdowej. Wiadomo, że reakcje chemiczne na powierzchni pyłu muszą zachodzić w ośrodku międzygwiazdowym, ale szczegóły tego typu reakcji są słabo poznane. Herschel niesie też nadzieję na zrozumienie procesów wzrostu i niszczenia ziaren pyłu w ośrodkach molekularnych o różnej gęstości.

Gwiazdy na różnych etapach ewolucji

Szczegółowo będą także badane gwiazdy, poczynając od gęstych obłoków, gdzie widoczne są tylko zwarte jądra kryjące we wnętrzu zalążki gwiazd, po protogwiazdy i młode obiekty gwiazdowe, a kończąc na zaawansowanych ewolucyjnie gwiazdach asymptotycznej gałęzi olbrzymów, gwiazdach Wolfa-Rayeta i mgławicach planetarnych.

Dokładnie rzecz biorąc, Herschel nie będzie obserwował gwiazd bezpośrednio, ale ich najbliższe otoczenie bogate w pył i molekuły. Szczególne miejsce w problematyce badań przygotowanych dla Herschela zajmie proces powstawania gwiazd. Głębokiej analizie poddane będą kolapsujące obłoki molekularne formujące gęste jądra protogwiazdowe. Takie obiekty są chłodne i silnie zakryte przez pył, a więc trudno dostępne obserwacjom w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni. Herschel, operując w zakresie FIR/submm, będzie mógł spojrzeć głęboko w kokony, którymi otoczone są jądra protogwiazdowe. Dostarczy w ten sposób informacji o ich strukturze chemicznej i fizycznej. Zwłaszcza różnorodne warunki chemiczne takich środowisk stanowią ekscytujący temat badań dla Herschela.

Protogwiazdy będą badane poprzez obserwacje otaczających je dysków akrecyjnych i związanych z tymi dyskami wypływów molekularnych (dżetów). Badany też będzie wpływ aktywności protogwiazd na okoliczny ośrodek międzygwiazdowy, np. poprzez obserwacje emisji molekularnej z szoków powstających na brzegach dżetów.



Rys. 5. Herschel zostanie wyniesiony na orbitę razem z satelitą Planck, przy czym Planck zajmie dolne partie luku rakiety. W trakcie startu i w początkowych fazach lotu obydwa satelity będą ze sobą połączone (z materiałów ESA)

W przypadku gwiazd zaawansowanych ewolucyjnie, jak gwiazdy asymptotycznej gałęzi olbrzymów czy mgławice planetarne, badane będzie bogactwo molekuł produkowanych w ich otoczkach, mechanizm powstawania pyłu i procesy prowadzące do napędzenia wiatrów gwiazdowych. Chemia takich otoczek jest ściśle związana z końcowymi stadiami życia samych gwiazd i w tym sensie obserwacje Herschela wniosą wkład bezpośrednio do badań nad ich ewolucją. Pył i gaz molekularny produkowany przez takie stare gwiazdy trafia do ośrodka międzygwiazdowego, wzbogacając go w ciężkie pierwiastki. Badanie właściwości molekularnych otoczek gwiazd zaawansowanych ewolucyjnie pozwoli więc lepiej zrozumieć także złożony cykl ewolucji chemicznej Drogi Mlecznej i innych galaktyk.

Jak powstają planety

Wśród celów naukowych misji Herschela nie mogło oczywiście zabraknąć tematu planet. Nowy satelita nie będzie bezpośrednio obserwował planet pozasłonecznych. Wiadomo jednak, że proces ich powstawania jest silnie związany z chłodnymi dyskami protoplanetarnymi. Dodatkowo, po głównej fazie formowania się planet, wokół macierzystej gwiazdy pozostać może tzw. dysk szczątkowy. Zarówno dyski protoplanetarne, jak i szczątkowe pełne są pyłu, który może być obserwowany przez Herschela w bardzo kompleksowy sposób. Obserwacje pyłu dostarczą informacji o warunkach fizycznych w dyskach, rozkładzie wielkości ziaren pyłu, pozwolą określić ich skład itd. Dodatkowo, młode dyski protoplanetarne zawierają dużą ilość gazu molekularnego, który może być studiowany dzięki zaawansowanej aparaturze spektroskopowej Herschela. Pozwoli to dogłębnie poznać kinematykę takich dysków i ich strukturę chemiczną. Dzięki tak szerokiemu spojrzeniu na dyski Herschel ma wyjaśnić wiele procesów towarzyszących powstawaniu planet.

Obiekty Układu Słonecznego

Herschel będzie także obserwował pobliskie obiekty, włączając w to ciała naszego Układu Planetarnego. Planowane są obserwacje gęstych atmosfer planet olbrzymów (przypomnijmy, że odkrywcą jednej z nich, Urana, był właśnie William Herschel), jak również atmosfery Marsa i Tytana. Obserwacje te pozwolą zrozumieć złożone procesy zachodzące w tych atmosferach (np. cykl wody w atmosferze Marsa), mają również duże znaczenie dla poszerzenia naszej wiedzy o powstaniu Układu Słonecznego.

Wśród obiektów Układu Planetarnego szczególną uwagę Herschel poświęci kometom. Badana będzie głównie struktura chemiczna tych ciał. Uważa się, że skład materii w nich zawartej jest niemal identyczny jak skład mgławicy, z której uformował się Układ Słoneczny. Badania te dostarczą więc cennych informacji o bardzo wczesnym Układzie Planetarnym.

Komety zawierają dużo lodu wodnego, który odparowuje (sublimuje) w miarę, jak kometa zbliża się do Słońca. Herschel jest czuły na wiele pasm pary wodnej i umożliwi szczegółowe badania tej molekuły w materii kometarnej. Ciekawe, że obserwacje tego typu mogą przyczynić się do głębszego zrozumienia procesu, jaki doprowadził do powstania ziemskich oceanów. Według obecnie przyjmowanego paradygmatu ziemskie oceany powstały z lodu zawartego w małych ciałach wczesnego Układu Planetarnego, głównie w kometach. Poprzez badanie, np. składu izotopowego wody w małych ciałach Układu Słonecznego, można tę hipotezę sprawdzić (i rozszerzyć).

Powstanie i ewolucja galaktyk

Innym ambitnym celem misji Herschela jest badanie źródeł na odległościach kosmologicznych, czyli obiektów na tyle odległych, że ich światło pochodzi z zamierzchłych epok ewolucji Wszechświata. Chodzi tu głównie o bardzo wczesne galaktyki, które uformowały się krótko po narodzinach Wszechświata. Według przewidywań teoretycznych powinny być one stosunkowo jasne w dalekiej podczerwieni i zakresie submilimetrowym. Ostatnie obserwacje za pomocą teleskopów naziemnych i misje satelitarne, takie jak ISO, pokazały jednak, że na dużych odległościach znajduje się mnóstwo obiektów bardzo jasnych w zakresie FIR/submm — o wiele więcej niż przewidywano. Okazuje się, że te najwcześniejsze galaktyki były pełne pyłu, a proces narodzin gwiazd w tych systemach był wyjątkowo efektywny. Wiele młodych i gorących gwiazd wydajnie podgrzewało okoliczny pył. Tak się składa, że pył ten świeci jasno w zakresach widma specyficznych dla Herschela. Dzięki temu nowy satelita będzie mógł badać bezpośrednio procesy gwiazdotwórcze w obiektach wczesnego Wszechświata i rozwiązać zagadkę pochodzenia dużych ilości pyłu w młodych galaktykach.

Kilka z projektów obserwacyjnych Herschela przewiduje stworzenie przeglądu galaktyk na różnych odległościach, począwszy od obiektów Grupy Lokalnej, a skończywszy na galaktykach o dużych przesunięciach ku czerwieni *z*. Analizowany będzie skład materii molekularnej tych galaktyk, zawarty w nich pył oraz będą badane warunki fizyko-chemiczne ich ośrodków międzygwiazdowych. Głównym celem tych projektów jest prześledzenie ewolucji galaktyk. Chcemy się dowiedzieć, jak zmieniała się metaliczność galaktyk i jak przebiegało z czasem tempo produkcji gwiazd. Ciekawe jest też, jak ewoluował stosunek ilości pyłu do gazu w ośrodku międzygwiazdowym i czy wielkość ta zależy od typu morfologicznego galaktyki. Dużo uwagi poświęci się też aktywnym centrom galaktyk. Analiza bezpośredniego otoczenia ich aktywnych obszarów będzie się głównie opierać na obserwacjach linii pary wodnej.

Będą też badane galaktyki najbliższe, które znajdują się w sąsiedztwie Drogi Mlecznej. Dla przykładu jest planowany przegląd lokalnych galaktyk karłowatych o bardzo niskiej metaliczności. Pył i gaz w takich galaktykach przypomina pod wieloma względami ośrodek charakterystyczny dla galaktyk młodego Wszechświata. Jako bardzo odległe, młode galaktyki nie mogą być badane tak szczegółowo, jak lokalne. Poprzez badanie procesów zachodzących w pobliskich galaktykach karłowatych o niskiej metaliczności mamy nadzieję lepiej zrozumieć procesy zachodzące w obiektach młodego Wszechświata.

* * *

Zgodnie z optymistycznymi przewidywaniami Herschel rozpocznie regularne obserwacje naukowe już pod koniec 2009 r. Krótko po tym możemy spodziewać się swego rodzaju rewolucji w astronomii obiektów typowych dla zakresu FIR/submm. Jak pokazano powyżej, problematyka badań związanych z misją Herschela jest bardzo szeroka, toteż rewolucja obejmie wiele ważnych dziedzin współczesnej astrofizyki. Przede wszystkim, nowy satelita da wyjątkową możliwość postępu w szeroko rozumianej astrochemii, ponieważ wreszcie uzyskamy dostęp do wielu ważnych molekuł, które nie mogły być wcześniej badane. Jednak najciekawsze zapewne będą te odkrycia, których na etapie planowania misji nie można było przewidzieć. Jak wyraził się Galileusz: „Może z czasem zobaczymy rzeczy, których, jak dotąd, nie możemy sobie wyobrazić".

Maja Kaźmierczak i Tomasz Kamiński są absolwentami astronomii w Toruniu, a obecnie doktorantami: Ona w UMK, a On w CAMK-u w Toruniu. Oboje są zaangażowani w projekty naukowe realizowane za pomocą teleskopu kosmicznego Herschela

Sejsmiczne obserwacje meteorów

W ostatni dzień roku 2008 w internetowej wersji czasopisma Amerykańskiej Unii Geofizycznej, „Reviews of Geophysics" ukazał się przegląd Edwardsa, Eatona i Browna pt. *Seismic observations of meteors: Coupling theory and observations*. Dotyczy on ciekawego i niezbyt często dyskutowanego zagadnienia detekcji meteorów przy pomocy sejsmografów. Aby takie obserwacje były możliwe, musi nastąpić oddziaływanie z powierzchnią Ziemi fali dźwiękowej, wytworzonej w trakcie przelotu meteoru przez atmosferę ziemską bądź w trakcie bezpośredniego zderzenia obiektu z powierzchnią.

Meteory wpadające do atmosfery osiągają prędkość około 35 do 240 razy większą od lokalnej prędkości dźwięku. Powstająca fala uderzeniowa jest zatem praktycznie cylindryczna, zresztą jej prędkość bardzo gwałtownie spada tak, że w odległości kilkudziesięciu do kilkuset metrów od trajektorii meteoru jest już równa lokalnej prędkości dźwięku, (która w obszarze wysokości powierzchnia Ziemi — 100 km ponad powierzchnią zmienia się od około 340 m/s do 280 m/s). Atmosfera ziemska silnie tłumi fale dźwiękowe, przepuszczając najlepiej fale w zakresie infradźwiękowym (~0,001–20 Hz).

Istnieją trzy podstawowe mechanizmy sprzężenia fal infradźwiękowych z powierzchnią Ziemi:

1. Generacja fali sejsmicznej przez padającą na powierzchnię Ziemi falą akustyczną.

2. Rezonansowe sprzężenie fali sejsmicznej z padającą falą akustyczną najbardziej efektywne w sytuacji dopasowania prędkości wybranego rodzaju fali sejsmicznej i horyzontalnej składowej prędkości padającej fali akustycznej. Wynikiem jest powstanie tzw. prekusora zazwyczaj docierającego do stacji sejsmicznej szybciej niż fale wspomniane w punkcie 1.

3. Fale sejsmiczne powstające w wyniku zderzenia meteorytu (lub jego fragmentów) z powierzchnią Ziemi.

Najczęściej spotykany jest przypadek 1., prekursory są znacznie rzadsze, a rejestracje bezpośrednich zderzeń bardzo rzadkie. Możliwe sytuacje zostały przez autorów przedstawione na rysunku.

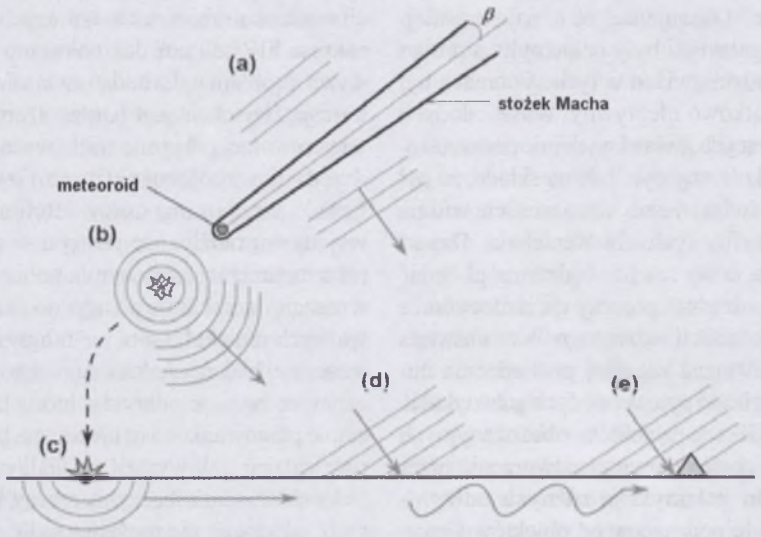
Klasycznym (i wyjątkowym) przypadkiem obserwacji sejsmicznych efektów związanych z przelotem i upadkiem meteoru jest oczywiście meteoryt Tunguska z roku 1908. Ocena energii uwolnionej w trakcie eksplozji (12 Mt TNT) stawia go poza wszelką konkurencją — jest to największa zarejestrowana eksplozja związana z upadkiem meteoru. Pochodzące od niej fale sejsmiczne zostały zarejestrowane przez cztery rosyjskie stacje znajdujące się w odległościach od 970 do 5290 km od miejsca zjawiska. Większość współczesnych obserwacji wykonywanych jest ze znacznie bliższych odległości, sięgających wyjątkowo do kilkuset kilometrów.

Okazji do bezpośredniego pomiaru efektywności sprzężenia fal akustycznych z sejsmicznymi dostarczył powrót kapsuły misji Stardust (zawierającej m.in. próbki materii z okolic komety Wild 2). Kapsuła o masie 45,8 kg spełniła rolę meteoru/kalibratora o znanej masie, objętości, kształcie i gęstości. Weszła do atmosfery z prędkością 12,5 km/s, co odpowiada przypadkowi wolno poruszającego się meteoru.

Inną okazją oceny dokładności metod i parametrów używanych do interpretacji danych sejsmicznych był upadek meteorytu Moravka (na terenie Czech) w roku 2000. Zastosowana metoda inwersji danych pozwoliła na wyznaczenie trajektorii meteoru. Wyniki porównane z niezależnymi obserwacjami przelotu meteoru (video) różniły się o kilka stopni. Gorzej natomiast było z wyznaczeniem prędkości meteoru. Pomiar video dał prędkość początkową 21,9 km/s, dwa niezależne pomiary sejsmiczne 8,3 km/s i 12–21 km/s.

Jeśli chodzi o bezpośrednią rejestrację upadków meteorów, to wiadomo, że np. sejsmografy umieszczone przez astronautów na Księżycu zarejestrowały szereg zjawisk. W przypadku Ziemi sygnały od upadków meteorytów są zazwyczaj bardzo słabe. Wskutek ablacji masy większości meteorów docierających do powierzchni są rzędu kilograma (znacznie niższe od mas obiektów wchodzących do atmosfery), a poza tym w końcowej fazie lotu zwykle na-

Schemat fal atmosferycznych generowanych przez meteor oraz mechanizmów generacji fal sejsmicznych



a) Generacja fali uderzeniowej w trakcie wejścia meteoru do atmosfery z prędkością naddźwiękową — fala uderzeniowa propaguje się praktycznie prostopadle do trajektorii meteoru.
b) Generacja fali uderzeniowej w trakcie fragmentacji meteoru. Fala propaguje się we wszystkich kierunkach jak od źródła punktowego.
c) Fale sejsmiczne generowane w trakcie upadku meteorytu.
d) Generacja prekursora sejsmicznego w sytuacji dopasowania prędkości powierzchniowych fal akustycznej i sejsmicznej. Przemieszczanie się sygnału z prędkością powierzchniowych fal sejsmicznych pozwala na wcześniejsze niż w przypadku bezpośredniego sprzężenia atmosferycznej fali ciśnieniowej (e) z powierzchnią Ziemi dotarcie do stacji (szary trójkąt).
Źródło: American Geophysical Union

stępuje wyhamowanie do prędkości rzędu kilkuset metrów na sekundę (chyba że mamy do czynienia z meteorami żelaznymi). Takie zjawisko daje się zarejestrować do odległości kilku kilometrów od miejsca upadku. Oszacowania pokazują, że aby możliwa była rejestracja przez istniejące sieci sejsmiczne, musimy mieć do czynienia z obiektami o masach (w momencie upadku) większych od ok. 50 kg. Takie obiekty są bardzo rzadkie i przy obecnie istniejącej sieci sejsmografów na powierzchni Ziemi dysponujemy zaledwie pojedynczymi obserwacjami.

Ciekawy jest brak opublikowanych detekcji upadku meteorytów do oceanów (pokrywających prawie 71% powierzchni Ziemi) pomimo istnienia bardzo dobrych warunków do propagacji fal akustycznych niskiej częstotliwości w obrębie tzw. falowodu SOFAR (*Sound Fixing and Ranging channel*) używanego m.in. do komunikacji pomiędzy łodziami podwodnymi. Z drugiej strony nie jest dobrze znana efektywność transformacji energii wyzwolonej przy upadku meteorytu w energię fal dźwiękowych propagujących się pod powierzchnią oceanu. Autorzy proponują powtórny przegląd zapisów geofonów i monitorowanie ich pod kątem zjawisk mogących pochodzić od upadków meteorytów, być może podobne zjawiska nie zostały dotychczas zauważone.

Istnieje szereg spraw wymagających dalszych badań — przegląd Edwardsa, Eatona i Browna zwraca m.in uwagę na skomplikowany charakter oddziaływania fal akustycznych z powierzchnią Ziemi w funkcji struktury geologicznej terenu — z drugiej strony metody używane obecnie mogą przy dalszych udoskonaleniach dawać coraz lepsze wyniki. W opisanej w przeglądzie dziedzinie sejsmologii pozostaje wiele do zbadania i zapewne do odkrycia.

Autorzy piszą o możliwości umieszczenie sejsmografów na powierzchni Marsa. Rzadka atmosfera nie wystarcza do wyhamowania meteorytu, dzięki czemu w trakcie upadku zostanie wyzwolone znacznie więcej energii niż w podobnej sytuacji na Ziemi, z drugiej strony atmosfera jest na tyle gęsta, że możliwa jest w jej obrębie generacja fal akustycznych mogących następnie oddziaływać na powierzchnię planety. Z pomiarów można ocenić częstość upadku na powierzchnię Marsa (znajdującego się blisko pasa asteroidów!) meteorytów o średnicach rzędu metra.

Roman Schreiber

O zaćmieniu Słońca z roku 1415

W dniu 7 czerwca 1415 r. (według kalendarza juliańskiego) przez tereny ówczesnej Polski przebiegał pas zaćmienia całkowitego, które mogło być obserwowane m. in. w Warszawie, Krakowie, Wilnie i Pińsku. O zaćmieniu tym wspomina Jan Długosz (1415—1480) w księdze jedenastej „Kronik":

Quo de Kobrzin in Mitho iter agente, feria sexta post Octavas Corporis Christi, Tertiarum hora, eclipsis notabilis in sole causata apparuit, quae Wladislaum Regem et suos, velut inopinata et ignorata, primum in admirationem et stuporem, ad extremum in religionem vertit. Erat enim adeo notabilis, ut alites subita caligine deterritae in terram deciderent, et sidera non secus quam nocte collucerent; Rex quoque Wladislaus, tenebris arcentibus, cogebatur premere gradum, nec prius procedere poterat, donec obscuratio solis cessasset. (Joannis Długossii *Historiae Polonicae Libri XII*, t. IV, s. 189, ex Typographia Ephemeridum „Czas", Cracoviae, MDCCCLXXVII).

Fragment ten jest często cytowany w artykułach omawiających historyczne zaćmienia Słońca, a jego przekładu dokonała Julia Mrukówna (*Jana Długosza Roczniki, czyli Kroniki sławnego Królestwa Polskiego*, PWN, Warszawa 1985, s. 56):

W czasie podróży [króla Władysława Jagiełły] *z Kobrynia do Myta, w sobotę po oktawie Bożego Ciała, o trzeciej nastąpiło znaczne zaćmienie słońca, które króla i jego ludzi, jako zjawisko niespodziewane i nieznane wprawiło najpierw w podziw i zdumienie, a w końcu w zabobonny niepokój. Było bowiem tak znaczne, że ptaki przerażone nagłą ciemnością osiadły na ziemi, a gwiazdy świeciły jak w nocy. Także król Władysław musiał się zatrzymać, ponieważ powstrzymywały go ciemności i nie wcześniej mógł ruszyć naprzód, aż zaćmienie słońca minęło.*

Natomiast w dziewiętnastowiecznym przekładzie Karola Mecherzyńskiego (*Jana Długosza Kanonika Krakowskiego Dziejów Polskich Ksiąg Dwanaście*, t. IV, Kraków 1869) omawiany fragment tekstu brzmi:

Kiedy z Kobrynia jechał do Myta, w Piątek po oktawie Bożego Ciała, w godzinie pacierzy kapłańskich tercyą zwanych przypadło wielkie zaćmienie słońca, które jako niespodziewane, króla i wszystkich, którzy z nimi jechali, w wielkie zdziwienie, a potem bojaźń przesądną wprawiło. Tak bowiem ciemna stała się pomroka, że ptaki nagłą ćmą przelęknione na ziemię upadały, a gwiazdy jakby w nocy świeciły. Nie mogąc jechać dla wielkiej ciemności, przymuszony był król Władysław zatrzymać się chwilę na gościńcu, póki zaćmienie słońca nie minęło [pisownia oryginalna].

Porównując oba przekłady, zwraca uwagę różnica w podanym czasie: Czy *tercya* oznacza faktycznie godzinę trzecią? Czy zaćmienie Słońca nastąpiło w piątek czy w sobotę? Chcąc poprawnie odpowiedzieć na te wątpliwości, spróbujmy przyjrzeć się sprawie nieco bardziej szczegółowo.

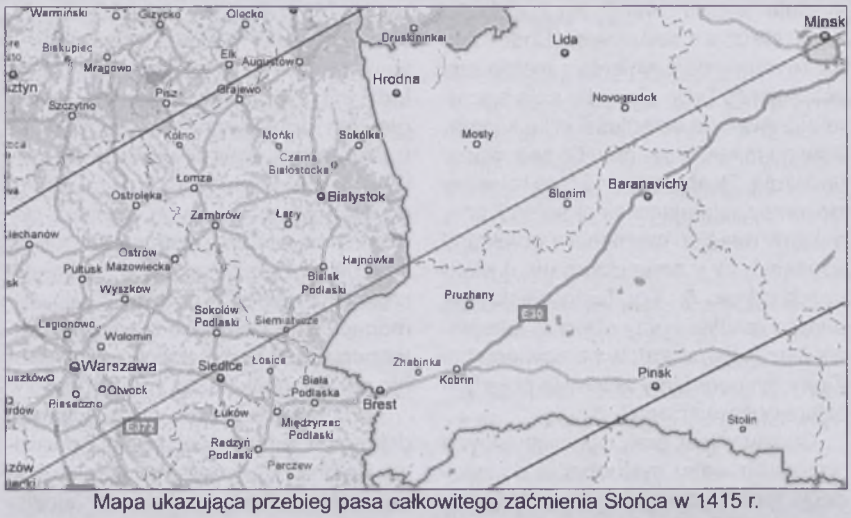
Obydwie wymienione w tekście miejscowości leżą w granicach dzisiejszej Białorusi (patrz mapka). Kobryń (Kobryn) znajdziemy niedaleko Brześcia, w południowo-zachodniej części tego kraju. Z krótkiego opisu zamieszczonego w obszernej pracy Michała

Jan Długosz (1415—1480)

Balińskiego i Tymoteusza Lipińskiego (*Starożytna Polska pod względem historycznym, jeograficznym i statystycznym opisana,* wyd. S. Orgelbrandt, Warszawa 1886) dowiadujemy się, że wieś Myto (Myta) wzmiankowana przez Długosza znajduje się w okolicach Lidy, a więc na północy Białorusi. Odległość w linii prostej między tymi miejscowościami wynosi około 200 km. Można więc domyślać się, że podróż króla trwała co najmniej kilka dni. Niestety, kronikarz nie podaje daty jej rozpoczęcia i z tego powodu nie potrafimy, choćby w przybliżeniu, określić miejsca, z którego król wraz ze swoim orszakiem oglądał opisywane zjawisko astronomiczne. Wiadomo jedynie, że obydwie miejscowości znajdują się wewnątrz pasa całkowitego zaćmienia.

Chcąc rozstrzygnąć wątpliwości dotyczące pory dnia, wyliczmy przykładowo momenty obserwowanych zjawisk dla miejscowości Słonim (ϕ = 53°05'N, λ = 25°19'E), leżącej mniej więcej w połowie drogi między Kobryniem a Mytem. W miejscowości tej moment środka zaćmienia całkowitego przypadł o 8^h02^m czasu lokalnego, a zaćmienie częściowe można było obserwować między 6^h59^m a 9^h08^m. Mapkę całego obszaru zaćmienia oraz momenty zaćmień dla dowolnego miejsca można znaleźć w Internecie: http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsearch/SEsearchmap.php?Ecl=14150607.

W dniu 7 czerwca wschód Słońca w miejscowościach położonych na równoleżniku 53°05'N następuje w czasie



Mapa ukazująca przebieg pasa całkowitego zaćmienia Słońca w 1415 r.

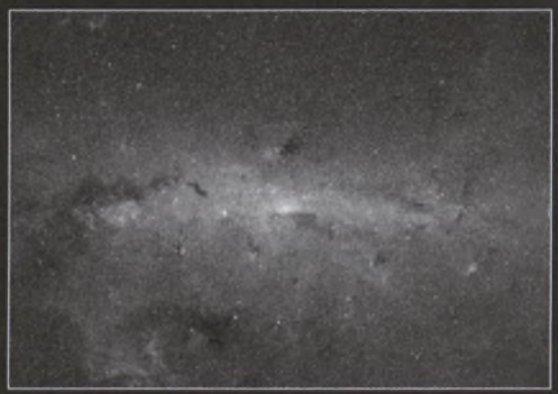
lokalnym o $3^h\,31^m$, natomiast zachód o $20^h\,30^m$. Ważną informacją w naszych rozważaniach jest fakt, że w średniowieczu czas był odmierzany inaczej niż obecnie, tzn. przedział czasu pomiędzy wschodem a zachodem Słońca dzielono na 12 równych „godzin". Długość takiej godziny zależała oczywiście od pory roku. Tego dnia taka średniowieczna „godzina" trwała około 1 godz. i 25 min. *Tertia hora* (trzecia godzina) oznaczała porę modlitwy brewiarzowej odmawianej późnym rankiem lub wczesnym przedpołudniem, czyli o trzeciej (średniowiecznej) godzinie po wschodzie Słońca. W dniu 7 czerwca dla omawianej szerokości geograficznej będzie to w przybliżeniu 7^h46^m czasu lokalnego. Otrzymujemy więc bardzo dobrą zgodność z obliczonym współcześnie momentem całkowitego zaćmienia. Oznacza to, że moment zjawiska został podany poprawnie w wersji Karola Mecherzyńskiego.

Druga rozbieżność występująca w obydwu przekładach to podanie różnych dni tygodnia. W roku 1415 Wielkanoc przypadła 31 marca, zaś uroczystość Bożego Ciała w czwartek 30 maja (datę Wielkanocy obliczono algorytmem Meeusa dla kalendarza juliańskiego), czyli dzień 7 czerwca przypadł w piątek, a nie w sobotę. I tutaj Karol Mecherzyński okazał się lepszym tłumaczem. Rozbieżność obu tekstów najprawdopodobniej wynika z błędnego przekładu terminów łacińskich. Określenie *feria sexta* oznacza piątek, gdyż dni tygodnia liczono od niedzieli (*feria prima*), czego tłumaczka nie wzięła pod uwagę.

Powyższe rozważania są kolejnym przykładem, jak odnotowane w kronikach historycznych zjawiska astronomiczne mogą przyczynić się do uściślenia chronologii.

Jerzy M. Kreiner
Bartłomiej Zakrzewski

na rozkładówce:



Gwiazdy w Centrum Galaktyki

Centrum naszej Drogi Mlecznej jest ukryte przed teleskopami pracującymi w zakresie widzialnym nieprzezroczystymi obłokami pyłu i gazu. Podczerwone kamery teleskopu kosmicznego Spitzera przebijają się przez pyły i ujawniają gwiazdy zatłoczonego regionu Centrum Galaktyki.

Kolory tej mozaiki są sztucznie nałożone. Starsze, chłodniejsze gwiazdy są w niebieskawych odcieniach. Świecące czerwonawo obłoki pyłu są powiązane z młodymi gorącymi gwiazdami, które mogą się „rodzić" w samym środku Galaktyki.

Środek Galaktyki znajduje się w odległości 26 tys. lat św. od nas w gwiazdozbiorze Strzelca. To zdjęcie obejmuje ok. 900 lat św.

Fot. Susan Stolovy (SSC/Caltech) i in., JPL-Caltech, NASA

Astronomia XXI wieku i jej nauczanie

Relacja z konferencji wewnątrz zeszytu na s.153

Obrady sesji plenarnych w Centrum Konferencyjnym im. Lecha Wałęsy w Niepołomicach podczas II Międzynarodowej Konferencji „Astronomia XXI wieku i jej nauczanie". To nowoczesne centrum mieści się w murach zabytkowego zamku królewskiego (obecnie Hotel Zamek)

Źródło: wikipedia.org

Pamiątkowe zdjęcie uczestników ubiegłorocznych III Ogólnopolskich Spotkań Astronomicznych, które odbywają się w Stacji turystycznej „Orle" w Górach Izerskich.

Niżej zdjęcie Wielkiej Mgławicy Oriona wykonane przez jednego z uczestników III OSA, Tomasza L. Czarneckiego (28.09.2008, Nikon D70 + teleskop Copernicus alfa-S, eksp. 87 i 127 s, ISO1600

gwiazdy centrum Drogi Mlecznej

Fot. Susan Stolovy (SSC/Caltech) i in., JPL-Caltech, NASA

ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT
MIĘDZYNARODOWY ROK ASTRONOMII 2009

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Galeria Uranii

Młody Księżyc w wieku 15 godzin. 2009.04.25, godz. 20.25 CWE. Reflektor Newtona 205/907 + Nikon D300 w ognisku głównym. Eksp. 1/6 s, ISO 1000. Fot. M. Świętnicki

Dobrze znany naszym Czytelnikom Anthony Ayiomamitis — niestrudzony łowca Słońca i Księżyca w tle starożytnych budowli Grecji, skąd pochodzi, przysłał ostatnio serię zdjęć jednego z centralnie położonych budynków ateńskiego Akropolis — Pantenonu. Zdjęciom towarzyszył opis trudności związanych z wykonywaniem tego typu fotografii. W szczególności, w przypadku Pantenonu, problemem było znalezienie odpowiedniego miejsca, pozwalającego uzyskać odpowiedni rozmiar kątowy tarczy słonecznej, a zarazem wystarczajaco małą jej wysokość nad horyzontem (jak wiadomo, Pantenon położony jest na wzgórzu, na szczęście okolonym innymi wzgórzami). Jak widać na poniższych zdjęciach, zadanie, jakie postawił przed sobą autor, zakończyło się sukcesem.
(ogniskowa >1000 mm, czas ekspozycji 1/4000 s, ISO 100)

26 kwietnia na wieczornym niebie mieliśmy okazję podziwiać koniunkcję Księżyca, Merkurego i Plejad. Co prawda niebo nad zachodnim horyzontem było wówczas zbyt jasne, by dostrzec nieuzbrojonym okiem gwiazdy gromady Plejad, ale już za pomocą lornetki czy małej lunetki można było ujrzeć zachwycający widok! To również wspaniała okazja do uwiecznienia zjawiska na zdjęciach, tym bardziej że pogoda sprzyjała.

Autorem prezentowanego obok obrazu jest Mariusz Świętnicki ze Żręcina (godz. 20.52 CWE, Nikon D300 z obiektywem Sigma 70-300 APO, ogniskowa 120 mm, f/5.6, czas eksp. 4 s przy ISO 800).

Niżej zdjęcie wykonane przez Andrzeja Pieślaka z Lidzbarka Warmińskiego (aparat Pentax K20D, 50 mm, f/1.8, czas eksp. 4 s przy ISO 400)

ASTROKRAK

F.P.U.H. **ASTROKRAK**, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
e-mail: astrokrak@astrokrak.pl - **www.astrokrak.pl**
tel.: **(12) 413 55 26**, fax: (12) 417 31 81
sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15

DOŁĄCZ DO GRONA ODKRYWCÓW Już czwarta supernowa została odkryta naszym teleskopem!

BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90	999.00
Refraktor R-102	1899.00
Refraktor R-127L	2699.00
Refraktor R-127S	2899.00
Refraktor R-152	3499.00
Newton N-130	1099.00
Newton N-150	1699.00

ORION

SERIA SKYVIEW PRO
(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem, GO-TO lub Intelliscope)

Refraktor 80mm ED APO	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO	od 9250.00
Refraktor 120mm	od 3350.00
Maksutow 127mm	od 3350.00
Maksutow 150mm	od 4450.00
Maksutow 180mm	od 5999.00
Newton 203mm	od 3350.00

SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION

7x50	485.00
10x50	495.00

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (4-40mm/1,25")	od 95.00
RKE (26-40mm/2")	od 195.00
Barlow 2x/1,25"	95.00
Barlow 2x/2"	299.00

SERIA MT - nowe ceny!!!
(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm	999.00
MT-750 152mm	1450.00
MT-800 200mm	1999.00

Sky-Watcher

TELESKOPY - najniższe ceny!!!

Newton 114mm EQ2	595.00
Newton 130mm EQ2	695.00
Newton 150mm EQ3-2	1235.00
Dobson 8" Classic	1075.00
Dobson 8" Pyrex	1275.00

ANTARES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25")	od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25")	od 250.00
Erfla (30-52mm/2")	od 315.00
Szerokokątne (67°/5,7-25mm)	od 299.00
Szerokokątne (82°/7,5-18mm)	od 499.00
Barlow 2x/1,25	105.00
Barlow 1,6x/2"	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25")	525.00

NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25"	105.00
90° 1,25"/1,25"	125.00
45° M42x1/1,25"	125.00
90° M42x1/1,25"	145.00
90° 2"/2" 98%	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.	625.00

FILTRY

ALP 1,25"	199.00
ALP 2"	350.00
ND 13 1,25" (szary)	45.00
ND 13 2" (szary)	105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25"	285.00
Kolorowe 7 szt. 2"	475.00

MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200R GPS
(Teleskopy Ritchey-Chrétiena na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm)	13925.00
10" (254mm)	18925.00
12" (305mm)	23850.00
14" (356mm)	35995.00
16" (406mm)	69500.00

SERIA LDX-75
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor)	5075.00
6" (152mm refraktor)	6095.00
6" (152mm Schmidt-Newton)	5175.00
8" (203mm Schmidt-Newton)	6125.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain)	8325.00
10" (254mm Schmidt-Newton)	6925.00

SERIA ETX
(Teleskopy Maksutowa na montażu widłowym z systemem GO-TO)

90PE (90mm)	3889.00
105PE (105mm)	4899.00
125PE (125mm)	5995.00

SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe
(Teleskopy kratownicowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm	2049.00
Newton 254mm	2699.00
Newton 305mm	4249.00
Newton 406mm	9999.00

Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm)	od 499.00
SWA (68°/16-40mm)	od 899.00
UWA (82°/4,7-30mm)	od 1050.00

KAMERY CCD
(Z oprogramowaniem Autostar Suite)

LP Imager	550.00
DS Imager	1525.00
DS Imager Pro	1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3	799.00

CORONADO

TELESKOPY I FILTRY SŁONECZNE Hα
Już od 2825.00

LUMICON

OKULARY PODŚWIETLANE
(Z krzyżem nitek)

12,5mm ortoskop.	585.00
25mm Kellner	275.00

FILTRY MGŁAWICOWE

Deep Sky 1,25"	375.00
Deep Sky 2"	730.00
UHC 1,25"	375.00
UHC 2"	730.00
OIII 1,25"	375.00
OIII 2"	730.00
H-Beta 1,25"	375.00
H-Beta 2"	730.00
Comet 1,25"	375.00
Comet 2"	730.00

NASADKI KĄTOWE

Enhanced 1,25"	365.00
Enhanced 2"	695.00
LumiBrite 1,25" 98%	550.00
LumiBrite 2" 98%	875.00

KSIĄŻKI I ATLASY

Uranometria tom I i II	179.00
Pocket Sky Atlas	89.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Deluxe	179.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Field	199.00
Atlas of the Moon	135.00

MAPY I GLOBUSY

Obrotowa mapa nieba	8.00
Karta Messiera	13.00
Karta Caldwella	13.00
Mapa Księżyca	13.00
Globus Księżyca	225.00

OPROGRAMOWANIE

Starry Night Pro+	1050.00
Starry Night Pro	650.00
Starry Night Enth.	335.00
CoolSky 2.0	39.00
Maxim DL	1250.00
SkyMap Pro	375.00
SkyChart III	169.00
Desktop Universe	825.00
SkyTools 2 CD	425.00

SKY PUBLISHING

ASTROKRAK

TELESKOPY I AKCESORIA

Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze od 250 do 600mm. Zbudowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS	49.00
M42/Nikon	49.00
M42/T2	45.00
1,25"/M42	35.00
2"/M42	45.00
M42/web kamera	45.00
L-adapter mały	20.00
L-adapter duży	25.00

WYCIĄGI OKULAROWE
(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)

Obrotowy 1,25"	115.00
Przesuwny 1,25"	195.00
Przesuwny 2"	275.00

Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na *www.astrokrak.pl*

Herschel i Planck w drodze do L2

14 maja w Gujanie Francuskiej nastąpił start rakiety Ariane 5, która wyniosła w przestrzeń kosmiczną dwa satelity: **Kosmiczne Obserwatorium Herschela i Obserwatorium Plancka.**

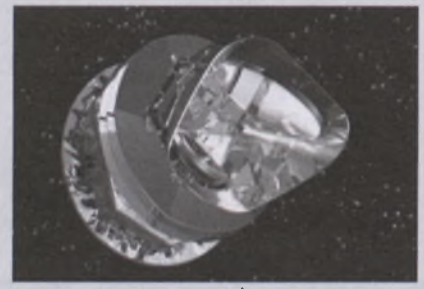
Start odbył się zgodnie z planem: o 15.12 naszego czasu odpaliły silniki rakietowe. O 15.38 od rakiety odłączył się Herschel, a 2,5 min później — Planck. Wyniesienie satelitów przez jedną rakietę znacznie obniżyło koszt operacji, ale zwiększyło ryzyko — w razie niepowodzenia zniszczeniu uległby sprzęt wart 1,9 mld dolarów.

Dane telemetryczne potwierdziły, że misja przebiega zgodnie z planem. Na satelicie Herschel uruchomiono kamerę SPIRE, na Plancku aktywowano chłodzenie do temperatury 4K (–269°C) instrumentu HFI (High Frequency Instrument, detektor czuły na 6 rożnych długości fal). Docelowo HFI będzie schłodzony do temperatury 0,1K (–272,9°C).

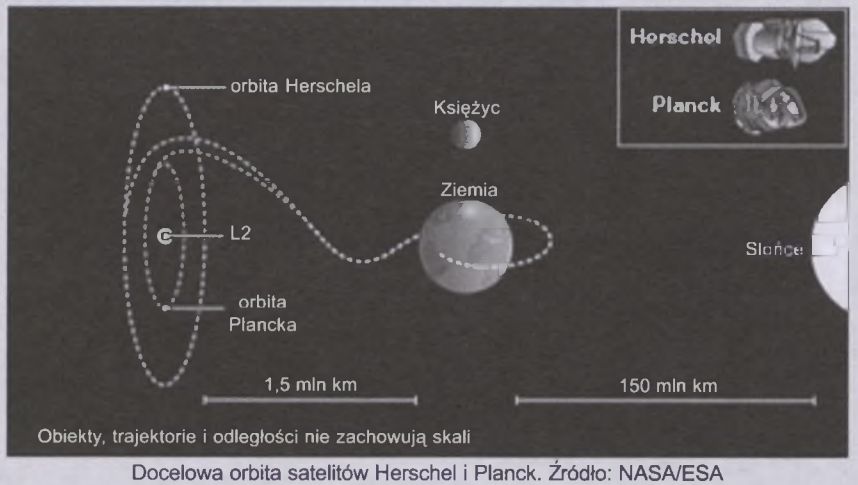
16 maja Herschel zadzwonił do domu przez... telefon komórkowy. Teleskop wysłał na Ziemię testowy sygnał z odległości 280 tys. km, używając tej samej technologii, co sieci komórkowe. Dzięki idealnemu startowi, trajektoria satelitów wymagała jedynie kilku manewrów korygujących. Następne zaplanowano na 5 czerwca i 2 lipca.

Punktem docelowym obu satelitów jest punkt Lagrange'a L2, w którym równoważą się potencjały grawitacyjne Słońca i Ziemi. Punkt L2 znajduje się w odległości 1,5 mln km od Ziemi w kierunku przeciwnym od Słońca (4 razy dalej niż odległość Ziemia-Księżyc), dzięki czemu Ziemia będzie chronić czułe detektory satelitów od promieni słonecznych. Herschel będzie okrążał punkt L2 w odległości 800 tys. km, Planck po mniejszej orbicie sięgającej 400 tys. km. Swoje orbity docelowe osiągną po około 2 miesiącach podróży.

Herschel rozpocznie wstępne obserwacje już w drodze do L2, Planck około miesiąc po dotarciu na orbitę. Detektory



Satelita Planck. Źródło: ESA



Docelowa orbita satelitów Herschel i Planck. Źródło: NASA/ESA

satelitów chłodzone są nadciekłym helem3 i helem4 do temperatury 0,3K (Herschel) i do 0,1K (Planck).

19 maja satelity znajdowały się w odległości ponad 600 tys. km od Ziemi. Ich wzajemna odległość wyniosła niemal 10 tys. km.

Gdy 14 czerwca temperatura sondy Herschel spadła do 120 K (–153°C) próbnik, po otrzymaniu komendy z Centrum Kontroli Misji w Darmstadt (Niemcy), odkrył pokrywę kriostatu, gdzie w płaszczyźnie ogniskowej znajdują się detektory HIFI, PACS i SPIRE (patrz s. 159). Czułe instrumenty po raz pierwszy „popatrzyły" na świat. Aż do późnej jesieni satelita będzie przechodził serię testów sprawdzających poprawność działania wszystkich urządzeń. Potem przystąpi do zbierania danych naukowych. 14 czerwca próbnik znajdował się około 1 425 000 km od Ziemi.

Filmy i animacje ze startu i przebiegu misji obu satelitów można znaleźć na stronach Europejskiej Agencji Kosmicznej www.esa.int (*kz*)

Źródło: ESA

Piąta i ostatnia misja serwisowa teleskopu Hubble'a zakończona

24 maja wylądował w Bazie Sił Powietrznych Edwards w Kalifornii wahadłowiec Atlantis z siedmiorgiem astronautów na pokładzie, kończąc sukcesem 13-dniową i ostatnią misję naprawczą Kosmicznego Teleskopu Hubble'a.

Wychodząc pięciokrotnie w przestrzeń kosmiczną, astronauci naprawiali i zmieniali oprzyrządowanie teleskopu. Niezawodną kamerę WFC2 zastąpiła szerokokątna kamera WFC3 (Wide Field Camera 3). WFC3 jest pierwszym instrumentem, który obserwuje jednocześnie w zakresie podczerwonym, widzialnym i ultrafiolecie. Zainstalowano również Cosmic Origins Spectrograph, którego zadaniem będzie badanie składu chemicznego i ewolucji Wszechświata. Te dwa nowe, zaawansowane technologicznie instrumenty pozwolą na detekcję słabego światła odległych młodych gwiazd i galaktyk.

Astronauci naprawili Advance Camera for Surveys i Space Telescope Imaging Spectrograph (spektrograf obrazujący), które miały problemy z zasilaniem. STIS przestał działać w 2004, a kamera ACS od 2007 działała jedynie w zakresie ultrafioletowym. W czasie naprawy dużym problemem była zapieczona śruba, którą trzeba było odkręcić, by dostać się do zasilania STIS.

Teleskop Hubble'a wystrzelono w 1990. Po pierwszych obserwacjach wyszło na jaw, że kształt 2,4-metrowego lustra głównego odbiega od projektowanego kształtu, dlatego w 1993 r. w trakcie pierwszej misji serwisowej STS-61 zainstalowano moduł korygujący COSTAR. Następne misje miały miejsce w 1997 (STS-82), 1999 (STS-103) i 2002 (STS-109, zainstalowano ACS). Po katastrofie promu Columbia w 2003 r. następna misja serwisowa została zawieszona, a potem kilkakrotnie odkładana. Teleskop Hubble'a jest jedynym kosmicznym teleskopem serwisowanym przez astronautów.

Po szczęśliwym zakończeniu misji STS-125 NASA oraz Europejska Agencja Kosmiczna przeprowadzają obecnie testy i kalibrują nowe instrumenty teleskopu Hubble'a. Pierwsze zdjęcia powinniśmy zobaczyć we wrześniu. HST ma działać do 2014 r., kiedy zastąpi go Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba z lustrem o średnicy trzykrotnie większej, który obserwować będzie Kosmos w podczerwieni. (*kz*)

Źródło: ESA

LII Olimpiada Astronomiczna

Zakończenie LII Olimpiady Astronomicznej, przeprowadzonej w roku szkolnym 2008/2009, przypadło w ogłoszonym przez Międzynarodową Unię Astronomiczną Międzynarodowym Roku Astronomii. Nawiązał do tego Prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego prof. dr hab. Edwin Wnuk w swoim wykładzie *Od lunety Galileusza do współczesnych obserwacji* wygłoszonym podczas uroczystości zakończenia olimpiady. We wstępie, w formie interesującej prezentacji multimedialnej, szeroko omówił międzynarodową i krajową strukturę organizacyjną obchodów Roku Astronomii. Do tego wydarzenia nawiązywała też pierwsza nagroda przyznana przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne tegorocznemu zwycięzcy olimpiady. Był nią komplet numizmatów wydanych z okazji Roku Astronomii ufundowany przez Skarbiec Mennicy Polskiej.

Kwalifikacji do zawodów finałowych dokonano na podstawie wyników uzyskanych w zawodach II stopnia. Odbyły się one 12 stycznia 2009 r. w Katowicach — w VIII Liceum Ogólnokształcącym im Marii Skłodowskiej-Curie i we Włocławku — w I Liceum Ogólnokształcącym im. Ziemi Kujawskiej.

Uczestnikom zawodów okręgowych przedstawiono do rozwiązania cztery zadania. Pierwsze polegało na znalezieniu warunków dla ekstremalnej wartości szerokości ekliptycznej Wenus oraz policzeniu tej wartości w koniunkcji dolnej i w koniunkcji górnej. Drugie zadanie, na przykładzie szczególnej pozycji Słońca, sprawdzało znajomość astronomicznych układów współrzędnych i ich powiązania ze współrzędnymi geograficznymi oraz problemem czasu. Zadanie trzecie dotyczyło ruchu i spadku meteoroidu na Ziemię. W ostatnim, czwartym zadaniu należało rachunkowo przeanalizować ruch relatywistycznej cząstki elementarnej w międzygalaktycznym polu magnetycznym (teksty zadań wszystkich etapów olimpiady można znaleźć na internetowej stronie www.planetarium.edu.pl)

Zawody finałowe, do których zakwalifikowało się 25 uczniów, przeprowadzono w dniach 6 i 7 marca br. Tradycyjnie też, w czwartek poprzedzający zawody, odbyły się konsultacje mające na celu wyrównanie szans uczestników w zadaniu rozwiązywanym pod sztucznym niebem planetarium. Chodzi o to, że nie wszyscy uczniowie są jednakowo zaznajomieni z wyglądem tego nieba, a szczególnie z różnicami między tym niebem a niebem rzeczywistym. Skróty perspektywiczne powodują, że z różnych miejsc na sali uczestnik widzi to niebo nieco zniekształcone i z różnych miejsc zniekształcenie to jest inne. Na konsultacjach zwraca się na to uwagę, a w czasie samych zawodów uczeń siedzi na tym samym miejscu co podczas konsultacji i dlatego ogląda to samo niebo, które oglądał na konsultacjach. W piątek, 6 marca, zawody przeprowadzono w dwóch turach. Przed południem uczestnicy rozwiązywali dwa pierwsze zadania teoretyczne. Po południu zawodnicy rozwiązywali zadania trzecie i czwarte, obydwa o charakterze praktycznym. Pełne zachmurzenie uniemożliwiło przeprowadzenie obserwacji na prawdziwym niebie. W sobotę, 7 marca przed południem, uczniowie rozwiązywali zadania 5 i 6 — dwa ostatnie zadania teoretyczne.

Rozkład liczebności ocen w poszczególnych zadaniach i zestawach zadań traktowanych jako całość oraz skośności tych rozkładów świadczą o dobrym doborze zadań pod względem ich stopnia trudności. Nie było dużej liczby zadań o bardzo niskich lub bardzo wysokich ocenach rozwiązań. Jako całość zestaw zadań zawodów II stopnia okazał się nieco trudniejszy dla tej grupy uczniów niż zestaw zadań zawodów III stopnia dla grupy finalistów. Rozwiązania uczniów świadczyły o dobrym opanowaniu przez uczniów kursów astronomii i fizyki, matematyki i astronomicznych podstaw geografii na poziomie licealnym. Laureaci i finaliści dobrze radzili sobie z rozwiązywaniem stawianych w zadaniach problemów. Stałym mankamentem jest jednak forma rozwiązań.

W sobotę (7 marca), w godzinach popołudniowych, uczestnicy zawodów centralnych i ich opiekunowie obejrzeli film *Perła Oceanów 3D — spacer po rafie*. Film ten, wykonany w trójwymiarowej technologii IMAX, został zrealizowany w ramach akcji ratowania raf koralowych będących ważnym ogniwem ekosystemu naszej planety. W tym samym dniu obejrzeli wieczorem spektakl pod sztucznym niebem planetarium

Piotr Godlewski, laureat II miejsca odbiera dyplom z rąk Profesora Jerzego Kreinera, Przewodniczącego Komitetu Głównego Olimpiady Astronomicznej

oraz zwiedzili pracownie planetarium.

Następnego dnia, w niedzielę 8 marca, wyniki tegorocznej krajowej olimpiady ogłosił Przewodniczący Komitetu Głównego Olimpiady Astronomicznej prof. dr hab. Jerzy Kreiner, wręczając wszystkim uczestnikom finałów dyplomy.

Wszyscy uczestnicy finału otrzymali nagrody. Wśród nich znalazły się między innymi: fotograficzny aparat cyfrowy, lornetki, zewnętrzne pamięci komputerowe, atlasy nieba i albumy astronomiczne. Dla wszystkich uczestników zawodów finałowych cenne nagrody ufundowało Polskie Towarzystwo Astronomiczne w postaci rocznej prenumeraty „Uranii – Postępów Astronomii" i kalendarza z wykonanymi przez miłośników fotografiami astronomicznymi.

Dla prawie 70% finalistów start w zakończonej olimpiadzie astronomicznej nie był pierwszym startem w olimpiadzie. Dla jednego uczestnika (zwycięzcy) był to już czwarty udział w olimpiadzie astronomicznej, sześciu uczniów startowało w olimpiadzie trzykrotnie i aż dziesięciu — dwukrotnie. Spośród 25 uczestników finału tegorocznej olimpiady prawie połowa startowała równoleg-le w innej olimpiadzie. W dziewięciu przypadkach była to Olimpiada Fizyczna, w dwóch — Olimpiada Biologiczna i w jednym — Olimpiada Przedsiębiorczości. Tylko jeden uczeń dodatkowo brał udział aż w dwóch innych olimpiadach — w Olimpiadzie Fizycznej i w Olimpiadzie Wiedzy Technicznej. Wśród planowanych kierunków studiów czterech uczniów podało astronomię. Ten kierunek studiów dodatkowo wybrało jeszcze sześciu uczniów, ale jako alternatywę z jakimś innym kierunkiem. Na liście tych innych kierunków studiów znalazły się: fizyka, fizyka techniczna, matematyka, robotyka, energetyka, medycyna i... grafika.

Olimpiadę finansuje Ministerstwo Edukacji Narodowej. Nie zawiedli też inni tradycyjni sponsorzy olimpiady: Komitet Astronomii PAN, Fundacja Astronomii Polskiej, Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii oraz Zakład Optyki Instrumentalnej *Uniwersał*

LAUREACI W KOLEJNOŚCI ZAJĘTYCH MIEJSC

Patryk Pjanka	VIII LO im. Marii Skłodowskiej-Curie, Katowice
Piotr Godlewski	VI LO im. Jana Kochanowskiego, Radom
Michał Wojtaszek	V LO im. Augusta Witkowskiego, Kraków
Grzegorz Gajda	I LO im. Mikołaja Kopernika, Łódź
Przemysław Mróz	VII LO im. Juliusza Słowackiego, Warszawa
Rafał Sikora	II LO im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, Rybnik

FINALIŚCI W KOLEJNOŚCI ZAJĘTYCH MIEJSC

Michał Szymik	II LO im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, Rybnik
Damian Puchalski	ZS UMK Gimnazjum i Liceum Akademickie, Toruń
Paweł Ćwięka	II LO im. Mikołaja Kopernika, Mielec
Stanisław Ochotny	II LO im. Generałowej Zamoyskiej i Heleny Modrzejewskiej, Poznań
Anna Jacyszyn	XIII LO, Szczecin
Karol Wołek	I LO, Radzyń Podlaski
Adam Tomaszewski	VI LO im. Wacława Sierpińskiego, Gdynia
Artur Czerwiński	IV LO im. Tadeusza Kościuszki, Toruń

POZOSTALI UCZESTNICY FINAŁU W KOLEJNOŚCI ALFABETYCZNEJ

Jakub Bartas	I LO im. Bolesława Chrobrego, Pszczyna
Krzysztof Będkowski	XIII LO, Szczecin
Aleksandra Czerniak	I LO im. Stanisława Staszica, Lublin
Mateusz Dryzek	II LO im. Króla Jana III Sobieskiego, Kraków
Adam Dziedzic	XIII LO , Szczecin
Daniel Gustaw	IV LO im. Tadeusza Kościuszki, Toruń
Aleksandra Lelek	V LO im. Augusta Witkowskiego, Kraków
Wojciech Obuchowicz	I LO im. Mikołaja Kopernika, Toruń
Michał Permus	IV LO im. Tadeusza Kościuszki, Toruń
Igor Pielas	VI LO im. Jana Kochanowskiego, Radom
Rafał Sarniak	IV LO im. Tadeusza Kościuszki, Toruń

Jako ostatni podchodzi do odbioru dyplomu i nagród Patryk Pjanka, zwycięzca LII Olimpiady Astronomicznej

LII Olimpiada Astronomiczna 2008/2009

Liczba uczestników kolejnych stopni zawodów w rozbiciu na województwa

Lp.	Województwo	Liczba uczestników zawodów			Liczba	
		I stopnia	II stopnia	III stopnia	finalistów	laureatów
1.	Dolnośląskie	8	3	0	0	0
2.	Kujawsko-Pomorskie	12	9	6	2	0
3.	Lubelskie	11	8	2	1	0
4.	Lubuskie	1	0	0	0	0
5.	Łódzkie	8	6	1	0	1
6.	Małopolskie	10	4	3	0	1
7.	Mazowieckie	19	12	3	0	2
8.	Opolskie	0	0	0	0	0
9.	Podkarpackie	5	1	1	1	0
10.	Podlaskie	1	0	0	0	0
11.	Pomorskie	4	1	1	1	0
12.	Śląskie	17	6	4	1	2
13.	Świętokrzyskie	2	0	0	0	0
14.	Warmińsko-Mazurskie	4	0	0	0	0
15.	Wielkopolskie	1	1	1	1	0
16.	Zachodniopomorskie	7	5	3	1	0
	Razem	110	56	25	8	6

z Żywca. Olimpiadę sponsorowało również Planetarium Śląskie. W organizacji zawodów pomogły też VIII Liceum Ogólnokształcące im. Marii Skłodowskiej-Curie w Katowicach oraz I Liceum Ogólnokształcące im. Ziemi Kujawskiej we Włocławku, które nieodpłatnie udostępniły i przygotowały sale na zawody II stopnia.

Warto wspomnieć, że w sierpniu ubiegłego roku odbyła się w Indonezji II Międzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki. Wzięło w niej udział pięciu pierwszych laureatów ubiegłorocznej LI Olimpiady Astronomicznej. Zawody odbyły się w dniach od 19 do 28 sierpnia 2008 r. w Bandungu.

Piotr Godlewski z VI Liceum Ogólnokształcącego w Radomiu zdobył na tej olimpiadzie srebrny medal i dodatkowo specjalne wyróżnienie za najlepszy wynik w analizie danych. Pozostali uczestnicy: Patryk Pjanka z VIII Liceum Ogólnokształcącego im Marii Skłodowskiej-Curie w Katowicach, Piotr Polesiuk z I Liceum Ogólnokształcącego w Wałbrzychu, Maciej Śmigielski z Liceum Akademickiego w Toruniu i Joanna Bogdanowicz z XIII Liceum Ogólnokształcącego w Szczecinie uzyskali wyróżnienia.

Henryk Chrupała

IV Ogólnopolskie Spotkania Astronomiczne

Teleskopy.net, Instytut Astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego oraz gliwicki oddział Polskiego Towarzystwa Miłosników Astronomii zapraszają w dniach od 18 do 20 września 2009 roku na IV Ogólnopolskie Spotkania Astronomiczne (OSA), które po raz kolejny odbędą się w Stacji Turystycznej „Orle" w Górach Izerskich. Jak co roku jest to okazja do wspólnych obserwacji zarówno aktywnego Słońca przez teleskopy słoneczne, jak również obiektów głębokiego nieba oraz astrofotografii. OSA to spotkanie miłośników astronomii z astronomami pod rozgwieżdżonym niebem, wspólne obserwacje oraz okazja do wysłuchania wykładów omawiających najciekawsze zagadnienia astronomiczne prezentowanych przez astronomów z Uniwersytetu Wrocławskiego. Miejsce i czas spotkań zostały wybrane tak, by zapewnić najlepsze warunki obserwacyjne. Dolina Izery i okolice Stacji Turystycznej „Orle" są regionem, w którym astronomowie z Uniwersytetu Wrocławskiego wraz z lokalnymi instytucjami realizują unikalny astronomiczny projekt edukacyjny — Projekty Izerskie.

Więcej na temat Spotkań Astronomicznych na stronie:
http://osa.teleskopy.net

Natomiast na temat Projektów Izerskich na stronie
http://www.astro.uni.wroc.pl/projekty_izerskie

Tomasz Czarnecki, teleskopy.net
— koordynator OSA'2009

Zadania i ich rozwiązania w III etapie LII Olimpiady Astronomicznej

1. Wymień i uzasadnij warunki, jakie powinny być spełnione, aby dla obserwatora ziemskiego szerokość ekliptyczna Wenus podczas jej maksymalnej elongacji była możliwie największa.

Oblicz tę wartość, przyjmując jako dane:

— kąt między płaszczyznami orbit Wenus i Ziemi $i = 3°{,}395$,
— wielka półoś orbity Ziemi $a_z = 1{,}0000\ AU$,
— wielka półoś orbity Wenus $a_w = 0{,}7233\ AU$,
— mimośród orbity Ziemi $e_z = 0{,}0167$,
— mimośród orbity Wenus $e_w = 0{,}0068$.

2. Opisz najkorzystniejsze warunki, w jakich okres od pełni do pełni Księżyca trwa:

a) najkrócej,
b) najdłużej.

Oszacuj czas trwania tego okresu w obu sytuacjach, zakładając współpłaszczyznowość orbit Ziemi i Księżyca. Przyjmij następujące wartości wielkich półosi, mimośrodów orbit i średnich prędkości orbitalnych:

dla Ziemi:

$a_Z = 149{,}6$ mln km, $e_Z = 0{,}0167$, $v_Z = 29{,}79$ km/s,

dla Księżyca:

$a_K = 384{,}4$ tys. km, $e_K = 0{,}0549$, $v_K = 1{,}023$ km/s.

3. Załączona tabela zawiera współrzędne równikowe Słońca oraz trzech planet Układu Słonecznego.

1) Przeanalizuj dane zawarte w tabeli i podaj nazwy planet, których współrzędne równikowe zawierają kolumny A, B oraz C.

2) Nazwij i określ, między którymi kolejnymi datami wymienionymi w tabeli przypadają typowe dla obserwatora ziemskiego konfiguracje planet.

3) Wykonaj rysunek z przybliżonymi położeniami rozpatrywanych planet względem Słońca i Ziemi na dzień 6 marca 2009 r. Na rysunku zaznacz kierunek do punktu równonocy wiosennej.

Dla uproszczenia przyjmij, że orbity wszystkich planet są współpłaszczyznowymi okręgami o promieniach równych ich średnim odległościom od Słońca:

Merkury 0,39 AU, Wenus 0,72 AU, Mars 1,52 AU, Jowisz 5,20 AU, Saturn 9,54 AU, Uran 19,19 AU, Neptun 30,07 AU.

4 A). Aparatura planetarium odtworzy wygląd nocnego nieba, przy czym warunki obserwacji będą odpowiadały prawie 40-procentowemu zachmurzeniu. Po zapoznaniu się z widocznymi układami gwiazd wypełnij załączone tabelki (Tab. I, Tab. II)

B). Na planetaryjnym niebie widoczne są dwie planety. Aparatura odtworzy zmiany ich położeń na tle gwiazd w ciągu około 10 miesięcy.

Załączone mapki obejmują odpowiednie fragmenty sfery niebieskiej o wymiarach 24° × 32°. Po przeprowadzeniu identyfikacji, na każdej mapce wykreśl zaobserwowany kształt drogi zakreślonej przez planetę. Każdą mapkę opisz, podając:

a) nazwę planety,

b) nazwę gwiazdozbioru (lub gwiazdozbiorów), w których była ona obserwowana,

c) długość drogi w ruchu wstecznym, wyrażoną w stopniach.

5. O gwieździe fizycznie podwójnej wiadomo, że okres obiegu $P = 5{,}44$ roku, mimośród orbity $e = 0{,}387$, a masy składników wynoszą odpowiednio: $M = 7{,}2\ 10^{30}$ kg i $m = 2{,}3\ 10^{30}$ kg. Oblicz odległość r_0 między składnikami, dla której chwilowa wartość prędkości kątowej jest równa średniej prędkości kątowej, tzn. wyznacz takie r_0, dla którego $\omega(r_0) = 2\pi/P$.

W rozwiązaniu przyjmij, że masa Słońca $m_S = 2{,}0\ 10^{30}$ kg.

6. Zachowanie fotometryczne obiektów astronomicznych w ekspandującym Wszechświecie odbiega od standardowych zależności, do których jesteśmy przyzwyczajeni w przypadku statycznym w przestrzeni euklidesowej.

Z pokładu sztucznego satelity Ziemi zaobserwowano obiekt świecący jak ciało doskonale czarne, w którego widmie stwierdzono kosmologiczne przesunięcie $z = 0{,}5$.

W wyniku pomiarów strumieni promieniowania tego obiektu w dwóch długościach fali: $\lambda_1 = 300$ nm oraz $\lambda_2 = 600$ nm otrzymano stosunek zmierzonych strumieni:

$S(\lambda_1) / S(\lambda_2) = 5$. Wyznacz temperaturę tego obiektu.

Uwaga: Strumień energii emitowanej przez ciało doskonale czarne wyraża się wzorem Plancka:

$$S(\lambda) = \frac{c_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1},$$

gdzie λ jest długością fali, T — temperaturą bezwzględną,

Tabelka I — Nr zawodnika . . . .

Lp.	Nazwa gwiazdy		h > 0 ? TAK / NIE	Widoczna? TAK / NIE
1.	Aldebaran	(α Tau)	.....	.....
2.	Altair	(α Aql)	.....	.....
3.	Antares	(α Sco)	.....	.....
4.	Arcturus	(α Boo)	.....	.....
5.	Betelgeuse	(α Ori)	.....	.....
6.	Canopus	(α Car)	.....	.....
7.	Capella	(α Aur)	.....	.....
8.	Castor	(α Gem)	.....	.....
9.	Deneb	(α Cyg)	.....	.....
10.	Procyon	(α CMi)	.....	.....
11.	Regulus	(α Leo)	.....	.....
12.	Sirius	(α CMa)	.....	.....
13.	Spica	(α Vir)	.....	.....
14.	Tollman	(α Cen)	.....	.....
15.	Vega	(α Lyr)	.....	.....

stała $c_1 = 3{,}74\ 10^{-16}$ Wm^2, a stała $c_2 = 1{,}44\ 10^{-2}$ mK.

Dochodzący do sztucznego satelity strumień promieniowania oddalającego się ciała opisuje również wzór Plancka. Jednakże wskutek kosmologicznego przesunięcia widma, długości fal obserwowanych są przesunięte w stosunku do długości fal emitowanych.

Finał	Zad. 1	Zad. 2	Zad. 3	Zad. 4	Zad. 5	Zad. 6	Suma
1/2 i więcej p.	11	15	8	10	8	14	66 (44%)
powyżej 3/4 p.	6	7	4	3	6	7	33 (22%)
poniżej 1/4 p.	10	6	13	9	14	2	54 (36%)

Uwagi do rozwiązań

Wszystkie zadania posiadały taką samą wagę. Zadania rozwiązywane były w trzech blokach, po dwa zadania w każdym. Na każdy blok przeznaczono trzy godziny. Niestety warunki atmosferyczne uniemożliwiły przeprowadzenie obserwacji astronomicznej, która jest tradycyjnym zadaniem finałowym. W jego miejsce zamiennie wprowadzono zad. 3 polegające na opracowaniu danych. Znamiona zadania obserwacyjnego ma również zadanie 4.

Załączona tabelka zawiera statystykę ocen uzyskanych przez uczestników finału w poszczególnych zadaniach oraz statystykę całościową (ostatnia kolumna). W drugim wierszu umieszczono liczbę tych uczniów, którzy dane zadanie rozwiązali, choćby najsłabiej, za co otrzymali co najmniej połowę możliwych do zdobycia punktów. W trzecim wierszu znajdują się ci uczniowie, którzy zadanie rozwiązali dobrze lub bardzo dobrze, za co uzyskali powyżej 75% p. możliwych do zdobycia. Wreszcie w ostatnim wierszu znajdują się ci spośród uczestników finału, którzy z zadaniem nie poradzili sobie, a jedynie za drobne przyczynki zdobyli mniej niż 25% punktów.

Zadanie 1

Problematyka tego zadania była znana finalistom, bowiem stanowiła kontynuację jednego z zadań półfinałowych. Wtedy należało znaleźć maksymalną szerokość ekliptyczną Wenus podczas koniunkcji planety ze Słońcem, a teraz — podczas jej maksymalnej elongacji.

Na wstępie należy określić warunki, jakie powinny być spełnione, by w ogóle mogło dojść do maksymalnej elongacji Wenus. Na rysunku 1 zaznaczono położenia Ziemi (Z), Wenus (W) i Słońca (S). Kąt E jest elongacją Wenus dla obserwatora ziemskiego, natomiast kąt ω — elongacją Ziemi dla obserwatora z Wenus. Z twierdzenia sinusów zastosowanego do trójkąta ZWS mamy:

$$\sin E = \frac{WS}{ZS} \sin \omega .$$

Widać stąd, że wartość E będzie maksymalna, gdy prawa strona równości będzie możliwie największa, a to pozwala określić trzy warunki:

— długość odcinka WS powinna być maksymalna, co oznacza, że Wenus powinna znajdować się w aphelium:

$$r_w = a_w (1 + e_w),$$

— długość odcinka ZS powinna być minimalna, a to oznacza, że Ziemia powinna znajdować się w peryhelium:

$$r_z = a_z (1 - e_z),$$

— wartość $\sin \omega$ powinna być maksymalna, a to oznacza, że dla obserwatora z Wenus Ziemia powinna być w kwadraturze: $\omega = 90°$.

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy elongację Wenus największą z możliwych: $E_{max} = 47{,}78°$.

Wenus na ogół znajduje się nad lub pod ekliptyką. Jeśli przyjąć, że punkt P jest rzutem prostokątnym Wenus na płaszczyznę ekliptyki, to trójkąt ZPS zawiera się w tej płaszczyźnie (rys. 2). Ponieważ trójkąt ZWS jest już ustalony, poprzez znalezione E_{max}, to jedynym stopniem swobody jest jeszcze długość odcinka WP, czyli liniowa odległość Wenus od płaszczyzny ekliptyki.

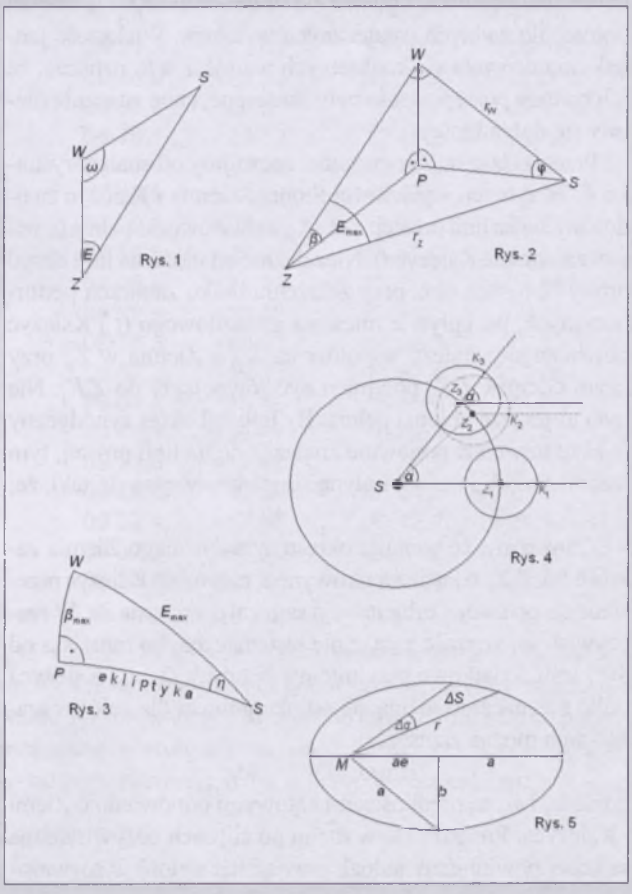
Powinna ona być możliwie największa, bo wówczas szukana szerokość ekliptyczna Wenus (β) będzie maksymalna i równa β_{max}.

Z trójkąta WPS mamy: $WP = r_w \sin \phi$,

przy czym r_w jest stałe i określone przez warunek 1°, natomiast wartość kąta $\phi \in \langle -i\,;\, i \rangle$. Długość odcinka WP będzie maksymalna, gdy $\sin \phi$ osiągnie ekstremum, a stąd wynika czwarty warunek: $\phi = \pm i$.

Po wykonaniu podstawień: $WP_{max} = a_w (1 + e_w) \sin i = 0{,}04312$ AU.

Dalsza część rozwiązania jest już czystą geometrią: z trójkąta ZWS, na podstawie twierdzenia Pitagorasa, obliczymy



długość odcinka *ZW*, a następnie z trójkąta *ZWP* wyznaczymy szukany kąt $\beta_{max} = \pm 3{,}742°$. Widać, że wartość kąta β_{max} jest większa od kąta i między płaszczyznami orbit.

Część uczestników, po znalezieniu E_{max}, próbowała obliczać β_{max} za pomocą prostokątnego trójkąta sferycznego *WPS* (rys. 3). Oczywiście było to możliwe, pod warunkiem poprawnego wyznaczenia kąta η. Niestety, większość z rozwiązujących tym sposobem przyjmowała $\eta = i$, co było błędem. Otrzymywali wówczas na β_{max} wartość wyraźnie mniejszą od i, zamiast większej. Błąd polegał na złym usytuowaniu linii węzłów orbity Wenus. W rozpatrywanej sytuacji nie leży ona wzdłuż promienia wodzącego Ziemi, lecz jest prostopadła do promienia wodzącego Wenus. W sposób poprawny, kąt η można wyznaczyć, analizując np. rysunek 2, jest on bowiem kątem między płaszczyznami trójkątów *ZWS* i *ZPS*, a praktycznie kątem między wysokościami tych trójkątów, poprowadzonymi do wspólnego boku *ZS*.

Zadanie 2

W zadaniu należało przeprowadzić oszacowanie i znaleźć przybliżoną wartość odstępu czasu między kolejnymi pełniami. Na ogół prowadzenie oszacowania wcale nie musi być problemem łatwiejszym, zwłaszcza gdy czas na jego rozwiązanie jest mocno ograniczony, a dokładność wyniku nie jest zadana w treści. Przy ocenie pracy, z jednej strony musiała więc decydować skuteczność, tzn. dotarcie do końcowych wartości, a z drugiej — dokładność, możliwa do uzyskania w konkretnych warunkach. Tylko nieliczni z finalistów postawiali sobie problem nazbyt ambitnie, w stosunku do własnych umiejętności, i gubiąc się w obliczeniach, nie zdołali dotrzeć do żadnych ostatecznych wyników. Większość jednak dopracowała się konkretnych wartości, a to oznacza, że ich metody postępowania były skuteczne, choć znacznie różniły się dokładnością.

Przechodząc do rozwiązania, zacznijmy od analizy rysunku 4. W sytuacji wyjściowej Słońce, Ziemia i Księżyc znajdowały się na linii prostej: S-Z_1-K_1, była wówczas pełnia (a nawet zaćmienie Księżyca). Niezależnie od ułożenia linii absyd orbity Księżyca oraz przy założeniu braku zaburzeń perturbacyjnych, po upływie miesiąca gwiazdowego (t_g) Księżyc powinien się znaleźć w położeniu K_2, a Ziemia w Z_2, przy czym odcinek Z_2K_2 powinien być równoległy do Z_1K_1. Nie była to jeszcze kolejna pełnia. By upłynął okres synodyczny (t_S) i te trzy ciała ponownie znalazły się na linii prostej, tym razem: S-Z_3-K_3, musiał upłynąć dodatkowy czas Δt, taki, że:

$$t_S = t_g + \Delta t.$$

Zauważmy, że w ciągu okresu synodycznego Ziemia zakreśli łuk Z_1Z_3, o kącie środkowym α, natomiast Księżyc przesunie się po swojej orbicie o ten sam kąt α w czasie Δt. W rzeczywistości wartość kąta α nie jest znaczna, bo mniejsza od 30°. Jeśli dodatkowo przyjmiemy, że orbity Ziemi i Księżyca tylko nieznacznie różnią się od okręgów, to dla celów oszacowania można zapisać:

$$\alpha = \omega_Z \; t_S = \omega_K \; \Delta t,$$

gdzie ω_Z i ω_K są prędkościami kątowymi odpowiednio Ziemi i Księżyca. Prędkości te w ruchu po elipsach oczywiście nie są stałe, powinniśmy jednak przyjąć ich stałość w rozważanych interwałach czasu i analizować jedynie ekstremalne wartości.

Rozwiązania ze zmienną prędkością kątową byłyby bardzo trudne i praktycznie niewykonalne w ograniczonym czasie.

Z powyższych wzorów otrzymamy:

$$t_S = \frac{t_g}{1 - \frac{\omega_Z}{\omega_K}}. \qquad (\#)$$

Widać, że okres synodyczny zależy od stałej, jaką jest miesiąc gwiazdowy, i od ilorazu prędkości kątowych, który w tym przypadku jest stale dodatni i mniejszy od jedności. Analiza tego wzoru prowadzi do wniosku, że wartość t_S będzie minimalna, gdy iloraz ten również będzie minimalny, a to oznacza, że Ziemia powinna znajdować się w okolicach aphelium, a Księżyc w okolicach perygeum. Podobne rozumowanie doprowadzi do wniosku, że okres t_S będzie maksymalny, gdy Ziemia będzie znajdowała się w okolicach peryhelium, a Księżyc w okolicach apogeum.

By rozwiązać zadanie, należało znaleźć odpowiednie prędkości kątowe ω dla Ziemi i dla Księżyca. W tym celu można było skorzystać z zależności:

$$\omega = \frac{v}{r},$$

gdzie v jest prędkością liniową, a r promieniem wodzącym. Dodatkowo z całki energii mamy:

$$v^2 = G(M+m)\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right).$$

Gdy $r = a$, obliczymy tzw. prędkość kołową v_0, czyli chwilową wartość prędkości dla średniej odległości a:

$$v_0 = \sqrt{\frac{G(M+m)}{a}},$$

dla perycentrum otrzymamy: $r_P = a(1-e)$ i $v_P = v_0\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$,

a dla apocentrum, odpowiednio: $r_A = a(1+e)$ i $v_A = v_0\sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$.

Prowadząc oszacowanie, można było przyjąć, że prędkość kołowa v_0 jest równa podanej w treści zadaniu prędkości średniej v_{Sr}. W rzeczywistości prędkości kołowe powinny być nieco większe od prędkości średnich, jednak ze względu na niewielkie wartości mimośrodów e_Z i e_K, przybliżenie takie było uzasadnione.

W celu znalezienia minimalnej wartości okresu synodycznego trzeba obliczyć:

$$\frac{\omega_Z}{\omega_K} = \frac{\omega_{ZA}}{\omega_{KP}} = \frac{v_{ZA}}{r_{ZA}} \cdot \frac{r_{KP}}{v_{KP}} = 0{,}06475,$$

a w celu znalezienia jego maksimum:

$$\frac{\omega_Z}{\omega_K} = \frac{\omega_{ZP}}{\omega_{KA}} = \frac{v_{ZP}}{r_{ZP}} \cdot \frac{r_{KA}}{v_{KA}} = 0{,}08624.$$

Potrzebna jest jeszcze długość miesiąca gwiazdowego:

Tabela do tekstu zadania 3.

Data	Słońce		A		B		C	
0^h UT	α	δ	α	δ	α	δ	α	δ
2008 XII 31	$18^h42^m,2$	–23°05′	$21^h55^m,7$	–14°15′	$18^h12^m,1$	–24°06′	$20^h02^m,5$	–22°,12′
2009 I 08	19 17,3	–22 15	22 28,1	–10 40	18 38,6	–23 54	20 36,0	–18 53
I 16	19 51,9	–20 57	22 58,1	–06 53	19 05,0	–23 26	20 31,2	–16 44
I 24	20 25,8	–19 14	23 25,8	–03 03	19 31,4	–22 40	19 51,6	–17 22
II 01	20 58,9	–17 07	23 50,8	+00 45	19 57,7	–21 39	19 32,2	–18 57
II 09	21 31,1	–14 42	00 12,5	+04 22	20 23,6	–20 22	19 46,4	–19 54
II 17	22 02,4	–12 01	00 29,9	+07 38	20 49,2	–18 51	20 19,4	–19 42
II 25	22 33,1	–09 07	00 41,7	+10 21	21 14,4	–17 08	21 01,6	–18 11
III 05	23 03,1	–06 05	00 46,1	+12 16	21 39,2	–15 12	21 48,3	–15 17
III 13	23 32,6	–02 58	00 41,4	+13 00	22 03,6	–13 07	22 37,8	–11 03
III 21	00 01,9	+00 12	00 28,3	+12 13	22 27,5	–10 54	23 29,8	–05 30
III 29	00 31,0	+03 21	00 11,0	+09 58	22 51,1	–08 35	00 25,1	+01 12
IV 06	01 00,2	+6 25	23 56,5	+07 02	23 14,4	–06 10	01 23,9	+08 39
IV 14	01 29,6	+09 23	23 50,1	+04 26	23 37,4	–03 43	02 23,0	+15 36
IV 22	01 59,3	+12 10	23 53,1	+02 48	00 00,2	–01 14	03 13,5	+20 30
IV 30	02 29,6	+14 45	00 04,3	+02 16	00 22,9	+01 15	03 46,4	+22 41
V 08	03 00,3	+17 04	00 21,5	+02 40	00 45,5	+03 41	03 56,9	+22 16
V 16	03 31,7	+19 05	00 43,2	+03 51	01 08,0	+06 05	03 47,2	+19 43
V 24	04 03,7	+20 45	01 08,1	+05 34	01 30,6	+08 24	03 31,3	+16 33
VI 01	04 36,2	+22 03	01 35,5	+07 41	01 53,3	+10 36	03 25,9	+14 52
VI 09	05 09,2	+22 56	01 04,9	+10 01	02 16,1	+12 42	03 37,8	+15 26
VI 17	05 42,4	+23 23	02 36,0	+12 25	02 39,0	+14 38	04 06,6	+17 43
VI 25	06 15,6	+23 23	03 08,8	+14 47	03 02,1	+16 25	04 51,7	+20 44
VII 03	06 48,8	+22 58	03 43,2	+16 58	03 25,2	+18 01	05 53,0	+23 15
VII 11	07 21,6	+22 07	04 19,1	+18 53	03 48,5	+19 26	07 06,2	+23 44
VII 19	07 54,0	+20 52	04 56,5	+20 24	04 11,8	+20 38	08 19,4	+21 24
VII 27	08 25,8	+19 14	05 35,1	+21 26	04 35,1	+21 39	09 23,1	+17 03
VIII 04	08 56,9	+17 16	06 14,6	+21 55	04 58,3	+22 26	10 16,2	+11 45
VIII 12	09 27,4	+15 00	06 54,7	+21 47	05 21,3	+23 01	11 00,1	+06 16
VIII 20	09 57,3	+12 28	07 35,0	+21 01	05 44,0	+23 23	11 35,8	+01 07
VIII 28	10 26,7	+09 44	08 15,1	+19 38	06 06,3	+23 33	12 02,4	–03 12
IX 05	10 55,8	+06 50	08 54,7	+17 39	06 28,1	+23 33	12 15,9	–05 53
IX 13	11 24,5	+03 50	09 33,6	+15 08	06 49,4	+23 22	12 09,6	–05 35
IX 21	11 53,2	+00 44	10 11,7	+12 10	07 09,9	+23 02	11 44,4	–01 24
IX 29	12 22,0	–02 23	10 49,2	+08 48	07 29,6	+22 34	11 28,9	+03 05
X 07	12 51,0	–05 28	11 26,0	+05 10	07 48,4	+22 01	11 47,9	+02 59
X 15	13 20,5	–08 29	12 02,6	+01 21	08 06,2	+21 23	12 30,2	–01 06
X 23	13 50,6	–11 22	12 39,2	–02 32	08 22,9	+20 42	13 19,3	–06 40
X 31	14 21,4	–14 05	13 16,1	–06 25	08 38,3	+20 01	14 09,3	–12 12
XI 08	14 53,0	–16 33	13 53,6	–10 09	08 52,2	+19 21	14 59,4	–17 06
XI 16	15 25,5	–18 43	14 32,0	–13 39	09 04,6	+18 46	15 50,3	–21 05
XI 24	15 59,0	–20 32	15 11,5	–16 47	09 15,1	+18 17	16 42,4	–23 57
XII 02	16 33,2	–21 56	15 52,4	–19 27	09 23,5	+17 57	17 35,5	–25 31
XII 10	17 08,0	–22 54	16 34,4	–21 33	09 29,4	+17 49	18 24,3	–25 37
XII 18	17 43,4	–23 23	17 17,5	–22 58	09 32,4	+17 56	19 12,1	–24 14
XII 26	18 18,9	–23 22	18 01,3	–23 38	09 32 3	+18 18	19 34,2	–21 55
2010 I 03	18 54,3	–22 51	18 45,3	–23 33	09 28,7	+18 56	19 11,2	–20 10

$$t_g = \frac{2\pi a_K}{v_K} = 27{,}32 \text{ doby.}$$

Ostatecznie, ze wzoru (#) otrzymamy:

$$t_S \in < 29{,}21^d ; 29{,}90^d >.$$

Widzimy, że odstęp czasu między kolejnymi pełniami nie jest stały, a różnice mogą sięgać kilkunastu godzin. W rzeczywistości różnice te są nieco mniejsze, według tablic: $t_S \in < 29{,}25^d; 29{,}83^d >$, co jest zgodne z kierunkiem prowadzonych oszacowań prędkości kątowych. W apoastronie szacowanie było prowadzone od dołu, bo na prędkość kątową przyjmowaliśmy wartość najmniejszą z możliwych, a w peryastronie — od góry. Niemniej, było co liczyć w tym zadaniu.

Zadanie 3

Odpowiedzi na pytanie 1) należało szukać, analizując

zmiany współrzędnych planet w stosunku do współrzędnych Słońca. Występowanie maksymalnych elongacji w przypadku planet A i C świadczyło o tym, że są to planety dolne, a ich identyfikacja wynikała z wartości tych elongacji. Planeta B znacznie oddaliła się od Słońca, co dowodziło, że jest to planeta górna. Analiza prędkości jej rocznego ruchu prowadziła do wniosku, że jest to najbliższa planeta górna. Poprawną odpowiedzią na pytanie 1) jest więc: **A** — Wenus, **B** — Mars, **C** — Merkury.

W pytaniu 2) należało usytuować w tabeli daty: maksymalnych elongacji (dla planet dolnych), koniunkcji, opozycji i kwadratury. Moment maksymalnej koniunkcji planety w pierwszym przybliżeniu może być zrównaniem się rektascensji, ale w rzeczywistości powinno to być zrównanie się długości ekliptycznych. Aby więc wyznaczyć te momenty, należało uwzględnić, choćby w przybliżeniu, nachylenie ekliptyki względem równika. Wyznaczenie tych momentów pozostawiamy czytelnikom, a dla sprawdzenia radzimy zerknąć do jakiegoś rocznika astronomicznego.

Podobny problem występował w pytaniu 3. Poprzez interpolację stosunkowo łatwo ustalało się współrzędne równikowe planet w dniu 6 marca, jednak wzajemne usytuowanie planet i Słońca powinno się przedstawić na podstawie ich współrzędnych ekliptycznych, które można było w przybliżeniu ocenić. Przybliżenie polegające na sporządzeniu rysunku na podstawie rektascensji uznawano za minimalnie wystarczające. W przypadku planet dolnych ustalenie położenia planety w jednym z dwóch punków przecięcia się kierunku od Ziemi ku planecie z orbitą planety można było ustalić na podstawie ich ruchu między znalezionymi sąsiadującymi konfiguracjami.

Zadanie 4

Zadanie rozwiązywane było w całości pod kopułą sztucznego nieba planetarium i składało się z dwóch rozłącznych części. W części pierwszej należało wykazać się znajomością nieba i orientacją na nim, a w drugiej — umiejętnością przeprowadzenia typowej obserwacji astronomicznej. Należy zaznaczyć, że uczestnicy nie mieli do dyspozycji żadnych atlasów czy obrotowych mapek nieba, a z „pomocy naukowych" dysponowali jedynie: ...treścią zadania, latarką i ołówkiem.

A) Aparatura planetarium odtwarzała wygląd statycznego nieba (tzn. bez ruchu dziennego), o godzinie 4.00 czasu gwiazdowego, z szerokości geograficznej +30°. Dla każdej z piętnastu jasnych gwiazd wymienionych w *Tabelce I* należało określić, czy gwiazda ta znajdowała się nad horyzontem, czy też nie, a jeżeli znajdowała się nad horyzontem, to czy była widoczna, czy nie. Sporą trudnością było przesłonięcie przez „chmury" kilku istotnych gwiazdozbiorów. W szczególności przesłonięte były: *Byk, Bliźnięta, Orion* (północna część łącznie z pasem) i *Łabędź,* stąd wniosek, że Aldebaran, Castor, Betelgeuse i Deneb, mimo iż znajdowały się nad horyzontem, były niewidoczne. Znalezienie w *Tabelce I* jeszcze pięciu gwiazd, które świeciły nad horyzontem i były widoczne pozostawiamy Czytelnikowi. Dowolny z programów komputerowych, który pozwala odtwarzać wygląd nieba, powinien to zadanie ułatwić.

Do *Tabelki II* należało wpisać nazwy gwiazd wskazywanych strzałką oraz nazwy gwiazdozbiorów, do których przynależą. W kolejności były to:

β Ori — Rigel z Oriona,

α Leo — Regulus z Lwa,

α UMi — Polarna z Małej Niedźwiedzicy,

Nova And — fikcyjna gwiazda nowa (lub supernowa) w Andromedzie,

o Cet — Mira Ceti z Wieloryba.

B) W tej części zadania aparatura planetarium odtwarzała również statyczne niebo, ale ze zwrotnika Koziorożca, o godzinie 16.00 czasu gwiazdowego. Każdy z uczestników miał podobne warunki do prowadzenia obserwacji, ponieważ obie widoczne nad horyzontem planety — Jowisz i Saturn — świeciły wysoko, w okolicach zenitu. Pierwszym problemem było przeprowadzenie poprawnej identyfikacji gwiazd. Najjaśniejszą gwiazdą na obu mapkach był *Antares* z gwiazdozbioru *Skorpiona*. Nie wszystkim jednak udało się przyporządkować planetę do właściwej mapki. Saturn kreślił swą pętlę w *Wadze*, a Jowisz w *Wężowniku* i *Strzelcu*. Kolejnym problemem była ocena długości drogi planety w jej ruchu wstecznym. Niestety, ze względu na skończone rozmiary kopuły planetarium, określanie odległości kątowych za pomocą pięści lub grubości kciuka, dawało wyniki obarczone dużymi błędami. Ratunkiem była podziałka umieszczona na krótszym boku każdej mapki i kątowy wymiar mapki podany w treści zadania. Ruch wsteczny Saturna wynosił około 6,5°±0,5°, a Jowisza: 9,5°±0,5°. Warto zaznaczyć, że aparatura planetarium odtwarzała zmiany położeń tych planet na tle gwiazd, które na prawdziwym niebie dopiero nastąpią w pierwszych dziesięciu miesiącach 2043 r.

