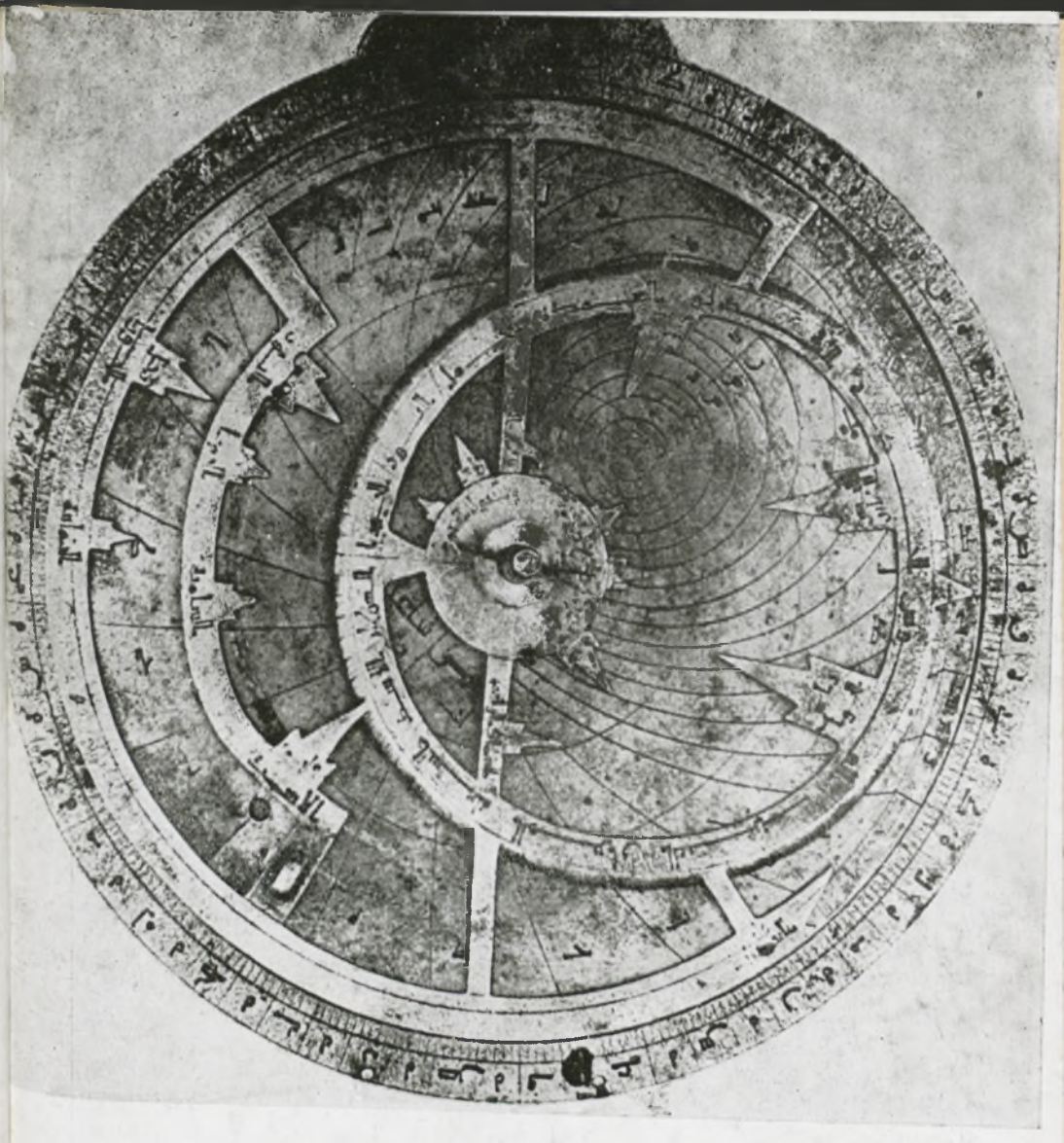


URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
ROK LX SIERPIEŃ 1989 Nr 8 (571)
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

صورت برساوس جنابکه در کره است
کاتی الزنا

PL ISSN-0042-0794

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LX SIERPIEŃ 1989 Nr 8 (571)

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ POLSKIEJ AKADEMII NAUK. CZASOPISMO ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (DZ. URZ. MIN. OŚW. NR 14 Z 1966 R. W-WA 5. 11. 66).

Artykuł o astronomii islamu, którym otwieramy niniejszy numer, napisał wybitny amerykański historyk astronomii z Centrum Astrofizycznego w Cambridge Dr Owen GINGERICH. Ukazuje on w nim, że czasy upadku astronomii w średniowiecznej Europie były jednocześnie okresem jej świetności w krajach islamu. Astronomowie epoki Odrodzenia studiowali teksty uczonych islamskich, którzy ocalili i zmodyfikowali wiedzę starożytnych Greków. Warto o tym pamiętać podziwiając współczesne osiągnięcia, jak choćby to, którego świadkami będziemy w końcu tego miesiąca, a mianowicie przelotu sondy kosmicznej w pobliżu Neptuna, czyli ostatniego już chyba etapu wielkiej wyprawy Voyagera.

Autor drugiego artykułu Tomasz KRZYT jest tegorocznym maturzystą Technikum Budowlanego w Warszawie i ubiegłorocznym laureatem Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomiczno-Astronautycznego w Grudziądzu. Nagrodzony referat był podstawą publikowanego tekstu. Do jego przestudiowania zachęcamy szczególnie młodych czytelników w nadziei, że skłoni to ich do wstąpienia w szranki konkursu o uczestnictwo w następnym grudziądzkim seminarium, które — podobnie jak chorzowskie olimpiady astronomiczne — stanowi wartościową i atrakcyjną formę upowszechniania astronomii wśród młodzieży szkolnej.

SPIS TREŚCI

Owen Gingerich — Astronomia islamu (I) (226).

Tomasz Krzyt — Mgławice planetarne i białe karły jako końcowy etap ewolucji gwiazd podobnych do Słońca (235).

Kronika: „W kamiennym kręgu" Supernowej — 386 do 616 dni po wybuchu (241) — Problemy z ewolucją galaktyk (243).

Poradnik Obserwatora: Zakrycie Plejad przez Księżyc 19/20 września 1989 r. (245) — Obserwujmy gwiazdy zmienne długookresowe (246).

Obserwacje: Komunikat nr 1/89 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA (248).

Z korespondencji: Dodatki do amatorskiego „astrografu" (249).

Nowości Wydawnicze (249).

Kalendarzyk Astronomiczny (253).

Pierwsza strona okładki: Astrolabium — dwuwymiarowa mosiężna mapa nieba używana w średniowiecznej Europie przez islamskich astronomów. Astrolabium umożliwiało m. in. określanie czasu w dzień i w nocy. Przyrząd został wynaleziony przez starożytnych Greków, lecz najstarszym datowanym egzemplarzem jest przedstawiony na zdjęciu, wykonany przez muzułmanina o imieniu Nastulus w roku 927/8.

OWEN GINGERICH — Cambridge, Mass. USA

ASTRONOMIA ISLAMU * (I)

Historycy, którzy śledzą rozwój astronomii od antyku do renesensu, mówią czasem o wiekach od VIII do XIV jako o „okresie islamskim". Działalność w dziedzinie astronomii prowadzona była wtedy głównie na Bliskim Wschodzie, w Afryce Północnej i mauretańskiej Hiszpanii. Podczas gdy europejska nauka przeżywała we wczesnym średniowieczu zupełny upadek, dorobek starożytnej wiedzy został przejęty przez muzułmanów. Islamscy uczeni pielęgnowali tę wiedzę i od nich trafiła ona do Renesansowej Europy.

U podstaw rozwoju astronomii w krajach islamskich leżały dwa czynniki. Pierwszym była geograficzna bliskość świata nauki starożytnej połączona z tolerancją dla uczonych innych wyznań. W IX wieku większość greckich tekstów naukowych została przetłumaczona na język arabski, wśród nich także *Syntaxis* Ptolemeusza — szczytowe osiągnięcie starożytnej astronomii. Dzięki tym tłumaczeniom greckie prace stały się później znane w średniowiecznej Europie. (Z tego też powodu *Syntaxis* jest wciąż znane głównie pod swoim arabskim tytułem *Almagest* oznaczającym „największy".)