Zadanie 5

Rozważanie ruchu gwiazd wokół barycentrum prowadzi do zbędnych komplikacji i dlatego w praktyce astronomicznej jest wygodniejsze rozpatrywanie względnego ruchu jednej z gwiazd wokół drugiej. Mamy wówczas do czynienia tylko z jedną orbitą, samo rozwiązanie zazwyczaj znacznie upraszcza się i możliwe jest stosowanie praw Keplera.

Zgodnie z I uogólnionym prawem Keplera można przyjąć, że np. gwiazda o masie M znajduje się w ognisku elipsy (rys. 5), a gwiazda o masie m obiega ją ze zmienną prędkością kątową zależną od promienia wodzącego $\omega = \omega(r)$. Zależność tę można wyznaczyć bezpośrednio z definicji prędkości polowej U, która na mocy II uogólnionego prawa Keplera jest stała.

W bardzo małym interwale czasu Δt promień wodzący zakreśli pole:

$$\Delta S = \frac{r^2}{2}\Delta\alpha .$$

Prędkość polową można zapisać jako:

$$u = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{r^2}{2}\cdot\frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{1}{2}r^2\omega(r)$$

ale też i jako:

$$u = \frac{pole}{okres}\frac{elipsy}{obiegu} = \frac{\pi ab}{P}.$$

Po przyrównaniu tych równań, otrzymamy:

$$\omega(r) = \frac{2\pi ab}{r^2 P} \qquad (*)$$

a po uwzględnieniu $\omega(r_0)$:

$$\frac{2\pi}{P} = \frac{2\pi ab}{r_0^2 P} \quad \text{i} \quad r_0 = \sqrt{ab}.$$

Szukana odległość jest więc średnią geometryczną obu półosi orbity względnej.

Pozostaje do wyznaczenia wartość dużej półosi a, bo mała półoś wynika wprost z własności elipsy:

$$b = a\sqrt{1-e^2}.$$

Na podstawie III uogólnionego prawa Keplera można zapisać:

$$\frac{a^3}{a_Z^3} = \frac{P^2(M+m)}{P_Z^2(m_S+m_Z)}$$

gdzie: $P_Z = 1$ rok, $a_Z = 1$ AU, natomiast masa Ziemi $m_Z \ll m_S$.

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy: a = 5,2 AU i r_0 = 5,0 AU.

Ponad połowa uczestników finału rozwiązywała to zadanie, korzystając z zasady zachowania momentu pędu. Postępowanie takie, choć równoważne z zasadą zachowania prędkości polowej, okazało się trudne i całkowicie nieskuteczne, bowiem każdy z rozwiązujących zadanie tym sposobem popełniał jakiś poważny błąd merytoryczny. Najczęściej było to stosowanie do ruchu po elipsie — praw dotyczących wyłącznie ruchu po okręgu.

Rozwiązanie mogło przebiegać następująco. Wartość momentu pędu układu można było obliczyć bezpośrednio z definicji:

$$L = mrv\sin\phi,$$

przyjmując np. minimalną odległość między składnikami.

Wtedy: $r = r_P = a(1-e)$, to odległość w peryastronie, wyznaczona z własności elipsy,

$$v = v_P = \sqrt{G(M+m)\left(\frac{2}{r_P} - \frac{1}{a}\right)}$$

jest prędkością liniową w peryastronie, wynikającą z całki energii, zaś $\phi = 90°$ jest kątem między promieniem wodzącym i chwilowym kierunkiem prędkości.

Należy zaznaczyć, że jeszcze tylko dla apoastronu kąt ϕ jest kątem prostym. W każdym innym punkcie orbity eliptycznej wyznaczanie wartości momentu pędu ze wzoru: $L = mrv$ było błędem, bo $\sin\phi \neq \pm 1$. Zamiast prędkości v wynikającej z całki energii, należałoby wówczas uwzględniać jej składową tangencjalną, jednak wyznaczenie kąta ϕ wcale nie jest proste.

Można jednak skorzystać z innej definicji momentu pędu:

$$L = I\omega = mr^2\omega,$$

gdzie: ω jest prędkością kątową, natomiast $I = mr^2$ — momentem bezwładności punktu materialnego. Gwiazdę o masie m można bowiem traktować jako punkt materialny poruszający się w centralnym polu grawitacyjnym gwiazdy o masie M.

Porównując oba wzory definiujące L mamy:

$$ma(1-e)\sqrt{G(M+m)\left(\frac{2}{a(1-e)} - \frac{1}{a}\right)} = mr^2\omega,$$

a po uwzględnieniu III uogólnionego prawa Keplera:

$$G(M+m) = 4\pi^2\frac{a^3}{P^2}$$

i kilku przekształceniach otrzymamy wzór (*) z pierwszej części rozwiązania. Dalsze obliczenia przebiegną już analogicznie do poprzednich.

Zadanie 6

Z treści zadania wynika, ze zgodnie z podanym wzorem odpowiedni stosunek strumieni

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^5 \frac{e^{\frac{hc}{\lambda_2 kT_{obs}}} - 1}{e^{\frac{hc}{\lambda_1 kT_{obs}}} - 1} = 5.$$

W ogólności jest to równanie trudne do rozwiązania ze względu na temperaturę obserwowaną T_{obs}. Zauważmy jednak, że $\lambda_1 = \lambda_2/2$. Jeśli zatem podstawimy

$$e^{\frac{hc}{\lambda_2 kT_{obs}}} = y,$$

sprowadzi się ono do równania:

$$\frac{y-1}{y^2-1} = \frac{5}{32},$$

a ponieważ $y \neq \pm 1$ ostatecznie otrzymamy:

$$\frac{1}{y+1} = \frac{5}{32}.$$

Rozwiązaniem równania jest y = 5,4

Korzystając z zastosowanego podstawienia, otrzymujemy:

$$\ln y = \frac{hc}{\lambda_2 kT_{obs}},$$

a stąd, po podstawieniu danych i występujących w równaniu stałych fizycznych, dostajemy T_{obs} = 14 230 K.

Obserwowany na Ziemi strumień zachowuje kształt zależności od długości fali, jednak wskutek kosmologicznego przesunięcia widma, emitowane i obserwowane długości fal są ze sobą związane zależnością:

$$\lambda_{em} = \frac{\lambda_{obs}}{1+z}.$$

Stąd dla ziemskiego obserwatora widmo obiektu będzie miało kształt widma ciała doskonale czarnego o temperaturze obserwowanej

$$T_{obs} = \frac{T}{1+z},$$

gdzie T jest rzeczywistą temperaturą świecącego ciała.

Ostatecznie więc T = 21 350 K.

Henryk Chrupała (zadanie 3 i 6),
Marek Szczepański (zadanie 1, 2, 4, 5)

Obserwujmy zaćmienie ε (epsilon) Aurigae

Coraz głośniej o niezwykle ciekawej gwieździe zmiennej ε Aurigae (ε Aur). Wraz z η (eta) i ζ (zeta) Aurigae tworzy na niebie charakterystyczny, łatwo rozpoznawalny, ostry trójkąt równoramienny położony nieopodal Capelli (Kozy) — α Aurigae, najjaśniejszej gwiazdy Woźnicy. Te trzy gwiazdy trójkąta bywają nazywane Koźlętami. Możemy je obserwować od lipca na wysokości ponad 20° nad horyzontem na niebie porannym do połowy maja następnego roku na niebie wieczornym. Najlepszym okresem do obserwacji są miesiące zimowe. ε Aurigae jest najjaśniejszym z Koźląt. Zwykle ma jasność wizualną ok. 3 mag. η Aurigae ma jasność 3,2 mag. a ζ 3,7 mag. Cały układ jest więc dobrze widoczny gołym okiem nawet w obszarach miejskich o dużym zaświetleniu, choć wtedy do obserwacji może być przydatna lornetka o niewielkim powiększeniu.

Zmienność ε Aur odkrył niemiecki astronom amator J. Fritsch, który na początku 1821 r. zauważył, że ε Aur jest akurat najsłabszym koźlątkiem. Przez następne 20 lat gwiazda w zasadzie nie była jednak obserwowana. Regularne obserwacje podjęto dopiero w latach 40. XIX w. Warto wymienić tu J.W. Argelandera, E. Heisa i J. Schmita. Ten ostatni w latach 1843—1884 wykonał prawie 5000 obserwacji tej zmiennej. Obserwacje wykonane do 1904 r. opracował i przeanalizował H. Ludendorff. Na podstawie tych analiz wysnuł hipotezę, że ε Aur jest układem zaćmieniowym typu Algola z okresem orbitalnym 54,2 lata, wykazującym zaćmienia o w przybliżeniu jednakowej głębokości co 27,1 lat. Zidentyfikował zaćmienia w latach 1847—1849, 1875—1877 oraz 1902—1904 i potwierdził, że J. Fritsch w roku 1821 rzeczywiście obserwował minimum i słusznie jest uznawany za odkrywcę zmienności tej gwiazdy.

Kolejne zaćmienia wystąpiły w latach 1928—1930, 1955—1957 i 1982—1984. Zebrane dane obserwacyjne pozwoliły dokładniej odtworzyć przebieg zjawiska, w szczególności wyznaczyć momenty kontaktów obiektu zaćmiewającego ze składnikiem głównym t_1, t_2, t_3 i t_4. Dane te pokazane są w tabeli.

	1902–1904 1928–1930 (średnie)	1955–1957	1982–1984	2009–2011
Czas trwania zaćmienia ($t_4 - t_1$)	714 d	670 d	V 654 d B 643 d U 630 d	?
całkowite ($t_3 - t_2$)	330 d	394 d	V 447 d B 437 d U 455 d	?
wejście ($t_2 - t_1$)	182 d	135 d	V 142 d B 135 d U 120 d	?
zejście ($t_4 - t_3$)	203 d	141 d	V 65 d B 71 d U 55 d	?
Okres	9888 d	9885 d	9863 d	?
Amplituda	0,80 mag.	0,75 mag.	V 0,91 mag. B 0,73 mag. U 0,84 mag.	?

Jak widać, kolejne zaćmienie różni się nieco w przebiegu od poprzedniego. Czas trwania całego zaćmienia $t_4 - t_1$ skraca się, a faza zaćmienia całkowitego (płaskie dno) $t_3 - t_2$ się wydłuża. Najbardziej skraca się ostatnia faza zaćmienia $t_4 - t_3$. Widać również, że momenty kontaktów zależą od barwy.

ε Aur jest układem zaćmieniowym o najdłuższym znanym okresie orbitalnym 27,1 lat i najdłużej trwającym, bo prawie dwa lata, zaćmieniu. Spadek jasności w paśmie wizualnym wynosi około 0,8 mag. W centralnej fazie zaćmienia obserwuje się pojaśnienie o 0,3–0,4 mag. ponad poziom płaskiego dna. Komplikacji dodaje brak istotnych zmian w widmie poza równomierną redukcją na wszystkich częstotliwościach. Poza zaćmieniami obserwuje się półregularne zmiany jasności o amplitudzie około 0,2 mag. Okres tych zmian w ciągu ostatniego ćwierćwiecza uległ skróceniu ze 100 do 66 dni.

Chociaż od odkrycia zmienności ε Aur mijają już prawie dwa wieki, to

Rys. 1. Capella (Koza) z Koźlętami. Fot. J. Wiland

do dziś nie bardzo wiemy, co powoduje zaćmienie. Aktualnie aprobowany jest następujący model układu. Składnik widoczny to oddalony od nas o około 2000 lat świetlnych nadolbrzym typu widmowego F0 o masie ~ 15 mas Słońca i promieniu ~ 200 promieni Słońca. Wykazuje półregularne zmiany jasności o amplitudzie 0,2 mag. i okresie 66 dni. Przyczyną tych zmian jasności są pulsacje nadolbrzyma. Niewidoczny składnik to orbitująca w odległości 27,6 jednostek astronomicznych gwiazda lub ciasny układ dwóch gwiazd typu widmowego B otoczony ciemnym, pyłowym dyskiem o promieniu ~ 2000 promieni Słońca. Łączna masa dysku i gwiazdy (gwiazd) centralnej wynosi ~ 13,7 mas Słońca. Co 27,1 lat dysk przechodzi na tle nadolbrzyma, powodując jego zaćmienie. W fazie płaskiego dna zakrywane jest około połowy powierzchni nadolbrzyma co powoduje spadek jasności o 0,8 mag. Pojaśnienie w centralnej części zaćmienia spowodowane jest większą przezroczystością dysku w jego środkowej części.

Zbliża się kolejne zaćmienie ε Aur. Ma się rozpocząć już w połowie tego roku. Dokładnego czasu ani jego przebiegu nie znamy, bo nie wiemy, jak w ciągu ostatniego ćwierćwiecza zmienił się sam dysk i geometria układu. Efemerydy, które należy traktować orientacyjnie, są następujace:

2009.08.06 — początek zaćmienia,

2009.12.21 — początek fazy całkowitej (płaskiego dna zaćmienia),

2010.05 — początek pojaśnienia w centrum zaćmienia,

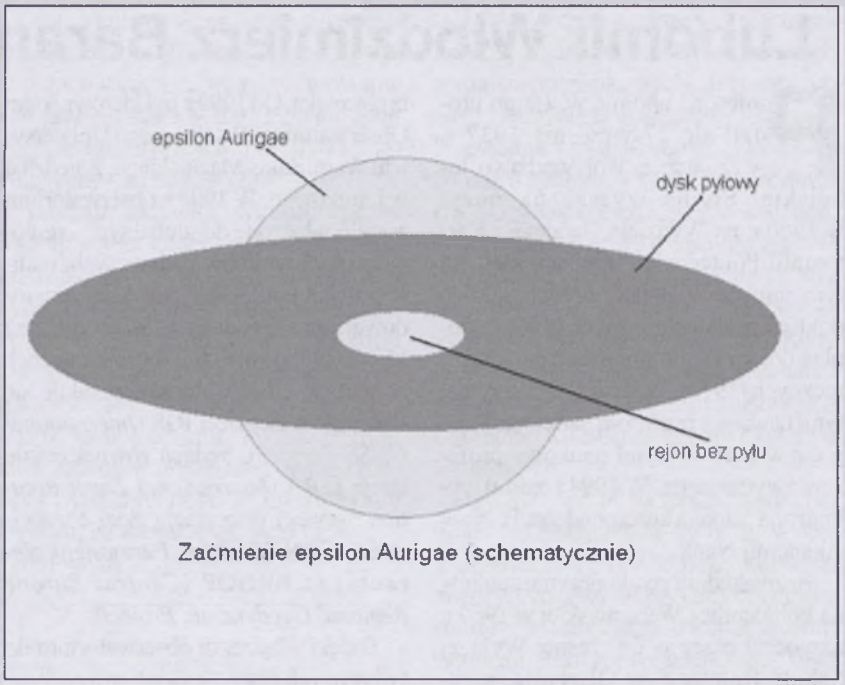
2010.08.01 — wtórne maksimum blasku w centrum zaćmienia,

2010 jesień — koniec pojaśnienia,

2011.03.12 — koniec fazy całkowitej (płaskiego dna),

2011.05.15 — koniec zaćmienia.

Astronomowie mają nadzieję na zebranie podczas tego zaćmienia znacznie więcej danych niż podczas wszystkich poprzednich zaćmień. Dotyczy to precyzyjnej fotometrii wielobarwnej, obserwacji w nieoptycznych zakresach widma promieniowania elektromagnetycznego oraz obserwacji interferometrycznych. Dane te pozwolą lepiej zrozumieć, jak naprawdę wygląda ten układ i co się w nim dzieje.



Zaćmienie epsilon Aurigae (schematycznie)

Rys. 2. Schemat zaćmienia ε Aur

Obserwacje ε Aur idealnie nadają dla wszystkich miłośników astronomii, niezależnie od tego, czy dysponują jakimkolwiek sprzętem czy nie. Oceny jasności mogą być z powodzeniem wykonywane gołym okiem. W tym celu proponuję na gwiazdy porównania wybrać η i ζ Aur. η Aur ma jasność wizualną 3,2 mag. a ζ Aur 3,7 mag. (ζ Aur jest również interesującym układem zaćmieniowym o okresie 2,66 lat, ale najbliższe zaćmienie będzie miała już po zaćmieniu ε Aur i może z powodzeniem być gwiazdą porównania). Różnica jasności pomiędzy tymi gwiazdami porównania, wynosząca 0,5 mag., stanowi bazę, do której będziemy odnosić różnice jasności pomiędzy jasnością ε Aur a jasnością jednej lub drugiej gwiazdy porównania. W tak przygotowanym „fotometrze wizualnym" można wykonywać, po uzyskaniu pewnej wprawy, oceny jasności z dokładnością ~ 0,1 mag., o ile będziemy w stanie w myśli podzielić różnicę bazową na pięć części.

Obserwację wykonujemy następująco:

— Koncentrujemy wzrok na pierwszej gwieździe porównania, następnie na drugiej i zapamiętujemy różnicę jasności pomiędzy nimi. Jeżeli trzeba, przenosimy wzrok z jednej gwiazdy na drugą kilka razy, pamiętając, by patrzeć na gwiazdę na wprost i nigdy na obie gwiazdy jednocześnie.

— Tak samo porównujemy ε Aur z gwiazdami porównania.

— Jeżeli ε Aur okazała się być jaśniejszą od η Aur, to oceniamy, jaką część różnicy bazowej (pomiędzy gwiazdami porównania) stanowi różnica jasności pomiędzy ε i η Aur. Jeżeli jest to np. 2/5 różnicy bazowej, czyli 0,2 mag., to ε Aur przypiszemy jasność 3,0 mag.

— Jeżeli jasności ε Aur nie potrafimy odróżnić od jasności η Aur, to przypiszemy jej jasność 3,2 mag.

— Jeżeli ε Aur okazała się być słabszą od η Aur a jaśniejszą od ζ Aur, to oceniamy, jaką część różnicy bazowej (pomiędzy gwiazdami porównania) stanowi różnica jasności pomiędzy ε i η Aur. Jeżeli jest to np. 3/5 różnicy bazowej, czyli 0,3 mag., to ε Aur przypiszemy jasność 3,5 mag.

— Jeżeli jasności ε Aur nie potrafimy odróżnić od jasności ζ Aur, to przypiszemy jej jasność 3,7 mag.

— Jeżeli ε Aur okazała się być słabszą od ζ Aur, to oceniamy, jaką część różnicy bazowej (pomiędzy gwiazdami porównania) stanowi różnica jasności pomiędzy ε i ζ Aur. Jeżeli jest to np. 1/5 różnicy bazowej, czyli 0,1 mag., to ε Aur

Dokończenie na s. 189.

Lubomir Włodzimierz Baran (1937—2009)

Profesor Lubomir W. Baran urodził się 27 września 1937 r. w Żniatynie, województwo lubelskie. Studia wyższe ukończył w 1960 r. na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Na tym samym Wydziale uzyskał stopień doktora nauk technicznych (1966) i stopień doktora habilitowanego nauk technicznych (1972). W roku 1976 otrzymał tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego, a w 1987 — tytuł naukowy profesora zwyczajnego. W 1994 r. został wybrany na członka korespondenta Polskiej Akademii Nauk.

Bezpośrednio po ukończeniu studiów na Politechnice Warszawskiej w 1960 r. rozpoczął pracę w ówczesnej Wyższej Szkole Rolniczej w Olsztynie, przekształconej następnie w Akademię Rolniczo-Techniczną (1972), która w 1999 r. weszła w skład Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. W okresie 47 lat pracy w olsztyńskiej uczelni zajmował wszystkie kolejne stanowiska, od asystenta naukowo-technicznego do profesora zwyczajnego.

Głównym kierunkiem badań naukowych Profesora L. W. Barana była geodezja satelitarna oraz teoria opracowywania wyników obserwacji.

Zainteresowania dotyczące wykorzystania sztucznych satelitów Ziemi w geodezji ukształtowały się u Profesora 50 lat temu, w okresie działalności w studenckim Kole Naukowym Geodetów Politechniki Warszawskiej. Jako członek tego koła prowadził obserwacje pierwszego w dziejach sztucznego satelity Ziemi — Sputnika o numerze 1, a także był autorem opracowań teoretycznych, z których jedno ukazało się w wydawnictwie Polskiego Towarzystwa Astronomicznego „Postępy Astronomii".

Po rozpoczęciu pracy w Olsztynie Profesor L.W. Baran zorganizował od podstaw ośrodek badań satelitarnych. W 1961 r., z Jego inicjatywy, powstała Stacja Obserwacji Sztucznych Satelitów Ziemi. Została ona włączona do światowej sieci tego typu placówek, których działalność była koordynowana przez COSPAR (*Committee on Space Research*). Profesor przez wiele lat kierował tą placówką. Od 1999 r. był kierownikiem Obserwatorium Satelitarnego Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, z siedzibą w Lamkówku. W 1994 r. obserwatorium zostało włączone do globalnych i regionalnych programów badawczych, realizowanych pod auspicjami Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki oraz Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Na terenie Obserwatorium znajduje się stacja globalnej sieci IGS (*International GNSS Service*), będąca równocześnie stacją IERS (*International Earth Rotation Service*) oraz stacją sieci europejskich: EPN (*EUREF Permanent Network*) i CERGOP (*Central Europe Regional Geodynamic Project*).

Dzięki włączeniu obserwatorium do światowych i europejskich programów może ono nie tylko wnosić wymierny wkład w realizację takich zadań, jak monitorowanie ziemskich układów odniesienia, badanie przemieszczeń płyt kontynentalnych, lecz także uzyskuje nieograniczony dostęp do bogatego materiału obserwacyjnego, który pozwala na rozwiązywanie różnorodnych zadań badawczych o charakterze regionalnym i lokalnym. Badania takie były prowadzone, pod kierunkiem Profesora, przez zespół pracowników Instytutu Geodezji UWM.

Do najważniejszych osiągnięć Profesora L. W. Barana z zakresu geodezji satelitarnej oraz teorii opracowania wyników obserwacji należy zaliczyć:

— Opracowanie metody wykorzystania synchronicznych obserwacji satelitów do dokładnego wyznaczania odległości topocentrycznych i tworzenia przestrzennej triangulacji satelitarnej. Metoda ta weszła do literatury podręcznikowej (por. J. Śledziński *Geodezja satelitarna*, wyd. PWN, 1978).

— Opracowanie koncepcji wykorzystania pomiarów odległości do satelity w celu wyznaczenia położenia punktu na powierzchni Ziemi. Prace z tego zakresu Profesor L.W. Baran rozpoczął, a następnie prezentował na forum międzynarodowym, jeszcze przed wprowadzeniem techniki laserowej do precyzyjnego pomiaru odległości do sztucznego satelity.

— Opracowanie nowych metod i procedur wyrównywania kontynentalnych i regionalnych sieci triangulacji satelitarnej, opartych na synchronicznych obserwacjach sztucznych satelitów, wykonywanych z dowolnej liczby stacji, przy użyciu różnych technik pomiarowych. Metody te znalazły zastosowanie przy wyrównywaniu doświadczalnych sieci europejskich, opartych na obserwacjach fotograficznych i laserowych.

— Opracowanie nowych metod wyrównywania sieci geodezyjnych o wielkich liczbach wyznaczanych parametrów. Metody te wyróżniają się dużą efektywnością, zwłaszcza przy wyznaczaniu charakterystyk dokładności parametrów sieci. Jedna z metod — metoda sekwencyjnego wyrównania — może znaleźć zastosowanie przy opracowywaniu wyników obserwacji geodezyjnych związanych z badaniami geodynamicznymi. Dwie inne metody wyrównywania sieci satelitarnych — metoda wielogrupowego wyrównania oraz metoda najmniejszych kwadratów, uogólniona na obserwacje skorelowane — weszły do cytowanego już podręcznika J. Śledzińskiego — *Geodezja satelitarna*.

— Przedstawienie koncepcji wykorzystania technik satelitarnych, a zwłaszcza Globalnego Systemu Pozycjonowania, do utworzenia nowej zintegrowanej osnowy geodezyjnej kraju, przeznaczonej do realizacji różnorodnych celów gospodarczych oraz do lokalnych badań geodynamicznych. Wymieniona koncepcja została rozwinięta w wyniku pracy — działającego pod kierunkiem Profesora — zespołu Sekcji Sieci Geodezyjnych Komitetu Geodezji PAN. Efektem pracy zespołu było doprowadzenie do utworzenia na terytorium Polski satelitarnej sieci zerowego rzędu EUREF-POL, a następnie zintegrowanej osnowy podstawowej POLREF. Współrzędne punktów obu tych sieci są wyrażone w jednolitym europejskim układzie odniesienia ETRF 89.

W ostatnim okresie (po 1995 r.), z inicjatywy Profesora L.W. Barana, w ośrodku olsztyńskim zostały rozwinięte badania nad wykorzystaniem wyników obserwacji sztucznych satelitów

do śledzenia dynamiki jonosfery. Badania te są prowadzone przez międzynarodowy zespół badawczy, w skład którego, poza pracownikami Instytutu Geodezji UWM, wchodzą geofizycy z Zachodniego Oddziału Instytutu Ziemskiego Magnetyzmu, Jonosfery i Propagacji Fal Radiowych Rosyjskiej Akademii Nauk w Kaliningradzie.

Wyniki badań z tego zakresu były publikowane w wydawnictwach o szerokim międzynarodowym zasięgu, a przede wszystkim w wydawnictwach Filadelfijskiego Instytutu Informacji Naukowej. Były też one prezentowane na międzynarodowych kongresach wysokiej rangi i sympozjach naukowych, organizowanych m.in. przez Międzynarodową Unię Geodezji i Geofizyki, Europejską Unię Nauk o Ziemi i COSPAR. O wysokiej ocenie poziomu poszczególnych etapów prowadzonych przez zespół kierowany przez Profesora L.W. Barana może świadczyć fakt, że w latach 1991—2007 uzyskał 7 grantów indywidualnych KBN oraz Ministerstwa Nauki i Informatyzacji.

Ogólny dorobek profesora L. W. Barana wyraża się liczbą 86 oryginalnych prac twórczych (w tym 15 w wydawnictwach z listy Filadelfijskiej Instytutu Informacji Naukowej), 154 artykułów i komunikatów naukowych. Wyniki swoich badań prezentował on w 131 referatach na kongresach i sympozjach międzynarodowych oraz w 118 — na konferencjach krajowych.

Profesor L. W. Baran wypromował 8 doktorów nauk technicznych. Imponująca jest liczba recenzji opracowanych przez Profesora (149), związanych z awansami naukowymi (doktoraty, habilitacje, wnioski profesorskie). Był też autorem 18 opinii związanych z powoływaniem na stanowiska docenta i profesora i promotorem w dwóch przewodach, związanych z nadaniem tytułu doktora honoris causa oraz recenzentem w dwóch innych przewodach.

Profesor L. W. Baran był autorem bądź współautorem 5 podręczników i skryptów akademickich. Jeden z nich — *Teoretyczne podstawy opracowania wyników pomiarów geodezyjnych* został wyróżniony Nagrodą Ministra.

Jako wieloletni członek (od 1990 r.) Sekcji Nauk Technicznych Zespołu Ekspertów Ministra właściwego do spraw szkolnictwa wyższego uczestniczył w opracowaniu i zatwierdzaniu planów i programów studiów dla kierunku „geodezja urządzeń rolnych" oraz dla kierunku „geodezja i kartografia".

Profesor aktywnie uczestniczył we współpracy ze studenckimi organizacjami naukowymi, sportowymi i turystycznymi. Od 1994 r. był honorowym prezesem Akademickiego Klubu Turystycznego przy Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie.

Profesor Lubomir W. Baran miał duże zasługi w organizacji badań i procesu dydaktycznego w Olsztyńskiej Uczelni, na forum krajowym i międzynarodowym.

Był jednym z organizatorów wyższych studiów geodezyjnych i wieloletnim (16 lat) dziekanem Wydziału Geodezji i Gospodarki Przestrzennej. Był prorektorem i rektorem Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, a także wieloletnim członkiem senatu (28 lat) Wyższej Szkoły Rolniczej, a następnie Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie. W latach 1969—1993 pełnił funkcje kierownika Katedry, a następnie dyrektora Instytutu Geodezji i Fotogrametrii.

Brał aktywny udział w działalności Polskiej Akademii Nauk. W 2007 r. rozpoczął drugą kadencję, z wyboru, członka Prezydium Polskiej Akademii Nauk. Był także, od 1998 r., członkiem Prezydium Oddziału PAN w Gdańsku. Prowadził aktywną działalność w komitetach PAN, radach naukowych placówek Polskiej Akademii Nauk oraz w radach wydawnictw naukowych. Był przewodniczącym Komitetu Geodezji PAN oraz Przewodniczącym Komitetu Narodowego ds. Współpracy z Międzynarodową Unią Geodezji i Geofizyki. W kadencji, która zakończyła się w grudniu 2006 r., był zastępcą przewodniczącego Rady Naukowej Centrum Badań Kosmicznych PAN. Był Przewodniczącym Rady Programowej Wydawnictwa „Annual of Navigation". Od 1991 r. był członkiem Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów Naukowych.

Jego aktywność na forum międzynarodowym przejawiała się m.in. w zorganizowaniu i przewodniczeniu dwóm międzynarodowym specjalnym grupom studiów Międzynarodowej Asocjacji Geodezji. Profesor w latach 1988–1998 reprezentował także nasz kraj w pracach Podkomisji EUREF (*Reference Frame for Europe*). Za wymienioną działalność został wyróżniony indywidualnym honorowym członkostwem Międzynarodowej Asocjacji Geodezji. Był on także członkiem Amerykańskiej Unii Geofizycznej (AGU), Europejskiej Unii Nauk o Ziemi (EGU) oraz Komitetu Badań Kosmicznych COSPAR.

Profesor Lubomir W. Baran został odznaczony Krzyżem Kawalerskim, Krzyżem Oficerskim i Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski.

W 1991 r., w czasie Zgromadzenia Ogólnego Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki w Wiedniu nadano Mu tytuł honorowego członka Międzynarodowej Asocjacji Geodezji (A Fellow of the International Association of Geodesy). A w 2000 r. Senat Akademii Rolniczej we Wrocławiu nadał Profesorowi tytuł doktora honoris causa.

Profesor Lubomir Włodzimierz Baran był laureatem licznych nagród rektora olsztyńskiej uczelni i nagród ministra. W 2006 r. uzyskał nagrodę Polskiej Akademii Nauk za osiągnięcia naukowo-organizacyjne oraz nagrodę naukową Miasta Olsztyna.

Zmarł po długiej chorobie 3 kwietnia 2009 r. i został pochowany na cmentarzu w Olsztynie 9 kwietnia 2009 r.

Andrzej Krankowski,
Krzysztof Świątek

Wrzesień

Słońce

Słońce w swym ruchu rocznym po ekliptyce 22 września przekracza równik niebieski w punkcie równonocy jesiennej, wstępując w znak Wagi, co rozpoczyna astronomiczną jesień. Dni stają się ciągle coraz krótsze. W Warszawie 1 września Słońce wschodzi o 3^h47^m, zachodzi o 17^h23^m, a 30 września wschodzi o 4^h35^m, zachodzi o 16^h16^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
IX	1	21,08	7,19	201,74
	3	21,58	7,22	175,33
	5	22,05	7,24	148,91
	7	22,50	7,25	122,50
	9	22,93	7,25	96,08
	11	23,33	7,24	69,67
	13	23,71	7,23	43,27
	15	24,06	7,20	16,86
	17	24,39	7,17	350,46
	19	24,70	7,13	324,06
	21	24,98	7,08	297,66
	23	25,23	7,03	271,26
	25	25,45	6,96	244,86
	27	25,65	6,89	218,47
IX	29	25,83	6,81	192,07
X	1	25,97	6,72	165,68

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$16^d06^h39^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

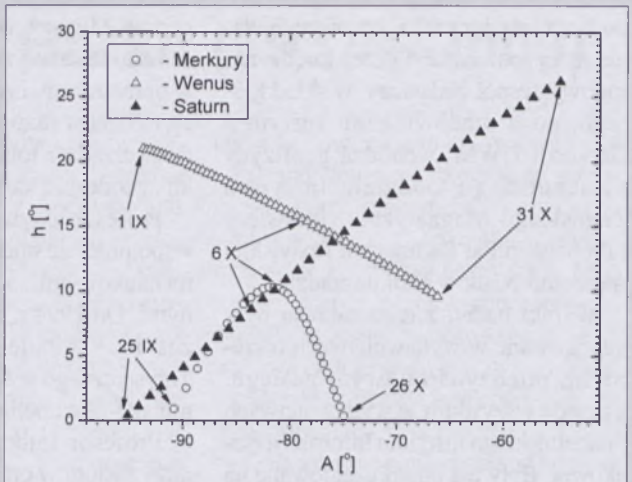
Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie września, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $4^d16^h02^m$, ostatnia kwadra $12^d02^h16^m$, nów $18^d18^h44^m$ i pierwsza kwadra $26^d04^h50^m$. W perygeum Księżyc znajdzie się 16 września o 7^h57^m a w apogeum 28 września o 3^h34^m.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Pod koniec września nad ranem, nisko nad wschodnim horyzontem można będzie dostrzec **Merkurego**. W ostatnim dniu miesiąca planeta, na godzinę przed wschodem Słońca, wzniesie się na wysokość nieco ponad 7° nad horyzontem, świecąc z jasnością 0^m. Przez teleskop będzie można dostrzec tarczę Merkurego o średnicy 8" w bardzo małej, powiększającej się jednak z dnia na dzień fazie.

Również nad ranem, znacznie wyżej od Merkurego, dostrzeżemy **Wenus**, świecącą z jasnością -4^m na powoli zmniejszającej się wysokości nad horyzontem, od 21° na początku września do 17° pod koniec miesiąca. Przez teleskop zobaczymy tarczę planety w fazie zbliżającej się do pełni, o średnicy zaledwie 11".

Na porannym niebie, wysoko nad horyzontem w gwiazdozbiorze Bliźniąt, zobaczymy również **Marsa**, świecącego z jasnością zaledwie +0,8". Wprawdzie przez teleskop na jego tarczy o średnicy jedynie 7" nie zobaczymy raczej żadnych szczegółów, jednak z łatwością zauważalna będzie faza planety, wynosząca pod koniec miesiąca jedynie 88%.



Rys. 1. Merkury, Wenus i Saturn nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) na początku świtu cywilnego we wrześniu i październiku 2009 r. (około godzinę przed wschodem Słońca)

W pierwszej połowie nocy zobaczyć można **Jowisza**, świecącego z jasnością $-2,7^m$ na wysokości 22° nad południowym horyzontem na tle gwiazdozbioru Koziorożca. Przez teleskopy można obserwować strukturę chmur planety oraz zjawiska w układzie jej największych satelitów.

Saturn znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Przez całą noc w gwiazdozbiorze Ryb widoczny jest **Uran** (o jasności $5,7^m$), a w pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Koziorożca możemy jeszcze obserwować **Neptuna** ($7,8^m$). Małe średnice tarcz tych planet (odpowiednio 3,7" i 2,3") utrudniają dostrzeżenie jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych nawet przez większe teleskopy amatorskie, jednak już teleskop o średnicy przynajmniej 10 cm i powiększeniu 100× pozwoli na dostrzeżenie tarczy Urana oraz odróżnienie obrazu Neptuna od obrazów dyfrakcyjnych sąsiednich gwiazd o podobnych jasnościach.

Planeta karłowata **(134340) Pluton** jest jeszcze widoczna wieczorem w gwiazdozbiorze Strzelca, jednakże jej jasność wynosi jedynie $14,5^m$ i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 20 cm.

We wrześniu w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

(3) Juno, (jasność $7,7^m$). 8 IX: $0^h07,8^m$, –1°05'; 18 IX: $0^h01,7^m$, –3°11'; 28 IX: $23^h54,8^m$, –5°21'.

(18) Melpomene, (jasność $8,0^m$). 8 IX: $1^h39,8^m$, –1°22'; 18 IX: $1^h40,1^m$, –3°28'; 28 IX: $1^h37,3^m$, –5°44'.

Meteory

We wrześniu można obserwować meteory z kilku słabo zbadanych rojów o niskiej aktywności, z radiantami w gwiazdozbiorach Barana, Perseusza, Kasjopei i Woźnicy, być może związanych genetycznie z kometą Kiesa (1911 II). Od 25 sierpnia do 8 września promieniują **alfa Aurigidy [AUR]**. W latach 1935, 1986 i 1994 odnotowano zwiększenia aktywności roju (ZHR = 40), a w 2007 r. ZHR osiąg-

nęło nawet na krótko wartość130. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Woźnicy i ma współrzędne: rekt. 5^h36^m, deki. +42°. Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 1 września o 1^h. W tym roku w obserwacjach szybkich, często pozostawiających ślady, meteorów, w drugiej połowie nocy nie będzie już przeszkadzał, po swoim zajściu, zbliżający się do pełni Księżyc. Od 18 września do 10 października można natomiast obserwować meteory z mało aktywnego roju **delta Aurigidów [DAU]**, których radiant ma współrzędne: rekt. 5^h52^m, dekl. +49°. Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 9 września, jednak w jego obserwacjach będzie przeszkadzał Księżyc kilka dni po pełni.

Przez cały wrzesień możemy też obserwować wolne, czerwonawe i często jasne meteory z mało aktywnego, ekliptycznego **Źródła Przeciwsłonecznego [ANT],** dawniej wydzielane w oddzielny rój **Piscidów** (**SPI**), wiązany z kometą Morehouse'a z 1907 r. Radiant meteorów, w ciągu miesiąca przesuwający się wzdłuż ekliptyki, leży w gwiazdozbiorze Ryb w pobliżu punktu Barana i 15 września ma współrzędne: rekt. 0^h20^m, deki. +3°.

* * *

1^d07^h Minimalna libracja Księżyca (0,3°) w kierunku krateru *Maurolycus* (oświetlony).

2^d19^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 2°.

$3^d02^h25^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

3^d06^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 2°.

5^d16^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 4°.

6^d Gwiazda zmienna długookresowa R Tri (miryda) ($2^h37,0^m$, +34°16') osiąga maksimum jasności ($6,2^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2008].*

6^d20^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

8^d11^h Maksymalna libracja Księżyca (8,6°) w kierunku krateru *Schickard* (oświetlony).

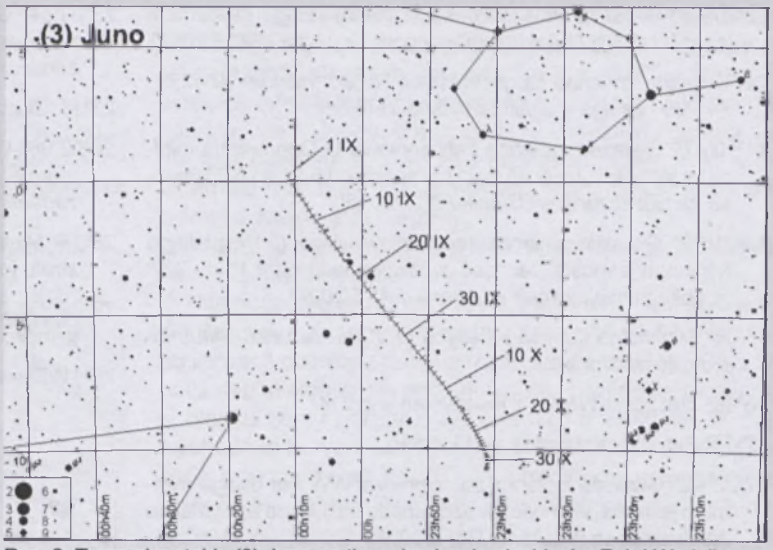
$8^d20^h53^m$ Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

9^d19^h Odkrycie gwiazdy ε Ari ($4,7^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca przed ostatnią kwadrą, widoczne w całej Polsce (Krosno 19^h42^m — Gdańsk 19^h46^m).

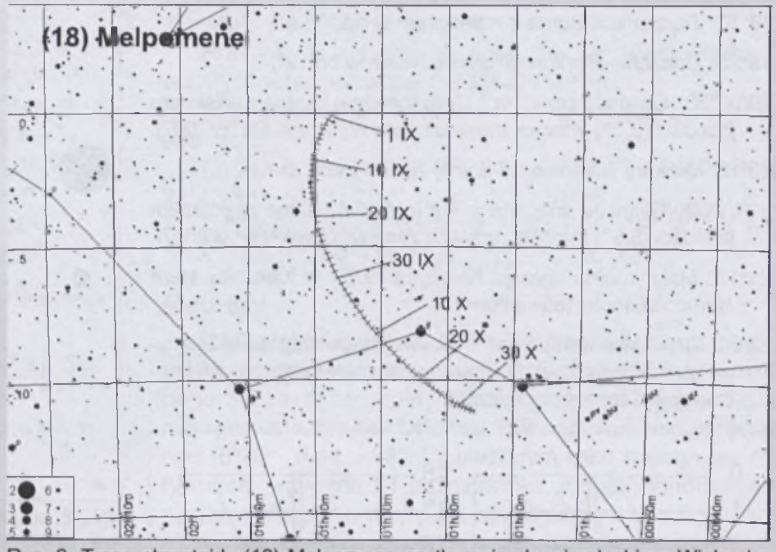
$12^d22^h28^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2005].*

13^d16^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 0,07°.

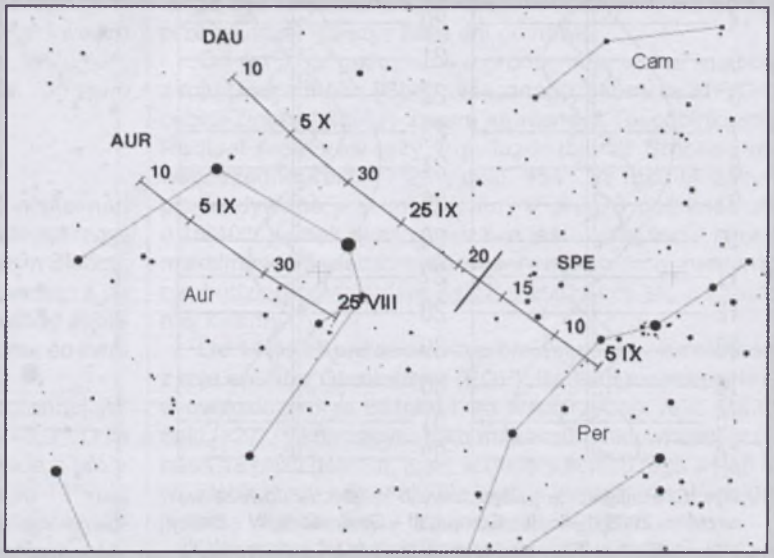
$13^d20^h04^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*



Rys. 2. Trasa planetoidy (3) Juno na tle gwiazd gwiazdozbiorów Ryb i Wodnika we wrześniu i październiku 2009 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)



Rys. 3. Trasa planetoidy (18) Melpomene na tle gwiazd gwiazdozbioru Wieloryba we wrześniu i październiku 2009 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)



Rys. 4. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych alfa Aurigidów (AUR) w okresie od 25 sierpnia do 10 września 2009 i delta Aurigidów (DAU) w okresie od 5 września do 10 października 2009

$13^d20^h48^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

14^d Gwiazda zmienna długookresowa R Leo (miryda) ($9^h47{,}6^m$, +11°26') osiąga maksimum jasności ($5{,}8^m$).

$14^d19^h47^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2008].*

$14^d21^h09^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

15^d06^h Minimalna libracja Księżyca (1,2°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

16^d16^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 4°.

17^d19^h Saturn w koniunkcji ze Słońcem.

$17^d23^h42^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

18^d16^h Uran w opozycji do Słońca.

18^d18^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 7°.

18^d23^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 2°.

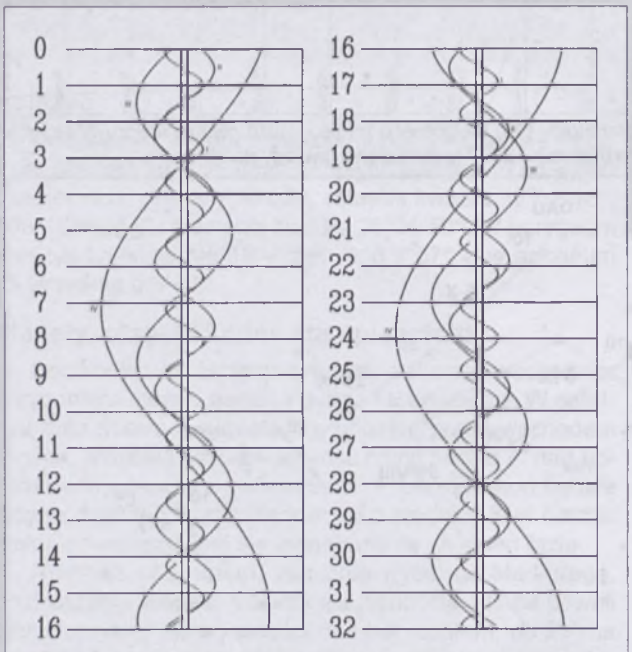
$19^d00^h30^m$ Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

20^d10^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.

$21^d01^h02^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

21^d17^h Maksymalna libracja Księżyca (9,2°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

$22^d21^h18^m$ Słońce wstępuje w znak Wagi, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 180°, mamy zrównanie dnia z nocą i początek jesieni astronomicznej.



Rys. 5. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza we wrześniu 2009 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

$23^d00^h54^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

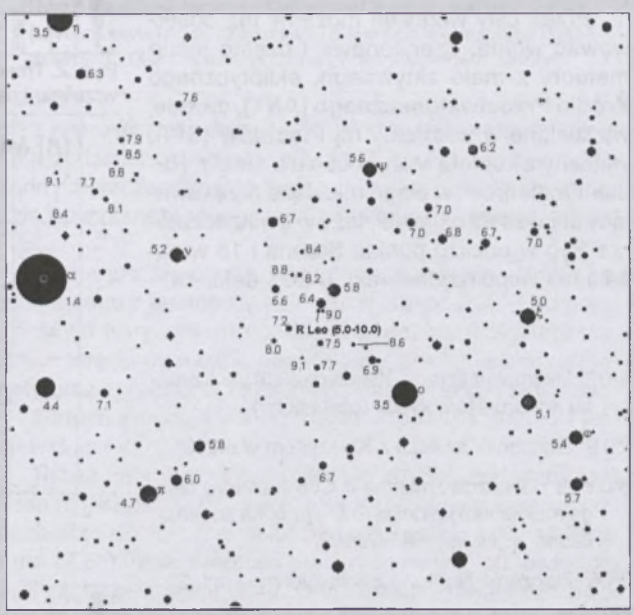
23^d15^h Złączenie Merkurego z Saturnem w odl. 4°.

$28^d02^h06^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

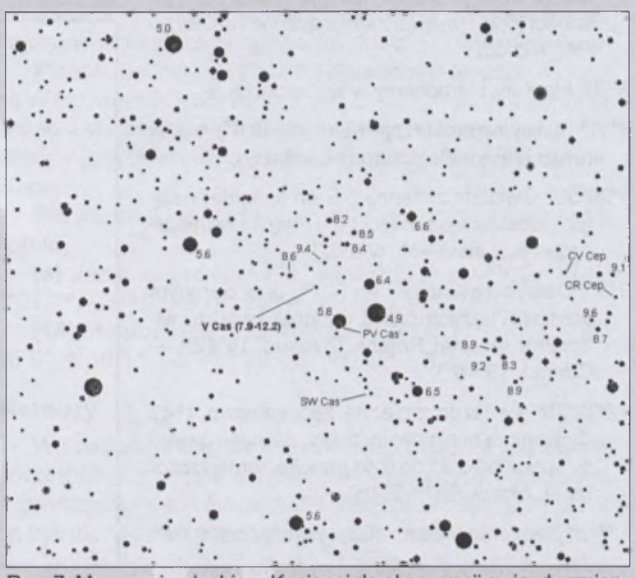
28^d14^h Minimalna libracja Księżyca (0,6°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

$29^d22^h23^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

30^d11^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 2°.



Rys. 6. Mapa gwiazdozbioru Lwa do obserwacji gwiazdy zmiennej R Leo ($9^h47^m33{,}4^s$, +11°25'45"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 11°, północ u góry)



Rys. 7. Mapa gwiazdozbioru Kasjopei do obserwacji gwiazdy zmiennej V Cas ($23^h11^m40{,}7^s$, +59°41'59"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 6°, północ u góry)

Październik

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca. W Warszawie 1 października Słońce wschodzi o 4^h37^m, zachodzi o 16^h13^m, a 31 października wschodzi o 5^h30^m, zachodzi o 15^h09^m.

W październiku Słońce wstępuje w znak Skorpiona.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
X	1	25,97	6,72	165,68
	3	26,09	6,62	139,29
	5	26,18	6,51	112,90
	7	26,24	6,40	86,51
	9	26,27	6,28	60,12
	11	26,28	6,15	33,74
	13	26,25	6,01	7,36
	15	26,19	5,87	340,97
	17	26,11	5,72	314,59
	19	25,99	5,56	288,21
	21	25,84	5,40	261,83
	23	25,67	5,22	235,46
	25	25,46	5,05	209,08
	27	25,22	4,86	182,71
	29	24,95	4,67	156,33
X	31	24,64	4,48	129,96

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$13^d13^h23^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie października, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $4^d06^h10^m$, ostatnia kwadra $11^d08^h56^m$, nów $18^d05^h33^m$ i pierwsza kwadra $26^d00^h42^m$. W perygeum Księżyc znajdzie się $13^d12^h29^m$, a w apogeum $25^d23^h19^m$.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Prawie przez cały miesiąc, nad ranem, nisko nad wschodnim horyzontem można obserwować **Merkurego**, który 6 października, na godzinę przed wschodem Słońca, wzniesie się na maksymalną wysokość 10°, świecąc z jasnością $-0,6^m$. Przez teleskop można będzie wtedy zobaczyć tarczę planety o średnicy 7", w fazie zbliżonej do kwadry.

W październiku pogarszają się warunki porannej widzialności **Wenus**, świecącej ze stałą jasnością $-3,9^m$. O ile na początku miesiąca, na godzinę przed wschodem Słońca, planetę można dostrzec na wysokości ponad 16° nad wschodnim horyzontem, o tyle pod koniec miesiąca wysokość ta wynosi jedynie niecałe 10°. Przez teleskopy można dostrzec tarczę planety o średnicy 11", w fazie zbliżonej do pełni.

W drugiej połowie nocy nadal można obserwować **Marsa**, świecącego na tle gwiazdozbioru Raka. W ciągu miesiąca jasność planety rośnie od $+0,8^m$ do $+0,5^m$, jednak niewielka średnica tarczy wynosząca pod koniec października zaledwie 8", nadal praktycznie uniemożliwia dostrzeżenie jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych. W październiku faza tarczy Marsa osiąga najmniejszą w 2009 r. wartość, równą jedynie 88%.

Warunki obserwacji **Jowisza** w porównaniu z wrześniem się nie zmieniają.

Na początku października na porannym niebie pojawia się **Saturn**, świecący z jasnością zaledwie $+1,1^m$. Warunki obserwacji planety z dnia na dzień się poprawiają. O ile na początku miesiąca, na początku świtu cywilnego, ginie ona w blasku zorzy porannej na wysokości zaledwie 5° nad wschodnim horyzontem, o tyle pod koniec miesiąca wysokość ta wzrasta aż do 26°. W październiku, w związku z geometrią układu Ziemia-Saturn, będziemy mogli zaobserwować „zniknięcie" pierścieni Saturna, co ułatwi dostrzeżenie jego słabych księżyców.

Warunki obserwacji **Urana** i **Neptuna** w stosunku do września się nie zmieniają.

Praktycznie nie zmieniają się również warunki obserwacji planety karłowatej **(134340) Pluton**.

W październiku w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

(3) Juno, (jasność $7,9^m$). 8 X: $23^h48,4^m$, –7°23'; 18 X: $23^h43,5^m$, –9°03'; 28 X: $23^h41,1^m$, –10°16'.

(18) Melpomene, (jasność $7,9^m$). 8 X: $1^h31,9^m$, –7°54'; 18 X: $1^h25,4^m$, –9°41'; 28 X: $1^h19,2^m$, –10°49'.

Meteory

Od 2 października do 7 listopada promieniują szybkie, białe meteory ze śladami, z roju **Orionidów** [**ORI**], związanego z kometą 1P/Halley. Radiant meteorów leży na granicy gwiazdozbiorów Oriona i Bliźniąt i ma współrzędne: rekt. 6^h20^m, deki. +16°. W bieżącym roku maksimum aktywności przypada 21 października, jednak odnotowywano już także inne maksima. Zważywszy na zwiększoną aktywność roju w poprzednich latach oraz na zbliżanie się do maksimum, występującego co 12 lat, jego obserwacje mogą być wartościowe. W obserwacjach tych nie będzie przeszkadzał Księżyc kilka dni po nowiu.

Od 6 do 10 października promieniują wolne meteory z roju **Drakonidów** [**GIA**], związanego z kometą 21P/Giacobini-Zinner (dlatego zwane są również Giacobinidami). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne: rekt. 17^h28^m, dekl. +54°. W roku bieżącym przewidywane jest maksimum w dniu 8 października o 16^h40^m, jednak bardzo możliwe jest wystąpienie innych maksimów. W wieczornych obserwacjach tych meteorów nie będzie przeszkadzał Księżyc zbliżający się do ostatniej kwadry.

Od 14 do 27 października promieniują szybkie meteory z roju **epsilon Geminidów** [**EGE**]. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Bliźniąt i ma współrzędne: rekt. 6^h48^m, dekl. +27°. W bieżącym roku maksimum aktywności przypada 18 października, toteż w obserwacjach tego wyjątkowo słabo zbadanego roju nie będzie przeszkadzał znajdujący się właśnie w tym dniu w nowiu Księżyc.

Od 19 do 27 października promieniują szybkie meteory z roju **Leo Minorydów** [**LMI**]. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Małego Lwa i ma współrzędne: rekt.

10^h48^m, dekl. +37°. W bieżącym roku maksimum aktywności przypada 23 października, toteż w porannych obserwacjach tego bardzo słabo zbadanego roju również nie będzie przeszkadzał zbliżający się do pierwszej kwadry Księżyc.

* * *

1^d Gwiazda zmienna długookresowa R Ser (miryda) ($15^h50{,}7^m$, +15°08') osiąga maksimum jasności ($6{,}9^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2008]*.

2^d21^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 4°.

3^d Gwiazda zmienna długookresowa S CrB (miryda) ($15^h21{,}4^m$, +31°22') osiąga maksimum jasności ($7{,}3^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2007]*.

$4^d22^h52^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.

5^d07^h Maksymalna libracja Księżyca (8,1°) w kierunku krateru *Schickard* (oświetlony).

$5^d20^h36^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2005]*.

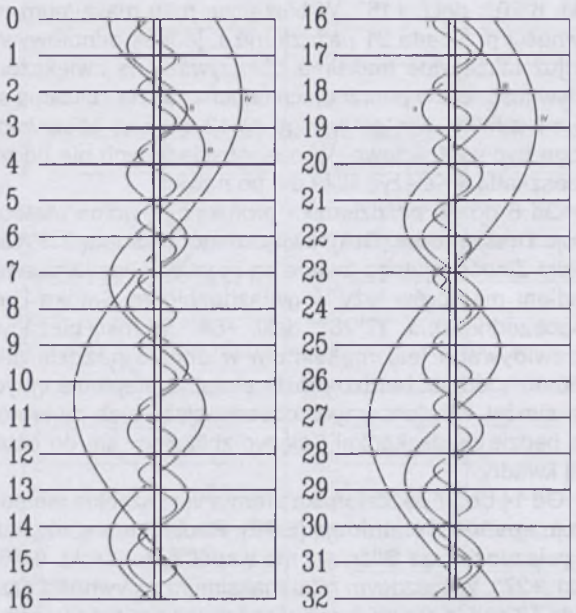
6^d01^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 17°57'.

8^d07^h Złączenie Merkurego z Saturnem w odl. 0,4°.

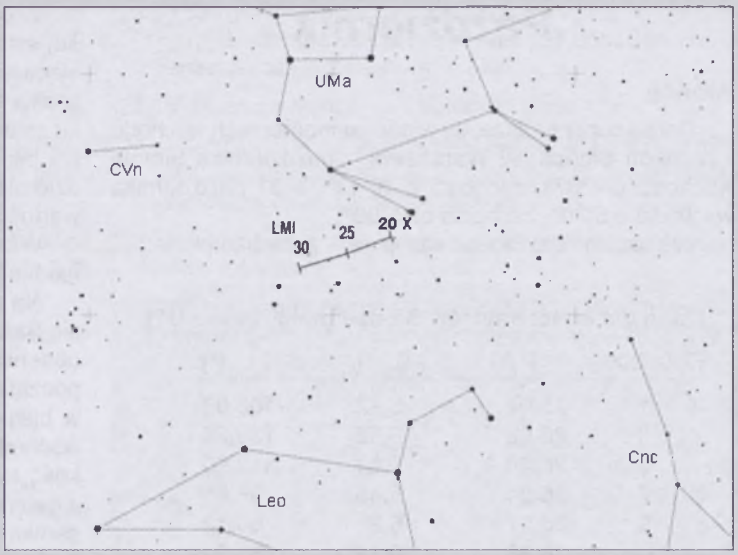
12^d00^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 2°.

12^d04^h Minimalna libracja Księżyca (0,7°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

12^d14^h Złączenie Merkurego z Wenus w odl. 6°.



Rys. 8. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w październiku 2009 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Leo Minorydów (LMI) w okresie od 20 do 30 października 2009

13^d08^h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

13^d11^h Złączenie Wenus z Saturnem w odl. 0,6°.

$13^d20^h37^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}7^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

14^d Gwiazda zmienna długookresowa V Cas (miryda) ($23^h11{,}6^m$, +59°42') osiąga maksimum jasności ($7{,}9^m$).

$15^d21^h58^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}7^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

16^d Gwiazda zmienna długookresowa R Dra (miryda) ($16^h32{,}6^m$, +66°45') osiąga maksimum jasności ($7{,}3^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2008]*.

$16^d00^h45^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.

16^d05^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 7°.

16^d13^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 7°.

17^d03^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 7°.

$17^d23^h20^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}7^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

19^d01^h Maksymalna libracja Księżyca (8,4°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

$20^d00^h41^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}7^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

$22^d02^h02^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}7^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

$23^d06^h45^m$ Słońce wstępuje w znak Skorpiona, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 210°.

$25^d00^h35^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.

25^d18^h Minimalna libracja Księżyca (0,7°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

$26^d18^h20^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.

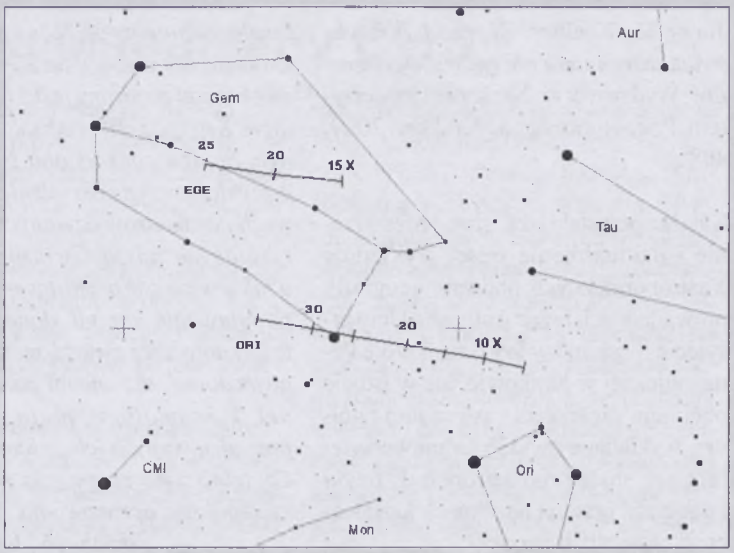
$26^d22^h14^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

27^d07^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 2°.

$27^d21^h24^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

$28^d18^h44^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,4^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2005].*

$30^d21^h55^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*



Rys. 10. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych Epsilon Geminidów (EGE) w okresie od 15 do 25 października 2009 i Orionidów (ORI) w okresie od 5 października do 5 listopada 2009

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym we wrześniu w Polsce „czasie letnim", należy dodać 2 godziny, po wprowadzeniu 25 października „czasu zimowego" należy dodać 1 godzinę.

Momenty złączeń planet z Księżycem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ściężor

Dokończenie ze s. 181.

przypiszemy jasność 3,8 mag.

— Zapisujemy czas (uniwersalny) wykonania obserwacji (data, godzina, minuta) oraz ewentualne uwagi o warunkach, w jakich była wykonywana (Księżyc w pobliżu pełni, lekkie zachmurzenie, mgła, duże zaświetlenie nieba itp.).

W ten sposób, wykonując systematycznie obserwacje (wystarczy obserwować nie częściej niż raz w tygodniu, ale gdyby okazało się, że w ostatniej fazie zaćmienia jasność rośnie szybko, to obserwować należy częściej), można będzie wykreślić własną krzywą zmian jasności podczas zaćmienia. Obserwacje można wysłać do światowej bazy AAVSO (Amerykańskie Towarzystwo Obserwatorów Gwiazd Zmiennych), a także do bazy SOGZ-PTMA (na adres: sswdob@poczta.onet.pl).

Grupa polskich miłośników gwiazd zmiennych, wysyłająca obserwacje do bazy SOGZ-PTMA, wykonała już obserwacje w całym sezonie przedzaćmieniowym. Przedstawia je poniższy wykres.

Zachęcam wszystkich miłośników astronomii do zainteresowania się tym unikalnym zjawiskiem i włączenia się do jego obserwacji. Dla zainteresowanych polecam materiały, które można znaleźć na stronach www pod linkami:

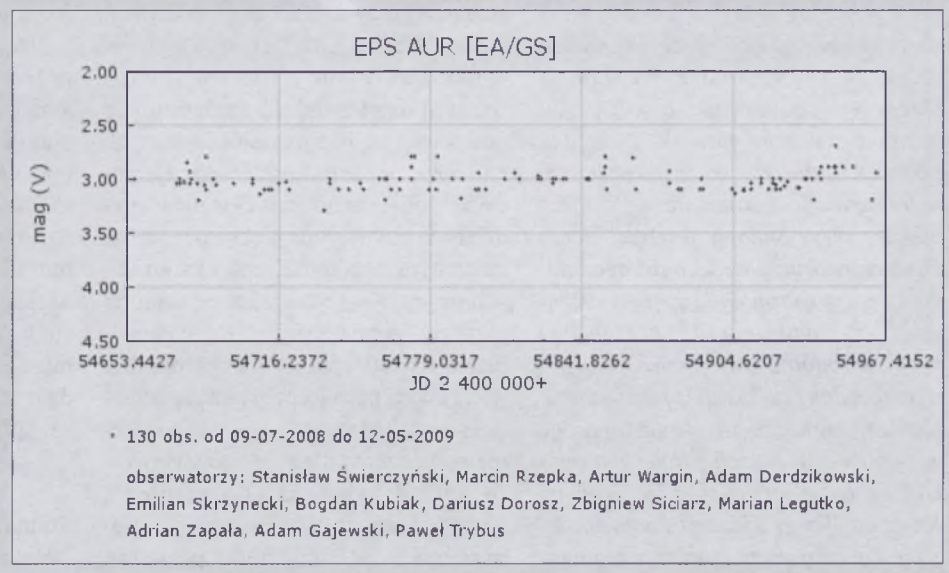
— http://www.hposoft.com/Campaign09.html — strona międzynarodowej akcji obserwacyjnej e Aur,

— http://www.aavso.org/vstar/vsots/eps_aur.shtml — artykuł na stronach AAVSO,

— http://www.aavso.org/aavso/iya.shtml#blog — projekt obserwacyjny AAVSO w ramach Międzynarodowego Roku Astronomii 2009,

— http://sogz-ptma.astronomia.pl/ — strona SOGZ-PTMA.

Stanisław Świerczyński
PTMA Kraków-Dobczyce



Jerzy M. Kreiner, *Ziemia i Wszechświat, astronomia nie tylko dla geografów*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, Kraków 2009, 408 s.

Książka powstała jako istotne rozszerzenie i uaktualnienie treści wykładów z astronomicznych podstaw geografii, prowadzonych przez Autora na Uniwersytecie Śląskim i w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Krakowie, ale w istocie obejmuje zagadnienia astronomii ogólnej, wykładane zwykle na uniwersytetach też studentom astronomii, fizyki i geografii oraz na uczelniach kształcących przyszłych nauczycieli. Jest więc właściwie podręcznikiem akademickim podstaw astronomii ogólnej, podobnie jak wcześniej wydany (w 1992 r.) inny, dzisiaj już trochę zdezaktualizowany, podręcznik akademicki Autora *Astronomia i astrofizyka*. Będzie też dobrze służył nauczycielom fizyki i geografii w szkołach średnich, którym pozwoli poszerzyć i uaktualnić wiedzę zawartą w podręcznikach szkolnych.

Sam podręcznik najpełniej charakteryzuje Autor w Przedmowie. Tak oto przedstawia on swoje dzieło: *W niniejszym podręczniku szeroko omówiono zagadnienia związane z Ziemią, jedną z ośmiu planet Układu Słonecznego, m.in. przedstawiono problem orientacji na kuli ziemskiej i na sferze niebieskiej, pole grawitacyjne, konsekwencje ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi itd. Wyjaśniono wybrane zjawiska związane z atmosferą ziemską wraz z ich wpływem na obserwacje astronomiczne, a także podano zarys budowy wnętrza Ziemi. Osobny rozdział poświęcono zagadnieniu czasu w astronomii i życiu codziennym. Przy omawianiu Układu Planetarnego szczególną uwagę zwrócono na wyniki badań przekazane przez automatyczne sondy kosmiczne. Dotarły już one w pobliże wszystkich planet naszego Układu, a niektóre miękko lądowały na Księżycu, Wenus, Marsie i Tytanie (księżycu Saturna). Przy opisie naszego naturalnego satelity położono nacisk na te zjawiska zachodzące na Ziemi, których mechanizm związany jest z oddziaływaniem Księżyca. W rozdziale poświęconym Słońcu podkreślono istotę metod pozwalających na określenie podstawowych parametrów fizycznych charakteryzujących naszą Gwiazdę Dzienną, a także w zarysie przedstawiono problem powstawania energii słonecznej. Rozdziały dotyczące gwiazd, materii międzygwiazdowej, astronomii pozagałaktycznej i kosmologii mają charakter propedeutyczny, a ich treść ma zachęcić Czytelnika do sięgnięcia po bardziej szczegółowe opracowania. Celem rozdziału 16., będącego rodzajem dodatku, jest podkreślenie roli obserwacji astronomicznych prowadzonych zarówno z Ziemi, jak i z pokładów sztucznych satelitów, stanowią one bowiem podstawę całej naszej wiedzy o Wszechświecie. Książkę uzupełniają szczegółowe skorowidze: rzeczowy, nazwisk oraz nazw geograficznych.*

W podręcznikach *Astronomii ogólnej* autorzy najczęściej omawiają najpierw lunety i teleskopy, jako narzędzia, którymi są zbierane dane o ciałach niebieskich, a dopiero później interpretują i wyjaśniają zaobserwowane obrazy i zjawiska. Ale powstało wiele znakomitych podręczników, w których instrumenty astronomiczne stanowią jakby dodatek do przedstawionych wcześniej zjawisk i opisu ciał niebieskich, podobnie jak to jest w omawianym dziele. Całość materiału jest podzielona na 16 rozdziałów, z których aż 7 dotyczy Ziemi, konsekwencji jej ruchów i roli jej atmosfery. Oddzielne rozdziały są poświęcone mechanice nieba, sztucznym satelitom Ziemi i lotom kosmicznym, Księżycowi i zjawiskom w układzie Ziemia-Księżyc. Są to zagadnienia tzw. klasycznej astronomii. Tak wiele uwagi poświęconej tym zagadnieniom potwierdza pierwotne przeznaczenie podręcznika dla studentów geografii, którzy mają dużo do czynienia z wyznaczaniem współrzędnych i pomiarami kątów. Natomiast współczesne problemy astrofizyki — natura i fizyka ciał niebieskich — planet, Słońca, gwiazd i materii międzygwiazdowej, galaktyk i kosmologii są treścią tylko 4 rozdziałów. I słusznie Autor stwierdza, *że mają one charakter propedeutyczny*, niemniej jednak ich treści są zgodne ze współczesnym rozumieniem natury tych obiektów i zjawisk w nich zachodzących.

Wszystkie rozdziały są pięknie ilustrowane — rysunki podkolorowane, tabele zawsze na kolorowym tle, ciała niebieskie i instrumenty astronomiczne kolorowe. Ważne wzory są wyprowadzone na kolorowym tle. Ułatwia to znakomicie przyswajanie prezentowanych treści. Bardzo ważnym elementem recenzowanego podręcznika są dodatkowe wyjaśnienia lub komentarze Autora (też na kolorowym tle) wraz z nawiązaniami do historii i literatury. Recenzenta zaciekawił i zapewne zaciekawi P.T. Czytelników przytoczony (na s. 116) fragment Biblii (Starego Testamentu), w którym znajdujemy zdecydowaną negatywną ocenę astrologów.

...Niech się stawią,
by cię ocalić, owi opisywacze nieba,
którzy badają gwiazdy,
przepowiadają na każdy miesiąc,
co ma się z tobą wydarzyć.
Oto będą jak źdźbła słomiane,
ogień ich spali.
Nie uratują własnego życia
Z mocy płomieni.

Pochodzi on z Księgi Izajasza (Iz 47, 13-14), która powstała w VI w. p.n.e., a Autor przytacza go wg Biblii Tysiąclecia, wyd. III, Pallotinum, 1980.

Trafnie została dobrana przez Autora literatura uzupełniająca i adresy internetowe. Dobrze też służą w posługiwaniu się podręcznikiem starannie opracowane skorowidze: rzeczowy, nazwisk i nazw geograficznych.

Gorąco polecam tę książkę astronomom i fizykom, nauczycielom akademickim i nauczycielom szkół średnich, studentom i uczniom. Na półkach biblioteczek miłośników astronomii będzie to pozycja, do której często będą zaglądali.

Andrzej Woszczyk

Strona internetowa Wydawnictwa: http://www.wydawnictwoup.pl

Planetoidy wg Magdaleny Cynk

Toruńska kompozytorka Magdalena Cynk, autorka cyklu utworów muzycznych poświeconych planetoidom, jest żoną astronoma Macieja Mikołajewskiego i zapewne ta okoliczność jest nie bez znaczenia dla takiego wyboru dość nietypowej tematyki w muzyce kameralnej i symfonicznej.

Jako pierwsza powstała miniatura muzyczna „Planetoida 14382 Woszczyk". Był to rok 2005, a bezpośrednią okazją do stworzenia tak zatytułowanego utworu było 50-lecie pracy naukowej Profesora. Dobór instrumentarium: puzon plus werble, spowodowany został zaplanowanym wykonaniem kompozycji w plenerze, więc dźwięki musiały odpowiednio „nieść się" w otwartej przestrzeni. Sama muzyka może nie przywołuje w wyobraźni skojarzeń kosmicznych, za to ci, którzy znają naszego Naczelnego, twierdzą ponoć, że dość dobrze odzwierciedla Jego osobę.

Podobnie wygląda geneza napisanej na puzon i bongosy „Planetoidy 1572 Posnania". Została ona skomponowana i wykonana na 45-lecie pracy prof. Franciszka Woźniaka — związanego z Poznaniem mistrza artystycznego kompozytorki. Ta, jak i poprzednia kompozycja, miesza frywolnie akcenty pompatyczne z lekką nutą ciepłego humoru.

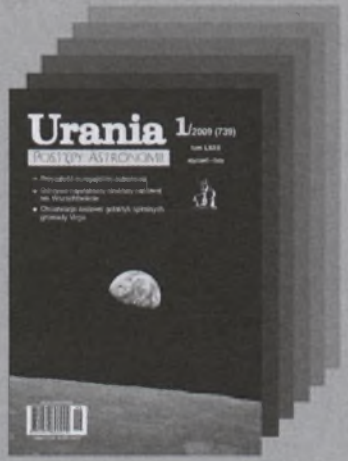
Żartobliwe akcenty znajdziemy również w „Planetoidzie 2006 Polonskaya", która wyrosła z zauroczenia postacią Heleny Kazimierczak-Połońskiej. Warto tu wspomnieć o ciekawym zabiegu formalnym kompozytorki, mianowicie rozpisaniu kompozycji na dwa puzony, jako że planetoida owa okazała się być podwójną!

Ciekawie brzmi „Planetoida 11755 Paczynski", miniatura na puzon i kotły, napisana na cześć naszego wielkiego astronoma-rodaka krótko po jego śmierci (2007 r.).

Osobny rozdział w „planetoidalnej" twórczości Magdaleny Cynk stanowią trzy planetoidy poznańskie: „Kryszczyńska", „Michałowski", „Kwiatkowski" (nazwiska poznańskich astronomów). Są to wiwaty, stylizowane tańce ludowe, w których skrzypcom towarzyszą inne instrumenty, te same, które grają w kolejnym dziele artystki — „Planetoidzie 2246 Bowell". Ten zabieg wynika z faktu wspólnego wykonania tych czterech kompozycji. Postać prof. Edwarda Bowella nie wymaga chyba w tym miejscu prezentacji. Kompozycja poświęcona temu niestrudzonemu łowcy planetoid ma specjalny charakter. Jest to utwór czterofazowy w formie tanga z narastającym tempem, co ma w założeniu autorki oddawać grozę sytuacji, jaką stwarzają planetoidy killery. Użyte instrumentarium to skrzypce, wiolonczela, klarnet i puzon.

Najbardziej rozbudowane instrumentarium posiada tegoroczna „Planetoida 12999 Toruń", będąca potężnie brzmiącym utworem symfonicznym, którego prawykonanie odbyło sie 20 lutego w ramach inauguracji Międzynarodowego Roku Astronomii. Utwór został wykonany przez Toruńską Orkiestrę Symfoniczną pod batutą Rubena Silvy (mieszkającego w Poznaniu dyrygenta boliwijskiego pochodzenia). Zadedykowany rodzinnemu miastu, stanowi autorską wizję Kosmosu wyłaniajacego się z początkowego chaosu, zdominowanego ruchem obrotowym, z wybuchami, szumami i całym tym kosmicznym zgiełkiem znanym każdemu miłośnikowi astronomii. Z toruńskim prawykonaniem tego dzieła związana jest pewna anegdota. Mianowicie w końcowej partii utworu, zamiast pompatycznego głosu dzwonów rurowych, odezwał się delikatny dźwięk dzwonków chromatycznych. Z racji gęstej faktury dźwiękowej i emocji towarzyszącej muzyce nie zauważyła tego nawet sama kompozytorka.

Jacek Drążkowski



INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII–PA

Prenumerata na rok 2009 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł. Cena pojedynczego zeszytu 10,90 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160220200000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
telefon: 0-56 611 3014; fax 0-56 611 3008

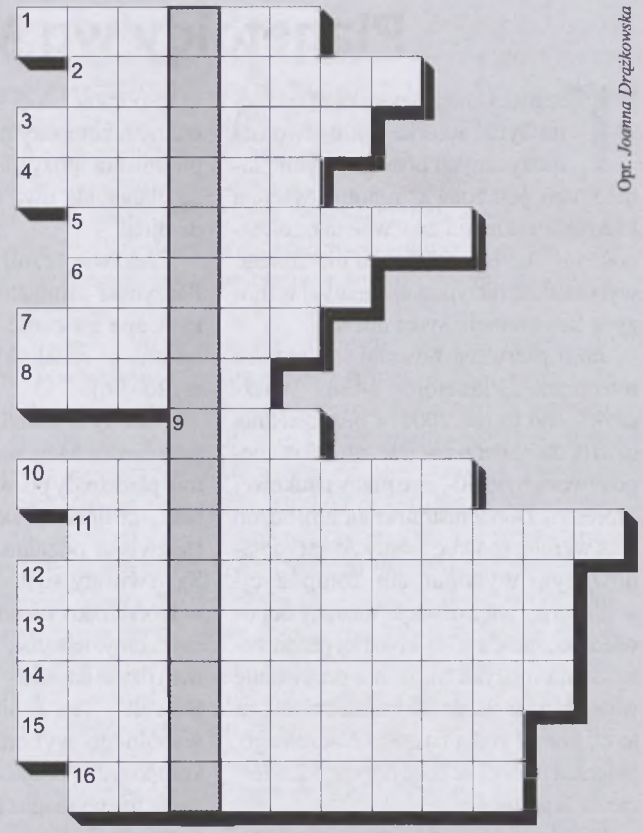
Kupon konkursowy Urania-PA 4/2009

W „Uranii–PA" nr 2/2009 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło ROK ASTRONOMII. Nagrody książkowe wylosowali **Andrzej Skoczewski** z Tarnowa i **Mirosława Wyszomirska** z Wrocławia.

A oto hasła pomocnicze do rozwiązania nowej krzyżówki:

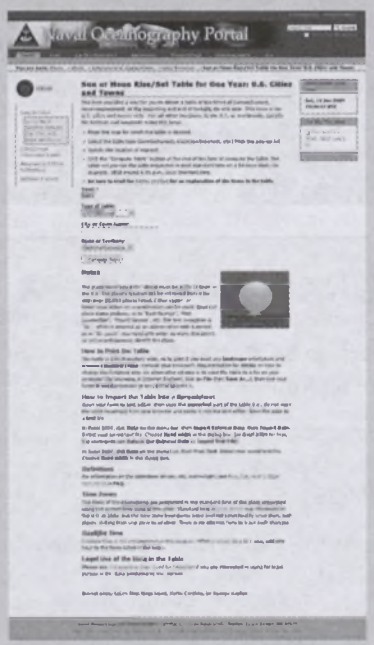
1) Pionier radioastronomii
2) Tam powstaje ALMA
3) Odkrył zmienność ε Aurigae
4) Kierowany przez prof. Bowella program poszukiwania obiektów zagrażających Ziemi
5) Po raz ostatni poleciał naprawiać Hubble'a
6) Rakieta, która wyniosła poza Ziemię Herschela i Plancka
7) „Okulary" Hubble'a
8) Zmarły niedawno profesor UWM
9) Ciekły jest używany do chłodzenia instrumentów astrofizycznych
10) Czerwona gwiazda w Orionie
11) Środek masy układu
12) Dział nauki zajmujący się trzęsieniami ziemi
13) Zakres fal elektromagnetycznych dłuższych niż widzialne
14) Planetoida nosząca nazwisko poznańskiego astronoma
15) Źródło astrofizycznych informacji
16) Jedna z jasnych planetoid

Na rozwiązania czekamy do końca września 2009 r. Osoby nie będące prenumeratorami „Uranii–PA" muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną. Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosujemy książki o tematyce astronomicznej.



Opr. Joanna Drążkowska

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA" 2/2009: 1. Cesarsky, 2. Meteorite, 3. Krab, 4. Hobart, 5. Masery, 6. MoveTwo, 7. Ciurla, 8. Contour, 9. Średniawa, 10. Kosmos, 11. Mars, 12. Miryda, 13. Spirit.



Ciekawe strony internetowe...

Powszechny dostęp do coraz lepszych komputerów i oprogramowania powoduje, że powoli zapominamy o kalendarzach astronomicznych zawierających informacje o wschodach i zachodach ciał niebieskich czy zaćmieniach Słońca i Księżyca. Podstawowym, referencyjnym wydawnictwem w tej dziedzinie jest „The Astronomical Almanac", z którym zetknęli się pewnie niektórzy z naszych Czytelników. Dziś proponuję odwiedziny czterech miejsc:

1) http://www.usno.navy.mil/USNO/astronomical-applications
2) http://www.usno.navy.mil/USNO/astronomical-applications/data-services
3) http://www.usno.navy.mil/USNO/astronomical-applications/astronomical-information-center
4) http://asa.usno.navy.mil/

Związane są one z tzw. Astronomical Almanac Online — wersją internetową wspomnianego powyżej wydawnictwa. Nie jest to kopia wersji papierowej, lecz raczej jej uzupełnienie — niekiedy otrzymujemy dodatkowe informacje lub dane o większej dokładności czy animacje zaćmień, których raczej nie znajdziemy w wersji papierowej. Chociaż czwarty adres związany jest bezpośrednio z almanachem, to najwięcej szczegółowych danych znajdziemy pod drugim. Rachunki można przeprowadzić dla około 22 tysięcy miejscowości w Stanach Zjednoczonych bądź dowolnego punktu na powierzchni Ziemi, podając jego współrzędne. Z kolei pod trzecim adresem znajdziemy szereg informacji dotyczących podstawowych zjawisk astronomicznych. Pod adresami 1–3 z prawej strony znajdziemy zegar czasu rzeczywistego (w tym wypadku UTC) oraz odnośnik do zjawisk i obiektów widocznych na niebie w danym tygodniu. (*rs*)

Fizyka w Szkole

dwumiesięcznik dla nauczycieli fizyki

na wszystkich poziomach nauczania i w różnych typach szkół

- Informuje o najnowszych osiągnięciach fizyki i astronomii, jak i o historii rozwoju tych dyscyplin.
- Przedstawia aktualne zagadnienia z różnych dziedzin fizyki.
- Prezentuje eksperymenty, doświadczenia i nowoczesne metody nauczania.
- Proponuje aktywne formy pracy z uczniem, połączone z szeroko pojętą integracją międzyprzedmiotową.
- Zamieszcza testy, zadania z konkursów i olimpiad, przykłady doświadczeń możliwych do wykonania w warunkach szkolnych.
- Upowszechnia informacje o nietypowych formach aktywizacji uczniów, imprezach, szkolnych konkursach.
- Współpracuje z naukowcami renomowanych uczelni i instytutów, z nauczycielami i metodykami.

Prenumerata:
tel. (022) 244 84 78, fax (022) 244 84 76
e-mail: prenumerata@raabe.com.pl

www.edupress.pl

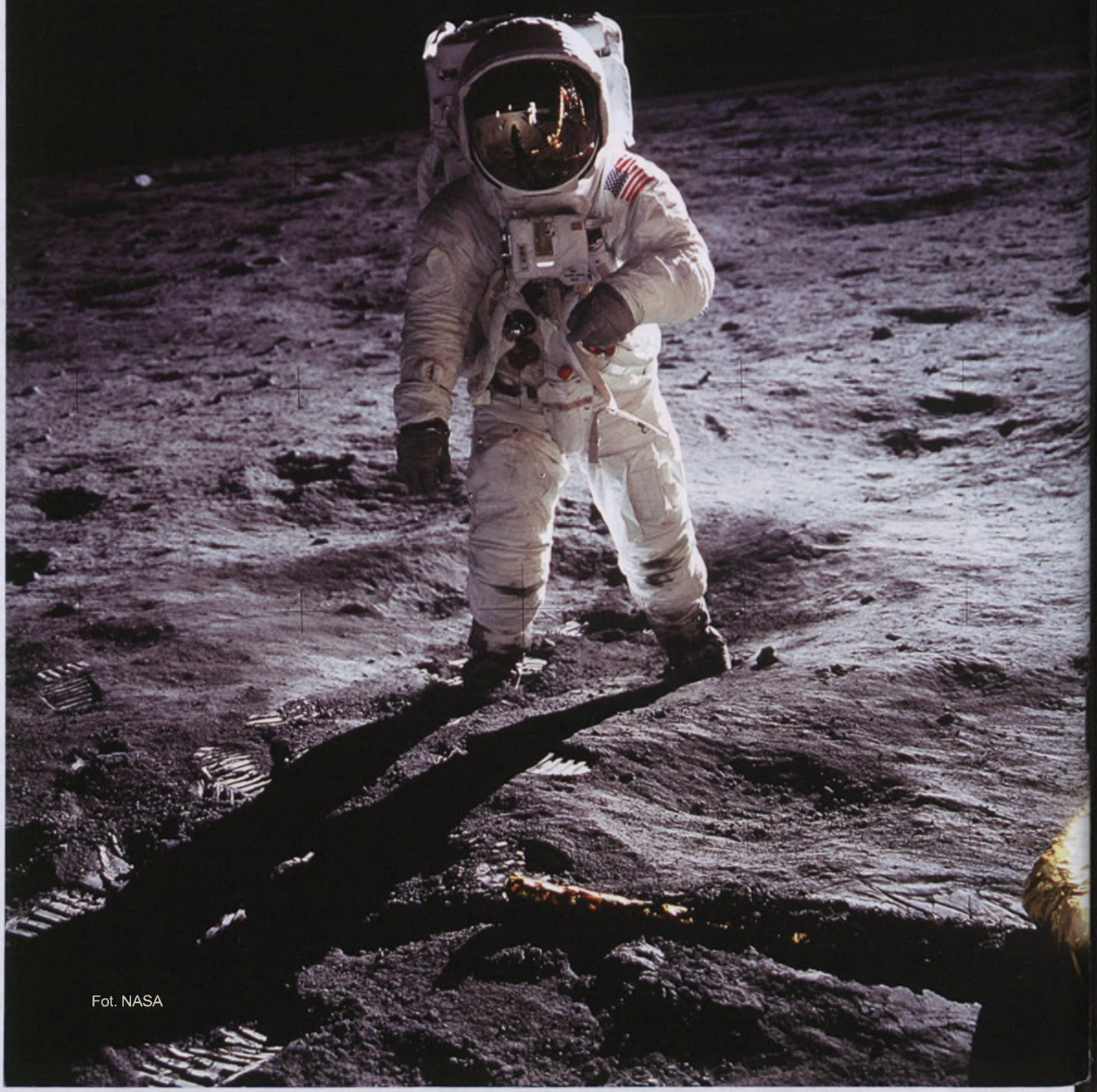
40. rocznica lądowania na Księżycu

20 lipca 1969 r. na Księżycu wylądował pierwszy załogowy pojazd kosmiczny. Członkami misji byli: Neil Armstrong — dowódca, Edwin Aldrin, pilot modułu księżycowego i Michael Collins, pilot modułu załogowego.

Rakieta Saturn V wraz ze statkiem wystartowała z przylądka Canaveral 16 lipca 1969. Całość ważyła 3000 ton, mierzyła 111 m. Po 3 dniach statek wszedł na orbitę Księżyca. Collins pozostał w module załogowym, a Armstrong wraz z Aldrinem w module księżycowym *Orzeł* wylądowali na Księżycu na Mare Tranquillitati (Morze Spokoju). Armstrong jako pierwszy postawił stopę na Srebrnym Globie i wypowiedział słynne słowa: „Jest to mały krok człowieka i wielki krok ludzkości".

Pierwszy księżycowy spacer zgromadził przez telewizorami około 600 milionów ludzi, 20% mieszkańców Ziemi. Astronauci przeprowadzili badania naukowe, zebrali ok. 20 kg skał i umieścili na powierzchni tabliczkę: „W tym miejscu ludzie z planety Ziemia po raz pierwszy postawili stopę na Księżycu. Lipiec 1969. Przybywamy w pokoju dla dobra całej ludzkości". Następnie moduł księżycowy wystartował z powierzchni i połączył się z modułem załogowym. 24 lipca statek wszedł w ziemską atmosferę i bezpiecznie opadł do Oceanu Spokojnego.

Po Księżycu chodziło do tej pory 12 ludzi. W 1972 *Apollo 17* była ostatnią misją załogową. Następnie zainteresowanie Księżycem osłabło na rzecz eksploracji Wenus i Marsa. W ciągu ostatnich 20 lat Srebrny Glob badały sondy bezzałogowe: Hiten (1990, Japonia), Clementine (1994, USA), Lunar Prospector (1999, USA), SMART-1 (2003, ESA), Chang'e-1 (2007, Chiny), Kaguya (2007, Japonia), Chandrayaan-1 (2008, Indie), Lunar Reconnaissance Orbiter (2009, USA). USA planuje powrócić na Księżyc w misji załogowej do 2020 r.



Fot. NASA

Urania

Postępy Astronomii

5/2009 (743)

tom LXXX

wrzesień—październik

- Księżyc, ludzie i słowa
- O ciemnej materii Wszechświata…
- ELT — przyszłość astronomii optycznej?
- Kosmologiczny kalkulator

ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT

MIĘDZYNARODOWY ROK ASTRONOMII 2009

ISSN 1689-6009

Cena 10,90 zł (0% VAT)

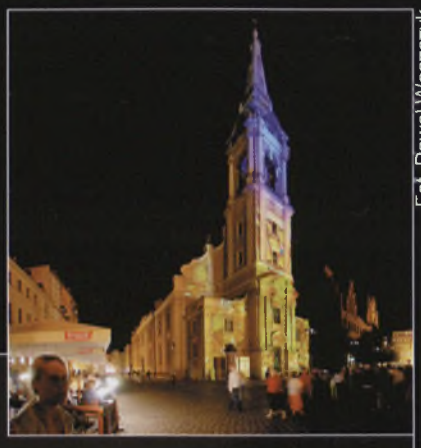
w Toruniu w dzwony bito…

Patrz tekst na s. 201

Dr hab. Maciej Mikołajewski z CA UMK, rzecznik prasowy i koordynator Festiwalu Tournée de Carillon, prof. Andrzej Kus, dyrektor CA UMK oraz Grzegorz Szychliński z Gdańska, prezes Polskiego Stowarzyszenia Carillonowego

Fot. Andrzej Kępa, Iwona Rzeszotek, Karolina Zawada

Na carillonie gra toruńska kompozytorka i od niedawna carillonistka Magdalena Cynk



Fot. Paweł Woszczyk

…i światłami zadziwiano

Patrz tekst na s. 202

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

fot. A. Dłuksza-Wiśniewska

Podobnie, jak dotychczasowe zeszyty URANII, w tym niezwykłym dla nas Roku, zaczynamy od omówienia wydarzeń Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce. W miarę postępującego czasu, imprez specjalnie przygotowanych dla zwrócenia uwagi na otaczający nas świat gwiazd i galaktyk przybywa i mają bardzo zróżnicowany charakter. Nie potrafimy nawet zmieścić się w jednym numerze, by przedstawić Państwu wszystkie otrzymane relacje i część z nich pozostawiamy do następnego. W tym zeszycie omawiamy wydarzenia w Małopolsce, Dąbrowie Górniczej, Toruniu, Gdańsku i Olsztynie. Są to różne konkursy, wystawy, koncerty i widowiska. W Toruniu rozegrał się kilkudniowy Festiwal Światła, a przygotowuje się koncert pt. „Muzyka sfer" wraz z konferencją naukową na temat oddziaływania muzyki na zdrowie człowieka.

W związku ze zbliżającym się Zjazdem PTA przypominamy zaproszenie Prezesa dla wszystkich zainteresowanych astronomią oraz program naukowy Zjazdu. Zdradzamy nawet nazwiska tegorocznych laureatów nagród Towarzystwa i składamy im serdeczne gratulacje.

Czy pamiętacie Państwo o konkursie „Uranii" na najciekawsze obserwacje astronomiczne?

A kto z Państwa wie, że Galileusz nie był pierwszym człowiekiem, który obserwował niebo przez lunetę i wykonał mapę Księżyca? Piszemy o tym na s. 227.

Powracamy jeszcze do 40. rocznicy lądowania człowieka na Księżycu. Przypominamy historyczne przemówienie Prezydenta Kennedy'ego ogłaszające cel i termin lotu na Księżyc, słowa zachwytu i gratulacji wypowiedziane przez ówczesnych przywódców państw oraz inne sławne osoby po wylądowaniu Amerykanów na Srebrnym Globie.

Ciemna materia we Wszechświecie to przedmiot wielkiego zainteresowania astronomów obecnej doby. O niektórych aspektach jej występowania pisze Marek Abramowicz z Göteborga. Artykuł powstał na podstawie referatu wygłoszonego w CAMK-u w dniu żydowskiego święta Purim i stąd pomysł przybliżenia zwyczajów tego święta P.T. Czytelnikom „Uranii". Stąd też współautorstwo brata Marka, Mieczysława Abramowicza z Gdańska, doskonałego znawcy zwyczajów żydowskich.

Na początku Międzynarodowego Roku Astronomii Europejskie Obserwatorium Południowe ESO podjęło decyzję o budowie Ekstremalnie Wielkiego Teleskopu optycznego (ELT), którego średnicę określono na 42 m. Maja Kaźmierczak, doktorantka astronomii z Torunia, aktualnie przebywająca w ESO, przybliża nam ten projekt i pokazuje niezwykłe znaczenie tego olbrzymiego teleskopu dla przyszłości badań astronomicznych.

Jak przesunięcie ku czerwieni, np. $z = 7$ *nowo odkrytego wybuchu gamma albo kwazara zrozumieć w kategorii odległości takiego obiektu od nas czy wieku Wszechświata w chwili tej emisji? O tym pisze Krzysztof Bolejko z CAMK-u i uczy nas posługiwania się kosmologicznym kalkulatorem.*

Bogate są Rozmaitości *w bieżącym numerze. Piszemy o zderzeniu Jowisza chyba z planetoidą, o przeglądzie galaktyk w 6-stopniowym polu, o wyprawie polskich astronomów i miłośników astronomii do Chin na zaćmienie Słońca itp.*

W Astronomii w Szkole *proponujemy nauczycielom fizyki z astronomią szerokie wykorzystywanie projektu mikroobserwatorium.*

Niestety, znowu musimy żegnać Kolegę. 8 czerwca 2009 r. zmarł w Toruniu dr Bernard Krygier, radioastronom-kosmolog toruński.

W Recenzji *omawiamy skrypt akademicki Krzysztofa Gęsickiego wydany w Toruniu dla studentów astronomii, ale bardzo polecany przez Recenzenta wnikliwym miłośnikom astronomii.*

Doktor Tomasz Ściężor, jak zwykle opracował szczegółowy „kalendarz astronomiczny" już na listopad i grudzień 2009 r., a Jacek Drążkowski tradycyjnie napisał felieton muzyczny. Jego córka Joanna wyspecjalizowała się w krzyżówkach, a Roman Schreiber w wyszukiwaniu ciekawych stron internetowych.

Życzę Państwu przyjemnej lektury

BIBLIOTEKA
Uniwersytecka
w TORUNIU

Toruń, w sierpniu 2009

XXXIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

Kraków,14—18 wrzesień 2009 (www.pta.edu.pl)

Prezes PTA zaprasza wszystkich zainteresowanych astronomią do uczestnictwa w Zjeździe Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Krakowie.

Program zjazdu

Poniedziałek — 14 września

13.00 Otwarcie Zjazdu połączone z wręczeniem nagród i medali nadawanych przez PTA
— Nagroda Młodych
— Medal im. Zonna
— nagrody dla laureatów konkursu za prace astronomiczne (A. Janiuk)
14.15 R. Wielebiński „Nowoczesna astronomia wobec tajemnic Wszechświata"
15.00 Sesja 1 — Aktywne jądra galaktyk — P. Życki
16.00 Przerwa
16.30 M. Abramowicz „Efekty relatywistyczne w astrofizyce"
17.15 Sesja 2a AUGER i promieniowanie kosmiczne — H. Wilczyński
18.00 Sesja 2b Projekt OGLE — przegląd wyników — A. Udalski
19.00 Koniec
19.30 Kolacja powitalna

Wtorek — 15 września

09.15 J.P. Lasota „Układy akrecyjne z czarnymi dziurami"
10.00 Sesja 3 Modelowanie numeryczne — M. Hanasz
11.00 Przerwa
11.30 Sesja 4a Kosmologia — E. Łokas
12.15 Sesja 4b Zjawiska na Słońcu — M. Tomczak
13.00 Przerwa na obiad
15.15 M. Heller „Fundamentalne problemy kosmologii kwantowej"
16.00 Sesja 5 Radioastronomia — K. Chyży
17.00 Przerwa
17.30 Sesja 6 Małe ciała Układu Słonecznego — T. Kwiatkowski
18.15 Koniec sesji
19.00 — 21.00 Sesja plakatowa — kolacja

Środa — 16 września

09.15 S. Ruciński „Wyniki naukowe satelity MOST"
10.00 Sesja 7 Instrumentarium i projekty obserwacyjne polskiej astronomii — J. Ziółkowski
11.00 Przerwa
11.30 Sesja 8a Projekty obserwacyjne na małe teleskopy — G. Pojmański
12.15 Sesja 8b Sejsmologia gwiazd — A. Pamyatnych
13.00 Przerwa na obiad
15.15 K. Górski „Wyniki WMAP"
16.00 Zebranie plenarne (w trakcie zebrania 15 min info K. Stępnia o pracach Rady Nauki, reformach nauki i działaniu systemu grantów)
19.00 Koniec zebrania
20.00 Uroczysta kolacja

Czwartek — 17 września

09.15 M. Konacki — „Planety pozasłoneczne"
10.00 Sesja 9 Projekty H.E.S.S. i MAGIC — przegląd wyników — W. Bednarek
11.00 Przerwa
11.30 Sesja 10a — Pulsary: od fal radiowych do promieni gamma — J. Gil
12.15 Sesja 10b INTEGRAL — przegląd wyników — A. Zdziarski (50 min)
13.00 Przerwa na obiad
15.15 P. Artymowicz (?) „Tworzenie układów planetarnych"
16.00 Sesja 11 Astrofizyczne dżety w skalach od mikro do makro — L. Stawarz
17.00 Zamknięcie Zjazdu

Piątek — 18 września

Wycieczki:
1. Obserwatorium na Lubomirze
2. Wycieczka po interesujących miejscach w Krakowie lub nieturystycznych ciągach sal w Wieliczce

Miejsce:
Centrum Konferencyjne Uniwersytetu Jagiellońskiego
Instytut Studiów Polonijnych UJ
ul. Jodłowa 13
30-252 Kraków
www.adm.uj.edu.pl/dg/przegorz

Kontakt z Organizatorami Zjazdu:
Przewodniczący LKO prof. Michał Ostrowski,
m.ostrowski@oa.uj.edu.pl, tel. 012 425 14 57 wew. 46

Redakcja „Urani–Postępów Astronomii" prosi wszystkich P.T. Autorów referatów o ich formę pisemną w celu opublikowania jako artykułu w naszym piśmie.

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączenia się **„Uranii"** (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Nakład: 1700 egz.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Karolina Zawada, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 611 30 08
Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl
urania@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.pta.edu.pl
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2009 kosztuje 54 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10,90 zł.

Wydawca:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: pta@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: ptma.astronomia.pl

Numer zamknięto w sierpniu roku 2009

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009:

197 *„Wszechświat piękny jak malowanie", „Nie uwierzysz, co widziałem..."*
199 *Pokazy astronomiczne w Dąbrowie Górniczej*
200 *Wystawa „Wszechświat z Ziemi" w Olsztyńskim BWA*
201 *A w Toruniu i Gdańsku w dzwony bito...*
202 *Festiwal Światła Skyway'09 w Toruniu*
220 *Muzyka sfer muzyką dla pokoju*

204 ***Księżyc, ludzie i słowa***
Wiesław Krajewski
Lot człowieka na Księżyc zawdzięczamy wyścigowi zbrojeń i atmosferze rywalizacji między wielkimi mocarstwami. Sukcesy kosmonautyczne Związku Radzieckiego tak rozwścieczyły przywódców amerykańskich, że postanowili przedstawić swemu narodowi i światu szaleńczy projekt: nie mając praktycznie żadnego doświadczenia w lotach wokół Ziemi, Amerykanie zapowiadają lądowanie człowieka na Księżycu. I dokonują tego! Przypomnijmy sobie, jak świat cały zachwycał się tym wyczynem, jak reagowali przywódcy państw i narodów

208 ***O ciemnej materii Wszechświata w dniu święta Purim***
Marek Abramowicz, Mieczysław Abramowicz
Czy hipotetyczna ciemna materia w naszej Galaktyce może się składać z małych, pierwotnych czarnych dziur? Wynik analizy Autora jest negatywny, ale ciekawe, dlaczego tak jest? Autor przedstawia swoje rezultaty w dniu święta żydowskiego Purim, ponadto uczeni izraelscy mieli duży wkład w badanie ciemnej materii. Jest to pretekstem do pokazania kultury tego narodu i splotu zjawisk zachodzących między obyczajami, tradycją a nauką

212 ***ELT — przyszłość astronomii optycznej?***
Maja Kaźmierczak
Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) podjęło decyzję: buduje teleskop 42 m. Autorka przybliża nam jego koncepcję i pokazuje, jak wielkie będzie miał znaczenie ten instrument dla przyszłości badań astronomicznych

217 ***Kosmologiczny kalkulator***
Krzysztof Bolejko
Jak przejść od przesunięcia ku czerwieni z do odległości? Jak wyznaczyć wiek Wszechświata? Autor przybliża nam swoisty kosmologiczny kalkulator i pomaga zrozumieć jego działanie

w kolorze: W Toruniu... (*o.II*); Galeria Uranii (*w.I, IV*); Struktury wielkoskalowe w Lokalnym Wszechświecie (w.II-III); Iapetus (*o.IV*)
rozmaitości: *Nowa plama na Jowiszu* (*222*); *Six-Degree Field Galaxy survey* (*222*); *Obserwacje zaćmienia Słońca 2009 w Chinach* (*223*)
PTA informuje: *XXXIV Zjazd PTA* (*194*); *Nagrody PTA* (*203*)
226 ***in memoriam:*** *Bernard Krygier* (*1933—2009*)
227 ***sylwetki Uranii:*** *Thomas Harriot* (*1560—1621*)
228 ***astronomia w szkole:*** *Projekt MicroObservatory jako sojusznik nauczyciela fizyki*
230 ***kalendarz astronomiczny 2009:*** *Listopad — grudzień*
238 ***recenzje:*** *Krzysztof Gęsicki, Fizyka otoczek wokółgwiazdowych*
239 ***astronomia i muzyka:*** *Powrót kosmicznych opowieści Marka B.*
240 ***relaks z Uranią:*** *Krzyżówka*
240 ***ciekawe strony internetowe***

NA OKŁADCE

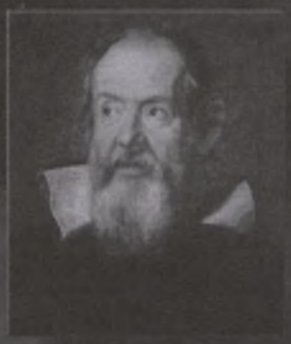
Jak wygląda gwiazda w trakcie formowania? Przykładem jest zmienna T Tauri, widoczna jako jasna, pomarańczowa gwiazda na prezentowanym na okładce zdjęciu. Otaczający ją żółty kosmiczny obłok pyłu nosi nazwę mgławicy zmiennej Hinda (NGC 1555/1554). Położone na brzegu obłoku molekularnego w odległości 400 lat św. od nas zarówno mgławica, jak i gwiazda wykazują znaczącą zmienność jasności, lecz niekoniecznie w tym samym rytmie. T Tauri uważane są za młode, podobne do Słońca gwiazdy we wczesnych fazach formowania. Obserwacje w podczerwieni wskazują, że T Tau jest częścią układu wielokrotnego gwiazd. Przedstawiony na okładce obraz rozciąga się na 4 lata św.
Fot. T. Rector (U. Alaska Anchorage), H. Schweiker, WIYN, NOAO, AURA, NSF

MIĘDZYNARODOWY ROK
ASTRONOMII 2009

IAU
POLAND
NATIONAL NODE

ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT

malopolska.astronomia2009.pl



Czterysta lat temu Galileusz po raz pierwszy skierował w niebo lunetę astronomiczną.
Odtąd Człowiek w poznawaniu świata przełamał słabość swych zmysłów.
Nauka weszła na nieosiągalne dotąd dla Człowieka obszary.
Rozpoczęła się era nowoczesnej astronomii.

Galileusz jako pierwszy człowiek dostrzegł kratery księżycowe, satelity Jowisza, pierścienie Saturna, fazy Wenus, wirowanie Słońca i inne zjawiska potwierdzające teorię Kopernika. Ziemia przestała być centrum Wszechświata a stała się zaledwie jego drobnym elementem.

W roku 2009 i Ty możesz zostać Galileuszem a Wszechświat czeka aż go odkryjesz.

Galileusz

Czterysta lat temu Johannes Kepler opublikował swoje prawa ruchu planet, nad którymi od stuleci biedzili się jego poprzednicy.
Z opisu świata znikają kryształowe sfery, epicykle i deferenty a zamiast nich pojawia się geometria i matematyka.
Takie podejście pozwoliło Newtonowi sformułować pierwsze z praw fizyki - - Prawo Powszechnego Ciążenia. Matematyka stała się językiem fizyki a obserwacja astronomiczna ostatecznym sprawdzianem dla teorii

Kepler

Dziewięćdziesiąt lat temu Eddington zaobserwował, że olbrzymia masa Słońca ugina bieg promieni świetlnych dokładnie tak jak przewidział to Einstein
Dzięki Teorii Względności można badać ewolucję Wszechświata a nie tylko jego stan obecny. Człowiek poznaje historię Wszechświata oraz jego przyszłość.

Czy ludzkie poznanie ma jakieś granice?

Einstein

Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego,
Instytut Fizyki Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie oraz
Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach
serdecznie zapraszają na cykl imprez Międzynarodowego Roku Astronomii 2009.
W programie:
dzienne pokazy Słońca, nocne pokazy nieba, wykłady popularnonaukowe,
konferencje i warsztaty, konkursy i wiele innych.
Więcej informacji: www.as.up.krakow.pl/2009 rok2009@as.up.krakow.pl

OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO

MOA

Obserwatorium na Suhorze

Województwo Małopolskie

CRACOVIA

TVP KRAKÓW

DZIENNIK POLSKI

eduhacyjny KRAKÓW

IAU

PAN Komitet Astronomii Polskiej Akademii Nauk

RADIO KRAKÓW

magiczny KRAKÓW

„Wszechświat piękny jak malowanie”

Zapraszamy do zwiedzania wystawy prac plastycznych, zgłoszonych do ogólnopolskiego konkursu „Wszechświat piękny jak malowanie” przez uczniów szkół podstawowych. Wystawa obejmuje jedynie około 10% spośród około 1800 wszystkich prac zakwalifikowanych do konkursu.

Zapraszamy do odwiedzania wystawy, a wszystkich uczniów zachęcamy do udziału w kolejnych konkursach, przygotowanych w ramach obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii 2009. Między innymi: „Zegary Słoneczne”, „Na tropach astronomii”, „Nazywam się Galileusz”.

Można zobaczyć wszystkie prace uczniów wyróżnionych oraz losowo wybrane prace innych uczestników konkursu. Wystawa dostępna jest dla zwiedzających od 7 lipca do 19 września 2009 r., w budynku Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie przy ulicy Podchorążych 2. Wstęp wolny.

Konkurs został zorganizowany przez Instytut Fizyki i Wydział Sztuki Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie we współpracy z portalem „czasdzieci.pl”

Internauci mogą również odwiedzić galerie umieszczone pod adresami:

http://www.as.up.krakow.pl/2009/k-plastyczny/nagrody — prace nagrodzone;

http://www.as.up.krakow.pl/2009/k-plastyczny/prace/ — wszystkie prace.

Prace uczniów będą oglądać między innymi uczestnicy zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, jaki odbędzie się we wrześniu w Krakowie.

Więcej informacji można znaleźć na stronach:

www.malopolska.astronomia2009.pl

„Nie uwierzysz, co widziałem...”

Uwierzymy! Tylko opowiedz nam o tym. Interesują nas tematy astronomiczne. Chętnie przeczytamy o wycieczce, którą odbyłeś do obserwatorium, do planetarium, do muzeum... A może byłeś na obozie astronomicznym lub po prostu znalazłeś czas, aby wybrać się tam, gdzie dobrze widać gwiazdy? Może porwiesz nas opowieścią o pamiątkach związanych ze sławnym astronomem, który mieszkał w twojej okolicy? Oglądałeś meteoryt lub miejsca jego spadku?

Z zaciekawieniem dowiemy się, że podczas spaceru zauważyłeś stary zegar słoneczny ukryty za bluszczem na ścianie kościoła. Przypominamy, że dokładniejsze zbadanie zegara pozwala na wystartowanie w konkursie „Zegary Słoneczne”, który ma na celu stworzenie katalogu zegarów słonecznych w naszym kraju.

Nie zwlekaj. Zostań reporterem. Napisz reportaż i wyślij go do nas! A może będziesz miał okazję zobaczyć tegoroczne zaćmienie słońca? Podziel się swoimi spostrzeżeniami i przeżyciami, pochłoniemy Twoją relację! Czekamy na Wasze reportaże!

Weźmy na przykład taki Kraków... Czy zwiedzając to królewskie miasto można znaleźć ślady astronomii? Oczywiście, że tak! Trzy obserwatoria astronomiczne, pięć pomników Kopernika, zbiory muzealne, kolekcje meteorytów — to wszystko możesz znaleźć w naszym mieście. Ocenimy wszystkie prace i przyznamy nagrody w dwóch kategoriach: „Kraków i okolice” oraz „Reszta Świata”.

Konkurs przeznaczony jest dla wszystkich uczniów. Prace konkursowe w formie dokumentów MSWord prosimy przysłać na adres

rok2009@astro.as.up.krakow.pl

do 15 października 2009, z dopiskiem

„Na tropach astronomii" w temacie wiadomości. Reportaże mogą być zilustrowane fotografiami wykonanymi przez Autora. Pomoc rodziców i nauczycieli wskazana i mile widziana! Prosimy jedynie o ograniczenie się do 10 stron A4. Najlepsze prace zostaną nagrodzone, a ich autorzy otrzymają teleskopy, albumy, mapy i książki astronomiczne. Wszystkie prace opublikujemy w Internecie. Więcej informacji znajdziesz na stronach:

www.malopolska.astronomia2009.pl

Regulamin konkursu

Organizatorem konkursu „Na tropach astronomii" jest Instytut Fizyki Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie.

Uczestnikami konkursu mogą być uczniowie wszystkich rodzajów szkół.

Prace konkursowe składające się z ankiety i zdjęcia należy wysłać na adres e-mailowy:

rok2009@astro.as.up.krakow.pl

z dopiskiem „Na tropach astronomii" w temacie wiadomości.

Prace należy przysyłać do 15 października 2009 roku.

Ankieta w formacie MSWord (rtf lub doc) powinna być nazwana tak jak nazwisko uczestnika (np.: kowalski.rtf).

Dane adresowe zawarte w ankiecie zostaną wykorzystane jedynie w celu przesłania nagród laureatom.

Zdjęcie zegara słonecznego powinno zostać wykonane samodzielnie przez uczestnika konkursu.

Zdjęcie powinno być wklejone do pliku z ankietą oraz przysłane jako osobny plik graficzny (formaty gif lub jpg). Wymagana zdolność rozdzielcza 640×480 lub lepsza. Nazwa pliku powinna być taka, jak nazwa pliku ankiety, z pominięciem polskich znaków diakrytycznych w literach ą, ć, ę, ó, ł, ń, ó, ż, ź.

Przysłanie zdjęć konkursowych jest jednoznaczne ze zgodą autora (lub jego prawnych opiekunów) na publikację zdjęcia w Internecie oraz na wykorzystanie zdjęcia do innych celów edukacyjno-dydaktycznych związanych z obchodami Międzynarodowego Roku Astronomii 2009.

Reportaż będzie opublikowany w Internecie na stronach Międzynarodowego Roku Astronomii 2009.

Organizator konkursu powoła jury konkursowe, w skład którego wejdą pracownicy Obserwatorium Astronomicznego na Suhorze, Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego, przedstawiciele komitetu organizacyjnego MRA2009 i Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.

Spośród prac spełniających wymagania konkursowe jury wskaże zdobywców 1, 2 i 3 miejsca oraz kilkudziesięciu wyróżnionych laureatów w dwóch kategoriach: „Kraków i okolice" i „Reszta Świata".

Nagrody konkursowe (teleskopy astronomiczne Celestron, lunety astronomiczne „Galileoskop") zostaną wysłane drogą pocztową na adres uczestnika konkursu.

Lista nagrodzonych osób zostanie opublikowana stronach internetowych MRA2009.

Decyzje jury są ostateczne.

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł
cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł
1/4 s.: 200,00 zł
1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł".

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

Teleskopowe pokazy Słońca prowadzi Dariusz W. Nelle

Andrzej Kwinta demonstruje teleskop Newtona 200/1000

Pokazy astronomiczne w Dąbrowie Górniczej

W Dąbrowie Górniczej w ramach obchodów Dni Miasta Dąbrowy Górniczej oraz Międzynarodowego Roku Astronomii 2009, Dąbrowskie Koło Miłośników Astronomii i Astronautyki im. St. R. Brzostkiewicza przygotowało specjalny program popularnonaukowy.

W dnich 30—31 maja zorganizowaliśmy w Parku Hallera, w ramach imprez towarzyszących, teleskopowe pokazy Słońca w świetle białym i w liniach wodoru Hα oraz demonstrację działania przyrządów kosmograficznych, takich jak tellurium. Zebrani poznali budowę i zasady działania tradycyjnego teleskopu Newtona o parametrach 200/100 na montażu EQ-6.

Mieszkańcy Dąbrowy Górniczej mogli podziwiać wybuchy słoneczne. Wieczorem w Dąbrowskim Obserwatorium Astronomicznym w Zespole Szkół nr 1 oglądano nocne niebo, Księżyc oraz planetę Saturn przez 0,5 m teleskop Cassegraina.

Teleskopowe pokazy przygotowali panowie: Dariusz W. Nelle, założyciel i opiekun DKMA oraz A. Maciej Wojcik, Andrzej Kwinta i Marian Bombel.

Impreza była bardzo udana.

Dariusz W. Nelle

czytelnicy piszą...

Połączyła nas Urania

Szanowna Redakcjo „Uranii–PA"!

Z radością informujemy, że 8 sierpnia 2009 r. w Toruniu wzięliśmy ślub. Data i miejsce ślubu są dla nas szczególne, ponieważ rok 2009 jest Międzynarodowym Rokiem Astronomii, a Toruń miejscem urodzin Mikołaja Kopernika. Dodatkowo, gdy w dacie pominie się zera, otrzyma się dwie liczby: 88 i 29. 88 jest ulubioną liczbą Krysi i tyle też jest gwiazdozbiorów na niebie. 29 jest z kolei ulubioną liczbą Piotra. Ten szczególny dzień uczciliśmy pobytem w Obserwatorium Astronomicznym w Piwnicach. Oboje interesujemy się astronomią od dziecka, a poznaliśmy się listownie dzięki „Uranii–PA" przez ogłoszenie Piotra w nr 4(694)/2001. Na początku naszej znajomości pisaliśmy do siebie bardzo długie listy. Z czasem zaczęliśmy przeprowadzać wspólne obserwacje. Obecnie nadal poszerzamy swoją wiedzę astronomiczną i wykonujemy obserwacje (przede wszystkim Słońca). Krysia zbiera archiwalne numery „Uranii". Piotr studiuje astronomię na UMK. Pozdrawiamy serdecznie Redakcję „Uranii–PA" i bardzo dziękujemy, że dzięki Niej mogliśmy się poznać!

Krystyna (dawniej Jaskulska) i Piotr Wirkus

***Red.**: Młodej Parze życzymy wszystkiego najlepszego na nowej drodze życia i wielu wspólnych gwieździstych nocy.*

Krysia i Piotr Wirkus w Piwnicach. Fot. Maciej Frąckowiak

Szanowni Państwo,

Serdecznie dziękuję za nagrodę w postaci książki „Wielki początek"; dostałam też płytę DVD. Po pewnych pocztowych perypetiach wszystko do mnie dotarło.

Jestem pełna podziwu i uznania dla całej Redakcji za przekazywanie nam, skromnym miłośnikom astronomii, najnowszych wydarzeń i odkryć w tej dziedzinie.

Z poważaniem

Mirosława Wyszomirska
Wrocław

***Red.**: Dziękujemy Pani za miłe słowa. Są one dla nas dobrą motywacją do dalszych starań.*

Wystawa „Wszechświat z Ziemi”

Galeria Sztuki Współczesnej BWA w Olsztynie, 6 sierpnia — 4 października 2009

Rok 2009 ma dla astronomii znaczenie szczególne, w tym bowiem roku przypada 400 rocznica użycia przez Galileusza lunety do obserwacji nieba. Astronom ten jako pierwszy dostrzegł obiekty i zjawiska niedostępne wcześniej ludzkim oczom. Jego obserwacje stanowiły przełom w postrzeganiu i rozumieniu Kosmosu.

Z tej okazji, chcąc pokazać mieszkańcom Olsztyna i odwiedzającym nasze miasto turystom piękno Wszechświata, Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne wraz Galerią Sztuki Współczesnej BWA w Olsztynie podjęły się wspólnie organizacji wystawy „Wszechświat z Ziemi”. Wystawa, prezentowana w głównej sali olsztyńskiego BWA, przedstawia Wszechświat pozostający poza zasięgiem naszego wzroku. W ciekawej aranżacji wystawione jest kilkadziesiąt wielkoformatowych fotogramów oraz multimedia o tematyce astronomicznej — wyświetlane z kilku projektorów. Materiały te zostały wybrane z ogromnej kolekcji zdjęć wykonanych w różnych obserwatoriach astronomicznych na świecie za pomocą nowoczesnych metod astronomii obserwacyjnej. Przedstawiają one ciekawe obiekty i dramatyczne zdarzenia zachodzące w dalekich przestrzeniach. Wyłaniający się z nich obraz Kosmosu niesie ze sobą nie tylko przekaz informacyjny, ale posiada także ogromne walory estetyczne.

Dyrektor OPiOA Jacek Szubiakowski prezentuje gościom wysokiej jakości wielkoformatowy wydruk zdjęcia galaktyki spiralnej M51. Fot. Janusz Liżewski

Wystawa jest przygotowywana w ramach międzynarodowego projektu „From Earth to the Universe: the beauty of science”, http://www.fromearthtotheuniverse.org/index.php, udostępniającego nieodpłatnie prawa do wykorzystania dużej kolekcji fotogramów wykonanych przez autorów z obserwatoriów astronomicznych całego świata. Podobne wystawy odbywają się lub są planowane w innych krajach Europy i świata. Warto podkreślić, że wystawa olsztyńska będzie pierwszą z dwu wystaw, które w ramach wspomnianego projektu są planowane w Polsce. Kolejna z nich to zaplanowana na wrzesień plenerowa wystawa fotogramów na krakowskich plantach. Wernisaż wystawy „Wszechświat z Ziemi” odbył się 6 sierpnia 2009 r. w olsztyńskim BWA. Wystawa eksponowana będzie do 4 października bieżącego roku. Wstęp wolny.

Jacek Szubiakowski

Widok plansz z pięknymi obrazami obiektów astronomicznych

Wiele obiektów pokazanych jest w formie prezentacji multimedialnych

A w Toruniu i Gdańsku w dzwony bito...

Dla uczczenia Międzynarodowego Roku Astronomii, Polskie Stowarzyszenie Carillonowe zorganizowało w Toruniu i Gdańsku cykl recitali i koncertów Festiwalu „Tournée de Carillon 2009". Choć „Tournée" ograniczyło się tylko do wymienionych wyżej dwóch miast, to „bito" w dzwony gdańskiego carillonu mobilnego przez więcej niż tydzień, od niedzieli 26 do końca lipca w ramach „Tournée", a w dniach 1—2 sierpnia w Gdańsku w ramach „Gdańskiego Festiwalu Carillonowego". Całe przedsięwzięcie opatrzone zostało dodatkowo mianem „Festiwalu od Kopernika do Heweliusza".

Mobilny carillon gdański jest własnością Muzeum Historycznego Miasta Gdańska. Składa się z 48 dostrojonych dzwonów umieszczonych na platformie ciągniętej przez historyczny wóz strażacki. Premiera instrumentu odbyła się 24 maja 2009 r. na Długim Targu w Gdańsku. Wszystkie dzwony ważą prawie 5 ton (ściśle 4868 kg), najcięższy z nich waży 845 kg, a najlżejszy 9 kg.

Carillon przybył do Torunia w niedzielę 26 lipca 2009 r. i stanął w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach tuż pod 32-m radioteleskopem. W poniedziałek 26 lipca odbyła się jego oficjalna prezentacja społeczeństwu Torunia (oczywiście z konferencją prasową!), próby akustyczne carillonu i próby koncertów z orkiestrami. Niezwykłe wrażenie robiło spotkanie najcięższego akustycznego instrumentu muzycznego z radioteleskopem, który jest największym astronomicznym instrumentem badawczym w Polsce.

Główne koncerty festiwalowe nosiły tytuł „O obrotach". Tytuł był oczywiście zaczerpnięty z dzieła Mikołaja Kopernika „De Revolutionibus", a treść muzyczna stanowiła ilustrację heliocentrycznego modelu Układu Słonecznego. Wykorzystane w tych koncertach były „Planety" G. Holsta oraz „Muzyka sztucznych ogni" (jako Słońce) i „Muzyka na wodzie" (jako Ziemia) G.F. Haendla specjalnie zaaranżowane na tę okazję na carillon z dętą orkiestrą blaszaną. Planetoidy były reprezentowane przez dwie najnowsze kompozycje Magdaleny Cynk, „12999 Toruń" i „764 Gedania", stanowiące muzyczny ukłon dla rodzinnych miast Kopernika i Heweliusza.

Oprócz koncertu „planetarnego" zebrana publiczność usłyszała recital księżycowy „Selenografia". Taki tytuł nosiło jedno z najważniejszych dzieł Heweliusza. Ten recital miał przypomnieć i uczcić 40 rocznicę pierwszego lądowania ludzi na Księżycu. Inne recitale, jakie usłyszeliśmy, nawiązywały do tradycji koncertów parkowych. Wykonawczyniami wszystkich koncertów na carillonie były panie: Monika Kaźmierczak (wirtuoz tego instrumentu) i Anna Kasprzycka, obie z Gdańska, i Magdalena Cynk z Torunia. Orkiestrą towarzyszącą była Hevelius Brass Copernicus Ensemble. Dyrygował Tomasz Cywiński.

W Toruniu dzwony carillonu biły 27 lipca w Obserwatorium w Piwnicach w samo południe, a po południu od 15 do 19 w Parku Miejskim. Słuchaliśmy recitali parkowych. We wtorek 28 lipca, na terenie Campusu Uniwersyteckiego wysłuchaliśmy „Selenografii", a po południu w Obserwatorium odbyły się próby z orkiestrą. W środę od południa do wieczora carillon prezentowany był (akustycznie) na Rynku Staromiejskim, obok historycznego Ratusza i pomnika Kopernika. Na zakończenie tej prezentacji odbył się koncert „O obrotach", na cześć Międzynarodowego Roku Astronomii.

Od 30 lipca do 2 sierpnia carillon uczestniczył w licznych koncertach w Gdańsku, Oliwie, Sopocie, a nawet na Westerplatte. Były grane „O obrotach" oraz „Selenografia", specjalne koncerty „planetarne", księżycowe i recitale parkowe.

Niezwykłe to były dźwięki, niezapomniane wrażenia. Słuchacze długo je będą pamiętali i kojarzyli z gwieździsto-planetarnym niebem i Międzynarodowym Rokiem Astronomii 2009.

Andrzej Woszczyk

Carillon „Gdańsk" jest pierwszym i jedynym instrumentem mobilnym w Polsce. 27 lipca zawędrował do Piwnic do Centrum Astronomii UMK, gdzie mogliśmy go podziwiać w sąsiedztwie największego niemobilnego naukowego instrumentu astronomicznego w Polsce — 32-metrowego radioteleskopu. Radioteleskop waży 620 ton, zaś carillon składa się z 48 dzwonów o łącznej wadze 4 868 kg. Najcięższy z nich waży 845 kg, najlżejszy 9 kg. Instrument oraz pięknie odrestaurowany zabytkowy wóz strażacki należy do Muzeum Historycznego Miasta Gdańska. Carillon zagrał w lipcu w Toruniu, Gdańsku i Sopocie. Fot. Iwona Rzeszotek

Festiwal Światła Skyway'09 w Toruniu

W dniach 11–16 sierpnia w Toruniu odbył się Międzynarodowym Festiwal Światła SKYWAY. Świetlne pokazy o tematyce niebieskiej, niebiańskiej i astronomicznej rozgrywały się przez 6 dni w gotyckiej scenografii toruńskiej Starówki.

Dyrektorem artystycznym festiwalu był Portugalczyk Mário Caeiro, zaś autorami pokazów i instalacji twórcy z całej Europy.

Do największych atrakcji należał pokaz na fasadzie kościoła św. Ducha, autorstwa Nuno Maya i Carole Purnelle z Portugalii. Pokazano Mechanikę Kosmosu — za pomocą światła „ubierano" fasadę kościoła jezuitów w kolejne barwne obrazy. Ci sami artyści pokazali również „Dryfujące gwiazdy" na dziedzińcu Ratusza Staromiejskiego — na wodnym labiryncie goście ustawiali pływające świeczki, a projektory rzutowały ich światło na ściany dziedzińca, tworząc obraz wędrujących gwiazd. Można było wpływać na los swojej „gwiazdy".

Koło Łuku Cezara umieszczono wielką, świecącą kulę Księżyca autorstwa francuskiego artysty Bruno Peinado, a w Fosie Zamkowej podziwiano występy Teatru Ognia oraz futurystyczną Restaurację na Końcu Wszechświata autorstwa Rochusa Austa z Niemiec. Zawsze pięknie oświetlone mury obronne nabrały w tych dniach fantastycznych barw.

Nad Wisłą podziwiano pokaz multimedialny wyświetlany na tle kurtyny wodnej. W niebo poszybowały dziesiątki lampionów symbolizujących promieniujące w tych dniach Perseidy. Perseidy nazywane są również Łzami św. Wawrzyńca — przedstawiającą je instalację umieszczono na stałe niedaleko toruńskiego empiku. Festiwalowi towarzyszyły liczne filmy, koncerty, spotkania i wykłady. Wśród zaproszonych gości byli historyk nauki Arthur I. Miller, profesor matematyki i astronomii z Londynu Bernard J. Carr, kosmolog Robert Priddey oraz artyści Alice Williamson i Simeon Nelson

SKYWAY był jedną z imprez promujących Toruń w jego staraniach do miana Europejskiej Stolicy Kultury w 2016 r.

(*kz*)

Dziedziniec Ratusza. Za sprawą kamer i projektorów, instalacja świetlna sprawiała wrażenie chodzenia pomiędzy gwiazdami, integrując widza z twórcą. Fot. K. Cybulska

Stary napis, niegdyś widniejący na Hotelu Kosmos. Podczas festiwalu znalazł się nieopodal fontanny, na Placu Rapackiego. Fot. S. Jędraszek

Autorzy zdjęć na tle „Księżyca"; tak na dotyk ręki! Fot. S. Rokita

Sprawozdanie z działalności jury Nagrody PTA im. Włodzimierza Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie w kadencji władz PTA 2007—2009

Jury Nagrody PTA im. Włodzimierza Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie w składzie: Henryk Brancewicz, Henryk Chrupała, Michał Różyczka, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska i Krzysztof Ziołkowski (przewodniczący), zdecydowało prowadzić swe prace poprzez Internet i — w razie potrzeby — telefonicznie.

W czternastej edycji Nagrody im. W. Zonna, w terminie przedłużonym przez Zarząd Główny PTA do 10 czerwca 2009 r., zostały zgłoszone 4 kandydatury, do których dołączony został — zgodnie z postanowieniem jury poprzedniej edycji nagrody, zaakceptowanym przez Zarząd Główny PTA — wniosek dotyczący T. Kwasta. Spośród 5 wniosków (dotyczących: Bożeny Czerny, Piotra Flina, Tomasza Kwasta, Piotra Majewskiego i Jerzego Rafalskiego, Juliana Murzyna), wyłoniono (drogą głosowania) dwóch kandydatów do dalszego procesowania: T. Kwasta i J. Murzyna. W wyniku dyskusji postanowiono zaproponować Zarządowi Głównemu PTA przyznanie w obecnej edycji nagrody — z okazji Międzynarodowego Roku Astronomii — dwóch równorzędnych nagród. Przyjęto, że wymóg regulaminowy uzyskania dwóch recenzji każdego wniosku jest już spełniony w przypadku T. Kwasta (istnieją pozytywne opinie G. Sitarskiego i J. Kreinera), a w sprawie J. Murzyna uzyskano pozytywne opinie J. Kreinera i A. Kusa.

Po wnikliwej analizie kandydatur i dyskusji, jury jednomyślnie podjęło decyzję, że czternastym i piętnastym laureatem Nagrody PTA im. Włodzimierza Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie powinni zostać Tomasz Kwast i Julian Murzyn. Zgodnie z regulaminem nagrody decyzja ta podlega zatwierdzeniu przez Zarząd Główny PTA.

Uzasadnienie werdyktu jury

Doktor Tomasz Kwast, astronom od ponad 40 lat związany z Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego, ściśle i owocnie łączy działalność naukową i dydaktyczną z popularyzacją i upowszechnianiem wiedzy o Wszechświecie. Czyni to poprzez pisanie, tłumaczenie i redagowanie artykułów i książek o tematyce astronomicznej, głoszenie odczytów i prelekcji, komentowanie zjawisk i wydarzeń astronomicznych w mediach, wspieranie swą wiedzą, umiejętnościami i doświadczeniem instytucji i organizacji popularyzujących astronomię, a także aktywnie włącza się w działalność w miłośniczym ruchu astronomicznym. Na szczególne podkreślenie zasługuje jego ogromne zaangażowanie w prace redakcyjne w miesięczniku „Delta". Od wielu lat w każdym numerze „Delty" jest stały „kącik" T. Kwasta *Patrz w niebo*, czyli cykl krótkich artykułów na najróżniejsze tematy z dziedziny astronomii; w tych niewielkich opracowaniach przejawia się niewątpliwy talent popularyzatorski, a nawet i literacki T. Kwasta. Potwierdzają to także jego osiągnięcia translatorskie jako tłumacza dobrej literatury popularnej (np. „Życie gwiazd" J. Szkłowskiego czy też „Przewodnik po gwiazdach i planetach" P. Moore'a). T. Kwast jest ponadto autorem wielu haseł astronomicznych w różnych wydawnictwach encyklopedycznych (m.in. jest współautorem bardzo poczytnego wydawnictwa pt. „Słownik szkolny. Astronomia"). Wszystkie osiągnięcia T. Kwasta, jako znanego i doświadczonego popularyzatora astronomii, cieszą się powszechnym uznaniem, co w pełni uzasadnia decyzję przyznania mu Medalu im. W. Zonna.

Pan Julian Murzyn, wójt gminy Wiśniowa (pow. Myślenice, woj. małopolskie), doprowadził do wybudowania i uruchomienia obserwatorium astronomicznego na Lubomirze, które wzniesiono w miejscu, gdzie w latach 1922–1944 istniała stacja zamiejska Obserwatorium Krakowskiego. Dzięki jego staraniom zdołano uzyskać z Unii Europejskiej niezbędne środki na ten cel i pomyślnie przeprowadzić cały proces inwestycyjny, zakończony uroczystym otwarciem obiektu w jesieni 2007 roku. Inicjatywa, wytrwałość, konsekwencja i skuteczność działania J. Murzyna doprowadziły do nadzwyczajnego rezultatu, owocnego nie tylko dla promocji i upowszechniania astronomii, a także rozwoju badań naukowych, ale również dla utrwalenia pamięci o astronomach, pracujących w okresie międzywojennym w astronomicznej stacji obserwacyjnej na Łysinie (obecnie Lubomir), oraz o ich osiągnięciach. J. Murzyn nie tylko zainspirował lokalnych mieszkańców, ale doprowadził do stworzenia zespołu fachowców, którzy wspólnie z astronomami krakowskimi z Uniwersytetu Jagiellońskiego, Uniwersytetu Pedagogicznego i z PTMA stworzyli koncepcję, projekt i dopomogli w zbudowaniu nowoczesnego budynku Obserwatorium. Obiekt o wysokich walorach użytkowych i pięknej architekturze jest atrakcją turystyczną i powoli staje się ośrodkiem dydaktyki astronomii i regionalnym centrum popularnonaukowym. Wyjątkowość w skali całego kraju dzieła J. Murzyna oraz jego znaczenie dla rozwoju edukacji i upowszechniania astronomii w pełni uzasadniają decyzję przyznania mu Medalu im. W. Zonna.

Krzysztof Ziołkowski
Przewodniczący jury Nagrody PTA
im. W. Zonna

Warszawa, lipiec 2009

Protokół z obrad jury Nagrody Młodych PTA

Jury w składzie: Wojciech Dziembowski, Tadeusz Michałowski, Michał Tomczak, Stanisław Zoła i Bronisław Rudak rozważyło trzy kandydatury do nagrody, zgłoszone przez członków PTA: dra Andrzeja Barana (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), dra Krzysztofa Bolejko (CAMK PAN w Warszawie) i mgr. Cezarego Migaszewskiego (Centrum Astronomii UMK w Toruniu).

Wszystkie kandydatury spełniały formalne wymogi Regulaminu Nagrody.

Jury przeanalizowało przedstawiony do nagrody dorobek naukowy kandydatów, jego poziom oraz znaczenie dla tematyki, której dotyczył.

Jury jednomyślnie postanowiło przyznać Nagrodę Młodych Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w roku 2009

dr. Andrzejowi Baranowi

za znaczące osiągnięcia w asterosejsmologii, a w szczególności za odkrycie zmienności rozszczepień rotacyjnych w pulsacjach gwiazd sdB.

Bronisław Rudak
Przewodniczący Jury
Toruń, 2.07.2009 r.

Wiesław Krajewski

Księżyc, ludzie i słowa

Logo programu Apollo

W lipcu minęło 40 lat od pierwszego lądowania człowieka na Księżycu. To jedno z najważniejszych osiągnięć w historii ludzkości. Między innymi dlatego rok 2009 ogłoszono Międzynarodowym Rokiem Astronomii. Jak doszło do tego fascynującego wydarzenia?

Właściwie lot na Księżyc zawdzięczamy wyścigowi zbrojeń i atmosferze rywalizacji między wielkimi mocarstwami. To jedna z niewielu pożytecznych rzeczy, jakie stworzyła ta nienormalna sytuacja dekady lat 60. XX wieku.

Idea lotu człowieka na Srebrny Glob została sformułowana przez prezydenta Stanów Zjednoczonych Johna F. Kennedy'ego podczas przemówienia w Kongresie 25 maja 1961 r. I trzeba powiedzieć, że był to wariacki pomysł. Może określenie „wariacki" nie przystoi do powagi urzędu prezydenta USA, ale zastanówmy się chwilę, jaki to był czas? Zaledwie półtora miesiąca wcześniej poleciał w Kosmos pierwszy człowiek — Jurij Gagarin. Na początku maja Amerykanie wysłali w Kosmos swoją pierwszą misję załogową. Alan Shepard odbył wtedy jednak tylko tzw. lot balistyczny. Nie okrążył nawet Ziemi. Pierwszym amerykańskim kosmonautą (według nazewnictwa anglosaskiego — astronautą) był John Glenn dopiero 20 lutego 1962 r.! A więc w maju 1961 r., nie mając jeszcze właściwie żadnych doświadczeń w lotach wokół Ziemi, prezydent Kennedy zapowiada lądowanie człowieka… na Księżycu. I to nie tylko sam lot, ale i powrót oczywiście, określa nawet termin realizacji przedsięwzięcia — przed końcem dekady. Trzeba szaleńca, żeby składać w takim momencie podobne deklaracje. Czy to nie było porywanie się, dobre określenie, z motyką na Księżyc? Kennedy szaleńcem nie był, ale był wściekły. Co go rozwścieczyło? Fakty. Sukcesy kosmonautyczne Związku Radzieckiego. Pierwszy sztuczny satelita Ziemi — rosyjski Sputnik, pierwszy organizm żywy w Kosmosie — pies Łajka, pierwszy człowiek w Kosmosie — towarzysz Jurij Aleksiejewicz, pierwszy próbnik Księżyca — radziecka Łuna, pierwsze zdjęcia odwrotnej strony Księżyca — kolejna Łuna z napisem CCCP, pierwszy… Dość tego! Amerykanie byli zszokowani, sfrustrowani, upokorzeni. Mieli już dość bycia na drugim miejscu. Do tego wszystkiego dołożyła się jeszcze klęska w Zatoce Świń na Kubie. Na gwałt potrzebowali sukcesów. Już w 1957 r., po starcie Sputnika, Nikita Chruszczow ogłosił wyższość komunizmu nad kapitalizmem. Prezydent Kennedy musiał czym prędzej udowodnić sobie, swoim rodakom i całemu światu, czyj ustrój jest lepszy. Przemawiając 12 września

Wszystkie zdjęcia w niniejszym artykule pochodzą z archiwum NASA

1962 r. na Uniwersytecie Rice w Houston, powiedział: *Oczy świata zwrócone są dziś w Kosmos, na Księżyc, na planety. Zobowiązaliśmy się, że nie dopuścimy, aby zatknął na nich swoją flagę wrogo do innych nastawiony zdobywca, lecz uczynimy wszystko, by zalopotal na nich sztandar wolności i pokoju.* To bardzo ważne słowa.

Tak rozpoczął się wyścig na Księżyc. Zaangażowano do pracy setki tysięcy ludzi, przeznaczono miliardy dolarów na badania, próby, konstrukcje, rakiety. Czasu było mniej niż mało — zaledwie 8 lat. Najpierw program wokółziemskich jednoosobowych statków Merkury, potem dwuosobowe loty Gemini, do tego loty bezzałogowe serii Ranger, Surveyor i Lunar Orbiter, wreszcie próby statków Apollo mających lądować na Księżycu. Największy problem, a może po prostu jeden z wielu największych problemów, to budowa rakiety zdolnej do takiej podróży. Rozwiązał go Werner von Braun, budując kolosa o wysokości 111 m i wadze 3000 t. Już choćby to pokazuje, z jakimi wyzwaniami należało się zmierzyć.

Zaczęło się fatalnie. Tragicznie. Najgorzej, jak tylko mogło. Podczas ćwiczeń w dniu 27 stycznia 1967 r. nastąpił pożar w kabinie Apolla 1. Zginęła cała trzyosobowa załoga: Virgil Grissom, Edward White i Roger Chaffee. Wystarczyła iskra. Nie mieli żadnych szans. Kabina wypełniona była czystym tlenem. Ten wypadek opóźnił prace o wiele miesięcy. Potem były kolejne próby i testy, wyczerpujące ćwiczenia, sprawdzanie różnych koncepcji i założonych

Prezydent J. F. Kennedy przemawia w Kongresie USA 25 maja 1961 r.

etapów podróży. Następny (właściwie pierwszy) załogowy lot — w statku Apollo 7 — nastąpił w październiku 1968 r. A do końca dekady pozostały tylko 2 lata…

Trzeba się było spieszyć. Realne zagrożenie ze strony Rosjan istniało. Przed Bożym Narodzeniem 1968 r. leci kolejna załoga — Apollo 8. I jest pierwszy ważny sukces. Rankiem 24 grudnia statek Apollo wchodzi na orbitę okołoksiężycową, tym samym lecący nim astronauci stali się pierwszymi ludźmi, którzy opuścili orbitę wokółziemską i odwiedzili inne ciało niebieskie. Był to lot absolutnie niezwykły. Załoga była świadkiem czegoś, czego jeszcze nikt nigdy nie widział: zafascynowani oglądali z orbity wschód Ziemi nad horyzontem księżycowym. Jeden z nich, Frank Borman, powiedział wtedy: *To jest najpiękniejszy widok, jaki kiedykolwiek oglądałem, zapierający dech w piersiach.* Proszę zwrócić uwagę na te cytaty. Będzie ich więcej. To są jedne z najważniejszych słów wypowiedzianych w XX wieku! Ale oni nie tylko mówili. Robili zdjęcia. Wiele zdjęć. Każdy podróżnik chce fotografować piękne widoki. Zwróćcie uwagę na te zdjęcia! To są najwspanialsze fotografie ubiegłego stulecia!

Wschód Ziemi nad horyzontem Księżyca

Podczas tego lotu wydarzyło się jeszcze coś zupełnie wyjątkowego, coś o nieprawdopodobnym ładunku emocjonalnym. W Wigilię Bożego Narodzenia, podczas transmisji telewizyjnej, załoga Apolla 8 nadała przesłanie do wszystkich ludzi na Ziemi. Przesłanie to zaskoczyło każdego. Pilot William Anders rozpoczął: *Na początku Bóg stworzył Niebo i Ziemię. Ziemia zaś była bezładem i pustkowiem…* następne wersy czytał Jim Lovell, kolejne — dowódca Frank Borman, który zakończył, przekazując życzenia świąteczne: *Niech Bóg błogosławi was wszystkich — wszystkich na tej dobrej Ziemi.* A na ekranach telewizorów majaczył widoczny przez iluminator skrawek Księżyca. To było niesamowite — astronauci okrążający Księżyc, jako przesłanie dla ludzi na Ziemi, czytają Księgę Rodzaju.

Kolejne ćwiczenia, kolejne loty. Nadchodzi czas na Apollo 11. Start: 16 lipca 1969 r. Załoga: Neil Armstrong, Michael Collins, Edwin Aldrin. Cel: Księżyc. Widzowie: cały Świat.

Wszystko przebiega zgodnie z planem. Jest niedziela, 20 lipca, godzina 16.17 czasu wschodnioamerykańskiego. Do Centrum Kontroli Lotów w Houston dociera meldunek Neila Armstronga: *Houston, tu Baza Spokoju. Orzeł wylądował.* Kolejne historyczne słowa. Za kilka godzin następuje wyjście na Srebrny Glob. W Polsce jest już 21 lipca, godzina 3.56, kiedy Neil Armstrong stawia pierwszy krok na powierzchni Księżyca. Towarzyszą temu znów znamienne słowa: *To jest mały krok człowieka, ale wielki skok dla ludzkości* (w oryginale: *It's one small step for a man, but one giant leap for mankind*). Czyż nie są to najważniejsze słowa dekady lat 60. XX wieku? A zdjęcia z historycznego, dwugodzinnego spaceru po Księżycu ukazały się na pierwszych stronach wszystkich gazet świata.

Załoga Apolla 11: Neil Armstrong, Michael Collins, Edwin Aldrin

Edwin Aldrin na Księżycu

Ten krok i pierwsze skoki po Księżycu obserwuje pół miliarda ludzi na Ziemi w bezpośredniej transmisji. Wśród nich byłem i ja. Mija 40 lat od tego czasu, a ja ciągle wspominam, jak wpatrywałem się w środku nocy w niewyraźny czarno-biały obraz na ekranie telewizora. Obraz nie z tej Ziemi. Z Księżyca! Polska to jedyny kraj tzw. demokracji ludowej, w którym przeprowadzono transmisję na żywo. Wczujmy się w atmosferę tamtych dni, czytając następne niezapomniane słowa pierwszych „księżycowych turystów". Armstrong: *Oto Księżyc... Jego surowe piękno robi wrażenie.* Surowe, bo co oni tam zastali — pustynię szarego pyłu i drobnych kamieni. A jednak dla nich był to cudowny widok. Aldrin: *Tu jest pięknie, pięknie! Wspaniałe pustkowie!* Te słowa nie wymagają komentarza.

Wśród widzów transmisji z Księżyca był i papież Paweł VI. W nadanym dzień później orędziu użył następujących słów: *Cześć, pozdrowienie i błogosławieństwo wam, zdobywcy Księżyca, bladego światła naszych nocy i naszych snów! Zanieście mu głos Ducha, hymn dla Boga, naszego Stwórcy i naszego Ojca.* Zupełnie innymi słowy, pozbawionymi emocji, skomentował to wydarzenie Przewodniczący Rady Państwa PRL Marian Spychalski w oficjalnej depeszy do Richarda Nixona: *Pierwszy lot człowieka na Księżyc stanowi świadectwo wielkiego postępu technicznego i ważny krok naprzód w poznaniu otaczającego nas świata. Wierzymy, że*

będzie on służył pokojowi i całej ludzkości. Słowa typowe dla ówczesnej epoki i ustroju.

W tych dniach powstało nowe określenie — *łunonauta* lub *selenonauta*. Wyraz *astronauta* stał się już mało precyzyjny. Pierwsi lunonauci zostawili na Księżycu plakietkę z napisem: *W tym miejscu ludzie z planety Ziemia po raz pierwszy postawili stopę na Księżycu. W lipcu Roku Pańskiego 1969. Przybywamy w pokoju w imieniu całej ludzkości*. Potem była droga powrotna i wodowanie na Oceanie Spokojnym. Witając załogę Apolla 11 na pokładzie lotniskowca Hornet, prezydent Nixon zwrócił się do nich słowami: *Jest to największy tydzień w historii świata od momentu jego stworzenia. Dotąd nic tak nie zbliżyło ludzi do siebie*. Pamiętny tydzień, pamiętne słowa.

A więc cel nakreślony przez prezydenta Kennedy'ego zrealizowano. Flaga amerykańska została wbita w grunt księżycowy. Sukces był bezsporny. Nie pozostawiał żadnych złudzeń. To było wielkie, ale to wielkie wydarzenie w historii całej ludzkości. Może największe. Następne loty programu Apollo były tylko jego przypieczętowaniem. Nawet poważna awaria podczas misji Apolla 13, która uniemożliwiła lądowanie na Księżycu, okazała się sukcesem. Ogromnym sukcesem w tej skrajnie trudnej sytuacji było bezpieczne sprowadzenie załogi z powrotem na Ziemię. Wszyscy przypominają sobie trzy zaledwie słowa, które przeszły do historii, wypowiedziane przez astronautę Johna Swigerta w chwilę po wybuchu zbiornika z tlenem: *Houston, mamy problem*. Słowa pełne niepokoju, obawy. Te słowa też obiegły cały świat. A już po szczęśliwym powrocie, dowódca Jim Lovel oznajmił: *Nasza misja się nie powiodła, ale uważam, że było to poniekąd udane niepowodzenie*.

Odcisk buta Neila Armstronga na powierzchni Księżyca

Księżycowy wehikuł ostatniej misji — Apollo 17

Skoro już tyle o słowach, warto przytoczyć jeszcze zdanie wypowiedziane przez Pete Conrada z załogi Apolla 12, tuż po zrobieniu przez niego pierwszego kroku na Księżycu. Conrad odezwał się wtedy ze sporą dozą humoru: *To może był mały kroczek dla Neila, ale dla mnie jest bardzo duży*. Nie są to może aż tak historyczne słowa, ale przecież wypowiedział je jeden z zaledwie dwunastu selenonautów.

Następne wyprawy na Księżyc nie dostarczały już takich wrażeń, jak te pierwsze, mimo że też wydawały się medialnie atrakcyjne. Astronauci używali najpierw ręcznego wózka, a potem mieli specjalny pojazd (uboższa wersja dzisiejszego quada o napędzie elektrycznym), którym przemierzali nawet kilkadziesiąt kilometrów księżycowych bezdroży. A dowódca wyprawy Apollo 14, Alan Shepard, jako pierwszy człowiek grał nawet na Księżycu w golfa. Wybił dwie piłeczki, z których druga w słabym polu grawitacyjnym poszybowała bardzo daleko. Shepard zawołał wtedy: *Poleciała kilometry, kilometry w dal!* Pewnie nie były to zaraz kilometry, ale żaden ziemski golfista nie może tak powiedzieć, a nawet o tym pomarzyć.

Historię tworzą ludzie. Ludzie, którzy tworzą historię, wypowiadają historyczne słowa. Słowa, które przechodzą do historii świadczą o ich czynach. Lądowanie człowieka na Księżycu było niebywałym osiągnięciem. Cel został zrealizowany. Skończył się program Apollo, skończyły się loty na Księżyc. Przywiezione wtedy próbki gruntu księżycowego do dziś są ciągle badane. To materialne okruchy Księżyca, ale są jeszcze i te bardziej duchowe w postaci wielkich słów i niezwykłych zdjęć, które pamiętamy.

Cytat z przemówienia prezydenta J. F. Kennedy'ego pochodzi z książki *Wielkie mowy historii*, t. 4, *Od Kennedy'ego do Ratzingera*, POLITYKA Spółdzielnia Pracy, Warszawa 2006, s.34.

Cytat z orędzia papieża Pawła VI za *L'Osservatore Romano*.

Pozostałe cytaty pochodzą z książki A. Sheparda, D. Slaytona, J. Barbree, H. Benedicta *Kierunek Księżyc. Kulisy amerykańskiego programu księżycowego*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001.

Wiesław Krajewski jest miłośnikiem astronomii i uważnym obserwatorem wydarzeń astronomicznych w Polsce i na świecie

Marek Abramowicz
Mieczysław Abramowicz

O ciemnej materii Wszechświata w dniu święta Purim

Piękna Estera

Od lewej, Narrator i Mordechaj

Aktywni uczestnicy

Publiczność

Czarne dziury w ciemnej materii?

10 marca 2009 r., na wtorkowym colloquium w CAMK-u, czyli Centrum Astronomicznym Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie, Marek Abramowicz przedstawił wyniki pracy (złożonej w grudniu 2008 r. w redakcji The Astrophysical Journal) *No observational constraints from hypothetical collisions of hypothetical dark halo primordial black holes with galactic objects*[1]. Praca bada weryfikowalność hipotezy, że część ciemnej materii w naszej Galaktyce może być zawarta w małych, pierwotnych czarnych dziurach. Jej wynik jest negatywny. W dużym i interesującym zakresie mas hipotetycznych pierwotnych czarnych dziur, które mogłyby stanowić część ciemnej materii (dalej „DMBH", od *dark matter black holes*), hipotezy tej nie da się zweryfikować poprzez obserwacje skutków zderzeń DMBH z gwiazdami w naszej Galaktyce lub z Ziemią. Dla DMBH o masach 10^{16} [g] < M_{DMBH} < 10^{25} [g], zderzenia są albo zbyt mało prawdopodobne (czas oczekiwania jest dłuższy od wieku Wszechświata, $t \gg 1/H_0$), albo zbyt mało energetyczne (żaden ze współczesnych teleskopów nie zarejestruje nawet jednego fotonu). Praca ocenia krytycznie znane do tej pory obserwacyjne ograniczenia na ilość DNBH o masach mniejszych niż 10^{16} [g] oraz większych niż 10^{25} [g]. Dla małych mas ograniczenia wynikają z porównania obserwowanego promieniowania gamma z oczekiwanym teoretycznie promieniowaniem Hawkinga. Dla dużych mas ograniczenia wynikają ze statystycznej analizy zjawiska mikrosoczewkowania. W obu przypadkach efekty są poniżej progu mierzalności, chodzi więc o górne granice.

Negatywny wynik pracy nie jest zaskakujący, a więc nie jest także specjalnie interesujący. Stanowi drobny (choć solidny) przyczynek, który nie byłby warty aż colloquium w CAMK-u, gdyby nie to, że jego temat dotyka kilku najbardziej fundamentalnych, do dziś nierozwiązanych, problemów współczesnej nauki. Rachunki przeprowa-

[1] Abramowicz, Becker, Biermann, Garzilli, Johansson, Lei (2008); arXiv:0810.3140. Praca uzyskała przychylną recenzję i na pewno ukaże się w druku w roku 2009. Recenzent przedstawił wyjątkowo długą, ale bardzo pomocną, listę uwag i koniecznych zmian, nad którymi współautorzy, (rozrzuceni po trzech kontynentach) teraz pracują.

dzone w omawianej pracy opierają się na założeniach często używanych w badaniu niektórych niestandardowych problemów kosmologii, dynamiki Galaktyki i astrofizyki, ale ani sprawdzonych eksperymentalnie, ani dostatecznie rozumianych teoretycznie. Dość wspomnieć, że promieniowanie Hawkinga, nawiasem mówiąc, nigdy nie zmierzone bezpośrednio lub pośrednio w jakimkolwiek eksperymencie, ma dla wielu fizyków niezadowalający status teoretyczny. Nie chodzi o to, że nie mamy jeszcze kwantowej grawitacji i rachunki prowadzi się w teorii półklasycznej, ale o to, że w świecie z dodatkowymi „dużymi" wymiarami (to znaczy z promieniem kompaktyfikacji znacząco większym od planckowskiego), formuły Hawkinga na natężenie promieniowania i, co za tym idzie, czasu życia małych czarnych dziur, ulegają drastycznym zmianom, gdyż silnie zależą od (nieznanej) ilości dodatkowych wymiarów i (nieznanego) promienia kompaktyfikacji.

Są też i inne nierozstrzygnięte kwestie, związane z formowaniem się struktur we Wszechświecie i dotyczące teoretycznych (bardzo niepewnych) przepowiedni na temat natury ciemnej materii w Galaktyce. Zresztą samo istnienie ciemnej materii jest kwestionowane przez niektórych teoretyków. Wśród alternatywnych wyjaśnień problemu „krzywych rotacji" najczęściej jest dyskutowana hipoteza MOND, którą sformułował Mordechai Milgrom ze słynnego Instytutu Weizmanna z Rehovotu[2].

Mordechai Milgrom i jego MOND

W dużych odległościach od centrum Galaktyki, $R > 10$ [kpc], „krzywe rotacji" są płaskie: obserwowana prędkość rotacji gwiazd i jasnych (radiowo) obłoków gazu jest stała; nie zależy od odległości,

$$V(R) = V_0 = const. \qquad (1)$$

Prędkość rotacji zależy od grawitacji, a ta od ilości materii: im więcej masy, tym silniejsza grawitacja i tym szybsza rotacja. Teoria grawitacji Newtona podaje dokładne formuły pozwalające z obserwowanej prędkości rotacji wyliczyć, ile masy jest w Galaktyce. Wszelako z *innych* obserwacji, bardzo dokładnych zliczeń gwiazd i obłoków gazu *wiadomo*, ile jest w Galaktyce *widocznej* masy! Gdyby za grawitacje Galaktyki odpowiadała tylko widoczna masa, to krzywa rotacji musiałaby mieć zupełnie inną postać, $V(R) = C_0 R^{-1/2}$; $C_0 = const.$ Tak więc dwie opisane wyżej metody dają drastycznie różne wyniki. W konkretnych liczbach widać to nawet wyraźniej: pierwsza metoda (krzywa rotacji) daje o *wiele większą* masę Galaktyki, o około 90%, niż metoda druga (zliczenia). To jest prawdziwy problem! Ma on dokładnie dwa możliwe rozwiązania:

1. Obserwacje są złe: nie widzimy większości masy w Galaktyce. Niewidoczna masa jest tajemniczą „ciemną materią". To tylko nazwa: musimy zbadać własności ciemnej materii i odkryć, z czego się składa. To jest rozwiązanie preferowane dziś przez prawie wszystkich astrofizyków. Przyjęte zostało także w omawianej podczas colloquium pracy Marka Abramowicza i innych, gdzie rozważano hipotezę, że ciemna materia może się częściowo składać z bardzo małych czarnych dzur.

2. Teoria jest zła: w przypadku Galaktyki teoria Newtona błędnie wylicza prędkość rotacji z rozkładu masy — coś trzeba zmienić. To jest właśnie pomysł Milgroma. Powiedzmy od razu, bardzo odważny, bo teoria Newtona została przecież sprawdzona i potwierdzona w niezliczonych eksperymentach i obserwacjach. Wynika z niej spektakularna precyzja wszystkich programów kosmicznych. Dlatego Bill Anders, dowódca Apollo 8, na pytanie z Houston, kto teraz prowadzi kosmiczny statek, odpowiedział: „Przeważnie Newton" (dokładny cytat: *I think Isaac Newton is doing most of the driving now*).

Milgrom zauważył, że w tych odległościach od centrum Galaktyki gdzie krzywa rotacji jest płaska, przyśpieszenie orbitalne materii *jest bardzo małe*. Tak małe przyśpieszenia nie występują w wewnętrznych częściach Układu Słonecznego, to znaczy tam, gdzie teoria Newtona została dokładnie obserwacyjnie i eksperymentalnie sprawdzona. Załóżmy, mówi Milgrom, że słuszne dla stosunkowo dużych przyśpieszeń $a > a_0$, standardowe trzecie prawo dynamiki Newtona, siła F równa przyśpieszeniu a pomnożonemu przez masę m,

$$F = ma, \qquad (2)$$

trzeba zmodyfikować dla małych przyśpieszeń $a < a_0$ tak, by przybrało postać,

$$F = m\frac{a^2}{a_0}. \qquad (3)$$

To jest właśnie teoria MOND Milgroma w swym najprostszym i najbardziej znanym sformułowaniu[3]. Stała $a_0 = 1{,}2 \times 10^{-10}$ [m/s^2] ma wymiar przyśpieszenia i jest nową stałą przyrody, taką jak prędkość światła c, stała grawitacji G lub stała Plancka h. Milgrom zauważył, że jej numeryczna wartość określona jest pięknym warunkiem: cząstka startująca na początku świata z prędkością $v = 0$ i poddana stałemu przyśpieszeniu a osiągnie dziś prędkość światła $v = c$, jeśli $a = a_0$.

Przyrównując siłę grawitacji do siły Milgroma opisanej wzorem (3), otrzymamy

$$m\frac{GM_0}{R^2} = m\frac{a^2}{a_0}, \qquad (4)$$

gdzie M_0 oznacza *obserwowaną w zliczeniach* masę Galaktyki. Stąd wylicza się przyśpieszenie

$$a = \frac{(GM_0a_0)^{1/2}}{R} = \frac{V^2(R)}{R}, \qquad (5)$$

które musi być równe przyśpieszeniu orbitalnemu $V^2(R)/R$, co prowadzi do warunku

$$\frac{(GM_0a_0)^{1/2}}{R} = \frac{V^2(R)}{R}. \qquad (6)$$

Z ostatniego wzoru wylicza się ostateczne prędkość rotacji $V(R)$,

$$V(R) = (GM_0a_0)^{1/4} = V_0 = const. \qquad (7)$$

Jest to wzór taki sam, jak uzyskany z obserwacji wzór (1). Teoria Milgroma wyjaśnia więc płaskie krzywe rotacji! W istocie wyjaśnia o wiele więcej. Różne galaktyki mają oczywiście *różne* „obserwowane masy M_0", otrzymane ze zliczeń, i *różne* wartości „obserwowanych prędkości V_0", otrzymane z płaskich części krzywych rotacji. Każda galaktyka charakteryzuje się odrębną,

[2] Rehovot (położony na południe od Tel Avivu) nie jest miastem biblijnym jak Jerozolima czy Jerycho — został założony w roku 1890 przez Żydów z Warszawy. Chaim Weizmann, pierwszy prezydent Izraela, mieszkał w Rehovocie i jest tu pochowany. Założył słynny instytut, dziś noszący jego imię. Mordechai Milgrom, twórca MOND-a, jest profesorem w Instytucie Weizmanna w Rehovocie.

[3] MOND = (MO)dified (N)ewtonian (D)ynamics, czyli zmodyfikowana dynamika Newtona. Polecamy artykuł o MOND-zie w Wikipedii (Modified Newtonian dynamics).

indywidualną parą (M_0, V_0). Nie ma powodu *a priori*, aby *obserwacyjnie* wyznaczone pary wielkości (M_0, V_0) spełniały *teoretycznie* przewidziany przez MOND-a związek

$$V_0 = (GM_0a_0)^{1/4} \qquad (8)$$

A jednak właśnie tak dokładnie jest! Sprawdzono prawdziwość przepowiedni MOND-a w setkach galaktyk — wszystkie sprawdzone spełniają wzór (8). Czy to oznacza, że teoria MOND jest poprawna? Tego nikt nie wie. Większość astrofizyków uważa, że nie. Przytaczane przeciw MOND-owi argumenty są głównie teoretycznej natury. Na przykład, że nie ma eleganckiej relatywistycznej wersji MOND-a lub MOND nie wynika z żadnych fundamentalnych przesłanek. Niektórzy twierdzą, że rysuje się już wyraźnie możliwość obserwacyjnego obalenia MOND-a. Na razie MOND pozostaje ciekawą i możliwą alternatywą ciemnej materii. Nieoficjalna ankieta przeprowadzona w CAMK-u na temat obserwacyjnego statusu MOND-a i zaprezentowana podczas colloquium nie była konkluzywna, a jeden z ankietowanych, wybitny kosmolog, trzykrotnie zmienił zdanie w trakcie ankiety. Pani Marta, kelnerka w CAMK-u, która codziennie przysłuchuje się astronomicznym dyskusjom podczas obiadów, wzięła udział w ankiecie i głosowała na MOND-a.

Colloquium w CAMK-u wypadło podczas żydowskiego święta Purim, w czasie którego tradycyjnie odgrywane są krótkie przedstawienia teatralne, zwane *purimszpilami*, nawiązujące zarówno do spraw bieżących, jak i do biblijnej historii, w której występuje jako bardzo pozytywny bohater pewien biblijny Mordechaj. Było więc naturalne, by skojarzyć biblijnego Mordechaja z profesorem Mordechajem Milgromem z Rehovotu i wystawić w CAMK-u purimszpil o jego MOND-zie.

Purim i purimszpile

W kalendarzu żydowskim, obfitującym w uroczystości podniosłe i poważne, święto Purim, radosne święto odmienionych losów Narodu, jest czymś wyjątkowym. Przez Polaków zwane było karnawałem żydowskim, bowiem Żydzi poprzebierani w fantazyjne i wielobarwne stroje wychodzili na place i ulice, grali, śpiewali i tańczyli do upadłego.

Święto przypada 14 i 15 dnia miesiąca Adar (w roku 5769 przypadło 10 i 11 marca 2009). Ustanowione zostało na pamiątkę wydarzeń opisanych w Księdze Estery (Megilat Ester) około V wieku p.n.e. Piękna Estera była drugą żoną perskiego władcy Achaszwerosa. Jej kuzyn i opiekun, Mordechaj, nie zdając sobie sprawy z tego, że antysemitów nie należy drażnić, obraził pierwszego ministra króla — wszechwładnego Hamana. Rozwścieczony minister ułożył pierwszy w historii świata plan „ostatecznego rozwiązania kwestii żydowskiej": namówił króla, by ten — mocą specjalnego dekretu — zgładził jednego dnia wszystkich Żydów. Datę miano ustalić ciągnąc losy — „pur". Dzięki wstawiennictwu Estery król Achaszwerosz ułaskawił Żydów, a powiesić kazał Hamana i jego siedmiu synów. „Przetoż żydzi mieszkający po wsiach, i po miasteczkach niemurowanych, obchodzą dzień czternasty miesiąca Adar z weselem, i z ucztami, i z dobrą myślą, posyłając upominki jeden drugiemu"[4].

W synagodze

Obchody świąteczne poprzedza ścisły, jednodniowy post Estery. Trwa od wschodu do zachodu słońca, co nadaje świętu nieco astronomicznego wymiaru. W tym czasie należy recytować błagalne modlitwy i czytać odpowiednie fragmenty Tory. Post kończy się z nadejściem nocy i wówczas nastaje czas święta. Najważniejszą wówczas czynnością jest wysłuchanie w synagodze Megili Ester, do czego zobowiązany jest każdy Żyd — bez względu na płeć — dwa razy w ciągu Purim. Każdy słuchacz powinien włożyć z tej okazji sobotnie, odświętne ubranie. Małe dzieci pozostawia się w domu, by nie przeszkadzały dorosłym, i tam czyta się im zwój Estery. Imię znienawidzonego, występnego Hamana knującego przeciwko Żydom, występuje w Księdze Estery siedemdziesiąt siedem razy. Przyjął się zwyczaj, że ilekroć kantor wyczytywał imię Hamana, w synagodze wybuchał nieopisany hałas i wrzawa; znienawidzone imię ministra zagłuszano przy pomocy specjalnych kołatek i terkotek, tupaniem, stukaniem w pulpity i głośnymi okrzykami dezaprobaty, co jednoznacznie przywodzi skojarzenie z zachowaniem deputowanych w niektórych parlamentach środkowoeuropejskich, świadcząc o ich judeochrześcijańskiej proweniencji. W niektórych rejonach był również zwyczaj palenia kukły Hamana; cztery lub pięć dni przed Purim zawieszano kukłę ministra na dachu, a w dniu święta palono ją w ognisku, żartując przy tym, śpiewając i skacząc przez ogień. Również i ten zwyczaj zagościł w publicznych zachowaniach środkowoeuropejskich, Hamana zastąpił jedynie Truman, Adenauer bądź Wałęsa.

[4] Est 9,19 (cyt. wg *Biblii Gdańskiej*, Brytyjskie i Zagraniczne Towarzystwo Biblijne, Warszawa, 1986).

W domu

Na święto Purim wypieka się hamantasze (uszy Hamana), rożki nadziewane makiem lub śliwkami oraz przygotowuje się dużo innego dobrego jadła i wina. A wina w Purim używa się dużo; jest to jedyne święto żydowskie, w którym dopuszczalny jest rausz alkoholowy. Więcej: każdy dorosły biesiadujący Żyd powinien w Purim wypić tyle, by nie móc odróżnić słów: „baruch Mordechaj" od „arur Haman" (błogosławiony Mordechaj i przeklęty Haman). Zwyczaj ten, stojący w sprzeczności z wszelkimi ustawami o wychowaniu w trzeźwości, zwany „ad-lo-jada" (z aramejskiego: „aż nie będzie wiedział") interpretowany jest przez Halachę, żydowskie prawo, jako przypomnienie, że najważniejsze wydarzenia z Księgi Estery zostały zapoczątkowane przez działanie wina. Miłym obowiązkiem święta jest „szłach-monesn" (przesyłanie darów), czyli tradycja obdarowywania siebie prezentami. Każdy człowiek — zgodnie z Halachą — zobowiązany jest do przesłania bliźnim co najmniej dwóch podarków (zwykle są to smakołyki, np. hamantasze). Jest to nakaz, który należy spełnić w ciągu dnia, tj. od powrotu do domu z synagogi do zachodu słońca. Halacha zachęca, by zamiast wystawnych uczt obdarowywać biednych, nieszczęśliwych, sieroty, wdowy.

W teatrze

Dawniej charakterystyczny koloryt świętu nadawali wesołkowie purimowi (purimszpilerzy). Poprzebierani w wymyślne stroje wędrowali od domu do domu, odgrywając sceny z Biblii, parodiując i przedrzeźniając przy okazji bliźnich. W ciągu wieków owe purimszpil, gry purimowe, rozrosły się, oderwały od świątecznych obchodów, stając się zalążkiem współczesnego teatru żydow-

Marc Chagall *Purim*

skiego. Aktorzy purimowi, rekrutujący się zazwyczaj z warstw najbiedniejszych, nie cieszyli się zbytnim prestiżem, określenie purimszpiler często używane było pogardliwie. Złożyły się na to dwie przyczyny. Pierwsza — i chyba najważniejsza — to wroga postawa judaizmu wobec teatru, wszelkich jego przejawów. Korzenie żydowskiego sprzeciwu wobec teatru wywodzą się zapewne z pierwszego i podstawowego przykazania („Nie będziesz miał bogów innych przede mną. Nie czyń sobie obrazu rytego ani żadnego podobieństwa rzeczy tych, które są na niebie w górze, i które na ziemi nisko, i które są w wodach pod ziemią"[5]) oraz przykazań powtórzonego prawa przekazanych Narodowi przez Mojżesza („Niech nie bierze niewiasta na się szat męskich ani niech się nie obłóczy mąż w szatę niewieścią; albowiem jest obrzydliwością Panu, Bogu twemu, ktoby to uczynił"[6]). Talmud wprost zakazuje przebywania „w teatrach i cyrkach", ponieważ jest to miejsce grzesznego bałwochwalstwa i bluźnierstwa (Zarah Avodah 18b; Shabbat 150a). Niechętna postawa wobec widowisk teatralnych dotrwała — szczególnie w środowiskach ortodoksyjnych — do czasów współczesnych; w niektórych modlitewnikach do dziś widnieją słowa: „Dziękuję Ci Boże, że nie jestem wśród tych, którzy chodzą do teatrów i cyrków". Drugim powodem niechęci do purimowych wesołków był ich rozwiązły tryb życia (w Talmudzie podkreśla się, że aktorzy bluźnią, przeklinają i szydzą; ciekawe, co powiedziałby Talmud o polskich politykach?) oraz to, że potrafili wyśmiewać i parodiować święte teksty religijne (również modlitwy) oraz święte autorytety żydowskiej tradycji (nawet — tfu! cóż za ohyda! — proroków!). Dla wielu Żydów było to nie do przyjęcia. Ilustracją stosunku niektórych rabinów do purimowych wesołków jest wspomnienie Isaaca Bashevisa Singera (którego ojciec był rabinem) z młodości:

„Wszyscy sąsiedzi przesyłali szalachmons, czyli upominki purimowe. Posłańcy przychodzili od wczesnego popołudnia. [...] Potem zjawiali się przebierańcy w maskach, w hełmach na głowach, z tekturowymi tarczami i mieczami oklejonymi złotym albo srebrnym papierem. Dla mnie był to wspaniały dzień. Rodzicom jednak nie podobały się te ekstrawagancje. [...] Z przebierańcami też rozprawiano się szybko, gdyż maski i przyśpiewki pachniały teatrem, teatr zaś to było coś trefnego, nieczystego"[7].

Na szczęście nie wszędzie i nie zawsze purimowi grajkowie spotykali się z niechęcią. Z czasem zespoły zbierane wyłącznie do odegrania purimszpil zaczęły sięgać po inny repertuar, grając przedstawienia nie tylko w czasie święta Purim: z purimszpilerów i tzw. „śpiewaków Brodzkich" powstał w latach 70. XIX wieku pierwszy w historii, nowożytny teatr Abrahama Goldfadena, z czasem przekształcając się w pierwszą, zawodową scenę teatru żydowskiego. Dziś purimszpil stały się domeną dzieci i — jak widać — astronomów, bowiem tradycja gier purimowych odradza się nie tylko w polskich gminach żydowskich (gdzie w przedstawieniach występują głównie dzieci), ale również w CAMK-u...

„Purimszpil astrofizyczna" w CAMK-u

Autor: Mieczysław Abramowicz[8]

Osoby: *NARRATOR* (Marek Sarna), *MORDECHAJ* (Marek Abramowicz), *ESTERA* (Agata Różańska), *PUBLICZNOŚĆ* (pracownicy CAMK-u).

Światowa premiera: Warszawa, 10 marca 2009 (dzień po święcie Purim).

NARRATOR: Kto policzy ładnie, a kto może zgadnie: pół i jedna czwarta[9], ile to wypadnie? Dla tych, którzy wiedzą, grę dziś przedstawiamy i historię Ester pięknej wam podamy.

MORDECHAJ: Jam jest ten Mordechaj, mędrzec z Rehovotu, który profesorów nabawił kłopotu; oni wciąż gadają o krzywej rotacji i nie wiedzą, nędzni, że nie mają racji. Na przykład doktor Haman[10], głupi, perski szmondak, przecież on nie wierzy w wielkość mego MOND-a i króla Ahaszwera, z synami, podpuszcza. Głupia, tępa, bezmyślna muzułmańska tłuszcza.

ESTERA: A ja jestem Estera, Mordechaja krewna; i wielkości MOND-a zawsze byłam pewna. A że mam ja z królem... stosunki dość bliskie, wytłumaczę jemu te problemy wszystkie. I powiem ja królowi, żeby się nie biesił i doktora Hamana na drzewie powiesił.

MORDECHAJ: Taki czeka koniec każdego Hamana: stryczek, gałąź drzewa, kariera złamana.

ESTERA: Niech nasza historia będzie wam przestrogą: mądrzy ludzie MOND-em każdą Persję zmogą.

RAZEM (śpiewają na melodię „Krakowiaczek ci ja"): Hopsa-sa-sa, hopsa-sa-sa, nie istnieje ciemna masa. Wbijcie sobie to dziś w łeb, kto nie wierzy, ten jest kiep!

Przedstawienie oglądali wszyscy pracownicy CAMK-u, sekretarki, dyrektor, profesorowie, studenci, portierzy, kucharki, księgowe, technicy komputerowi i bibliotekarki, robiąc stosowne hałasy przy trzykrotnie wypowiadanym ze sceny imieniu Hamana. Obecni wśród publiczności znani przeciwnicy teorii MOND też próbowali robić hałas, gdy słowo to padało ze sceny, także trzykrotnie, ale zostali powstrzymani. Po przedstawieniu dobry nastrój utrzymał się cały dzień, było bowiem dość wina i purimowych ciasteczek od Bliklego.

Baruch Mordecai! Arar Haman!

[5] Ex 20,3-4.

[6] Pwt 22,5.

[7] I. B. Singer, *Przysięga*, „Urząd mojego ojca", przekład I. Wyrzykowska, Warszawa 1992, s. 66.

[8] Mieczysław Abramowicz napisał (inny) purimszpil już dawniej. „Purimszpil" nazywa się jeden z rozdziałów jego książki „Każdy przyniósł, co miał najlepszego", wydanej w roku 2005, w gdańskiej oficynie *Słowo-Obraz-Terytoria*. Jedna z recenzji on-line (w Gazecie Wyborczej): http://wyborcza.pl/1,75517,3014578.html. Książka była nominowana do Nagrody Nike.

[9] „Pół *i* jedna czwarta" dotyczy rodzinnej tajemnicy: jeden z autorów tego sprawozdania tłumaczył niedawno drugiemu arytmetykę pozaskończoną Cantora, zaczynając od paradoksu Zenona o wyścigu Achillesa i żółwia. Jak wiadomo, wyjaśnienie paradoksu polega na wykazaniu, że szereg „pół *i* jedna czwarta", *i* jedna ósma, *i* tak dalej do nieskończoności, to znaczy szereg 1/2 + + 1/4 + 1/8 + ..., ma granicę skończoną. To okazało się jednak zbyt nużące dla drugiego autora, co zdumiało pierwszego.

[10] Przy każdym wspomnieniu imienia ohydnego Hamana, *PUBLICZNOŚĆ* wznosi wrogie okrzyki i robi wszelkie inne hałasy.

Marek Abramowicz jest kierownikiem katedry i profesorem astrofizyki na uniwersytecie w Göteborgu w Szwecji oraz profesorem w Centrum Astronomicznym PAN w Warszawie. Jego Brat Mieczysław jest gdańskim historykiem i publicystą

Maja Kaźmierczak

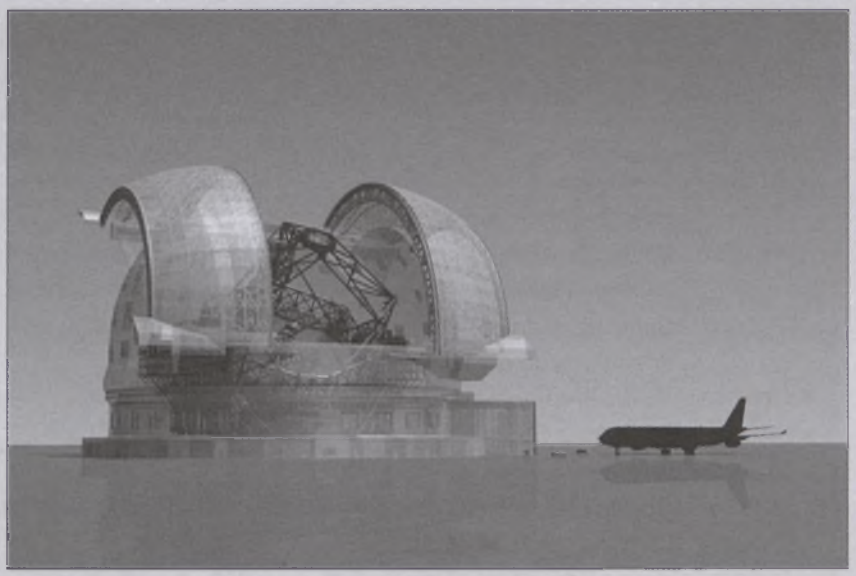
ELT — przyszłość astronomii optycznej?

Astronomowie, którzy prowadzą obserwacje lub pracują z danymi obserwacyjnymi, często stwierdzają, że przydałaby się większa rozdzielczość albo większy stosunek sygnału do szumu. W związku z powyższym, planując i budując kolejne instrumenty astrofizyczne, inżynierowie starają się sprostać tym wymaganiom, jednak mimo zaawansowanych technik nie wszystko jest możliwe do osiągnięcia i zawsze pozostaje pewien niedosyt. Z drugiej strony, to dzięki temu powstają kolejne plany i idee mające na celu poprawienie jakości uzyskiwanych danych astrofizycznych. W przypadku teleskopów optycznych, do których w tym artykule się ograniczę, największa średnica lustra głównego, jaką udało się uzyskać, to około 10 m, jednak ambicje astronomów są znacznie większe. Obecnie jest już kilka projektów budowy tzw. ekstremalnie wielkich teleskopów, z czego jeden ma największe szanse na realizację. Jest to *E-ELT* — Europejski Ekstremalnie Wielki Teleskop (ang. *The European Extremely Large Telescope*), którego średnica ma osiągnąć trudno wyobrażalne rozmiary jak na teleskop do obserwacji optycznych — aż 42 metry. Będzie to największy na świecie teleskop do obserwacji w widzialnym i podczerwonym zakresie promieniowania elektromagnetycznego.

Idea ekstremalnie wielkich teleskopów

Kilka lat temu zrodziła się idea budowy nowej generacji teleskopów optycznych. Obecnie mamy do dyspozycji kilka ogromnych instrumentów o średnicach około 6—10 m (patrz „Urania-PA" 1, 2001). Jednak aby sięgnąć do obiektów dalszych (m.in. związanych z początkiem Wszechświata) i słabszych (jak planety pozasłoneczne), potrzeba większych teleskopów. Stąd pomysł skonstruowania instrumentu mającego średnicę o wymiarze około 50—100 m. Początkowo powstało wiele projektów, jednak do dziś przetrwały tylko 3 (część połączyła się, tworząc silniejsze i większe grupy inżynierów i astronomów, a reszta upadła z powo-

du braku wystarczających środków finansowych). Jednak żaden z nich nie osiągnie średnicy 100 m, projektowane są teleskopy o rozmiarach 25 m, 30 m i 42 m. Współczesne projekty ekstremalnie wielkich teleskopów (tab. 2) są w różnym stadium zaawansowania. Rok 2018, dla każdego z nich, podawany jest jako początek zbierania danych obserwacyjnych. Czy wszystkie powstaną, zobaczymy za 10 lat. Sądzę, że największe szanse na realizację ma *E-ELT*, o którym kilka słów poniżej.



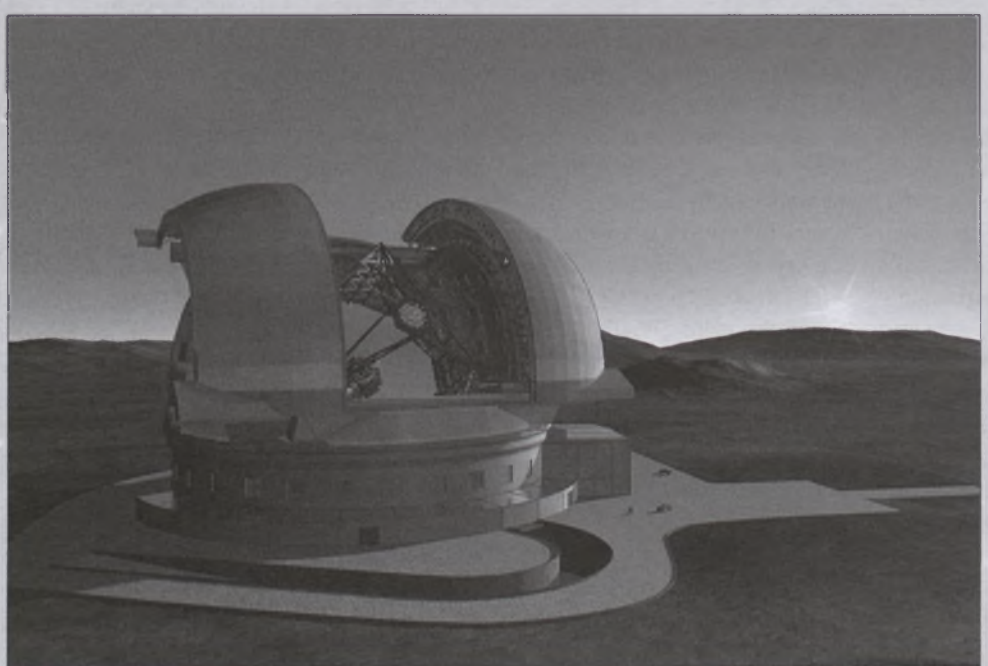
Rys. 1. Porównanie rozmiarów Europejskiego Ekstremalnie Wielkiego Teleskopu (*E-ELT*) z pasażerskim samolotem dalekiego zasięgu Airbus *A340* (wszystkie rysunki w artykule są wizjami artystycznymi lub modelami prezentującymi, jak będą wyglądać teleskopy nowej generacji) (źródło: ESO, http://www.eso.org/sci/facilities/eelt/)

E-ELT

E-ELT, czyli Europejski Ekstremalnie Wielki Teleskop, to nazwa projektu Europejskiego Obserwatorium Południowego *ESO* (ang. *The European Southern Observatory*), który ma na celu zbudowanie „największych na świecie oczu do obserwacji nieba". *E-ELT* będzie teleskopem do obserwacji w widzialnym i podczerwonym zakresie promieniowania elektromagnetycznego, o średnicy 42 m, zbudowanym w systemie Nasmytha (jak np. teleskopy *VLT*, ang. *Very Large Telescope*, w Chile). Ma mieć wysokość 60 m i ważyć prawie 5000 ton (jako całość). Kopuła, w której będzie się znajdował, będzie miała rozmiar porównywalny ze stadionem do piłki nożnej.