Drugi czynnik sprzyjający rozwojowi astronomii miał źródło w islamskich praktykach religijnych, które wymagały rozwiązania szeregu problemów w zakresie matematycznej astronomii, związanych głównie z rachubą czasu. Rozwiązując te problemy islamscy uczeni wyszli daleko poza greckie metody matematyczne. Ich osiągnięcia, szczególnie na polu trygonometrii, dostarczyły narzędzi niezbędnych do stworzenia Zachodniej astronomii w Renesansie.

Ślady średniowiecznej astronomii islamskiej są widoczne nawet dzisiaj. Gdy astronom mówi o zenicie, azymucie i algebrze lub gdy wymienia nazwy gwiazd tworzących tzw. trójkąt letni — Wegę, Altair i Deneb — używa słów pochodzenia arabskiego. Stosunkowo dobrze jest wiadomo, jak astronomia grecka stała się znana Arabom, jednakże historia jej przemian i przekazania jej ponownie łacińskiemu Zachodowi jest odtwarzana dopiero teraz. Tysiące manuskryptów czeka na przebadanie. Pomimo to można zrobić przynajmniej fragmentaryczny szkic tego procesu.

---

* Artykuł, opublikowany w *Scientific American* 254, no. 4 (April 74 (1988), został przetłumaczony za zgodą Autora i Wydawcy [Translated with permission. Copyright 1986 by Scientific American, Inc. All right reserved.]

Dom mądrości

Fundamenty całej islamskiej nauki, a astronomii w szczególności, zostały położone w dwa wieki po emigracji proroka Mahometa z Mekki do Medyny w 622 roku n.e. To zdarzenie, zwane hidżrą, zostało przyjęte za początek islamskiego kalendarza. Pierwsze wieki islamu charakteryzowały się szybką i burzliwą ekspansją. Dopiero pod koniec drugiego i na początku trzeciego wieku ery hidżry atmosfera stała się wystarczająco stabilna i kosmopolityczna, by mógł nastąpić rozkwit nauki. Nowa dynastia Abbasydów, która objęła kalifat (przywództwo islamu) w 750 roku n.e. i przeniosła stolicę do Bagdadu (762 r.), zaczęła finansować tłumaczenia greckich tekstów. W ciągu kilkudziesięciu lat przetłumaczono na arabski ważniejsze dzieła naukowe antyku, w tym: Galena, Arystotelesa, Euklidesa, Ptolemeusza, Archimedesa i Apoloniusza. Prace zostały wykonane zarówno przez chrześcijan, uczonych pogańskich jak i przez muzułmanów.

Najbardziej energicznym mecenasem tych wysiłków był kalif al-Mamun, który doszedł do władzy w 813 roku. Al-Mamun założył akademię zwaną Domem Mądrości. Jako jej kierownika zaangażował członka chrześcijańskiego odłamu nestorianów, posiadającego doskonałą znajomość języka greckiego. Był nim Hunayn ibn Ishaq al-Ibadi. Hunayn stał się najsłynniejszym wśród wszystkich tłumaczy greckich tekstów. Napisał arabskie wersje Platona, Arystotelesa i ich komentatorów. Przetłumaczył także dzieła trzech twórców greckiej medycyny: Hipokratesa, Galena i Dioskoridesa.

Głównym tłumaczem dzieł matematycznych i astronomicznych był w akademii poganin — Thabit ibn Qurra. Thabit trudnił się wcześniej wymianą pieniędzy na placu targowym w Harranie, mieście w północnej Mezopotamii, które było ośrodkiem kultu astralnego. Mimo jego przychylnego stosunku do wyznawców tego kultu, w stolicy islamu odnoszono się do niego z wyrozumiałością. Napisał ponad 100 prac naukowych, wśród nich także komentarz do *Almagestu*.

Innym matematykiem i astronomem w Domu Mądrości był al-Chwarizmi. Jego *Algebra*, dedykowana al-Mamunowi, jest przypuszczalnie pierwszą książką na ten temat w języku arabskim. Mimo, że nie była wielkim naukowym osiągnięciem, pomogła wprowadzić hinduskie i greckie metody do świata islamskiego. Po roku 1100 została przetłumaczona na łacinę przez Anglika, Roberta z Chester, który wyjechał do Hiszpanii stu-

diować matematykę. Tłumaczenie, rozpoczynające się słowami „Dicit Algoritmi" (stąd używane dzisiaj słowo algorytm), wywarło silny wpływ na średniowieczną zachodnią algebrę.

Co więcej, dzieło to pozostawiło trwały ślad w całej nauce — jest nim wprowadzenie do Europy „cyfr arabskich". Razem z pewnymi sposobami postępowania w zagadnieniach trygonometrycznych, Arabowie zapożyczyli z Indii system liczb, który zawierał liczbę zero. Indyjskie cyfry istniały w dwu formach w świecie islamskim; do średniowiecznej Europy została przekazana poprzez Hiszpanię forma zachodnia. Cyfry z jawnie występującym zerem są znacznie bardziej skuteczne od cyfr rzymskich, gdy stosujemy je do wykonywania obliczeń.

Jeszcze jednym astronomem w Bagdadzie w IX wieku był Ahmad al-Fargahni. Najważniejszą jego astronomiczną pracą była *Gawami*[1], inaczej — *Elementy*. Przyczyniła się ona do rozpowszechnienia prostszych, niematematycznych fragmentów geocentrycznej astronomii Ptolemeusza. Wpływ *Elementów* na Zachód był znaczny. Zostały dwukrotnie przetłumaczone na łacinę w Toledo, po raz pierwszy przez Jana z Sewilli (Johannes Hispalensis) w pierwszej połowie XII wieku, a w pełniejszy sposób przez Gerarda z Cremony o kilkadziesiąt lat później.

Dzieło al-Farghaniego w tłumaczeniu Gerarda dostarczyło Dantemu podstawowych informacji o ptolemejskiej astronomii. (W *Boskiej komedii* poeta wznosi się poprzez sfery planet, których centrum stanowi Ziemia). Wcześniejsza wersja pochodząca od Jana z Sewilli stała się jednak lepiej znana na Zachodzie. Posłużyła ona jako podstawa dzieła *O sferze* — obszernego wykładu astronomii sferycznej napisanego na początku XIII w. przez Jana z Holywood (Johannes de Sacrobosco). W uniwersytetach powstałych w Zachodnim świecie chrześcijańskim *O sferze* było przez długi czas bestsellerem. W epoce druku doczekało się ono ponad 200 wydań, zanim na początku XVII w. jego miejsce zajęły inne podręczniki. Z wyjątkiem *Elementów* Euklidesa, dłuższego okresu supremacji nie można przypisać żadnemu innemu podręcznikowi naukowemu.

---

[1] Nie wdając się w zbyt daleko idące szczegóły dotyczące wymowy stosuję znaki š (sz), g (dż) nie występujące w polskiej ortografii, gdzie w nawiasie podano ich przybliżoną polską wymowę. Jedyny wyjątek stanowi tu spolszczone słowo hidżra, w którym nie używam znaku g. Dziękuję pani Barbarze Ostafin z Instytutu Filologii Orientalnej Uniwersytetu Jagiellońskiego za konsultację dotyczącą transkrypcji z języka arabskiego (przyp. tłum.).

Z Domu Mądrości w starożytnym Bagdadzie, za sprawą panującej tam tolerancji i jedynego w swoim rodzaju procesu mieszania kultur, płynęły zatem nie tylko tłumaczenia greckich prac o treści przyrodniczej i filozoficznej. Powstawały tam także komentarze i prace oryginalne. Około roku 900 położone zostały podwaliny pod pełny rozwój nauki o międzynarodowym charakterze. Środkiem przekazu był jeden język — arabski.

Wpływ religii

Rozkwit astronomii w islamie miał związek z praktykami religijnymi, ponieważ wymagały one rozwiązania szeregu zagadnień z zakresu matematycznej astronomii, szczególnie geometrii sferycznej.

W czasach Mahometa chrześcijanie i żydzi obchodzili święta — takie jak Wielkanoc i Pascha — których czas nadejścia był wyznaczany przez fazy Księżyca. Obie te wspólnoty zetknęły się z faktem, że 29,5-dniowe (w przybliżeniu) miesiące synodyczne nie są współmierne z 365-dniowym rokiem zwrotnikowym: 12 miesięcy synodycznych daje w sumie 354 dni. Dla ominięcia tej trudności chrześcijanie i żydzi przyjęli rozwiązanie oparte na odkryciu dokonanym około 430 roku p.n.e. przez ateńskiego astronoma Metona. W 19-letnim cyklu Metona 12 lat liczyło po 12 miesięcy synodycznych, natomiast siedem lat składało się z 13 miesięcy. Okresowe dodanie trzynastego miesiąca utrzymywało zgodność dat kalendarza z porami roku.

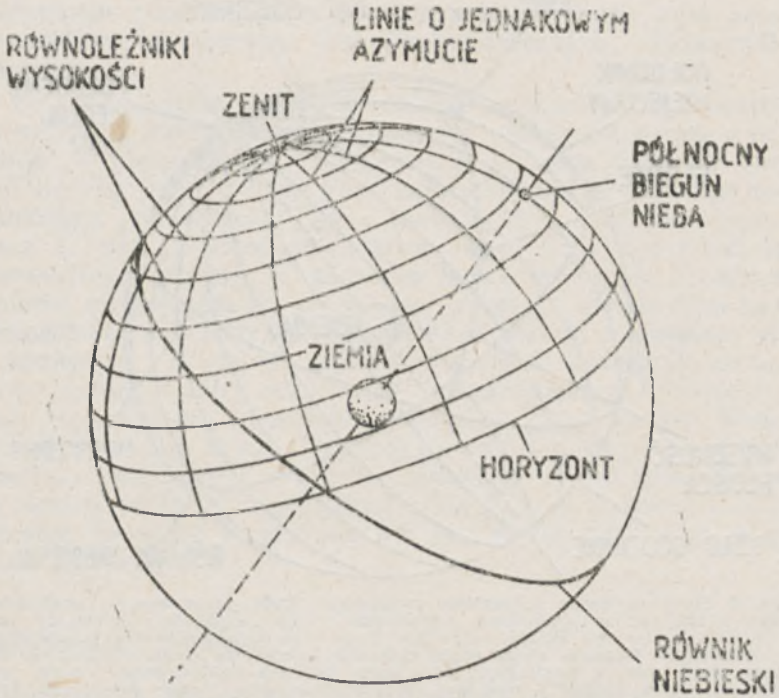
Najwyraźniej jednakże nie każda administracja postępowała według tego wzorca; pozbawieni skrupułów władcy dodawali czasem 13 miesiąc, gdy leżało to w ich interesie. Dla Mahometa było to dziełem szatana. W Koranie (rozdział 9, werset 36) rozporządził on, że: „liczba miesięcy u Boga: dwanaście miesięcy [w roku] zaznaczonych w Księdze u Boga w dniu, kiedy On stworzył niebiosa i ziemię. Wśród nich cztery święte. To jest religia prawdziwa.”[2] Kalif Umar I (634—44) interpretował to zarządzenie jako żądanie ściśle księżycowego kalendarza, co do dzisiaj jest praktykowane w większości krajów islamskich. Ponieważ rok hidżry jest o około 11 dni krótszy od roku zwrotnikowego, święta takie jak ramadan, czyli

[2] Cytat podajemy według tłumaczenia Józefa Bielawskiego, *Koran*, PIW, Warszawa 1986 (przyp. tłum.).

miesiąc postu, powoli wędrują przez wszystkie pory roku, wykonując pełny obieg w okresie ok. 30 lat.

Ramadan i inne miesiące islamskie nie rozpoczynają się wraz z astronomicznym nowiem Księżyca, zdefiniowanym jako moment, gdy Księżyc osiąga tę samą długość ekliptyczną co Słońce i jest w związku z tym niewidoczny; zamiast tego rozpoczynają się one gdy cienki sierp Księżyca zostaje po raz pierwszy zauważony na zachodnim wieczornym niebie. Przewidywanie, kiedy sierp Księżyca stanie się widoczny, było szczególnym wyzwaniem wobec islamskich astronomów i matematyków. Chociaż ptolemejska teoria skomplikowanego ruchu Księżyca była dość precyzyjna w pobliżu nowiu Księżyca, opisywała ona jedynie jego drogę względem ekliptyki (tzn. drogi Słońca po sferze niebieskiej). By przewidzieć moment pojawienia się Księżyca, koniecznym było opisanie jego ruchu

Rys. 1. Sfera niebieska obracająca się wokół Ziemi była rozważana przez starożytnych astronomów, by wyjaśnić ruchy Słońca i gwiazd. Jej bieguny i równik są rzutami na niebo ziemskich biegunów i równika. Ponieważ sfera obraca się ruchem dobowym wokół swej osi ze wschodu na zachód, Słońce i gwiazdy poruszają się wokół biegunów nieba po koncentrycznych okręgach. Słońce porusza się nieco wolniej od gwiazd, zatem w ciągu roku zakreśla ono ku wschodowi kolisty tor na sferze niebieskiej zwany ekliptyką. W momencie równonocy wiosennej i jesiennej Słońce przechodzi przez równik niebieski; w czasie letniego i zimowego przesilenia znajduje się około 23,5 stopnia powyżej lub poniżej równika niebieskiego. Obserwator na powierzchni Ziemi widzi ponad horyzontem jedynie połowę sfery niebieskiej.

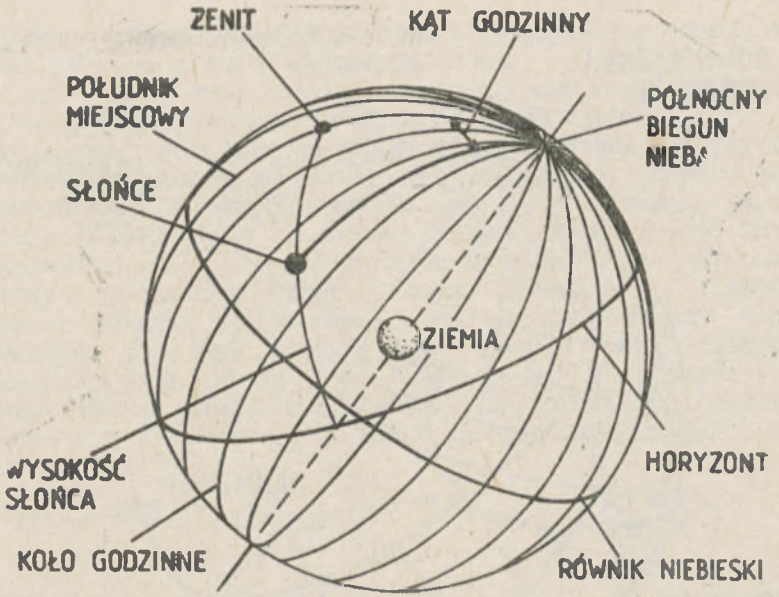


Rys. 2. Współrzędne horyzontalne służą do odwzorowania części sfery niebieskiej widocznej z danej szerokości geograficznej. Niebo jest pokryte liniami o jednakowej wysokości ponad horyzontem i liniami o jednakowym azymucie. Te ostatnie zbiegają się ku zenitowi, tj. punktowi położonemu bezpośrednio ponad głową.

względem horyzontu, a ten problem wymagał dość wyrafinowanej geometrii sferycznej.

Dwa inne zwyczaje religijne prowadziły do zagadnień wymagających zastosowania geometrii sferycznej. Pierwszym problemem, związanym z postawieniem wymagania muzułmanom, by modlili się zwróceni ku Mekce i by skierowywali swoje meczety w tym kierunku, było wyznaczanie kierunku ku świętemu miastu z danego miejsca. Drugim problemem było określenie z położenia ciał niebieskich pór odpowiednich do modłów: o świcie, w południe, po południu, o zachodzie słońca i wieczorem.

Rozwiązania dowolnego z tych problemów dokonuje się wyznaczając nieznane boki lub kąty pewnego trójkąta na sferze niebieskiej ze znanych boków i kątów. Dla przykładu,



Rys. 3. Rozwiązywanie trójkątów sferycznych było podstawowym problemem, który stanął przed islamskimi astronomami. Dla przykładu, określenie czasu z pomiaru wysokości Słońca wymagało znalezienia kąta godzinnego utworzonego w północnym biegunie nieba przez południk miejscowy (koło wielkie przechodzące przez zenit i bieguny) i przez koło godzinne Słońca (koło wielkie przechodzące przez Słońce i bieguny). W południe, gdy Słońce przechodzi przez południk miejscowy, jego wysokość osiąga maksymalną wartość, a jego kąt godzinny jest równy zero.

sposobem określenia pory dnia jest konstrukcja trójkąta o wierzchołkach w zenicie, w północnym biegunie nieba i w pozycji Słońca. Obserwator musi znać wysokość Słońca i bieguna; tą pierwszą wielkość można wyznaczyć obserwacyjnie, a druga jest równa szerokości geograficznej obserwatora. Czas jest dany przez kąt przecięcia południka (łuk łączący zenit i biegun) z kołem godzinnym Słońca (łuk poprowadzony przez Słońce i biegun).