Z oczywistych względów, otrzymanie jednolitego lustra o średnicy 42 m nie jest brane pod uwagę. Będzie się ono składało z 906 sześciokątnych elementów, każdy o szerokości 1,4 m. Planuje się, że teleskop będzie zbierał 15 razy więcej światła niż obecne największe teleskopy pracujące w zakresie optycznym. A czułość będzie miał ponad sto razy od nich większą. Do zminimalizowania wpływu turbulencji w ziemskiej atmosferze będzie zastosowana zaawansowana optyka adaptywna, dzięki której *E-ELT* będzie w stanie uzyskać obrazy o bardzo wysokiej jakości (znacznie lepszej niż *Kosmiczny Teleskop Hubble'a*).

Żeby w pełni wykorzystać jakość danych obserwacyjnych, które uzyskamy za pomocą wielkiego teleskopu, bardzo ważny jest wybór odpowiedniej lokalizacji. Problem wcale nie jest trywialny i mimo iż często się wydaje, że pustynia w Chile jest do tego najlepsza (to właśnie tam znajdują się instrumenty *ESO*), nie jest to wcale takie oczywiste. Aby podjąć ostateczną decyzję, należy wziąć pod uwagę rozmaite czynniki. Na pierwszą myśl nasuwa się „jakość nieba", czyli parametry atmosferyczne (liczba bezchmurnych nocy, turbulencje atmosferyczne, wilgotność powietrza, temperatury) oraz związana z nimi wysokość n.p.m. Ważne są także tzw. aspekty konstrukcyjne, czyli teren pod budowę *E-ELT* powinien być płaską powierzchnią o polu porównywalnym z rozmiarem kilku boisk do piłki nożnej. Na miejsce, w którym zostanie zbudowany teleskop, trzeba dostarczyć ponad 1500 różnych kontenerów z całego świata, a budowa będzie trwała kilka lat, stąd konieczność takiej ogromnej przestrzeni. Nie bez znaczenia pozostają także czynniki logistyczne jak bliskość i dostępność wody pitnej, dróg, elektrowni o dużej mocy itp. Kolejnym kryterium jest bliskie „sąsiedztwo" innych instrumentów (istniejących oraz przyszłych; jak *VLT/VLTI*, *ALMA* („Urania–PA" 1, 2009), *SKA* („Urania–PA" 5, 2008)), z którymi *E-ELT* mogłyby połączyć wspólne projekty naukowe, a z drugiej strony byłaby to możliwość do wykorzysta-



Rys. 2. Europejski Ekstremalnie Wielki Teleskop (*E-ELT*) (źródło: ESO)

Tab. 1. Instrumenty naukowe projektowane dla E-ELT

Nazwa	Rodzaj instrumentu	Zakres widmowy	Rozdzielczość widmowa	Pole widzenia
CODEX	Spektrograf wysokiej rozdzielczości na zakres widzialny	3 700—6 900 Å	R > 120 000 ~ 32 000	1"
EAGLE	Spektrograf o dużym polu widzenia na zakres bliskiej podczerwieni	8 000—25 000 Å	4 000—10 000	5' (do 10')
EPICS	Spektrograf z ekstremalną optyką adaptywną do obrazowania planet	6 000—18 000 Å	R > 50	2" (do 4")
HARMONI 20 000	Szerokopasmowy spektrograf 10" × 5" na pojedyncze pole	5 000—25 000 Å	~ 5 000, 10 000,	
METIS	Spektrograf z optyką adaptywną na zakres średniej podczerwieni	30 000—130 000 Å	100—100 000	30"
MICADO	Kamera na zakres bliskiej podczerwieni	8 000—24 000 Å	—	30"
OPTIMOS	Spektrograf o dużym polu widzenia na zakres widzialny	3 700—14 000 Å	5 000—50 000	5' (do 10')
SIMPLE	Spektrograf wysokiej rozdzielczości na zakres bliskiej podczerwieni	8 000—25 000 Å	100 000 (do 150 000)	Pojedyncze obiekty (szczelina maks. 4")

nia ich szeroko rozumianej infrastruktury. Obecnie rozważane lokalizacje to oczywiście Chile, a także Argentyna i La Palma. Ostateczna decyzja o usytuowaniu wielkiego teleskopu zostanie podjęta pod koniec 2009 r.

W tej chwili planuje się skonstruowanie dla *E-ELT* ośmiu instrumentów naukowych. Informacje na temat ich podstawowych parametrów zebrane są w tab. 1. Na tym etapie projektowania całego przedsięwzięcia bardziej szczegółowy ich opis nie ma sensu, gdyż jeszcze wiele może się zmienić.

Inne olbrzymy

Kilka lat temu, gdy narodziła się idea zbudowania ekstremalnie wielkiego teleskopu, powstało wiele projektów związanych z różnymi instytucjami na całym świecie. Dziś możemy mówić już tylko o trzech; Europejskim Ekstremalnie Wielkim Teleskopie (*E-ELT*), któremu głównie poświęcony jest ten artykuł, Trzydziestometrowym Teleskopie (*TMT*) i Wielkim Teleskopie Magellana (*GMT*). Wszystkie projekty są bardzo skomplikowane technologicznie i korzystają z zaawansowanych metod, np. optyki adaptywnej. Instrumenty, które mają powstać, będą charakteryzowały się wyjątkową precyzją, a dane obserwacyjne, które dzięki nim uzyskamy, będą miały nieznaną dotychczas jakość, by w ten sposób przynieść przełomowe odkrycia w wielu dziedzinach astronomii.

TMT

Trzydziestometrowy Teleskop (ang. *Thirty Meter Telescope*) ma być ekstremalnie wielkim teleskopem o średnicy 30 m (lustro główne będzie się składać z 492 sześciokątnych elementów, każdy o boku 1,44 m). W 2003 r. trzy instytucje (*The University of California UC*, *The California Institue of Technology Caltech* i *The Association of Canadian Universities for Research in Astronomy ACURA*) zapoczątkowały program *TMT*. W 2008 r. do projektu amerykańsko-kanadyjskiego dołączyła Japonia (*The National Optical Astronomy Observatory of Japan NAOJ*). Plan zbudowania *TMT* powstał w wyniku połączenia się trzech projektów ekstremalnie wielkich teleskopów: *CELT* (Kalifornijski Ekstremalnie Wielki Teleskop, zainicjowany przez Caltech i UC), *VOLT* (Bardzo Wielki Optyczny Teleskop; ACURA) oraz *GSMT* (Ogromny Teleskop z Segmentowym Lustrem; NOAO i Obserwatorium Gemini). Projektowanie i budowa *TMT* ma być finansowana przez instytucje wchodzące w skład projektu, a także w dużej mierze przez prywatne fundacje (co jest dość powszechne w Ameryce), np. *Fundacja Gordona i Betty Moore*.

TMT będzie prowadził obserwacje w szerokim zakresie długości fal, od 320 nm w ultrafiolecie do 30 μm w podczerwieni. W ten sposób stanie się podstawowym narzędziem, które pomoże odpowiedzieć na ważne pytania w wielu dziedzinach astronomii.

Inżynierowie projektujący *TMT* sugerują się budową teleskopu *Keck*. *Keck I* i *Keck II* to dwa bliźniacze 10-metrowe teleskopy znajdujące się na Hawajach. Ich zwierciadła główne składają się z 36 sześciokątnych segmentów. Lustro *TMT*, a także kopuła, ma przypominać te u 10-metrowego sąsiada na Hawajach (*TMT* także zostanie zbudowany w Obserwatorium Mauna Kea). Instrumenty naukowe, w które zostanie wyposażony, to różnego rodzaju spektrometry (niskiej i wysokiej, maks. R = 100 000 rozdzielczości) operujące w zakresie optycznym i podczerwonym.

GMT

Wielki Teleskop Magellana (ang. *Giant Magellan Telescope*) jest najmniejszym z tej trójki teleskopów. Oficjalnie się mówi, że będzie instrumentem o średnicy 25 m, jednak praktycznie będzie się składał z siedmiu jednolitych luster (sześć pozaosiowych i jedno centralnie usytuowane), każde o średnicy 8,4 m, co daje powierzchnię zbierającą o średnicy 21,4 m i rozdzielczość jak

lustra o średnicy 24,5 m. Podobnie jak w przypadku *TMT*, dla *GMT* również podjęto już decyzję o lokalizacji teleskopu; jest to Las Campanas w Chile. Teleskop będzie w stanie obserwować w zakresie widzialnym oraz bliskiej i średniej podczerwieni.

W projekcie *GMT* uczestniczą głównie instytucje amerykańskie (*Carnegie Institution of Washington*, *The University of Texas at Austin*, *Harvard University*, *Smithsonian Astrophysical Observatory*, *University of Arizona*, *Texas A&M University*), australijskie (*The Australian National University*, *Astronomy Australia Ltd.*), a niedawno dołączyła także Korea Południowa (*Korea Astronomy and Space Science Institute*).

Nazwa *GMT* przypomina, iż ma być on większym bratem teleskopu *Magellana* (podobnie można powiedzieć o *TMT* i *Kecku*). Teleskopy *Magellana* (tzw. *Baade* i *Clay*) to również bliźniaki, każdy ma jednolite lustro o średnicy 6,5 m, a znajdują się właśnie w Obserwatorium Las Campanas, w Chile.

Podstawowe informacje o trzech gigantach zebrane są w tab. 2, a artystyczne wizje teleskopów przedstawiają rys. 3 i 4.

Rys. 3. Wielki Teleskop Magellana (źródło: www.gmto.org)

Cele naukowe

Projekty naukowe, które mają być realizowane przez ekstremalnie wielkie teleskopy, dotykają wielu zagadnień astronomicznych: od planet Układu Słonecznego do pozasłonecznych, od pobliskich galaktyk do najdalszych obserwowalnych obiektów znajdujących się na krańcach widzialnego Wszechświata czy od fundamentalnej fizyki po kosmologię. Co więcej, programy naukowe są dobierane także pod kątem przyszłej współpracy z innymi instrumentami (w marcu br. odbyła się konferencja, podczas której rozważano o wspólnych projektach dla *E-ELT* i *ALMA*, a dwa lata wcześniej podobne spotkanie dotyczyło *VLT*, *JWST* i *E-ELT*), aby poprzez pokrycie w szerokim zakresie widma elektromagnetycznego uzyskać bardziej szczegółowe informacje dotyczące konkretnych obiektów. Tematyka zadań dla *TMT*, *GMT* oraz *E-ELT* jest bardzo zbliżona, dlatego też scharakteryzuję tylko podstawowe problemy astrofizyczne stawiane przed tym ostatnim teleskopem.

Planety pozasłoneczne

Głównym celem naukowym *E-ELT* ma być, bardzo modna obecnie, tematyka związana z pozasłonecznymi układami planetarnymi. Wielkie lustro ma pomóc odkryć, na podstawie pomiarów prędkości radialnych, planety o masach zbliżonych do masy Ziemi, a także uzyskać bezpośrednie obrazy planet olbrzymów, nawet z możliwością scharakteryzowania ich atmosfer. Teleskop będzie w stanie mierzyć promieniowanie gwiazdy macierzystej odbite od planet olbrzymów (podobnych do Jowisza czy Neptuna), by na tej podstawie, za pomocą spektroskopii niskiej rozdzielczości, zbadać ich atmosfery. Umożliwi także przestudiowanie formowania się układów planetarnych z dysków protoplanetarnych znajdujących się dookoła wielu pobliskich, bardzo młodych gwiazd. Natomiast obserwacje planet olbrzymów w młodych gromadach i obszarach powstawania gwiazd pozwolą prześledzić ich ewolucję. W ten sposób *E-ELT* ma pomóc odpowiedzieć na podstawowe pytania doty-

Rys. 4. Trzydziestometrowy Teleskop (źródło: www.tmt.org)

Tab. 2. Podstawowe informacje na temat trzech głównych projektów ekstremalnie wielkich teleskopów

Parametr	E-ELT	TMT	GMT
Nazwa teleskopu	*European – Extremely Large Telescope* (Europejski Ekstremalnie Wielki Teleskop)	*Thirty Meter Telescope* (Trzydziestometrowy Teleskop)	*Giant Magellan Telescope* (Wielki Teleskop Magellana)
Średnica	42 m	30 m	24,5 m
Lustro główne	906 elementów sześciokątnych (każdy o boku 1,4 m)	492 elementy sześciokątne (każdy o boku 1,44 m)	7 jednolitych luster o średnicy 8,4 m
Kto buduje	Europa	USA + Kanada + Japonia	USA + Australia + Korea Południowa
Pole widzenia	10'	15' (maks. 20', ale winietowe)	20' — 30'
Lokalizacja	Chile, Argentyna lub La Palma	Maunakea (Hawaje)*	Las Campanas (Chile)
Zakres widmowy	3 700 — 130 000 Å	3 100 — 280 000 Å	3 000 — 350 000 Å

czące formowania się planet i ich ewolucji.

Populacje gwiazd

Ekstremalnie Wielki Teleskop daje możliwość odtworzenia historii powstania i ewolucji gwiazdowych populacji na podstawie obserwacji znacznej próbki galaktyk w pobliskim Wszechświecie. Do studiowania populacji gwiazdowych potrzebna jest duża rozdzielczość i pomiary pojedynczych gwiazd w poszczególnych galaktykach; dotychczas takie badania ograniczały się jedynie do Drogi Mlecznej i jej najbliższego sąsiedztwa. Dzięki dużej powierzchni zbierającej fotony, *E-ELT* umożliwi wykonanie dokładnej fotometrii i spektroskopii wysokiej rozdzielczości populacji gwiazd w znacznie bardziej reprezentatywnej próbce galaktyk, a nawet w najbliższych dużych galaktykach eliptycznych. W ten sposób poznamy szczegółowe informacje dotyczące formowania się gwiazd, wzbogacania ich w ciężkie pierwiastki, a także kinematycznej ewolucji pobliskich galaktyk.

Fizyka galaktyk na dużym z

E-ELT będzie w stanie obserwować także bardzo odległe obiekty (o dużym przesunięciu ku czerwieni z). Jednym z oczekiwań stawianych przed *E-ELT* jest fizyczne zrozumienie, w jaki sposób powstała materia barionowa w galaktyce, gdyż nasza wiedza na tym polu jest ciągle fragmentaryczna. Wielki teleskop ma wykonać z wysoką rozdzielczością przestrzenną spektroskopowe przeglądy setek masywnych galaktyk. W ten sposób uzyskamy szczegółowe informacje o masach gwiazd w nich zawartych, ich wieku, metaliczności oraz tempie powstawania gwiazd i warunkach dynamicznych. Dotychczas takie pomiary ograniczały się do galaktyk o małym z, *E-ELT* pozwoli sięgnąć znacznie dalej. Będzie można lepiej zrozumieć wczesne stadia formowania się galaktyk, a także przeanalizować ich ewolucję.

Kosmologia i podstawowa fizyka

Odkrycie, że przyspieszenie ekspansji Wszechświata może być powodowane przez pewne formy ciemnej energii, jest zapewne jedną z ważniejszych zagadek naukowych na przełomie ostatnich dekad. Ekstremalnie Wielki Teleskop ma pomóc nam wyjaśnić naturę ciemniej energii poprzez odkrycie i obserwacje odległych supernowych typu *Ia*. Obiekty te są znakomitym wskaźnikiem odległości, a ich obserwacje mają ułatwić poznanie historii rozszerzania się Wszechświata. Poza tym nowy teleskop ma sprawdzić, czy podstawowe stałe fizyczne (np. stała struktury subtelnej, czy stosunek masy protonu do elektronu) zmieniają się w czasie i poszukać ich ewentualnych rozbieżności.

* * *

Projekt *E-ELT* powoli przechodzi pozytywnie przez wszystkie fazy projektowania. Ostateczna decyzja o budowie zostanie podjęta pod koniec 2010 r., a obserwacje miałyby się rozpocząć w 2018 r. Podobnie jak *ALMA* w zakresie długofalowym, *E-ELT* w zakresie *VIS-NIR* będzie instrumentem *ESO* świadczącym o prestiżu organizacji i możliwościach technicznych. *E-ELT* będzie najbardziej zaawansowanym ziemskim teleskopem optycznym i, jak w przypadku większości nowych instrumentów, planuje się, iż przyniesie przełomowe odkrycia. Choć 42-metrowa średnica wywołuje obecnie niedowierzanie, pamiętajmy, iż kiedyś trudny do wyobrażenia był teleskop 8-metrowy. Europejski Ekstremalnie Wielki Teleskop jest na dobrej drodze do powstania. Czy pierwsze światło zacznie rejestrować za 10 lat, zobaczymy... Większość planowanych instrumentów astrofizycznych rozpoczyna pracę z opóźnieniem w stosunku do przewidywanej daty. Pozostaje nam czekać i mieć nadzieję, że się uda!

Maja Kaźmierczak jest absolwentką astronomii w Toruniu, obecnie na studiach doktoranckich. Jest zaangażowana w projekty naukowe realizowane przy pomocy teleskopu kosmicznego Herschela

* „*Maunakea*", jako nazwa własna w tradycyjnym języku hawajskim, jest jednym słowem. „*Mauna Kea*" dosłownie oznacza *białą górę*. Jest też nazwą jednego ze szczytów na Hawajach. Jednak pisana w dwóch słowach jest tylko w odniesieniu do nazw własnych typu „*Mauna Kea Science Reserve*".

Galeria Uranii

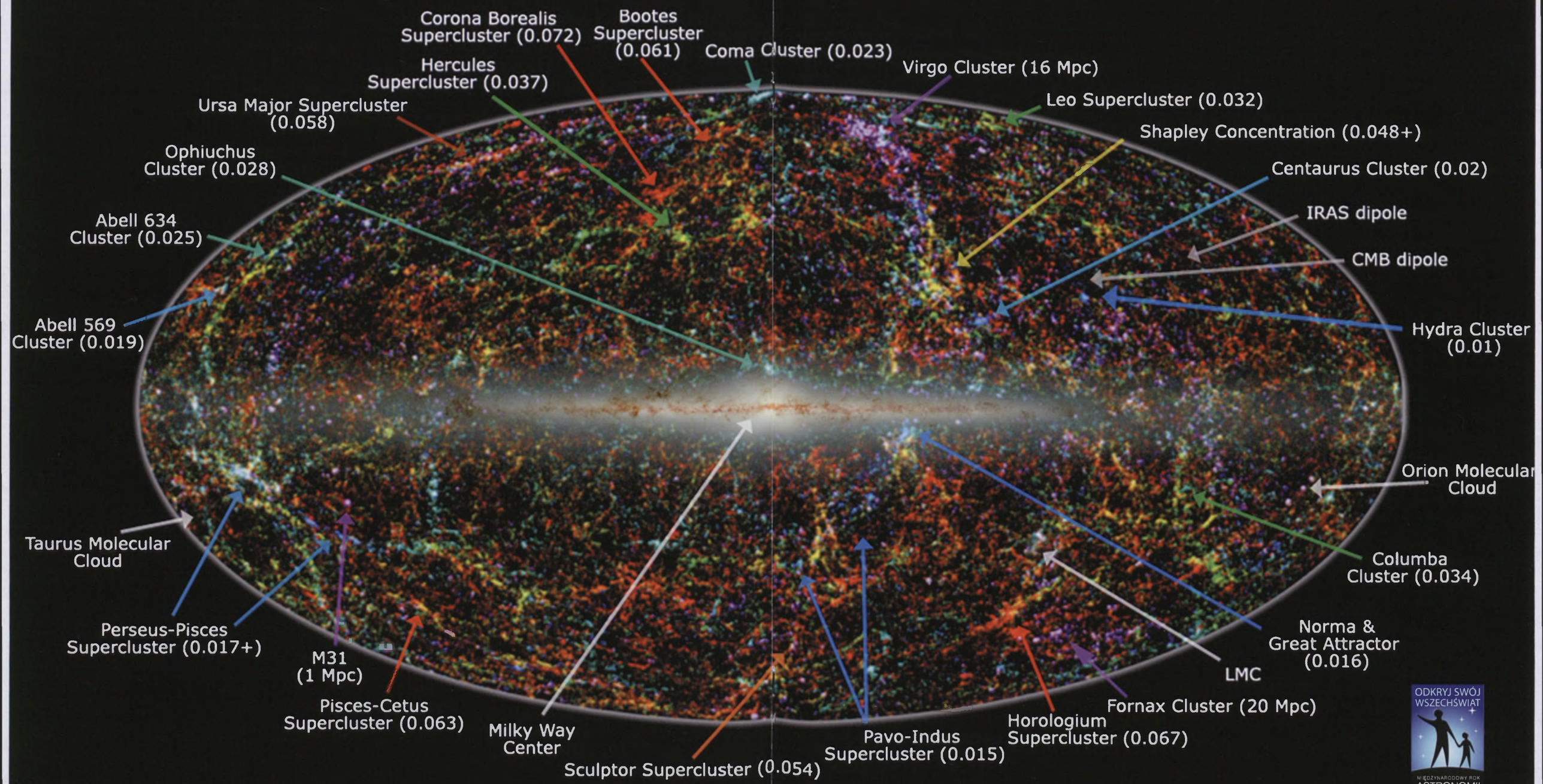
Poniższe zdjęcie przedstawiające podwójną tęczę zostało zrobione przez Krzysztofa Janusza nad jego rodzinną miejscowością Bożków

Księżyc 3 dni przed pełnią to owoc pierwszych zmagań z astrofotografią Tadeusza Puszcza z Milanówka (Newton 130/900, projekcja okularowa, aparat SP350)

Zdjęcie koniunkcji gromady otwartej M45 (Plejady), Księżyca i Merkurego wykonane z dachu CAMK-u w Warszawie 26 kwietnia aparatem Sony A200 z obiektywem 18-70 mm przysłał Artur Hojda z Zielonki

Zakrycie Plejad przez Księżyc 18 lipca 2009 r. o godzinie 3.24 CWE aparatem Canon 300D z obiektywem 6/450 mm, czasem ekspozycji 1 s, przy czułości matrycy 800 ISO sfotografował Andrzej Binkiewicz, Kępie k. Miechowa

Struktury wielkoskalowe w Lokalnym Wszechświecie



Źródło: IPAC/Caltech

ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT

MIĘDZYNARODOWY ROK ASTRONOMII 2009

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

Galeria Uranii

Przesyłam 2 zdjęcia wykonane 22.07.2009 w pobliżu Szanghaju (30° 47' N, 121° 09' E) przedstawiające częściowe zaćmienie Słońca. Pierwsze zostało zrobione przeze mnie o 8.47 czasu miejscowego, a następne o 9.18 przez kol. Jolantę Olejniczak (astronomia UMK 1980). Robiłyśmy je podczas wyjazdu zorganizowanego przez Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne z Niepołomic (patrz relacja na s. 223). Niestety, nastąpiło całkowite zachmurzenie i lunął deszcz. Na ok. 6 min zrobiło się kompletnie ciemno. Zabrakło niecałych 15 min, aby zobaczyć całkowite zaćmienie. Bywa i tak. Trudno! Zofia Huppenthal

Tadeusz Michalski z Rudy Śląskiej przysłał zdjęcie wschodzącego „czerwonego" Księżyca, zrobione aparatem fine pix s5600

25 maja 2009 r. po wykonaniu obserwacji Słońca, patrząc w jego kierunku przez okulary słoneczne, na jasnym tle nieba dostrzegłam piękne pierścienie halo (zjawisko wieńca — przyp. red.) w słabo włóknistej chmurze, tzw. cirrostratus. Białe plamki to unoszące się pyłki, zaś Słońce było ukryte za krawędzią zadaszenia balkonu. Zdjęcia wykonałam ręcznie aparatem Samsung S1070 przez okulary słoneczne z wykorzystaniem zoomu cyfrowego. Krystyna Jaskulska z Gdyni

Afrykańskie safari

w poszukiwaniu cienia

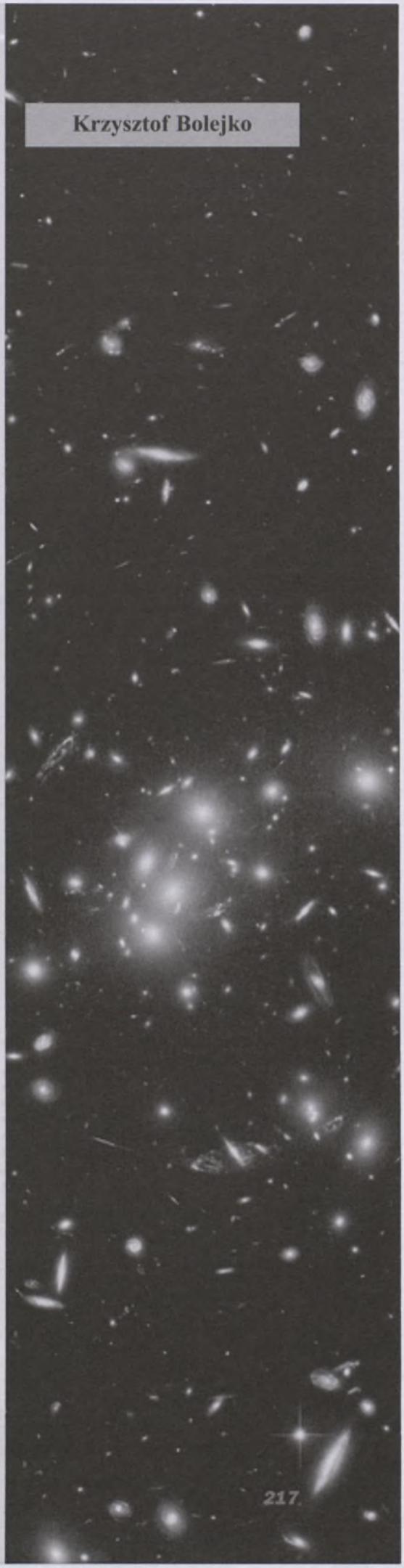
Nairobi – Nakuru – Masai Mara

Wycieczka do Kenii połączona
z obserwacją obrączkowego zaćmienia słońca
13.01 – 19.01.2010

Biuro Podróży Air Tours Cracow
tel. 012 432 64 40
www.747.pl

Kosmologiczny kalkulator

Krzysztof Bolejko



Zastanawiałeś się, jaka jest odległość do niedawno zaobserwowanego błysku gamma o przesunięciu ku czerwieni $z = 8{,}2$? Myślałaś może, ile czasu światło potrzebowało, aby dotrzeć do nas? Albo ile wynosił wiek Wszechświata w chwili emisji? Chciałaś policzyć, ale teoria jest zbyt trudna? A może opanowałaś równania, ale interesują Cię wyniki uzyskane dla różnych modeli kosmologicznych, a wzory w podręcznikach są tylko dla szczególnych przypadków. Jeśli tak, to ten artykuł jest dla Ciebie!

Ponieważ Wszechświat się rozszerza, odległość w chwili emisji między źródłem a nami jest inna niż odległość w chwili obecnej. Dodatkowo, z powodu krzywizny przestrzeni, odległość oszacowana na podstawie rozmiarów kątowych jest inna niż odległość, jaką można by zmierzyć za pomocą miarki, gdybyśmy tylko mogli zatrzymać czas (ta ostatnia własność sprawia, że np. obwód okręgu nie wynosi $2\pi d$, gdzie d jest odległością od środka okręgu do obwodu).

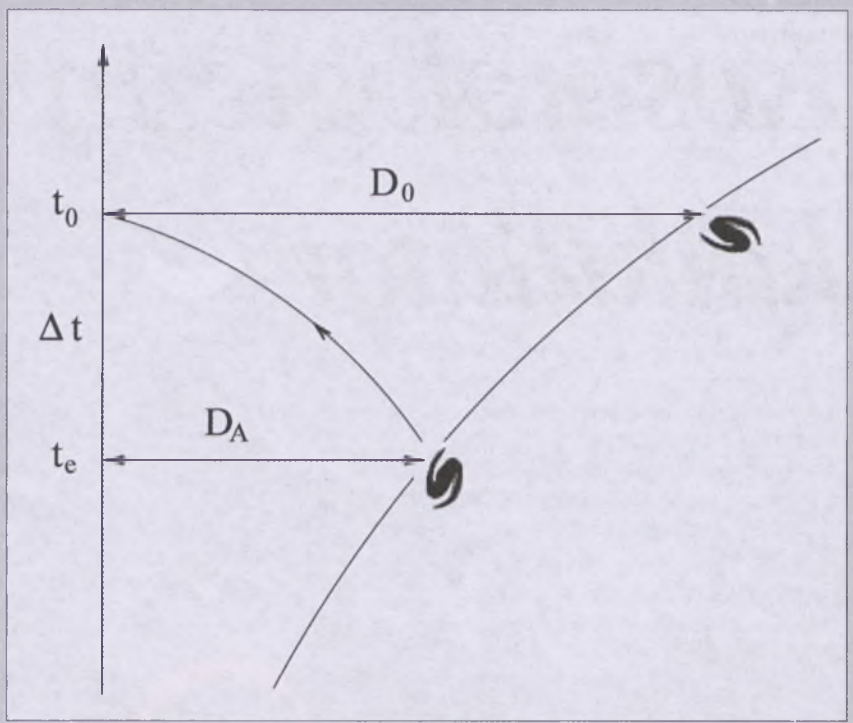
Jak zatem to wszystko policzyć? Nie wchodząc w szczegóły i filozoficzne dywagacje, musimy mieć pod ręką model kosmologiczny. Czytelnik znający podstawy analizy matematycznej może zapoznać się z teorią podstawowych modeli kosmologicznych. Taki przegląd jest dostępny na stronach „Uranii–PA": http://urania.pta.edu.pl/jks-kosmolog.html. Ale co ma zrobić miłośnik astronomii, który jeszcze nie poznał całek albo już dawno o nich zapomniał? Lub jeśli interesują nas modele, dla których nie ma prostych formuł analitycznych? Przykładowo wzór Mattinga (http://urania.pta.edu.pl/jks-distance1.html wzór (3)) stosowalny jest tylko dla modeli zawierających materię. Nie nadaje się więc do obecnie faworyzowanego modelu kosmologicznego, który zawiera człon kosmologiczny (większość doniesień prasowych o odkryciu kwazara czy błysku gamma podaje czas propagacji właśnie opierając się na modelu ze stałą kosmologiczną). Sytuacja nie jest jednak tragiczna i pełna informacja nie jest dostępna tylko dla profesjonalnych astronomów. Obecnie w Internecie dostępnych jest wiele kosmologicznych kalkulatorów, z których pomocą można wszystko łatwo policzyć. W tym artykule opiszemy, jak posługiwać się kalkulatorem stworzony przez prof. Edwarda Wrighta z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Los Angeles. Kalkulator ten dostępny jest na stronie: http://www.astro.ucla.edu/~wright/CosmoCalc.html

Jednak żeby zrozumieć wyniki prezentowane przez kalkulator, musimy zapoznać się z podstawami obserwacji w rozszerzającym się Wszechświecie.

Rysunek 1 przedstawia schemat obserwacji pewnej galaktyki. Odległość w chwili emisji (t_e) między galaktyką a obserwatorem wynosi D_A. D_A nie jest jednak fizyczną odległością, lecz odleg-

łością kątową, ściśle mówiąc D_A jest zdefiniowane jako $\ell/(2\pi)$, gdzie ℓ jest obwodem okręgu, w którego centrum znajduje się obserwator, a na obwodzie obserwowana galaktyka. W przypadku gdy przestrzeń jest zakrzywiona, D_A nie jest równa odległości od centrum takiego okręgu do jego brzegu. Tylko w przypadku gdy krzywizna przestrzenna jest równa zeru, te dwie odległości się pokrywają. Czemu więc tak komplikujemy? Czemu nie rozważyć tylko odległości prawdziwej, tj. takiej, jaką zmierzylibyśmy, gdybyśmy zatrzymali czas i np. za pomocą linijki zmierzyli odległość od nas do galaktyki. Problem w tym, że zadanie takie jest niewykonalne. W praktyce odległość można oszacować np. z rozmiarów kątowych lub na podstawie obserwowanej jasności. W pierwszym przypadku załóżmy, że znamy rozmiary fizyczne obserwowanej galaktyki. Mierząc rozmiar kątowy źródła i korzystając z prostych rozważań geometrycznych, łatwo wyznaczyć odległość ($\mathrm{tg}\alpha = R/D$, gdzie R jest rozmiarem fizycznym źródła, D odległością a α rozmiarem kątowym). Odległość, jaką otrzymamy w ten sposób, będzie wynosić właśnie D_A.

Drugi sposób wyznaczenia odległości opiera się na pomiarze jasności. Załóżmy, że znamy jasność absolutną obserwowanej galaktyki. Korzystając z faktu, że strumień promieniowania maleje jak druga potęga odległości, możemy wyznaczyć jej odległość. Odległość wyliczona w ten sposób wynosi $D_A(1+z)^2$. Skąd ten wynik? Jeśli przyjąć, że front fali świetlnej emitowany przez galaktykę we wszystkich kierunkach ma kształt sfery, to w chwili obecnej, na skutek ekspansji, powierzchnia takiej sfery wynosi $4\pi D_A^2(1+z)^2$. Człon $(1+z)$ przy D_A to poprawka odległości spowodowana ekspansją Wszechświata (http://urania.pta.edu.pl/jks-distance1.html wzór (4)). Dodatkowo należy uwzględnić fakt, że zarówno długość fali światła, jak i interwał czasu z powodu ekspansji przestrzeni ulegają zwiększeniu o czynnik $(1+z)$, co sprawia, że obserwowany strumień energii ulega zmniejszeniu o czynniki $(1+z)^2$. Stąd otrzymujemy, że odległość bolometryczna (lub jasnościowa) wynosi $D_L = D_A(1+z)^2$.



Rys. 1. Schemat obserwacji astronomicznej. Chwila obecna jest oznaczona przez t_0. Wiek Wszechświata w chwili emisji oznaczony jest przez t_e. D_A jest odległością kątową, a D_0 odległością w chwili obecnej

Obecnie (t_0) z powodu ekspansji Wszechświata obserwowana galaktyka znajduje się dalej od nas. Na rys. 1 odległość ta oznaczona jest jako D_0. D_0 jest odległością, jaką zmierzylibyśmy, gdybyśmy mogli zatrzymać czas i za pomocą linijki czy innego miernika dokonali pomiaru odległości.

Jak widać z rys. 1, czas propagacji, czyli czas, jaki zajmuje światłu przebycie od miejsca emisji do obserwatora, równy jest $\Delta t = t_0 - t_e$.

Aby policzyć dokładnie, ile wynosi odległość kątowa (D_A), ile bolometryczna (D_L), ile odległość w chwili obecnej (D_0) albo ile wynosi wiek

Enter values, hit a button

72 H_0
0.24 Ω_M
8.2 z
Open Flat
0.76 Ω_{vac}
General

Open sets $\Omega_{vac} = 0$ giving an open Universe (if you entered $\Omega_M < 1$)
Flat sets $\Omega_{vac} = 1-\Omega_M$ giving a flat Universe.
General uses the Ω_{vac} that you entered.

For $H_0 = 72$, $\Omega_M = 0.240$, $\Omega_{vac} = 0.760$, $z = 8.200$

- It is now 13.914 Gyr since the Big Bang.
- The age at redshift z was 0.659 Gyr.
- The light travel time was 13.255 Gyr.
- The comoving radial distance, which goes into Hubble's law, is 9452.6 Mpc or 30.831 Gly.
- The comoving volume within redshift z is 3537.881 Gpc^3.
- The angular size distance D_A is 1027.5 Mpc or 3.3511 Gly.
- This gives a scale of 4.981 kpc/".
- The luminosity distance D_L is 86964.0 Mpc or 283.641 Gly.

1 Gly = 1,000,000,000 light years or $9.461*10^{26}$ cm.
1 Gyr = 1,000,000,000 years.
1 Mpc = 1,000,000 parsecs = $3.08568*10^{24}$ cm, or 3,261,566 light years.

Tutorial: Part 1 | Part 2 | Part 3 | Part 4
FAQ | Age | Distances | Bibliography | Relativity

See the advanced and light travel time versions of the calculator.

James Schombert has written a Python version of this calculator.

Ned Wright's home page

© 1999-2008 Edward L. Wright. If you use this calculator while preparing a paper, please cite Wright (2006, PASP, 118, 1711). Last modified on Fri, 09 May 2008 18:18:24 GMT

Rys. 2. Wygląd Kalkulatora Kosmologicznego dostępnego na stronie http://www.astro.ucla.edu/~wright/CosmoCalc.html

Wszechświata (t_0) lub czas propagacji (Δt), potrzebny jest model kosmologiczny, podstawowa znajomość analizy matematycznej i dostęp do odpowiedniego oprogramowania, gdyż w ogólności rozwiązanie nie da się przedstawić za pomocą ścisłego wzoru. W XXI w. miłośnik astronomii nie musi jednak tego wszystkiego znać, wystarczy dostęp do Internetu. Całą robotę może bowiem zrobić za niego Kosmologiczny Kalkulator.

Interface kalkulatora przedstawiony jest na rys. 2. Aby uruchomić kalkulator, musimy wybrać model kosmologiczny. W menu po lewej mamy następujące pola:

— H_0 stała Hubble'a (w jednostkach km s^{-1} Mpc^{-1}),

— Ω_M, czyli ilość materii we Wszechświecie, a dokładniej obecny stosunek gęstości materii do gęstości krytycznej,

— z, czyli przesunięcie ku czerwieni,

— Ω_{vac}, czyli wartość stałej kosmologicznej (dokładnie stała kosmologiczna wynosi $\Lambda = 3\ \Omega_{vac}\ H_0^2/c^2$, gdzie c jest prędkością światła),

oraz opcje:

— naciskając *Open* dostaniemy wyniki dla modelu bez stałej kosmologicznej, program założy, że $\Omega_{vac} = 0$,

— naciskając *Flat* dostaniemy wyniki dla płaskiego modelu, tzn. bez krzywizny przestrzennej, program założy $\Omega_{vac} = 1 - \Omega_M$,

— naciskając *General* otrzymamy wynik dla wprowadzonych przez nas Ω_M i Ω_{vac}.

Wyniki są po prawej stronie. Co one oznaczają? Prześledzimy przykład z rys. 2. Wprowadzone wartości to: $H_0 = 72$ [km s^{-1} Mpc^{-1}], $\Omega_m = 0{,}24$ i przesunięcie ku czerwieni $z = 8{,}2$. Po naciśnięciu *Flat* dostajemy wyniki dla przestrzennie płaskiego Wszechświata. U góry w pierwszej linijce powtórzone są dane wejściowe („For:...”):

Pierwsza liczba to wiek Wszechświata, czyli czas od Wielkiego Wybuchu (ang. *since the Big Bang*). Wynik wyrażony jest w gigalatach [Gyr]. Jeden Gyr to miliard lat. W naszym przykładzie wiek Wszechświata wynosi 13,914 mld lat.

Drugi wynik to wiek Wszechświata w chwili emisji, również wyrażony w Gyr. Tu otrzymujemy wynik 659 mln lat.

Trzeci wynik, to czas propagacji, $\Delta t = t_0 - t_e = 13{,}255$ mld lat.

Czwarty wynik to odległość w chwili obecnej (D_0 — odległość, jaką zmierzylibyśmy, zatrzymując czas i dokonując pomiaru za pomocą linijki). Jak widać, obiekt o przesunięciu ku czerwieni 8,2, który wysłał do nas sygnał 659 mln po Wielkim Wybuchu, w chwili obecnej z powodu ekspansji Wszechświata znajduje się w odległości 9452,6 Mpc, czyli ok. 30,831 mld lat świetlnych.

Piąty wynik to objętość kuli z obserwatorem w centrum i promieniem równym D_0. Jak łatwo Czytelnik może się przekonać, próbując różnych opcji, tylko w przypadku płaskiego Wszechświata $V = (4/3)\pi D_0^3$. Dla modeli z niezerową krzywizną wynik jest już inny. Dociekliwy Czytelnik może również sprawdzić, który model ma większą objętość: czy ten o ujemnej krzywiźnie przestrzennej, czy może ten o dodatniej krzywiźnie przestrzennej (w takim wypadku proszę pamiętać, aby za każdym razem ilość materii (Ω_M) była taka sama. Dla przypomnienia: gdy $\Omega_M + \Omega_{vac} < 1$ przestrzeń ma ujemną krzywiznę, gdy $\Omega_M + \Omega_{vac} = 1$ krzywizna przestrzeni zanika, a gdy $\Omega_M + \Omega_{vac} > 1$ krzywizna przestrzeni jest dodatnia.

Szóstym w kolejności wynikiem jest odległość kątowa. Jak widać, z powodu płaskości modelu $D_0 = (1+z)D_A$. W ogólnym przypadku, jak łatwo Czytelnik może sprawdzić, $D_0 \neq (1+z)D_A$.

Siódmy wynik to rozmiar fizyczny obiektu, którego rozmiary kątowe wynoszą 1 sekundę łuku. Czytelnik może więc samodzielnie sprawdzić informację zawartą w wykładzie prof. Sikorskiego o rozmiarach kątowych (http://urania.pta.edu.pl/jks-distance1.html). Biorąc po kolei kilka przesunięć ku czerwieni, można się przekonać, że istnieje pewien maksymalny rozmiar obiektu, którego wymiary kątowe wynoszą 1 sekundę łuku. Na początku, zgodnie z intuicją, im dalej taki obiekt się znajduje (czyli większe z), to musi być większy. Ale potem (dla jeszcze większych z) rozmiar osiąga maksimum i zaczyna maleć. Dzieje się tak dlatego, iż pomimo faktu, że światło dobiega do nas z coraz to dalszych (w chwili obecnej) rejonów, to jednak na skutek ekspansji Wszechświata dochodzimy do takiego momentu, w którym $D_A(z_2) < D_A(z_1)$, mimo iż $z_2 > z_1$. Metodą prób i błędów Czytelnik może sam wyznaczyć to miejsce (czyli z, t_e oraz D_A), w którym to zjawisko następuje, a potem sprawdzić, jak położenie tego punktu krytycznego (ściślej mówiąc horyzontu widocznego – z różnymi typami horyzontów w astronomii Czytelnik może zapoznać się w artykule → odnośnik do artykułu o horyzontach) zmienia się wraz z modelem kosmologicznym.

Ostatni wynik to odległość bolometryczna, czyli $D_L = D_A (1+z)^2$.

Na zakończenie jeszcze jedna uwaga. Jeśli, drogi miłośniku astronomii, nie masz dostępu do Internetu, ale masz w domu komputer, wystarczy, że w kafejce internetowej wejdziesz na strony:

http://www.astro.ucla.edu/~wright/CosmoCalc.html

http://www.astro.ucla.edu/~wright/CCform.html

http://www.astro.ucla.edu/~wright/CCout.html

i klikając *Save Page As*, zapiszesz je na dysk. Wówczas w domu będziesz mógł korzystać z Kalkulatora bez konieczności łączenia się z Internetem. Natomiast jeśli zamiast przesunięcia ku czerwieni wolałbyś podawać na wejściu nie z, ale czas propagacji w miliardach lat (ang. *light travel time in Gyr*), to skorzystaj z następującej wersji Kosmologicznego Kalkulatora:

http://www.astro.ucla.edu/~wright/DlttCalc.html

Dla przypomnienia parametry standardowego modelu kosmologicznego to:

$H_0 \approx 72$ km s^{-1} Mpc^{-1}, $\Omega_M \approx 0{,}26$ i $\Omega_{vac} \approx 0{,}74$.

Nie pozostaje więc nic innego, jak życzyć Ci dobrej zabawy. Teraz takie pytania:

jak wysoka musi być obecnie gęstość materii (Ω_M), *aby wiek Wszechświata był równy wiekowi Ziemi*, albo *czy obecność ciemnej energii* (stałej kosmologicznej — Ω_{vac}) *wpływa na zwiększenie czy zmniejszenie wieku Wszechświata*, nie będą stanowiły dla Ciebie problemu.

Dr Krzysztof Bolejko jest adiunktem w Centrum Astronomicznym PAN w Warszawie. W pracy zajmuje się badaniami niejednorodnych modeli kosmologicznych i zagadką ciemnej energii. W czasie pisania tego artykułu przebywał na stażu podoktorskim na Uniwersytecie Kapsztadzkim w RPA

Muzyka sfer muzyką dla pokoju

— rozmowa z panią prezes Fundacji „Boryna" Mirosławą Boryną

Red.: *Toruńska fundacja „BORYNA" Centrum Terapii Dźwiękiem i Muzyką zajmuje się przede wszystkim wykorzystaniem muzyki i dźwięku w terapii, leczeniu czy redukcji stresu. Organizujecie różne wydarzenia, m.in. konferencje, koncerty, warsztaty, sesje terapeutyczne. Od jak dawna działacie?*

MB: Jako fundacja funkcjonujemy od 2005, ale nasza praca w kierunku popularyzacji terapii muzycznej i muzyki leczniczej rozpoczęła się w latach 80., kiedy wraz z mężem Andrzejem jako ANANDA MUSIC, wprowadziliśmy na polski rynek muzykę etniczną, relaksacyjną, tworzoną przez światowe autorytety i pionierów leczenia muzyką i dźwiękiem.

Red.: *Skąd się wzięli ci muzycy?*

MB: Są to amerykańscy artyści, z którymi kontaktowaliśmy się już na początku lat 80., kilkoro z nich mieliśmy okazję spotkać osobiście podczas naszego pobytu w Los Angeles w latach 1990—1991.

Red.: *Jakie są związki Waszej działalności z astronomią?*

MB: W ramach naszego projektu „Muzyka Sfer", stanowiącego trzecie z kolei przedsięwzięcie akcji „My Music for Peace", zajmujemy się właśnie organizacją konferencji, która ma być interdyscyplinarną debatą dotyczącą związków między muzyką a Wszechświatem, praw rządzących zarówno Kosmosem, istotami żywymi, jak i kompozycjami muzycznymi, bezpośredniego oddziaływania dźwięku na człowieka a zarazem naukowych podstaw zarówno muzykoterapii, jak i rozwijającej się nauki — sonoterapii. Mamy nadzieję, że stanie się ona też sposobnością do zaprezentowania najnowszych badań i odkryć w dziedzinie astronomii.

Red.: *O jakich związkach między muzyką a astronomią będzie mowa?*

MB: W szczególności mogę wymienić tu choćby odzwierciedlenie porządku Wszechświata w muzyce, badania prowadzone przez NASA nad dźwiękami planet, badania nad wibracjami i wpływem dźwięku na materię, wpływ wyników badań naukowych na komponowanie muzyki albo struktury takie jak ciąg Fibonacciego czy Zasada Złotego Podziału, które można odnaleźć zarówno w naturze, jak i w sztuce.

Red.: *Czy wiadomo już, kto weźmie udział w konferencji?*

MB: Wystąpią naukowcy z UMK, m.in. prof. Włodzisław Duch, kierownik Katedry Informatyki Stosowanej Wydziału Fizyki UMK, kognitywista, ekspert m. in. w dziedzinie sieci neuronowych, prof. Andrzej Woszczyk, prezes Toruńskiego Towarzystwa Naukowego.

Gośćmi specjalnymi mają być znani muzycy. Wystąpi polski kompozytor Józef Skrzek, instrumentalista, twórca grupy SBB. Zapoczątkował w Polsce muzykę, którą można określić jako „kosmiczną", graną w planetariach. Jest też twórcą festiwalu muzyki na instrumenty klawiszowe „Schody do Nieba", odbywającego się w Planetarium w Chorzowie.

Ostatnio dość często pojawia się w Toruniu, w tym dwukrotnie zaproszony przez naszą fundację. W czasie tych wizyt był gościem specjalnym konferencji w 2008 r. na UMK i panelu dyskusyjnego w V liceum Ogólnokształcącym w czerwcu tego roku, w debacie wystąpił też toruński muzyk Zbigniew Krzywański.

Red.: *Mają być też sławy muzyczne spoza Polski.*

MB: Pracujemy nad sprowadzeniem Kitaro, znanego japońskiego multiinstrumentalisty, kompozytora, twórcy muzyki filmowej, znanego w Polsce i popularnego w latach 80., szczególnie dzięki kompozycji „Silk Road". Będzie to pierwsze wystąpienie Kitaro w Polsce.

Red.: *A koncert? Czy jest szansa na to, aby Kitaro wystąpił w Polsce?*

MB: Jest i to duża, od kilku lat prowadzimy starania w tym kierunku. Przy okazji swojego udziału w konferencji Kitaro będzie mógł osobiście odwiedzić miejsce, w którym odbędzie się jego koncert na Wiśle w 2010 r., planowany na 6 sierpnia, z okazji 65 rocznicy ataków nuklearnych na Hiroszimę i Nagasaki. W koncercie wystąpi też Józef Skrzek.

O muzyce Kitaro pisalismy na łamach „Uranii–PA" w nr 6/2003.

Red.: *Słyszałem też o innych wielkich nazwiskach*

MB: Oczekujemy także na odpowiedzi od światowej sławy artysty Mike'a Oldfielda (jego ostatnia płyta nosi tytuł „Muzyka sfer" – przyp. red.), znanego fanom muzyki elektronicznej twórcy „kosmicznej" muzyki Jonna Serrie. Planowany jest również specjalny przekaz na DVD dla uczestników konferencji od gitarzysty legendarnej grupy Queen (a przy okazji doktora astronomii) Briana Maya. Liczymy na udział innych muzyków, autorytetów naukowych z dziedziny astronomii, fizyki, muzykologii i muzykoterapii.

Red.: *Konferencja będzie miała zatem charakter otwarty. Do kogo jest adresowana?*

MB: Do szerokiego kręgu odbiorców, zarówno tych, których fascynuje nauka, szczególnie astronomia, jak i tych, którzy interesują się dobrą muzyką, terapią muzyką i dźwiękiem, medycyną, nauczaniem i uczeniem się, opiekunów osób niepełnosprawnych, rehabilitantów, rodziców. Mamy nadzieję, że za-

równo sama tematyka, jak i udział znakomitych osobistości przyciągną wielu studentów różnych kierunków i mieszkańców Torunia i okolic.

Zapraszamy też uczniów szkół średnich oraz gimnazjów.

Red.: *Kiedy coś będzie pewne?*

MB: Ciągle trwają rozmowy z artystami i naukowcami. Na bieżąco najnowsze informacje na ten temat śledzić można na naszej stronie internetowej http://www.borynafoundation.com/.

Red.: *Udział znamienitych muzyków sugeruje, że w ramach projektu „Muzyka Sfer" odbędą się ich koncerty...*

MB: Jak na razie pewny jest koncert Józefa Skrzeka, który odbędzie się w jednym z toruńskich kościołów. Będzie to koncert na organy i na instrumenty klawiszowe — majestatyczne misterium z towarzyszeniem sopranów i skrzypiec. Artyście towarzyszyć będą sopranistki Roksana Vikaluk, Aleksandra Poniszowska i Beata Mańkowska.

Red.: *Czy znany jest już termin wydarzenia?*

MB: Wszystko wskazuje na to, że odbędzie się ona w drugiej połowie grudnia tego roku.

Red.: *Konferencja powinna więc jeszcze pięknie wpisać się w obchody Międzynarodowego Roku Astronomii.*

MB: Oczywiście, chcemy nie tylko uwieńczyć obchody MRA, ale także przyczynić się do promocji Torunia w ramach ubiegania się o tytuł Europejskiej Stolicy Kultury 2016, a także, poprzez udział w niej Kitaro, stanowić wkład do obchodów 90 rocznicy ustanowienia stosunków dyplomatycznych między Polską a Japonią. Chcielibyśmy, aby nasze przedsięwzięcie przyczyniło się do popularyzacji i rozwoju wiedzy astronomicznej a także rozbudzania pasji badawczej wśród młodego pokolenia. Naszym celem jest także przygotowanie świadomych odbiorców i uczestników kultury wśród wszystkich grup wiekowych, zdolnych do odbioru muzyki o wysokim poziomie artystycznym, niosącej piękne, głębokie przesłanie.

Red.: *Przyświecają Wam piękne cele. Czy możecie liczyć na wsparcie innych instytucji?*

MB: Zostaliśmy wyłonieni w Konkursie Ofert Prezydenta Miasta Torunia dotyczącym właśnie Międzynarodowego Roku Astronomii. Na organizację konferencji przyznano nam dotację.

Naszymi Partnerami mają się stać Toruńskie Towarzystwo Naukowe oraz UMK, choć jeszcze nie wiadomo, jaki dokładnie będzie to wydział. Prowadzimy też rozmowy o współpracy z instytucją Toruń 2016.

Jest to duże przedsięwzięcie. Zapraszamy też inne instytucje i organizacje do współpracy.

Dotacja, którą nam przyznano, jest niewielka. Aby realizacja wydarzenia przebiegała pomyślnie i abyśmy mogli cieszyć się obecnością wielkich znakomitości, potrzebna jest pomoc, dlatego zwracamy się do instytucji, firm i osób prywatnych o wsparcie finansowe.

Red.: *Dziękuję za rozmowę. Życzymy Wam powodzenia, jednocześnie zachęcając czytelników „Uranii" do udziału w konferencji i zaglądania na stronę http://www.borynafoundation.com/.*

W imieniu redakcji „Uranii–PA" rozmowę prowadził Jacek Drążkowski

2nd International Symposium on Dark-sky Parks & 2nd Dark-sky Camp:

Lastovo island, Nature park, Croatia

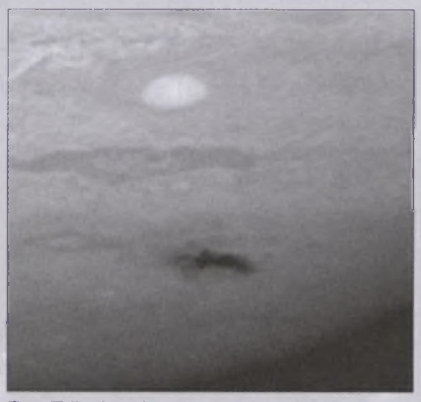
14.-19. September 2009

Why to come?
— Quality lectures of international experts
— Night observations in one of the darkest spots in Europe (stars of up to 7th magnitude can be seen!)
— Beautiful setting of a Nature park
— Low prices

Topics:
— Light pollution as a threat to astronomy as a science and a hobby, nature and environment
— Night sky and nocturnal nature as a natural and cultural value
— Why and how to act on light pollution
— The role of protected areas in reducing light pollution
— Toursim opportunities in night-sky

Please visit http://www.darkskyparks.org to find out more.

Društvo Temno nebo Slovenije
Dark-sky Slovenia
Initiative for an International Association of Dark-sky Parks
Teslova 30
1000 Ljubljana, Slovenia
darksky@tp-lj.si
http://www.temnonebo.org
Tel. +386 14776653
Skype: darksky2007



Fot. Zdjęcie z kosmicznego teleskopu Hubble'a wykonane 23 lipca w zakresie widzialnym. Źródło: ESA

Nowa plama na Jowiszu

19 lipca astronom amator Anthony Wesley z Australii odkrył nową plamę na Jowiszu. W planetę uderzyła **kometa** lub **pianetoida**. Podobne zjawisko mieliśmy okazję oglądać na Jowiszu 15 lat temu, gdy w lipcu 1994 r. kometa Shoemaker-Levy uderzyła w gazowego olbrzyma.

Astronomowie mieli szczęście, ponieważ kosmiczny teleskop Hubble'a mógł obserwować to rzadkie zjawisko nowymi „oczami", przy pomocy zainstalowanej w maju kamery WFC3. Niestety kamera nie jest jeszcze w pełni skalibrowana, dlatego po pełnej kalibracji zdjęcia będą jeszcze lepsze.

Uczeni połączyli obserwacje teleskopem Hubble'a z obserwacjami naziemnymi z zakresu podczerwonego, co pozwoliło popatrzeć nieco w głąb struktury powstającej plamy. Powiększająca się plama jest dwa razy większa od Europy. Widoczne są również resztki obiektu, który uderzył w planetę i turbulencje powstałe na skutek zderzenia w atmosferze Jowisza.

Szacuje się, że obiekt miał rozmiar kilku boisk piłkarskich. Siła wybuchu była tysiące razy silniejsza niż ta, która wywołała katastrofę tunguską, gdy w 1908 r. w ziemską atmosferę wpadła planetoida lub kometa.

(kz)

Źródło: ESA

Six-Degree Field Galaxy Survey

Właśnie powstała bardzo szczegółowa mapa galaktyk znajdujących się w odległości do około 2 mld lat świetlnych od Ziemi, czyli — w skali astronomicznej — w naszym sąsiedztwie. Mapa **Six-Degree Field Galaxy Survey** (6dFGS) powstała dzięki obserwacjom przy użyciu 1,2-m teleskopu Schmidta należącego do Angielsko-Australijskiego Obserwatorium (AAO) we wschodniej Australii.

Najnowsze pomiary są szersze, ale badają otoczenie bliższe nam niż poprzednie, zakrojone na szeroką skalę badania pod nazwą Sloan Digital Sky Survey. Obserwacje 6dFGS pokrywają dwa razy większą powierzchnię nieba niż SDSS. Zmierzono pozycję ponad **110 tys. galaktyk**, co stanowi ponad 80% galaktyk widocznych na półkuli południowej do odległości ok. 2 mld lat świetlnych (czyli do przesunięcia ku czerwieni $z = 0{,}15$). Badania pokazały szczegółowo galaktyki ułożone w łańcuchy, tworzące gromady oraz ponad 500 pustek, czyli obszarów, w których galaktyk nie widać.

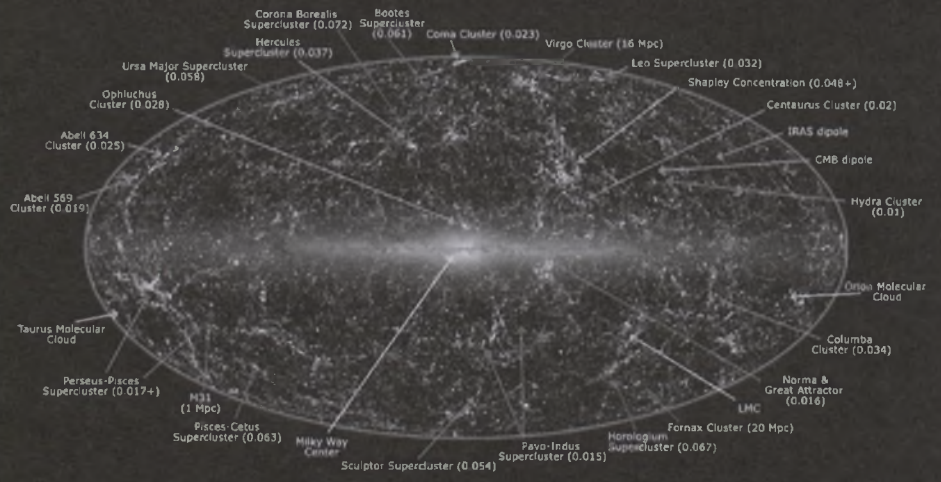
Podjęto również próbę rozseparowania dwu ruchów, które składają się na obserwowany ruch galaktyki, ruch własny będący wynikiem oddziaływania grawitacyjnego oraz ruch wywołany rozszerzaniem Wszechświata. Dla około 10% mierzonych galaktyk próbuje się oddzielić te dwie składowe prędkości. Jak dotychczas są to największe badania ruchów własnych galaktyk. Znając natomiast ruch galaktyk, można zmierzyć siły grawitacyjne, jakie między nimi działają i stworzyć mapę rozkładu materii: świecącej i niewidocznej.

Jak mierzy się ruch własny galaktyk? Porównuje się odległość do galaktyki wyliczoną z pomiaru przesunięcia ku czerwieni w widmie obiektu z odległością wyznaczoną na podstawie wewnętrznych własności galaktyki uzyskanych z pomiarów szerokości linii widmowych w galaktyce. Od pomysłu do realizacji tego projektu minęło niemal 10 lat. Spektrograf wybudowany specjalnie do tych badań mierzył jednocześnie aż 150 widm. Próbka obserwowanych galaktyk została wybrana na podstawie danych z **Katalogu Źródeł Rozciągłych 2MASS** (*2 Micron All Sky Survey*) — atlasu źródeł rozciągłych widocznych w podczerwieni. Wybrano ten katalog, ponieważ fale podczerwone lepiej przenikają przez pył niż światło widzialne. *(kz)*

Źródło: Spaceflightnow.com

na rozkładówce:

Struktury wielkoskalowe w Lokalnym Wszechświecie



Mapa pobliskiego Kosmosu w bliskiej podczerwieni. Dane fotometryczne pochodzą z Katalogu Źródeł Rozciągłych 2MASS. Kolory odpowiadają odległości: fioletowe to obiekty nam bliskie, czerwone sięgają odległości $z = 0{,}1$ czyli 1,3 mld lat świetlnych. Najważniejsze struktury zostały podpisane, w nawiasie podano wartość redshiftu lub odległość w Mpc.
Źródło: IPAC/Caltech

Obserwacje zaćmienia Słońca 2009 w Chinach

Zacznę może od powrotu z Chin, niestety na tarczy. Wszystko, po co w zasadzie tam pojechaliśmy, a mogliśmy zobaczyć i zarejestrować, to tylko widok częściowego zaćmienia Słońca, bowiem na jakieś 10 minut przed początkiem drugiego kontaktu, w miejscu, gdzie prowadziliśmy obserwacje, rozpętała się tropikalna burza, z ulewą trwającą dobre 4 godziny.

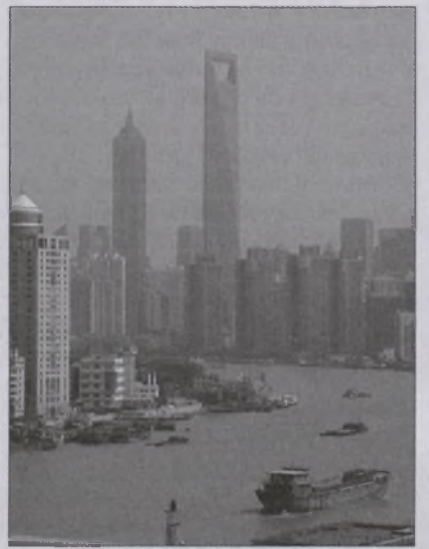
Wracając z Szanghaju via Helsinki, lądowaliśmy w Warszawie późnym popołudniem 28 lipca, też w obfitym deszczu i przy porywistym wietrze. Ponieważ przy powrocie nie było odpowiedniego połączenia lotniczego Helsinek z Krakowem, czekał na nas w Warszawie, na 30-osobową grupę zaćmieniowców z MOA, zamówiony autokar. Koło północy 28/29 lipca, dojeżdżając do Placu Centralnego w Nowej Hucie, zauważyłem nad sklepem świecący neon „DRÓB". Mimo zmęczenia podróżą, trwającą prawie 24 godziny, zrozumiałem po wizycie w Chinach, dlaczego nazywa się to „drób". Tam bowiem kurczaka czy kaczkę po pekińsku serwuje się pocięte na malutkie kawałki wraz z kosteczkami, które wypluwa się dyskretnie na talerz. W czasie posiłków, w zasadzie najczęściej posługiwaliśmy się pałeczkami, ale na podorędziu serwowano na wszelki wypadek widelec. Nie stanowiło to dla naszej grupy żadnego problemu, ponieważ przed wyjazdem do Chin przeszliśmy przez 10 kolejnych piątków dwugodzinne odpowiednie przeszkolenie, dotyczące m.in.: języka, kultury, obyczajów i historii Chin, które prowadziła Pani dr J. Wardęga. Wszystko dzięki podpisanej umowie pomiędzy Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym w Niepołomicach a Centrum Języka i Kultury Chińskiej z Instytutu Konfucjusza w Krakowie, reprezentowanym przez dyrektora tegoż Instytutu, dr. Bogdana Zemanka. Dzięki tym wspaniałym lekcjom, byliśmy przygotowani na spotkanie z Państwem Środka, chyba w dostatecznym stopniu, ale rzeczywistość przekroczyła wszelkie najśmielsze nasze oczekiwania, w pozytywnym sensie tego słowa. Na pogodę niestety nie mieliśmy żadnego wpływu, mimo że dr Henryk Brancewicz, jako współorganizator tej eskapady z ramienia PTMA, składał zaraz w drugim dniu pobytu w Szanghaju, w Świątyni (Jade) Nefrytowego Buddy, odpowiednie prośby i modły o pogodę wraz z kadzidełkami; niestety, one też nie pomogły. Cały czas temperatura powietrza, przy dużej wilgotności, utrzymywała się powyżej 30°C. W miarę zbliżania się fazy maksymalnej zaćmienia (około 9.40, czyli 3.40 naszego czasu) temperatura systematycznie obniżała się do około 26° i być może to zjawisko spotęgowało tę ulewę. Ale w sumie, nie samym zaćmieniem nasza grupa żyła, bowiem ponadto czekał nas bogaty program turystyczny.

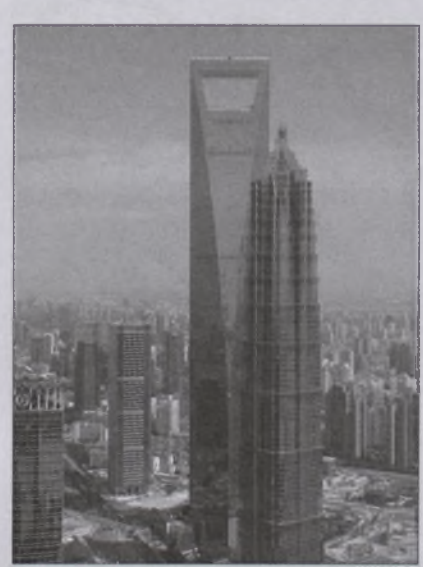
Chiny tradycyjne, wczorajsze...

Wylatywaliśmy z Krakowa 16 lipca o 11.30 fińskimi liniami do Helsinek, a stamtąd, startując o 17.10, po 10 godzinach lotu lądowaliśmy rano, już 17 lipca o godz. 7 w Szanghaju (u nas 1 po północy). Po przejściu przez kordon sanitarny, paszportowy i celny, czekała na nas z firmy SAL TOURS przewodniczka anglojęzyczna Chen Xiao Ling, do której zwracaliśmy się „Zosia".

Zaskoczyła nas w Szanghaju nowoczesność i rozmiar dworca lotniczego w dzielnicy Pudong, a na zewnątrz obalające gorąco. Na szczęście autobus był klimatyzowany, a on tam może podjechać, w odróżnieniu od Warszawy, pod same drzwi wyjściowe terminalu przylotów czy odlotów, więc błyskawicznie zapakowaliśmy nasze bagaże i szerokimi autostradami, obok linii kolei magnetycznej „maglev", dotarliśmy do centrum miasta, podziwiając wielopoziomowe skrzyżowania i niezwykle wysokie budynki, istne drapacze chmur, wśród których zwraca uwagę budynek o wysokości 470 m. Ze względu na kształt i wygląd przez nas został nazwany „otwieraczem" do kapslowanych butelek. W czasie jazdy autobusem Zosia poinformowała nas z grubsza o programie pobytu w Szanghaju, liczącym około 21–25 mln mieszkańców, o problemach z tym związanych, o przygotowaniach miasta do EXPO 2010, a po zakwaterowaniu w hotelu SWAN od razu z marszu rzuciliśmy się w wir zwiedzania miasta.

Nasza 30-osobowa grupa podzieliła się na dwie podgrupy „seniorów" (17 osób) i „juniorów" (13 osób) — nazwy nie były jednak adekwatne do wieku, jakby na to wskazywały, lecz związane z różnym programem, a zatem i ceną pobytu w Chinach. Wspólnie spędziliśmy pierwszy i ostatni dzień pobytu w Szanghaju oraz środę 22 lipca, dzień całkowitego zaćmienia Słońca. Dzień ten spędziliśmy na terenie folwarku Jinshan Langxia, jakąś godzinę jazdy autostradą





...i te dzisiejsze: supernowoczesne centrum Szanghaju z imponującymi wieżowcami

z City na południowy zachód od centrum miasta. Jeden z najmłodszych uczestników obserwacji zaćmienia, Artur Sosnal, wyznaczył przy pomocy GPS średnią pozycję naszego miejsca obserwacyjnego: λ = +30 47'14,8" ϕ = 128 09'06,6" E, przy h = 8 m n.p.m. Na pocieszenie można dodać, iż oprócz naszej grupy z Polski byli Słowacy, Belgowie, Amerykanie, Grecy, Chińczycy i wszystkim nam tam dolało równo!

Jeszcze przed obiadem obejrzeliśmy panoramę miasta i słynny Bund z platformy widokowej TV wieży „Perły Wschodu" i płynącą u jej stóp rzekę Huangpu, po której odbyliśmy piękny rejs statkiem. Następnie zwiedziliśmy Muzeum Historii Szanghaju, a potem Akwarium — właściwsza nazwa to chyba Oceanarium Szanghajskie, które wywarło na nas mimo zmęczenia aklimatyzacją, niesamowite wrażenie. Następnego dnia zwiedziliśmy Świątynię Nefrytowego Buddy, następnie Plac Ludowy i bogate zbiory Muzeum Szanghajskiego, gdzie spędziliśmy ładnych parę godzin. Można było łatwo sobie wyobrazić, jak bogatsze byłyby te zbiory, gdyby nie „rewolucja kulturalna". Wieczorem zaś obejrzeliśmy piękne widowisko akrobatyczne w Teatrze Szanghajskim na Placu Ludowym.

W niedzielę 19 lipca gościliśmy w Suzhou, mieście pięknych tradycyjnych ogrodów, zaledwie około 2 godz. jazdy autostradą z Szanghaju. To jedna z wielu dawnych stolic Chin. Obecnie liczy około 6 mln mieszkańców. Po drodze widzieliśmy nowoczesne zakłady przemysłowe, m.in. elektroniczne, zajmujące się nanotechnologią dla przyszłości. Tam też zwiedziliśmy sławny ogród „Pokornego Zarządcy" — największy w Suzhou, a wizyta w manufakturze jedwabiu dała nam możliwość poznania procesu produkcji oraz dokonania zakupów gotowych wyrobów w przyfabrycznym sklepie. Potem zwiedziliśmy zabytkową pagodę Północnej Świątyni, pochodzącą z XVIII w. i ciekawe zbiory Muzeum Seksu. Zwiedziliśmy też Ogród Harmonii — niewielki, ale piękny park założony jeszcze za panowania dynastii Qing. Podziwialiśmy malownicze pawilony położone nad stawami, na których królowały kwitnące lotosy, a na ich brzegach egzotyczne rośliny, drzewka bonsai i oryginalne skały. Zwiedziliśmy Instytut Hafciarstwa, słynący w świecie z oryginalnego haftu dwustronnego i tam też, w lokalnej restauracji, zjedliśmy kolację, podziwiając jednocześnie prezentowaną nam sztukę haftu.

Replika historycznego kwadrantu z XVII w. w „starym" Obserwatorium Pekińskim

Replika astrolabium używanego w XVII–XVIII w.

Przez następne dwa dni gościliśmy w Hangzhou i okolicy. Zwiedziliśmy Tongli, „miasteczko", jak je Zosia nazwała, bowiem liczy tylko 1,5 min ludności. Tongli położone jest praktycznie jak Wenecja na wodzie, poprzecinane licznymi kanałami, z drewnianymi domami przeglądającymi się w wodach kanałów i licznymi mostkami łączącymi ich brzegi. Myślę, że szczególnie zapadła wszystkim w pamięci przejażdżka specjalnymi dżonkami po tych kanałach, a sterowanymi i napędzanymi przez Chinki przy pomocy tylko jednego wiosła. Wizytowaliśmy i degustowaliśmy zieloną herbatę na plantacji w Longji. Wieczorem zaś obejrzeliśmy piękny spektakl związany z historią Chin w tamtejszym teatrze. Zachwyciły nas niezwykłe, piękne stroje, muzyka oraz efekty świetlne i laserowe, wodne kaskady i race. Nic dziwnego, bowiem miastem Hangzhou szczególnie zachwycał się w XIII w. Marco Polo, spędzając w Chinach aż 17 lat, a my zaledwie dwa dni.

Wieczór 21 lipca spędziliśmy na wizycie w miasteczku Jinshan Fengjing, gdzie zwiedziliśmy urocze uliczki, biegnące wzdłuż kanałów i starej zabudowy, oraz zjedliśmy kolację podaną nam zgodnie z lokalną tradycyjną kuchnią chińską. Niestety, nie mogliśmy zbyt długo cieszyć się niesamowitą wprost atmosferą, bowiem zaczęło zbierać się na burzę. Część grupy, która wybrała się do hotelu pieszo, zmokła w szalonej ulewie. Pioruny biły tak blisko i często, że w pewnej chwili przygasło nawet światło w Jinxuan Holiday Hotel. O godzinie 22 w holu hotelowym odbyła się tradycyjna narada całej grupy przed nadchodzącym dniem całkowitego zaćmienia Słońca, a prowadzili ją mgr M. Jagła i dr H. Brancewicz. Burzowa aura nie nastrajała nas optymistycznie, ale wszyscy liczyli na zmianę pogody po burzy, a może na cud. Niestety, jak pisałem powyżej, cudu nie było. Przez chmury udało nam się zrobić parę zdjęć z fazy częściowej, potem ulewa i egipskie ciemności. Trudno. Taki jest los obserwatora, a zaćmień Słońca w szczególności. Co prawda nie widzieliśmy korony słonecznej i pereł Bailleya, ale organizatorzy zarówno w Szanghaju, jak i później w Pekinie, prowadzący grupy wycieczkowe, obowiązkowo (taką mają umowę z firmami turystycznymi) zaprowadzili nas do sklepu z perłami, gdzie można było je oglądać w najrozmaitszych kolorach i zastosowaniach i oczywiście zakupić, po być może atrakcyjnych cenach. Już wieczorem 22 lipca na dworcu kolejowym w Szanghaju, gdy oczekiwaliśmy na pociąg do Pekinu, można było kupić gazety popołudniowe ze zdjęciami całkowitego zaćmienia Słońca, z czego każdy z nas skorzystał. Pociągiem sypialnym, po 10 godzinach jazdy, z chwilową prędkością ponad 205 km/h, znaleźliśmy się w Pekinie (Beijing) odległym od Szanghaju o 1500 km. Zastanawialiśmy się nad formatem biletu na pociąg sypialny, gdyż był on rozmiaru nieco tylko większego jak przeciętna wizytówka. Jakiż to też będzie ten pociąg? To przeszło nasze wyobrażenia. Czysty, jasny, przestronny, wygodny, szybki, jednym słowem nowoczesny. Po zakończonej podróży czekało nas zwiedzanie Pekinu, co po wygodnie przespanej w po-

ciągu nocy, nie stanowiło żadnego problemu.

W stolicy Państwa Środka zabawiliśmy 4 dni. Zaczęliśmy zwiedzanie, po zakwaterowaniu w New Rainbow Hotel, od Świątyni Yonghe Gong Lamy, a następnie wyruszyliśmy do Świątyni Konfucjusza. Tam już przed wiekami kształciły się kadry urzędnicze dla potrzeb państwa, o czym dobitnie świadczą wyryte ich nazwiska na kamiennych obeliskach. Na zakończenie dnia, 23 lipca wizytowaliśmy stare XVIII-wieczne Obserwatorium Astronomiczne. Były tam prezentowane reprodukcje kwadrantów, sekstansów, gnomonów z tamtej epoki oraz popiersia zasłużonych astronomów cesarskich z epoki Ming i Qing. Nie brakowało też planszy związanej z MRA 2009 i podobiznami Kopernika i Galileusza. Można było kupić parasol z naniesioną od spodu mapą nieba, z zaznaczonymi najjaśniejszymi gwiazdami. Następnego dnia przemaszerowaliśmy przez największy plac w Pekinie (44 ha) Tian'anmen, czyli Plac Niebiańskiego Spokoju. Był on zapełniony po brzegi pielgrzymującymi do grobu Mao Chińczykami i zagranicznymi turystami, wśród których roiło się od milicji i wojska. Wcześniej, poza Pekinem, praktycznie trudno było dostrzec milicjanta. Tu dominowali. Stojąc i ciśnąc się w obfitej kolejce, weszliśmy wreszcie przez Wielką Bramę do Zakazanego Miasta, gdzie była swego czasu rezydencja 24 cesarzy z dwóch ostatnich dynastii; Ming i Qing. Kroki nasze przy wejściu śledził, zawieszony na murach, olbrzymi portret Mao, zaś plecaki i torebki podlegały obowiązkowemu prześwietleniu, jak na lotnisku. Po wielogodzinnym zwiedzaniu Zakazanego Miasta musieliśmy obowiązkowo odwiedzić sklep z perłami. Tam można było wypić dobrą kawę za 25 juanów. Po południu udaliśmy się na kopiec — Jingshan Park — czyli Wzgórze Węglowe, które zostało sztucznie usypane z ziemi wybranej z 50-m szerokości fosy otaczającej Zakazane Miasto. Ze szczytu widać panoramę Pekinu i złote dachy Zakazanego Miasta, a więc mogliśmy podziwiać jego ogrom. Natomiast 25 lipca popłynęliśmy stateczkiem sławnym Kanałem Cesarskim do letniej rezydencji cesarzy z dynastii Ming i Qing, a następnie w drodze na Wielki Mur Chiński wstąpiliśmy najpierw na teren 13 grobowców cesarzy z dynastii Ming, z których tylko jeden się zwiedza. Potem zaliczyliśmy szlifiernię półszlachetnych kamieni i oczywiście obligatoryjnie sklep. Przyjechaliśmy wreszcie zwiedzić Wielki Mur na przełęczy Juyongguan. Ogromem ta budowla na każdym turyście robi niesamowite wrażenie, liczy w sumie ponad 4300 km długości, a początki jej budowy datują się na III w. p.n.e. Po dwugodzinnym spacerze po tych szarych w kolorze murach powróciliśmy do Pekinu, aby zwiedzić miejsce Olimpiady Beijing 2008. Trzeba przyznać, że te dwa „obiekty" współgrają ze sobą ogromem, pomimo że dzielą je wieki. Nie zdążyliśmy na czas otwarcia stadionu „ptasiego gniazda", gdyż był wypadek na autostradzie i staliśmy w korku ponad godzinę, ale i tak z zewnątrz wszystkie obiekty i miasteczko olimpijskie pięknie się prezentują. Dodatkową atrakcją były dziesiątki wypuszczonych najrozmaitszych kształtów latawców przez licznie spacerujące rodziny chińskie z dziećmi. Nad porządkiem czuwała dość licznie obecna milicja. Wieczorem był czas na spacery po mieście i obserwacje nocnego życia mieszkańców Pekinu. Nazajutrz zwiedziliśmy Świątynię Harmonii i Pokoju — największą i najważniejszą świątynię lamaistyczną w Pekinie. Następnie przejechaliśmy do Świątyni Nieba — miejsca, gdzie cesarze z dynastii Ming i Qing wznosili modły o pomyślne plony. Główny pawilon, ze względu na wielokopulasty kształt, jest symbolem Pekinu. Wszystkie te świątynie o przepięknej tradycyjnej chińskiej architekturze otaczają olbrzymie place, mogące pomieścić co najmniej kilkadziesiąt tysięcy ludzi. Nie ominęła nas też przejażdżka rikszami po terenie tzw. „hutongów", czyli wąskich uliczek najstarszych dzielnic Pekinu. Wizytowaliśmy też „przypadkowy" dom rodziny chińskiej. Po dwóch godzinach wolnego czasu na zakupy czekał nas transfer na dworzec kolejowy w Pekinie i nocnym ekspresem wróciliśmy do Szanghaju. Cały dzień 27 lipca poświęciliśmy na zwiedzanie starego i nowego miasta. Zdecydowaliśmy się przejechać tam i z powrotem „maglevem". Niestety, nasza Zosia nie wiedziała, że przed południem, kiedy nim jechaliśmy, pociąg ten pędzi „tylko" z prędkością 301 km/h, a dopiero po południu 431 km/h; ale i tak warto było poświecić na tę przyjemność 100 juanów. Może i my kiedyś doczekamy się u nas tej mniejszej prędkości pociągów? Po tej przejażdżce wybraliśmy się na nowo zbudowany „Lupu Bridge", który jest, oprócz licznych wieżowców, wizytówką finansowej potęgi

Oficjalna maskotka Expo 2010 — przesympatyczny stwór HAIBAO

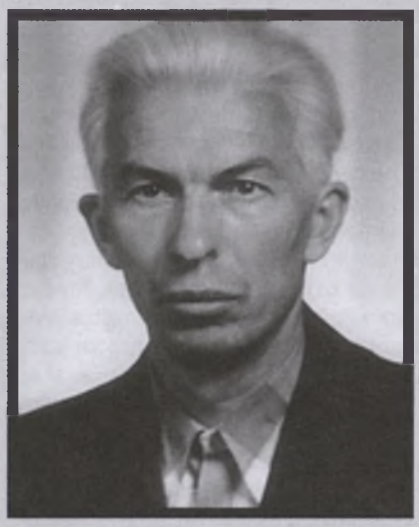
Szanghaju. Z jego zawrotnej wysokości oglądaliśmy trwające prace budowlane na terenie przyszłorocznych targów światowych EXPO 2010. Nie dowiedzieliśmy się tam, w którym miejscu będzie stał polski pawilon, tego też nie wiedziała nasza Zosia. Dopiero bowiem — jak doniosła nasza prasa — 4 sierpnia została uroczyście wbita pierwsza łopata pod budowę polskiego pawilonu. Całe szczęście, że nie będzie zatem bojkotu tej imprezy przez nasze władze — jak to było z Olimpiadą w 2008 r. Maskotką tej gigantycznej imprezy jest przesympatyczny stwór HAIBAO w kolorze niebieskim. Widać wszędzie w Szanghaju tę maskotkę, której towarzyszą zdjęcia przyszłych wspaniałych budowli, rozbudowy sieci autostrad i metra oraz napis: BETTER CITY — BETTER LIFE. Zwiedzając stare miasto, a właściwie tamtejsze hutongi, widać, że zostały one zbudowane w starej formie na nowo, z pełnym wyposażeniem we wszystkie media. W tych hutongach, przysposobionych na inwazję turystów, można zjeść i kupić wszystko, jak to się mówi, czego dusza i ciało zapragną.

Poza tym rzuca się szczególnie w Chinach w oczy czystość i jeszcze raz czystość: na ulicach, w pociągach, autobusach, metrze i hotelach. Na ulicach miasta widać mnóstwo nowoczesnych marek aut, natomiast rowery i skutery, których tu jeździ mnóstwo — chyba w trosce o środowisko — wyposażone są w akumulatory, dlatego suną bezgłośnie i trzeba na nie uważać, gdyż często wieczorem Chińczycy jeżdżą bez świateł. Jeszcze ostatnie zakupy i wie-

Bernard KRYGIER (1933—2009)

Bernard Jakub Krygier urodził się 24 lipca 1933 r. we wsi Bożejewice w woj. bydgoskim, w rodzinie rolniczej. Wykształcenie średnie uzyskał w Liceum Ogólnokształcącym im. Braci Śniadeckich w Żninie, gdzie zdał maturę w 1951 r. Studia wyższe odbył na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w latach 1953-1958, uzyskując magisterium z astrofizyki pod kierownictwem prof. W. Iwanowskiej. *Radiowe obserwacje korony słonecznej przy pomocy zakryć radioźródeł przez koronę słoneczną* były tematem Jego rozprawy doktorskiej obronionej w 1973 r., a wykonanej pod opieką prof. S. Gorgolewskiego w Zakładzie Radioastronomii Instytutu Astronomii UMK.

Po uzyskaniu matury Bernard Krygier podjął pracę nauczyciela w wiejskiej szkole podstawowej w Starym Chwalinie (woj. bydgoskie). Po ukończeniu studiów wyższych został zatrudniony w Śląskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Chorzowie. Pracował tam w latach 1958—1962. Przez następne 3 lata, 1962—1965, był nauczycielem fizyki i astronomii w Liceum Pedagogicznym w Chorzowie. W roku 1965 podjął pracę w Zakładzie Radioastronomii UMK w Toruniu, gdzie pracował na różnych stanowiskach aż do emerytury, na którą odszedł w 1999 r. W latach 1965—1980 zajmował stanowiska inżynieryjno-techniczne, później był adiunktem w Katedrze Radioastronomii UMK (1981—1993) i zastępcą kierownika tej Katedry (1992—1994). W roku 1987, na prawie 7 lat, został mianowany pełnomocnikiem rektora ds. budowy 32-m radioteleskopu RT4.



Był członkiem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (od 1958 r.) i Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Od 1974 r. był członkiem Międzynarodowej Unii Astronomicznej, a od 1979 r. członkiem Unii Radiowej URSI.

Jego zainteresowania badawcze skupiały się na astrofizyce korony słonecznej, kosmologii i radioastronomii pozagalaktycznej. Prace dotyczące korony słonecznej związane były z wykonywaną rozprawą doktorską. Późniejsze zainteresowania kosmologią zostały zainspirowane Szkołami Kosmologicznymi organizowanymi przez prof. A. Ziębę w Opolu i ściślejszą współpracą badawczą z przyszłą żoną dr Janiną Krempeć. Oboje małżonkowie analizowali najpierw pyłowo-promieniste modele kosmologiczne. Te badania rozszerzyli później o niestandardowe teorie grawitacji i teorie ze zmienną stałą grawitacji. Następnie badali dynamikę największych, grawitacyjnie związanych struktur we Wszechświecie, czyli gromad galaktyk. Szczegółowo analizowali związki między dynamiką podstruktur w gromadach galaktyk a strukturami centralnych i odległych radioźródeł, wykonując m.in. obserwacje europejską siecią VLBI.

Ta para autorska opublikowała łącznie 22 prace i artykuły naukowe spośród przeszło 40 publikacji, których autorem lub współautorem jest B. Krygier. Zwieńczeniem Jego pracy naukowej jest współautorstwo monografii pt. *Własności struktur wielkoskalowych we Wszechświecie* wydanej przez Wydawnictwa Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego w Kielcach w 2008 r.

Doktor Bernard Krygier pełnił szereg funkcji społeczno-politycznych: był społecznym inspektorem pracy na UMK (1985—1989), członkiem Komitetu Uczelnianego Stronnictwa Demokratycznego i Zarządu Uczelnianego ZNP. Został odznaczony odznaką „Zasłużony dla Torunia" i odznaką „Zasłużony dla województwa toruńskiego" oraz złotą odznaką Związku Nauczycielstwa Polskiego. Otrzymał też Złoty Krzyż Zasługi (1985).

Odszedł po długiej i wyniszczającej chorobie otoczony najbliższą rodziną w dniu 8 czerwca 2009 r. Został pochowany w Toruniu na cmentarzu przy ul. Wybickiego.

Andrzej Woszczyk

Dokończenie ze s. 225

czorny spacer po pięknie oświetlonym mieście, a wcześnie rano 28 lipca o godz. 7 musieliśmy być na lotnisku szanghajskim. Lot powrotny przebiegał za dnia, a z wysokości 11,5 km widać było Nowosybirsk i zalew na rzece Ob, gdzie w zeszłym roku 1 sierpnia oglądaliśmy zaćmienie. Teraz też tam była dobra widoczność. No cóż, pozostał w związku z tym pewien niedosyt wrażeń związanych z zaćmieniem, ale przecież w przyszłym roku, 11 lipca, będzie nowe zaćmienie Słońca, tyle że trzeba jechać aż na Wyspy Wielkanocne. Lądowaliśmy szczęśliwie w Warszawie w strugach deszczu i wichrze. Długo czekaliśmy na bagaże w ciągle remontowanym nowym terminalu i musieliśmy daleko iść z bagażami do czekającego na nas autobusu, który nie mógł podjechać bliżej do drzwi wyjściowych. No cóż, według nomenklatury Zosi — przyjechaliśmy do „miasteczka".

Adam Michalec

Najwieksza faza zaćmienia, jaką udało się nam zobaczyć

Thomas HARRIOT (1560—1621)

Niemal każdy miłośnik astronomii na pytanie: kto pierwszy obserwował Księżyc przez lunetę i pierwszy narysował teleskopową mapę Srebrnego Globu, odpowie bez wahania (i odruchowo?) — Galileusz. Tymczasem 400 lat temu, w lipcu 1609 r., pierwsze obserwacje i pierwszą mapę Księżyca (wykonaną na podstawie jego obserwacji sześciokrotnie powiększającą lunetą) wykonał astronom angielski Thomas Harriot (albo Hariot). Pisze o tym m. in. prof. Jerzy Kreiner w swoim podręczniku *Ziemia i Wszechświat. Astronomia nie tylko dla geografów* (zob. „Urania – Postępy Astronomii" nr 3/2009). Obecnie w Wielkiej Brytanii odbędą się uroczystości z okazji czterechsetlecia pierwszych teleskopowych obserwacji Srebrnego Globu (na ponad cztery miesiące przed Galileuszem).

Natomiast jako pierwszy mapę Księżyca opracował, ale na podstawie obserwacji nieuzbrojonym okiem, Leonardo da Vinci; nie zachowała się ona jednak do naszych czasów.