Metoda używana przez Ptolemeusza do rozwiązywania trójkątów sferycznych była dość niezręczna. Obmyślił ją w I wieku n.e. Menelaos z Aleksandrii. Polegała na wystawieniu dwóch przecinających się wzajemnie trójkątów prostokątnych; zastosowanie twierdzenia Menelaosa umożliwiało znalezienie jednego z sześciu boków pod warunkiem, że pozostałych pięć było znanych. Określenie czasu z wysokości Słońca nad horyzontem wymagało wielokrotnego zastosowania twierdzenia Menelaosa.

Znalezienie prostszej metody trygonometrycznej było więc oczywistym wyzwaniem dla średniowiecznych astronomów islamskich.

W IX w. znano sześć nowoczesnych funkcji trygonometrycznych — sinus i cosinus, tangens i cotangens, secans i cosecans — podczas gdy Ptolemeusz znał jedną funkcję: długość cięciwy łuku. Z tych sześciu funkcji pięć wydaje się być arabskiego pochodzenia; tylko funkcja sinus została zapożyczona z Indii. (Pochodzenie słowa sinus może być tematem interesującej dygresji. Sanskryckie słowo *ardhagya*, oznaczało „połowę cięciwy łuku", w języku arabskim zostało skrócone i transliterowane jako *gyb*. W piśmie arabskim samogłoski nie są notowane, i skutkiem tego słowo czytano jako *gayb*, co oznacza „kieszeń" lub „zatokę". W średniowiecznej Europie zostało ono następnie przetłumaczone jako *sinus*, co jest łacińskim określeniem zatoki.) Poczynając od IX wieku rozwój trygonometrii sferycznej był szybki. Islamscy uczeni odkryli proste tożsamości trygonometryczne, takie jak prawo sinusów, a to znacznie uprościło i przyspieszyło proces rozwiązywania trójkątów sferycznych.

Gwiazdy i astrolabia

Jednym z najbardziej widocznych przykładów spuścizny islamu we współczesnej astronomii są nazwy gwiazd. Betelgeuse, Rigel, Wega, Aldebaran i Fomalhaut są nazwami, które wywodzą się bezpośrednio z arabskiego lub są arabskimi tłumaczeniami greckiego nazewnictwa Ptolemeusza.

W *Almageście* Ptolemeusz skatalogował ponad 1000 gwiazd. Pierwsze krytyczne uwagi na temat tego katalogu zebrał Abd ar-Rahman as-Sufi, perski astronom z X wieku, który pracował w Iranie i Bagdadzie. Dzieło as-Sufiego *Kitab suwar al-kawakib* (Księga o konstelacjach gwiazd stałych) nie powiększało listy gwiazd z *Almagestu* ani nie weryfikowało pomiarów ich, często błędnych, położeń, ale niosło dokładniejsze informacje o jasnościach gwiazd oraz ich arabskie identyfikacje. Te ostatnie były w większości właśnie tłumaczeniami nazw Ptolemeusza.

Przez wiele lat przyjmowano, że język arabski as-Sufiego ustalił nomenklaturę gwiazd na Zachodzie. Teraz wydaje się, że jeśli chodzi o nazwy gwiazd, XIV i XV-wieczni łacińscy tłumacze as-Sufiego posługiwali się łacińską wersją arabskiego

wydania dzieł samego Ptolemeusza. Nazwy te łączyli oni następnie ze znakomitymi malarskimi wyobrażeniami gwiazdozbiorów w dziele as-Sufiego. Tymczasem arabska nomenklatura gwiazd przedostała się na Zachód inną drogą: przez wykonywanie astrolabiów.

Astrolabium było wynalazkiem greckim. Jest ono połączeniem dwuwymiarowego modelu nieba i matematycznej maszyny analogowej do rozwiązywania zadań z astronomii sferycznej. Typowe astrolabium składa się z szeregu mosiężnych tarcz zamocowanych w mosiężnej matrycy określonej po arabsku jako *umm* (co znaczy „łono"). Górna, ażurowa tarcza zwana *ankabut* (pająk) lub po łacinie rete, jest siecią dwu do trzech tuzinów wskaźników przedstawiających położenie poszczególnych gwiazd na sklepieniu nieba. Pod rete znajduje się jedna lub więcej pełnych tarcz, każda z wygrawerowanym układem współrzędnych niebieskich odpowiednim do obserwacji z miejsca o określonej szerokości geograficznej; są tam więc zaznaczone: okręgi równoleżników wysokości (odpowiedniki ziemskich równoleżników) i okręgi o jednakowym azymucie (odpowiedniki południków). Obracając rete wokół centralnej osi, odpowiadającej północnemu biegunowi nieba, można odtworzyć dzienny ruch gwiazd na sferze niebieskiej.

Choć astrolabium znane było w starożytności, najwcześniejszy datowany przyrząd, który przetrwał do naszych czasów pochodzi z okresu islamskiego. Wykonany został przez niejakiego Nastulusa w 315 roku ery hidżry (927—28 rok n.e.) i jest obecnie cennym eksponatem Muzeum Narodowego w Kuwejcie (patrz zdjęcie na pierwszej stronie okładki). Zachowała się tylko mała liczba arabskich astrolabiów z X wieku, natomiast przetrwało blisko 40 egzemplarzy z XI i XII wieku. Kilka z nich wykonano w Hiszpanii w połowie XI wieku i te posiadają styl wyraźnie mauretański.

Najwcześniejsze zachowane do dzisiaj arabskie dzieło o astrolabium zostało napisane w Bagdadzie przez jednego z astronomów kalifa al-Mamuna, Ali ibn Isa. Późniejsi członkowie szkoły bagdadzkiej, szczególnie al-Farghani, także pisali na temat astrolabium. Praca al-Farghaniego jest interesująca ze względu na sposób, w jaki zastosował ten przyrząd do zagadnień astrologicznych, astronomicznych i rachuby czasu.

Wiele tych dzieł dotarło do Hiszpanii, gdzie przetłumaczono je na łacinę w XII i XIII wieku. Najpopularniejsza praca, istniejąca do dzisiaj w ok. 200 egzemplarzach łacińskich kopii,

była długo mylnie przypisywana Mašallahowi, astronomowi żydowskiemu z VIII wieku, który uczestniczył w decyzji założenia Bagdadu; jest to prawdopodobnie późniejszy pastisz czerpiący inspirację z kilku źródeł. W roku 1390 dzieło to stało się podstawą eseju na temat astrolabium napisanego przez angielskiego poetę Geoffreya Chaucera. To właśnie Anglia wydaje się być „furtką", przez którą wprowadzono astrolabium z Hiszpanii do Zachodniego świata chrześcijańskiego w końcu XIII i w XIV wieku. Być może, że naukowa aktywność skupiona w tym czasie wokół Oxfordu, przyczyniła się do przypływu zainteresowania przyrządem o którym mowa. College'e Mertona i Oriela Uniwersytetu w Oxfordzie są wciąż posiadaczami pięknych XIV-wiecznych astrolabiów.

Zauważyć można na nich typowe zestawy arabskich nazw gwiazd, napisanych gotykiem łacińskimi literami. Na astrolabium z college'u Mertona, dla przykładu, uwzględniono arabskie nazwy, które przyjęły się jako standardowa nowoczesna terminologia: Wega, Altahir, Algeuze, Rigil, Elfeta, Alferaz i Mirac[3]. Zatem dzięki istnieniu tradycji astrolabium we Wschodnim islamie, przeniesionej później poprzez Hiszpanię do Anglii, większość gwiazd służących do nawigacji posiada arabskie nazwy; są to nazwy oryginalne lub są one arabskimi tłumaczeniami greckich określeń używanych przez Ptolemeusza.

tłumaczyli: Paweł i Bogumiła Turkowscy c.d.n.

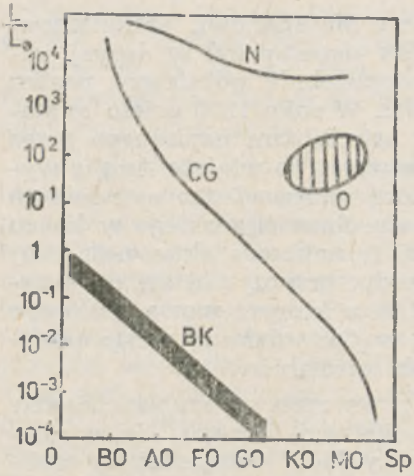
TOMASZ KRZYT — Warszawa

MGŁAWICE PLANETARNE I BIAŁE KARŁY JAKO KOŃCOWY ETAP EWOLUCJI GWIAZD PODOBNYCH DO SŁOŃCA

Wstęp

W najbliższym sąsiedztwie Słońca (do odległości 10,5 parseka) znamy 8 białych karłów co stanowi około 3% wszystkich gwiazd w tym rejonie. Na diagramie Hertzsprunga-Russella (H-R) białe karły tworzą ciąg poniżej ciągu głównego (rys. 1).

[3] We współczesnej polskiej terminologii przyjęto odnośnie wyżej wymienionych gwiazd następujące nazwy: Wega (α Lyr), Altair (α Aql), Betelgeuse (α Ori), Rigel (β Ori), Gemma lub Alphecca (α CrB), Alpheratz (α And = δ Peg) oraz Mirah (β And). Źródłem bliższych informacji na temat pochodzenia nazw gwiazd może być książka P. Kunitzsch *Arabische Sternnamen in Europa*, Wiesbaden 1959 przyp. tłum.).



Rys. 1. Diagram Hertzsprunga-Russella (CG — ciąg główny, N — nadolbrzymy, O — olbrzymy, BK — białe karły).

Są to słabe gwiazdy, które wysyłają średnio 1000 razy mniej energii niż odpowiednie gwiazdy na ciągu głównym. Obecnie znamy około 600 białych karłów.

1. Ogólna charakterystyka białego karła

a) Temepratury fotosfer i promienie białych karłów

Mimo małej jasności absolutnej białych karłów temperatury ich fotosfer T są zbliżone do temperatur zwykłych gwiazd (od około 40 000 K do około 4 000 K, choć znane są także nieco chłodniejsze). Zatem ze związku mocy promieniowania L z temperaturą możemy policzyć promienie białych karłów R:

$$\frac{R}{R_\odot} = \left[\frac{L}{L_\odot} \cdot \left(\frac{T}{T_\odot}\right)^4\right]^{1/2} \qquad (1)$$

gdzie $R_\odot$, $L_\odot$, $T_\odot$ to wielkości znane dla Słońca. Z otrzymanych wyników możemy ocenić, że promienie większości białych karłów zawierają się w granicach od 0,005 do około 0,02 $R_\odot$. Są więc porównywalne z promieniem Ziemi.

b) Masy i gęstości

Masy białych karłów zawierają się w granicach od 0,1 do 1,4 masy Słońca. Obliczając gęstości tych gwiazd otrzymujemy wyniki od kilkuset do kilku tysięcy kilogramów w cm^3! Oczywiście tak ściśnięta materia musi być całkowicie zjonizowana tzn. jądra atomowe i elektrony występują oddzielnie. Elektrony poruszają się w przestrzeni między jądrami atomowymi po określonych torach i z określoną prędkością. Poruszając się wywierają ciśnienie, które przeciwdziała sile grawitacji starającej się jak najbardziej ścisnąć białego karła. W białych karłach ciśnienie pochodzi od zdegenerowanego gazu elektronowego.

2. Jak powstaje biały karzeł

Aby znaleźć odpowiedź na to pytanie, trzeba odwołać się do teorii ewolucji gwiazd. Obecnie uważa się, że w białe karły zamienią się gwiazdy o masach początkowych od około 0,4 do około 3 mas Słońca (a więc i nasze Słońce). Prześledźmy teraz pokrótce ewolucję gwiazd podobnych do Słońca. W początkowej fazie tej ewolucji gwiazda przebywa na ciągu głównym zamieniając w swym jądrze wodór na hel w reakcjach termojądrowych. Gdy w jądrze wyczerpie się wodór reakcje przenoszą się do sfery wokół jądra. Na diagramie H-R gwiazda przesuwa się do góry i na prawo, w rejon czerwonych olbrzymów. Teraz dalsza ewolucja zależy od masy. Jeżeli jest ona mniejsza od 0,5 $M_\odot$ to gwiazda nie będzie w stanie uruchomić w swym jądrze reakcji zamiany helu w węgiel (tzw. proces 3 alfa) i od razu przejdzie w stadium białego karła. Gwiazda o masie większej od 0,5 $M_\odot$ wytworzy na tyle duże jądro helowe, że będzie w stanie zainicjować reakcję 3 alfa i przejść tym samym do kolejnego etapu ewolucji. Jednakże wkrótce następuje zachwianie równowagi gwiazdy co prowadzi do pulsacji i niestabilności produkcji energii. Gwiazda nie może już odzyskać utraconej równowagi i odrzuca zewnętrzne otoczki w postaci mgławicy planetarnej, ukazując nam białego karła o niejednorodnym składzie chemicznym. Tak więc biały karzeł to jądro gwiazdy, która kończy już swój kosmiczny żywot.

3. Mgławice planetarne — charakterystyka

a) Analiza widma mgławicy

Widmo samej mgławicy składa się wyłącznie z linii emisyjnych wysoko zjonizowanych pierwiastków, głównie tlenu, węgla i azotu. Gaz mgławicy ma średnio temperaturę około 20 000 K, a średnia prędkość oddalania się mgławic od gwiazd centralnych to około 20 km/s.

b) Czac życia mgławic

Czas życia mgławicy zależy od prędkości, z jaką została ona wyrzucona z gwiazdy centralnej. Średnio wynosi on około 10 000 lat, co wskazuje na to, że mgławice są obiektami nietrwałymi (w porównaniu z innymi etapami ewolucji gwiazd). Obecnie znamy około 1000 mgławic planetarnych, niektóre są daleko od Słońca. Ich duża ilość i krótki czas ich życia prowadzi do wniosku, że co kilkanaście lat powinniśmy obserwować pojawianie się mgławic nowych i ginięcie starych.

4. Centralne gwiazdy mgławic planetarnych — charakterystyka widm

Jasności centralnych gwiazd mgławic planetarnych są o wiele mniejsze niż samej mgławicy, a mimo to ich widma są do siebie dosyć zbliżone. Jednakże centralne gwiazdy mgławic planetarnych mają temperatury o wiele wyższe niż gaz mgławicy. Temeperatury tych gwiazd są wyższe niż 40 000 K, emitują więc głównie promieniowanie ultrafioletowe, które pobudza do świecenia gaz mgławicy. Gwiazdy te zaliczamy do kategorii gwiazd Wolfa-Rayeta.