35 lat temu ukazała się, pod redakcją Johna W. Shirleya, biografia pt. *Thomas Harriot: Renaissance Scientist* (Oxford, 1974). W rzeczy samej, urodzony w Oxfordzie Thomas Harriot był (podobnie jak Simon Stevin; 1548—1620) uczonym renesansowym, wykształconym i w naukach humanistycznych (etnografia, translatologia), i w ścisłych: w dziedzinie astronomii, fizyki, matematyki; zajmował się też meteorologią — prawdziwy zatem *homo universalis*. Był również mniej więcej rówieśnikiem dwóch innych wielkich astronomów: Tychona Brahego (1546—1601) i Johannesa Keplera (1571—1630). Harriota zalicza się także do jednego ze współodkrywców satelitów Jowisza — tak przynajmniej twierdził Willy Ley (zob. *W niebo wpatrzeni*). W rzeczy samej Harriot odkrył niezależnie satelity Jowisza (w 10 dni później niż Galileusz i nigdy nie pretendował do pierwszeństwa odkrycia) i obserwował je ponownie około połowy października 1610 r., ale był już wtedy w posiadaniu *Sidereus Nuncius* Galileusza. Niemniej jednak najdokładniej wyznaczył wtedy okres obiegu Callisto wokół Jowisza na 42,4553 doby (obecnie 42,4582 doby).

Thomas Harriot obserwował też, w roku 1607, kometę nazwaną potem kometą Halleya. Obserwacje Harriota stały się później, w XIX w. w Królewcu, inspiracją naukową dla prac i obliczeń Friedricha Wilhelma Bessela, któ-

Portret T. Harriota z 1602 r. znajdujący się w Oksfordzie. Źródło: Wikimedia Commons

ry był jednym z trzech astronomów, jacy niemal równocześnie wyznaczyli po raz pierwszy paralaksy gwiazdowe (Bessel dla *61 Cygni*, Henderson dla *Alfa Centauri*, Struve dla *Alfa Lirae*).

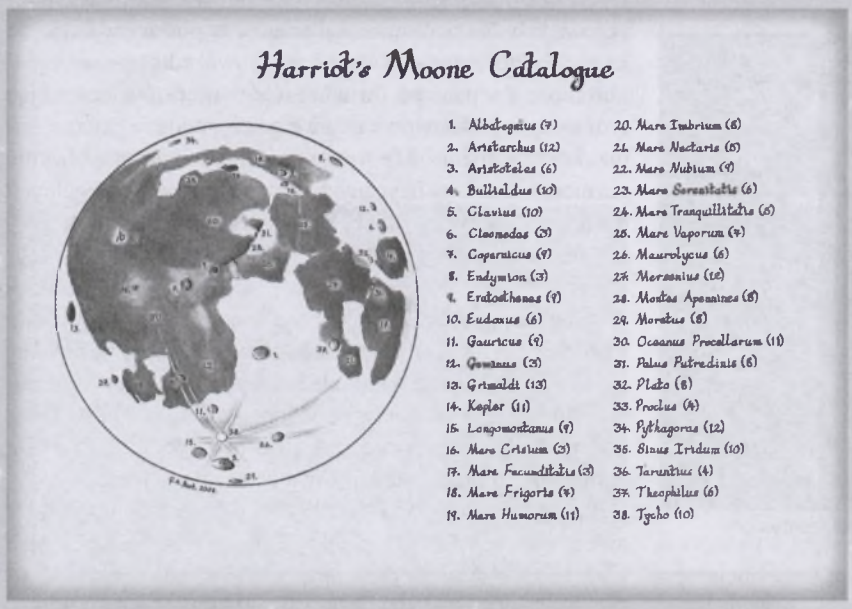
Harriot interesował się ponadto technikami astronomicznymi w nawigacji (brał np. udział w wyprawie Sir Waltera Raleigha do Wirginii) oraz jako pierwszy przeprowadził obserwację plam słonecznych — i to przez… warstwę mgły jako przez ośrodek tłumiący światło.

Niestety, za życia Thomas Herriot prawie nie publikował swoich obserwacji ani prac. Uczyniono to znacznie później (chociaż niektóre z nich, niestety, zaginęły), dlatego współcześni temu skądinąd wybitnemu astronomowi mało wiedzieli o jego odkryciach i osiągnięciach naukowych, oprócz może Keplera, z którym Harriot korespondował na temat optyki, m. in. o zjawisku tęczy.

Harriot był także wybitnym matematykiem. Specjalizował się w dziedzinie algebry. Napisał dzieło *Artis Analyticae Praxis, ad Aequatione Algebraicas nova, epedita, Generali Methoda resolvendas*, które zostało opublikowane w 10 lat po śmierci Herriota przez jego przyjaciela Waltera Warnera (a na sześć lat przed ukazaniem się dzieła o geometrii Kartezjusza — w 1637 r.).

Thomas Harriot odkrył ponadto, 20 lat przed Snelliusem, prawo załamania światła na granicy dwóch ośrodków.

T. Zbigniew Dworak



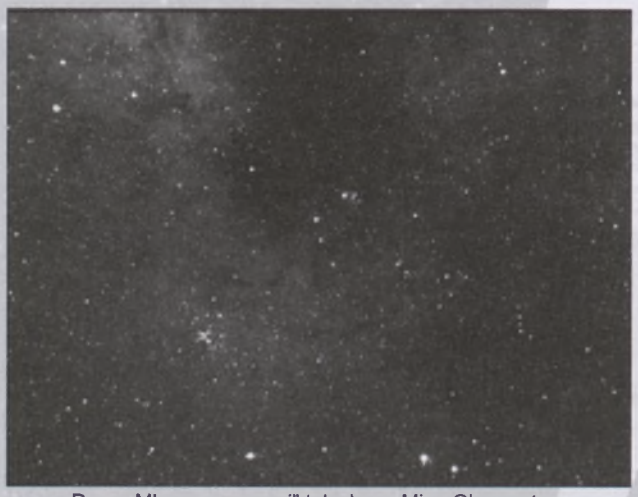
Mapa Księżyca wykonana przez Geoffa Burta (Hampshire Astronomical Group) na wzór oryginalnej mapy Harriota, ukazująca wszystkie cechy powierzchni księżycowej skatalogowane przez angielskiego astronoma na podstawie jego obserwacji prowadzonych w latach 1609—1611. Plik do wydruku na potrzeby własnych obserwacji Czytelnicy mogą pobrać ze strony http://www.telescope400.org.uk/burtmoon.htm

Projekt MicroObservatory jako sojusznik nauczyciela fizyki

Lekcja fizyki w szkole czasem bywa dla uczniów godziną męki pełną wzorów, trudnych zadań i niezrozumiale wyrażonych praw. Każdego ucznia bardziej interesują doświadczenia oraz pokazy, te bowiem łatwiej trafiają do wyobraźni. Zatem naturalną pomocą w nauczaniu zagadnień związanych z astronomią jako ważną częścią fizyki są projekty kierowane właśnie do uczniów. Oprócz „Galaktycznego Zoo", które obecnie działa na masową skalę, ucząc i bawiąc młodzież klasyfikowaniem galaktyk, możemy skorzystać z nowego projektu, uruchomionego z okazji Międzynarodowego Roku Astronomii 2009. Mowa o MicroObservatory, będącym dziełem Uniwersytetu im. J. Harvarda wspieranym przez Narodową Fundację Nauki i Amerykańską Agencję Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (NASA).

Tajemnicza nazwa skrywa w sobie sieć niewielkich, zautomatyzowanych teleskopów zaprojektowanych specjalnie do celów edukacyjnych i umieszczonych na terenie Stanów Zjednoczonych. Są to identyczne reflektory Maksutowa-Cassegraina, o średnicy zwierciadeł równej 5,5 cala (14 cm). Odbiornikiem światła jest matryca CCD o rozmiarze 650×500 pikseli. Tylko jeden z teleskopów posiada zestaw filtrów RGB, co umożliwia wykonywanie barwnych fotografii.

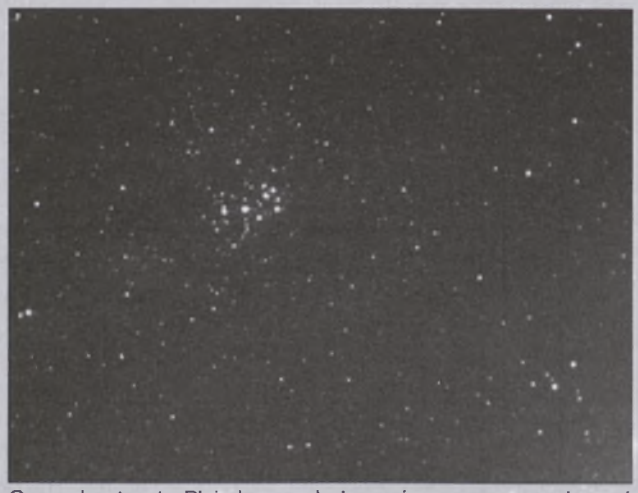
Procedura wykonywania obserwacji zdalnych polega w tym wypadku na wypełnieniu formularza, w którym zaznaczamy rodzaj obiektu i warunki ekspozycji. W odpowiedzi otrzymujemy wyniki obserwacji przesłane przy pomocy poczty elektronicznej z opóźnieniem do 48 godz. Format fotografii to mapa bitowa zakodowana w formacie FITS (polecane) lub GIF.



Droga Mleczna „oczami" teleskopu MicroObservatory

Pracę z projektem można rozpocząć bez wcześniejszego przygotowania, wystarczy w tym celu otworzyć witrynę http://mo-www.cfa.harvard.edu/MicroObservatory/

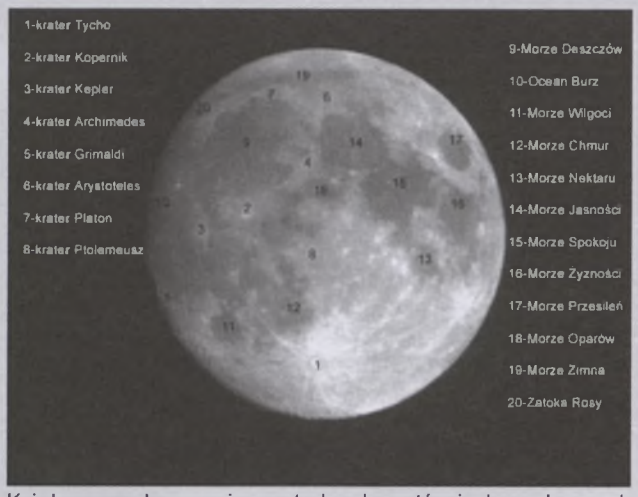
Prostota tego rozwiązania polega na niewielkich wymaganiach. W praktyce szkolnej oznacza to możliwość udziału w projekcie każdej szkoły posiadającej dostęp do Internetu. Do opracowania zdjęć formatu FITS przyda się program taki jak profesjonalny Adobe Photoshop. Większości użytkowników, a przede wszystkim szkół, nie stać jednak na zakup takiego oprogramowania. Autorzy projektu wzięli to pod uwagę, tworząc własny, dostępny za darmo program potrafiący operować plikami formatu FITS — MicroObservatory Image.



Gromada otwarta Plejady — pokaż uczniom, co mogą zobaczyć na niebie

Podczas lekcji fizyki uczniowie mają szansę zamówić wykonanie fotografii wybranych obiektów. Pozostały czas nauczyciel powinien poświęcić na przedstawienie podstawowych informacji o obiektach fotografowanych przez podopiecznych. Na podstawie materiałów w postaci zdjęć, jakie każdy uczeń otrzyma do 48 godzin na swój adres e-mail, opiekun może dokonać porównania typów obiektów, pokazując tym samym podstawowe różnice w ich budowie czy mechanizmach świecenia. Ma to oczywiście na celu przybliżenie uczniom warunków fizycznych panujących w poszczególnych typach obiektów w sposób wizualny, łącząc praktykę z teorią. Jest to doskonały pomysł na ciekawą lekcję. Wykorzystując powszechnie dostępne narzędzie, jakim jest MicroObservatory, nauczyciel z łatwością zrealizuje plan dydaktyczny z nadzieją, że wysiłek przez niego podjęty nie pójdzie na marne. Dobre wyłożenie materiału pozwala na jego łatwe zapamiętanie, jednoznacznie wywołując aprobatę uczniów. Takie podejście do lekcji może zadziałać pozytywnie na ucznia, pobudzając u niego zainteresowanie obserwacjami.

Przygotowywując lekcję dla uczniów, przede wszystkim należy dobrać właściwe obiekty. Spośród dostępnych warto wybrać te o dużych rozmiarach kątowych, przykładowo Mgławicę w Orionie. Na liście obiektów do fotografowania znajduje się spora liczba tych z katalogu Messiera. Warto zainteresować się nimi, zwłaszcza tymi, które są widoczne nieuzbrojonym okiem. Dzięki właściwemu doborowi obiektów



Księżyc — wykonywanie prostych schematów i własnych mapek pozwoli przybliżyć uczniom typy obszarów na powierzchni naszego satelity

Kometa Lulin — obiekt, którego nie znajdziemy na liście w portalu gościa

uczeń, który w przyszłości się z nimi spotka, będzie w stanie je z łatwością rozpoznać.

Korzystając z MicroObservatory, nie tylko pokazujemy uczniom „ładne obrazki", ale też dajemy im podstawową wiedzę astronomiczną. Korzystając bowiem z otrzymanych zdjęć, jesteśmy w stanie zdefiniować takie pojęcia, jak jasność gwiazdy, rozmiar kątowy obiektu czy też galaktyka, mgławica, gromada otwarta i gromada kulista. Jak uczy doświadczenie, uczniowie nie mają styczności z takimi terminami, stąd problem ze zrozumieniem stanu materii tam występującej. Na podstawie materiału w postaci zdjęć możemy również omówić termin albedo, prawo Plancka, prawo przesunięć Wiena czy też zjawisko fluorescencji.

Znając realia nauczania fizyki z astronomią w szkole, zdajemy sobie sprawę, jak mizerną wiedzę astronomiczną posiada przeciętny uczeń. Zaletą MicroObservatory jest zróżnicowana lista obiektów — od planet do kwazarów. Oznacza to, że projekt można wykorzystać zarówno w starszych klasach szkoły podstawowej (pokazując np. planety), klasach gimnazjalnych (np. planety, Księżyc, galaktyki), jak i przede wszystkim w szkołach średnich.

W podstawie programowej nauczania fizyki w szkole średniej jest punkt 9. „Współczesne obserwatoria astronomiczne" i 10. „Zapoznanie z możliwościami współczesnych technik badawczych". Teleskopy programu MicroObservatory są jak najbardziej współczesne i wyposażone w profesjonalne narzędzia i oprogramowanie. W trakcie wykonywania kolorowych fotografii w naturalny sposób dochodzimy do punktu „Widmo fal elektromagnetycznych". Punkt 7. podstawy programowej „Budowa i ewolucja Wszechświata" najłatwiej zilustrować fotografiami obiektów o różnym wieku i różnej od nas odległości, a są takie na liście projektów MicroObservatory. To galaktyki i kwazary. Ewolucja gwiazd, także obecna w podstawie programowej, daje się łatwiej wyjaśnić przy pomocy analizy fotografii gromad gwiazdowych. Gromady otwarte — znacznie młodsze od gromad kulistych — odpowiednio zawierają gwiazdy o różnym stopniu zaawansowania ewolucyjnego. Zaś fotografie obłoków pyłowo-gazowych dają okazję do wyjaśnienia sposobu, w jaki rodzą się gwiazdy, zapoczątkowując reakcje przemiany termojądrowej we wnętrzach.

Galaktyka spiralna M51

Wymagania podstawy programowej w zakresie umiejętności obserwacji i opisywania zjawisk fizycznych i astronomicznych, a także planowania i wykonywania doświadczeń fizycznych i prostych obserwacji astronomicznych oraz zapisywania i analizowania ich wyników mogą być z łatwością wypełnione przy użyciu opisywanego projektu.

Dla wszystkich, którzy chcą wykorzystywać MicroObservatory w nauczaniu szkolnym, polecam ubieganie się o konto w projekcie. Dzięki niemu uzyskujemy dostęp do sterowania teleskopem. Pozwala to na wykonanie zdjęć obiektów, których nie znajdziemy na liście tych dostępnych dla gości serwisu (takich jak np. komety). Jeśli nie uzyskamy dostępu do teleskopu, możemy skorzystać z archiwum zdjęć na stronie http://mo-www.harvard.edu/MicroObservatory/ControlCenter/index.html w zakładce „get images". Możliwość wykorzystania tych dodatkowych materiałów jest kopalnią wiedzy dla ucznia. Umiejętne wykorzystanie szerokich możliwości, jakie dostarcza projekt MicroObservatory, nie tylko ułatwia pracę nauczyciela fizyki, ale też stanowi zachętę do

Dokończenie na s. 236

Listopad

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca w Warszawie. Dnia 1 listopada Słońce wschodzi o 5^h31^m, zachodzi o 15^h07^m, a 30 listopada wschodzi o 6^h21^m, zachodzi o 14^h28^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
XI	1	24,48	4,38	116,77
	3	24,13	4,17	90,40
	5	23,75	3,96	64,02
	7	23,34	3,75	37,65
	9	22,89	3,53	11,28
	11	22,42	3,30	344,92
	13	21,91	3,08	318,55
	15	21,38	2,84	292,18
	17	20,81	2,61	265,82
	19	20,21	2,37	239,45
	21	19,59	2,13	213,09
	23	18,94	1,88	186,73
	25	18,26	1,63	160,37
	27	17,55	1,38	134,01
XI	29	16,82	1,13	107,65
XII	1	16,06	0,88	81,29

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$9^d20^h32^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie listopada, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $2^d19^h14^m$, ostatnia kwadra $9^d15^h56^m$, nów $16^d19^h14^m$ i pierwsza kwadra $24^d21^h39^m$. W perygeum Księżyc znajdzie się 7 listopada o 7^h31^m, natomiast w apogeum 22 listopada o 20^h08^m.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Nad ranem, bardzo nisko nad południowo-wschodnim horyzontem, można próbować dostrzec **Wenus** jako „Gwiazdę Poranną" o jasności $-3,9^m$. Warunki widoczności planety w ciągu miesiąca szybko się pogarszają — o ile na początku listopada na początku świtu cywilnego, tj. około godzinę przed wschodem Słońca, znajdziemy ją na wysokości prawie 10° nad horyzontem, to pod koniec miesiąca wysokość ta będzie wynosić już tylko 2°, co praktycznie uniemożliwi dostrzeżenie planety na tle zorzy porannej. Przez teleskop dostrzeżemy tarczę planety o średnicy 10" w fazie zbliżonej do pełni.

W drugiej połowie nocy, wysoko na niebie w gwiazdozbiorze Raka znajdziemy **Marsa** świecącego z jasnością 0^m. Przez teleskop zobaczymy obdarzoną wyraźną fazą tarczę planety o średnicy 10", co umożliwi już dostrzeżenie szczegółów powierzchniowych przez większe teleskopy amatorskie.

W pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Koziorożca znajdziemy **Jowisza**, świecącego z jasnością $-2,3^m$. W ciągu miesiąca warunki widoczności planety praktycznie nie ulegają zmianie. Przez teleskop możemy obserwować tarczę Jowisza o średnicy 40", zmiany w układzie chmur planety oraz zjawiska w systemie jej księżyców galileuszowych.

Nad ranem, wysoko na niebie w gwiazdozbiorze Panny, widoczny jest **Saturn** świecący z jasnością $1,0^m$. Duża wysokość planety nad horyzontem ułatwia teleskopowe obserwacje struktur w jej atmosferze. W listopadzie krawędź pierścieni Saturna nie jest już skierowana dokładnie w kierunku Ziemi, jednak nadal ich mała jasność ułatwia dostrzeżenie słabych księżyców planety nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie.

W pierwszej połowie nocy, w gwiazdozbiorze Wodnika, można obserwować **Urana** jako „gwiazdę" o jasności $5,8^m$. Wieczorem w gwiazdozbiorze Koziorożca, na wysokości 20° nad południowym horyzontem (półtorej godziny po zachodzie Słońca), można natomiast obserwować **Neptuna** jako „gwiazdę" o jasności $7,9^m$.

Planeta karłowata **(134340) Pluton** znajduje się na niebie zbyt blisko Słońca i jest niewidoczna.

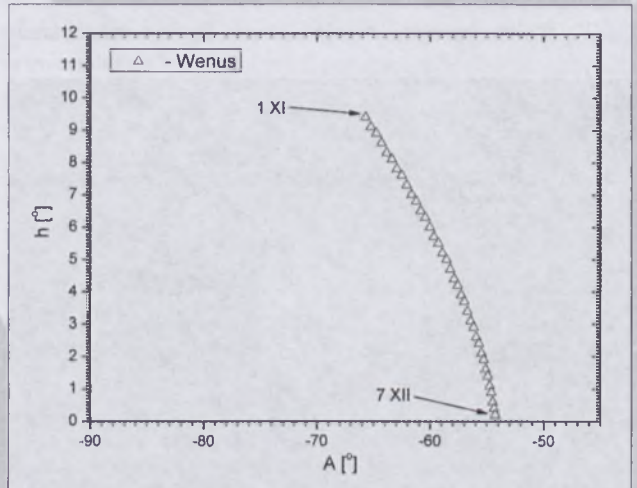
W listopadzie w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy (jaśniejsze od $9,0^m$):

(3) Juno, (jasność $8,5^m$): 7 XI: $23^h41,5^m$, –10°57'; 17 XI: $23^h45,0^m$, –11°08'; 27 XI: $23^h51,3^m$, –10°53'.

(18) Melpomene, (jasność $8,4^m$): 7 XI: $1^h14,8^m$, –11°14'; 17 XI: $1^h13,3^m$, –10°55'; 27 XI: $1^h15,0^m$, –10°01'.

Meteory

Od 25 września do 25 listopada promieniują meteory z kompleksu Taurydów, związanego z kometą krótkookresową 2P/Encke: **Południowe Taurydy (STA)** i **Północne Taurydy (NTA)**. Radianty meteorów leżą w gwiazdozbiorze Byka i mają odpowiednio współrzędne: rekt. 3^h28^m, dekl. +13° oraz rekt. 3^h52^m, dekl. +22°. Maksimum aktywności STA przypada 5 listopada, natomiast NTA 12 listopada. W obrębie omawianych rojów stosunkowo często występują jasne bolidy, w bieżącym roku możliwa jest ich wzmożona aktywność. Tym razem wieczornym obserwacjom STA nie będzie przeszkadzał Księżyc zbliżający się do ostatniej kwadry.



Rys. 1. Wenus nad horyzontem (w Warszawie) na początku świtu cywilnego w listopadzie i grudniu 2009 (około godzinę przed wschodem Słońca)

W momencie maksimum NTA zbliżający się do nowiu Księżyc tym bardziej nie będzie przeszkadzał w obserwacjach tego roju.

Od 10 do 21 listopada promieniują meteory z roju **Leonidów** (**LEO**), związanego z kometą 55P/Tempel-Tuttle. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne: rekt. 10^h08^m, dekl. +22°. Główne maksimum aktywności przypada w tym roku 17 listopada o 15.10 UT, jednak możliwe jest wystąpienie innych maksimów, również w nocy z 17 na 18 listopada, co jest tym ważniejsze, że w obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc tuż po nowiu.

Od 15 do 25 listopada promieniują meteory z roju **alfa-Monocerotydów** (**AMO**). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Jednorożca i ma współrzędne: rekt. 7^h48^m, dekl. +01°. Maksimum aktywności przypada 21 listopada o 15.25 UT. Jest to rój o małej aktywności, jednak często sprawia niespodzianki. W 1995 r. przez pięć minut ZHR (zenitalna liczba godzinna) wynosiła dla niego aż ok. 420, a cały rozbłysk trwał 30 minut. Analiza analogicznych zjawisk pozwala przypuszczać, że występują one okresowo co 10 lat. W 2005, 2006 i 2007 r. nie zaobserwowano jednak znacząco wyższej aktywności roju, co może oznaczać, że aktualna orbita strumienia nie przecina się z orbitą Ziemi. Oczywiście możliwe są również niespodzianki. Obserwacjom tego bardzo ciekawego roju nie będzie przeszkadzał Księżyc zbliżający się do pierwszej kwadry.

* * *

1^d07^h Maksymalna libracja Księżyca (8,3°) w kierunku krateru *Schickard* (zacieniony).

3^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

$3^d02^h28^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007]*.

4^d Gwiazda zmienna długookresowa R Hya (miryda) ($13^h29{,}7^m$, –23°17') osiąga maksimum jasności (4,5^m).

4^d17^h Neptun nieruchomy w rektascensji.

$4^d23^h07^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

5^d03^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.

7^d22^h Minimalna libracja Księżyca (0,3°) w kierunku *Mare Fecunditatis* (zacienione).

$8^d18^h35^m$ Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007]*.

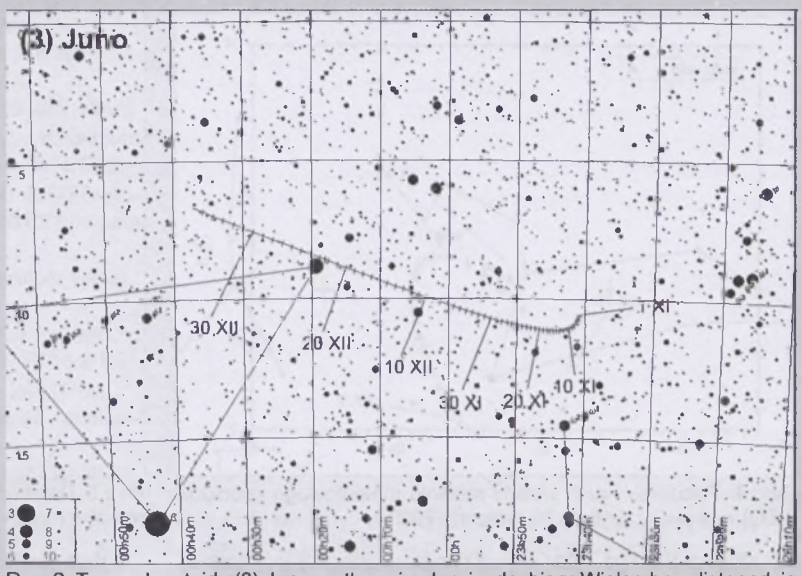
9^d03^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 4°.

$10^d00^h19^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

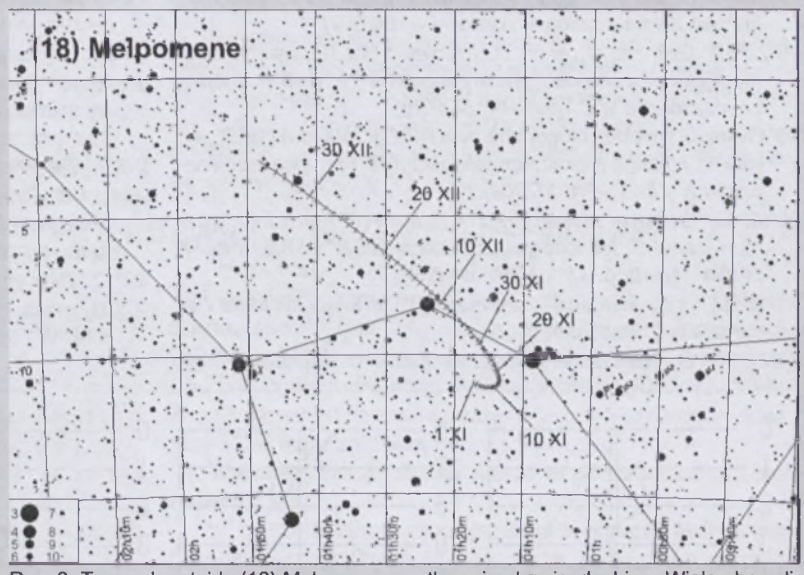
11^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

$11^d20^h43^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.

12^d20^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 7°.



Rys. 2. Trasa planetoidy (3) Juno na tle gwiazd gwiazdozbioru Wieloryba w listopadzie i grudniu 2009 r. (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



Rys. 3. Trasa planetoidy (18) Melpomene na tle gwiazd gwiazdozbioru Wieloryba w listopadzie i grudniu 2009 r. (zaznaczone gwiazdy do 10^m)

$14^d02^h18^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.

14^d22^h Maksymalna libracja Księżyca (8,3°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).

$15^d01^h31^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

15^d18^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 7°.

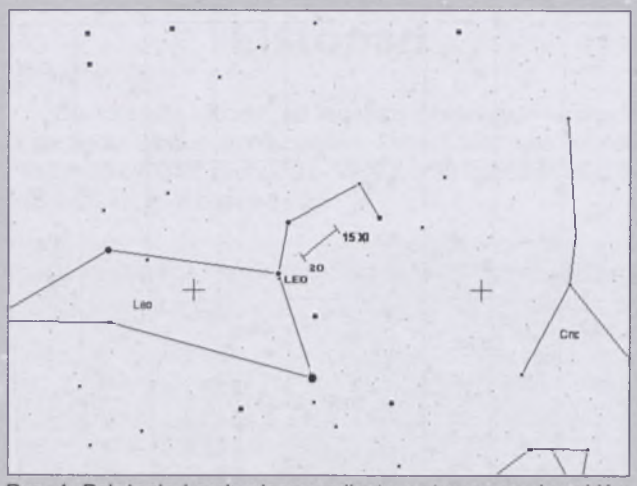
$16^d23^h07^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.

17^d07^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 4°.

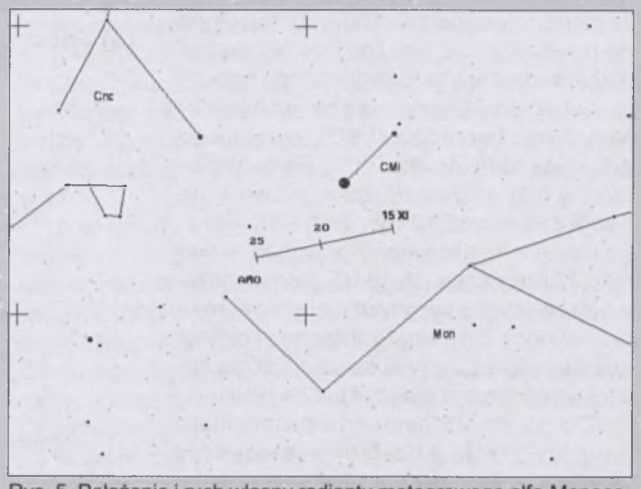
$17^d19^h36^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

$18^d22^h12^m$ Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007]*.

19^d Gwiazda zmienna długookresowa o Cet (Mira) ($2^h19{,}3^m$, –2°58') osiąga maksimum jasności (3,4^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2006]*.



Rys. 4. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Leonidów (LEO) w okresie od 15 do 20 listopada 2009 r.



Rys. 5. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego alfa-Monocerotydów (AMO) w okresie od 15 do 25 listopada 2009 r.

19^{d} Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

19^{d}19^{h}56^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^{m} do 3,4^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

19^{d}20^{h}57^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^{m} do 6,7^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

20^{d} Gwiazda zmienna długookresowa RR Sgr (miryda) (19^{h}55,9^{m}, –29°11') osiąga maksimum jasności (6,8^{m}) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2004].*

20^{d}02^{h}43^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^{m} do 6,6^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

21^{d}16^{h} Minimalna libracja Księżyca (0,8°) w kierunku *Mare Fecunditatis* (oświetlone)

21^{d}22^{h}18^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^{m} do 6,7^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

22^{d}04^{h}23^{m} Słońce wstępuje w znak Strzelca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 240°.

23^{d}20^{h} Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 3°.

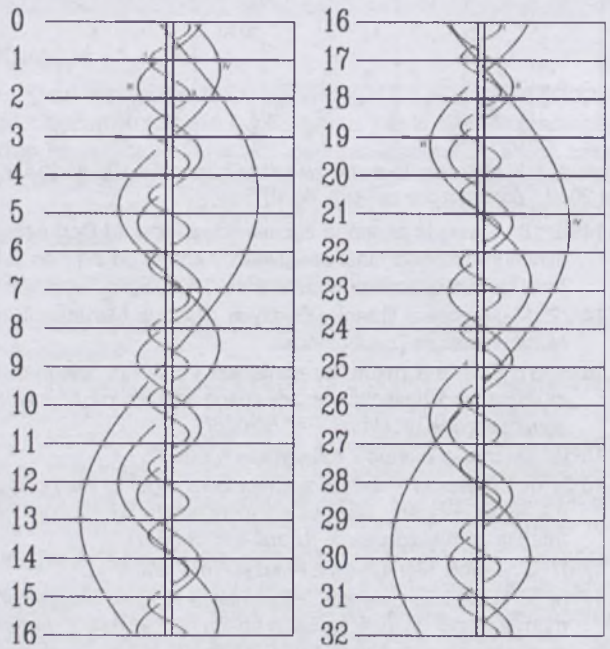
23^{d}23^{h}39^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^{m} do 6,7^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

24^{d}04^{h} Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 3°.

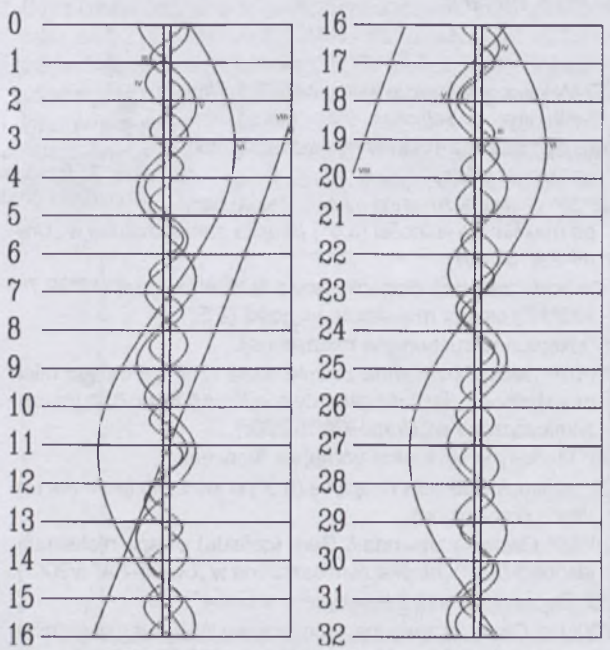
26^{d}01^{h}00^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^{m} do 6,7^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

26^{d}12^{h} Złączenie Urana z Księżycem w odl. 4°.

27^{d} Gwiazda zmienna długookresowa U Ari (miryda) (3^{h}11,1^{m}, +14°48') osiąga maksimum jasności (8,1^{m}).



Rys. 6. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w listopadzie 2009 r. (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 7. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w listopadzie 2009 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

27^d Gwiazda zmienna długookresowa U Her (miryda) (16^{h}25,8^m, +18°54') osiąga maksimum jasności (7,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2004].*

27^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

27^{d}23^{h}05^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

28^{d}02^{h}21^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

28^{d}18^h Maksymalna libracja Księżyca (9,1°) w kierunku krateru *Schickard* (zacieniony).

29^{d}01^{h}49^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

30^d Gwiazda zmienna długookresowa T Her (miryda) (18^{h}09,1^m, +31°01') osiąga maksimum jasności (8,0^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2006].*

30^d Gwiazda zmienna długookresowa X Oph (miryda) (18^{h}38,3^m, +8°50') osiąga maksimum jasności (6,8^m).

Grudzień

Słońce

Słońce w swym ruchu rocznym po ekliptyce zmierza w kierunku punktu przesilenia zimowego: 21 grudnia osiąga najniższy punkt ekliptyki pod równikiem niebieskim i wstępując w znak Koziorożca rozpoczyna astronomiczną zimę. Dni są nadal coraz krótsze. W Warszawie 1 grudnia Słońce wschodzi o 6^{h}23^m, zachodzi o 14^{h}27^m, 21 grudnia wschodzi o 6^{h}43^m, zachodzi o 14^{h}25^m, a 31 grudnia wschodzi o 6^{h}45^m, ale zachodzi o 14^{h}33^m.

W dniu 31 grudnia wystąpi częściowe zaćmienie Księżyca, widoczne w Polsce.

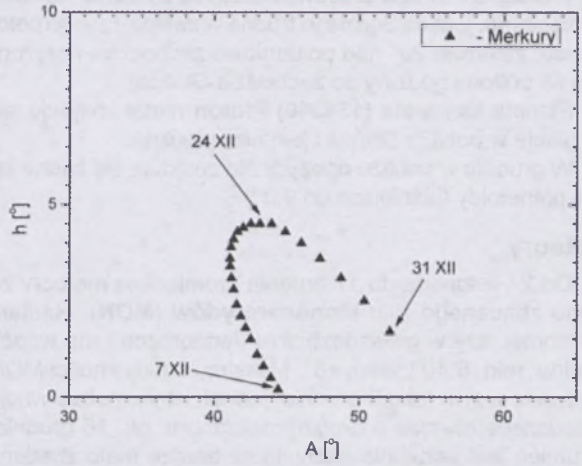
Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
XII	1	16,06	0,88	81,29
	3	15,28	0,62	54,93
	5	14,47	0,37	28,57
	7	13,65	0,11	2,22
	9	12,80	–0,14	335,87
	11	11,94	–0,40	309,51
	13	11,06	–0,66	283,16
	15	10,16	–0,91	256,81
	17	9,25	–1,16	230,46
	19	8,32	–1,42	204,11
	21	7,38	–1,67	177,77
	23	6,44	–1,92	151,42
	25	5,48	–2,16	125,08
	27	4,52	–2,41	98,73
	29	3,56	–2,65	72,39
XII	31	2,59	–2,89	46,04
2010 I	2	1,62	–3,12	19,70

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

20^{d}00^{h}32^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0.



Rys. 8. Merkury nad horyzontem (w Warszawie) pod koniec zmierzchu cywilnego w grudniu 2009 (około godzinę po zachodzie Słońca)

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie grudnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia 2^{d}07^{h}30^m, ostatnia kwadra 9^{d}00^{h}13^m, nów 16^{d}12^{h}02^m, pierwsza kwadra 24^{d}17^{h}36^m i ponownie pełnia 31^{d}19^{h}13^m. W perygeum Księżyc znajdzie się 4^{d}14^{h}13^m, natomiast w apogeum 20^{d}14^{h}55^m.

Planety, planetoidy i planety karłowate

Pod koniec grudnia wieczorem, bardzo nisko nad południowo-zachodnim horyzontem, można próbować dostrzec **Merkurego**. W dniu 24 grudnia, pod koniec zmierzchu cywilnego, planeta wznosić się będzie na wysokości ponad 4° nad horyzontem, świecąc wtedy z jasnością 0^m. Przez teleskop można będzie zaobserwować tarczę Merkurego o średnicy 6", w fazie zbliżonej do kwadry.

Wenus znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczna.

W ciągu miesiąca zmniejsza się wysokość **Marsa** nad porannym horyzontem, jednak nadal pod koniec grudnia, na początku świtu cywilnego, możemy go odnaleźć w gwiazdozbiorze Lwa na wysokości 27°. W tym samym czasie rośnie jasność planety, osiągając pod koniec miesiąca –0,7^m przy średnicy tarczy równej prawie 13".

Przez cały miesiąc wieczorem możemy obserwować **Jowisza**, którego w godzinę po zachodzie Słońca znajdziemy na praktycznie stałej wysokości 22° nad południowym horyzontem, świecącego z jasnością –2,2^m.

W drugiej połowie nocy w gwiazdozbiorze Panny możemy nadal obserwować **Saturna**, świecącego z jasnością zaledwie +0,9^m. Mała jasność układu pierścieni nadal ułatwiać będzie dostrzeżenie słabych księżyców planety przez niewielkie teleskopy amatorskie. Już przez lornetkę dostrzeżemy Tytana (8,5^m), teleskop o średnicy 10 cm umożliwi zobaczenie Tethys (10,4^m), Dione (10,6^m), Rheę (9,9^m) i Iapetusa (od 10,3^m w maksymalnej elongacji zachodniej do 12,3^m w maksymalnej elongacji wschodniej), natomiast teleskop o średnicy 25 cm pozwoli powiększyć naszą „kolekcję" o Mimasa (13,1^m) i Enceladusa (11,6^m).

Urana można obserwować w pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Wodnika, na praktycznie stałej wysokości 34° nad południowym horyzontem.

Wieczorem można próbować dostrzec znacznie słabszego **Neptuna**, jednak będzie to trudne w związku z jego położeniem zaledwie 20° nad południowo-zachodnim horyzontem (w półtorej godziny po zachodzie Słońca).

Planeta karłowata **(134340) Pluton** nadal znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczna.

W grudniu w pobliżu opozycji nie znajdują się żadne jasne planetoidy (jaśniejsze od $9{,}0^m$).

Meteory

Od 27 listopada do 17 grudnia promieniują meteory ze słabo zbadanego roju **Monocerotydów** (**MON**). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Jednorożca i ma współrzędne: rekt. 6^h40^m, dekl. +8°. Maksimum aktywności MON przypada w tym roku 9 grudnia, jednak istnieją obserwacje świadczące również o drugim maksimum, ok. 16 grudnia. Strumień jest wizualnie słaby, toteż bardzo mało zbadany i pilnie wymagający obserwacji, zwłaszcza że tegorocznym obserwacjom meteorów w okresie hipotetycznego drugiego maksimum nie będzie przeszkadzał Księżyc w nowiu.

Od 7 do 17 grudnia promieniują meteory z roju **Geminidów** (**GEM**) związanego z planetoidą (prawdopodobnie „wygasłą" kometą) (3200) Phaeton. Radiant Geminidów leży w gwiazdozbiorze Bliźniąt i w momencie maksimum aktywności w dniu 14 grudnia o 5.10 UT ma współrzędne rekt. 7^h28^m, dekl. +33°. Strumień jest zawsze obfity, jednak jego wewnętrzna struktura pozostaje nadal słabo zbadana, toteż wymaga on obserwacji nie tylko w momencie przewidywanego maksimum. W obserwacjach tych meteorów nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księżyc.

Od 17 do 26 grudnia promieniują meteory z bardzo słabo zbadanego roju **Ursydów** (**URS**), związanego z kometą 8P/Tuttle. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy i ma współrzędne: rekt. 14^h28^m, deki. +76°. Maksimum aktywności URS przypada w tym roku 22 grudnia o 13.30 UT, jednak możliwe jest również drugie maksimum tego samego dnia o 7.14 UT. Strumień jest słaby, jednak w latach 1945 i 1986 zanotowano jego silne rozbłyski. Zwiększona aktywność, aż do ZHR równego 30 i więcej, była również obserwowana w latach 1988, 1994, 2000, 2006 i 2007. W bieżącym roku spodziewana jest również jego zwiększona aktywność, w związku z bliskością macierzystej komety. Tegorocznym obserwacjom tego interesującego roju w drugiej połowie nocy nie będzie przeszkadzał Księżyc, zbliżający się do pierwszej kwadry.

* * *

$1^d19^h25^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

2^d Gwiazda zmienna długookresowa S CMi (miryda) ($7^h32{,}7^m$, +8°20') osiąga maksimum jasności ($7{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2005].*

$2^d03^h06^m$ Uran nieruchomy w rektascensji.

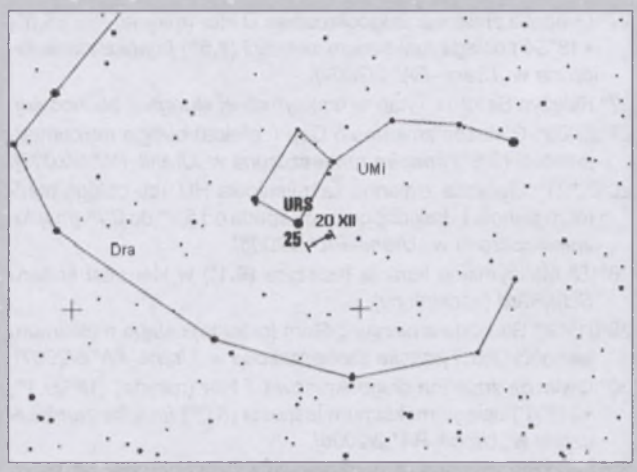
4^d22^h Odkrycie gwiazdy δ Gem ($3{,}5^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca po pełni, widoczne w całej Polsce (Szczecin 22^h04^m — — Lublin 22^h11^m).

5^d Gwiazda zmienna długookresowa R Sgr (miryda) ($19^h16{,}7^m$, –19°18') osiąga maksimum jasności ($7{,}3^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2005].*

5^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

5^d01^h Minimalna libracja Księżyca (0,4°) w kierunku *Mare Fecunditatis* (zacienione).

6^d22^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 6°.



Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Ursydów (URS) w okresie od 20 do 25 grudnia 2009

$7^d00^h50^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

$7^d18^h55^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

8^d Gwiazda zmienna długookresowa V Peg (miryda) ($22^h01{,}0^m$, +6°07') osiąga maksimum jasności ($8{,}7^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2005].*

$8^d16^h40^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

$8^d23^h40^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

$9^d21^h39^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

10^d02^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 8°.

11^d19^h Maksymalna libracja Księżyca (9,0°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).

$12^d18^h28^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

$12^d20^h07^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

13^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

14^d Gwiazda zmienna długookresowa R Crv (miryda) ($12^h19{,}6^m$, –19°15') osiąga maksimum jasności ($7{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2007].*

$14^d01^h27^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

15^d23^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 4°.

16^d Gwiazda zmienna długookresowa RU Her (miryda) ($16^h10{,}2^m$, +25°04') osiąga maksimum jasności ($8{,}0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2008].*

$16^d03^h54^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

$17^d21^h19^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

18^d07^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 0,5°.

18^d17^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości 20°18'.

19^d04^h Minimalna libracja Księżyca (0,9°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

21^{d} Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

21^{d}09^{h} Złączenie Jowisza z Neptunem w odl. 0,5°.

21^{d}11^{h} Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 3°.

21^{d}11^{h} Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 2°.

21^{d}15^{h}45^{m} Mars nieruchomy w rektascensji.

21^{d}17^{h}47^{m} Słońce wstępuje w znak Koziorożca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 270°; rozpoczyna się zima astronomiczna.

22^{d}18^{h}34^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^{m} do 6,7^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

22^{d}22^{h}31^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^{m} do 6,6^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

23^{d}23^{h} Złączenie Urana z Księżycem w odl. 5°.

24^{d}19^{h}02^{m} Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^{m}) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

24^{d}19^{h}55^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^{m} do 6,7^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

26^{d} Gwiazda zmienna długookresowa R Gem (miryda) (7^{h}07,4^{m}, +22°42') osiąga maksimum jasności (7,1^{m}) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2005].*

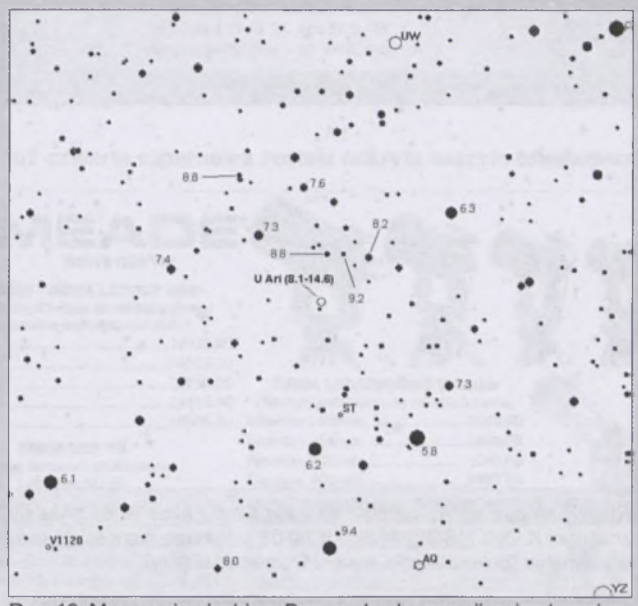
26^{d}08^{h}36^{m} Merkury nieruchomy w rektascensji.

26^{d}13^{h} Maksymalna libracja Księżyca (9,9°) w kierunku krateru *Schickard* (zacieniony).

26^{d}21^{h}16^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^{m} do 6,7^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

27^{d}23^{h}43^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^{m} do 6,6^{m} *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

29^{d} Gwiazda zmienna długookresowa χ Cyg (miryda) (19^{h}50,5^{m}, +32°55') osiąga maksimum jasności (5,2^{m}) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2008].*



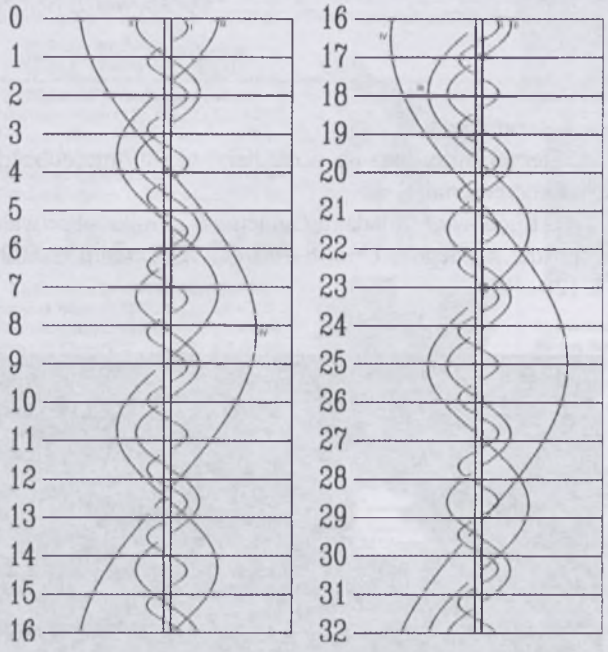
Rys. 10. Mapa gwiazdozbioru Barana do obserwacji gwiazdy zmiennej długookresowej U Ari (3^{h}11^{m}03,0^{s}, +14°47'59"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

29^{d} Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

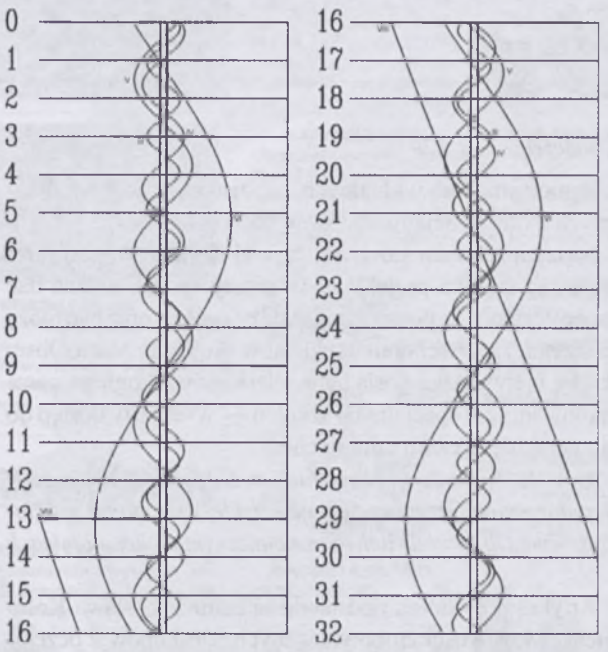
30^{d} Gwiazda zmienna długookresowa R Vir (miryda) (12^{h}38,5^{m}, +6°59') osiąga maksimum jasności (6,9^{m}) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2009].*

30^{d}03^{h}50^{m} Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^{m}) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

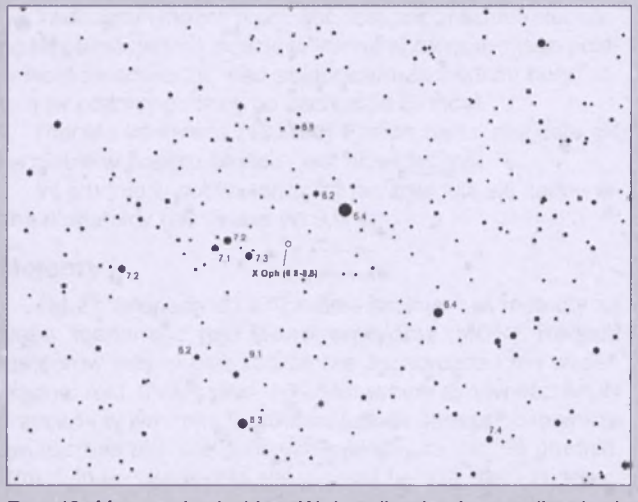
31^{d} Częściowe zaćmienie Księżyca, widoczne w Europie, Azji, Afryce (z wyjątkiem części zachodniej i południowo-zachodniej), Oceanie Indyjskim, północnym Atlantyku i w obszarach



Rys. 11. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w grudniu 2009 r. (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 12. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w grudniu 2009 r. (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

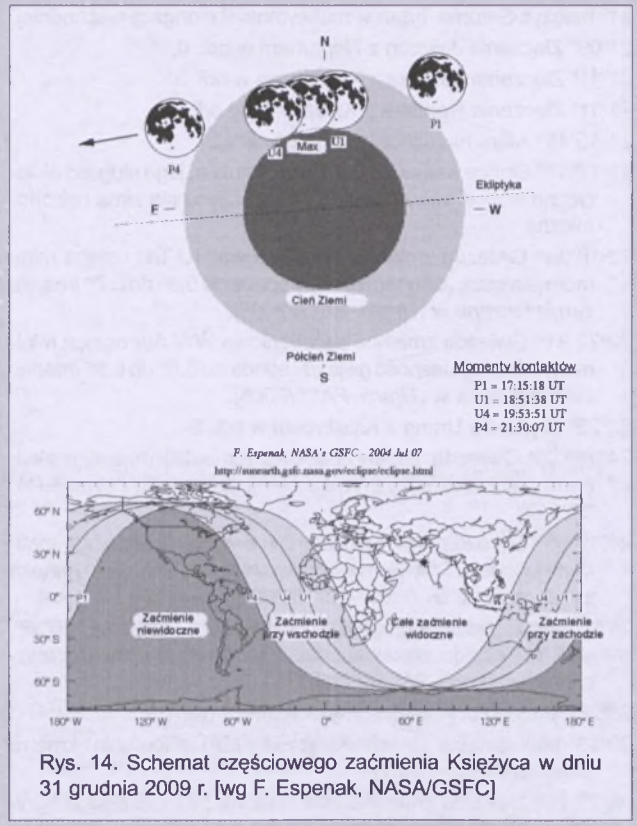


Rys. 13. Mapa gwiazdozbioru Wężownika do obserwacji gwiazdy zmiennej X Oph ($18^h38^m21{,}1^s$, +8°50'03"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 5°, północ u góry)

arktycznych Ameryki Północnej; w pozostałej części Afryki wschodniej części Ameryki Południowej, północno-wschodniej i północno-zachodniej części Ameryki Północnej przy wschodzie Księżyca, oraz w Australii i zachodniej części Oceanu Spokojnego przy zachodzie Księżyca. Przebieg zaćmienia: początek zaćmienia półcieniowego: 17^h15^m, początek zaćmienia częściowego: 18^h52^m, maksimum zaćmienia: 19^h23^m, koniec zaćmienia częściowego: 19^h54^m, koniec zaćmienia półcieniowego: 21^h30^m. Maksymalna faza zaćmienia częściowego wyniesie 0,0820. Całe zaćmienie widoczne w Polsce wysoko nad horyzontem.

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w listopadzie i grudniu w Polsce „czasie zimowym", należy dodać 1 godzinę.



Rys. 14. Schemat częściowego zaćmienia Księżyca w dniu 31 grudnia 2009 r. [wg F. Espenak, NASA/GSFC]

Momenty złączeń planet z Księżycem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ściężor

Dokończenie ze s. 229

podejmowania indywidualnych, osobistych wysiłków związanych z obserwacjami obiektów nocnego nieba.

Naszym zdaniem każdy nauczyciel fizyki powinien zainteresować się tym projektem. W prosty sposób można dać szansę uczniom do poszerzenia wiedzy ogólnej oraz być może „zarażenia" ich astronomią. Udział w projekcie MicroObservatory nie wymaga posiadania teleskopów, drogiego oprogramowania ani specjalnych szkoleń — wystarczy dostęp do Internetu, nieco czasu i dobre chęci.

Mirosław Kołodziej, uczeń Liceum Ogólnokształcącego w Niepołomicach Grzegorz Sęk, nauczyciel astronomii w Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym w Niepołomicach

Artykuł powstał na podstawie referatu Mirosława Kołodzieja „Możliwości zrobotyzowanych teleskopów a oczekiwania szkolne — projekt MicroObservatory", nagrodzonego na Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomiczno-Astronautycznym w Grudziądzu w roku 2009.

Literatura:

Internet: http://mo-www.cfa.harvard.edu/microobs/guestobserverportal/

K. Rochowicz „Śladami Galileusza — mikroobserwatorium dla każdego", *Urania–Postępy Astronomii*, 3/2009, s. 128—129

Mgławica w Orionie (M42) — zdjęcie (w oryginale barwne) wykonane przy pomocy MicroObservatory

ASTROKRAK

F.P.U.H. **ASTROKRAK**, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
e-mail: astrokrak@astrokrak.pl - **www.astrokrak.pl**
tel.: **(12) 413 55 26**, fax: (12) 417 31 81
sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15

DOŁĄCZ DO GRONA ODKRYWCÓW **Już czwarta supernowa została odkryta naszym teleskopem!**

BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90	999.00
Refraktor R-102	1899.00
Refraktor R-127L	2699.00
Refraktor R-127S	2899.00
Refraktor R-152	3499.00
Newton N-130	1099.00
Newton N-150	1699.00

ORION

SERIA SKYVIEW PRO
(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem, GO-TO lub Intelliscope)

Refraktor 80mm ED APO	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO	od 9250.00
Refraktor 120mm	od 3350.00
Maksutow 127mm	od 3350.00
Maksutow 150mm	od 4450.00
Maksutow 180mm	od 5999.00
Newton 203mm	od 3350.00

SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION

7x50	485.00
10x50	495.00

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (4-40mm/1,25")	od 95.00
RKE (26-40mm/2")	od 195.00
Barlow 2x/1,25"	95.00
Barlow 2x/2"	299.00

SERIA MT - nowe ceny!!!
(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm	999.00
MT-750 152mm	1450.00
MT-800 200mm	1999.00

Sky-Watcher

TELESKOPY - najniższe ceny!!!

Newton 114mm EQ2	595.00
Newton 130mm EQ2	695.00
Newton 150mm EQ3-2	1235.00
Dobson 8" Classic	1075.00
Dobson 8" Pyrex	1275.00

ANTARES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25")	od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25")	od 250.00
Erfla (30-52mm/2")	od 315.00
Szerokokątne (67°/5,7-25mm)	od 299.00
Szerokokątne (82°/7,5-18mm)	od 499.00
Barlow 2x/1,25	105.00
Barlow 1,6x/2"	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25")	525.00

NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25"	105.00
90° 1,25"/1,25"	125.00
45° M42x1/1,25"	125.00
90° M42x1/1,25"	145.00
90° 2"/2" 98%	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.	625.00

FILTRY

ALP 1,25"	199.00
ALP 2"	350.00
ND 13 1,25" (szary)	45.00
ND 13 2" (szary)	105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25"	285.00
Kolorowe 7 szt. 2"	475.00

MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200R GPS
(Teleskopy Ritchey-Chrétiena na montażu widlowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

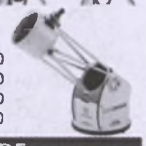
8" (203mm)	13925.00
10" (254mm)	18925.00
12" (305mm)	23850.00
14" (356mm)	35995.00
16" (406mm)	69500.00

SERIA LDX-75
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor)	5075.00
6" (152mm refraktor)	6095.00
6" (152mm Schmidt-Newton)	5175.00
8" (203mm Schmidt-Newton)	6125.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain)	8325.00
10" (254mm Schmidt-Newton)	6925.00

SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe
(Teleskopy kratownicowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm	2049.00
Newton 254mm	2699.00
Newton 305mm	4249.00
Newton 406mm	9999.00



Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm)	od 499.00
SWA (68°/16-40mm)	od 899.00
UWA (82°/4,7-30mm)	od 1050.00

SERIA ETX
(Teleskopy Maksutowa na montażu widlowym z systemem GO-TO)

90PE (90mm)	3889.00
105PE (105mm)	4899.00
125PE (125mm)	5995.00

KAMERY CCD
(Z oprogramowaniem Autostar Suite)

LP Imager	550.00
DS Imager	1525.00
DS Imager Pro	1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3	799.00

CORONADO

TELESKOPY I FILTRY SŁONECZNE Hα
Już od 2825.00

LUMICON

OKULARY PODŚWIETLANE
(Z krzyżem nitek)

12,5mm ortoskop.	585.00
25mm Kellner	275.00

FILTRY MGŁAWICOWE

Deep Sky 1,25"	375.00
Deep Sky 2"	730.00
UHC 1,25"	375.00
UHC 2"	730.00
OIII 1,25"	375.00
OIII 2"	730.00
H-Beta 1,25"	375.00
H-Beta 2"	730.00
Comet 1,25"	375.00
Comet 2"	730.00

NASADKI KĄTOWE

Enhanced 1,25"	365.00
Enhanced 2"	695.00
LumiBrite 1,25" 98%	550.00
LumiBrite 2" 98%	875.00

KSIĄŻKI I ATLASY

Uranometria tom I i II	179.00
Pocket Sky Atlas	89.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Deluxe	179.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Field	199.00
Atlas of the Moon	135.00

MAPY I GLOBUSY

Obrotowa mapa nieba	8.00
Karta Messiera	13.00
Karta Caldwella	13.00
Mapa Księżyca	13.00
Globus Księżyca	225.00

OPROGRAMOWANIE

Starry Night Pro+	1050.00
Starry Night Pro	650.00
Starry Night Enth.	335.00
CoolSky 2.0	39.00
Maxim DL	1250.00
SkyMap Pro	375.00
SkyChart III	169.00
Desktop Universe	825.00
SkyTools 2 CD	425.00

SKY PUBLISHING

ASTROKRAK

TELESKOPY I AKCESORIA

Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze od 250 do 600mm. Zbudowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS	49.00
M42/Nikon	49.00
M42/T2	45.00
1,25"/M42	35.00
2"/M42	45.00
M42/web kamera	45.00
L-adapter mały	20.00
L-adapter duży	25.00

WYCIĄGI OKULAROWE
(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)

Obrotowy 1,25"	115.00
Przesuwny 1,25"	195.00
Przesuwny 2"	275.00

Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na *www.astrokrak.pl*

Krzysztof Gęsicki *Fizyka otoczek wokółgwiazdowych* (*teoria widma liniowego i rozpędzanie wiatrów*), Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2007, 142 s.

Nie jest to monografia. Książka powstawała jako materiał pomocniczy dla studentów starszych lat astronomii i można ją traktować jako skrypt akademicki. W odróżnieniu od tradycyjnego wykładu z teorii atmosfer gwiazdowych, skrypt Krzysztofa Gęsickiego dotyczy przede wszystkim interpretacji teoretycznej widma liniowego, a ponadto jest rozszerzony o teorię otoczek wokółgwiazdowych i wiatrów gwiazdowych.

Po krótkim, ciekawie napisanym wstępie, autor przedstawia równanie przepływu promieniowania i kształt funkcji źródłowej dla linii widmowych. Analizuje problem nie tylko przy założeniu Lokalnej Równowagi Termodynamicznej (LTE), ale ogólniej, gdy rezygnując z rozkładu Boltzmanna, oblicza się obsadzenia poziomów energetycznych atomu dwu- i trójpoziomowego z równania równowagi statystycznej. Ten podstawowy dla teorii linii widmowych rozdział drugi jest świetnie napisany pod względem metodycznym, niewątpliwie wynik wieloletniego doświadczenia pedagogicznego autora. Od podstawowych definicji natężenia promieniowania i funkcji źródłowej w równaniu przepływu promieniowania, jego rozwiązań, autor przechodzi do coraz bardziej szczegółowych postaci funkcji źródłowej dla linii widmowej. Jednocześnie pokazuje, jak upraszcza się teoria przy założeniu LTE, jak wygląda funkcja źródłowa przy pełnej redystrybucji fotonów w procesie rozpraszania.

Rozdział „Dyskusja jakościowa widma liniowego" stanowi jeszcze jeden przykład dobrego podejścia metodologicznego autora. Nawet najbardziej wyrafinowaną teorię można przybliżyć studentowi na stosunkowo uproszczonych przykładach. To właśnie czyni autor w tym rozdziale. Stosując niezbędne uproszczenia, pokazuje jakościowo, jak funkcja źródłowa dla linii zmienia się z głębokością w atmosferze, jak wyglądają rozwiązania równania przepływu dla warstwy optycznie grubej i optycznie cienkiej, jak jakościowo będzie wyglądał profil linii w chromosferze gwiazdowej, gdzie po minimum temperatury w górnych warstwach atmosfery następuje ponowny wzrost temperatury w jej warstwach zewnętrznych.

„Rozwiązanie równania przepływu" autor omawia, zaczynając od widma ciągłego. Stosując przybliżenie LTE oraz szereg założeń, otrzymuje się proste analityczne rozwiązanie równania przepływu, a w konsekwencji rozkład temperatury z głębokością optyczną. Ponadto pokazuje na przykładzie metody Feautrier, jak numerycznie rozwiązuje się równanie przepływu. Jak zwykle uderza jasność wykładu autora, pokazanie istoty metody bez wchodzenia w szczegóły rachunkowe.

Łączne rozwiązanie równania przepływu dla kontinuum i widma liniowego jest przedstawione w przybliżeniu (Milne-Eddigtona, Barbier–Eddingtona), co pozwala na proste, analityczne traktowanie problemu. Wykład staje się przez to bardziej przejrzysty i pozwala bezpośrednio przejść do wyznaczenia składu chemicznego gwiazd metodą krzywej wzrostu. Porównanie widma gwiazdy δ Eri z widmem „teoretycznym" obliczonym w oparciu o modele Kurucza potwierdza znany wniosek, że dla większości absorpcyjnych linii widmowych przybliżenie LTE daje dobrą zgodność teorii z obserwacjami. Jednocześnie nasuwa się czysto retoryczne pytanie. Po co stosować żmudne metody równowagi statystycznej dla atomów wielopoziomowych zamiast prostego równania Boltzmana i Sahy? Czy teoria przedstawiona w rozdziale drugim jest celowa chociażby wobec naszej niewiedzy pokazanej w podrozdziale zatytułowanym „Czego nadal nie wiemy o Słońcu"?

A jednak teoria przedstawiona w rozdziale drugim stanowi istotną zaletę tego skryptu. Istnieją bowiem liczne przypadki w atmosferach stacjonarnych gwiazd, gdzie stosowanie LTE jest błędem. Przykładem są chociażby chromosfery, w wielu gwiazdach znacznie intensywniejsze niż chromosfera Słońca. Tej informacji brakuje w książce.

Autor rozszerza swój podstawowy wykład o dodatkowe rozdziały: „Modelowanie hydrodynamiczne otoczek" i „Wiatry rozpędzane promieniowaniem". Autorowi nie tyle chodzi o prezentacje modeli otoczek, czyli o analityczne bądź numeryczne rozwiązanie układu równań nieliniowych, lecz o teoretyczne podstawy prowadzące do zrozumienia mechanizmów rozpędzających otoczki. Analiza różnych typów wiatrów gwiazdowych i wynikające z niej tempo utraty masy przez gwiazdy stanowi bowiem istotny czynnik w późniejszych fazach ewolucji gwiazd. Autor omawia krótko tzw. przybliżenie Sobolewa, znacznie upraszczające rozwiązania równań opisujących ekspandującą otoczkę, nie przedstawia szczegółowej teorii rozpędzania wiatrów przez absorpcję/rozpraszanie promieniowania w linii widmowej, z uwzględnieniem absorpcji w wielu liniach, czy wielokrotnego rozpraszania fotonu, wpływu rotacji itp., natomiast przedstawia, jak teoria wiatrów gwiazdowych ma się do obserwacji gwiazd Wolfa-Rayeta. Podobnie przedstawia problem wiatrów gwiazdowych rozpędzanych przez absorpcję promieniowania na ziarnach pyłu krzemowego i węglowego, w zastosowaniu do chłodnych olbrzymów, w szczególności do gwiazd AGB.

Takie potraktowanie ekspandujących otoczek i wiatrów gwiazdowych nie jest wadą tego skryptu, przeciwnie, jego zaletą. Zaprezentowanie w miarę pełnej teorii ekspandujących otoczek teorii podwoiłoby objętość całego skryptu. Natomiast przedstawienie niezbędnego minimum teorii przy równoczesnym szerokim omówieniu zastosowań do konkretnych gwiazd i problemów, jakie wyłaniają się przy porównaniu teorii z obserwacjami, jest lepszym podejściem pedagogicznym i metodologicznym. Jest to bowiem skrypt do wykładu kursowego a nie monografia na temat otoczek wokółgwiazdowych.

Skrypt Krzysztofa Gęsickiego oceniam bardzo pozytywnie. Jest dobrze napisany zarówno pod względem merytorycznym, jak i metodologicznym. Pogrubienia czcionek w tekście ułatwiają koncentrację na istotnych zagadnieniach. Widać tu wieloletnie doświadczenie dydaktyczne autora. Unika nadmiernego teoretyzowania tam, gdzie nie jest to konieczne, aby przekazać studentowi istotę problemu.

Skrypt Krzysztofa Gęsickiego będzie cenną pomocą dydaktyczną dla studentów astronomii i fizyki oraz dla słuchaczy studium doktoranckiego. Jego lekturę można też polecić bardziej wnikliwym miłośnikom astronomii.

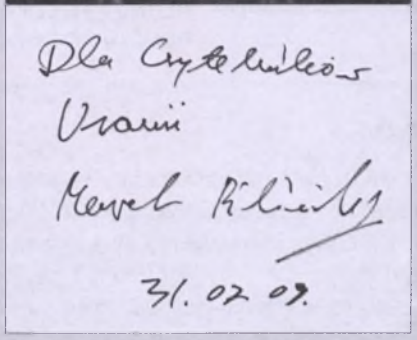
Antoni Stawikowski

Powrót kosmicznych opowieści Marka B.

Dokładnie dwa lata temu na łamach „Uranii–PA" wspomniałem o obejrzanym na żywo koncercie Marka Bilińskiego podczas Festiwalu „A Day Of Electronic Music" w Cekcynie. Napisałem, że pomimo zagrania swego przebojowego utworu „Kosmiczne opowieści" oraz całej suity „$E = mc^2$" mój apetyt na „kosmiczne" granie nie został zaspokojony, a winnego braku odpowiedniej aury upatrywałem w padającym deszczu. W tym roku również gościłem na festiwalu w Cekcynie, gdyż miejsce, ludzie i atmosfera dobrze tam sprzyja miłemu pobytowi. Podobnie, jak 2 lata wcześniej, na koniec w roli gwiazdy zagrał Marek Biliński i chociaż tym razem zbyt ulewnego deszczu nie było, a na niebie pobłyskiwały gwiazdy, nie dane mi było cieszyć się występem, gdyż obowiązki rodzinne i towarzyskie zawiodły mnie w inne rejony. Nie byłem tym specjalnie zmartwiony, wiedziałem, że parę tygodni później muzyk zawita w bliższe mi strony, do Olsztyna.

Na olsztyński koncert z cyklu „Elektroniczne Pejzaże Muzyczne" wybrałem się z gronem przyjaciół. Aura była bardzo łaskawa — zarówno ta atmosferyczna, jak i ta mentalna, wytworzona na styku wykonawców i słuchaczy. Niemała w tym zasługa sympatycznego prowadzenia, dobrego nagłośnienia i samego miejsca akcji, czyli rok wcześniej oddanego do użytku nowoczesnego amfiteatru im. Czesława Niemena pod murami olsztyńskiego zamku, na ścianie którego zachował się jedyny oryginalny przyrząd astronomiczny Mikołaja Kopernika!

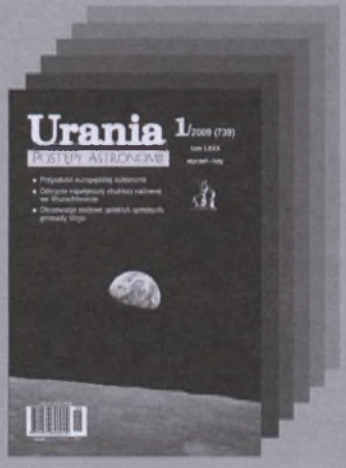
Dobremu, czystemu brzmieniu wykonawców towarzyszyły efekty świetlne (m.in. generowane laserem wypożyczonym na tę okazję z Olsztyńskiego Planetarium) oraz cała masa atrakcji w postaci występów Teatru Ognia „Exodus" z Ostródy. Żałuję jedynie, iż w tym wszystkim powiązań z domeną Uranii było jak na lekarstwo: konferansjer w stroju kosmity, fotomontaże ze zdjęciami Księżyca, szklane kule żonglera przywodzące na myśl hasło „muzyka sfer" to trochę mało, ale przecież nikt tu nie czynił założeń wpisania imprezy w kalendarz obchodów MRA!



No i wreszcie przyszedł czas na występ Marka Bilińskigo. Nazwany kiedyś polskim Jean-Michael Jarre`em muzyk miał na starcie pecha — odmówiły posłuszeństwa syntezatory, zanikł dźwięk, ale profesjonalista nie rozłożył bezradnie rąk, pomanipulował coś przy aparaturze, zagrał. Gdy sytuacja powtórzyła się i na widowni odczuło się wyraźne zaniepokojenie o dalszy los występu, muzyk się nie poddawał. W efekcie zagrał swój koncert z takim nerwem, że nawet najbardziej wymagający miłośnicy syntezatorowych brzmień powinni być usatysfakcjonowani. „Kosmiczne opowieści" brzmiały kosmicznie, przewrotnie zatytułowana suita „$E = mc^2$" epatowała imponującą potęgą brzmienia, a na koniec znalazł się czas na rozmowy i autografy, czego efekt widać również obok.

Panie Marku, dziękujemy!

J. Drążkowski



INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII–PA

Prenumerata na rok 2009 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł. Cena pojedynczego zeszytu 10,90 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160220200000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

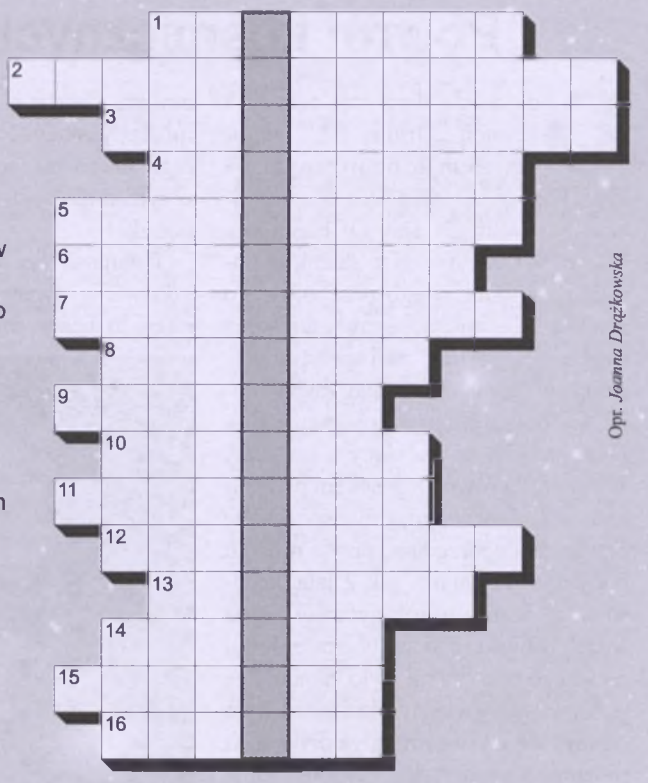
Kupon konkursowy Uranii-PA 5/2009

W „Uranii–PA" nr 3/2009 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło RADIOINTERFEROMETR. Nagrody książkowe wylosowali **Wojciech Smułek** z Kołobrzegu i **Piotr Wirkus** z Torunia.

A oto hasła pomocnicze do rozwiązania nowej krzyżówki:

1. Rój z Bliźniąt
2. Zdolność przyrządu optycznego do rozróżniania szczegółów obrazu
3. Promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali nieco dłuższej od widzialnego
4. Instrument muzyczny złożony z dzwonów
5. Osoba odbywająca loty kosmiczne
6. „Normalna" materia
7. Wzorcowanie, np. kamery
8. Tam znajduje się amerykańskie Centrum Lotów Kosmicznych
9. Pierwszy sformułował ideę lotu na Księżyc
10. Obserwował Wszechświat przez lunetę przed Galileuszem
11. Siedziba Instytutu Weizmanna
12. W niej rodzą się gwiazdy
13. Świadczy o obecności ciemnej materii w Galaktyce
14. Najbardziej zewnętrzna warstwa Słońca
15. Sformułował hipotezę MOND
16. Rój z Małej Niedźwiedzicy

Na rozwiązania czekamy do końca listopada 2009 r. Osoby nie będące prenumeratorami „Uranii–PA" muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.



Opr. Joanna Drążkowska

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA" 3/2009: 1. Skrzek, 2. Plazma, 3. Grudziądz, 4. Radziminski, 5. Cyklotron, 6. Galileusz, 7. Jonosfera, 8. Stokesa, 9. Hera, 10. Toruń, 11. LOFAR, 12. Cefeidy, 13. Koherencja, 14. Mikrokwazar, 15. Cosmopolis, 16. Akrecja, 17. Hubble, 18. Sierpień.

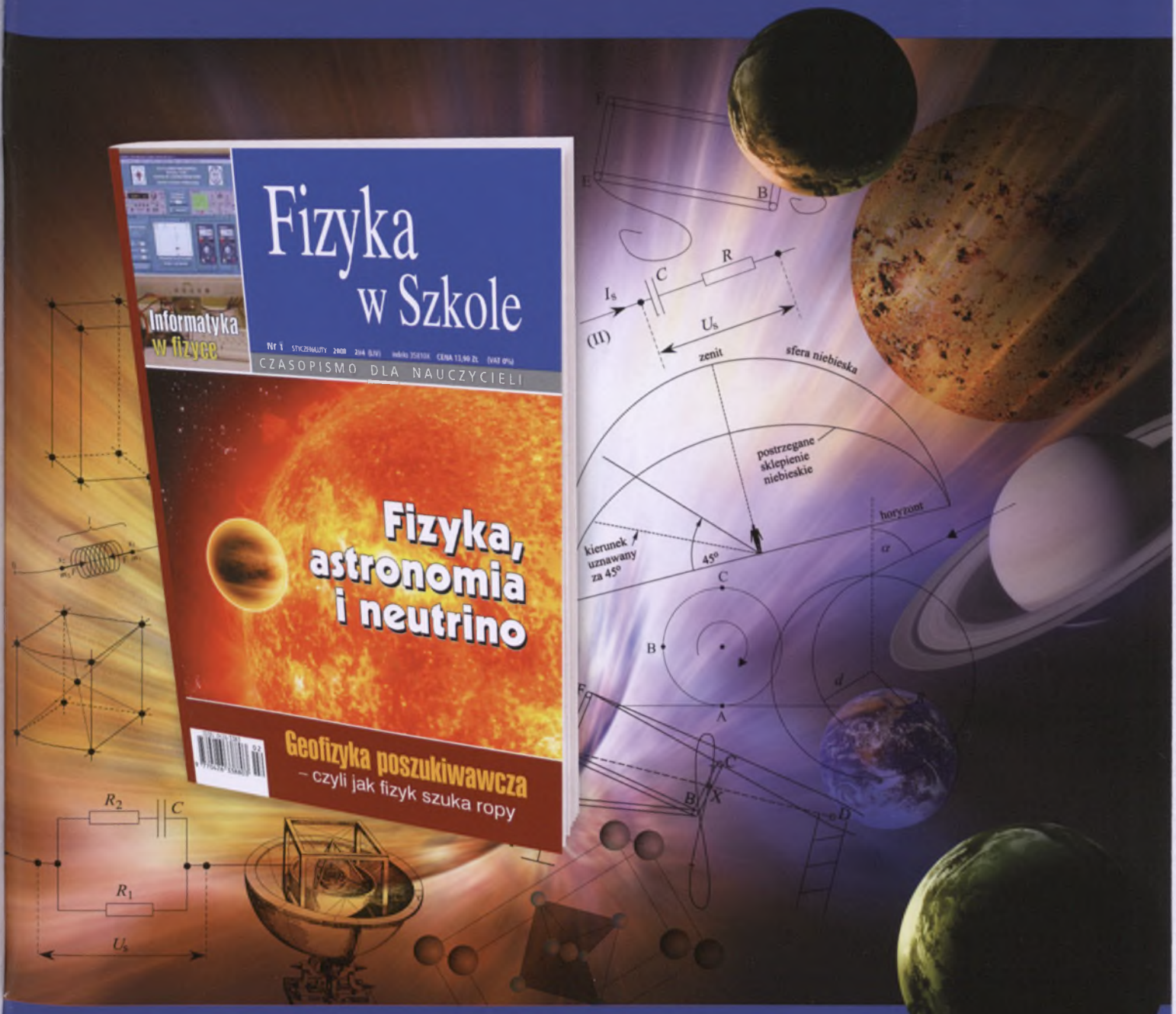
Ciekawe strony internetowe...

Adres, który proponuję dzisiaj, nie zaprowadzi nas w odległe obszary Wszechświata czy Układu Słonecznego. Proponuję przyjrzeć się bliżej (w dosłownym tego słowa znaczeniu) atmosferze Ziemi i zjawiskom optycznym z nią związanymi. Niektóre z nich możemy zaobserwować prawie codziennie, ale są też zjawiska bardzo rzadkie. Spłaszczona przy zachodzie tarcza słoneczna, halo wokół księżyca czy zwykła (albo już trochę mniej zwykła, bo podwójna) tęcza to przykłady pierwsze z brzegu. Srebrzyste obłoki, o których niedawno pisaliśmy, czy zorze polarne (w naszych szerokościach geograficznych) już trudniej zaobserwować. Pod niepozornie wyglądającą stroną tytułową „Atmospheric optics" — http://www.atoptics.co.uk/ — znajdziemy prawdziwą kopalnię oszałamiających niekiedy zdjęć. Do tego przystępne wyjaśnienia fizyki obserwowanych zjawisk. Jest nawet OpticsPOD (Optics Picture of the Day). Pod zakładką „Ice Halos" znajdziemy perełkę — program HaloSim generujący dla danej wysokości Słońca nad horyzontem obrazy halo, słońc pobocznych czy łuków. Jest to wersja dla Windows 95, ale ruszyła bez problemu również pod Windows XP. Nie jest to jedyny program symulujący zjawiska optyczne w atmosferze, który dostępny jest na stronie „Atmospheric Optics", ale przyjemność znalezienia pozostałych pozostawiam już naszym Czytelnikom. Szkoda, że w języku polskim praktycznie nie ma pozycji książkowych na poruszane tu tematy, jeśli nie liczyć „Tęczy, glorii i halo" Roberta Greenlera wydanej przez Wydawnictwo Prószyński i S-ka w roku 1998 i bardzo starej, absolutnej klasyki przedmiotu „Światło i barwa w przyrodzie" Marcela Minnearta wydanej u nas tylko raz w zamierzchłej przeszłości (rok 1961) jako 49 tom Biblioteki Problemów. (*rs*)

Fizyka w Szkole

dwumiesięcznik dla nauczycieli fizyki

na wszystkich poziomach nauczania i w różnych typach szkół



- Informuje o najnowszych osiągnięciach fizyki i astronomii, jak i o historii rozwoju tych dyscyplin.
- Przedstawia aktualne zagadnienia z różnych dziedzin fizyki.
- Prezentuje eksperymenty, doświadczenia i nowoczesne metody nauczania.
- Proponuje aktywne formy pracy z uczniem, połączone z szeroko pojętą integracją międzyprzedmiotową.
- Zamieszcza testy, zadania z konkursów i olimpiad, przykłady doświadczeń możliwych do wykonania w warunkach szkolnych.
- Upowszechnia informacje o nietypowych formach aktywizacji uczniów, imprezach, szkolnych konkursach.
- Współpracuje z naukowcami renomowanych uczelni i instytutów, z nauczycielami i metodykami.

Prenumerata:
tel. (022) 244 84 78, fax (022) 244 84 76
e-mail: prenumerata@raabe.com.pl

www.edupress.pl

Iapetus: malowany księżyc Saturna

Co się przydarzyło księżycowi Saturna, Iapetusowi? Rozległe obszary tego dziwnego świata są ciemne jak węgiel, podczas gdy inne jasne jak lód. Skład ciemnego materiału nie jest znany, choć podczerwone widma wskazują na możliwą zawartość pewnych ciemnych odmian węgla. Iapetus posiada też niezwykły grzbiet równikowy, przez co przypomina nieco orzech. Żeby lepiej zrozumieć wyraźnie pomalowany księżyc, NASA skierowała automatyczną sondę Cassini orbitującą wokół Saturna tak, by w 2007 r. zbliżyła się na 2 tys. km. Na zdjęciu wykonanym z odległości około 75 tys. km, trajektoria Cassiniego umożliwiła bezprecedensowe ujrzenie półkuli Iapetusa zawsze pozostającej z tyłu w ruchu orbitalnym. Na południu ogromny krater uderzeniowy rozciąga się na 450 km i wydaje się nakładać na starszy, o podobnych rozmiarach. Pokrywa ciemnego materiału narasta w kierunku wschodnim zarówno w kraterach, jak i na wyżynach. Dokładniejsze sprawdzenie wykazuje, że ciemny płaszcz jest zwykle zwrócony ku równikowi księżyca i ma mniej niż metr grubości. Wiodąca hipoteza utrzymuje, że ciemny materiał to głównie brudne resztki pozostałe po sublimacji stosunkowo ciepłego, zanieczyszczonego lodu. Pierwotna pokrywa ciemnego materiału mogła być efektywnie naniesiona przez przyciągnięcie drobin uwolnionych z meteorytów pochodzących od innych księżyców. Zdjęcia z przelotu Cassiniego obok Iapetusa są badane w poszukiwaniu dokładniejszych wskazówek mogących wyjaśnić tę zagadkę.

Źródło: Cassini Imaging Team, SSI, JPL, ESA, NASA

Urania

Postępy Astronomii

6/2009 (744)

tom LXXX

listopad—grudzień

ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT

MIĘDZYNARODOWY ROK ASTRONOMII 2009

- Konferencja MUA w Brazylii
- Wewnątrz horyzontu
- Gromady galaktyk jako narzędzie współczesnej kosmologii

ISSN 1689-6009

9 771689 600904 11

Cena 10,90 zł (0% VAT)

Plon konkursu „Odkryj swój Wszechswiat”

Po lewej, od góry: pierwsze miejsce — Aleksandra Maj (8 lat), melanż prac nadesłanych z jednej klasy, Kopernik inaczej (Krzysztof Suski, wyróżnienie 1 stopnia). Po prawej: makatka pt. „Wymarzona podróż”, wykonana z różnych tkanin przez uczennice technikum odzieżowego (Justyna Szuła, Magdalena Starzyńska, Klaudia Kowalczyk, Ewelina Musiolik, Patrycja Jarosz), wyróżnienie 1 stopnia, obraz olejny pt. „Planety”, Karolina Niedźwiecka — nagroda specjalna, praca wykonana techniką naklejania nici (Martyna Gawlak, 11 lat), wyróżnienie 1 stopnia, galeria rzeźb (tworzywo różnorodne, prace nadesłane z jednej ze szkół w Bytomiu, op. p. Jadwiga Gilner)

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

fot. A. Dauksza-Wiśniewska

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009 chyli się ku zakończeniu, ale my rozpoczynamy ten zeszyt właśnie od omówienia imprez z nim związanych. Już pojawiła się informacja o imprezie kończącej MRA w Polsce, ale też nasilają się jeszcze wiadomości o rozstrzygnięciach wcześniej ogłoszonych konkursów i o nowych konkursach. Astronomowie polscy odbyli swój zjazd naukowy w Krakowie. Astronomowie warszawscy podsumowują już dotychczasowe imprezy MRA i formułują wnioski na temat popularyzacji astronomii. Filmowcy oddali cześć Mikołajowi Kopernikowi filmem „Gwiazda Kopernika". Piszemy o nim i zamieszczamy wywiad z jego reżyserem i scenarzystą. Wszystko na stronach poświęconych MRA i na stronach kolorowych.

Kongres Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Brazylii, choć odbywał się w Międzynarodowym Roku Astronomii i nie brakowało na nim akcentów dotyczących tego szczególnego dla nas roku, był jednak zwyczajnym kongresem MUA, który odbywa się co 3 lata. Dlatego relację z tego zgromadzenia astronomów zamieszczamy poza relacjami z imprez MRA. A napisał ją dla nas prof Edwin Wnuk, uczestnik tego Kongresu, dyrektor Obserwatorium Poznańskiego i Prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.

Następne dwa artykuły dotyczą problematyki kosmologicznej. Krzysztof Bolejko z Warszawy w artykule „Wewnątrz horyzontu" uświadamia nam, jak różne znaczenia może mieć to pojęcie, co to jest horyzont kosmologiczny, którego odległość od nas jest w istocie promieniem obserwowalnego Wszechświata. Czy łatwo możemy zmierzyć tę odległość? Czy naszymi obserwacjami rzeczywiście potrafimy sięgnąć do horyzontu kosmologicznego? Jaką wiedzę możemy uzyskać, dokonując pomiarów odległości horyzontu? Drugi artykuł „Gromady galaktyk jako narzędzie współczesnej kosmologii" (autor Radosław Wojtak też z Warszawy) pokazuje nam, jak te wielkie, powiązane ze sobą grawitacyjnie, obiekty mogą nam pomóc w zrozumieniu i pomiarach niektórych parametrów Wszechświata. A biorąc pod uwagę fakt, że głównym składnikiem gromad galaktyk jest ciemna materia, analiza gromad galaktyk pozwala uzyskać ciekawe własności tego tajemniczego składnika naszego Wszechświata. Bardzo zachęcam do lektury tych artykułów.

W Wydarzeniach w kraju *piszemy o Międzynarodowej Konferencji Młodych Astronomów w Krakowie (ICYA 2009), o ciekawej wystawie „Od lunety Galileusza do teleskopów kosmicznych" w Krakowie, o nowym szkolnym obserwatorium im. prof. Roberta Głębockiego w Gdańsku, o OZMA we Fromborku.*

Kilkoro młodych astronomów-doktorantów, dzięki specjalnemu stypendium Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu ze środków europejskich, mogło wziąć udział w kongresie Unii Astronomicznej w Rio de Janeiro i podzielić się z nami swymi wrażeniami. Ich udział w tym kongresie stanowi nie tylko niezapomniane dla nich przeżycie, ale też istotny element ich astronomicznego kształcenia.