5. Mgławice planetarne a ewolucja gwiazd

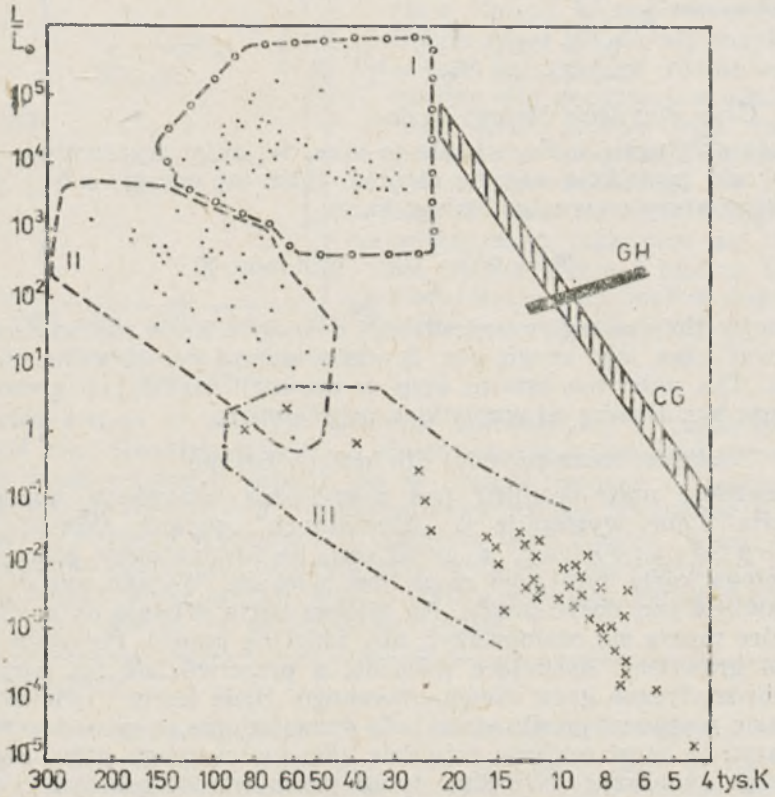
Zastanówmy się teraz, jakim etapem w ewolucji gwiazd jest mgławica planetarna. Stare gwiazdy przed odrzuceniem otoczki grupują się na tzw. gałęzi horyzontalnej zaznaczonej na diagramie H-R (rys. 2). Rysunek ten jest fragmentem diagramu H-R, na który naniosłem również położenia centralnych gwiazd mgławic planetarnych (kropki) i białych karłów (krzyżyki). Na diagramie tym możemy prześledzić losy mgławicy planetarnej. Po odrzuceniu powłok zewnętrznych oczom obserwatora ukazuje się gwiazda centralna mgławicy planetarnej. Początkowo jest dosyć jasna (około 10^4 $L_\odot$), a jej promień jest rzędu promienia Słońca. Na tym etapie jądro mgławicy znajduje się w obszarze I zaznaczonym na rys. 1. Szybko jednak kurczy się zmniejszając swą jasność, a zwiększając temperaturę fotosfery do ponad 100 000 K i przesuwa się na diagramie H-R do obszaru II. Tutaj ustala się ostatecznie promień omawianej gwiazdy i odtąd stygnie ona przesuwając się do obszaru III czyli do białych karłów. Jeżeli przytoczona powyżej droga ewolucyjna mgławicy i gwiazdy centralnej miałaby być prawdziwa, to powinniśmy obserwować jako najbardziej zwarte mgławice w obszarze I, a coraz bardziej rozmyte w obszarach II i III. Obserwacje istotnie to potwierdzają. Przykładem mgławicy zwartej może być NGC 3242, a rozmytej NGC 7293. Krótki czas życia mławic i duża ich ilość sugeruje , że wiele gwiazd kończy swą ewolucję w postaci białego karła. Ocenia się, że obecnie 3 a może nawet aż 8% gwiazd to białe karły.

Rys. 2. Diagram H-R z zaznaczoną gałęzią horyzontalną i naniesionymi położeniami obserwowanych gwiazd centralnych mgławic planetarnych (kropki) oraz białych karłów (krzyżyki).

6. Budowa i właściwości fizyczne białego karła

a) Analiza widma — poczerwienienie grawitacyjne

Po odrzuceniu otoczki powstały biały karzeł zachowuje cienką warstwę z gazu doskonałego wokół zdegenerowanego jądra. Warstwa ta ma grubość kilku procent promienia gwiazdy i z niej pochodzi obserwowane widmo białego karła. Linie widmowe są zauważalnie przesunięte ku czerwieni (względem wzorców laboratoryjnych), co interpretuje się jako wynik oddziaływania silnego pola grawitacyjnego na promieniowanie elektromagnetyczne. Foton, który opuszcza białego karła, musi stracić część swojej energii na przezwyciężenie pola grawitacyjnego co powoduje zmianę promieniowania. Zjawisko to może w niektórych przypadkach nieść informację o masach białych karłów bowiem:



$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{GM}{Rc^2} \quad \text{skąd} \quad M = \frac{Rc^2}{G} \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$$

gdzie: $\Delta\lambda/\lambda$ — mierzone poczerwienienie, G — stała grawitacji, M — masa karła, c — prędkość światła, R — promień gwiazdy.

b) Właściwości gazu zdegenerowanego

Gaz zdegenerowany jest głównym budulcem białego karła. Nie zachowuje się on jak gaz doskonały. Aby opisać jego własności potrzebne jest kwantowe podejście do praw fizyki. W gazie zdegenerowanym ciśnienie, które przeciwdziała sile grawitacji, nie zależy od temperatury gazu a tylko od jego gęstości:

$$P = K\varrho^{5/3}$$

gdzie: ϱ — gęstość, K — stała.Gęstość centralna białego karła określona jest wzorem:

$$\varrho_c = 130 \left(\frac{M}{M_\odot}\right)^{6/5} \cdot \left(\frac{R_\odot}{R}\right)^{12/5} \quad [\mathrm{g/cm^3}]$$

c) Czas stygnięcia białego karła

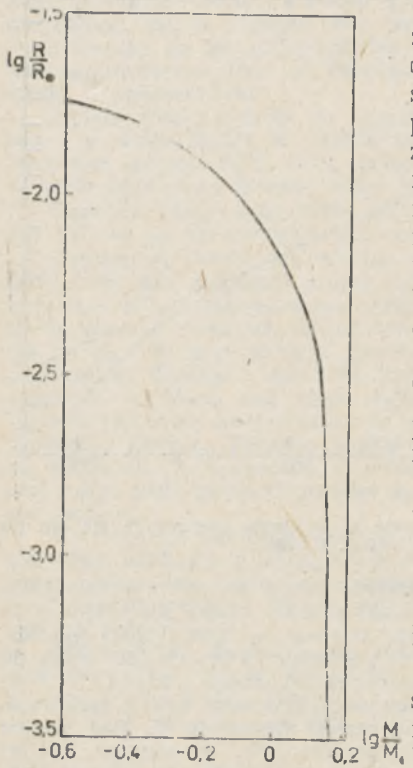
Czas stygnięcia białego karła to czas, w jakim wypromieniuje on całą posiadaną energię cieplną. Ilość tej energii zależy od temperatury wewnątrz białego karła

$$T_c = 90 \left(\frac{L}{L_\odot}\right)^{2/7} \text{ milionów K}$$

Znając ilość energii zgromadzonej w białym karle można oszacować czas jego stygnięcia. Średnio wynosi on 10 miliardów lat. Tak więc ten ostatni etap w ewolucji niektórych gwiazd może być dłuższy od wszystkich poprzednich.

d) Zależność masa-promień dla białych karłów

Zależność masa-promień jest specyficzną własnością białego karła i nie występuje u „normalnych" gwiazd. Odkrył ją Chandrasekhar, a mówi ona, że im mniejszy promień białego karła tym jego masa jest większa. Wyjaśnienie tego zjawiska jest dosyć proste. Na białego karła działają dwie siły, które muszą się równoważyć, aby mógł on istnieć. Pierwsza to siła grawitacji ściskająca gwiazdę, a przeciwdziała jej parcie hydrostatyczne gazu zdegenerowanego. Białe karły o większej masie wytwarzają silniejsze pole grawitacyjne, a więc równoważyć je musi większe ciśnienie zdegenerowanego gazu. Jednakże zwiększyć je można tylko przez wzrost gęstości czyli



Rys. 3. Zależność masa-promień dla białych karłów.

(przy zadanej masie) przez zmniejszenie promienia gwiazdy. Przybliżona zależność masa-promień dla białego karła pokazana jest na rys. 3. Widać z niego, że nie możemy dowolnie zwiększać masy białego karła; istnieje graniczna wartość masy powyżej której białe karły nie mogą istnieć. Jest to tzw. masa Chandrasekhara.

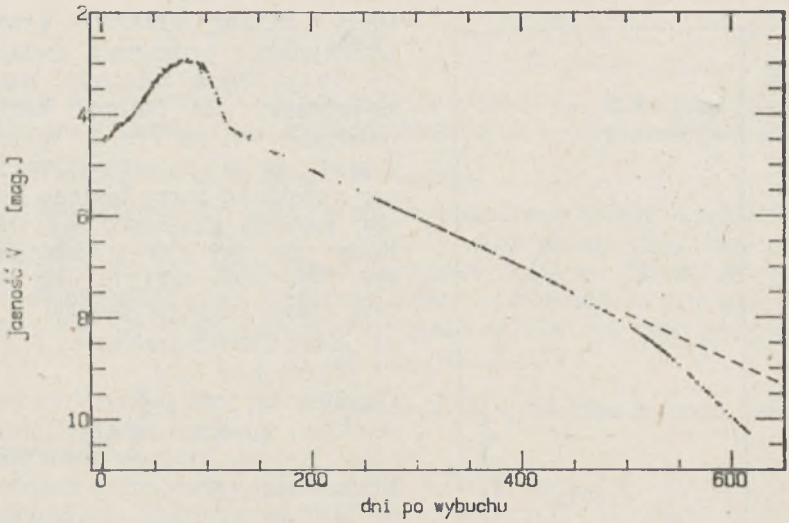
e) Masa Chandrasekhara (około 1,44 $M_\odot$)

Granica ta jest jednym z warunków istnienia białych karłów. Karzeł, którego masa jest bliska masie granicznej znajduje się na granicy równowagi między siłą grawitacji a ciśnieniem gazu. Gdyby jego masa była nieco większa, ciśnienie gazu zdegenerowanego nie byłoby w stanie powstrzymać grawitacyjnego zapadania się. Co się jednak stanie z białym karłem, który otrzymałby dodatkową porcję materii (np. dzięki przepływowi w ciasnym układzie podwójnym) i przekroczył 1,44 $M_\odot$? Gwiazda taka traci równowagę wewnętrzną i w centralnych częściach zapada się w jeszcze gęstszy i mniejszy obiekt. Natomiast zewnętrzne warstwy zostają odrzucone, a w całym procesie wyzwala się ogromna ilość energii. Wtedy to najprawdopodobniej obserwujemy wybuch supernowej typu I. Po białym karle zostaje wtedy szybko wirująca gwiazda neutronowa. Ale to już zupełnie inny temat...

KRONIKA

„W kamiennym kręgu" Supernowej — 386 do 616 dni po wybuchu

To już trzecia notatka poświęcona losom supernowej 1987A z Wielkiego Obłoku Magellana. Jest to więc już cykl, którego końca nie widać.



Rys. 1. Krzywa blasku SN 1987A w barwie V w czasie pierwszych 616 dni po wybuchu (23. 02. 1987—1. 11. 1988).

a akcja biegnie coraz wolniej — zupełnie jak w pewnym serialu telewizyjnym, wypomnianym w tytule. Chociaż... ale o tym na końcu.

W poprzednich dwóch „odcinkach" (*Urania* nr 2/89 i 3/89) opisaliśmy historię SN1987A od momentu jej wybuchu 23 lutego 1987 roku do połowy marca 1988. Tym razem relacja z kolejnego półrocza — od 15 marca do 1 listopada 1988. Odpowiedni fragment rys. 1 pokazuje, jak osłabł w tym czasie blask supernowej w barwie V. Pod koniec tego okresu jasność gwiazdy spadła poniżej 10^m, co oznacza, że jej wielkość absolutna wyniosła $M_V = -8.5$ mag. Osłabienie jeszcze bardziej zaznacza się w całkowitej dzielności promieniowania optycznego (od ultrafioletu do podczerwieni): w połowie marca wynosiła ona prawie 8 mln $L_\odot$, zaś 1 listopada już tylko ok. 370 tys. $L_\odot$. ($L_\odot$ to całkowita dzielność promieniowania Słońca).

Jak pamiętamy, już 260 dni po wybuchu blask optyczny supernowej zaczął spadać szybciej, niż to wynika z tempa rozpadu promieniotwórczego izotopu ^{56}Co, będącego od dawna (dokładniej od 130 dnia) jedynym źródłem energii gwiazdy. W poprzedniej notatce musieliśmy się uciekać do specjalnych „sztuczek" aby tę różnicę pokazać. Teraz już nie jest to konieczne. Na rys. 1 punkty obserwacyjne odchylają się bardzo wyraźnie od linii przerywanej, będącej przedłużeniem odcinka prostoliniowego (dni 130—260).

Pamiętamy również, że gdy tylko zauważono to zjawisko, wysunięto przypuszczenie (początkowo słabo uzasadnione), że energia brakująca w świetle optycznym wyświecana jest w dziedzinie rentgenowskiej i γ. Na falach tych supernowa jest dość często obserwowana przez japońskiego satelitę Ginga, czasem również przez radziecki moduł Kwant, satelitę Solar Maximum Mission, oraz detektory wypuszczane na balonach i wystrzeliwane na rakietach. Niestety, pracują one na dość mięk-

kich falach X, gdzie strumień fotonów jest jeszcze dość słaby. Stąd niepewność wciąż istnieje, choć jest coraz mniejsza. Z uzyskanych danych wynika, że 560 dni po wybuchu połowa całej energii gwiazdy wypromieniowywana była w dziedzinie X i γ, 40% w części optycznej i 10% w podczerwieni.

Należy raczej przyjąć, że sumaryczna energia: optyczna, rentgenowska i γ wciąż spada w tempie określonym przez czas rozpadu połowicznego izotopu ^{56}Co, i że izotop ten (wyprodukowany po wybuchu w ilości 0.078 masy Słońca) wciąż jest jedynym źródłem energii gwiazdy.

Powtórzyliśmy więc tylko wniosek z poprzedniego „odcinka". Zanosi się na to, że sytuacja taka będzie trwała jeszcze długo. Chociaż...

Czytelnicy *Uranii* już wiedzą: 18 stycznia 1989 r. (695 dni po wybuchu) międzynarodowej grupie astronomów udało się 4 m teleskopem na Cerro Tololo zarejestrować pulsy optyczne od SN1987A. Oznaczałoby to, że otoczka stała się już na tyle przezroczysta, że zaczyna przebijać się do nas światło pulsara, powstałego w wyniku kolapsu centrum supernowej! Sądząc z częstości impulsów, pulsar ten wiruje z okresem zaledwie 0.0005 s, jest więc najszybciej rotująca gwiazdą! Prędkość liniowa punktów na równiku tej gwiazdy neutronowej wynosi ok. 1/3 prędkości światła. Ponadto częstość pulsów była modulowana okresem ok. 8 godzin. Wytłumaczyć to można na dwa sposoby: albo oś pulsara wykonuje ruch precesyjny, albo pulsar obiega jakieś inne ciało o masie Jowisza.

Niestety, do chwili obecnej (kwiecień '89) nikomu nie udało się potwierdzić istnienia pulsara. Znikł on z oczu samym odkrywcom. Utrzymują oni, że ich odkrycie nie mogło być złudzeniem. 18 stycznia pulsy były bardzo wyraźne. Może więc jakiś gęstszy „kłaczek" materii znów zasłonił pulsara?

Morał z tej opowieści jest taki: jednak przyroda zawsze okaże się ciekawsza od seriali telewizyjnych.

Wg *MNRAS* 1989, 237, 55p
IAU Circular No. 4735, 4743

MAREK MUCIEK

Problemy z ewolucją galaktyk

Ewolucja implikuje zachodzenie zmian. Ale podczas gdy w biologii ewolucja ujawnia się poprzez wiele generacji gatunków, w astronomii „gatunki" — galaktyki — należą do jednej generacji i mogą mieć prawie taki sam wiek jak wszechświat. W lipcu 1988 r. odbyło się na Wyspach Kanaryjskich sympozjum, gdzie dyskutowano jak galaktyki powstały, jak się rozwijały i jak wzajemne oddziaływania wpływały na ich historie życia.

Ponieważ bardzo dużo czasu upływa, zanim promieniowanie z odległych galaktyk do nas dotrze, widzimy je takimi, jakie były w dawnych epokach. Przez to zarówno wiek jak i ich odległość określa się za pomocą przesunięcia ku czerwieni z, to jest wzrostu długości fali emitowanego promieniowania spowodowanego ekspansją wszechświata. W tych jednostkach przyjmuje się, że formowanie galaktyk rozpoczęło się dla $z = 10$—20, kontynuowane było przez 10^9 lat i możemy nadal je obserwować dla $z = 3$.

Kwazary obserwujemy aż do odległości około $z = 4$ i możemy ich użyć do badania ewolucji galaktyk w bliskiej nam przestrzeni. Od pewnego już czasu znamy obłoki gazu międzygalaktycznego w od-

ległościach $z = 2—3$, ujawniające się poprzez linie absorpcyjne w widmach emisyjnych kwazarów. Jak dotąd nie udało się jednak znaleźć widm emisyjnych tych obłoków wywołanych spodziewaną w nich formacją gwiazd. Rozciągła emisja radiowa kwazarów tła może być także użyta do odkrycia dyskowej struktury w linii absorpcyjnej na fali 21 cm powodowanej przez wodór, jeżeli zachodzi w tych obłokach formacja galaktyk.