W Astronomii w szkole *zwracamy uwagę na to, jak przyroda może nas oszukiwać – tak się dzieje np. w przypadku prędkości nadświetlnych.*

W Rozmaitościach *mówimy o odkryciu wielkiego pyłowego księżyca Saturna i przypominamy postać zapomnianego astronoma angielskiego XVII w. Jeremiaha Horrocksa.*

Kalendarz astronomiczny *dotyczy już pierwszych dwóch miesięcy następnego, 2010 r. W* Recenzji *przedstawiamy książkę Jarosława Włodarczyka i Reimunda Torge pt.* Astronomia w dawnym Wrocławiu. Ludzie i instrumenty. *Jest to najbogatszy, polskojęzyczny zbiór informacji o astronomii w dawnym Wrocławiu.*

Polecam Felieton muzyczny *Jacka Drążkowskiego,* Ciekawe strony internetowe *wskazane przez Romana Schreibera i krzyżówkę opracowaną przez Julię Drążkowską.*

Życzę Państwu przyjemnej lektury i kłaniam się pięknie

Toruń, w październiku 2009 r

Jesienny zlot w Bieszczadach

Fot. Krzysztof Podgórzak

tu jest miejsce
na Twoją
REKLAMĘ

Kontakt: urania@astri.uni.torun.pl, tel. (56) 61130 14
Zapraszamy na nasze łamy!

Jak co roku odbył się Jesienny Zlot Astronomiczny w Bieszczadach (Roztoki Górne, 17–20. 09.2009).

Uczestnicy dopisali, pogoda świetna, sprzęt do obserwacji naprawdę duży (lustra o średnicy 50 cm).

Jak tylko Słońce chowało się za horyzont, wszyscy zaczynali krzątanie przy swoich maszynach. Ustawienia na polamą, wyważanie, kalibrowanie, ustawianie ostrości i do boju. Z każdą minutą coraz piękniej prezentowała się Droga Mleczna. M31 podana jak dłoni, M81 cudo (pierwszy raz widziałem coś takiego w wizualnej obserwacji), M11, Kwintet Stefana. Janusz Płeszka co chwilę wynajdywał na niebie świetne obiekty. Do tego wszystkiego z potężnych lasów dobiegało do nas rykowisko jeleni. Atmosfera genialna. Nie da się zapomnieć smaku Bieszczad i widoku „smoły" na niebie.

Oczywiście całemu naszemu zlotowi towarzyszyli zwykli turyści (tzw. „nie nasi"). Zwykli ludzie byli zachwyceni naszą pasją i wytrwałością.

Ja w tym roku ustrzeliłem Drogę Mleczną (w stronę Strzelca) z czasem 22×3,5 min (ISO 800, f/3,5 ogniskowa 16 mm) oraz M45 + Mgławica emisyjna Kalifornia z czasem 10×300 s + 4×120 s (ISO800, f3/5, Canon40D, obiektyw 16–35 (2,8) ogniskowa 35 mm) — cały sprzęt „wisiał" na montażu EQ6.

Pozdrawiam,

Krzysztof Podgórzak

Konferencja astronomiczna w Częstochowie

W ramach obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii w dniach **26–28 listopada 2009 r.** w Planetarium Instytutu Fizyki Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie odbędzie się konferencja naukowa pt. „Astronomia — nauka i wiara" dla uczczenia pamięci księdza Bonawentury Metlera. Program konferencji przewiduje trzy sesje: „Życie i działalność astronomiczna Księdza Bonawentury Metlera", „Między nauką i wiarą" oraz „Wybrane zagadnienia astronomii współczesnej". W ramach imprez towarzyszących przewiduje się zwiedzanie Jasnej Góry (w tym Biblioteki Jasnogórskiej), oglądanie wystawy grafiki o treściach astronomicznych oraz udział w seansach nowoczesnego planetarium cyfrowego. Zgłoszenia udziału, wraz z ewentualnymi tematami polskojęzycznych przyczynków (krótkie referaty, plakaty) należy kierować do dr. Bogdana Wszołka na adres:

bogdan@ajd.czest.pl lub bogdan@oa.uj.edu.pl

al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa
tel. 518-043-166

Termin nadsyłania zgłoszeń: **15 listopada 2009**

Treści przyczynków konferencyjnych zostaną opublikowane w języku polskim.

Od uczestników nie będzie pobierana żadna opłata konferencyjna i nie przewiduje się zwrotu kosztów udziału. Uprasza się instytucje macierzyste uczestników konferencji o złagodzenie tych kosztów w ramach delegacji. Na życzenie lokalny komitet organizacyjny dopomoże w organizacji tańszego wyżywienia i noclegów.

W organizację konferencji angażują się m.in.: Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, Częstochowskie Towarzystwo Naukowe, Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii.

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączenia się **„Uranii"** (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Nakład: 1700 egz.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Karolina Zawada, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 611 30 08
Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl
urania@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.pta.edu.pl
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2010 kosztuje 54 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10,90 zł.

Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160220200000000055305241

Wydawca:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: pta@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: ptma.astronomia.pl

Numer zamknięto w październiku roku 2009

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009:

244 *XXXIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego*
246 *Obchody międzynarodowe oraz inicjatywy lokalne. Kilka uwag na temat popularyzacji astronomii*
250 *Premiera filmowej gwiazdy Roku Astronomii*
252 *O filmie „Gwiazda Kopernika" — rozmowa z reżyserem i scenarzystą*

254 *Kongres Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Brazylii*
Edwin Wnuk
Największa światowa organizacja naukowa astronomów, Międzynarodowa Unia Astronomiczna zrzeszająca ok. 10 tys. osób odbywa swe dwutygodniowe kongresy co 3 lata. Bierze w nich udział od 1,5 do 2 tys. astronomów z całego świata. W tym roku było to już XXVII General Assembly, czyli Zgromadzenie Ogólne, jak nazywa się kongresy tej Unii. Autor przybliża nam generalną organizację tych kongresów oraz szczegółowo przebieg tegorocznego kongresu w Rio de Janeiro

258 *Wewnątrz horyzontu*
Krzysztof Bolejko
Z pojęciem horyzontu spotykamy się każdego dnia: gwiazdy znajdujące się pod horyzontem nie są dla nas widoczne, gdy Słońce wschodzi, przekracza linię horyzontu, żeglarze wypatrują ziemi na horyzoncie itd. Najprostszym uogólnieniem ziemskiego horyzontu jest horyzont cząstek. Oddziela on część Wszechświata dostępną obserwacjom od części, z której światło jeszcze nie zdążyło do nas dotrzeć. W kosmologii horyzont ten nazywany jest horyzontem kosmologicznym. Odległość do horyzontu kosmologicznego jest równa promieniowi obserwowanego Wszechświata. O tym, jakie są inne horyzonty, jak je badać i jakiej wiedzy o Wszechświecie mogą nam dostarczyć te badania, jest treścią tego artykułu

262 *Gromady galaktyk jako narzędzie współczesnej kosmologii*
Radosław Wojtak
Ewolucja gromad i w konsekwencji pewne ich własności są silnie sprzężone z globalną ewolucją Wszechświata. Są więc doskonałym narzędziem kosmologa do testowania modeli kosmologicznych i wyznaczania ich parametrów. W gromadach galaktyki stanowią tylko 1–2% całkowitej masy, a ich głównym (80–90%) składnikiem jest ciemna materia. A więc i o niej traktuje ten artykuł

w kolorze: Plon konkursu „Odkryj swój Wszechświat" (o.II); Astronomowie w Krakowie (w.I); Gromada galaktyk 1E0657-558 (w.II–III); Galeria Uranii (w.IV)
268 ***w kraju i na świecie:*** *Międzynarodowa Konferencja Młodych Astronomów (ICYA), 7–13 września, Kraków (268); „Od lunety Galileusza do teleskopów kosmicznych" — wystawa w muzeum UJ (270); Od Heweliusza do Głębockiego — nowe obserwatorium w Gdańsku (271); OZMA XIII, czyli Frombork po raz drugi (273); Rio okiem młodych (274)*
267 ***rozmaitości:*** *Supermasywna czarna dziura (261); Podczerwony pierścień Saturna (267)*
276 ***astronomia w szkole:*** *Jak przyroda nas oszukuje czyli o prędkościach nadświetlnych*
278 ***sylwetki Uranii:*** *Wielebny Jeremiah Horrocks (1618—1641)*
280 ***kalendarz astronomiczny 2010:*** *Styczeń — luty*
285 ***recenzje:*** *Jarosław Włodarczyk/Reimund Torge, Astronomia w dawnym Wrocławiu. Ludzie i instrumenty*
287 ***astronomia i muzyka:*** *Muzyka w Roku Astronomii*
288 ***relaks z Uranią:*** *Krzyżówka*
288 ***ciekawe strony internetowe***

NA OKŁADCE

Kwintet Stefana, tutaj na zdjęciu wykonanym przez teleskop Hubble'a po ostatniej „naprawie". Tylko 4 z widocznych tu galaktyk (NGC 7319, 7318A, 7318B i 7317) stanowią powiązaną ze sobą grawitacyjnie grupę. Możemy łatwo dostrzec rezultaty ich wzajemnego oddziaływania pływowego w postaci pętli i jakby warkoczy kometarnych. Ta grupa galaktyk znajduje się w odległości ok. 300 mln lat św. od nas, natomiast niebieskawa galaktyka (NGC 7320) znajduje się znacznie bliżej – tylko 40 mln lat św. – i nie bierze udziału w kosmicznym tańcu pozostałych galaktyk. O jej stosunkowo małej odległości od nas może świadczyć widoczność wielu indywidualnych gwiazd w jej polu
Fot. NASA, ESA i Hubble SM4 ERO Team

XXXIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

W dniach 14–18 IX br. w Krakowie zebrali się astronomowie z całego kraju na XXXIV Zjeździe Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Wykładów słuchali nie tylko członkowie PTA, ale również astronomowie niezrzeszeni, studenci i doktoranci, miłośnicy astronomii, nauczyciele, uczniowie i laureaci konkursów astronomicznych. Na zjazd zarejestrowało się łącznie 170 osób. Organizatorem zjazdu było Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Uniwersytet Jagielloński oraz Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie. PTA ufundowało uczestnikom koszulki z żartem rysunkowym Jacka Drążkowskiego *Eppur si muove — A jednak się kręci.*

Obrady odbywały się w urokliwych Przegorzałach w Centrum Konferencyjnym Uniwersytetu Jagiellońskiego. Wszystkich zebranych powitał prezes PTA profesor Edwin Wnuk. Prorektor UJ prof. Szczepan Biliński przypomniał o ponad 70-letniej tradycji zjazdowej i osiągnięciach polskiej astronomii, takich jak teleskop HESS, OGLE czy 32-m radioteleskop toruński. Po życzeniach dalszych sukcesów, padło sakramentalne „Uważam zjazd za otwarty".

Głos zabrał również prorektor Uniwersytetu Pedagogicznego profesor Tadeusz Budrewicz. Profesor, historyk literatury, dowcipnie zauważył, że jest ścisły związek między literaturą a astronomią, czego on sam jest najlepszym przykładem. Przypomniał zebranym, iż zajmował się takimi utworami, jak *Świecą gwiazdy świecą na wysokim niebie* Konopnickiej czy *Ad astra* Orzeszkowej. Zebrani przyjęli takie oświadczenie gromkimi brawami.

Odczytano list wicemarszałka województwa małopolskiego Romana Ciepieli oraz list prezesa Polskiej Akademii Nauk i członka komitetu honorowego Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce prof. Michała Kleibera. Zjazd jest głównym punktem obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce. Z tej okazji na krakowskich Plantach otwarto wystawę *Niebo z Ziemi, Astronomia i Sztuka* w Desie, a na Rynku Krakowskim odbyły się wykłady popularnonaukowe. Na otwarciu przypomniano o innej znaczącej imprezie z kwietnia br. — akcja *100 godzin astronomii* zgromadziła przy teleskopach i lornetkach astronomów i miłośników astronomii z całego świata.

Następnie przedstawiono laureatów Nagrody im. Włodzimierza Zonna (Julian Murzyn i dr Tomasz Kwast) oraz Nagrody Młodych (dr Andrzej Baran). Obecny na Zjeździe Tomasz Kwast podziękował za przyznane wyróżnienie, przypominając, że jest uczniem prof. Zonna w pierwszym pokoleniu. „Prof. Stodółkiewicz wciągnął mnie do pracy w *Delcie*, gdzie nadal uczyłem się fizyki, matematyki i astronomii, a nawet języka polskiego. [...] Zdajecie sobie Państwo sprawę, ile osób pracowało na mnie, abym dziś był godny odebrać Medal im. Zonna." Następnie przedstawiono prace i wręczono nagrody laureatom konkursu „Odkryj swój Wszechświat". (Więcej o konkursie na s. 247) Najpiękniejsze prace można było podziwiać w trakcie Zjazdu.

Program naukowy Zjazdu obejmował serię referatów przeglądowych, sesji tematycznych oraz sesję plakatową

ZARZĄD
WOJEWÓDZTWA
MAŁOPOLSKIEGO

Kraków, 14 września 2009 r.
KZ.I.0727-581/09

Szanowni Państwo

prof. dr hab. Katarzyna Otmianowska-Mazur
Dyrektor Obserwatorium Astronomicznego UJ

prof. dr hab. Michał Ostrowski
Przewodniczący LKO XXXIV Zjazdu
Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

Szanowna Pani Dyrektor, Szanowny Panie Przewodniczący!

W imieniu Zarządu Województwa Małopolskiego serdecznie dziękuję za zaproszenie na otwarcie XXXIV Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Na Państwa ręce składam serdeczne pozdrowienia dla wszystkich przybyłych do Przegorzał gości.

Chociaż już 400 lat temu Galileusz po raz pierwszy użył teleskopu do celów astronomicznych, to zaledwie 90 lat temu powstała Międzynarodowa Unia Astronomiczna koordynująca światowe badania astronomiczne. W tym roku świętowaliśmy również 40. rocznicę pierwszego kroku człowieka na Księżycu, mogliśmy także obserwować najdłuższe zaćmienie Słońca w XXI wieku. Wszystkie te ważne daty umknęłyby niewątpliwie uwadze szerokiej publiczności, gdyby nie działalność edukacyjna członków Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, które czynnie włączyło się w przypadające w 2009 roku obchody Międzynarodowego Roku Astronomii.

Wiedza o wszechświecie nadal pozostaje zarezerwowaną dla wąskiego grona specjalistów. Astronomia jest nauką piękną, ale wymagającą – tym bardziej cieszę się, że właśnie w Krakowie, stolicy Małopolski odbędzie się tak wiele wydarzeń mogących zainteresować – zwłaszcza młodych ludzi – „prawami gwiazd", jak zwykło się mówić o Państwa dziedzinie.

Raz jeszcze dziękując za zaproszenie, proszę o przekazanie moich serdecznych podziękowań wszystkim zaangażowanym w organizację tych ważnych wydarzeń. Życzę wszystkim Państwu powodzenia oraz realizacji postawionych sobie celów, tak w życiu zawodowym, jak i prywatnym.

Z poważaniem,

Roman Ciepiela
Wicemarszałek Województwa Małopolskiego

ul. Basztowa 22
31-156 Kraków
adres do korespondencji: ul. Racławicka 56, 30-017 Kraków

List wicemarszałka województwa małopolskiego Romana Ciepieli

prezentującą osiągnięcia polskiej astronomii na tle rozwoju astronomii na świecie. Sesję naukową rozpoczął prof. Richard Wielebinski wykładem „Nowoczesna astronomia wobec tajemnic Wszechświata". Przez kilka dni mieliśmy możność wysłuchać wykładów profesorów Marka Abramowicza, Michała Hellera, Jean-Pierre Lasoty, Sławomira Rucińskiego, Krzysztofa Górskiego oraz wielu innych zaproszonych gości. W sumie wygłoszono 56 referatów i przedstawiono 29 posterów.

W trakcie walnego zebrania astronomowie udzielili absolutorium ustępującemu Zarządowi oraz wybrali nowy Zarząd Główny PTA.

Prezesem PTA został prof. dr hab. Edwin Wnuk, wiceprezesem — dr hab. Maciej Mikołajewski, sekretarzem — dr Adam Michalec, skarbnikiem — prof. dr hab. Bożena Czerny, członkami Zarządu — dr Agnieszka Kryszczyńska, dr Agnieszka Janiuk i dr Waldemar Ogłoza.

Wybrano również Komisję Rewizyjną w składzie: dr hab. Michał Tomczak, prof. dr hab. Józef Smak, dr Krzysztof Ziołkowski oraz Sąd Koleżeński w składzie: prof. dr hab. Konrad Rudnicki, prof. dr hab. Maria Giller, dr hab. Ewa Szuszkiewicz, prof. dr hab. Joanna Mikołajewska, prof. dr hab. Andrzej Pigulski.

Prezes PTA prof. Edwin Wnuk wręcza medal Nagrody im. Włodzimierza Zonna wójtowi gminy Wiśniowa Julianowi Murzynowi. Fot. Sebastian Soberski

Chwilą ciszy uczciliśmy pamięć zmarłych niedawno kolegów. Odeszli na wieczną wartę: Lubomir Włodzimierz Baran, Aleksandra Latko-Przegędza, Józef Juchniewicz, Tadeusz Ciurla, Bernard Krygier.

Na zjeździe przyjęto 16 nowych członków Towarzystwa, tym samym PTA liczy sobie obecnie 250 astronomów. Na zakończenie walnego zebrania Piotr Gnaciński z Gdańska zaprosił nas na następny zjazd do grodu Heweliusza w 400-setną rocznicę urodzin wielkiego astronoma i piwowara.

Astronomowie mieli okazję gościć w Bibliotece Jagiellońskiej, gdzie obejrzeli cenne starodruki, a w Collegium Maius ekspozycję stałą oraz właśnie otwieraną wystawę autorstwa dra Macieja Kluzy *Od lunety Galileusza do teleskopów kosmicznych*. Uczestnicy Zjazdu gościli również w Obserwatorium na Lubomirze, gdzie wręczono Nagrodę im. Włodzimierza Zonna wójtowi gminy Wiśniowa p. Julianowi Murzynowi.

Zjazd zamknął prof. Edwin Wnuk i serdecznie podziękował za organizację zjazdu przewodniczącemu Lokalnego Komitetu Organizacyjnego prof. Michałowi Ostrowskiemu z OA UJ. Gdy my słuchaliśmy o tym, co dzieje się w Kosmosie, w kuluarach dwoił się i troił Olek Zagnański wraz z doktorantami OA UJ, by zjazd przebiegał sprawnie. Wszystkim organizatorom dziękujemy!

Karolina Zawada

PAN
POLSKA AKADEMIA NAUK

PREZES

GP/1361/2009

Warszawa, 04 września 2009 r.

Pan
Prof. dr hab. Edwin Wnuk
Prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

Szanowny Panie Prezesie,

serdecznie dziękuję za przesłane mi zaproszenie na XXXIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, w którym, niestety, z powodu ważnych obowiązków służbowych, nie będę mógł wziąć udziału.

Astronomia jest wyjątkową dyscypliną naukową. Jej przedmiot fascynuje ludzkość od zarania dziejów, a dociekaniom naukowców towarzyszy aktywne zainteresowanie astronomów amatorów. Rozwój astronomii jest nie tylko jedną z sił napędowych nauki, która pozwala zrozumieć dzieje wszechświata i nasze w nim miejsce, ale także intryguje i pobudza wyobraźnię ludzi.

XXXIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego odbędzie się w atmosferze Międzynarodowego Roku Astronomii, będzie więc wydarzeniem szczególnym zarówno dla polskich uczonych, którzy zajmują poczesne miejsce w światowej astronomii, jak też szerokich rzesz miłośników i popularyzatorów tej dyscypliny naukowej. Pragnę tą drogą życzyć Organizatorom i Uczestnikom Zjazdu interesujących i owocnych obrad.

Łączę wyrazy szacunku

Michał Kleiber

00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki
Tel. (022) 620 33 53, 656 63 23, Fax. (022) 620 49 10

List prezesa PAN i członka komitetu honorowego MRA w Polsce prof. Michała Kleibera

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009: obchody międzynarodowe oraz inicjatywy lokalne. Kilka luźnych uwag na temat popularyzacji astronomii

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009 (MRA 2009) został ustanowiony decyzją UNESCO i Zgromadzenia Ogólnego ONZ. Ale żadna decyzja administracyjna sama z siebie nic nie daje, jeżeli nie idą za tym konkretne działania i ogólny entuzjazm społeczeństwa. Z działaniami i entuzjazmem z kolei jest trochę tak jak z lawiną — trzeba zwykle choćby niewielkiego impulsu, aby coś zaczęło się dziać.

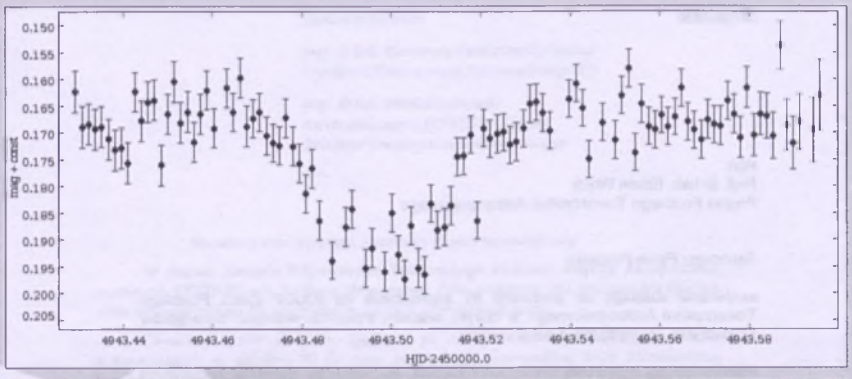
Na poziomie międzynarodowym takim zapalnikiem do masowego zainteresowania astronomią miała być produkcja małych i tanich lunetek astronomicznych — Galileoskopów — do kupienia przez każdego, które pozwoliłyby na powtórzenie obserwacji Galileusza. Każdy zatem mógłby wreszcie zobaczyć księżyce Jowisza, kratery na Księżycu i fazy Wenus, stanowiące dowód poprawności teorii Kopernika. Pierwsze teleskopy zaczęły się już pojawiać, także w Polsce. Kosztują co prawda nie tak mało, bo około stu złotych, ale mają bardzo dobry układ optyczny, można je wielokrotnie składać i rozkładać, demonstrując działanie, a także można ich używać, w formie rozłożonej, do szkolnych pokazów zjawisk z dziedziny optyki. Jest to zatem świetne urządzenie i pozostaje mieć nadzieję, że trafi do wielu szkół, kół zainteresowań czy nawet osób prywatnych. Czym innym jest poczytać o Galileuszu w Internecie, a czym innym naprawdę samemu popatrzeć na niebo.

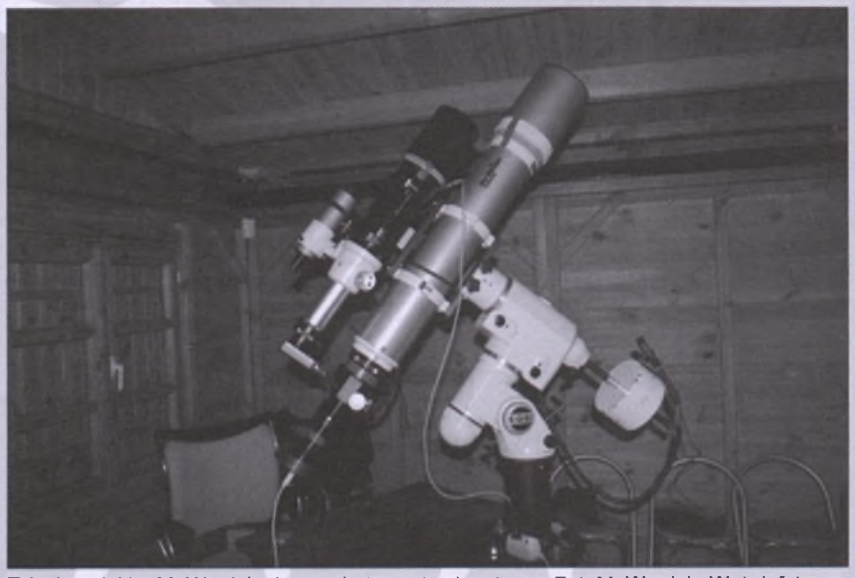
Działań na poziomie ogólnoświatowym jest więcej (Galileoskop to jedno z 12 oficjalnych kluczowych przedsięwzięć), ale gros aktywności z natury rzeczy ma charakter lokalny. Liczba krajów, które zaangażowały się w obchody jest imponująca — 145 krajów ma własne komitety obchodów. Polecamy spojrzenie na mapkę świata, zamieszczoną na oficjalnej stronie MRA (**http://www.astronomy2009.org/organisation/nodes/national/**). Jest budująca, ale jednocześnie i smutna. Europa prawie nie ma białych plam, podobnie jak obie Ameryki i Azja, ale Afryka wygląda niemal jak jedna wielka biała plama. Kraje afrykańskie, w których astronomia rozwija się intensywnie, i w których znajdują się duże obserwatoria astronomiczne, czyli Republika Południowej Afryki (teleskopy optyczne, m. in. SALT, w którym ma udział także Polska) i Namibia (obserwatorium promieniowania gamma HESS, Polska jest też uczestnikiem projektu) oczywiście biorą udział w obchodach, ale nie zmienia to faktu, że kontynent ten jako całość wygląda na mapie obchodów jak… inny świat.

Polska oczywiście ma swój komitet, a aktywny udział w pracach bierze Polskie Towarzystwo Astronomiczne. Zaplanowano ważne akcje — zaszczyt oficjalnego otwarcia Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce przypadł Toruniowi (m. in. odsłonięto pomnik planetoidy, o nowo nadanej nazwie „Toruń"), we wrześniu odbył się uroczysty zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, a oficjalnym zakończeniem będzie specjalna konferencja naukowa w Warszawie.

Dwie z nas (to znaczy Agnieszka Janiuk i Bożena Czerny) wymyśliły — i wdrożyły przy pomocy naszych przyjaciół — dwa ogólnopolskie konkursy. Przeznaczone były one przede wszystkim dla dzieci i młodzieży, choć nie tylko, a miały na celu pobudzenie zainteresowania naszą dziedziną, realizowanego w formie aktywności umysłowej i twórczej. Opisujemy również kilka inicjatyw, z którymi wyszli do laików i siebie samych miłośnicy astronomii.

Pierwszy z naszych konkursów to seria zadań rachunkowych z astronomii publikowanych w czasopiśmie „Delta".



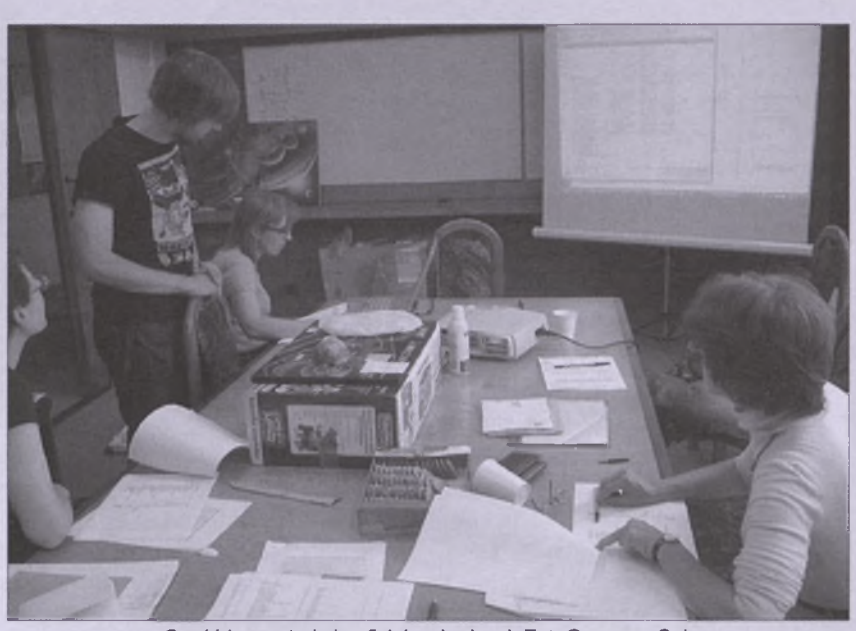


Teleskop, jakim M. Wardak obserwuje tranzyty planetarne. Fot. M. Wardak. Wyżej: fotometryczna krzywa tranzytu planety TrES-3b zaobserwowanego przez Marcina Wardaka

W piśmie tym ponadto, z okazji roku 2009, publikujemy specjalny cykl krótkich artykułów naszego autorstwa pt. *Kosmiczna Linijka*, pokazujących ciekawe obiekty w Kosmosie. „Delta" jest pismem założonym przez matematyków, ale prawie od początku swego istnienia miała także dział astronomiczny. Prezentuje on jednak wyłącznie artykuły o tej tematyce oraz zadania z olimpiad astronomicznych, choć tradycją pisma było publikowanie zadań matematycznych i fizycznych o średnim poziomie trudności. Krótkie i proste (w naszym przekonaniu) zadania astronomiczne — to miało być coś nowego. Kolejne zadania publikowane są po dwa w każdym kolejnym zeszycie od stycznia 2009 do końca roku, a rozstrzygnięcie konkursu nastąpi w lutym 2010. O tym konkursie niewiele więc na razie możemy napisać, no może tyle, że zadania przez nas uważane za łatwe zostały chyba przez czytelników odebrane jako trudne. Nieliczne poprawne rozwiązania nadchodzą do nas obecnie pocztą po każdym numerze, jest kilku wytrwałych zawodników, którzy są już faworytami naszego konkursu i nagrody zostaną przyznane. niestety, zadania nie cieszą się popularnością i cykl nie będzie kontynuowany w kolejnych latach. Cóż, astronomia ma najwyraźniej urok przede wszystkim wtedy, gdy patrzy się na nią okiem humanisty. Piękne niebo, piękne zdjęcia Kosmosu... ewentualnie rysunek gwiazdozbioru.

W popularyzacji astronomii idzie się jednak na ogół łatwiejszą ścieżką, pokazując piękno bez męczenia ludzi wzorami. Nasz drugi konkurs był właśnie taki: zadaniem było przygotować coś, co miało związek z astronomią. Nie było ograniczeń formalnych poza jednym, żeby nie było to wypracowanie, ale twórcze, oryginalne dzieło. Konkurs nazwaliśmy po prostu „Odkryj swój Wszechświat", które to hasło jest hasłem całego Międzynarodowego Roku Astronomii.

Konkurs został ogłoszony na polskiej stronie MRA 2009, w czasopiśmie „Wiedza i Życie", a także na portalu internetowym **www.czasdzieci.pl**. Ponadto, informację o konkursie rozesłaliśmy do kuratoriów w całej Polsce z prośbą o przekazanie jej do szkół i uczniów. Współorganizatorami konkursu był szereg instytucji: Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, Młodzieżowy Ośrodek Astronomiczny (MOA) w Niepołomicach oraz „Wiedza i Życie". Termin nadsyłania prac minął, a konkurs został rozstrzygnięty przez sześcioosobowe jury (autorzy tego artykułu oraz Andrzej Niedzielski z Torunia, Grzegorz Sęk z Niepołomic i Weronika Śliwa reprezentująca redakcję „WiŻ").



Część jury w trakcie oficjalnych obrad. Fot. Grzegorz Sęk

Konkurs cieszył się dużym powodzeniem. Nadesłano 337 prac, a były to fotografie i obserwacje astronomiczne (12), programy komputerowe (2), prezentacje komputerowe (47), urządzenia (6), prace malarskie i plastyczne (225), rzeźby (11), grafika komputerowa (27), prace literackie (7). Wiek uczestników zawierał się w przedziale od 4 do 40 lat. Prac było tak dużo, że z konieczności ocena była dwustopniowa. Wybrane prace zostały ocenione w czasie jednodniowego posiedzenia jury w pełnym składzie. Prac było mnóstwo, rysunki mieniły się kolorami, a prezentacje komputerowe roiły się od efektów specjalnych. Wyobraźnia uczestników zaowocowała zaprojektowaniem urządzeń astronomicznych, od modelu Układu Słonecznego z baloników, aż po czujnik UFO. Dzieła literackie nie były nudnymi referatami, dostaliśmy wiersze, poematy, bajki, limeryki...

Biorąc pod uwagę wartość merytoryczną, artystyczną prac oraz wiek uczestników, jury oceniło ogólny poziom nadesłanych prac jako wysoki, a poziom konkursu jako wyrównany. Efektem tego było przyznanie nagród we wszystkich kategoriach, nagród specjalnych oraz wyróżnień w ilości większej niż planowano w regulaminie. Pierwsze nagrody w obu kategoriach były przyznane dwóm pracom ex aequo, a wyróżnień było o połowę więcej niż planowano, w związku z czym MOA w Niepołomicach zorganizuje nie jeden, ale dwa „Pikniki pod Gwiazdami", które są jedną z głównych nagród. Prace podzielone były na dwie kategorie wiekowe: dzieci do lat 12 i kategoria otwarta powyżej 12 lat.

Zdobywcą Grand Prix został 19-letni Tomasz Gołombek z Tczewa za pracę obserwacyjno-fotograficzną. Nagrodą jest zaproszenie do Torunia i wykonanie, pod okiem pracowników Centrum Astronomicznego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, zaplanowanych przez siebie obserwacji za pomocą toruńskiego teleskopu optycznego (apertura 90 cm). Praca laureata zawierała opis zmagań autora z otoczeniem, które mu uświadamiało, że aby móc robić fotografie nieba, trzeba mieć dobry sprzęt, zaś autor dysponował tylko lornetką i komórką (telefon z opcją fotografowania), a także niebywałe rezultaty (zdjęcia), jakie udało mu się osiągnąć przy tak ograniczonej technice. Sama praca, a także determinacja autora, ogromnie nam zaimponowały.

Wśród dzieci laureatami pierwszych trzech miejsc zostali: Aleksandra Maj (8 lat) za przepiękną i bardzo dojrzałą jak na taki wiek pracę malarską, Dawid Ciszewski (11 lat) za raport obserwacyjny (dwutygodniowy cykl obserwacji wizualnych ze starannym i bardzo samodzielnym opisem warunków), Weronika Cichy (8 lat) za ujmujący i piękny album plastyczno-fotograficzno-poetycki oraz Jakub Pawłowski (11 lat) za prezentację komputerową na temat Księżyca, której podkład muzyczny skomponował wspólnie z siostrą. Dwie pierwsze osoby zajęły pierwsze miejsce ex aequo.

W starszej grupie oczarował nas obraz olejny „Planety", wykonany przez panią Karolinę Niedźwiecką. Ponieważ jest to praca zupełnie profesjonalna, postanowiliśmy utworzyć dla niej osobną kategorię pt. nagroda specjalna. Laureatami drugiej nagrody specjalnej są Jacek i Dorota Kuprasowie za opracowanie edukacyjnej astronomicznej gry planszowej *Quiz Galileusza*.

Po dyskusjach, laureatami konkursu w grupie starszej zostali: Magdalena Krzywicka (program komputerowy typu encyklopedia interaktywna), Natalia Ziomek (bogata praca fotograficzno-plastyczna, w formie portfolio), Piotr Łopatka (fotografie tarczy Słońca wykonane teleskopem) oraz Patryk Lewandowski (program komputerowy wyliczający odległości i prędkości w Kosmosie). Również w tej kategorii dwie panie zajęły pierwsze miejsce ex aequo.

Znakomita większość prac nadeszła ze szkół lub z osiedlowych kół zajęć pozaszkolnych! Czasami krytykuje się polską edukację, szkoły z nisko opłacanymi i niechętnymi do wysiłku nauczycielami, ale to jednak nauczyciele zainteresowali się naszym konkursem, zauważyli, że lekcja astronomii w formie wykonania pracy konkursowej ma walor edukacyjny. Nauczyciele zachęcili dzieci do pracy, zadbali o ich zapakowanie i wysłanie. Nadchodzące prace często były wynikiem selekcji dokonanej już w szkole, choć dostawaliśmy również paczki zawierające wszystkie prace uczniów z danej klasy. Prac zainspirowanych przez rodziców czy po prostu przez samego uczestnika, wysłanych z prywatnego adresu nadawcy, było mało. Co prawda pismo „Wiedza i Życie" dociera do sporego grona odbiorców, ale najwyraźniej nie są oni aż tak aktywni albo nie mają zacięcia sportowego na tyle, aby wziąć udział w konkursie.

Uroczyste wręczenie nagród laureatom pierwszych trzech miejsc w obu kategoriach wiekowych nastąpiło w trakcie uroczystego otwarcia Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Krakowie. Prace nagrodzone i wyróżnione zostały wyeksponowane w czasie Zjazdu PTA, w ośrodku w MOA Niepołomicach, a następnie wystawa pojedzie do kilku miast w Polsce.

Laureaci oraz zdobywcy wyróżnień 1 stopnia zostali (w dwóch turach) zaproszeni do Niepołomic na piknik, podczas którego mogli poobserwować niebo i wziąć udział w różnorakich zajęciach edukacyjnych. Nagrodami w konkursie są również nagrody rzeczowe ufundowane przez: „Prószyński i S-ka", PTA oraz CAMK.

Pokaz nieba podczas „100 godzin astronomii" na Placu Zamkowym w Warszawie. Fot. Karol Wójcicki

Warte podkreślenia są również liczne oddolne inicjatywy miłośników astronomii, dla których motorem napędowym tych działań są obecnie przede wszystkim internetowe fora astronomiczne (np. astro4u, Astro-Forum). Fora te służą zazwyczaj do wymiany doświadczeń i informacji w zakresie obserwacji zjawisk na niebie, astrofotografii, doskonalenia zaplecza sprzętowego astroamatorów itp. W specjalnie wydzielonych działach poświęconych MRA 2009 można znaleźć informację m.in. o poniższych inicjatywach, ale także o wielu innych działaniach.

Wyróżniającym tematem poruszanym przez miłośników jest dotykający ich bezpośrednio problem zanieczyszczenia nieba światłem. Ponadto jest to jedno z kluczowych działań ogólnoświatowych MRA 2009. W dyskusji na ten temat poruszana jest głównie kwestia oszczędności, jaką można poczynić dzięki zastosowaniu odpowiednich opraw oświetleniowych źródeł światła, czy wyłączaniu światła ulicznego w godzinach najmniejszej aktywności człowieka. Przykładem pozytywnych osiągnięć może być historia użytkownika „ryszardo", który przekonał sąsiadów do „dobrego dla nieba" oświetlenia. Co więcej okazało się, że mieszkańcy tego osiedla są świadomi oszczędności, a także podniesienia komfortu snu poprzez redukcję ilości światła padającego w ich okna. „Ryszardo" podjął działania formalne u władz lokalnych i po pół roku oświetlenie zostało wymienione na mniej zanieczyszczające niebo. To podkreśla, jak ważne są działania pojedynczych osób w małych społecznościach. W odczuciu wielu miłośników jedynie nakaz ustawowy stosowania odpowiedniego oświetlenia, wyznaczenia stref ochronnych wokół zgłaszanych obserwatoriów oraz uwrażliwienie społeczeństwa poprzez akcję edukacyjną może w znaczący sposób poprawić jakość życia Polaków.

Nie lada sztuką jest przekazanie treści astronomicznych w wieku przedszkolnym. Takie przedsięwzięcie podjęła grupa z „Pszczyńskiego Klubu

Zajęcia z dziećmi z Przedszkola w Studzionce. Fot. Marcin Rosmus i Jakub Bartas

Astronomicznego — Altair im. J. Heweliusza". Odwiedzili oni Przedszkole Publiczne nr 14 w Studzionce. Już sam teleskop zainteresował najmłodsze dzieci i mimo tego, że przeprowadzano (ze względu na pochmurną pogodę) tylko obserwacje obiektów naziemnych. Najmłodsze dzieciaki łączyły kolejno ponumerowane kropki, z których powstawały kształty gwiazdozbiorów Lwa, Jednorożca czy Bliźniąt. Następną zabawą był model Układu Słonecznego, gdzie rolę planety mógł odegrać każdy z maluchów. Na koniec przedszkolaki miały za zadanie pomalowanie kul z masy papierowej. W ten sposób powstało kilka modeli różnokolorowych planet.

Stricte obserwacyjny, miłośniczy — pomysłodawcą jest Marcin Wardak — projekt MRA 2009 dotyczy pozasłonecznych amatorskich obserwacji planet pozasłonecznych. Okazało się, iż już przy użyciu teleskopu o średnicy klasy 11 cm, na odpowiednim montażu i wyposażonego w kamerę CCD z niższej półki cenowej można dokonać fotometrycznej rejestracji tranzytu planety pozasłonecznej przed tarczą gwiazdy macierzystej. W ten sposób polscy miłośnicy odkryli „na nowo" planety w układach: XO-2b, XO-3b, HAT-P3b, TrES-3b i WASP-14b. Poza samą radością dostrzeżenia egzoplanet, ważnym elementem projektu jest podnoszenie przez miłośników swojej wiedzy oraz umiejętności np. poprzez przygotowanie efemeryd i map obiektów, poprawne przeprowadzenie obserwacji, wstępną redukcję danych fotometrycznych, fotometrię aperturową gwiazd, przedstawianie wyników obserwacji w postaci wykresów oraz natury obserwowanych układów.

Kolejnym działaniem jest całoroczny internetowy konkurs astronomiczny „Per aspera ad astra" prowadzony przez miłośników dla miłośników. Organizatorem jest Robert Bodzoń, a miejscem zadawania pytań są internetowe fora astronomiczne. Konkurs rozgrywany jest w 20 kolejkach, zazwyczaj co dwa tygodnie, w każdej jest po 5 pytań dotyczących: historii astronomii, budowy Wszechświata, zjawisk astronomicznych oraz misji kosmicznych. W każdej kolejce zadawanych jest po 20 pytań, co daje w sumie 400 zadań. Punkty przyznawane są zarówno za poprawność odpowiedzi, jak i szybkość ich podania. Na koniec sierpnia rozegrano 13 kolejek, w których regularnie uczestniczyło 30 osób. Laureaci konkursu otrzymają nagrody rzeczowe przyznane przez samych miłośników, np. dobrej klasy refraktor, pozycje książkowe o tematyce astronomicznej i astronautycznej.

Najlepiej trafiającą formą popularyzacji astronomii są oczywiście publiczne pokazy nieba. Wiele z nich odbyło się na początku kwietnia podczas „100 godzin astronomii", np. w Warszawie pokaz organizowało Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii na Placu Zamkowym. W mniejszych miejscowościach pokazy są domeną lokalnych klubów i pojedynczych pasjonatów nieba. Pokazy organizowano m. in. w Bukowcu, Brodnicy, Dąbrowie Górniczej, Fromborku, Lęborku, Niepołomicach, Siedlcach, Słupsku, Twardogórze i zapewne w wielu innych miejscach. Oprócz pokazów nieba, można przybliżać nieboskłon poprzez fotografie. W tej materii polscy miłośnicy mają spore doświadczenie. W corocznym konkursie astrofotograficznym na stronie Astro-Forum wybierane są najpiękniejsze zdjęcia nocnego nieba. Wybrane prace zgłoszone do konkursu w 2008 r. zostały wyróżnione nagrodami. Ponadto część z nich jest prezentowanych na otwartej wystawie „Bliżej gwiazd", która w okresie letnim gościła w Szczecinie.

Poza tym kontynuowane są spotkania miłośników astronomii — oczywiście pod hasłem MRA 2009 — np. Radocyna — Bliżej Gwiazd, Star Party — Jodłów, XII OZMA we Fromborku itd. Przedstawione powyżej przedsięwzięcia stanowią jedynie wybrany fragment działalności miłośników astronomii. Więcej o innych spotkaniach, pokazach, projektach, konkursach zarówno tych miłośniczych, jak i organizowanych przez astronomów zawodowych można znaleźć na stronie internetowej — **http://www.astronomia2009.pl/1**/. Do końca MRA 2009 zostało już tylko parę miesięcy, dlatego też nie bądźmy obojętni i „Odkryjmy swój Wszechświat"... także dla innych!

Bożena Czerny,
Agnieszka Janiuk,
Kamil Złoczewski

Premiera filmowej gwiazdy Roku Astronomii

29 września, w Auli Uniwersytetu (nomen omen) Mikołaja Kopernika w Toruniu odbyła się prapremiera i zarazem pierwszy pokaz prasowy kreskówki „Gwiazda Kopernika". Pokaz mimo niedoskonałości technicznych zabytkowych już, jak na dzisiejsze czasy, projektorów miał szczególnie uroczystą oprawę. Scenografię foyer auli stanowiły gigantyczne fotogramy wystawy „From Earth to the Universe" wraz ze zdjęciami najciekawszych księżyców Układu Słonecznego, wszelkiego formatu plakaty i bannery z filmu oraz oryginalne stoisko „Copernicus in Europe" z reprintem pierwszego wydania „De revolutionibus", które właśnie powróciło z 10-dniowej wyprawy po najbardziej prestiżowych placach kontynentu. Gości witały dzieci i młodzież w strojach z epoki pod wodzą samego ... Kopernika. Mistrz, w którego wcielił się jeden z doktorantów Centrum Astronomii UMK, przy pomocy doskonale wykonanych kopii swoich instrumentów obserwacyjnych atrakcyjnie objaśniał ich działanie. Dawne instrumenty muzyczne we wprawnych rękach zespołu Musica Antiqua Inovroclaviensis uzupełniały galę, wprowadzając nastrój Torunia, Krakowa, Rzymu czy Padwy z przełomu średniowiecza i renesansu. Prezentację filmu zakończyły długie i zasłużone oklaski.

Twórcy filmu na scenie. Po lewej prowadząca Katarzyna Marcysiak. Fot. Andrzej Romański

Zespół muzyki dawnej z Inowrocławia. Fot. Andrzej Romański

Byłoby zupełnie jak w Hollywood, gdyby nie deszcz, który nie pozwolił na rozwinięcie przed wejściem czterdziestometrowego, czerwonego dywanu. Wśród 900-osobowej publiczności sami znakomici goście, przede wszystkim ponad pół tysiąca dzieci ze wszystkich toruńskich szkół podstawowych, w tym wszystkie dzieci astronomów, i jeszcze setka z czterech miast sąsiednich, władze miasta i uniwersytetu, przedstawiciele dystrybutora i twórcy filmu, media. Dzieci — najbardziej wymagający krytyk filmowy — bawiły się równie dobrze jak ich rodzice, dlatego po premierze dystrybutor słusznie zmienił adresata, bo dzieło okazało się być znakomitym kinem familijnym. Prowadząca galę Kasia Marcysiak wyliczyła, że każde z obecnych na sali dzieci musiałoby wykonać tysiąc rysunków, by film mógł powstać. Biorąc pod uwagę 6-milionowy budżet tego filmu, jeden rysunek kosztował zaledwie 12 zł, co być może jest przyczyną, że dla malkontentów animacja nie dorównuje amerykańskim, a zwłaszcza japońskim, pełnym przemocy superprodukcjom. Kompensuje to niewątpliwie świadoma i wspaniała malarskość poszczególnych scen, wszak malarzami właśnie są autor projektów plastycznych, profesor Janusz Stanny i starszy z reżyserów, Zdzisław Kudła. Szczególnie urzekające i wzruszające są odtworzone z artystycznym pietyzmem scenerie toruńskiej Starówki, katedry i panoramy miasta albo Collegium Maius i Wawelu w Krakowie. Oto i młodzi i starzy widzowie mogą sobie uświadomić nieprzemijalną wartość tych skarbów kultury, miast, które wraz ze wspomnianym w filmie Gdańskiem tworzyły oś tej części Europy. Prawdziwym wyzwaniem dla największych wytwórni na świecie są natomiast, będące przedmiotem szczególnej dumy twórców, poetyckie, niezwykle płynne interludia wykonane w technice 3D w fantastycznej scenerii gwiazdozbiorów, wziętej ze snów i marzeń małego Kopernika. Bo to jest film o marzeniach, o marzeniach, które przy udziale wytrwałości, talentu

i pracy muszą się spełnić. Ale być może najmocniejsza strona filmu pochodzi wprost z... Hollywood, gdzie obecnie pracuje kompozytor, Abel Korzeniowski. Jego muzyka jest atrakcyjna, choć współczesna, czasem nienachalnie stylizowana, czasem ledwo ocierająca się o tonalność. Nie mogę się doczekać, by usłyszeć ją w prawdziwym kinie!

Obcując ze sztuką inspirowaną niebem, zwłaszcza tą powstającą gęsto i często w ostatnich miesiącach na kanwie Międzynarodowego Roku Astronomii, zastanawiam się, na ile artysta może odejść od faktów i wiedzy. Przecież sztuka, to również impresja albo fantazja! I tutaj artyście niemal wszystko wolno, póki dzieło nie stanie się apoteozą pseudonauki, szarlatanerii czy zwykłej głupoty. Wybaczmy więc artystom nieścisłości, odwołanie się do powszechnych symboli i archetypów, bo w gruncie rzeczy ich celem jest bardziej sięgnięcie w zakamarki naszej duszy niźli do gwiazd. Dzieła sztuki o nauce, o uczonych są niezwykle rzadkie. O astronomach, będących w swoich badaniach na ogół daleko od etycznych dylematów, tym bardziej. To na ogół nudny temat. Jak uczynić go ciekawym? Jest na to stary, wypróbowany sposób — fikcja literacka. W sposób genialny operują nią autorzy scenariusza, Zdzisław Kudła i Andrzej Orzechowski, gromadząc wokół Kopernika, w jednym miejscu i czasie, różne rzeczywiste wydarzenia i postacie, z którymi, trudno zaprzeczyć, mógł mieć — choćby ze słyszenia — do czynienia. Na sensacyjny wątek fabularny autorzy wykorzystują wypróbowany chwyt samego Walta Disneya — czarny charakter! Postać Paula van de Voldera, jak u Disneya, najciekawsza w filmie — z rewelacyjną rolą głosową Jerzego Stuhra — uosabia średniowieczny zabobon, magię i zacofanie, wymarzonego przeciwnika prawdziwego człowieka renesansu. I nigdy się nie zgodzę, że to nachalna dydaktyka: tak było, a Kopernik był jednym z najznakomitszych rycerzy nowej, zwycięskiej epoki! Odkrycie Kopernika jest pokazane konsekwentnie, ale jakby na marginesie biesiad — przy piwie, a jakże! — z kolegami, wątku miłosnego i zmagań z magią. W jednej z kluczowych dla rodzącego się odkrycia scen filmu Kopernik tłumaczy kolegom zmiany jasności Wenus w modelu geo- i heliocentrycznym, choć w większym stopniu dotyczy to Marsa. Ciekawe, że autorzy w ogóle zauważyli wagę tej argumentacji. Można wszak powiedzieć, że analizowane przez Kopernika zmiany blasku były *de facto* pierwszą w dziejach obserwacją astrofizyczną wraz ze słuszną jej interpretacją. Cała astronomia sprowadzała się wówczas jedynie do mierzenia położeń stałych (gwiazdy) i ruchomych (planety) obiektów na niebie.

Kadr z filmu „Gwiazda Kopernika". Źródło: FilmŚwiat

Największą zasługą filmu jest nie tylko to, że zwraca Kopernika ludzkości, burząc pod nim cokoły, ale że tworzy poprzez mniej lub bardziej ścisłe konteksty i realia epoki interesującą postać dla dalszych poszukiwań w różnych dziedzinach sztuki. Organizując opisywany w poprzedniej „Uranii" Festiwal Tournée de Carillon, często musiałem odpowiadać na pytanie: co wspólnego z astronomią mają dzwony? Nie znałem jeszcze wtedy najbardziej prawidłowej odpowiedzi: mistrz Martin Schmidt, ludwisarz, który w Toruniu odlał słynny Tuba Dei, to najlepszy kumpel Kopernika. Niech im dzwoni na chwałę w kinach całego świata!

Maciej Mikołajewski

Konkurs!

Astronomiczne nieścisłości i błędy w filmie GWIAZDA KOPERNIKA

Pomimo że scenariusz filmu był przygotowywany bardzo starannie, konsultowany z astronomami, nie ustrzegł się pewnych astronomicznych usterek. Jedne są zauważalne od razu, inne wymagają zastanowienia, np. sprawdzenia pewnych zawiłości kalendarza. Niektóre autorzy usprawiedliwiają niewiedzą ... widzów, do których bez przerysowania nie dotarłaby istota zjawiska. Proponujemy Czytelnikom wyszukanie tych błędów. Autorzy filmu być może zdążą z nich skorzystać i poprawić film w przygotowywanej właśnie anglojęzycznej wersji.

Dla Czytelników, którzy odkryją i nadeślą najwięcej błędów, przewidujemy bezpłatne prenumeraty „Uranii–Postępów Astronomii" na rok 2010 lub 2011 oraz nagrody niespodzianki, a najciekawsze uzasadnienia znalezionych błędów opublikujemy.

Odpowiedzi prosimy kierować na adres Redakcji: Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Centrum Astronomii (Redakcja Uranii-PA), ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń, lub pocztą elektroniczną: urania@astri.uni.torun.pl. Termin nadsyłania odpowiedzi: 1 lutego 2010.

O filmie „Gwiazda Kopernika"

rozmowa z Andrzejem Orzechowskim, reżyserem i scenarzystą

Dlaczego Kopernik?

Chcieliśmy znaleźć bohatera, który byłby interesujący nie tyllko dla polskich widzów. Kopernik znany jest na całym świecie, a czasy, w których żył, to była taka prawdziwa Unia Europejska — wszyscy mówili po łacinie i nie istniały podziały na państwa i narody, tak jak my to dzisiaj rozumiemy. Opowiadamy o Koperniku jako człowieku, który coś sobie wymarzył i poszedł konsekwentnie tą drogą, słuchał swojego głosu. To znakomity bohater dla dzisiejszego widza. Człowiek, który się rozwija, realizuje. Ważne jest też to, że my sobie tego nie zmyśliliśmy. Konsultując scenariusz z astronomami, przekonaliśmy się, że cała teoria Kopernika skrystalizowała się właśnie w czasach jego młodości. Wszystko, co robił później, to były już tylko próby matematycznego udowodnienia. Więc to nie jest fikcja scenariuszowa, choć staraliśmy się naszą historię ubarwiać tak, by była interesująca — stąd wątki miłosne czy sensacyjne. Jednak jeśli chodzi o samą historię odkrycia, pokazywaliśmy ją etap po etapie, tak jak było, łącznie ze słynną obserwacją Aldebarana, która poprzedziła odkrycie.

Jak wyglądało zbieranie dokumentacji, merytoryczne przygotowanie scenariusza?

Do filmu o Mikołaju Koperniku razem ze Zdzisławem Kudłą przygotowywaliśmy się przez kilka lat. Oczywiście zaczęliśmy od poznania dostępnej literatury. Po przewertowaniu pism Kopernika, jak i kilkudziesięciu pozycji poświęconych wielkiemu astronomowi powstał treatment przyszłego filmu. Dzięki finansowemu wsparciu programu Media Plus z Brukseli mogliśmy na bazie tego treatmentu napisać scenariusz, a Janusz Stanny mógł opracować wstępne projekty plastyczne przyszłego filmu. Wreszcie po ukończeniu developmentu dzięki finansowemu wsparciu Polskiego Instytutu Sztuki Filmowej i naszych koproducentów rozpoczęliśmy właściwą produkcję filmu. Od początku naszej pracy założyliśmy, że mimo konwencji filmu rysunkowego, nasza opowieść o życiu Mikołaja Kopernika będzie miała potwierdzenie w dostępnych dzisiaj faktach historycznych. Stąd odbyliśmy wędrówkę śladami astronoma. Owocnym dla nas okazał się pobyt w Planetarium i w Muzeum Mikołaja Kopernika w Toruniu oraz wizyta w katedrze we Fromborku. Niezwykle ważną rolę w naszej pracy odgrywali konsultanci merytoryczni. Od strony astrologicznej był to Jacek Szczepanik, dyrektor Planetarium Śląskiego w Chorzowie, od strony historycznej profesor Krzysztof Stopka z Uniwersytetu Jagiellońskiego, wreszcie od strony biograficznej profesor Mieczysław Markowski z Polskiej Akademii Nauk.

Andrzej Orzechowski i Zdzisław Kudła. Fot. Andrzej Romański

Na ile wiernie przedstawiliście życiorys Kopernika i okoliczności towarzyszące?

Na tyle, na ile to jest możliwe odzwierciedliliśmy atmosferę dzieciństwa Mikołaja Kopernika. Rzeczywiście miał on brata i dwie siostry, jego ojciec zmarł w trakcie zarazy, gdy Mikołaj miał dziesięć lat, rzeczywiście opiekę na rodziną przejął jego wuj, brat matki i biskup warmiński Łukasz Watzenrode. Natomiast ze zrozumiałych względów do naszych czasów nie zachowały się żadne informacje o kolegach małego Mikołaja, ale i tutaj staraliśmy się zachować wierność historyczną. I tak, Marcin Schmidt to postać historyczna; był rówieśnikiem Mikołaja, naprawdę odlał w 1500 roku największy na ziemiach królestwa dzwon Tuba Dei, jego ojciec

Kadr z filmu „Gwiazda Kopernika". Źródło: FilmŚwiat

jako liczący się ludwisarz należał do miejskiego patrycjatu podobnie jak ojciec Mikołaja, więc przynajmniej teoretycznie obaj chłopcy powinni się znać, tym bardziej że ówczesne miasta, zwłaszcza jeżeli chodzi o zamożniejszych obywateli, nie były znowu tak liczne. Inną sprawą jest pojawiający się w filmie Kubaba. To, jakbyśmy dziś powiedzieli, dziecko ulicy jest postacią całkowicie przez nas wymyśloną, choć trudną do zakwestionowania z punktu dostępnych nam materiałów historycznych. Podobnie ma się rzecz z okresem studiów Kopernika. Zarówno profesor Wojciech z Brudzewa (Uniwersytet Jagielloński), jak i profesor Novara (Uniwersytet w Bolonii) to postacie autentyczne. Wyrażane przez nich poglądy, jak i ich wpływ na Mikołaja Kopernika, mają potwierdzenie w faktach historycznych.

Do akcji wprowadzacie wiele postaci historycznych, ale też takie, z którymi Kopernik raczej się nie zetknął — jak np. Faust

W trakcie dokumentacji dotarliśmy do informacji, które pozwoliły nam w sposób wiarygodny wpleść tę postać w historię o Koperniku. Okazało się bowiem, że w czasie, gdy Mikołaj Kopernik przebywał na Uniwersytecie w Bolonii, przebywał tam także Faust, a gdy w 1500 roku Mikołaj Kopernik pojawił się w Rzymie, Faust gościł tam także. Obaj byli w podobnym wieku, obu nieco różne kariery rozwijały się dynamicznie, więc teoretycznie mogli obaj trafić na siebie. Zresztą Faust, postać niezwykle ciekawa i barwna, wiązała się nam z postacią Paula van de Voldera. Obaj zajmowali się astrologią, obaj szukali kamienia filozoficznego.

No właśnie, Paul van de Volder. Czy istniał naprawdę?

Oczywiście, w literaturze poświęconej Kopernikowi nie znajdziemy żadnych informacji o tej postaci. Trafimy natomiast na wzmiankę dość istotną, że 40 lat po śmierci Kopernika Willem van de Volder głośno i spektakularnie zaatakował teorię Kopernika. I właśnie na bazie tej informacji, uwzględniając kontekst historyczny, stworzyliśmy postać Paula van de Voldera. Postać ta okazała się niezmiernie użyteczna zarówno dla dramaturgii filmu, jak i dla pokazania współistnienia astronomii i astrologii w ówczesnym świecie. Mikołaj Kopernik obracał się przecież w tej rzeczywistości, w której to współistnienie, a raczej walka tych dwóch światów była faktem. Nawet w ówczesnym Krakowie obok słynnego już w ówczesnej Europie uniwersytetu istniał ośrodek wiedzy tajemnej, w którym — jak pisze Norman Davies — pobierał nauki sam Faust. Zdaniem tego historyka Faust gościł w Krakowie już po zakończonych przez Kopernika studiach w Italii.

Na pamiątkowej karcie dla redakcji „Uranii" podpisy złożyli: Jan Peszek (profesor Novara), Anna Cieślak (Anna), Małgorzata Zajączkowska (Barbara Watzenrode — matka Kopernika), Piotra Adamczyk (dorosły Kopernik), Łukasz Garlicki (Faust)

Także wątek romansowy jest fikcją literacką, ale czy coś w życiorysie Kopernika was zainspirowało do niego?

Z ważnych postaci występujących w filmie pozostała jeszcze Anna, młodzieńcza miłość Mikołaja. Niestety nie ma żadnych informacji o jego studenckich miłościach. Trudno jednak sobie wyobrazić młodego, zdrowego mężczyznę, zupełnie nie interesującego się płcią piękną. Stąd też w konsultacji z historykiem, począwszy od wyboru nazwiska i rodziny, wpisaliśmy postać Anny w ówczesne krakowskie mieszczaństwo. Nie ma co ukrywać, że bez wątku romansowego, związanego z tą postacią, jak i wątku sensacyjnego łączącego się z Paulem van de Volderem, nasza opowieść straciłaby znacznie na dramaturgii, będąc tylko suchą opowieścią o drodze do wielkiego odkrycia.

W polskim szkolnictwie utrwaliło się przekonanie, że Kopernik był osobą duchowną — kanonikiem, księdzem, a tu raptem romanse?

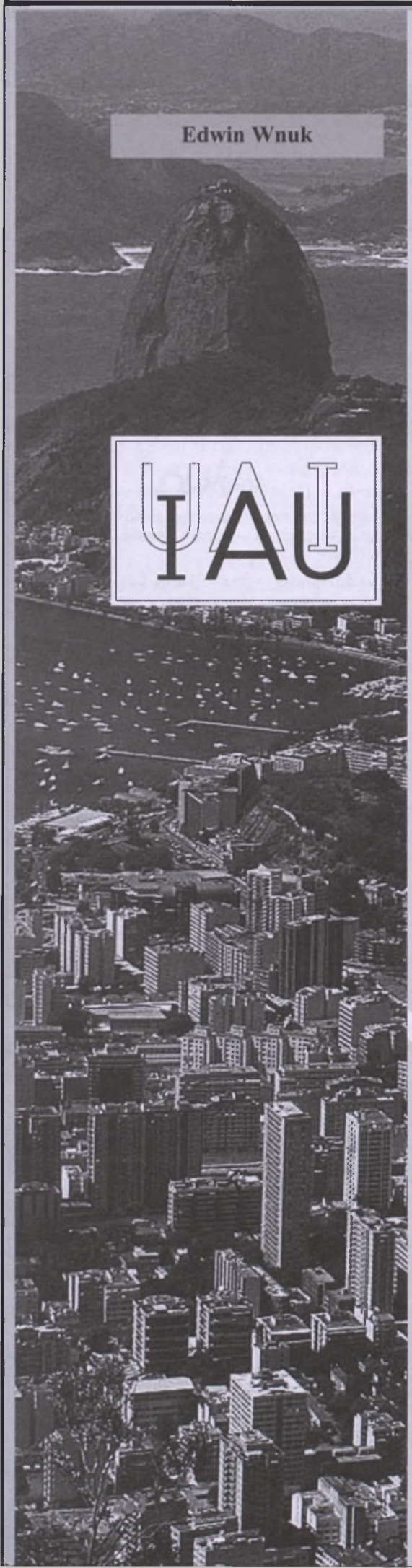
To jeden z wielu mitów na temat Kopernika, który w rzeczywistości nigdy nie uzyskał wyższych święceń kapłańskich. Nie mógł np. odprawiać mszy. Poza tym gdyby został księdzem, to raczej nie odbyłby studiów uniwersyteckich, na których mu tak zależało. Faktycznie był kanonikiem, ale kanonik to był po prostu urzędnik biskupi, niekoniecznie osoba duchowna. Do niego, jako kanonika, należała jedna czternasta murów obronnych we Fromborku oraz utrzymywanie folwarków biskupich. Natomiast obowiązki duchowne wypełniał za niego ktoś inny.

A czy Kopernik była kobietą*?

Może jesteśmy tu nieco staroświeccy, może zbyt mocno — jak starałem się wyżej unaocznić — trzymamy się faktów historycznych, ale obaj stoimy na stanowisku, że Mikołaj Kopernik był mężczyzną, tak samo jak Maria Skłodowska była kobietą. Oczywiście taki mamy stan naszych badań i nauki na dzisiaj, choć kto wie... Bywały już czasy, w których nauka przyjmowała poglądy rządzących, więc może pogląd wyrażony w filmie Juliusza Machulskiego, że Kopernik był kobietą, będzie kiedyś jedynym słusznym poglądem potwierdzonym przez największe uznane wtedy autorytety.

Katarzyna Nowakowska

* Na początku filmu rzeczywiscie był kobietą — 10-letniemu Kopernikowi głosu użyczyła aktorka Grażyna Bułka



Edwin Wnuk

Kongres Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Brazylii

Międzynarodowa Unia Astronomiczna — MUA (ang. *International Astronomical Union — IAU*) jest największą organizacją astronomiczną skupiającą profesjonalnych astronomów z 90 krajów wszystkich kontynentów. Co trzy lata odbywają się Kongresy — Zgromadzenia Ogólne MUA. W 2006 r. Kongres MUA odbył się w Pradze i zasłynął historycznymi decyzjami dotyczącymi nowego porządku w Układzie Planetarnym, w szczególności degradacji Plutona z pozycji planety klasycznej oraz przeniesienia go do nowo utworzonej kategorii planet karłowatych.

Ostatni Kongres MUA odbył się w dniach 3—14 sierpnia 2009 r. w Barazylii, w Rio de Janeiro. Tym razem astronomowie nie podjęli żadnych kontrowersyjnych decyzji, które owocowałyby podobnym poziomem emocji, jak w przypadku tych podjętych w Pradze. W Kongresie uczestniczyło ok. 2000 astronomów, którzy przez dwa tygodnie pracowicie brali udział w licznych wykładach plenarnych, sympozjach, sesjach tematycznych, spotkaniach roboczych oraz posiedzeniach administracyjno-organizacyjnych. W każdym z dwóch tygodni Kongresu, od poniedziałku do piątku, w godz. od 9 do 19 równolegle odbywało się kilkanaście sesji naukowych oraz liczne posiedzenia administracyjne poszczególnych komisji i grup roboczych. W trakcie Kongresu odbyło się sześć pięciodniowych Sympozjów IAU, z których każde było poprzedzone godzinnym wykładem przeglądowym wprowadzającym w tematykę danego sympozjum. Ponadto odbyło się szereg spotkań o ściśle określonej, często wąskiej, tematyce — szesnaście 2—3-dniowych o nazwie „Joint Discussion" oraz dziesięć 2—4-dniowych o nazwie „Special Session". Każde z tych wydarzeń także poprzedzono wykładem wprowadzającym, co było niezwykle cenne dla osób niezaangażowanych bezpośrednio w zakres badań będących przedmiotem danego sympozjum czy sesji tematycznej. W ramach poszczególnych sympozjów i innych spotkań prezentowano szczegóło-

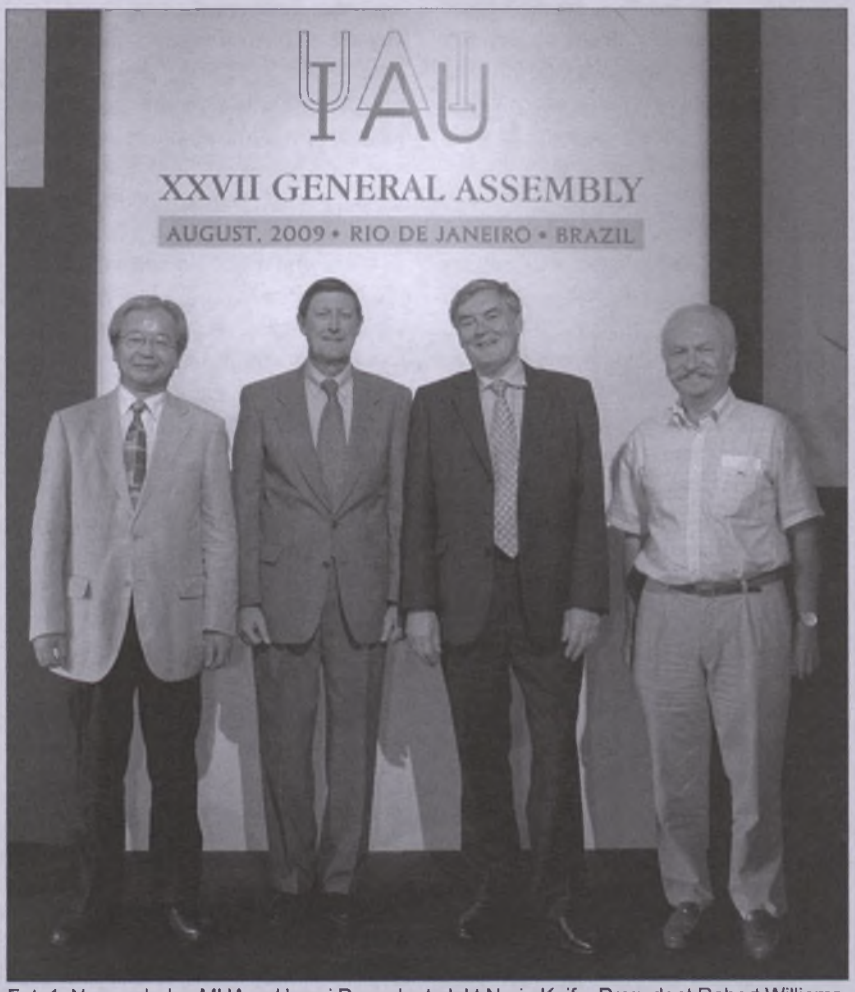
we wyniki w postaci krótkich, kilkunastominutowych wystąpień, wygłaszanych w większości przez autorów zaproszonych przez organizatorów sesji. Wystąpienia często kończyły się ciekawymi dyskusjami. Szczególnymi wydarzeniami Kongresu były cztery wieczorne wykłady zaproszone. Mimo późnej pory, bo odbywały się o godz. 18, cieszyły się one wielkim powodzeniem, nie tylko ze względu na atrakcyjną tematykę, ale także na osobę wykładowcy. Wygłoszenie takiego wykładu na Kongresie Unii jest ogromnym wyróżnieniem dla astronoma — tego zaszczytu dostępują tylko uczeni najwyższej rangi.

Tematyka wymienionych wydarzeń była bardzo różnorodna i obejmowała szeroki wachlarz zagadnień współczesnej astronomii. Prezentowano najnowsze wyniki, w przypadku niektórych misji kosmicznych nawet z ostatnich dni. Oczywiście nie jest możliwe przedstawienie całej tematyki naukowej Kongresu, nawet wymienienie tytułów wszystkich sympozjów, sesji i spotkań. Omówione pokrótce poniżej zagadnienia są z konieczności pewnym subiektywnym wyborem autora artykułu.

Z pewnością warto wymienić tematy wykładów zaproszonych i ich autorów. Pierwszy wykład wygłosił Franco Pacini z Uniwersytetu we Florencji, a jego temat był ściśle związany z Międzynarodowym Rokiem Astronomii i dotyczył znaczenia dokonań, jakie wniósł Galileusz w rozwój nauki, w szczególności astronomii. Drugi wykład zaproszony, dotyczący jakże frapującego, aktualnego problemu: woda na planetach, wygłosił James F. Bell III z Cornel University. Kolejny wykład wygłosił Simon D. M. White z Max-Planck-Institut für Astrophysik z Garching, Niemcy, a jego tematem była ewolucja struktur we Wszechświecie od Wielkiego Wybuchu do chwili obecnej. Ostatni z wykładów zaproszonych autorstwa Marii Teresy Riuz z Universidad de Chile z Santiago de Chile był poświecony znaczeniu gwiazd o małej mocy promieniowania: od zimnych czerwonych karłów po brązowe karły.

Tematyka sześciu sympozjów była różnorodna: populacje gwiazdowe, lodowe ciała Układu Słonecznego, słoneczna i gwiazdowa zmienność i jej wpływ na Ziemię oraz planety, występowanie pierwiastków chemicznych we Wszechświecie — ich związek z ewolucją gwiazd oraz powstawaniem planet, gromady gwiazd w Galaktyce — ich ewolucja w czasie i przestrzeni, związki ewolucyjne centralnych czarnych dziur i galaktyk. Spośród tych sześciu bardzo interesujących sympozjów szczególną uwagę autora niniejszego sprawozdania zwróciło IAU Sympozjum 363 „Icy Bodies of the Solar System". Znakomity wykład wprowadzający do tego sympozjum przedstawił znany badacz i odkrywca wielu lodowych ciał z Pasa Kuipera David Jewitt z USA, a spośród kilkudziesięciu wygłoszonych referatów jednym z ciekawszych był referat Alessandro Morbidelliego o pochodzeniu wody na Ziemi, o możliwych sposobach jej dostarczania w trakcie formowania się i ewolucji Ziemi. Dużo mówiono o formowaniu się ciał lodowych, ich własnościach fizycznych i chemicznych, procesach zachodzących na ich powierzchniach, a także o dynamice tych ciał. Wiele referatów dotyczyło obserwacji lodowych księżyców planet, obiektów z Pasa Kuipera, a także komet i ich aktywności. Wydaje się, iż problem występowania wody w jej różnych postaciach w Układzie Słonecznym będzie jednym z ważniejszych zagadnień w badaniach naszego Układu w najbliższych latach. Wiąże się z tym oczywiście ewentualne rozstrzygnięcie wielkiego problemu: czy w Układzie Słonecznym, poza Ziemią, istnieją choćby prymitywne formy życia.

Spotkania o nazwie „Joint Discussion" mają już sporą tradycję na kongresach MUA. Na ogół dotyczą dobrze zdefiniowanego zagadnienia, interesującego jednak astronomów zajmujących się różnymi dziedzinami. Dlatego są organizowane wspólnie przez kilka komisji MUA. Spośród szesnastu tego typu spotkań o bardzo różnej tematyce — od ciemnej materii w galaktykach, własności gwiazd neutronowych, problemów astrometrycznych po próbę odpowiedzi na pytanie: czy fundamentalne stałe zmieniają się w czasie — ponownie, dla bliższego zaprezentowania, wybrano przykładowo tylko jedno: JD6 „Time



Fot. 1. Nowe władze MUA, od lewej Prezydent elekt Norio Kaifu, Prezydent Robert Williams, Sekretarz Generalny Ian Corbett oraz Asystent Sekretarza Generalnego Thierry Montmerle. Źródło: IAU

Fot. 2. Laureaci nagrody Fundacji Gruberów w zakresie kosmologii. Od lewej: Robert Kennicutt, Wendy Freedman oraz Jeremy Mould. Źródło: IAU

and Astronomy". Było to jedyne wydarzenie na Kongresie MUA w Rio de Janeiro zorganizowane przez polskiego astronoma, prof. Aleksandra Brzezińskiego z Centrum Badań Kosmicznych PAN, dotychczasowego, ustępującego przewodniczącego Komisji 19 MUA Rotation of the Earth. Wzrastająca dokładność różnego rodzaju obserwacji wymaga definiowania i uwzględniania czasu i układów odniesienia z coraz większą precyzją, a to pociąga za sobą konieczność włączania nawet bardzo subtelnych efektów. Dyskutowano więc, między innymi, o najnowszych metodach obserwacji i pomiaru czasu uniwersalnego, o efektach relatywistycznych w ruchu obrotowym Ziemi, o nowych skalach czasu atomowego, algorytmach dla transformacji skal czasu, a także o czasie uzyskiwanym z obserwacji pulsarów, tzw. czasie pulsarów.

Spośród dziesięciu sesji specjalnych na szczególną uwagę zasługuje Special Session 2 „The International Year of Astronomy 2009" przygotowana i prowadzona przez ustępującą prezydent Międzynarodowej Unii Astronomicznej Catherine J. Cesarsky. Nie tylko nazwisko i pozycja przewodniczącej sesji, ale także zawartość merytoryczna tego trzydniowego spotkania zasługują na wyróżnienie. Omówiono dotychczasowe działania, głównie o zasięgu globalnym, ogólnoświatowym, przedstawiono także plany kolejnych imprez oraz różnego typu wydarzeń związanych z obchodami Międzynarodowego Roku Astronomii 2009. Przedstawiciele kilkunastu krajów zaprezentowali swoje, często bardzo pomysłowe, oryginalne dokonania. Catherine J. Cesarsky, omawiając wyniki zakończonych projektów globalnych, podkreśliła wielkie sukcesy wielu wydarzeń. Stwierdziła, że projekt „100 Godzin Astronomii", który miał miejsce w dniach 2—5 kwietnia, w powszechnej opinii uznaje się za największe w historii wydarzenie w skali światowej w zakresie popularyzacji astronomii. Dodała, że prawdopodobnie dotyczy to w ogóle popularyzacji nauki, gdyż chyba żadna inna dziedzina nauki nie może poszczycić się podobnym osiągnięciem.

Ważnymi wydarzeniami w programie Kongresu MUA, w których bierze udział większość uczestników, są uroczystości otwarcia i zamknięcia. Uroczystość otwarcia Kongresu w Rio prowadziła ustępująca prezydent MUA Catherine J. Cesarsky. Oprócz oficjalnych przemówień oraz programu artystycznego z żywiołowymi tańcami i muzyką brazylijską, ważną częścią tej uroczystości było wręczenie nagrody Fundacji Petera i Patrycji Gruberów w zakresie kosmologii oraz ogłoszenie listy stypendystów tej fundacji. Złote medale oraz nagrodę pieniężną w wysokości 500 000 dolarów otrzymali w tym roku trzej astronomowie amerykańscy: Wendy Freedman, Robert Kennicutt oraz Jeremy Mould za wyznaczenie stałej Hubble'a w ramach projektu „The Hubble Space Telescope Key Project on the Extragalactic Distance Scale". Następnego dnia laureaci tej nagrody wygłosili znakomity, godzinny wykład, w którym zaprezentowali wyniki, które uznano za godne tak zaszczytnej nagrody. Warto wspomnieć, iż o randze nagrody Fundacji Gruberów w zakresie kosmologii świadczy między innymi to, że w 2006 r. na Kongresie MUA w Pradze tę nagrodę otrzymał John Mather, który kilka miesięcy potem został laureatem Nagrody Nobla.

W trakcie uroczystości zamknięcia Kongresu, między innymi, przedstawiono strategiczny plan działań MUA na najbliższe lata. Przedstawiciel Chin zaprosił uczestników na następny Kongres, który odbędzie się w 2012 r. w Pekinie. Poinformowano, że kolejny Kongres, w 2015 r. odbędzie się w Honolulu na Hawajach. Odbyło się także oficjalne przekazanie władzy. Swoją kadencję zakończyli prezydent MUA Catherine J. Cesarsky oraz sekretarz generalny MUA Karel A. van der Hucht. Nowym prezydentem MUA jest Robert Williams z Space Telescope Science Institute, Baltimore, USA, a nowym sekretarzem generalnym MUA jest Ian F. Corbett z Paryża. Prezydentem elektem, czyli następnym prezydentem MUA został Norio Kaifu z National Astronomical Observatory of Japan z Tokio. W skład najwyższych władz Unii Astronomicznej wchodzi także sześciu wiceprezydentów.

Kongres Unii Astronomicznej to nie tylko sesje naukowe, ale także wiele posiedzeń o charakterze administracyjno-organizacyjnym. Każda z komisji i dywizji odbywa swe posiedzenia, tzw. „business meetings", na których podsumowuje się dotychczasową działalność, formułuje zadania na przyszłość oraz wybiera władze. Osobne posiedzenia mają przedstawiciele krajów członkowskich MUA, komitety finansowy oraz nominacyjny i do spraw członkowstwa, które tworzą także przedstawiciele poszczególnych krajów. Na wspólnych zebraniach z najwyższymi władzami Unii spotykają się ustępujący i obejmujący swe stanowiska przewodniczący komisji i dywizji Unii. Na tych spotkaniach podejmuje się, między innymi, decyzje o programach naukowych przyszłych sympozjów i kongresów. Szczególne znaczenie mają jednak dwie sesje Zgromadzenia Ogólnego MUA, w których mogą brać udział wszyscy uczestnicy Kongresu. Tu, poprzez głosowanie przedstawicieli poszczególnych krajów lub wszystkich uczestników zebrania, uchwala się rezolucje oraz ewentualne

zmiany w statucie MUA, przyjmuje się sprawozdania komitetów finansowego i nominacyjnego oraz inne raporty. Na takim właśnie posiedzeniu w 2006 r. w Pradze poprzez głosowanie wszystkich uczestników Zgromadzenia Ogólnego przyjęto rezolucję w sprawie definicji planety. Na Kongresie w Rio de Janeiro przegłosowano także kilka rezolucji, ale żadna z nich nie wzbudziła kontrowersji.

Międzynarodowa Unia Astronomiczna obchodzi w 2009 r. swoje 90-lecie, powstała bowiem w 1919 r. Indywidualnymi członkami MUA mogą być profesjonalni astronomowie ze stopniem doktora, którzy są aktywni naukowo. Nowi członkowie są przyjmowani co trzy lata w trakcie Kongresu. W Rio de Janeiro przyjęto 890 nowych członków, co spowodowało, iż po ostatnim Kongresie łączna liczba członków MUA przekroczyła 10 tys. (wynosi dokładnie 10 142). Członkowie Unii mieszkają i pracują w 90 krajach, ale tylko 68 z tych krajów posiada członkostwo narodowe w MUA. Na ostatnim Kongresie przyjęto do Unii cztery nowe kraje: Honduras, Kostarykę, Panamę oraz Wietnam. Warto przypomnieć, że Polska wstąpiła do MUA w roku 1922, jest więc jednym z najstarszych krajów członkowskich. Indywidualnymi członkami Unii jest 149 polskich astronomów.

Około 2 tys. uczestników Kongresu MUA, którzy przyjechali do Rio de Janeiro z całego świata, nie tylko pracowicie spędzało czas w Centrum Kongresowym SulAmerica, wygłaszając i wysłuchując liczne referaty o najnowszych osiągnięciach w różnych dziedzinach astronomii, ale także próbowało smakować uroki tego niezwykłego miasta. Niektórzy „urywali się" na kilka godzin, by spędzić ten czas na słynnej plaży Copacabana, udać się na górę Corcovado, by z bliska zobaczyć symbol Rio — 30-metrowej wysokości figurę Chrystusa Zbawiciela, bądź wjechać na górę Głowa Cukru, by podziwiać fantastyczne widoki na to jedno z najpiękniej położonych miast na świecie. Organizatorzy Kongresu zadbali, by uczestnicy mieli jednak wolny czas na zwiedzanie nie tylko Rio, ale także bliższych lub nawet bardzo dalekich atrakcyjnych turystycznie miejsc w Brazylii. Środkowy weekend, sobota i niedziela były dniami wolnymi. Można było wybrać się na mecz piłkarski na słynnym stadionie Maracana, pojechać poza Rio i opalać się na jednej z uroczych plaż, spokojniejszej niż te w samym Rio, albo popłynąć statkiem turystycznym na całodniową wycieczkę do wysp tropikalnych. Niektórzy wybrali się znacznie dalej: do Manaus w Amazonii lub do wodospadów Foz do Iguacu.

Kongres MUA w Rio de Janeiro był bardzo interesującym spotkaniem astronomów, obfitującym w wiele ciekawych sesji naukowych. Niewątpliwie był także najsilniejszym akcentem Międzynarodowego Roku Astronomii 2009.

Autor jest dyrektorem Obserwatorium Poznańskiego i Prezesem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Jego specjalnością naukową jest astrometria i mechanika nieba

ASTRONOMIA W EDUKACJI, MEDIACH I KULTURZE

Konferencja połączona z zamknięciem Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 w Polsce, organizowana przez Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika, PAN w Warszawie i Polskie Towarzystwo Astronomiczne.

W dniach 10 i 11 grudnia, w Centrum Astronomicznym im. M. Kopernika PAN w Warszawie odbędzie się krajowa konferencja na temat miejsca astronomii w edukacji, mediach i kulturze. Tematyka poszczególnych sesji podana jest w poniższym schemacie organizacyjnym.

Konferencja będzie miała charakter otwarty, ale prosimy o wcześniejsze zgłoszenie udziału na stronie WWW pod adresem: www.camk.edu.pl/Konferencja2009.

Przyjazd i pobyt na koszt uczestników (uczestnicy organizują noclegi we własnym zakresie). Osoby chcące wygłosić krótki wykład (do 20 min) w podanych poniżej sesjach prosimy o zgłoszenie z podaniem tematu wystąpienia, jego formy i krótkiego streszczenia (prelegentom zapewniamy nocleg i zwrot kosztów podróży). Termin zgłaszania wystąpień do 7 listopada 2009, termin zgłoszeń uczestnictwa do 30 listopada 2009.

Organizatorzy: Stanisław Bajtlik, Bożena Czerny, Agnieszka Janiuk, Paweł Moskalik, Waldemar Ogłoza

Czwartek, 10 grudnia:

ASTRONOMIA W SZKOŁACH

— Program nauczania astronomii w szkołach wszystkich szczebli
— Podręczniki
— Szkolna praktyka

ASTRONOMIA W MEDIACH

— Treści astronomiczne w TV, PR, gazetach, internecie – doświadczenia/stan obecny/postulaty

Wolna dyskusja (lub panel)

Piątek, 11 grudnia:

POLSKIE PLANETARIA I PUBLICZNE OBSERWATORIA

— Planetaria nowej generacji
— Przenośne, tanie planetaria
— Szkolne i gminne obserwatoria publiczne

ASTRONOMIA I INNE NAUKI A KULTURA

— „Świadomość astronomiczna" wśród przedstawicieli innych nauk
— Historyczne relacje pomiędzy astronomią a innymi naukami i sztuką
— Treści astronomiczne w sztuce

Zakończenie Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 w Polsce

www.camk.edu.pl/Konferencja2009

Krzysztof Bolejko

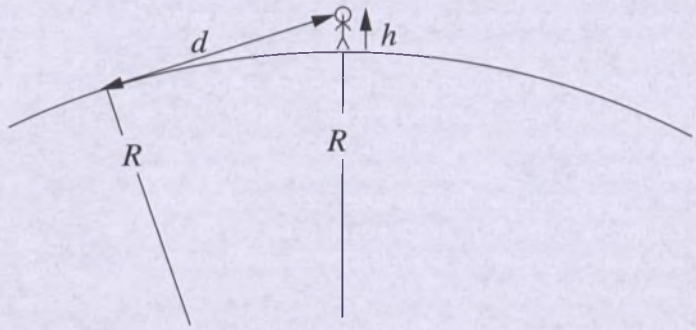
Wewnątrz horyzontu

Z doświadczeń dnia codziennego każdy wie, co to jest horyzont. Jest to powierzchnia, która oddziela to, co możemy zobaczyć, od tego, co jest niedostępne obserwacjom. Granicą między niebem a ziemią jest widnokrąg, często utożsamiany z horyzontem (rys. 1).

Z pojęciem horyzontu można się spotkać także w astronomii. Najprostszym uogólnieniem ziemskiego horyzontu jest *horyzont cząstek*. Horyzont cząstek oddziela tę część Wszechświata dostępną w chwili obecnej obserwacjom od tej, z której światło jeszcze nie zdążyło do nas dotrzeć. Nazwa bierze się stąd, że cząstki we wnętrzu horyzontu są w kontakcie przyczynowo-skutkowym.

W kosmologii horyzont ten nazywany jest *horyzontem kosmologicznym*. Odległość do horyzontu kosmologicznego jest więc równa promieniowi obserwowalnego Wszechświata.

W praktyce jednak nie możemy „sięgnąć" z obserwacjami aż tak daleko. Obecnie graniczną powierzchnią dostępną obserwacjom elektromagnetycznym (optyka, radio, X-ray...) jest powierzchnia ostatniego rozproszenia. Ponieważ światło podróżuje ze skończoną prędkością, to im bardziej odległy obiekt, tym widzimy go na wcześniejszym etapie jego ewolucji. Powierzchnia ostatniego rozproszenia to rejon Wszechświata, który, jakim go obserwujemy, był zaledwie około 500 tys. lat po Wielkim



Rys. 1. Stosując prawo Pitagorasa ($d^2 = (R + h)^2 - R^2$) i kilka przybliżeń, możemy oszacować, że odległość do widnokręgu wynosi $d = \sqrt{2hR}$, co, jeśli wyrazić w kilometrach i wprowadzić kolejne przybliżenia, da nam formułę $d = \sqrt{13h}$, gdzie h jest wysokością wyrażoną w metrach. Np. dla 2-metrowego człowieka widnokrąg oddalony jest o około 5 km

Wybuchu. Dalszych rejonów nie sposób zaobserwować, gdyż temperatura odleglejszych rejonów jest (a właściwie była w przeszłości) na tyle duża, że światło nie mogło przez nie swobodnie się propagować. W przyszłości jednak, jeśli uda się skonstruować „neutrinowy teleskop", będziemy mogli sięgnąć do jeszcze odleglejszych rejonów — do powierzchni ostatniego rozproszenia neutrin. Teoretyczne jeszcze dalsze rejony można by zaobserwować w falach grawitacyjnych. Z praktycznego punktu widzenia odległość cząstek do horyzontu niewiele się różni od odległości do powierzchni ostatniego rozproszenia.

Nie jest to jedyny horyzont, z jakim możemy spotkać się w astronomii. Zapewne większość Czytelników zetknęła się już kiedyś z terminem *horyzontu zdarzeń*. Horyzont zdarzeń oddziela tę część Wszechświata, którą obserwator może i będzie w stanie zaobserwować (nawet jeśli obserwowałby przez całą nieskończoność), od tej, której nigdy nie zaobserwuje. Takim właśnie horyzontem otoczona jest czarna dziura. Obserwator znajdujący się we wnętrzu czarnej dziury nigdy nie będzie w stanie zaobserwować tego, co znajduje się poza horyzontem.

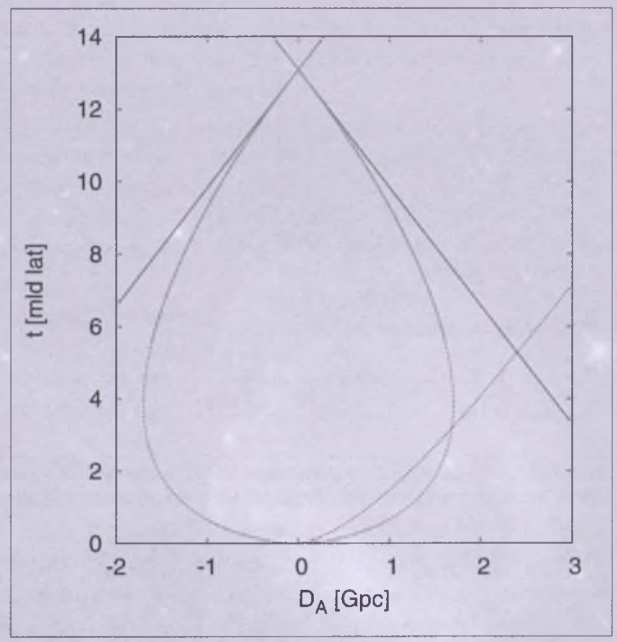
Przy tej okazji przytoczymy wzór na rozmiar horyzontu czarnej dziury (dokładnie mówiąc czarnej dziury Schwarzschilda, a więc nie rotującej i pozbawionej ładunku elektrycznego):

$$r = 2Gm/c^2, \qquad (1)$$

gdzie G jest stałą grawitacji, c prędkością światła, a m masą czarnej dziury.

Z praktycznego punktu widzenia ten typ horyzontu jest niemożliwy do wyznaczenia.

Chwila zastanowienia i pojawia się zwątpienie — jak to nie da się wyznaczyć? Przecież wystarczy, że z obserwacji ruchu gwiazd wokół czarnej dziury oszacuję jej masę i wstawię do powyższego wzoru i mam wyznaczony promień horyzontu! Zgadza się. Ale co, jeśli za rok albo milion lat do naszej czarnej dziury wpadnie jakaś gwiazda? Wówczas jej masa zwiększy się, co sprawi, że i promień horyzontu się zwiększy. A to oznacza, że nasz pierwotnie wyznaczony horyzont nie będzie już horyzontem zdarzeń. Definicja horyzontu zdarzeń wymaga bowiem, aby oddzielał on rejony obserwowane od tych niemożliwych do obserwacji, nawet jeśli obserwator prowadziłby je aż do nieskończoności. Gdybyśmy mieli pewność, że nic nie wpadnie do naszej czarnej dziury, wówczas wszystko byłoby w porządku. W rzeczywistości jednak żadna czarna dziura nie jest idealnie odizolowana i zawsze akreuje materię z otoczenia. To oznacza, że nie możemy mieć nawet pewności, czy nie znajdujemy się obecnie we wnętrzu horyzontu zdarzeń! Jeśli w astronomicznie dalekiej przyszłości (nawet nie miliardy, ale powiedzmy setki trylionów lat) masa czarnej dziury znajdującej się w centrum naszej Galaktyki tak się powiększy, że jej horyzont będzie większy niż 8,5 kpc (co jest akurat w przybliżeniu odległością, w jakiej Słońce znajduje się od centrum Galaktyki) tego nie wiemy i nie sposób tego stwierdzić. Dociekliwy czytelnik może nawet wyliczyć, jak wielka musiałaby być masa takiej czarnej dziury, aby jej promień horyzontu wynosił 8,5 kpc (przy okazji takiego wyliczenia proponuję wyznaczyć średnią gęstość czarnej dziury i porównać ją np. z gęstością powietrza atmosferycznego). W praktyce więc horyzont zdarzeń jest niewyznaczalny i bardziej użyteczne jest pojęcie horyzontu widocznego (z ang. *apparent horizon*, co czasem tłumaczy się też jako horyzont pozorny).



Rys. 2. Stożek światła w standardowym modelu kosmologicznym (linia przerywana), dla porównania linia ciągła przedstawia stożek światła dla pustego, pozbawionego krzywizny modelu Minkowskiego (czasoprzestrzeń Minkowskiego stanowi tło dla szczególnej teorii względności). Wykropkowana linia jest linią świata pewnej galaktyki odległej od nas w chwili obecnej o 5 Gpc (16,3 mld lat świetlnych). Z miejsca przecięcia linii świata galaktyki ze stożkiem możemy odczytać, że galaktykę tę widzimy taką, jaką była około 3,2 mld lat po Wielkim Wybuchu

Ścisła definicja horyzontu widocznego to maksymalna otoczka powierzchni złapanej. Powierzchnia złapana to taka powierzchnia, z której jeśli wyśle się promień światła, to niezależnie od kierunku taki promień zamiast propagować się na zewnątrz, będzie zbiegał ku centrum.

Dla sferycznie symetrycznych i niestacjonarnych czasoprzestrzeni horyzont widoczny dany jest wzorem

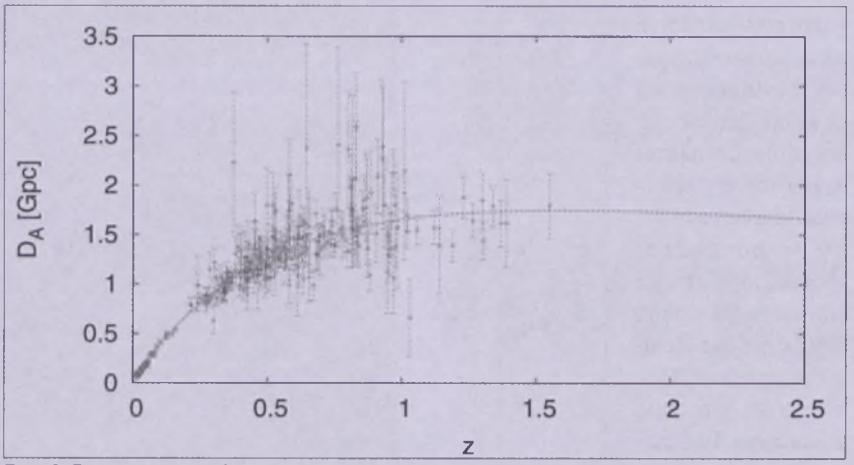
$$r = 2GM(t,r)/c^2. \qquad (2)$$

Uderzające jest podobieństwo do wzoru na horyzont zdarzeń, z tą różnicą, że M jest aktualną masą obiektu. A zatem jeśli z obserwacji astronomicznych potrafimy wyznaczyć masę czarnej dziury, to także możemy wyznaczyć jej horyzont widoczny. Horyzont widoczny pojawia się nie tylko w przypadku czarnych dziur, ale także i w zagadnieniach kosmologicznych. Przy czym w kosmologii wprowadza się dodatkowy podział horyzontu widocznego na horyzont widoczny przyszły i horyzont widoczny przeszły. Horyzont widoczny przyszły to ten, który został opisany powyżej. Przydawka „przyszły" wiąże się z tym, że jeżeli wyślemy promień światła w kierunku czarnej dziury, to w przyszłości światło przekroczy horyzont.

Horyzont widoczny przeszły jest analogicznym pojęciem do horyzontu widocznego przyszłego z tą różnicą, że zamiast śledzić bieg promieni świetlnych w przyszłość, skupiamy się na ich propagacji w przeszłość.

Zróbmy więc eksperyment myślowy i prześledźmy bieg promieni świetlnych wysłanych w przeszłość.

Im dłużej nasz sygnał się propaguje, tym sięga dalszych rejonów. Musimy jednak pamiętać, że Wszechświat cały czas się rozszerza. W momencie Wielkiego Wybuchu odległość między dwoma punktami we Wszechświecie wynosiła zero. A zatem w pewnej chwili nasz promień światła osiągnie punkt, w któ-



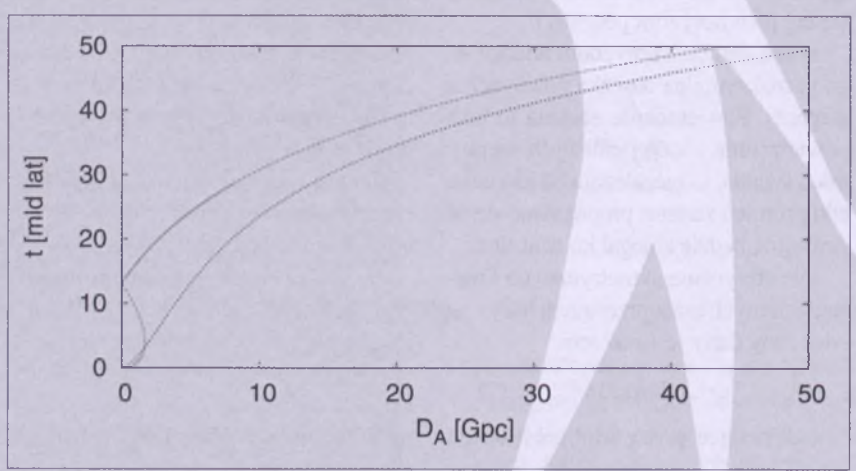
Rys. 3. Pomiary odległości na podstawie 307 supernowych. Krzywa (linia przerywana) przedstawia teoretyczną zależność odległości kątowej od przesunięcia ku czerwieni w standardowym modelu kosmologicznym

rym z powodu ekspansji Wszechświata (a właściwie jego kontrakcji, gdyż odwróciliśmy kierunek biegu czasu) fizyczna odległość między nami a frontem fali świetlnej zacznie maleć. Czyli zgodnie z podaną powyżej definicją powierzchnia frontu naszej fali świetlnej jest powierzchnią złapaną. Punkt krytyczny, w którym odległość między nami a frontem fali zaczyna maleć, jest więc odległością do horyzontu widocznego przeszłego.

Sytuacja ta jest widoczna na rys. 2, który przedstawia stożek świetlny dla standardowego modelu kosmologicznego (tu model Friedmana-Lemaitre'a z $H_0 = 72$ km s^{-1} Mpc^{-1}, $\Omega_M = 0{,}3$ i $\Omega_\Lambda = 0{,}7$). Stożek ten zaznaczony jest linią przerywaną i przedstawia położenie frontu fali świetlnej wysłanej w przeszłość. Dla porównania na rys. 2 przedstawiony jest stożek światła w statycznej, pustej i pozbawionej krzywizny czasoprzestrzeni Minkowskiego (linia ciągła), w której front fali opisany jest relacją $c^2t^2 = x^2+y^2+z^2$ (jest to wzór 4-wymiarowego stożka, stąd każdy wykres położenia frontu fali tradycyjnie nazywa się stożkiem świetlnym, pomimo iż w przypadku kosmologicznym nie ma on wcale kształtu stożka).

Zapewne Czytelnik zastanawia się, na ile mierzalne są te efekty ugięcia stożka świetlnego i czy w ogóle można to zaobserwować. Samo ugięcie jest doskonale obserwowalne, o czym można się przekonać, spoglądając na rys. 3. Jednak dokładne wyznaczenie maksimum wciąż stanowi problem.

Rysunek 3 przedstawia pomiar odległości kątowej oszacowywany na podstawie obserwacji supernowych (tzn. z obserwacji supernowych oszacowana została odległość bolometryczna D_L i korzystając ze wzoru $D_L = (1+z)^2 D_A$ wyznaczono odległość kątową D_A*). W przypadku modeli z zerową krzywizną przestrzenną D_A jest równa odległości między nami a supernową w momencie jej eksplozji. Punkty przedstawiają kolejne obserwacje, natomiast krzywa przedstawia teoretyczną zależność dla standardowego modelu kosmologicznego.



Rys. 4. Stożek światła w modelu standardowym (linia górna) i linia świata galaktyki odległej od nas w chwili obecnej o 5 Gpc (linia dolna)

W przyszłości dokładne obserwacje astronomiczne pozwolą na oszacowanie położenia horyzontu widocznego (który odpowiada położeniu maksimum na rys. 3). Taki pomiar pozwoli na niezależne od innych metod obserwacyjnych oszacowanie masy Wszechświata lub/i stałej kosmologicznej Λ. Należy bowiem uściślić, że w przypadku niezerowej stałej kosmologicznej położenie horyzontu widocznego nie jest dane relacją (2), lecz jest rozwiązaniem równania:

$$\Lambda D_A^3 - 3 D_A + 6\frac{G}{c^2}M = 0.$$

Na zakończenie skupmy się jeszcze na promieniach wysłanych w przyszłość. Sytuacja ta jest zilustrowana na rys. 4, gdzie przedstawiono nasz stożek świetlny (linia górna) i linie świata pewnej galaktyki (linia dolna — jest to ta sama galaktyka co na rys. 2). Interesująca rzecz dzieje się w przyszłości: sygnał wysłany w chwili obecnej w kierunku tej galaktyki nigdy nie przetnie jej linii świata, a to oznacza, że nigdy do niej nie dotrze. Z tego wynika, że również światło wysłane dziś z tej galaktyki nigdy do nas nie dotrze. Dociekliwy Czytelnik może nawet zapytać, czy zjawisko to jest obserwowalne? Tzn. czy istnieją galaktyki, które mogliśmy obserwować w przeszłości, a które obecnie zniknęły z pola widzenia? Niestety, sygnał świetlny wysłany przez galaktykę w tym granicznym momencie, poza którym już nigdy jej nie zobaczymy, dotrze do nas w nieskończoności. Domyślasz się już pewnie, Czytelniku, że takie znikanie oznacza obecność horyzontu. W standardowym modelu kosmologicznym ekspansja w chwili obecnej przyspiesza (co jest powodowane obecnością stałej kosmologicznej bądź ciemnej energii). W modelach, w których ekspansja odbywa się w tempie przyspieszającym, zawsze istnieją horyzonty zdarzeń. Jeśli więc ciemna energia rzeczywiście istnieje, oznacza to, że w naszym Wszechświecie są rejony, które możemy obserwować tylko do pewnego czasu, oraz rejony, z których nie otrzymaliśmy jeszcze informacji i nigdy ich nie otrzymamy.

Podsumowując, w astronomii mamy do czynienia z kilkoma rodzajami horyzontów. Tym, o którym Czytelnik zapewne najwięcej słyszał, jest horyzont zdarzeń, z racji swej definicji w prakty-

* Odległość kątowa jest zdefiniowana jako $D_A = S/(4\pi)$, gdzie S jest powierzchnią sfery, z obserwatorem w centrum a supernową na jej brzegu.

ce niewyznaczalny. W zastosowaniu praktycznym bardziej przydatne jest pojęcie horyzontu widocznego. Istnienie horyzontów zawsze dostarcza dodatkowych informacji. Na Ziemi, jeśli znamy nasz wzrost, możemy wyznaczyć odległość do widnokręgu, lub na odwrót, znając odległość do widnokręgu, możemy oszacować wzrost obserwatora. Analogicznie jeśli z astrofizycznych obserwacji ruchu gwiazd wokół czarnej dziury wyznaczymy jej masę, możemy obliczyć rozmiar jej horyzontu widocznego (przyszłego). W kosmologii zaś dokładne oszacowanie odległości do horyzontu widocznego (przeszłego) pozwoli na wyznaczenie masy rejonu Wszechświata znajdującego się pod horyzontem. To z kolei pozwoli na niezależne od obecnych obserwacji kosmologicznych wyznaczenie parametrów naszego Wszechświata.

W modelach bez stałej kosmologicznej ekspansja Wszechświata zawsze maleje z czasem i dlatego horyzont zdarzeń w nich nie występuje (jedynie modele, które zaczynają kolapsować, posiadają, jak łatwo się domyśleć, horyzont zdarzeń).

Dr Krzysztof Bolejko jest adiunktem w Centrum Astronomicznym PAN w Warszawie. W pracy zajmuje się badaniami niejednorodnych modeli kosmologicznych i zagadką ciemnej energii. W czasie pisania tego artykułu przebywał na stażu podoktorskim na Uniwersytecie Kapsztadzkim w RPA

rozmaitości

Supermasywna czarna dziura

Odkryto olbrzymią galaktykę, a w jej centrum supermasywną czarną dziurę. Ta najodleglejsza zaobserwowana czarna dziura znajduje się od nas w odległości 12,8 mld lat św., a jej przesunięcie ku czerwieni $z = 6{,}43$. Wiek Wszechświata szacowany jest na 13,7 mld lat, więc odkryty obiekt istniał, gdy Wszechświat miał jedyne 900 min lat — powstał więc nadspodziewanie szybko i jest nadspodziewanie duży. Masę czarnej dziury szacuje się na miliard mas Słońca, jej galaktyka macierzysta ma rozmiary naszej Drogi Mlecznej.

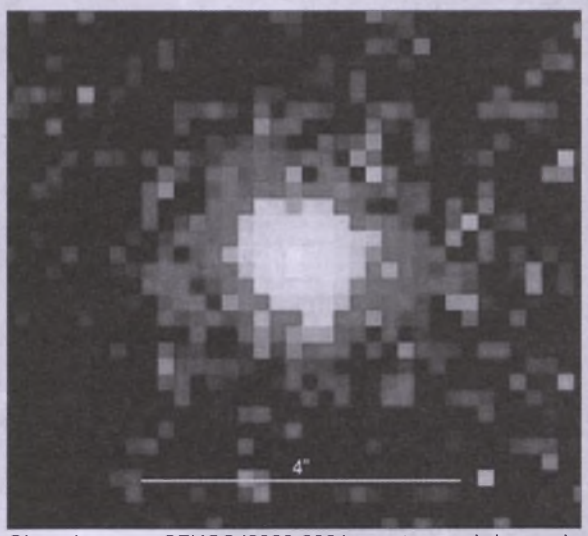
Jak ewoluuje galaktyka z masywną czarną dziurą w centrum? Dokładnie nie wiadomo. Czarnej dziury nie widać, a jasne światło wokół niej blokuje obserwacje jej najbliższego otoczenia. Powstawanie gwiazdowych czarnych dziur jest w miarę dobrze zrozumiane — punkt wyjściowy to duża gwiazda, której „skończyło się paliwo". W przypadku supermasywnej czarnej dziury teoria wymaga połączenia kilku średniej wielkości czarnych dziur. Odkryta galaktyka jest rezerwuarem takich pośrednich czarnych dziur. Gdy supermasywna czarna dziura powstanie w centrum, powiększa się, „wciągając" materię ze swojego otoczenia. Proces ten ogrzewa akreującą materię i wyzwala bardzo dużo energii w formie światła z zakresu ultrafioletowego i widzialnego. W wyniku ekspansji Wszechświata światło uległo efektowi Dopplera i zobaczyliśmy je w zakresie podczerwonym.

Odkrycia dokonano dzięki nowej kamerze CCD czułej na podczerwień i zamontowanej na teleskopie Subaru na Mauna Kea. Szczegółowa analiza uzyskanych danych ujawniła, że 40% obserwowanego światła z zakresu bliskiej podczerwieni na długości 910 nm pochodzi z dalekiej galaktyki, a pozostałe 60% to światło obłoków materii świecącej dzięki centralnej czarnej dziurze. Dane pokazują wspólny rozwój galaktyki i jej centralnego obiektu.

Jak obliczyć masę czarnej dziury?

Maksymalna ilość światła emitowana przez materię wpadającą do czarnej dziury (skrót BH) zależy od masy BH. Jeśli materia wpada do BH w sferycznie symetrycznej powłoce, można obliczyć jasność maksymalną, tzw. jasność Eddingtona. Zakładając, że jasność kwazara jest równoważna jasności Eddingtona, można oszacować masę czarnej dziury. (*kz*)

Źródło: sciencedaily.com



Obraz kwazara CFHQSJ2329-0301 w sztucznych barwach. Na szaro pokazano światło galaktyki macierzystej, a biały obszar w centrum to czarna dziura i jej najbliższe otoczenie. Obraz ma rozmiar 4 sekund łuku. Źródło: Tomotsugu GOTO, University of Hawaii

DLA NAUCZYCIELI

Konkurs na scenariusz lekcji oparty na filmie GWIAZDA KOPERNIKA

Dystrybutor filmu, Kino Świat, przygotował materiały metodyczne ze scenariuszami lekcji różnych przedmiotów dla uczniów klas I–VI szkoły podstawowej inspirowane filmem. Materiały i informacje o filmie można pobrać ze strony internetowej: orion.pta.edu.pl

Jednocześnie zachęcamy nauczycieli do opracowania własnych scenariuszy i przysyłania ich na adres Redakcji (patrz s. 251). Najciekawsze z nich opiszemy w „Uranii–PA" i dołączymy do pobrania ze strony internetowej. Autorom scenariuszy wyślemy nagrody niespodzianki, a ich szkołom ufundujemy bezpłatne prenumeraty „Uranii–PA" na rok 2010. Termin nadsyłania scenariuszy: 1 stycznia 2010.

Radosław Wojtak

Gromady galaktyk jako narzędzie współczesnej kosmologii

Gromady galaktyk są największymi obiektami związanymi grawitacyjnie, jakie powstały we Wszechświecie. Osiągają rozmiary 1—3 Mpc oraz masy rzędu 10^{14}—10^{15} $M_\odot$, skupiając w swoich wnętrzach 100—1000 galaktyk. Ich dominującym składnikiem jest ciemna materia. Stanowi ona 80—90% całkowitej masy. Pozostała część przypada na świecący rentgenowsko gaz o temperaturze 10^7—10^8 K oraz gwiazdy i zimny gaz w galaktykach, które stanowią zaledwie 1—2% całkowitej masy

Ewolucja gromad i w konsekwencji pewne ich własności obecnie są silnie sprzężone z globalną ewolucją Wszechświata. Związek ten sprawia, że gromady galaktyk są doskonałym narzędziem kosmologa, które z powodzeniem może być wykorzystywane do testowania modeli kosmologicznych i wyznaczania ich parametrów. Obecnie funkcjonujący model kosmologiczny, którego głównymi składnikami jest ciemna materia i odpowiedzialna za przyśpieszenie ekspansji ciemna energia (najczęściej w postaci stałej kosmologicznej Λ), powstał przede wszystkim dzięki obserwacjom promieniowania reliktowego i supernowych typu Ia. Jednakże rola gromad galaktyk jest nie do pominięcia. Wystarczy chociażby zwrócić uwagę na wyjątkowo szeroki wachlarz różnorodnych metod testowania modeli kosmologicznych, jaki jest w stanie zaoferować ta klasa obiektów astronomicznych.

Prawie bezpośredni dowód na istnienie ciemnej materii

Idea ciemnej materii została zaproponowana pierwotnie po to, aby wytłumaczyć istnienie gromad galaktyk („Urania" 3/2008). Obserwowane prędkości galaktyk w pobliskich gromadach były tak duże, że bez założenia istnienia dodatkowej niewidocznej masy gromady byłyby obiektami nie związanymi grawitacyjnie. Potrzeba wprowadzenia dodatkowej niewidocznej masy pojawiła się także przy okazji obserwacji obiektów na znacznie mniejszych skalach. Otóż okazało się, że wbrew wszelkim oczekiwaniom prędkość rotacji w galaktykach spiralnych nie spada z rosnącym promieniem, ale utrzymuje się na stałym poziomie (tzw. płaskie krzywe rotacji). Takie zachowanie można łatwo wytłumaczyć, zakładając, że galaktyka zanurzona jest w środku halo ciemnej materii.

Ciemna materia jest dzisiaj jednym z podstawowych składników standardowego modelu kosmologicznego. Niestety, pomimo wielu niezaprzeczalnych sukcesów na polu opisu obserwacji, nie dysponujemy w chwili obecnej bezpośrednim dowodem na jej istnienie. Co więcej, ciemna materia nie jest jedyną drogą wytłumaczenia anomalii pomiędzy kinematyką różnych obiektów a deficytową ilością materii barionowej. Alternatywą wobec niej jest modyfikacja równań grawitacji lub dynamiki, z których najbardziej znaną jest MOND (*Modified Newtonian Dynamics*, „Urania" 5/2009). Teorie MOND-owskie częstokroć dostarczają równie efektywnego opisu obserwacji co model ciemnej materii. W wielu przypadkach, jak chociażby krzywe rotacji, obydwa scenariusze są praktycznie nierozróżnialne z obserwacyjnego punktu widzenia. Aby przełamać ten impas, astronomowie potrzebowali zupełnie nowego jakościowo typu obserwacji, który pozwoliłby odpowiedzieć na pytanie, z czym tak naprawdę mamy do czynienia — z ciemną materią czy nowym prawem grawitacji? Najlepszym rozwiązaniem byłaby próba wykrycia odizolowanego skupiska ciemnej materii. Pozytywny wynik takiej obserwacji byłby bardzo trudny do wyjaśnienia przez teorie MOND-owskie i dostarczyłby poważnego argumentu za modelem ciemnej materii. Tego typu test został opublikowany 3 lata temu w oparciu o obserwację gromady galaktyk 1E0657-558, zwanej gromadą Pocisk.

Gromada Pocisk jest tak naprawdę układem dwóch zderzających się w płaszczyźnie nieba gromad. Na rys. 1 i na rozkładówce widzimy nałożone na siebie: obraz optyczny gromady, mapę w zakresie promieniowania rentgenowskiego (kolor czerwony) oraz powierzchniowy rozkład masy całkowitej wyznaczony na podstawie obserwacji soczewkowania grawitacyjnego (kolor niebieski). Mniejszy składnik układu (po prawej stronie rysunku), przelatując około 100 mln lat temu przez środek głównej gromady, doprowadził do obdarcia centralnych części obydwu gromad z gazu oraz do powstania szoku widocznego jako ostra krawędź w prawej części mapy rentgenowskiej. Takie przejście w minimalnym stopniu naruszyło pierwotny rozkład galaktyk w obydwu gromadach, dlatego też galaktyki w dalszym ciągu koncentrują się wokół pierwotnych środków swoich macierzystych gromad, które widoczne są na lewo (główna gromada) i na prawo (mniejsza gromada) od chmury świecącego rentgenowsko gazu.

Gdyby ciemna materia nie istniała, rozkład masy całkowitej powinien pokrywać się z mapą rentgenowską, gdyż to właśnie gaz jest dominującym składnikiem materii barionowej w gromadach galaktyk. To stwierdzenie jest prawdziwe zarówno przy założeniu klasycznej grawitacji Einsteina, jak i w przypadku wielu wersji jej modyfikacji. Przyglądając się rys. 1, widzimy jednak, że obserwacje pokazują coś zupełnie innego. Rozkład masy całkowitej niemal idealnie pokrywa się z rozkładem galaktyk, których masa jest ponad 10 razy mniejsza niż masa gazu. Jak więc wytłumaczyć to, że wykrywamy masę w miejscu, w którym w ogóle się jej nie

Rys. 1. Gromada galaktyk 1E0657-558, zwana gromadą Pocisk (ten sam obraz w kolorze znajduje się na rozkładówce bieżącego numeru)

spodziewamy? Najprostszą odpowiedź na to pytanie daje oczywiście model ciemnej materii.

W ciągu ostatnich paru lat dokonano obserwacji kilku kolejnych gromad galaktyk podobnych do gromady Pocisk. Były to najczęściej skomplikowane systemy zlewających się kilku gromad, np.: A520, MACS J0025.4–1222. W każdym przypadku obserwacje ukazywały charakterystyczne nieprzystawanie mapy emisji rentgenowskiej i rozkładu masy wyznaczonego ze słabego soczewkowania. Ze względu na prostotę geometrii zderzenia, to jednak gromada Pocisk stała się klasycznym przykładem pokazującym przewagę modelu ciemnej materii nad teoriami modyfikującymi grawitację. Warto jednak podkreślić, że wbrew pewnym opiniom gromada ta nie dostarcza bezpośredniego dowodu obserwacyjnego na istnienie ciemnej materii. Choć w świetle omawianych obserwacji jest to niezmiernie trudne, wciąż możliwa jest taka modyfikacja teorii grawitacji, w ramach której można odtworzyć obserwacje słabego soczewkowania bez założenia ciemnej materii. Przykładem niech tu będzie teoria zmodyfikowanej grawitacji zaproponowana przez Moffata (Brownstein i Moffat 2007). Wszystko wskazuje na to, że na ostateczne rozstrzygnięcie sporu pomiędzy modelem ciemnej materii a modyfikacją grawitacji musimy jeszcze cierpliwie poczekać. Niewątpliwie kluczowym testem będzie tu próba wykrycia promieniowania gamma pochodzącego z anihilacji cząstek ciemnej materii. Gromady galaktyk mogą tu znów odegrać istotną rolę. Najbliższe z nich, jak gromada w Pannie czy Warkoczu Bereniki, są bowiem, obok centrum Drogi Mlecznej oraz jej galaktyk satelitarnych, potencjalnie najsilniejszymi źródłami tego promieniowania.

Własności halo ciemnej materii

Podstawową komórką struktury Wszechświata jest, w myśl obecnie obowiązującego modelu kosmologicznego, tzw. halo ciemnej materii. Jest to w przybliżeniu sferycznie symetryczny, rozciągły obiekt zbudowany z cząstek ciemnej materii, w środku którego zanurzone są bezpośrednio obserwowalne struktury kosmologiczne: od galaktyk karłowatych aż po gromady galaktyk. Symulacje komputerowe pozwoliły na poznanie i ilościowy opis wielu ciekawych własności halo ciemnej materii, takich jak profil gęstości, czy stopień asferyczności halo. Są one w chwili obecnej przedmiotem wnikliwych testów obserwacyjnych. Niezmiernie ważną rolę odgrywają tu gromady galaktyk, gdyż oferują one najszerszy wachlarz metod wyznaczania rozkładu masy ciemnej materii. Wystarczy wspomnieć tu o metodach opartych na soczewkowaniu grawitacyjnym, analizie rozkładu temperatury rentgenowsko świecącego gazu czy wreszcie modelowaniu rozkładu prędkości radialnych galaktyk.

Najciekawszą własnością halo ciemnej materii, która w ciągu minionych kilku lat wzbudziła największe zainteresowanie, jest relacja między jego masą a gęstością centralną. To jedna z niewielu zależności pomiędzy lokalnymi parametrami halo ciemnej materii, które odzwierciedlają historię formowania się struktur we Wszechświecie, wobec czego zależą pośrednio od modelu kosmo-

logicznego. Zanim przejdziemy jednak do omówienia tego zagadnienia, winien jestem Czytelnikowi wprowadzenie kosmologicznej definicji masy oraz krótką charakterystykę profilu gęstości ciemnej materii.

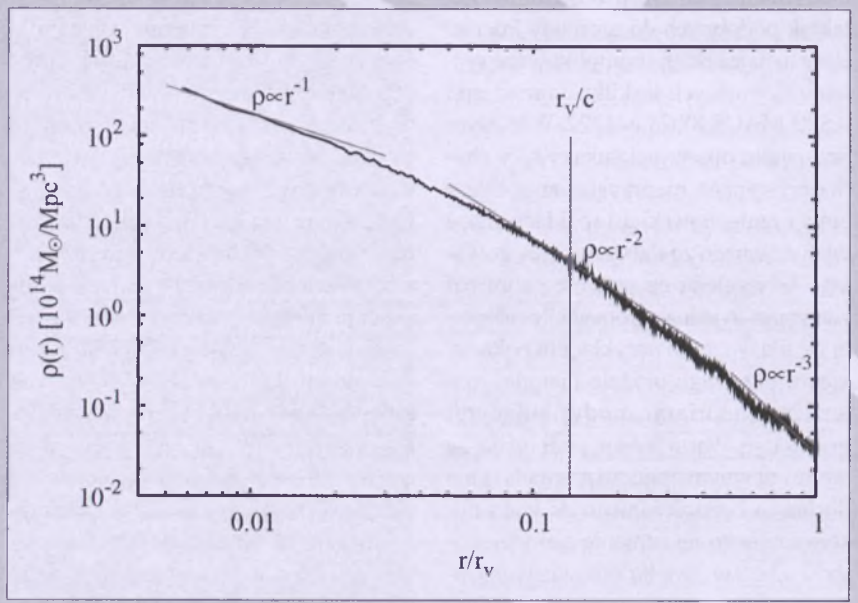
Podstawową wielkością opisującą halo ciemnej materii jest jego masa. Aby móc jednoznacznie operować tą wielkością fizyczną w kontekście obiektów rozciągłych (halo ciemnej materii), kosmologowie wprowadzili następującą jej definicję: masa M_Δ danego halo jest to masa zawarta wewnątrz sfery o promieniu r_Δ takim, że średnia gęstość wewnątrz tej sfery jest Δ razy większa niż gęstość krytyczna Wszechświata $\rho_c = 3H_0^2/(8\pi G)$, co matematycznie można wyrazić następującym równaniem:

$$\frac{M_\Delta}{(4/3)\pi r_\Delta^3} = \Delta\rho_c .$$

Definicja ta ma szereg ciekawych i wygodnych własności. Bodaj najważniejszą z nich jest istnienie granicznej wartości parametru Δ, określającej maksymalny promień sfery, wewnątrz której halo ciemnej materii jest w stanie równowagi dynamicznej. Promień takiej sfery oraz skojarzoną z nim masę nazywamy promieniem wirialnym i masą wirialną oraz oznaczamy odpowiednio r_v oraz M_v. Dla standardowego modelu kosmologicznego ze stałą kosmologiczną wartość graniczna parametru Δ wynosi około 100, co przekłada się na masy wirialne gromad galaktyk rzędu 10^{14}—$10^{15}\ M_\odot$.

Dzięki symulacjom komputerowym potrafimy dokładnie opisać profil gęstości ciemnej materii wewnątrz halo. Profil ten zmienia się w sposób ciągły od $\rho(r) \propto r^{-1}$ w centralnej części halo do $\rho(r) \propto r^{-3}$ dla dużych promieni (rys. 2). Skala przejścia pomiędzy tymi dwoma postaciami granicznymi profilu określona jest promieniem, wokół którego gęstość zmienia się jak r^{-2}. Promień ten wyrażany jest najczęściej w postaci r_v/c, gdzie c jest tzw. parametrem koncentracji przyjmującym wartości od 1 do $+\infty$. Parametr koncentracji ma bardzo prostą i intuicyjną interpretację. Wartości c bliskie 1 oznaczają halo z płaskim profilem gęstości (pomiędzy r^{-1} i r^{-2}) i niską gęstością centralną (mała koncentracja), zaś duże wartości c opisują halo o stromym profilu (pomiędzy r^{-2} i r^{-3}) z wysoką gęstością centralną (wysoka koncentracja).

Wróćmy teraz do relacji pomiędzy masą halo a jego gęstością centralną. Zgodnie ze scenariuszem hierarchicznego formowania się struktur we Wszechświecie obiekty najmasywniejsze (gromady galaktyk) powstały później niż obiekty mniej masywne (galaktyki). Ponieważ gęstość centralna halo ciemnej materii odzwierciedla średnią gęstość Wszechświata w momencie jego formowania, możemy się spodziewać, że masywniejsze halo powinno mieć mniejszą gęstość centralną (mniejsze c) niż halo mniej masywne. Różnice te są tak naprawdę dość subtelne. Dla obecnego modelu kosmologicznego średni parametr koncentracji zmienia się od ~12 dla halo o masach galaktyk do ~6 dla halo skojarzonych z gromadami galaktyk. Zależność ta dla skali mas gromad galaktyk przedstawiona jest na rys. 3. Linia ciągła oznacza średni trend relacji, zaś szary pas opisuje stopień rozproszenia wartości c, który wynika ze specyfiki historii formowania się każdego halo z osobna. Ze względu na złożoność problemu, prezentowana zależność teoretyczna jest wynikiem uzyskanym przy pomocy N-ciałowych symulacji komputerowych.



Rys. 2. Profil gęstości ciemnej materii w typowej gromadzie galaktyk utworzonej w N-ciałowych symulacjach standardowego modelu kosmologicznego

Na rys. 3 widzimy ponadto ograniczenia obserwacyjne na zależność $c(M_v)$. Ciemnoszare punkty to wyniki uzyskane w analizie profilów temperatury rentgenowskiej kilkunastu gromad galaktyk (Buote i in. 2007), zaś czarne pochodzą z modelowania rozkładu prędkości radialnych galaktyk w kilkudziesięciu pobliskich gromadach (analiza autora). Widać wyraźnie, że wyniki obserwacyjne dwóch zupełnie różnych metod pokrywają się dość dobrze z obszarem przewidzianym teoretycznie w ramach standardowego modelu kosmologicznego (szary pas). Istnieje zatem pokusa, aby wykorzystać obserwacyjną relację między c a M_v do wyznaczenia ograniczeń na parametry modelu kosmologicznego. Wstępne rezultaty nie są jednak obiecujące, głównie ze względu na dość duże błędy obserwacyjne, wciąż słabo poznane efekty selekcji, oraz ze względu na fakt, że zależność od parametrów kosmologicznych jest dość słaba. Niemniej jednak należy podkreślić, że zależność $c(M_v)$ stanowi na pewno niezależny i dość oryginalny test zgodności modelu kosmologicznego z obserwacjami.

Obfitość gazu jako „kosmiczna linijka"

Gorący zjonizowany gaz wewnątrz gromad galaktyk stanowi przeciętnie 11% masy całkowitej. Co więcej, zarówno obserwacje w dziedzinie rentgenowskiej, jak i hydrodynamiczne symulacje komputerowe wskazują, że jego względna obfitość $f_{gaz} = M_{gaz}/M_{tot}$, gdzie M_{gaz} i M_{tot} to masa gazu oraz całkowita masa gromady, nie zmienia się w toku ewolucji gromad, a więc nie zależy od ich przesunięcia ku czerwieni. Jest to fakt, który w zasadzie nie powinien budzić zdziwienia, gdyż gromady galaktyk na każdym etapie swojej ewolucji akumulują tę samą mieszankę ciemnej materii i gazu, co zapewnia utrzymanie f_{gaz}

Astronomowie w Krakowie

Fot. Sebastian Soberski

Profesor Michał Heller podczas wykładu poświęconego fundamentalnym problemom kosmologii kwantowej

Obok grupa astronomów uczestników XXXIV Zjazdu PTA na dziedzińcu Collegium Maius Uniwersytetu Jagiellońskiego

Uczestnicy zjazdu przy rękopisie i pierwszym wydaniu *De Revolutionibus* Mikołaja Kopernika, na wystawie „Od lunety Galileusza do teleskopów kosmicznych" i przy ekspozycji „Niebo z Ziemi" na krakowskich Plantach

Uczestnicy Międzynarodowej Konferencji Młodych Astronomów w sali wykładowej Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Fot. Marek Marcinkowski

Gromada galaktyk 1E0657-558

Źródło: NASA

ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT

MIĘDZYNARODOWY ROK ASTRONOMII 2009

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

Galeria Uranii

M45 i mgławica emisyjna Kalifornia sfotografowane w Bieszczadach przez Krzysztofa Podgórzaka (patrz s. 241)

Fotografia niżej ukazuje subtelną poświatę światła zodiakalnego, jaka zdobiła wschodni, poranny horyzont na Przełęczy Szklarskiej w Beskidzie Niskim 2 września br. Zdjęcie wykonał Mariusz Świętnicki ze Zręcina (Nikon D300 z obiektywem Nikkor 16–85, f = 16 mm, ISO 3200, eksp. 74 s, godz. 03.58 CWE)

Jedną z większych atrakcji nocnego obserwowania nieba podczas tegorocznego Ogólnopolskiego Zlotu Miłośników Astronomii we Fromborku była możliwość popatrzenia przez wielki binokular (150/900). Fot. Ilona Wilk

Obraz obok również powstał podczas OZMA we Fromborku i został zatytułowany „Spotkanie na Mlecznej Drodze". Jego autorem jest Marek Nikodem

Chciałbym się podzielić moim skromnym plonem z ostatniej „zaćmieniowej" wycieczki do Chin.
Miejsce obserwacji: południowy parking mostu Hangzou Wankuahi (30.3271N, 121.1796E), ten, na którym rozłożyła się ekipa Sky&Telescope.
Teleskop: SK MAK102SP, F/1300 mm, f/12,7
Montaż: ORION EQ3-2
Aparat: Canon EOS450D
Espozycja: 1/60–3,20 s, ISO 400–800
Warunki: zachmurzenie 100%, siąpiący deszcz. Przez pierwszą połowę zaćmienia korona przezierająca przez chmury, później niedostrzegalna.

Drugi i trzeci kontakt widoczny wizualnie.

Z pozdrowieniami,

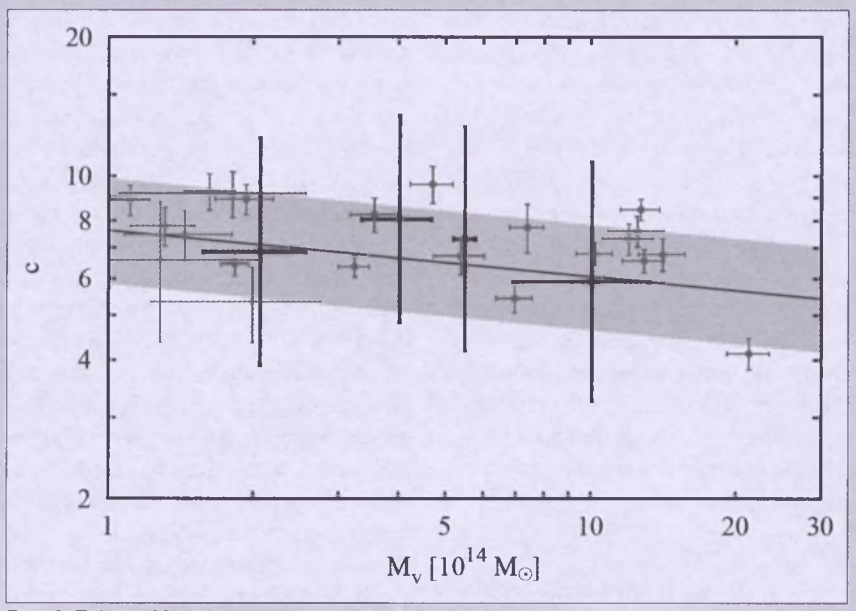
Konrad Mruk

na stałym poziomie. Najciekawsze jest jednak to, że w oparciu o zasadę stałej względnej obfitości gazu f_{gaz} możliwe jest opracowanie metody wyznaczania parametrów kosmologicznych.

Załóżmy, że dysponujemy przeglądem rentgenowskim gromad galaktyk zawierającym informacje o strumieniu promieniowania S_X, temperaturze T_X świecącego rentgenowsko gazu oraz przesunięciu ku czerwieni z. Taki zestaw obserwabli pozwala oszacować zarówno masę całkowitą gromady M_{tot} (opierając się na zasadzie równowagi hydrostatycznej), jak i masę gazu M_{gaz} (opierając się na równaniach opisujących emisję promieniowania hamowania). Aby to jednak było możliwe, musimy założyć pewien model kosmologiczny, w ramach którego możliwe będzie wyznaczenie odległości do gromad w funkcji z, a tym samym przetłumaczenie skali kątowej na liniową i strumienia S_X na jasność. Oznacza to, że zarówno M_{tot}, jak i M_{gaz} zależą od przyjętego modelu kosmologicznego. Pomijając szczegóły przydługiego rachunku, można pokazać, że zależność $M_{tot}(M_{gaz})$ od kosmologii sprowadza się do następujących proporcji: $M_{tot} \propto d_A(z, \text{model})$ oraz $M_{gaz} \propto d_A^{5/2}(z, \text{model})$, gdzie d_A jest kosmologiczną odległością kątową zależną od przesunięcia ku czerwieni z oraz modelu kosmologicznego („Urania" 5/2009). Dzieląc obydwie proporcje stronami, otrzymujemy

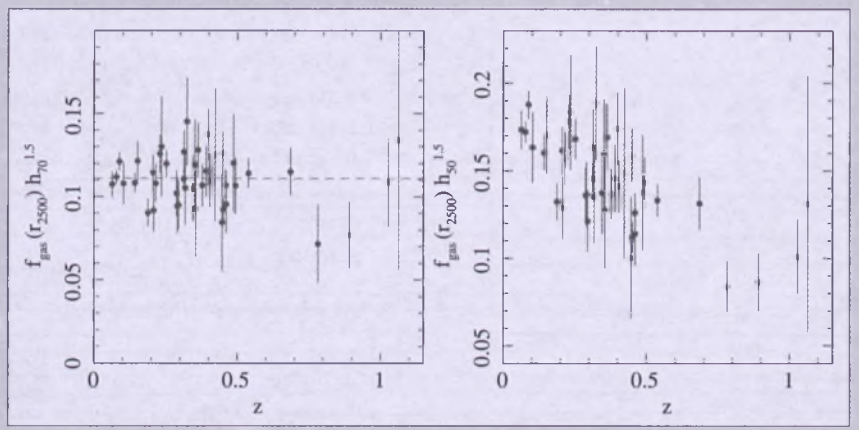
$$f_{gaz} = M_{gaz} / M_{tot} \propto d_A^{3/2}(z, \text{model}),$$

gdzie stała proporcjonalności jest pewną dobrze określoną funkcją całego zestawu obserwabli gromady: S_X, T_X oraz z. Otrzymana relacja do złudzenia przypomina proporcję między rozmiarami liniowymi obiektu kosmologicznego R a jego odległością kątową d_A: $R \propto d_A$. Oznacza to, że względną obfitość gazu f_{gaz} możemy traktować jako umowną kosmiczną linijkę, której długość pozostaje stała w trakcie ewolucji Wszechświata. Relacja między f_{gaz} a d_A daje wtedy możliwość wyznaczenia obserwacyjnej zależności d_A od z, co z kolei pozwala na pomiar parametrów kosmologicznych. Aby lepiej zrozumieć tę ideę, odwróćmy na chwilę tok naszego rozumowania i rozważmy, jaki jest wpływ modelu kosmologicznego na obserwacyjne wyznaczenie f_{gaz}. Rysunek 4 pokazuje względną obfitość gazu wyliczoną na podstawie obserwacji kilkunastu gromad galaktyk przy założeniu standardowego modelu kosmologicznego ze stałą kosmologiczną (lewy wykres) oraz modelu z tą samą ilością materii, ale bez stałej kosmologicznej (prawy wykres). Widzimy wyraźnie, że użycie niewłaściwego modelu (bez stałej kosmologicznej), a więc błędnej relacji $d_A(z)$, prowadzi do obfitości f_{gaz} zależnej od z, co stoi w sprzeczności ze wspomnianymi wyżej obserwacjami kalibracyjnymi i wynikami symulacji komputerowych. Dopiero założenie poprawnego modelu ze stałą kosmologiczną gwarantuje utrzymanie f_{gaz} na stałym poziomie.



Rys. 3. Zależność między parametrem koncentracji c profilu gęstości ciemnej materii a masą wirialną M_V halo gromad galaktyk

Wyznaczenie obserwacyjnych ograniczeń na parametry kosmologiczne polega na odwróceniu sytuacji przedstawionej na rys. 4, czyli znalezieniu takiego zestawu parametrów kosmologicznych, dla którego f_{gaz} nie zależy od z. Przykładowy wynik takiej analizy przedstawiony jest na rys. 5. Widoczne na wykresie owalne obszary określają dopuszczalny na poziomie prawdopodobieństwa 0,68 (wewnętrzny kontur) i 0,95 (zewnętrzny kontur) zakres wartości dwóch parametrów kosmologicznych: gęstości materii Ω_m oraz gęstości ciemnej energii w postaci stałej kosmologicznej Ω_Λ, obydwie w jednostkach gęstości krytycznej. Wyniki uzyskane z obserwacji f_{gaz} w gromadach galaktyk oznaczone są „fgaz". Dla porównania są przedstawione rezultaty dwóch klasycznych metod kosmologii obserwacyjnej opartych na obserwacjach supernowych typu Ia (SNIa) oraz pomiarze fluktuacji temperatury promieniowania tła dokonanych przez satelitę WMAP (*Wilkison Microwave Anisotropy Probe*). Widzimy, że każda z metod dopuszcza dość



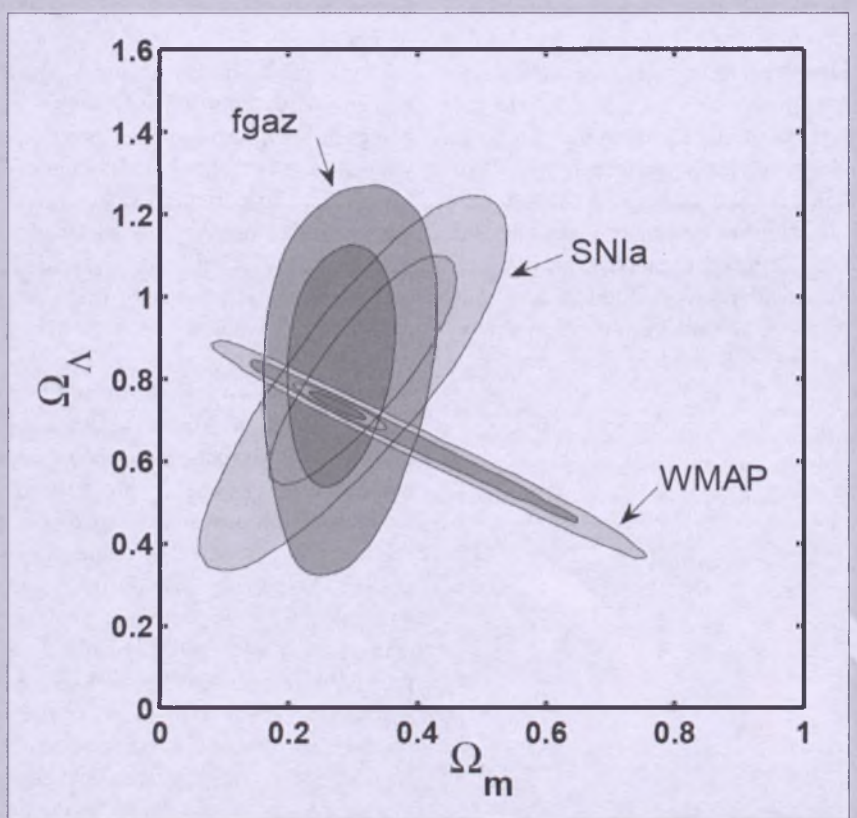
Rys. 4. Względna obfitość gazu w funkcji przesunięcia ku czerwieni w kilkunastu gromadach galaktyk wyznaczona przy założeniu standardowego modelu kosmologicznego ze stałą kosmologiczną (lewy wykres) i bez stałej kosmologicznej (prawy wykres). Źródło: Allen i in. 2008

szeroki zakres wartości parametrów. Jeśli połączymy jednak wszystkie wyniki razem, zakres ten wyraźnie zacieśnia się wokół charakterystycznych dla modelu standardowego wartości $\Omega_m \approx 0{,}25$ i $\Omega_\Lambda \approx 0{,}75$ (dwie najmniejsze elipsy). Sytuacja ta ilustruje świetnie, jak działa dzisiaj kosmologia obserwacyjna. Wysokiej jakości pomiary parametrów kosmologicznych opierają się tak naprawdę na łączeniu kilku niezależnych i komplementarnych względem siebie obserwacji. Na przykładzie metody stałej obfitości gazu f_{gaz}, łatwo zorientować się, że obserwacje gromad galaktyk mogą odgrywać tu istotną rolę.

Funkcja mas

Gromady galaktyk są silnie ewoluującymi obiektami, pozostającymi wciąż na etapie formowania się. Ich masa rośnie w wyniku akumulowania materii spadającej wzdłuż wielkoskalowych włókien lub w postaci mniejszych gromad galaktyk. W konsekwencji oznacza to, że wraz z upływem czasu kosmicznego przybywa nam coraz więcej masywnych gromad galaktyk. Aby opisać matematycznie ten proces, kosmologowie wprowadzili tzw. funkcję mas. Wartością tej funkcji dla danej masy M jest liczba gromad o masach większych niż M przypadająca na jednostkę objętości we współrzędnych współporuszających się, czyli takich, które nie uwzględniają globalnej ekspansji Wszechświata. Oczywiście cała funkcja mas zależy od czasu kosmicznego, co z obserwacyjnego punktu widzenia można przetłumaczyć na zależność od przesunięcia ku czerwieni z. Przykładowe funkcje mas wyznaczone w ramach standardowego modelu kosmologicznego ze stałą kosmologiczną widoczne są na lewym wykresie rys. 6. Dolna linia odpowiada przeszłości ($z \approx 0{,}7$, czyli około 6 mld lat temu), zaś górna chwili obecnej ($z = 0$). Wzrost masy gromad galaktyk przekłada się na ewolucję funkcji mas w prawą, górną stronę wykresu.

Funkcję mas i jej ewolucję możemy wyznaczyć obserwacyjnie. W tym celu musimy dysponować możliwie głębokim (duże przesunięcia ku czerwieni) oraz rozległym (możliwe największe pokrycie nieba) przeglądem nieba. Taki przegląd nieba musi następnie być uzupełniony o dodatkowe, bardziej szczegółowe obserwacje pozwalające na wyznaczenie mas gromad. Wówczas wyznaczenie funkcji mas sprowadza się do zliczenia gromad w kolejnych przedziałach masy i podzieleniu przez objętość zajmowanej przez nie przestrzeni. Taką operację można powtórzyć w różnych przedziałach przesunięcia ku czerwieni, co daje bezpośredni wgląd w ewolucję funkcji mas. Przykładowy wynik takiej procedury widzimy na rys. 6 (punkty z błędami pomiarowymi). Został on uzyskany z katalogu gromad galaktyk obserwowanych w zakresie rentgenowskim przez satelitę *ROSAT* w przeglądzie nieba pokrywającym 400 stopni kwadratowych i sięgającym do przesunięcia ku czerwieni $z \approx 0{,}9$. Ważną rolę odegrały tu także wspomagające obserwacje satelity *Chandra*, które zapewniły osiągnięcie żądanej dokładności wyznaczenia mas gromad.



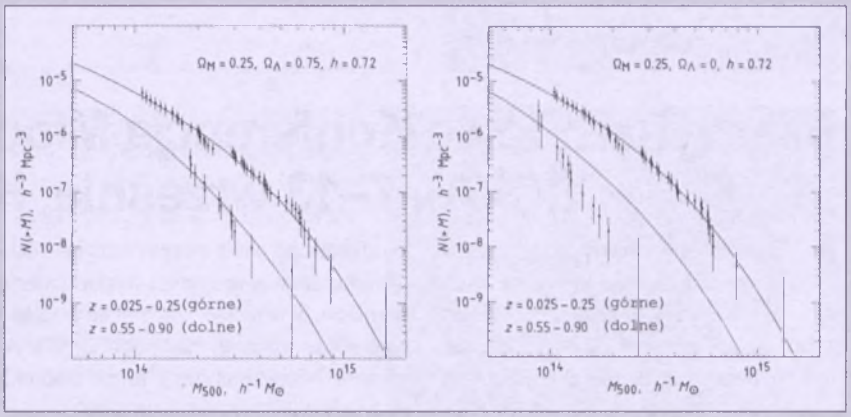
Rys. 5. Obserwacyjne ograniczenia na parametry kosmologiczne Ω_m i Ω_Λ uzyskane na podstawie: pomiaru obfitości gazu w gromadach galaktyk (fgaz), obserwacji supernowych typu Ia (SNIa), obserwacji promieniowania reliktowego dokonanych przez satelitę WMAP (WMAP). Źródło: Allen i in. 2008

Rysunek 6 przedstawia także porównanie wyników obserwacji z przewidywaniami teoretycznymi dwóch modeli kosmologicznych: standardowego ze stałą kosmologiczną ($\Omega_\Lambda = 0{,}75$) oraz bez stałej kosmologicznej ($\Omega_\Lambda = 0$). Łatwo dostrzec, że pod wpływem modyfikacji parametrów kosmologicznych zmianie ulega nie tylko teoretyczna, ale i obserwacyjna funkcja mas. Wynika to z prostego faktu, że przeliczenie zasięgu przesunięcia ku czerwieni katalogu obserwacyjnego na objętość przestrzeni wymaga założenia konkretnego modelu kosmologicznego. Najistotniejsze w porównaniu wykresów rys. 6 jest jednak to, że wyniki obserwacyjne wyraźnie faworyzują standardowy model kosmologiczny ze stałą kosmologiczną. Ta czułość ewolucji funkcji mas na obecność ciemnej energii jest obecnie z powodzeniem wykorzystywana zarówno do pomiaru gęstości tej egzotycznej formy energii, jak i testowania jej różnych modeli. Na koniec warto dodać, że funkcja mas zależy także od dwóch równie fundamentalnych parametrów kosmologicznych: gęstości materii (Ω_m) oraz amplitudy fluktuacji masy na skali 8 Mpc (σ_8). Zależność ta jest już od dawna wykorzystywana do pomiaru wartości obydwu parametrów.

Perspektywa na przyszłość

Badanie ewolucji funkcji mas jest obecnie najpewniejszą i najsilniejszą metodą wyznaczania parametrów kosmologicznych, jaką można zaproponować w oparciu o obserwacje gromad galaktyk. Wchodzi ona w skład uzna-

nego przez społeczność kosmologów pakietu metod, które stanowią bazę teoretyczną do planowania kosmologicznych programów obserwacyjnych. Momentem przełomowym w wykorzystaniu funkcji mas w kosmologii będzie na pewno uruchomienie rozległych i głębokich przeglądów nieba zorientowanych na wykrywanie efektu słabego soczewkowania grawitacyjnego, dzięki któremu możliwe będzie skonstruowanie trójwymiarowej mapy rozkładu masy we Wszechświecie. Tego typu obserwacje, nazywane dość obrazowo „kosmiczną tomografią", staną się w pełni możliwe dzięki takim teleskopom, jak planowany na najbliższą przyszłość LSST (*Large Synoptic Survey Telescope*). Teleskop ten będzie wyposażony w zwierciadło o średnicy 8,4 m z ekstremalnie szerokim polem widzenia o średnicy 3,5°, co zapewni pokrycie nieba na niespotykaną dotąd w tej klasie teleskopów skalę. Dane uzyskane przy pomocy tego instrumentu z pewnością pozwolą na wyjątkowo precyzyjne wyznaczenie ewolucji funkcji mas, co pomoże nam lepiej zrozumieć naturę ciemnej energii — najbardziej zagadkowego elementu współczesnego modelu kosmologicznego.



Rys. 6. Teoretyczna (linie ciągłe) i obserwacyjna (punkty wraz z błędami wyznaczenia) funkcja mas dla standardowego modelu kosmologicznego ze stałą kosmologiczną (lewy wykres) i bez stałej kosmologicznej (prawy wykres). Źródło: Vikhlinin i in. 2009

Autor jest doktorantem III roku studiów astronomicznych w Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika w Warszawie. Jego zainteresowania badawcze dotyczą analizy dynamicznej gromad galaktyk

rozmaitości

Podczerwony pierścień Saturna

Dane z Kosmicznego Teleskopu Spitzera ukazały świecący w podczerwieni ogromny, szeroki pierścień wokół Saturna, otaczający go w odległości od 6 do 18 mln km.

Podczerwony pierścień nachylony jest pod kątem 27° do głównej płaszczyzny pierścieni.

Jeden z najdalszych księżyców Saturna, Phoebe, okrąża planetę zanurzony wewnątrz wielkiego pierścienia i prawdopodobnie zasila go w materiał.

Pierścień składa się z cząsteczek gazu i pyłu, a jego gęstość jest bardzo niska. Gdybyśmy znaleźli się w jego wnętrzu, nic byśmy nie zauważyli. Teleskop Spitzera zaobserwował słabą poświatę promieniowania w zakresie podczerwonym o bardzo niskiej temperaturze — około 80 K (–193°C).

Odkrycie może pomóc rozwikłać zagadkę jednego z księżyców Saturna, Iapetusa (patrz „Urania–PA" 5/09). Iapetus wygląda dziwnie — jedna strona księżyca jest jasna, druga bardzo ciemna.

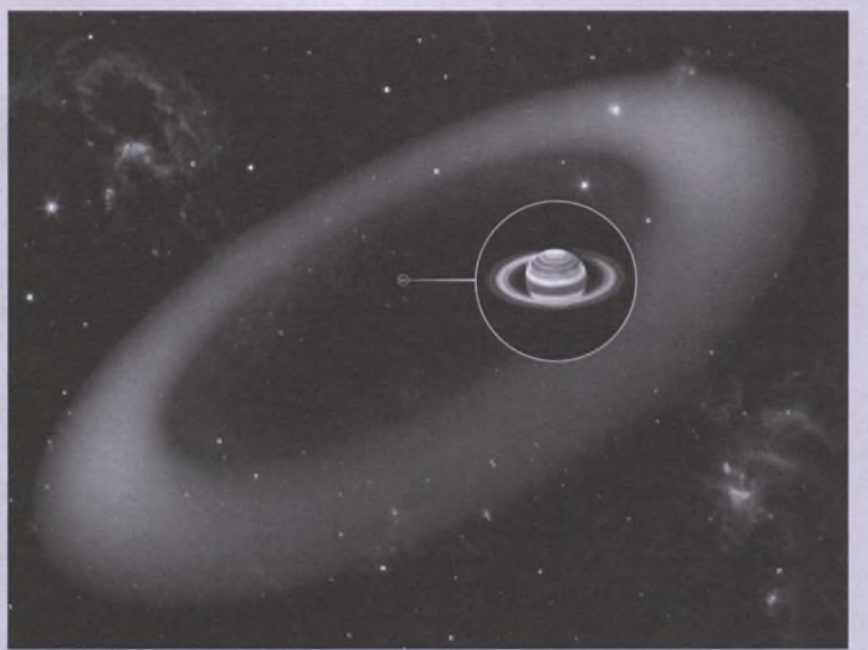
Giovanni Cassini jako pierwszy zobaczył ten księżyc w 1671 r., a w dalszych obserwacjach dostrzegł ową ciemną stronę, nazwaną na jego cześć *Cassini Regio*.

Dlaczego Cassini Regio jest obszarem tak ciemnym? Powodem może być nowo odkryty pierścień. Krąży on w tę samą stronę co Phoebe, a Iapetus oraz pozostałe pierścienie i większość księżyców Saturna krąży w stronę przeciwną. Materiał podczerwonego pierścienia bombarduje powierzchnię Iapetusa, stąd jego ciemny kolor.

Dla astronomów nie jest to zaskoczenie. Podejrzewano Phoebe o „rozsiewanie" pyłu na swojej orbicie wokół Saturna, ale dopiero podczerwone dane ze Spitzera pozwoliły tę teorię zweryfikować i potwierdzić.

Teleskopy z zakresu optycznego miałyby trudności w obserwacji pierścienia, ponieważ nieliczne cząstki rozpraszają niewiele światła słonecznego z zakresu widzialnego, światła, którego natężenie na takich odległościach jest już i tak bardzo słabe.

Odkrycie zostało opublikowane w najnowszym wydaniu *Nature*. (*kz*)


Artystyczna wizja pokazuje ledwo widoczny pierścień wokół Saturna — to największy pierścień Saturna odkryty przez Kosmiczny Teleskop Spitzera. Gdybyśmy mogli zobaczyć go na nocnym niebie, rozciągałby się wokół planety na szerokość dwu tarcz naszego Księżyca

Międzynarodowa Konferencja Młodych Astronomów (ICYA), 7–13 września, Kraków

Historia ma swoje początki przed sześcioma laty, kiedy studenci z Warszawy zdecydowali się na organizację Ogólnopolskiego Seminarium Studentów Astronomii (OSSA), na które zaprosili koleżanki i kolegów z innych miast. Spotkanie cieszyło się dużą popularnością, więc fakt powtórzenia OSSA w kolejnym roku ucieszył rzesze młodych astronomów. By tradycji stało się zadość, w 2006 r. seminarium odbyło się w Toruniu, a rok później — w Krakowie. Piąta edycja OSSA miała miejsce w Poznaniu i tam właśnie rozpoczęły się dyskusje na temat przyszłości corocznych spotkań fascynatów nocnego nieba, a zważywszy na fakt zbliżającego się Międzynarodowego Roku Astronomii 2009, poprzeczkę podnieśliśmy dość wysoko. Dlaczego by nie zorganizować Międzynarodowej Konferencji Młodych Astronomów, na którą przyjedzie ponad 100 osób? Jako młodzi, ambitni i chętni do pracy naukowcy stwórzmy coś, co zaznaczy naszą obecność szczególnie w tym wyjątkowym dla astronomii czasie. Zaangażujmy wszystkie polskie uniwersytety związane z naukami astronomicznymi do pomocy w organizacji tego przedsięwzięcia, powołajmy ponaduczelniany komitet organizacyjny i działajmy. Mamy rok! Rok czasu, by przygotować się na przyjęcie aktywnych młodych ludzi na naszych ziemiach. Ale których? Wybór nie był trudny — zważywszy na historię, scenerię i możliwości — Małopolska i Uniwersytet Jagielloński przyjęły laur zwycięstwa. Zatem konferencja odbędzie się w Krakowie!

W twórczej atmosferze rozpoczęliśmy przygotowania do International Conference of Young Astronomers (ICYA). Powołany został komitet organizacyjny w składzie: Tomasz Szymański (UJ), Alicja Konieczny (UJ), Milena Ratajczak (CAMK), Marek Górski (UW), Jan Pomierny (UW), Mariusz Słonina (UMK), Andrzej Szary (UZ). Dwanaście miesięcy pracy zaowocowało sukcesem, którego się nie spodziewaliśmy! Kiedy liczba zarejestrowanych na konferencję osób przekroczyła 100, a zainteresowanie samym wydarzeniem w mediach wzrosło, zaczęliśmy zadawać sobie pytanie, czy podołamy wyzwaniu. Niepotrzebnie... Teraz, miesiąc po oficjalnym zakończeniu konferencji, stale odpisując na maile od uczestników, uaktualniając galerię na stronie internetowej, rozliczając faktury i starając się nadrobić zaległości naukowe, mamy świadomość, że ICYA dała nam więcej, niż miała dać. Bo nie tylko nasze zdolności organizacyjne wzrosły, powiększyło się też znacznie grono naszych znajomych, młodych astronomów, z którymi w przyszłości będziemy współtworzyć nowe projekty naukowe. I każdy z nas wierzy, że te projekty powtórzą sukces tegorocznej konferencji.

ICYA 2009
International Conference of Young Astronomers
7 - 13.09.2009, Cracow, Poland

Za cel przyświecała nam chęć włączenia się w obchody ustanowionego przez ONZ Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 i zapoczątkowanie serii corocznych międzynarodowych spotkań zrzeszających w swych kręgach młodych, aktywnych astronomów, którzy w niedalekiej przyszłości będą pracować wspólnie przy projektach odgrywających kluczową rolę w rozwoju współczesnej astronomii. Możemy z czystym sumieniem stwierdzić, że założenie integracji środowiska młodych naukowców, nawiązania współpracy z innymi placówkami badawczymi na świecie, jak również prezentacji spektakularnych osiągnięć astronomicznych zostało spełnione. Stało się tak dzięki pracy wielu ludzi, życzliwości rzeszy doświadczonych osób, ale także — nastawieniu i energii uczestników konferencji.

7 września do Krakowa przybyło ponad 100 młodych astronomów, m.in. z takich krajów, jak: Włochy, Ukraina, Wielka Brytania, Iran, USA, Wenezuela, Egipt, Francja, Słowacja, Hiszpania, Białoruś, Niemcy, Bułgaria, Serbia, Indie, Węgry, Rumunia, Dania, Rosja. Nie zabrakło też przedstawicieli polskich uniwersytetów, na których pomoc można było liczyć już wcześniej. W trakcie konferencji odbyło się 19 sesji naukowych, podczas których uczestnicy prezentowali swoje wyniki badań z ta-

na rozkładówce:

Gromada galaktyk 1E0657-558

Prezentowana gromada galaktyk powstała w wyniku zderzenia się dwóch gromad galaktyk z prędkością 4700 km/s. Zderzenie spowodowało powstanie gigantycznej fali uderzeniowej, która utworzyła stożek (po prawej) przypominający kształt pocisku. Stąd nazwa angielska całej gromady — gromada Pocisk (*Bullet cluster*). Znajduje się ona w odległości 3,5 mld lat św. od Ziemi w gwiazdozbiorze Kila. Jest jedną z najgorętszych i najjaśniejszych w promieniowaniu X gromad galaktyk znanych we Wszechświecie. Temperatura gazu międzygwiazdowego wynosi tu ok. 200 mln K (na zdjęciu kolor czerwony). Obserwacje tej gromady dostarczyły najlepszy do tej pory dowód na istnienie ciemnej materii we Wszechświecie. Więcej czytaj w artykule R. Wojtaka na s. 263

Źródło: NASA, Teleskop kosmiczny Chandra

kich dziedzin, jak: kosmologia, astronomia pozagalaktyczna, radioastronomia, ewolucja gwiazd, planety pozasłoneczne, małe ciała Układu Słonecznego czy metody numeryczne w astronomii. Część z sesji rozpoczynała się wykładem jednego z zaproszonych gości. Byli to: dr Stanisław Bajtlik z Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika PAN w Warszawie, prof. Tomasz Bulik z Uniwersytetu Warszawskiego, prof. Stanisław Zoła z Uniwersytetu Jagiellońskiego, prof. Michał Szymański z Uniwersytetu Warszawskiego, prof. Andrzej Kus z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, prof. Giorgi Melikidze z Uniwersytetu Zielonogórskiego oraz prof. Jean-Pierre Lasota — Hirszowicz z Uniwersytetu Jagiellońskiego i Instytutu Astrofizycznego w Paryżu. Podczas oficjalnego otwarcia konferencji był obecny również prof. Edwin Wnuk z Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu, będący dyrektorem tamtejszego Obserwatorium Astronomicznego, pełniący obowiązki prezesa Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. W trakcie trwania spotkania wygłoszono 43 referaty oraz odbyły się dwie sesje plakatowe, na których zaprezentowano 24 plakaty przygotowane przez uczestników.

Część nieoficjalna obfitowała w wiele wydarzeń, które na długo pozostaną w naszej pamięci. Wystarczy choćby wspomnieć finały międzynarodowych rozgrywek siatkarskich, w trakcie których w wielu uczestnikach obudził się nie tylko duch sportowy, ale także muzyczny i taneczny, wizytę na Zakrzówku, która zaowocowała nauką pływania na przedmiotach niebanalnych, pokaz ukraińskiego tańca z panoramą Wawelu w tle czy nocne Krakowa zwiedzanie. Jednak najpotężniejsze wrażenie wywarło na uczestnikach przyjęcie pożegnalne zorganizowane na terenie fortu Obserwatorium Astronomicznego UJ, który specjalnie na tę okazję zamienił się w salę niemalże balową. W świetle świec, Księżyca i ogniska, nucąc pożegnalne pieśni przy akompaniamencie gitary, wspólnie podjęliśmy postanowienie, iż ICYA nie będzie wydarzeniem jednorazowym. Dyskusje nad szczegółami przyszłości przedsięwzięcia trwały nie tylko tego wieczora, kontynuujemy je nadal. 13 września, kiedy uczestnicy skierowali się w stronę lotniska i dworca, kiedy sala wykładowa świeciła pustkami, a na tablicach pozostał tylko jeden poster — plakat reklamujący naszą konferencję, gdy w końcu mogliśmy porozmawiać, nie zadając sobie pytania, czy ktoś pilnuje czasu, siedmioro śmiałków jednogłośnie stwierdziło, że miniony tydzień był najbardziej czasochłonnym egzaminem w trakcie naszych studiów. Ale co ważniejsze, jako członkowie komitetu organizacyjnego, po raz pierwszy mogliśmy odnaleźć się w roli nie tylko egzaminowanego, ale także egzaminatora. Korzystając z tego przywileju, chcieliśmy wystawić sobie ocenę. Jednak nie mogliśmy nigdzie znaleźć indeksu...

Prof. Andrzej Kus podczas swojego wykładu poświęconego radioastronomii. Fot. Marek Marcinkowski

Organizatorem konferencji było Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA) we współpracy z Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Kołami Naukowymi Studentów Fizyki i Astronomii działającymi przy wybranych jednostkach uniwersyteckich.

ICYA była prestiżowym przedsięwzięciem, które odbyło się pod patronatem rektorów Uniwersytetu Jagiellońskiego, Uniwersytetu Warszawskiego, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Uniwersytetu Szczecińskiego, wicerektorów Uniwersytetu Zielonogórskiego, Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu, dyrektora Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika PAN oraz Marszałka Województwa Małopolskiego — Marka Nawary i Prezydenta Miasta Krakowa — Profesora Jacka Majchrowskiego.

Więcej informacji na temat konferencji można znaleźć w serwisie internetowym dostępnym pod adresem: www.icya2009.org

Milena Ratajczak
Tomasz Szymański

Przyjęcie pożegnalne zorganizowane na terenie fortu Obserwatorium Astronomicznego UJ. Fot. Marek Marcinkowski

„Od lunety Galileusza do teleskopów kosmicznych" — wystawa w Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego

Latem 1609 r. Galileusz (1564–1642), profesor matematyki na Uniwersytecie w Padwie, usłyszał o holenderskim wynalazku — tubie zawierającej dwie soczewki: wypukłą i wklęsłą, dzięki której dalekie przedmioty wydają się być bliższe i większe. Po kilku dniach miał w rękach pierwszą zbudowaną przez siebie lunetę, którą w ciągu kilku miesięcy znacznie udoskonalił. W sierpniu 1609 r. po raz pierwszy skierował swoje *perspiculum* na nocne niebo. Zdarzenie to było punktem zwrotnym w dziejach astronomii i dziejach nauki. Galileusz zaobserwował na niebie wiele nieznanych nauce obiektów — księżyce Jowisza, gwiazdy niewidoczne nieuzbrojonym okiem czy miriady gwiazd tworzących Drogę Mleczną. Po raz pierwszy w dziejach nauki został użyty przyrząd pozwalający dostrzec rzeczy, których nie można było bezpośrednio zaobserwować za pomocą zmysłów człowieka. Na pamiątkę tego epokowego wydarzenia rok 2009 został ogłoszony przez ONZ Międzynarodowym Rokiem Astronomii.

Wystawa przygotowana w Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego prezentuje dzieje lunety i teleskopu. Ramy czasowe tej historii wyznaczone są przez dwa znajdujące się na niej modele: model lunety, którą Galileusz ofiarował w 1609 r. Kosmie Medyceuszowi, zachowanej w Muzeum Historii Nauki we Florencji i duży model (w skali 1:10) Teleskopu Kosmicznego Hubble'a.

Wystawa otwarta jest od 30 września do 18 grudnia 2009 r., ale już wcześniej przyjęła pierwszych gości, m.in. uczestników wrześniowego Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.

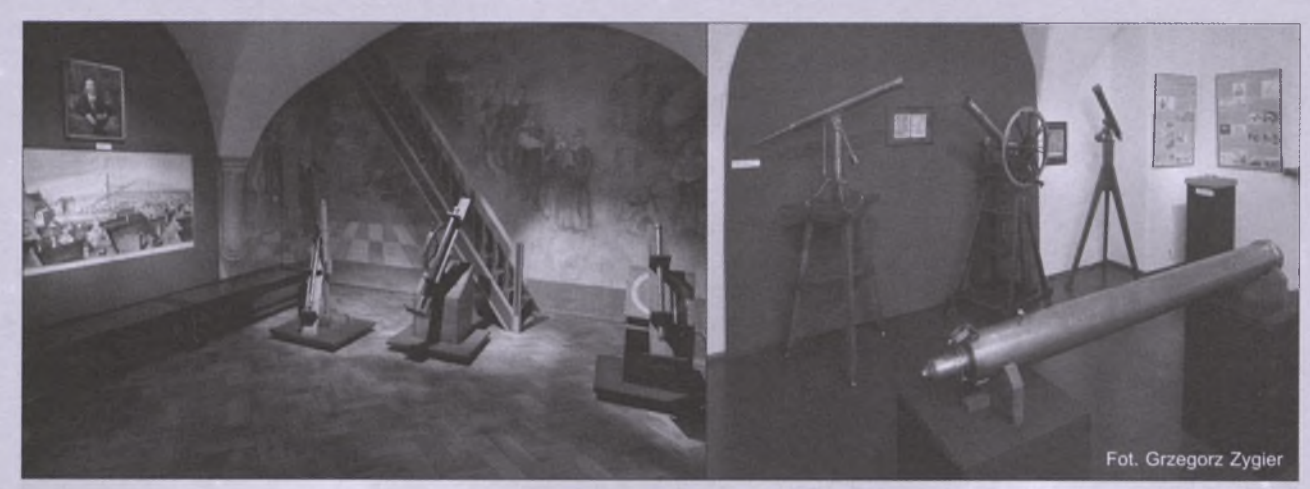
Zwiedzający, wchodząc na wystawę, trafia najpierw do sali, w której znajdują się modele przyrządów używanych do obserwacji i pomiarów astronomicznych setki a nawet tysiące lat przed wynalezieniem lunety. Przyrządy używane do pomiaru położenia planet i gwiazd na niebie były konstruowane przez wielu uczonych starożytnego Egiptu i Grecji. Dzięki ich pomiarom można było tworzyć modele kosmologiczne pozwalające na przewidywanie przyszłego położenia planet na niebie. Przyrządy te miały jedną cechę wspólną — dwa przeziemiki, które ustawione w linii dawały możliwość pomiaru kąta. Modele trzech takich przyrządów: torquetum, triquetrum oraz astrolabium zostały udostępnione zwiedzającym.

W drugiej sali przedstawiono ewolucję lunety w XVII w. Model lunety Galileusza, a także pierwodruki i faksymile jego prac, w których zamieścił wyniki swoich obserwacji, przybliżą widzowi początki historii przyrządu. Pierwszą pracą, w której Galileusz opisał lunetę oraz wyniki pierwszych obserwacji, było wydane w kwietniu 1610 r. *Sidereus Nuncius*. Kolejne druki, grafiki i obrazy przedstawiają ewolucję lunety. Już w wydanej w 1611 r. *Dioptryce* Jan Kepler (1571–1630) zaproponował nowy rodzaj lunety zbudowanej z dwóch soczewek wypukłych. Pomimo odwróconego obrazu, charakteryzowało ją większe pole widzenia i dzięki temu możliwość uzyskiwania znaczniejszych powiększeń. Od połowy XVII wieku układ Keplera zaczął być powszechnie używany w lunetach astronomicznych. Pod koniec XVII w. został zbudowany przez Izaaka Newtona (1643–1727) pierwszy teleskop zwierciadłowy. W tej sali widzowie zobaczą najstarsze lunety i teleskopy pochodzące ze zbiorów muzeum. Znalazło się w niej również miejsce dla instalacji interaktywnych, dzięki którym widz może poznać budowę lunety Galileusza i Keplera oraz teleskopu Newtona, a także samodzielnie obserwować „niebo" za pomocą prostych modeli tych trzech przyrządów.

Fot. Grzegorz Zygier

Kolejna część wystawy pozostawia zwiedzającego w XVII w. Prezentowane w niej obiekty są związane z pierwszymi lunetami na ziemiach polskich. Już w 1613 r. w Kolegium Jezuickim w Kaliszu rozpoczęto obserwacje astronomiczne. Kierował nimi przybyły z Belgii nauczyciel matematyki Karol Malapert (1581–1630). Ich głównym celem były obserwacje Słońca prowadzone metodą projekcji. W tym celu w Kaliszu zostały wykonane trzy różne „montaże" lunety, których celem było ułatwienie śledzenia pozornego ruchu Słońca na niebie. Wśród nich znalazło się rozwiązanie będące prekursorem używanego do dziś montażu paralaktycznego. Na podstawie opisów Malaperta zostały wykonane modele lunet będące ozdobą tej części wystawy (własność Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku).

Niewiele śladów zachowało się po obserwatorium założonym w Krakowie przez Stanisława Pudłowskiego (1597–


Fot. Grzegorz Zygier

–1645), profesora prawa Akademii Krakowskiej, z zamiłowania zajmującego się naukami przyrodniczymi. Jednym z nich jest, eksponowana na wystawie, niewielka broszurka autorstwa Wojciecha Strażyca (ok. 1610–1650) zatytułowana *Quaestio Astronomica*. Zamieszczono w niej wyniki obserwacji Jowisza, Saturna oraz plam na Słońcu z 1640 r.

Najważniejszą postacią polskiej siedemnastowiecznej astronomii był Jan Heweliusz (1611–1687). Postać gdańskiego uczonego łączyła dwie epoki: epokę przyrządów optycznych oraz przyrządów przeziernikowych, których Heweliusz używał do pomiarów pozycyjnych i dzięki którym stworzył *Firmamentum Sobescianium* (1690) — swoją słynną mapę nieba. Natomiast samodzielnie skonstruowanych lunet używał w obserwacjach Księżyca, które pozwoliły na opublikowanie w 1647 r. *Selenografii*. Heweliusz był właścicielem browaru w Gdańsku, dzięki czemu miał fundusze na założenie pierwszego nowoczesnego obserwatorium astronomicznego, w którym przez blisko pół wieku prowadził systematyczne obserwacje. Postać Heweliusza przybliżą widzowi wizerunki jego obserwatorium i przyrządów, a także oryginalne prace mistrza.

Luneta była początkowo tylko narzędziem obserwacyjnym. Przekształcenie jej w instrument pomiarowy wymagało dodatkowych przyrządów — mikrometrów i kół pomiarowych. Przekształceniu ulegał również sam instrument. Budowano lunety i teleskopy o coraz większej średnicy, pozwalające obserwować coraz słabsze obiekty na niebie. Budowano nowe układy optyczne pozwalające na usuwanie wad optycznych związanych z budową lunety. Wynaleziona w połowie XIX w. fotografia bardzo szybko została zastosowana w astronomii, umożliwiając zarówno precyzyjne pomiary pozycji obiektów zarejestrowanych na kliszy, jak i rejestrację obiektów niedostrzegalnych dla oka poprzez wydłużanie czasu naświetlania. Przyrządy i dokumenty, które ilustrują wspomniane zdarzenia, zgromadzone zostały w dwóch ostatnich salach wystawy. Do najciekawszych obiektów należą trzy lunety nabyte przez krakowskie Obserwatorium Astronomiczne w latach 30. XIX w., jak również 3-metrowa luneta wykonana w 1853 r. przez francuską firmę Lerebours&Secretain. Duże wrażenie na widzach wywiera model Teleskopu Kosmicznego Hubble'a wykonany w skali 1:10. W ostatniej sali zwiedzający może obejrzeć film „Eyes on the skies" przygotowany z okazji Międzynarodowego Roku Astronomii przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA).

Wystawie towarzyszy bogaty program edukacyjny — organizowane są lekcje muzealne, odczyty i wykłady popularnonaukowe, wieczorne obserwacje astronomiczne. Szczegóły i terminarz tych działań znaleźć można na stronie muzeum: http://www.maius.uj.edu.pl/index.pl.html

Maciej Kluza

Członkowie PTA, którzy mieli przyjemność obejrzenia wystawy autorstwa dra Macieja Kluzy, gratulują pomysłu i wysokiego poziomu merytorycznego.

Od Heweliusza do Głębockiego — nowe obserwatorium w Gdańsku

Trzy i pół wieku temu Jan Heweliusz wybudował w Gdańsku największe w tamtych czasach obserwatorium astronomiczne w Europie. Trzy i pół dekady temu, na Uniwersytecie Gdańskim, astronomia zaczęła dynamicznie odżywać za sprawą przybyłego z Torunia Roberta Głębockiego. Kiedy wydawało się, że jego przedwczesna śmierć zahamuje ten rozwój, niespodziewanie okazało się, że zasiał on — niestrudzony popularyzator, laureat Medalu im. Włodzimierza Zonna — astronomiczne ziarno nie tylko na uniwersytecie. 30 sierpnia, na gdańskiej Starówce, kilka ulic od miejsca, gdzie obserwował Heweliusz, na budynku Gdańskich Szkół Autonomicznych, otwarto nowe obserwatorium i nadano mu imię Profesora Roberta Głębockiego.

Z wielkim wzruszeniem jechałem jako przedstawiciel Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, którego Robert był wieloletnim najpierw wice-, a potem prezesem. Był wyjątkową postacią w polskiej astronomii. Ciepły i pogodny, niestrudzony opowiadacz anegdot i dowcipów. Jeden z najzdolniejszych w swoim pokoleniu, ale jednak nigdy nie wystarczała mu sama nauka, którą po-

Wdowa po Profesorze, poseł na Sejm, Anna Zielińska-Głębocka, chwilę po odsłonięciu tablicy pamiątkowej. Fot. M. Mikołajewski

święcał dla każdego środowiska, dla którego mógł pracować. Tak było w Toruniu, na uniwersytecie, w PTA, w Solidarności i w... rządzie Bieleckiego. Do bólu wierny i prawdziwy przyjaciel wszystkich astronomów, miłośników astronomii i młodzieży. Nawet jako minister nie zawiódł uczestników młodzieżowego seminarium w Grudziądzkim Planetarium, którego był odwiecznym jurorem, a ze mną dzielił wówczas pokój w miejscowej bursie szkolnej. Kilka tygodni później jako prezes PTA pisał protest do... ministra Głębockiego, przeciwko skreśleniu przedmiotu astronomii z programów nauczania. Mimo to, a może właśnie dlatego, kochaliśmy go, jak wcześniej chyba tylko Zonna.

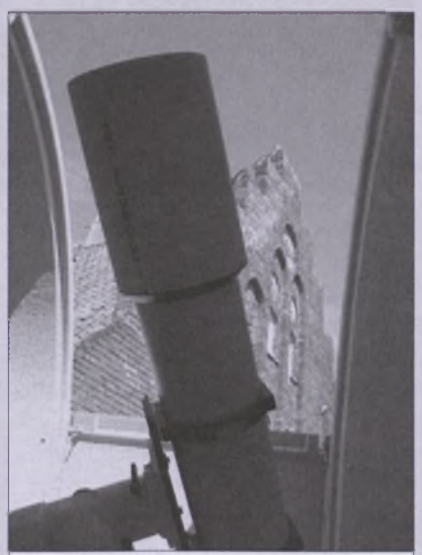
Podczas sierpniowej uroczystości, z pewnym zdziwieniem, spotkałem jesz-

Minister Katarzyna Hall i prezydent Gdańska Paweł Adamowicz oglądają przez teleskop Wenus. Fot. M. Mikołajewski

cze jedno środowisko, w którym żył i z poświęceniem działał Robert. Ludzi nie tylko jak on zaangażowanych w demokratyczną opozycję, a później w Solidarność, ale prekursorów niepublicznego szkolnictwa w Polsce, założycieli Gdańskiej Fundacji Oświatowej. Otwarcie obserwatorium i odsłonięcie poświęconej jego Patronowi tablicy, było głównym punktem obchodów XX-lecia Fundacji i pierwszej kierowanej przez nią szkoły, Liceum Autonomicznego. Robert był jednym z członków założycieli Fundacji i pierwszym, który z niej ubył, znajdując miejsce w rządzie. Podobnie jak Maciej Płażyński, gdy został marszałkiem Sejmu, i Katarzyna Hall, drugi wywodzący się z Fundacji minister edukacji. Z innych założycieli pozostali *spiritus movens* całego przedsięwzięcia, dzisiejszy prezes Bożena Pawlak i kapelan pierwszej Solidarności, ksiądz prałat Henryk Jankowski. Śmiało można powiedzieć, że „ekipa" Fundacji to jedna z najbardziej elitarnych i wpływowych organizacji w Polsce. Nagle, znalazłszy się w Gdańsku, skojarzyłem, skąd u Roberta było na ich temat tyle żartów i anegdot.

O nas, astronomach, najwyraźniej anegdot nie opowiadał, bo we wspomnieniach kolegów z Fundacji jawił się z zupełnie nieznanym nam, spiżowym obliczem, jako mędrzec i mentor opatrznościowy. Całe szczęście, że wśród wspominających nie zabrakło astronoma. Antoni Stawikowski ze wzruszeniem i swadą przypomniał „nasze" oblicze swojego największego przyjaciela. Tego od brydża w Obserwatorium w Piwnicach, i tego z pierwszej Solidarności. Szkoda, że skromność nie pozwoliła mu wspomnieć, iż w cyklu wspólnych prac dokonali razem fundamentalnego dla zrozumienia ewolucji układów podwójnych odkrycia, że momenty pędu składników wcale nie muszą być równoległe, a tym bardziej prostopadłe od płaszczyzny orbity! Uczniowie szkoły, pod wodzą nauczyciela fizyki, Krzysztofa Horodeckiego, już robią nowym teleskopem pierwsze zdjęcia, przygotowują się do Olimpiady Astronomicznej, opracowują obserwacje i piszą referaty na OMSA w Grudziądzu. A gdzieś w niebie, na którejś nie po bożemu kulającej się gwieździe typu RS CVn, siedzi okrakiem Robert i... się cieszy! A że śmiech miał zaraźliwy, zaczynają rechotać wszystkie gwiazdy. I myślę, że uczniowie, przez teleskop Jego imienia, też czasem się uśmiechną do swego patrona...

Maciej Mikołajewski



Obserwatorium im. Profesora Roberta Głębockiego

Gdańskie Szkoły Autonomiczne, ul. Osiek 11/12

Wyposażenie:

1) kopuła: Baader Planetarium 3,2 m, otwierana ręcznie, obracana silnikiem, bez automatyki — pracuje bez zarzutu

2) teleskop: refraktor apochromatyczny firmy Telescope Engineering Company TEC 160 ED F/8 o ogniskowej 1280 mm z wyciągiem 2"

3) montaż: typ — paralaktyczny, New Atlux firmy Vixen — wyposażony w system *goto*

4) kamera SBIG ST-8XME o rozdzielczości 1530 × 1020 wyposażona w dodatkowy element o rozdzielczości 657 × 495 służący do guidingu. W czasie pracy kamera jest chłodzona — w praktyce latem bez podłączenia zewnętrznego obiegu cieczy bez trudu można utrzymać temperaturę –10°. Kamera jest wyposażona też w koło filtrowe.

5) dwa okulary Pentax 1,25" — 7 mm i 14 mm

6) dwie soczewki Barlowa 1,25" Tele Vue 2,5× i 5×

6) filtry polaryzacyjne

7) filtr słoneczny

8) teleskop słoneczny firmy Lunt (średnica obiektywu 60 mm, filtr Hα 0,55 Å)

OZMA XIII, czyli Frombork po raz drugi

Już po raz trzynasty spotkali się miłośnicy astronomii na corocznym Ogólnopolskim Zlocie Miłośników Astronomii OZMA organizowanym od 1997 r. przez Pałucko-Pomorskie Stowarzyszenie Astronomiczno-Ekologiczne z Niedźwiad. Gospodarzem tegorocznej edycji OZMA był Frombork, miejsce wręcz magiczne dla miłośników astronomii. Miasto Kopernika już po raz drugi gościło ozmowiczów, poprzednio w 2000 r. Tym razem okazja była wyjątkowa — Międzynarodowy Rok Astronomii. Organizatorami OZMA 2009 byli: PPSAE Niedźwiady, Burmistrz Miasta i Gminy Frombork, Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku, Edith i Andrzej Pilscy oraz Jacek Drążkowski. 20 sierpnia, w dniu rozpoczęcia zlotu od samego rana do Obserwatorium na Żurawiej Górze, gdzie znajdowało się miasteczko namiotowe przybywali miłośnicy astronomii nawet z najdalszych zakątków kraju. Każdy uczestnik, a było ich około 150, otrzymał okolicznościową koszulkę z pięknym logo zaprojektowanym przez J. Drążkowskiego. Koszulka była biletem wstępu do wszystkich zabytkowych obiektów we Fromborku. Oficjalnego otwarcia OZMA 2009 pod pomnikiem Mikołaja Kopernika dokonali: Marek Nikodem — Prezes PPSAE, Burmistrz Miasta i Gminy Frombork Krystyna Lewańska oraz Dyrektor Muzeum Mikołaja Kopernika Henryk Szkop. Zaraz po otwarciu zlotu wszyscy udali się do Planetarium na seans prowadzony przez Andrzeja Pilskiego. Po zmierzchu Żurawia Góra zapełniła się teleskopami, bowiem fromborskie niebo przez cały czas trwania zlotu było wyjątkowo przejrzyste. Przez całą noc uczestnicy tłumnie oblegali teleskopy udostępnione przez Obserwatorium we Fromborku i firmę Astrozakupy.pl. Program wypełniały ciekawe wykłady zaprezentowane przez: prof. dra hab. Ryszarda Szczerbę z Torunia — „Molekuły we Wszechświecie", dr Urszulę Bąk-Stęślicką z Wrocławia – „Zjawiska aktywne na Słońcu" oraz sekretarza International Meteorite Collectors Association, Andrzeja Pilskiego z Fromborka — „Meteoryty spadają".

Popołudnia uczestnicy zlotu spędzali zwiedzając zabytki Fromborka. W Muzeum Mikołaja Kopernika mogli zobaczyć wspaniałą i niezwykle profesjonalnie przygotowaną wystawę meteorytów. Ponadto w Planetarium odbyły się kolejne prezentacje przygotowane tym razem przez Krzysztofa Kanawkę i Adama Piechę „Dekada zerowa w astronautyce — podsumowanie" oraz „Notatnik astronomiczny". Mogli także obejrzeć prezentację Marcina Dobrowolskiego i Wojciecha Burzyńskiego z wyprawy do Chin na zaćmienie Słońca. Z kolei na Wieży Wodnej można było zobaczyć wystawę „Astrożarty Jacka D., czyli... z czego śmieją się astronomowie" oraz porozmawiać z Autorem. Po zachodzie Słońca w piątkowy wieczór pod Wieżą Wodną odbył się koncert muzyki elektronicznej nurtu space. Wystąpił członek zespołu Endorphine z Poznania Adam Bórkowski, znany pod pseudonimem Mr Smok. W sobotnie przedpołudnie Radek Pior i Tomek Lewicki opowiedzieli o trwającym dwa lata ciekawym projekcie pod nazwą Podbój Polskich Planetariów, w ramach którego obejrzano i opisano prawie wszystkie planetaria w Polsce (U–PA 3/09). We Fromborku odbył się ósmy, finałowy etap Podboju. Wieczorem w zaimprowizowanej „Sali pod lipami" odbył się tradycyjny konkurs wiedzy astronomicznej. Zwyciężył po pasjonującej walce Wojciech Smułek z Kołobrzegu. Wszyscy uczestnicy konkursu otrzymali atrakcyjne nagrody: najlepsi walizki na okulary ufundowane przez firmę Astrozakupy.pl, pozostali zestaw gadżetów, a także roczne prenumeraty „Vademecum Miłośnika Astronomii" ufundowane przez pana Mirka Brzozowskiego. Po uroczystym i tradycyjnym ognisku z pieczeniem kiełbasek przystąpiono do oficjalnych podziękowań oraz rozdania nagród. Zaszczytną Żółtą Koszulkę Lidera Zlotu otrzymał dr Marek Muciek, natomiast prestiżową nagrodę główną GRAND OZ otrzymali Monika i Andrzej Rzemieniak z Zamościa za wkład w organizację poprzedniego OZMA. Po oficjalnym zamknięciu zlotu odbył się koncert finałowy, ponownie zagrał Mr Smok. Ostatnim punktem programu był wspaniały koncert organowy w Katedrze, który odbył się w niedzielne popołudnie. Uczestnicy opuszczali gościnny Frombork w doskonałych humorach, z nadzieją na spotkanie w przyszłym roku. W tym miejscu należą się podziękowania tym wszystkim, którzy przyczynili się do sukcesu OZMA: władzom Fromborka i Muzem M. Kopernika, Państwu Andrzejowi i Edith Pilskim, Jackowi Drążkowskiemu, firmie Astrozakupy.pl, Robertowi Bodzoniowi oraz wielu innym osobom, które bezinteresownie okazały swoją pomoc. Specjalne podziękowania należą się ekipie „Wakacji w Planetarium", która przez dwa tygodnie w pocie czoła przygotowywała Żurawią Górę do stanu używalności.

Marek Nikodem

Pamiątkowe zdjęcie uczestników zlotu pod pomnikiem Mikołaja Kopernika. Fot. Zdzisław Szałkowski

Rio okiem młodych

Nauka, ludzie, egzotyka — XXVII Ogólne Zgromadzenie Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Rio de Janeiro

Na początku sierpnia 2009 r. odbyło się kolejne Ogólne Zgromadzenie Międzynarodowej Unii Astronomicznej, tym razem w Rio de Janeiro. Dwudziesty siódmy zjazd był szczególny nie tylko z powodu, iż odbywał się w przepięknym zakątku Brazylii, ale także dlatego, że było to pierwsze tego typu wydarzenie, w którym mieliśmy okazję uczestniczyć. O klasie i prestiżu nie świadczy tylko wysoki numer oznaczający kolejną edycję, ale także liczba uczestników, która przekroczyła 2000 osób. Oczywiście nie jest to liczba, która zrobiłaby wrażenie w innych, bardziej popularnych dziedzinach nauki, takich jak kierunki informatyczne czy inżynieryjne, jednak pamiętając o specyfice astronomii, jest to bezapelacyjnie największe i najważniejsze spotkanie. Poprzednie miało miejsce trzy lata temu w Pradze i zaowocowało ustaleniem definicji słowa planeta, kolejne odbędą się w 2012 w Pekinie i w 2015 roku na Hawajach. XXVII General Assembly of International Astronomical Union, gdyż pod tą nazwą znajdziemy wszystkie przydatne informacje o zjeździe, to nie tylko liczby i interesujące wykłady oraz dyskusje, ale także specyficzna atmosfera święta astronomii. Być może ze względu na Międzynarodowy Rok Astronomii, a także na urok samej Brazylii i Rio de Janeiro, pełnych żywych kolorów widoków, egzotycznych zapachów, wpadających w ucho rytmów oraz wspaniałego południowego nieba, a być może na samą ideę spotkania.

Do Rio de Janeiro przybyliśmy na drugą część trwającego prawie dwa tygodnie zgromadzenia. Po przebyciu ponad 10 000 km zarejestrowaliśmy się, odbierając pakunek astronoma. Już pierwszego dnia spotkaliśmy wiele znajomych osób i nie mogliśmy oprzeć się kąpieli w oceanie na jednej z najsłynniejszych plaż — Copacabanie. Pomimo panującej na południowej półkuli zimie, a może właśnie dzięki niej, była to czysta przyjemność. Zimowe temperatury w okolicy 26° Celsjusza nikogo tutaj nie dziwią. Inną, dość specyficzną cechą miasta, z którą się zetknęliśmy i o której przeczytaliśmy w jednym z informacyjnych e-maili od organizatorów już na samym początku, jest bezpieczeństwo. Dzielnice biedoty nazywane favelami sąsiadują tutaj z bogatymi i ekskluzywnymi hotelami. Kilkaset metrów i z pięknej plaży przenosimy się w rejony często dramatycznego ubóstwa. Kilka podstawowych zasad bezpieczeństwa pomogło nam uniknąć niemiłych przygód, jednak kradzieże, nie tylko kieszonkowe, dotknęły naszych znajomych.

Pomnik Chrystusa Zbawiciela w Rio de Janeiro. Fot. Krzysztof Hełminiak

O trochę innym standardzie bezpieczeństwa świadczy chociażby fakt, iż czerwone światła na skrzyżowaniu, po zmroku, są tylko „sugestią" do zwolnienia dla samochodów, a nie nakazem zatrzymania się.

Wszystkie wykłady, prezentacje nowych projektów i dyskusje miały miejsce w nowoczesnym kompleksie konferencyjnym SulAmerica w centrum miasta. Dzięki skoncentrowaniu wszystkich wydarzeń w jednym miejscu wybór interesujących tematów został znacznie ułatwiony. Nie trzeba było tracić czasu na dojazd lub dojście. Ze względu na dużą liczbę uczestników i szerokie pokrycie poruszanych tematów, od sytuacji astronomii w RPA i krajach rozwijających się, po najnowsze teleskopy i stanowiska obserwacyjne, różne sesje odbywały się w tym samym czasie. O popularności danego wystąpienia decydowała liczba uczestników zależna od wagi i popularności tematu, charyzmy prelegenta oraz typowych zainteresowań własnych uczestników. Dla nas, jako młodych astronomów zajmujących się poszukiwaniem egzoplanet, było to bardzo ważne. Pozwoliło nam stwierdzić czy to, czym się zajmujemy i interesujemy, jest aktualnie niszowym kierunkiem w astronomii, czy też może wręcz przeciwnie, dynamicznie rozwijającym się głównym nurtem. Jak się okazało, bardzo medialne i popularne wśród społeczeństwa układy planetarne przy odległych gwiazdach są doceniane i ważne także dla profesjonalnych astronomów. Nie są jednak jedyne i dzięki tej konferencji poznaliśmy, jak wiele ciekawych i różnorodnych zagadnień zajmuje aktualnie astronomów. Od pytań, czy stałe fizyczne pozostają rzeczywiście stałe, po badanie lokalnych ciał niebieskich w naszym Układzie Słonecznym i struktury galaktyczne albo wielkoskalowe. Bogactwo i różnorodność jest zdumiewająca.

Standardem przy tego typu spotkaniach są przerwy kawowe, które pozwalają rozprostować kości, przygotować się na kolejne wystąpienia, podyskutować w kuluarach ze znajomymi osobami lub poznać nowe. Jest to także okazja do dodatkowych pytań i osobistego spotkania osób uznawanych w środowisku za wiodących naukowców. Czerpaliśmy z takich okazji pełnymi garściami. Kolejna taka możliwość zdarzy się najwcześniej za 3 lata. Możliwość spotkania osób, które być może w przyszłości będą recenzentami naszych publikacji, promotorami naszych projektów czy może współpracownikami jest nie do przecenienia. Zwłaszcza dla doktorantów pierwszego roku studiów. Organizatorom nie udało się uniknąć tutaj drobnego potknięcia. O ile znane i cenione osoby dopisały, o tyle napoje i towarzyszące im dodatki już nie. Przysłowiowe „załapanie się" na kubeczek wody wymagało nie lada doświadczenia w umie-

jętnym kolejkowaniu się i strategicznym zajęciu pozycji na długo przed przybyciem cateringu. Na tym tle znakomicie wypadło ESO, które jako gość pokazało organizatorom, jak takie przerwy powinny wyglądać. Promocja tej organizacji przerodziła się w stałe miejsce spotkań i dyskusji, co okazało się bardzo udanym posunięciem. Być może niezamierzonym, ale zapadającym głęboko w pamięć.

Część prelegentów postanowiła wyjść poza typowy kanon i urozmaicić swoje prezentacje humorystycznymi akcentami, anegdotami czy nietypowymi oszacowaniami. Jeżeli pewna dziedzina astronomii rozwija się dynamicznie i liczba publikacji podwaja się co roku, to kiedy wzrost ilości miejsca zajmowanego na półkach biblioteki przez drukowane wersje osiągnie prędkość światła? Na tym polu godny wyróżnienia jest „najkrótszy wykład" w historii przedstawiony przez Marię Teresę Ruiz. Słuchacze, spodziewając się po zaproszonej 45 min być może mało ciekawego, przeglądowego wykładu na temat niezbyt jasnych gwiazd, nie byli na pewno przygotowani na to, iż po minucie będzie już po wszystkim. Pierwszy, tytułowy slajd przedstawiał pytanie: „Czy gwiazdy o niskiej jasności mają znaczenie?". Drugi był dość krótki i treściwy: „TAK". Na tym historia mogłaby się oczywiście skończyć, jednak prelegentka zdecydowała się uzasadnić swoje stanowisko. Takie podejście oraz fakt, iż typowy wykład trwał 15 min plus dodatkowe kilka na pytania spowodowały, że naprawdę trudno byłoby się nudzić. Sytuacja wyglądała inaczej i zdarzało nam się żałować, że nie możemy być w dwóch miejscach jednocześnie.

„Najkrótszy wykład" Marii Teresy Ruiz. Fot. Krzysztof Hełminiak

Organizatorzy poza zapewnieniem doskonałej lokalizacji i sprawną obsługą uczestników oraz przemyślanym rozplanowaniem tak wielu sesji, zadbali także o kilka dodatkowych atrakcji. Jedną z nich była kolacja pożegnalna zorganizowana na środkowej stacji kolejki prowadzącej na Głowę Cukru. Jest to jedno z bardziej znanych miejsc, ze względu na piękny widok roztaczający się na miasto oraz ocean. Zakończenie wieczoru zostało ukoronowane brazylijską muzyką graną na żywo i krótkim kursem samby. Stanowiło to doskonałe uzupełnienie formalnej części i możliwość bliższego, prywatnego poznania wielu osób. Kolejnym niezapomnianym przeżyciem był udział części uczestników konferencji w meczu piłki nożnej na słynnym stadionie Maracana. Brazylijczycy zaszczepili w nas na co najmniej 90 min uwielbienie do ich narodowego sportu. W trakcie przerwy na telebimach wyświetlił się napis z pozdrowieniami dla wszystkich uczestników General Assembly of IAU.

Polscy doktoranci na stadionie Maracana. Fot. Krzysztof Hełminiak

Nasz wyjazd na XXVII Ogólne Zgromadzenie Międzynarodowej Unii Astronomicznej okazał się niezapomnianym przeżyciem, nie tylko ze względu na wspaniałe miejsce, kopalnię ciekawych wykładów i prezentacji, ale także z powodu licznych nowych i bardzo cennych znajomości, dyskusji i planów, które być może zaowocują w niedalekiej przyszłości.

Milena Ratajczak
Piotr Sybilski

Jesteśmy uczestnikami pierwszego roku studiów doktoranckich w Centrum Astronomii Mikołaja Kopernika PAN w Toruniu. Nasz udział w zjeździe został sfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego i Budżetu Państwa w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego, Działania 2.6 "Regionalne Strategie Innowacyjne i transfer wiedzy" projektu własnego Województwa Kujawsko-Pomorskiego "Stypendia dla doktorantów 2008/2009 - ZPORR".

Jak przyroda nas oszukuje, czyli o prędkościach nadświetlnych

Nie wszyscy są biegli w posługiwaniu się szczególną teorią względności Einsteina, ale każdy chyba słyszał, że nie ma prędkości nadświetlnych, czyli większych od prędkości światła.

Im większa prędkość, tym wolniej płynie czas w poruszającym się układzie zdaniem zewnętrznego obserwatora. Dzięki temu nietrwałe cząstki — miony — powstające na przykład wysoko w atmosferze ziemskiej mogą pokonać znaczną drogę, a nawet dotrzeć do powierzchni Ziemi i nie zdążą się rozpaść, ponieważ czas dla nich niemal zastygł. Osiągnięcie prędkości światła to właściwie zamrożenie czasu i prędzej poruszać już się nie da. Proszę więc wyobrazić sobie zdziwienie, z jakim astronomowie zaobserwowali po raz pierwszy ruch z prędkością przekraczającą kilkukrotnie prędkość światła.

W rzeczywistości jest to jedno z dobrze znanych oszustw przyrody, takich jak pozorne ugięcie łyżeczki po zanurzeniu jej do połowy w szklance z herbatą. Łyżeczka nie zgina się, ale promienie świetlne poruszają się inaczej w powietrzu, a inaczej w herbacie, co powoduje ten dziwny efekt. Podobnie jest właśnie z tą nadświetlną prędkością, a jej wystąpienie było nawet przewidziane (przez Martina Reesa w 1966 r.) zanim wykonano te obserwacje.

Zjawisko zaobserwowano po raz pierwszy w 1971 r. (dokonał tego Irvin Shapiro i jego współpracownicy), a w latach 70. znano już liczne przykłady tego zjawiska. Wygląda to następująco.

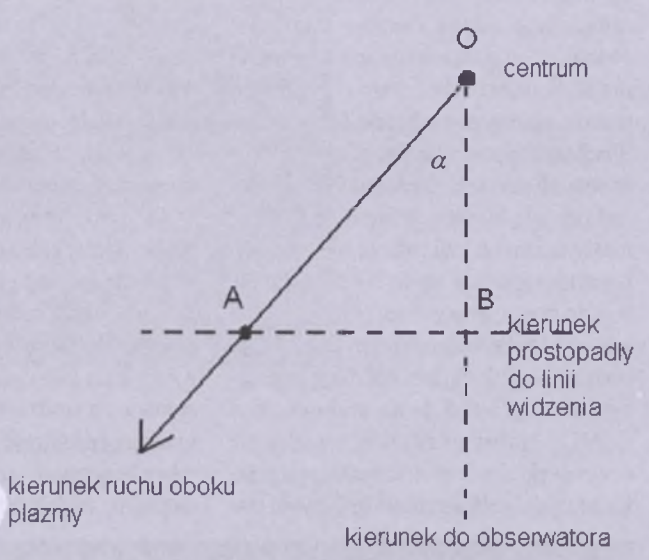
Sporządza się dwie mapy radiowe obiektu w odstępie, powiedzmy, jednego roku. Na jednej mapie widzimy jedną jasną plamę. Na późniejszej mapie widzimy znów tę samą plamę, w tym samym miejscu, ale dodatkowo jeszcze drugą. Sekwencja ujęć w ciągu kilku następnych lat pokazuje, że druga plama od tej pierwszej oddala się coraz bardziej. Obserwacja taka pozwala nam określić prędkość kątową oddalania się nowej plamy od starej. Jeżeli znamy odległość od nas do obserwowanego obiektu, to możemy przeliczyć tę prędkość na prędkość liniową i porównać z prędkością światła. Prędkość oddalania się jest znacznie większa.

Co to za tajemnicze obiekty mające taką przedziwną własność? To aktywne jądra galaktyk (te jaśniejsze znane też jako kwazary). W jądrze takiej odległej galaktyki znajduje się czarna dziura, a w stronę tej czarnej dziury opada materia. Część próbującej opaść materii rozpryskuje się, pomaga w tym pole magnetyczne. Epizody silniejszego wyrzutu plazmy występują niezbyt często, a wyrzucony obłok plazmy oddala się od centrum. I oddalający się obłok plazmy, i centrum świecą w różnych zakresach fal elektromagnetycznych, w tym także radiowo. Pomiar radiowy jest akurat najlepszy, ponieważ techniki interferometrii pozwalają na sporządzanie map o niezwykłej zdolności rozdzielczej. Jest to niezbędne, aby widzieć i wyrzucany obłok, i centrum, osobno, a odległości do aktywnych galaktyk są naprawdę duże.

Takie obiekty astronomiczne mogą wydawać się nieco egzotyczne, choć astronomowie zdążyli się do nich przyzwyczaić. Znamy tysiące aktywnych galaktyk i część (ale niewielka) wykazuje to zjawisko. W dodatku samo zjawisko można łatwo zrozumieć i wcale w tym celu nie trzeba uczyć się teorii względności, wystarczy prosta geometria.

Ilustracja problemu jest przedstawiona na rysunku. Z centrum O pod kątem α do obserwatora wylatuje mały obłok plazmy o prędkości v. Obłok w miarę upływu czasu t oddala się od centrum, przebywając drogę vt (odcinek OA). Odległość, jaką zmierzy obserwator, będzie jednak mniejsza, bo pomiar zostaje dokonany na sferze niebieskiej, i będzie równa AB, czyli $vt\ \sin\alpha$.

Światło, wysyłane przez obłok, docierać będzie do obserwatora z prędkością światła c.



Droga promienia światła w chwili odłączenia się od centrum będzie D, a czas dotarcia sygnału będzie $t_1 = D/c$. Później, w kolejnej chwili t, ta droga będzie krótsza o odcinek OB, czyli równa $(D - vt\cos\alpha)$, a czas dotarcia kolejnego sygnału równy $(D - vt\cos\alpha)/c + t$. Stąd już możemy wyznaczyć obserwowaną prędkość poprzeczną mierzoną przez astronoma jako różnicę położenia podzieloną przez różnicę czasu:

$$v_{obs} = vt\sin\alpha/((D - vt\cos\alpha)/c + t - D/c),$$

co po prostych przekształceniach daje

$$v_{obs} = v\sin\alpha/(1 - v/c\cos\alpha).$$

Jeżeli prędkość obłoku v jest znacznie mniejsza od prędkości światła, to obserwowana prędkość będzie też mała. Ale jeżeli prędkość obłoku plazmy jest praktycznie równa prędkości światła, a kąt α jest na przykład równy 10 stopni, to zmierzona przez astronoma prędkość oddalania się obłoku

plazmy od centrum będzie 11-krotnie większa od prędkości światła!

Oczywiście, jeżeli chcemy przeprowadzić dokładną analizę zjawiska, to już musimy użyć szczególnej teorii względności, uwzględniającej także zmianę jasności spowodowaną ruchem obłoku. Za to dokładna analiza zjawiska pozwala nam wyznaczyć niezależnie prawdziwą prędkość obłoku plazmy oraz kąt pomiędzy jego kierunkiem ruchu a kierunkiem do obserwatora. Sam wzór na mierzoną prędkość jest jednak poprawny i tak samo wygląda jak ten, otrzymany w ramach ścisłej teorii.

Jednym z dwóch pierwszych kwazarów, w którym zaobserwowano zjawisko prędkości nadświetlnej, był kwazar 3C 273 — zarazem pierwszy obiekt, którego widmo promieniowania wcześniej zrozumiano, czyli zmierzono przesunięcie ku czerwieni, co pozwoliło określić jego odległość (drugim obiektem, badanym w tym samym czasie, był kwazar 3C 279 i w nim efekt był jeszcze wyraźniejszy). To względne przesunięcie ku czerwieni wynosi 0,158. Odpowiada to odległości 750 Mps. Mierzone odległości kątowe na mapie radiowej muszą być znacznie mniejsze od sekund łuku. Dlatego odkrycie to było możliwe tylko po wprowadzeniu techniki obserwacyjnej VLBI (ang. Very Long Baseline Interferometry). Później, w roku 1994, podobny efekt nadświetlnej prędkości zaobserwowano także w obiekcie w naszej galaktyce — w mikrokwazarze GRS 1915+105. Wyznaczone prawdziwe prędkości plazmy są tak bliskie prędkości światła, że charakteryzuje się je nie przez podanie samej prędkości v, a przez podanie czynnika Lorentza zdefiniowanego jako $1/(1-v^2/c^2)^{1/2}$. Obecnie znamy ponad 100 obiektów z nadświetlnymi prędkościami (tak to się nadal tradycyjnie określa), a zmierzone wartości tego czynnika w różnych aktywnych galaktykach mają wartości typowo od kilku do kilkunastu, czyli prawdziwa prędkość jest ok. 0,99 prędkości światła. Rekordzistą prędkości w wyrzucanej plazmie jest na razie kwazar PKS 1510-089, o obserwowanej prędkości 46 razy większej od prędkości światła. W tym przypadku prawdziwa prędkość to 0,9998 prędkości światła!

Zatem naprawdę nie ma ruchu z prędkością większą od prędkości światła, a tylko iluzja takiego zjawiska, tak jak Słońce nie zamienia się nagle częściowo w łuk tęczy. Przyroda nas oszukuje, jak dobry iluzjonista, i musimy uważać.

Bożena Czerny

Konkurs „A jednak się kręci"

Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie, Centrum Fizyki Teoretycznej PAN oraz Instytut Fizyki Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie ogłosiły konkurs dla szkół pt. „A jednak się kręci", w którym będą cenne nagrody dla szkół i dla nauczycieli. Zadaniem konkursowym jest przygotowanie i przeprowadzenie cyklu zajęć o tematyce astronomicznej związanej z badaniami kosmicznymi itp. Ze względu na bardzo krótki termin rozstrzygnięcia konkursu prosimy zainteresowanych o kontakt z organizatorami pod adresem: **rok2009@astro.as.up.krakow.pl**

Więcej informacji: www.malopolska.astronomia2009.pl

Konkurs astronomiczny dla wszystkich!

„Przewodnik astronomiczny po Polsce"

Zapraszamy wszystkich do wzięcia udziału w konkursie „Przewodnik astronomiczny po Polsce". Konkurs polega na opisaniu wybranego miejsca lub obiektu astronomicznego, jakie można znaleźć na terenie naszego kraju. Opis powinien zawierać wszelkie informacje przydatne turystom chcącym odwiedzić dane miejsce, tj. lokalizację, zasady dostępu dla publiczności, historię, stan obecny itp. Przedmiotem opisu mogą być wszelkie miejsca i obiekty związane z astronomią lub badaniami Kosmosu. Takimi obiektami mogą być na przykład: obserwatoria, planetaria, muzea z ekspozycją astronomiczną, pomniki, zegary słoneczne, miejsca spadku meteorytów itp.

Organizatorami konkursu są: Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Centrum Astronomii im. M. Kopernika PAN oraz Instytut Fizyki Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie. Nagrodą główną jest kolekcjonerski zestaw srebrnych numizmatów „Systema Solare" przedstawiających nasz Układ Słoneczny, wyemitowany specjalnie z okazji Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 przez Skarbiec Mennicy Polskiej.

Unikatowa kolekcja dziewięciu srebrnych numizmatów prezentuje znane planety Układu Słonecznego oraz jego gwiazdę centralną — Słońce. Kolekcję otwiera numizmat z wielobarwnym wizerunkiem naszej macierzystej planety — Ziemi (TERRA), kolejne to Merkury (MERCURIUS), Wenus (VENUS), Mars (MARS), Jowisz (JUPITER), Saturn (SATURNUS), Uran (URANUS) i Neptun (NEPTUNUS). Ostatni numizmat z serii, poświęcony Słońcu (SOL), będzie platerowany złotem.

Konkurs trwa do końca roku 2009, opisy i ilustracje fotograficzne (maksymalnie 5 sztuk) należy przysłać do 31 XII na adres rok2009@astro.as.up.krakow.pl z dopiskiem „przewodnik". List powinien zawierać tekst w formie pliku komputerowego (*.doc) oraz pliki graficzne w formacie jpg lub gif. Po zakończeniu konkursu nadesłane prace zostaną wykorzystane w publikacji „Astronomicznego przewodnika po Polsce" w wersji internetowej lub książkowej.

Więcej informacji na stronie:
www.malopolska.astronomia2009.pl

Wielebny Jeremiah Horrocks (1618—1641)

Jeremiah Horrocks (albo Horrox) — niemal zapomniany astronom angielski (podobnie jak Thomas Harriot; zob. „Urania–PA" nr 5/2009) — urodził się około 1617 r. w Toxteth Park (obecnie Merseyside); zmarł tamże.

W latach 1632—1635 pobierał nauki w College'u Emmanuela Uniwersytetu w Cambridge. Następnie pracował jako nauczyciel domowy w rodzinnym Toxteth Park i w Hoole w pobliżu Liverpoolu. W Hoole też, w Lancashire, objął w 1639 r. parafię.

Mimo młodego wieku samodzielnie zaznajomił się z podstawowymi pracami astronomicznymi, poczynając od starożytności aż do czasów mu współczesnych.

W ciągu swego niezbyt długiego życia Horrocks zajmował się wieloma problemami astronomicznymi. Był niezmordowanym oraz starannym obserwatorem dbającym o największą w tamtych czasach dokładność pomiarów, jednak ich, niestety, nie publikował. Korzystając z hipotezy (trzech praw) Keplera (1571—1630) o siłach poruszających planety wokół Słońca, dokonał pewnych drobnych zmian w keplerowskich elementach orbit (w szczególności orbity Wenus). Ponadto Horrocks uważał, iż planety przyciągają się nawzajem, a także oddziaływają siłą przyciągania na Słońce, które jednak dzięki swej dużej masie pozostaje nieruchome. Był więc poniekąd prekursorem idei grawitacji opracowanej przez Izaaka Newtona (1643—1727). Jeśliby więc Horrocks nie zmarł tak wcześnie, to zapewne potrafiłby stworzyć coś znacznie wartościowszego!

Jeremiah Horrocks skorygował również tablice ruchu planet, w tym *Tablice Rudolfińskie* w opracowaniu Keplera, polepszył ich dokładność i na nowo określił elementy orbit planetarnych. Dzięki temu przewidział moment przejścia Wenus przed tarczą Słońca w 1639 r. Obserwował to razem z przyjacielem Williamem Crabtreem. Horrocks był zatem pierwszym astronomem obserwującym to zjawisko. Na podstawie swej efemerydy (niedziela, 24 XI 1639 r.) zmierzył średnicę kątową Wenus, rzutując obraz Słońca na ekran przez tzw. *camera obscura*. Jednak najprawdopodobniej przegapił moment pierwszego kontaktu, a ponadto metodą tą nie mógł odkryć atmosfery Wenus. Mimo to zyskał bardzo dobry wynik: 76" ± 4" (średnicy kątowej), uściślił elementy orbity Białej Planety, jak również określił paralaksę Słońca na około 14", która to wartość przez długi czas była uważana za najlepszą. Napisał też krótki traktat na temat zjawiska przejścia Wenus przed tarczą Słońca, jednak na skutek przedwczesnej śmierci astronoma traktat ten pozostawał nieznany aż do 1662 r., kiedy to opublikował go... Jan Heweliusz (1611—1687). Mamy zatem akcent polski w dziele Wielebnego Horrocksa.

Pierwsza obserwacja tranzytu planety Wenus przed tarczą słoneczną przewidziana i obserwowana przez Jeremiaha Horrocksa 24 listopada 1639 r. Źródło: Wikipedia

Jeremiah Horrocks był też wielkim zwolennikiem Keplera i jednym z najważniejszych osiągnięć Wielebnego było udoskonalenie teorii ruchu Księżyca. Podobnie jak Kepler, Horrocks wyszedł z założenia, że orbita księżycowa jest eliptyczna oraz należy uwzględniać perturbacje ze strony Słońca, które powodują nierównomierności w ruchu Srebrnego Globu. Po serii obserwacji Księżyca w różnych jego fazach mógł poprawić pewne stałe dla niektórych nierównomierności ruchu księżycowego, a także wyjaśnić jedną z nierównomierności w długości selenograficznej, tzw. ewekcję, dzięki odkryciu ruchu linii apsyd orbity księżycowej oraz zmienności mimośrodu orbity. Teoria Horrocksa została wykorzystana przez Johna Flamsteeda (1646—1719) dla sporządzenia tablic ruchu Księżyca. Udoskonalona przez Newtona była stosowana aż do połowy XVIII w.

Horrocks (i Thomas Street, autor *Astronomia Carolina*) interesowali się szczególnie trzecim prawem Keplera, wykorzystując je dla określania względnych odległości planet z łatwiejszych do wyznaczenia ich okresów obiegów wokół Słońca.

Horrocks starał się też zmodyfikować teorię magnetyczną Keplera w ujęciu dynamiki Galileusza. Nie osiągnął znacznego postępu, niemniej jednak ostatecznie ją zanegował.

Zajmował się również teorią ruchu komet (zwłaszcza komety z 1577 r.), który początkowo rozpatrywał jako ruch po prostej odkształcanej oddziaływaniem magnetycznym Słońca. Teorię tę rozwijał potem John Wallis.

Horrocks nie publikował, niestety, swoich badań i obserwacji, w czym pozostawał podobny do swego poprzednika Thomasa Harriota. Dopiero w latach 1672—1673 Królewskie Towarzystwo Londyńskie wydało jego prace. Mimo swojego nader krótkiego życia Wielebny Jeremiah Horrocks miał przecież imponujące osiągnięcia w dziedzinie astronomii.

T. Zbigniew Dworak

Literatura

Encyclopaedia Britannica.

Kołczinski I. G., Korsuń A. A., Rodriguez M. G.: *Astronomy. Biograficzeskij sprawocznik*. Naukowa Dumka, Kijew 1977.

Ley W.: *W niebo wpatrzeni (Nieoficjalna historia astronomii od Babilonu do ery kosmicznej)*. Przełożyli: Ewa Kosińska i Bronisław Orłowski, PIW, Warszawa 1984.

North J.: *Historia astronomii i kosmologii*. Przełożyli: Tadeusz Dworak i Tamara Dworak, Wyd. „Książnica", Katowice 1997.

ASTROKRAK

F.P.U.H. **ASTROKRAK**, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
e-mail: astrokrak@astrokrak.pl - **www.astrokrak.pl**
tel.: **(12) 413 55 26**, fax: (12) 417 31 81
sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15

DOŁĄCZ DO GRONA ODKRYWCÓW Już czwarta supernowa została odkryta naszym teleskopem!

BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90	999.00
Refraktor R-102	1899.00
Refraktor R-127L	2699.00
Refraktor R-127S	2899.00
Refraktor R-152	3499.00
Newton N-130	1099.00
Newton N-150	1699.00

ORION

SERIA SKYVIEW PRO
(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem, GO-TO lub Intelliscope)

Refraktor 80mm ED APO	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO	od 9250.00
Refraktor 120mm	od 3350.00
Maksutow 127mm	od 3350.00
Maksutow 150mm	od 4450.00
Maksutow 180mm	od 5999.00
Newton 203mm	od 3350.00

SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION

7x50	485.00
10x50	495.00

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (4-40mm/1,25")	od 95.00
RKE (26-40mm/2")	od 195.00
Barlow 2x/1,25"	95.00
Barlow 2x/2"	299.00

SERIA MT - nowe ceny!!!
(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm	999.00
MT-750 152mm	1450.00
MT-800 200mm	1999.00

Sky-Watcher

TELESKOPY - najniższe ceny!!!

Newton 114mm EQ2	595.00
Newton 130mm EQ2	695.00
Newton 150mm EQ3-2	1235.00
Dobson 8" Classic	1075.00
Dobson 8" Pyrex	1275.00

ANTARES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25")	od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25")	od 250.00
Erfla (30-52mm/2")	od 315.00
Szerokokątne (67°/5,7-25mm)	od 299.00
Szerokokątne (82°/7,5-18mm)	od 499.00
Barlow 2x/1,25	105.00
Barlow 1,6x/2"	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25")	525.00

NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25"	105.00
90° 1,25"/1,25"	125.00
45° M42x1/1,25"	125.00
90° M42x1/1,25"	145.00
90° 2"/2" 98%	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.	625.00

FILTRY

ALP 1,25"	199.00
ALP 2"	350.00
ND 13 1,25" (szary)	45.00
ND 13 2" (szary)	105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25"	285.00
Kolorowe 7 szt. 2"	475.00

MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200R GPS
(Teleskopy Ritchey-Chrétiena na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm)	13925.00
10" (254mm)	18925.00
12" (305mm)	23850.00
14" (356mm)	35995.00
16" (406mm)	69500.00

SERIA LDX-75
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor)	5075.00
6" (152mm refraktor)	6095.00
6" (152mm Schmidt-Newton)	5175.00
8" (203mm Schmidt-Newton)	6125.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain)	8325.00
10" (254mm Schmidt-Newton)	6925.00

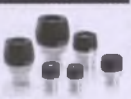
SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe
(Teleskopy kratownicowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm	2049.00
Newton 254mm	2699.00
Newton 305mm	4249.00
Newton 406mm	9999.00

Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm)	od 499.00
SWA (68°/16-40mm)	od 899.00
UWA (82°/4,7-30mm)	od 1050.00



SERIA ETX
(Teleskopy Maksutowa na montażu widłowym z systemem GO-TO)

90PE (90mm)	3889.00
105PE (105mm)	4899.00
125PE (125mm)	5995.00

KAMERY CCD
(Z oprogramowaniem Autostar Suite)

LP Imager	550.00
DS Imager	1525.00
DS Imager Pro	1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3	799.00

CORONADO

TELESKOPY I FILTRY SŁONECZNE Hα
Już od 2825.00

LUMICON

OKULARY PODŚWIETLANE
(Z krzyżem nitek)

12,5mm ortoskop.	585.00
25mm Kellner	275.00

FILTRY MGŁAWICOWE

Deep Sky 1,25"	375.00
Deep Sky 2"	730.00
UHC 1,25"	375.00
UHC 2"	730.00
OIII 1,25"	375.00
OIII 2"	730.00
H-Beta 1,25"	375.00
H-Beta 2"	730.00
Comet 1,25"	375.00
Comet 2"	730.00

NASADKI KĄTOWE

Enhanced 1,25"	365.00
Enhanced 2"	695.00
LumiBrite 1,25" 98%	550.00
LumiBrite 2" 98%	875.00

KSIĄŻKI I ATLASY

Uranometria tom I i II	179.00
Pocket Sky Atlas	89.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Deluxe	179.00
Sky Atlas 2000.0 wersja Field	199.00
Atlas of the Moon	135.00

MAPY I GLOBUSY

Obrotowa mapa nieba	8.00
Karta Messiera	13.00
Karta Caldwella	13.00
Mapa Księżyca	13.00
Globus Księżyca	225.00

OPROGRAMOWANIE

Starry Night Pro+	1050.00
Starry Night Pro	650.00
Starry Night Enth.	335.00
CoolSky 2.0	39.00
MaxIm DL	1250.00
SkyMap Pro	375.00
SkyChart III	169.00
Desktop Universe	825.00
Sky Tools 2 CD	425.00

SKY PUBLISHING

ASTROKRAK

TELESKOPY I AKCESORIA

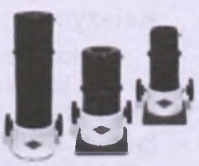
Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze od 250 do 600mm. Zbudowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS	49.00
M42/Nikon	49.00
M42/T2	45.00
1,25"/M42	35.00
2"/M42	45.00
M42/web kamera	45.00
L-adapter mały	20.00
L-adapter duży	25.00

WYCIĄGI OKULAROWE
(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)

Obrotowy 1,25"	115.00
Przesuwny 1,25"	195.00
Przesuwny 2"	275.00



Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na *www.astrokrak.pl*

Rok 2010

W roku 2010 wystąpią dwa zaćmienia Słońca: obrączkowe, widoczne 15 stycznia na Oceanie Indyjskim, oraz całkowite, widoczne 11 lipca na południowym Pacyfiku. Obydwa zaćmienia będą niewidoczne w Polsce. Dojdzie także do dwóch zaćmień Księżyca: częściowego 26 czerwca, niewidocznego w Polsce, oraz całkowitego 21 grudnia, widocznego w Polsce przy zachodzie Księżyca.

W 2010 roku do Słońca zbliży się 36 znanych komet, z których aż sześć będzie można obserwować przez większe lornetki.

Styczeń

Słońce

Ziemia w swym ruchu po orbicie okołosłonecznej znajdzie się najbliżej Słońca 3 stycznia o 0^h, a zatem Słońce będzie wtedy w perygeum w odległości około 147 mln km. Dni stają się coraz dłuższe. W Warszawie 1 stycznia Słońce wschodzi o 6^h45^m, zachodzi o 14^h34^m, a 31 stycznia wschodzi o 6^h19^m, zachodzi o 15^h21^m. W styczniu Słońce wstępuje w znak Wodnika.

W dniu 15 stycznia wystąpi obrączkowe zaćmienie Słońca, niewidoczne w Polsce.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2010	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
I 1	2,10	–3,01	32,87
3	1,13	–3,24	6,53
5	0,17	–3,47	340,19
7	–0,80	–3,69	313,85
9	–1,76	–3,91	287,51
11	–2,72	–4,12	261,18
13	–3,67	–4,33	234,84
15	–4,61	–4,54	208,51
17	–5,55	–4,73	182,17
19	–6,47	–4,93	155,84
21	–7,38	–5,11	129,51
23	–8,28	–5,29	103,17
25	–9,16	–5,46	76,84
27	–10,03	–5,63	50,51
29	–10,88	–5,79	24,17
I 31	–11,71	–5,94	357,84

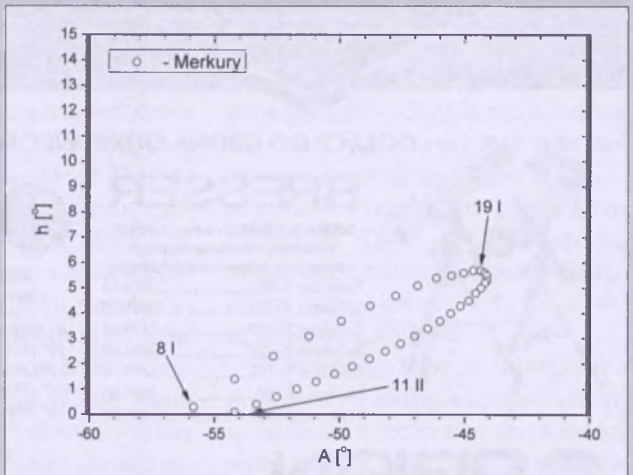
P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$3^d11^h54^m$ i $30^d20^h04^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie stycznia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $7^d10^h40^m$, nów $15^d07^h11^m$, pierwsza kwadra $23^d10^h53^m$ i pełnia $30^d06^h18^m$. W perygeum Księżyc znajdzie się 1 stycznia o 20^h34^m, w apogeum 17 stycznia o 1^h40^m i ponownie w perygeum 30 stycznia o 9^h03^m.



Rys. 1. Merkury nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w styczniu i lutym 2010 na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca)

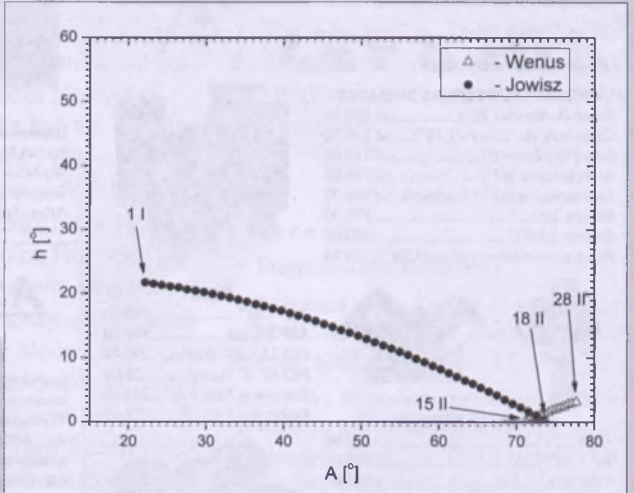
Planety, planety karłowate i planetoidy

Prawie przez cały styczeń nad ranem można oglądać **Merkurego**, świecącego nisko nad południowo-wschodnim horyzontem. Maksymalną wysokość, wynoszącą prawie 6°, planeta osiągnie w dniu 19 stycznia, świecąc wtedy z jasnością $0{,}2^m$. Przez teleskop można w tym okresie zobaczyć tarczę Merkurego o średnicy 8" w fazie zbliżonej do kwadry.

Wenus znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczna.

Mars widoczny jest przez całą noc na pograniczu gwiazdozbiorów Lwa i Raka, świecąc z jasnością $-1{,}3^m$. W dniu 29 stycznia o 19^h48^m planeta znajdzie się w opozycji do Słońca, natomiast już 27 stycznia o 18^h44^m nastąpi największe zbliżenie Marsa do Ziemi na odległość 99 331 411 km. Średnica tarczy planety osiągnie wtedy 14", co umożliwi obserwacje szczegółów powierzchniowych przez niewielkie teleskopy amatorskie. W obserwacjach pomocne będzie położenie Marsa wysoko na nocnym niebie, w momencie górowania osiągające aż 60° nad horyzontem.

Jowisza możemy próbować odnaleźć wieczorem nisko nad południowo-zachodnim horyzontem, jednak o ile na po-

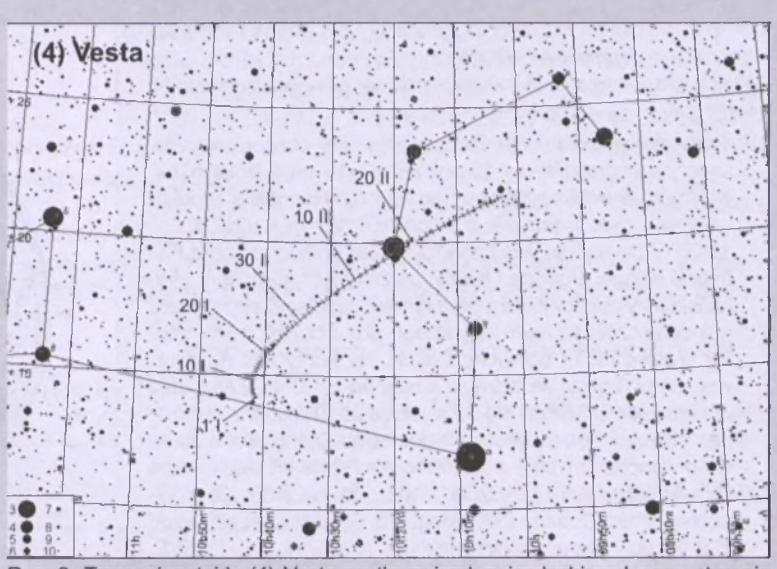


Rys. 2. Wenus i Jowisz nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w styczniu i lutym 2010 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

czątku stycznia jego wysokość, mierzona pod koniec zmierzchu cywilnego, wynosi prawie 22°, o tyle pod koniec miesiąca zmniejszy się do zaledwie 11°, co spowoduje, że planeta, pomimo jasności –2^m, będzie ginąć w blasku zorzy wieczornej.

W drugiej połowie nocy, w gwiazdozbiorze Panny, widoczny jest **Saturn,** jako „gwiazda" o jasności 0,8^m. Przez teleskop zobaczymy coraz lepiej widoczny system pierścieni planety.

Wieczorem można próbować odnaleźć **Urana**, świecącego na granicy gwiazdozbiorów Ryb i Wodnika z jasnością 5,9^m, jednak jego wysokość nad horyzontem (mierzona pod koniec zmierzchu astronomicznego, czyli dwie godziny po zachodzie Słońca) zmniejsza się w ciągu miesiąca od ponad 30° do zaledwie 17°. **Neptun** znajduje się na niebie prawie 30° niżej, co przy jasności zaledwie 8^m sprawia, że jego obserwacja jest już niemożliwa.



Rys. 3. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w styczniu i lutym 2010 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)

Planeta karłowata **(134340) Pluton** wschodzi nad ranem niedługo przed wschodem Słońca i jest niewidoczna, ginąc w blasku zorzy porannej.

W styczniu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida (jaśniejsza od 9,0^m):

(4) Vesta, (jasność 6,5^m): 1 I: 10^{h}40,7^m, +14°13'; 11 I: 10^{h}41,2^m, +14°57'; 21 I: 10^{h}38,8^m, +16°00'; 31 I: 10^{h}33,4^m, +17°17'.

Meteory

W dniach od 1 do 5 stycznia promieniują **Kwadrantydy** (**QUA**). Maksimum aktywności spodziewane jest 3 stycznia. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne rekt. 15^{h}18^m, dekl. +49°. Nazwa roju pochodzi od nieistniejącego już na dzisiejszych mapach gwiazdozbioru *Quadrans Muralis*, umieszczonego w początkach XIX w. na granicy gwiazdozbiorów Smoka, Herkulesa i Wolarza. W wieczornych obserwacjach Kwadrantydów w tym roku nie będzie przeszkadzał Księżyc zbliżający się do ostatniej kwadry.

* * *

1^{d}02^h Złączenie Jowisza z Neptunem w odl. 2°.

1^{d}18^h Minimalna libracja Księżyca (0,6°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

1^{d}20^{h}11^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

3^{d}00^h Ziemia w peryhelium na swej okołosłonecznej orbicie w odl. 147 mln km od Słońca.

3^{d}07^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 7°.

4^d Gwiazda zmienna długookresowa R Aqr (miryda) (23^{h}43,8^m, –15°17') osiąga maksimum jasności (6,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2003].*

4^{d}01^h Złączenie gwiazdy Regulus (α Leo) z Księżycem w odl. 4°.

4^{d}18^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.

5^{d}08^h Złączenie Merkurego z Wenus w odl. 3°.

6^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

6^{d}14^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 8°.

6^{d}16^{h}37^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

7^{d}02^{h}07^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

7^{d}22^h Złączenie gwiazdy Spica (α Vir) z Księżycem w odl. 4°.

8^{d}03^h Maksymalna libracja Księżyca (9,9°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).

8^{d}16^{h}18^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

9^{d}21^{h}25^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

11^{d}14^h Złączenie gwiazdy Antares (α Sco) z Księżycem w odl. 0,5°.

11^{d}21^h Wenus w koniunkcji górnej ze Słońcem.

12^{d}03^{h}19^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

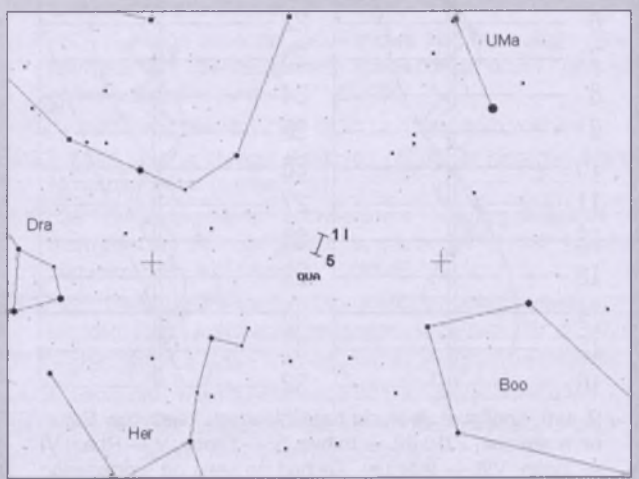
13^{d}04^{h}31^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,4^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2005].*

13^{d}19^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 5°.

13^{d}20^{h}51^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

14^d Gwiazda zmienna długookresowa R Lep (miryda) (4^{h}59,6^m, –14°48') osiąga maksimum jasności (6,8^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2008].*

14^d Gwiazda zmienna długookresowa V CrB (miryda) (15^{h}49,5^m,



Rys. 4. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Kwadrantydów (QUA) w okresie od 1 do 5 stycznia

+39°34') osiąga maksimum jasności (7,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2005].*

14^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

14^{d}18^h Saturn nieruchomy w rektascensji.

15^d Obrączkowe zaćmienie Słońca. Pas fazy obrączkowej zaćmienia rozpocznie się 15 stycznia 2010 o godzinie 5^{h}14^m w Afryce, w pobliżu granicy Kamerunu z Republiką Środkowoafrykańską, w punkcie o współrzędnych φ = 6°59'N, λ = 15°39'E. Następnie pas przejdzie przez północną część Republiki Konga, Ugandę i Kenię, opuszczając kontynent afrykański przy granicy Kenii z Somalią. Następnie przejdzie przez północną część Oceanu Indyjskiego, „zahaczając" o południowy kraniec Indii i północny Cejlon. Na kontynent azjatycki wejdzie w Birmie, wkraczając następnie do Chin. Zaćmienie obrączkowe zakończy się 15 stycznia 2010 o godzinie 8^{h}59^m na wybrzeżu Morza Żółtego, na północ od Szanghaju, w punkcie o współrzędnych φ = 36°50'N, λ = 121°41'E. Maksimum zaćmienia wystąpi 15 stycznia 2010 o godzinie 7^{h}06^{m}33^s w północnej części Oceanu Indyjskiego, na południowy-zachód od Indii, w punkcie o współrzędnych φ = 1°37'N, λ = 69°17'E. Maksymalny czas trwania fazy obrączkowej w tym punkcie będzie wynosił aż 11^{m}07,8^s (następne tak długie zaćmienie obrączkowe wystąpi dopiero 23 grudnia 3043 r.!), wielkość fazy maksymalnej F=0,9190. W Polsce zaćmienie niewidoczne.

15^{d}09^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 0,5°.

15^{d}16^h Minimalna libracja Księżyca (1,4°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

15^{d}19^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

16^d Gwiazda zmienna długookresowa R LMi (miryda) (9^{h}45,6^m, +34°31') osiąga maksimum jasności (7,1^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2005].*

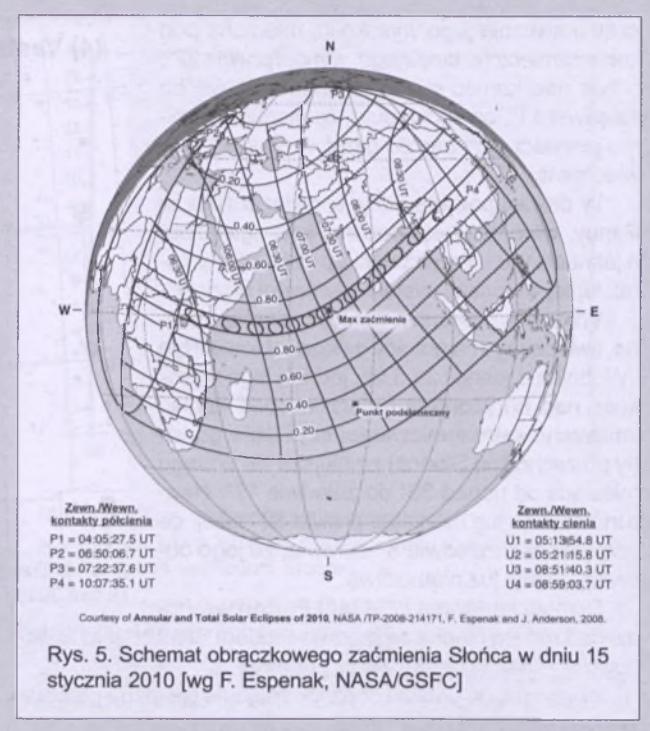
17^{d}21^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 3°.

18^{d}06^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 3°.

18^{d}19^{h}55^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

20^{d}04^{h}27^m Słońce wstępuje w znak Wodnika, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 300°.

Rys. 6. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w styczniu 2010 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo



Rys. 5. Schemat obrączkowego zaćmienia Słońca w dniu 15 stycznia 2010 [wg F. Espenak, NASA/GSFC]

20^{d}06^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 5°.

21^{d}01^{h}05^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

21^{d}21^{h}54^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

22^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

23^{d}11^h Maksymalna libracja Księżyca (10,1°) w kierunku krateru *Schickard* (zacieniony).

24^d Gwiazda zmienna długookresowa T Cep (miryda) (21^{h}09,6^m, +68°29') osiąga maksimum jasności (6,0^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2008].*

24^{d}18^{h}20^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

25^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cyg (miryda) (20^{h}19,6^m, +47°53') osiąga maksimum jasności (7,2^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2006].*

25^{d}23^{h}47^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

27^{d}08^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 24°45'.

27^{d}19^h Mars najbliżej Ziemi w odległości 99 331 411 km.

28^{d}05^{h}20^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

28^{d}23^{h}32^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

29^d Gwiazda zmienna długookresowa RT Cyg (miryda) (19^{h}43,6^m, +48°47') osiąga maksimum jasności (7,3^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2008].*

29^{d}20^h Mars w opozycji do Słońca.

29^{d}20^h Minimalna libracja Księżyca (2,1°) w kierunku *Sinus Iridium* (zacieniona).

30^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

30^{d}20^{h}15^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

31^{d}13^h Złączenie gwiazdy Regulus (β Leo) z Księżycem w odl. 5°.

Luty

Słońce

Dni stają się coraz dłuższe. Słońce wędruje po części ekliptyki położonej pod płaszczyzną równika niebieskiego, ale jego deklinacja wzrasta w ciągu miesiąca od –17° do –8°, w związku z czym dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 lutego Słońce wschodzi o 6^h17^m, zachodzi o 15^h23^m, a 28 lutego wschodzi o 5^h25^m, zachodzi o 16^h13^m. W lutym Słońce wstępuje w znak Ryb.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2010		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
II	1	–12,12	–6,01	344,67
	3	–12,93	–6,15	318,34
	5	–13,72	–6,28	292,01
	7	–14,49	–6,41	265,67
	9	–15,23	–6,52	239,34
	11	–15,96	–6,63	213,01
	13	–16,67	–6,73	186,67
	15	–17,35	–6,82	160,34
	17	–18,01	–6,91	134,00
	19	–18,65	–6,98	107,67
	21	–19,27	–7,04	81,33
	23	–19,86	–7,10	54,99
	25	–20,43	–7,15	28,65
	27	–20,97	–7,19	2,30
III	1	–21,49	–7,21	335,96

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$27^d04^h11^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie lutego, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $5^d23^h49^m$, nów $14^d02^h51^m$, pierwsza kwadra $22^d00^h42^m$ i pełnia $28^d16^h38^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $13^d02^h08^m$, a w perygeum $27^d21^h36^m$.

Planety, planety karłowate i planetoidy

W pierwszych dniach lutego, nad ranem, bardzo nisko nad południowo-wschodnim horyzontem można jeszcze próbować dostrzec **Merkurego**, który 1 lutego, na początku świtu cywilnego, wzniesie się na maksymalną wysokość niewiele przekraczającą 3°, co sprawi, że jego dostrzeżenie w blasku zorzy porannej będzie trudne, pomimo jasności równej $-0,1^m$. W kolejnych dniach wysokość planety nad horyzontem będzie szybko malała.

W połowie lutego wieczorem, bardzo nisko nad zachodnim horyzontem pojawia się **Wenus**, jednak pod koniec miesiąca, w godzinę po zachodzie Słońca, wznosi się na wysokość tylko 3°, toteż jej obserwacja, pomimo jasności wynoszącej $-3,9^m$, będzie praktycznie niemożliwa,

Nadal przez całą noc w gwiazdozbiorze Raka widoczny jest **Mars**. W związku z oddalaniem się od styczniowej opozycji maleje zarówno jasność, jak również średnica tarczy planety, wynosząc pod koniec miesiąca odpowiednio $-0,6^m$ i 12".

Na początku lutego wieczorem można jeszcze próbować dostrzec **Jowisza**, świecącego coraz niżej nad południowo-zachodnim horyzontem. O ile na początku miesiąca, godzinę po zachodzie Słońca, zobaczymy go na wysokości nieco ponad 10°, o tyle już w połowie lutego jego obserwacja stanie się niemożliwa.

Nadal w drugiej połowie nocy, w gwiazdozbiorze Panny, możemy obserwować **Saturna**, zbliżającego się do marcowej opozycji.

Uran i **Neptun** znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Planeta karłowata **(134340) Pluton** nadal wschodzi nad ranem niedługo przed wschodem Słońca i jest niewidoczna, ginąc w blasku zorzy porannej.

W lutym w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida (jaśniejsza od $9,0^m$):

(4) Vesta, (jasność $6,1^m$): 10 II: $10^h25,6^m$, +18°42'; 20 II: $10^h16,2^m$, +20°05'; 2 III: $10^h06,5^m$, +21°16'.

Meteory

W dniach od 15 lutego do 10 marca promieniują, należące do kompleksu Virginid, δ **Leonidy (DLE)**. Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 24 lutego. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne rekt. 7^h00^m, deki.+16°. W obserwacjach w tym roku będzie przeszkadzał zbliżający się do pełni Księżyc.

* * *

1^d Gwiazda zmienna długookresowa R UMa (miryda) ($10^h44,6^m$, +68°47') osiąga maksimum jasności ($7,0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2009]*.

$1^d21^h36^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

2^d Gwiazda zmienna długookresowa R Peg (miryda) ($23^h06,6^m$, +10°32') osiąga maksimum jasności ($7,0^m$).

2^d19^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 8°.

3^d Gwiazda zmienna długookresowa T Hya (miryda) ($8^h55,6^m$, –9°08') osiąga maksimum jasności ($7,0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2005]*.

$3^d20^h44^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

$3^d22^h57^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

4^d07^h Złączenie gwiazdy Spica (α Vir) z Księżycem w odl. 4°.

4^d23^h Maksymalna libracja Księżyca (10,2°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).

$5^d02^h39^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2005]*.

$5^d17^h22^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007]*.

7^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

7^d19^h Złączenie gwiazdy Antares (α Sco) z Księżycem w odl. 0,7°.

8^d Gwiazda zmienna długookresowa RS Lib (miryda) ($15^h24,3^m$, –22°55') osiąga maksimum jasności ($7,0^m$).

$8^d03^h09^m$ Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007]*.

8^d06^h Złączenie Wenus z Neptunem w odl. 1°.

$8^d21^h57^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

11^d Gwiazda zmienna długookresowa R Cyg (miryda) ($19^h36,8^m$, +50°12') osiąga maksimum jasności ($7,0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2007].*

$11^d02^h10^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

$11^d02^h35^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2008].*

12^d04^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 1°.

12^d06^h Minimalna libracja Księżyca (2,0°) w kierunku krateru *Mare Australe* (zacienione).

$13^d20^h26^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^m$ do $3,4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

$13^d23^h08^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

14^d Gwiazda zmienna długookresowa S Vir (miryda) ($13^h33,0^m$, –7°12') osiąga maksimum jasności ($7,0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2005].*

14^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

14^d04^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 3°.

14^d22^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 5°.

14^d23^h Neptun w koniunkcji ze Słońcem.

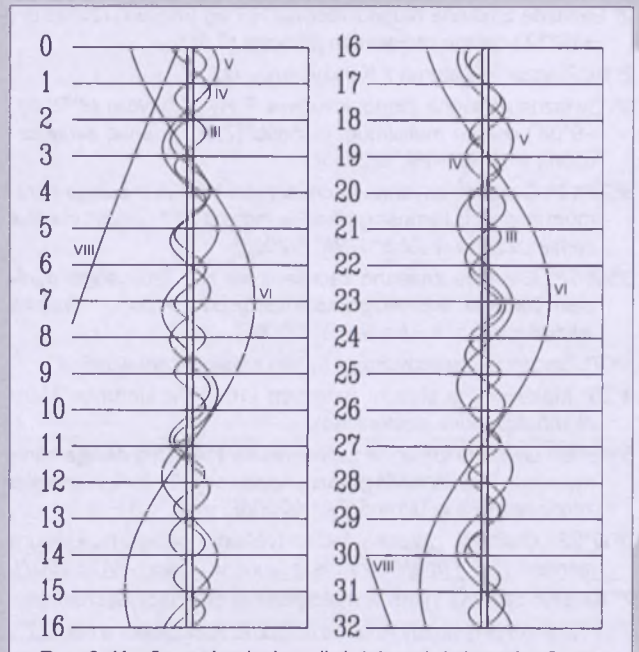
15^d02^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.

16^d13^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 5°.

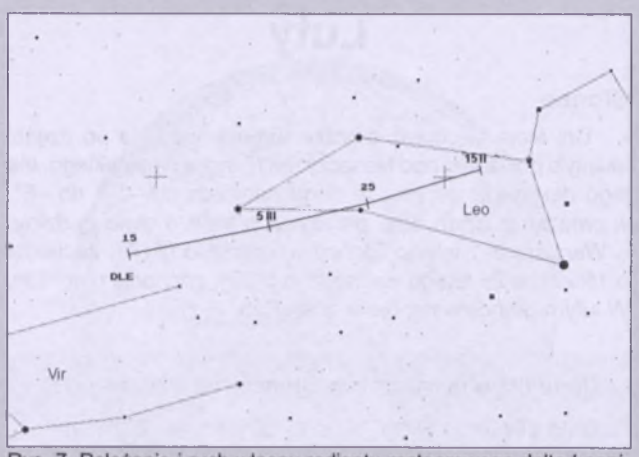
17^d02^h Złączenie Wenus z Jowiszem w odl. 0,5°.

$18^d18^h03^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

$18^d34^h48^m$ Słońce wstępuje w znak Ryb, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 330°.



Rys. 8. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w lutym 2010 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo



Rys. 7. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego delta-Leonidów (DLE) w okresie od 15 lutego do 15 marca

$19^d00^h20^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

20^d Gwiazda zmienna długookresowa R Psc (miryda) ($1^h30,7^m$, +2°52') osiąga maksimum jasności ($7,0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2006].*

20^d02^h Maksymalna libracja Księżyca (9,5°) w kierunku krateru *Schickard* (zacieniony).

$21^d19^h45^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

23^d Gwiazda zmienna długookresowa R Oph (miryda) ($17^h07,8^m$, –16°06') osiąga maksimum jasności ($7,0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2007].*

23^d Gwiazda zmienna długookresowa U Ori (miryda) ($5^h55,9^m$, +20°11') osiąga maksimum jasności ($7,0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2004].*

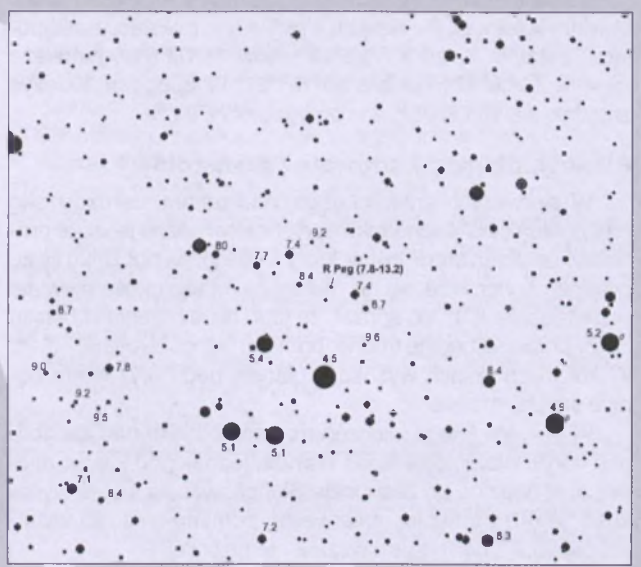
23^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

$25^d22^h17^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2007].*

26^d02^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 6°.

26^d21^h Minimalna libracja Księżyca (3,4°) w kierunku *Sinus Iridium* (zacieniona).

$27^d04^h32^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum



Rys. 9. Mapa gwiazdozbioru Pegaza do obserwacji gwiazdy zmiennej R Peg ($23^h06^m39,2^s$, +10°32'36"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

jasności (3,5^m) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2007].*

27^{d}14^h Złączenie Merkurego z Neptunem w odl. 2°.

27^{d}23^h Złączenie gwiazdy Regulus (α Leo) z Księżycem w odl. 5°.

28^{d}00^{h}47^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,4^m *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2005].*

28^{d}10^h Jowisz w koniunkcji ze Słońcem.

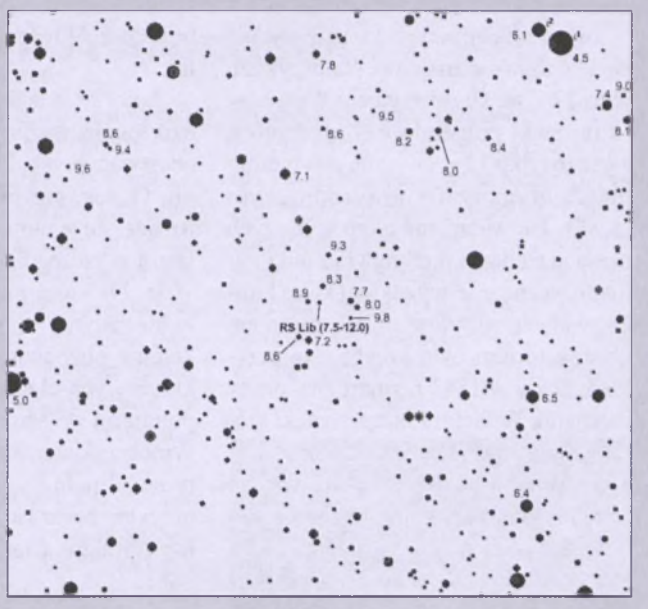
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w styczniu i lutym w Polsce „czasie zimowym", należy dodać 1 godzinę.

Momenty złączeń planet z Księżycem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ściężor



Rys. 10. Mapa gwiazdozbioru Wagi do obserwacji gwiazdy zmiennej RS Lib (15^{h}24^{m}19,8^s, –22°54'40"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

recenzje Uranii–PA

Jarosław Włodarczyk / Reimund Torge, *Astronomia w dawnym Wrocławiu. Ludzie i instrumenty*, Wydawnictwo UMCS Lublin 2009, s. 144.

Książka prezentuje wybrane epizody z historii astronomii w przedwojennym Wrocławiu. Koncentruje się zasadniczo na działalności Obserwatorium Astronomicznego, zlokalizowanego na Wieży Matematycznej głównego gmachu Uniwersytetu Wrocławskiego, od 1790 r. do końca XIX wieku. Zawiera też cenne informacje na temat późniejszych lokalizacji obserwatorium, wraz z genezą stacji obserwacyjnej w Białkowie. Ze wstępu dowiadujemy się ponadto o ciekawych związkach Wrocławia z Mikołajem Kopernikiem i Edmondem Halleyem. Zgodnie z podtytułem, prezentacja odbywa się poprzez opis losów niektórych ludzi i instrumentów obserwacyjnych związanych z tym miejscem.

Twórcy książki nie są klasyczną spółką autorską, która kolegialnie opracowuje wybrane zagadnienia. Na łamach tej samej książki połączyła ich podobna tematyka badawcza — astronomia w przedwojennym Wrocławiu. Dr hab. Jarosław Włodarczyk jest absolwentem astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego. Pracuje w Instytucie Historii Nauki PAN w Warszawie na stanowisku docenta i w Instytucie Bibliotekoznawstwa i Informacji Naukowej UMCS w Lublinie na stanowisku profesora nadzwyczajnego. Znany szeroko ze swojego talentu dydaktycznego, pasji popularyzatorskiej i erudycji, w 1995 r. został uhonorowany przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne Medalem im. Włodzimierza Zonna za osiągnięcia w popularyzacji astronomii. Dr inż. Reimund Torge studiował fizykę w Hanowerze, a doktoryzował się w Stuttgarcie. Od wielu lat związany jest z Instytutem Historii Uniwersytetu w Stuttgarcie.

Lwią część książki stanowią artykuły, rozszerzone i uzupełnione, opublikowane uprzednio w „Kwartalniku Historii Nauki i Techniki", „Schlesische Lebensbilder", „Unsichthare Hände" i „Rzeczpospolitej". Dzięki temu zabiegowi otrzymujemy najbogatszy, polskojęzyczny zbiór informacji o astronomii w dawnym Wrocławiu, a ulotne często publikacje mają szansę dotarcia do szerszego grona odbiorców.

Jaki obraz astronomicznego Wrocławia w XIX w. uwidacznia się na kartach tej książki? Czołowi astronomowie pruscy w ekspertyzie z 1895 r. zaliczyli Obserwatorium Wrocławskie do instytucji trzeciej kategorii, daleko za Berlinem i Poczdamem, ale też Królewcem, Getyngą i Bonn (s. 127). Nic więc dziwnego, że większość postaci opisanych w książce, poza odkrywcą Neptuna, Johannem G. Gallem, nie jest bliżej znana nawet historykom astronomii. A jednak Longinus A. Jungnitz, Ernst J. Scholtz, Palm H. L. P. von Boguslawski, Julius H. G. Franz, Leo J. E. Wutschichowsky, Alexander Wilkens i Erich Schoenberg zasługują, by o nich pamiętać.

Dzięki nim ukształtowała się i była kontynuowana tradycja prowadzenia obserwacji astronomicznych we Wrocławiu: wyznaczanie pozycji gwiazd, komet i planetoid, katalogowanie tychże, zakrycia gwiazd przez Księżyc, badanie układów podwójnych, obserwacje meteorów, badania geomagnetyczne, itp. Do większych osiągnięć należy zaliczyć udział von Boguslawskiego w przygotowaniu nowego atlasu nieba pod kierunkiem Friedricha W. Bessela oraz kolejne uzupełnienia katalogu orbit kometarnych Heinricha W. Olbersa przez Galla.

Z uznaniem należy podkreślić, że wrocławscy astronomowie uczyli się od najlepszych. Lista osobistości znanych z podręczników astronomii, z którymi byli w bliskich kontaktach roboczych jest imponująca: Friedrich W. Bessel, Johann E. Bode, Johann F. Encke, Carl F. Gauss, Maximilian Hell, Alexander von Humboldt i inni.

Inne realia opisane w książce wydają się być dziwnie znajome. Na przykład, w 1822 r. na Uniwersytecie Wrocławskim nauki pobierało 617 studentów, z czego tylko 13 poświęciło się studiom matematycznym i przyrodniczym (s. 84). Jak widać, nie tylko w naszych czasach studenci preferują kierunki humanistyczne... Z wyjątkiem kilku krótkotrwałych epizodów, z finansowaniem obserwatorium było krucho. Na przykład, kiedy w 1843 r. zmarł znakomity mechanik Wilhelm Pinzger, dzięki któremu wszystkie instrumenty obserwacyjne pracowały bez zarzutu, władze uczelni odmówiły zatrudnienia na stanowisku pomocnika jego syna Carla, który wykazywał talent nie gorszy niż ojciec. Przez 12 lat Carl Pinzger wykonywał swoje prace w obserwatorium jedynie dorywczo, aż wreszcie założył własny warsztat mechaniczny i uczelnia straciła go bezpowrotnie.

Większość instrumentów obserwacyjnych, jakimi posługiwano się we Wrocławiu, pochodziła z drugiej ręki bądź z bogatszych obserwatoriów, bądź od majętnych miłośników astronomii. Łatwo się domyśleć, że za taką polityką pozyskiwania wyposażenia kryły się nikłe możliwości finansowe. Chwilowe okresy prosperity obserwatorium zawdzięczało, między innymi, własnym pracownikom. Tak było na przykład w 1831 r., gdy pierwszy dyrektor obserwatorium, Longinus A. Jungnitz, przekazał w testamencie znaczną darowiznę na rzecz instytucji, którą uprzednio kierował przez ponad 40 lat...

Autorzy książki dokładnie prześledzili losy najważniejszych instrumentów obserwacyjnych, które były w posiadaniu Obserwatorium Wrocławskiego. Różnie się z nimi obeszły upływające lata, a w szczególności przełomowy rok 1945. Niektóre instrumenty zachowały się jedynie w postaci szczątkowej, kolejne, pozbawione optyki lub innych kluczowych elementów, stały się eksponatami w Muzeum Uniwersytetu Wrocławskiego. Są wreszcie i takie, które nadal pełnią swoją funkcję, jak na przykład zegar Brockbanków z 1806 r. lub refraktor Clarka-Repsolda z roku 1881.

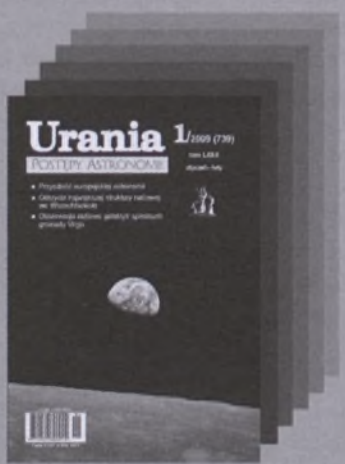
Na osobną wzmiankę zasługuje ta część wstępu, w której J. Włodarczyk opisuje nieznane szerzej związki Mikołaja Kopernika i Edmonda Halleya z Wrocławiem. Opowiadał o tym cztery lata temu na zjeździe Polskiego Towarzystwa Astronomicznego we Wrocławiu i jego wystąpienie spotkało się z żywym zainteresowaniem. Próba odtworzenia tego, w jaki sposób było dystrybuowane wczesne dzieło Kopernika *Commentariolus*, w którym astronom po raz pierwszy przedstawił szkic teorii heliocentrycznej, świadczy wręcz o niezłych zdolnościach detektywistycznych autora.

Książka nie jest łatwa w odbiorze, bo mamy do czynienia z tekstem naukowym, a nie popularnym. Stąd biorą się liczne przypisy, które na niektórych stronach zajmują więcej miejsca niż właściwy tekst. Aby ożywić i uatrakcyjnić odbiór, autorzy załączają liczne fotokopie tekstów źródłowych i fotografie ilustrujące stan obecny zachowanych instrumentów. Prawdziwą gratką są opublikowane po raz pierwszy oryginały i tłumaczenia kilku listów, jakie wymienił Palm H. L. P. von Boguslawski, dyrektor obserwatorium w latach 1841—1851, z Friedrichem W. Besselem i Johannem F. Encke. Mamy również tłumaczenie żartobliwego wiersza „O dwunastu znakach zodiaku i wrocławskim piwie ze Śląska, zwanym *schöpps*", którego współautorem był Georg J. Retyk, jedyny uczeń Kopernika.

Chciałbym zakończyć osobistym podziękowaniem złożonym na ręce autorów i wydawnictwa. Mieliśmy tu we Wrocławiu pewne kłopoty z tożsamością. Zawsze uważaliśmy się za spadkobierców szkoły lwowskiej, profesorów Eugeniusza Rybki, Jana Mergentalera i Antoniego Opolskiego, ale chętnie też powoływaliśmy się na ponaddwustuletnią tradycję Obserwatorium Wrocławskiego. Tradycję tę tworzyła wspólnota zachowanych murów, instrumentów, książek i notatek, ale osoby, którym to wszystko zawdzięczamy, były dla nas jedynie „jakimiś Niemcami". Dzięki tej książce poprzednicy z Breslau przestali być anonimowi i stali się prawdziwymi postaciami z krwi i kości.

Michał Tomczak
(15. dyrektor Obserwatorium Astronomicznego we Wrocławiu).

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII–PA



Prenumerata na rok 2010 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł. Cena pojedynczego zeszytu 10,90 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160220200000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

Muzyka w Roku Astronomii

Międzynarodowy Rok Astronomii powoli dobiega końca. Najważniejsze imprezy z nim związane mamy chyba już za sobą. Nie brakowało, a jakże, i tych czysto muzycznych. O niektórych wspominałem tu już wcześniej i nie będę się powtarzał. O wszystkich pozostałych nie dam rady, ba, zapewne nawet nie mam pojęcia o wielu! Napiszę więc tylko o kilku i to raczej subiektywnie wybranych.

Po pierwsze, coś o muzyce tworzonej przez astronoma. Najbardziej znany astronom muzyk to William Herschel, odkrywca Urana. Będąc z zawodu muzykiem, a astronomem z zamiłowania, światową sławę zdobył w tej drugiej dziedzinie. 14 maja br. Europejska Agencja Kosmiczna wysyła na orbitę największy w historii badań kosmosu teleskop o 3,5-m zwierciadle, nazwany właśnie jego imieniem. Jednak jego muzykę zna raczej bardzo wąskie grono słuchaczy. Dlatego wielki ukłon kieruję w stronę Krakowskiej Orkiestry Kameralnej „Soave", która 15 maja podczas Nocy Muzeów po raz pierwszy w Polsce wykonała sześć symfonii kameralnych tego kompozytora. W Ogrodzie Doświadczeń, oprócz kompozycji Herschela, usłyszeć można było symfonię „Jowiszową" Mozarta oraz „Muzykę Sfer" wg Pitagorasa i Keplera.

Trochę wcześniej, w kościele NMP w Toruniu, odbył się wyjątkowy koncert w ramach Festiwalu Probaltica, który być może był największym wydarzaniem muzycznym MRA2009 w Polsce. Europejska Orkiestra Festiwalowa oraz Chór Filharmonii Narodowej wykonali monumentalne dzieło Wojciecha Kilara „Sinfonia De Motu" (O Ruchu). Ten unikatowy utwór muzyczny poświęcony fizyce i fizykom Kilar napisał w 2005 r. (obchodzonym jako Międzynarodowy Rok Fizyki). Notabene, sam kompozytor jest członkiem Ogólnopolskiego Komitetu Honorowego Roku Astronomii. W ramach tego koncertu zagrano również Symfonię II Kopernikowską H. Mikołaja Góreckiego i Planetoidę 12999 Toruń Magdaleny Cynk.

Także w maju, w Łodzi, na rynku Manufaktury można było po zmroku usłyszeć graną na żywo przez orkiestrę i chór Łódzkiej Filharmonii muzykę do filmu Stanleya Kubricka „2001: Odyseja kosmiczna". Muzyka towarzyszyła, a może... muzyce towarzyszyła projekcja owego filmu. Kto zna dzieło Kubricka, ten wie, że takie kultowe sceny, jak np. rotacja statków kosmicznych w rytm walca „Nad pięknym modrym Dunajem" Johanna Straussa czy podróż w inny wymiar przy dźwiękach „Atmospheres" Györgyego Ligetiego wciąż wywołują potężne emocje zarówno u kinomanów, jak i melomanów.

W sierpniu, oprowadzając po Olsztynie kol. Macieja Mikołajewskiego, przypadkowo trafiłem na zamek, gdzie akurat w Salach Kopernikowskich koncertował kwartet perkusyjny „Amadrums". Występ studentów i absolwentów Akademii Muzycznej z Krakowa wywarł na nas spore wrażenie. Muzyka momentami brzmiała iście kosmicznie i nie były to przypadkowe skojarzenia. Jak się okazało, w programie młodych perkusistów znalazły się takie utwory, jak: „Aurora Borealis" J. Trowera, „Over the edge" J. Fitcha czy „Axis mundi" K. Nepelskiego. Jednak prawdziwy dźwiękowy Kosmos usłyszeliśmy w brawurowo zagranym na koniec „Take That" W. Albrighta. Wielka szkoda, że nie udało się wpleść występu „Amadrums" w artystyczną oprawę krakowskiego Zjazdu PTA!

Krakowska Orkiestra Kameralna „Soave". Fot. Piotr Tumidajski

Powróćmy jednak do muzyki tworzonej przez miłośników astronomii — może nie tak wielkich jak Herschel, ale za to naszych, krajowych. Miłym zaskoczeniem podczas V Seminarium Meteorytowego w Olsztynie była prezentacja pod kopułą tamtejszego planetarium płyty z kompozycjami Jerzego Strzei zatytułowanej „Sinus Iridium". Jednak znacznie większym zaskoczeniem była dla mnie zaprezentowana w programie radiowym Jerzego Kordowicza płyta nagrana przez Przemysława Rudzia. Ten znany chyba wszystkim miłośnikom astronomii autor „Atlasu nieba" i „Przewodnika po Wszechświecie" ujawnił w Roku Astronomii swoją kolejną pasję — muzyczną.

Mr Smok podczas koncertu na Żurawiej Górze we Fromborku. Fot. Jarosław Starybrat

Przedstawioną w radiu płytę poświęcił w całości Stanisławowi Lemowi, a ściślej jego dziełu zatytułowanemu „Summa Technologiae" (płyta nosi ten sam tytuł). Biorąc pod uwagę, że ta pisana prawie pół wieku temu książka porusza tematy, które wówczas leżały całkowicie w dziedzinie *science fiction*, a obecnie stały się tematami ważnymi i aktualnymi (np. rzeczywistość wirtualna, nanotechnologia, sztuczna inteligencja), dobrze się stało, iż zostało przypomniane to dzieło poruszające moralno-etyczne i filozoficzne konsekwencje nowych i przyszłych technologii.

Na koniec wspomnę jeszcze o występie Adama Bórkowskiego (znanego pod pseudonimem Mr Smok) we Fromborku podczas Ogólnopolskiego Zlotu Miłośników Astronomii. Właściwie były to dwa występy. Jeden odbył się na terenie miasta, drugi w bardziej kameralnych warunkach, na terenie Obserwatorium Astronomicznego na Żurawiej Górze. Pomimo kiepskiej jakości nagłośnienia była to magiczna noc w magicznym dla każdego miłośnika astronomii miejscu.

Pozostaje mi życzyć Wam, Drodzy Czytelnicy, jak i sobie, więcej takich atrakcji także i po Roku Astronomii.

Jacek Drążkowski

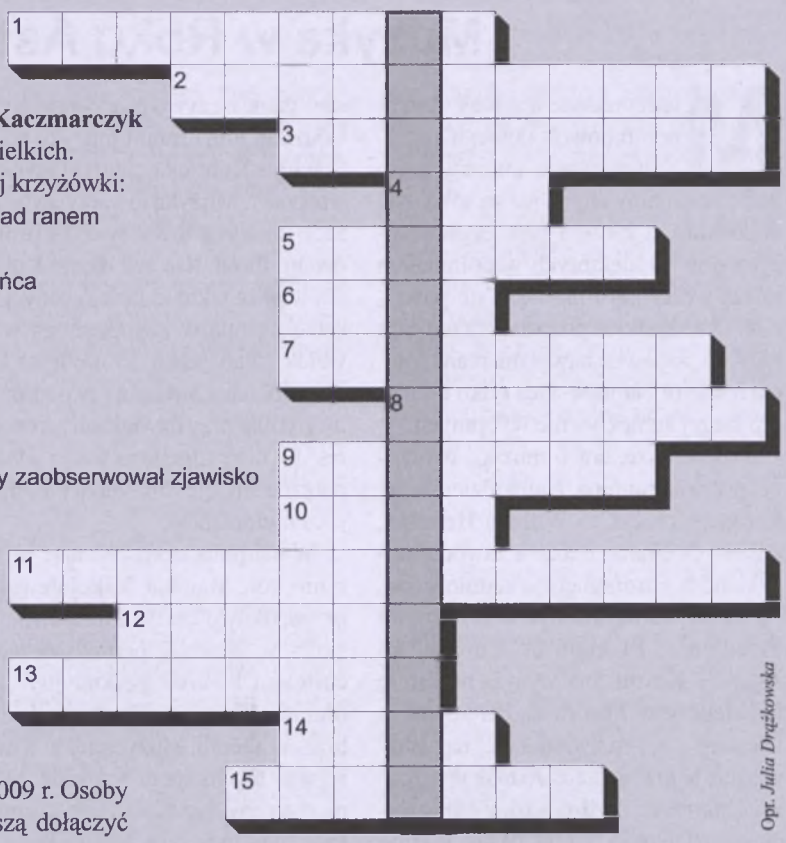
Biblioteka Główna UMK
300044997154

Kupon konkursowy Urania-PA 6/2009

W „Uranii–PA" nr 4/2009 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło SATELITA HERSHEL. Nagrody książkowe wylosowali **Anna Kaczmarczyk** z Częstochowy i **Rafał Zorychta** z Kończyc Wielkich.

A oto hasła pomocnicze do rozwiązania nowej krzyżówki:

1. Można zaobserwować w styczniu 2010 r. nad ranem
2. QUA
3. Różnica długości ekliptycznych planety i Słońca
4. IAU po polsku
5. Jaśniejsze z aktywnych jąder galaktyk
6. Autor muzycznej Summa Technologiae
7. Gościła tegoroczny kongres MUA
8. Ma ją filmowy Kopernik
9. Wraz ze współpracownikami po raz pierwszy zaobserwował zjawisko prędkości nadświetlnych
10. Ponoć ma je również ciemna materia
11. W nim Kopernik po raz pierwszy przedstawił szkic teorii heliocentrycznej
12. Gromada galaktyk IEO657-558
13. Może być zdarzeń
14. 7–13 września w Krakowie
15. Jedna z nierównomierności w długości selenograficznej



Opr. Julia Drążkowska

Na rozwiązania czekamy do końca grudnia 2009 r. Osoby nie będące prenumeratorami „Uranii–PA" muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną. Tym razem mamy do rozlosowania 5 kubków z logo „MRA 2009" i astrożartami Jacka D. Sponsorem nagród jest firma ASTROZAKUPY.PL.

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA" 4/2009: 1. Jansky, 2. Atacama, 3. Fritsch, 4. LONEOS, 5. Atlantis, 6. Ariane, 7. COSTAR, 8. Baran, 9. Hel, 10. Betelgeza, 11. Barycentrum, 12. Sejsmologia, 13. Podczerwień, 14. Michałowski, 15. Obserwacje, 16. Melpomene.

Ciekawe strony internetowe...

Dziś proponuję zajrzeć pod adres http://home.arcor.de/axel.mellinger/. Znajdziemy tam wynik mrówczej pracy Axela Mellingera, który między październikiem roku 2007 a sierpniem bieżącego wykonał około 3000 zdjęć cyfrowych Drogi Mlecznej (z miejsc w Południowej Afryce, Teksasie i Michigan). Opracowane i skalibrowane zdjęcia utworzyły mozaikę o rozdzielczości 36 sekund łuku na piksel nazwaną przez autora „Axel Mellinger's All-Sky Milky Way Panorama 2.0 (under construction)". Mamy do czynienia z wersją 2.0 (poprzednia oparta była na zdjęciach z użyciem filmu i miała prawie trzykrotnie gorszą rozdzielczość kątową). Panorama sięga do około 14 wielkości gwiazdowej. Obraz w pełnej rozdzielczości oraz skali dynamicznej (18 bitów) dla celów naukowych można otrzymać od autora, użycie do celów komercyjnych czy nawet edukacyjnych wymaga niestety wykupienia licencji a w najlepszym razie negocjacji — autor przewiduje m.in. użycie panoramy do wyświetlania w planetariach. Autor udostępnia dane w formacie FITS o średniej rozdzielczości (3600×1800) — to też dla celów naukowych. Natomiast na ekranie komputera możemy powiększać wybrany obszar panoramy do pełnej rozdzielczości zdjęć — brak jednak współrzędnych i w tle widać słabe, regularnie rozmieszczone napisy „Axel Mellinger".

Czytelników zainteresowanych szczegółami projektu (które darowałem sobie ze względu na niewielkie rozmiary niniejszej rubryki) odsyłam do przyjętej do druku w PASP pracy Mellingera, którą już teraz można znaleźć na serwerze arXiv pod adresem http://arxiv.org/abs/0908.4360.

(*rs*)

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

Fizyka w Szkole

dwumiesięcznik dla nauczycieli fizyki

na wszystkich poziomach nauczania i w różnych typach szkół

- Informuje o najnowszych osiągnięciach fizyki i astronomii, jak i o historii rozwoju tych dyscyplin.
- Przedstawia aktualne zagadnienia z różnych dziedzin fizyki.
- Prezentuje eksperymenty, doświadczenia i nowoczesne metody nauczania.
- Proponuje aktywne formy pracy z uczniem, połączone z szeroko pojętą integracją międzyprzedmiotową.
- Zamieszcza testy, zadania z konkursów i olimpiad, przykłady doświadczeń możliwych do wykonania w warunkach szkolnych.
- Upowszechnia informacje o nietypowych formach aktywizacji uczniów, imprezach, szkolnych konkursach.
- Współpracuje z naukowcami renomowanych uczelni i instytutów, z nauczycielami i metodykami.

Prenumerata:
tel. (022) 244 84 78, fax (022) 244 84 76
e-mail: prenumerata@raabe.com.pl

www.edupress.pl

Biblioteka Główna UMK
300044997154

JAK WSTRZYMAŁ SŁ[illegible]SZYŁ ZIEMIĘ?

GWIAZDA KOPERNIKA

O filmie czytaj wewnątrz numeru:

— premiera (s. 250–251)
— wywiad z twórcami (s. 252–253)
— konkursy (s. 251 i 261)