Wczesna ewolucja galaktyk w sposób istotny zależy od tempa formacji w takich obłokach gwiazd, co jednak jest niezbyt dobrze poznanym procesem. Najdłuższą skalą czasową w tym procesie wydaje się konwersja gazu atomowego w molekularny. Pozostaje jednak niewyjaśnionym, co naprawdę kontroluje tempo formacji gwiazd, chociaż istotne wydają się gęstości gazu i całkowitej masy.

Dalsza ewolucja galaktyk przejawia się w zmianach populacji gwiazd. Porównanie bliskich galaktyk z obiektami o $z = 0.5$ (a więc mniej wyewoluowanych) ukazuje, że galaktyki różniły się już gdy miały połowę obecnego wieku. Ujawnia się przy tym złożoność interpretacji zintegrowanych widm odległych galaktyk przez zastosowanie syntezy populacji gwiazdowych. Słabsze galaktyki eliptyczne w gromadach o średnim przesunięciu ku czerwieni wykazują formację gwiazd późniejszą niż w starszych obiektach widzianych lokalnie. Wydaje się, że wszystkie (lub prawie wszystkie) galaktyki zawierają gwiazdy datujące się przynajmniej na 10^{10} lat.

Skumulowany efekt eksplozji supernowych może prowadzić do systematycznego wypływu gazu lub nawet oscylacyjnych „wybuchów" formacji gwiazd. Powstający w wyniku tego wiatr wypycha z galaktyki gaz, który może wpływać na powrót do wnętrza galaktyki, mając istotne konsekwencje dla ewolucji ośrodka międzygwiazdowego.

Bardzo silna emisja promieniowania w niektórych galaktykach powoduje spekulacje sugerujące, że w ich centrach może formować i rozwijać się masywna czarna dziura (10^6—10^8 mas Słońca), zasilana akrecją materii z galaktyki. R. Terlevich przedstawił na omawianym sympozjum swój model wzrostu aktywności formacji gwiazd dla masywnego jądra typu Seyferta, w którym masywne gwiazdy (jednak nie za bardzo masywne, tylko 80—100 mas Słońca) w wyniku działania wiatru gwiazdowego tracą swoje otoczki, by ujawnić bardzo gorące jądra. Twarde promieniowanie takich jąder jest wystarczające do wytworzenia obserwowanych stosunków natężeń linii w widmach galaktyk Seyferta. Wiatr gwiazdowy łącznie z eksplozjami supernowych może produkować znaczne poszerzenie linii widmowych. Eksplozje supernowych mogą także tłumaczyć zmiany jasności, dając nawet quasi periodyczne odbicia promieniowania, jeżeli supernowe pojawiają się w gęstym ośrodku międzygwiazdowym.

Model tłumaczy tak wiele obserwowanych zjawisk aktywności w jądrach galaktyk bez potrzeby uciekania się do hipotezy wytwarzającej energię masywnej czarnej dziury, że bardzo interesujące jest przewidywanie, jak daleko może on zaprowadzić. Jednakże własności kwazarów, jako klasy szczególnie aktywnych galaktyk, mogą być na razie zbyt ekstremalne dla tego modelu.

Wydaje się obecnie zupełnie jasne, że ewolucja galaktyk może być pod silnym wpływem odziaływań galaktyka-galaktyka. R. Joseph pokazał wyraźny dowód silnych efektów oddziaływań, które mogą przejściowo zwiększyć stukrotnie tempo formacji gwiazd. Nie może taki

przypadek zaistnieć dla galakytki uformowanej lub ewolującej w izolacji. W rzeczywistości jednak wyliczenia początkowych rozmiarów i odległości wykazują, że wszystkie galaktyki mogły oddziaływać dla $z = 1—2$. Poważna część gwiazdowego halo naszej Galaktyki mogła powstać w wyniku akrecji małych galaktyk — satelitów.

Nasza ignorancja odnośnie procesów formacji gwiazd nie jest jedyną przeszkodą w wyświetleniu ewolucji galaktyk. Bardziej zasadniczą kwestią jest fakt ujawniany przez obserwacje dynamiki ruchów galaktycznych. Obserwujemy bowiem jedynie dziesiątą część całej masy wszechświata. Osiągnięto już jednak pewien postęp. Wygląda na to, że w lokalnym obszarze dysku naszej Galaktyki nie ma już dla nas ukrytej masy. Na podstawie obserwacji krzywych rotacji galaktyk spiralnych w gromadach stwierdzono, że galaktyki blisko centrum gromady są pozbawione swoich otoczek niewidzialnej masy lub też nie mogły one ich utworzyć na początku swego istnienia.

Jest swego rodzaju arogancją dyskutowanie ewolucji galaktyk, gdy nie znamy natury 90 procent ich masy. Warto jednak przypomnieć, że ewolucja biologiczna została opisana na długo przed tym zanim odkryto jej bazę genetyczną. Być może astronomowie będą w stanie wyświetlić generalne zasady ewolucji galaktyk, zanim poznamy wiele z jej szczegółów.

Wg *Nature*, 1988, 335, 397 *JACEK STRYCZYŃSKI*

PORADNIK OBSERWATORA

Zakrycie Plejad przez Księżyc 19/20 września 1989 r.

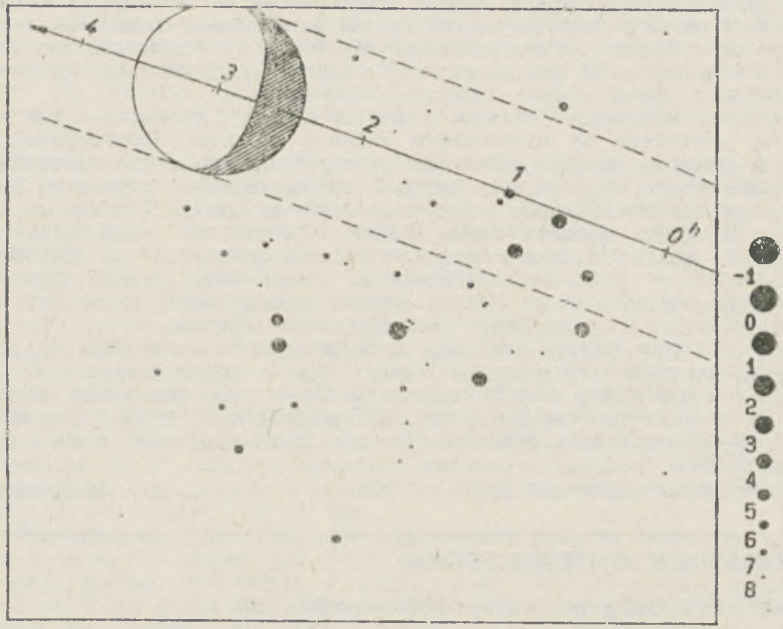
W r. 1989 jedyne dobrze widoczne zakrycia gwiazd z gromady Plejad będziemy mogli oglądać w nocy z 19 na 20 września. Zjawisko to nie będzie wprawdzie łatwe do obserwowania, gdyż przeszkadzać będzie nieco blask Księżyca, jednak o wiele lepsze, niż np. następne zakrycie z 13 listopada, które zajdzie podczas pełni i praktycznie może być w ogóle niewidoczne. Podczas zakrycia wrześniowego Księżyc będzie znów przechodził na tle północnej części gromady, ale mimo to Jojdzie do

Tabela 1

Dane pomocnicze, dotyczące przejścia Księżyca na tle Plejad 19/20 września 1989 r.

Godz. c.w.e.	Azymut Księżyca	Wysokość Księżyca	Wysokość Słońca
20^h	—131°	0°	
22	—110	15	
0	— 89	33	
2	— 62	50	
4	— 19	62	—22°
6	+ 37	60	— 4

Współrzędne horyzontalne Księżyca i Słońca są podane dla Łodzi.
Faza Księżyca: 73 — %



Rys. 1. Przejście Księżyca na tle Plejad 19/20 września 1989 r. oglądane z Polski centralnej. Momenty podano w czasie letnim (c.w.e.).

kilku dobrze widocznych odkryć gwiazd. Najjaśniejsze z nich to Maja (4^m0) i Tajgeta (4^m4). Na rys. 1 przedstawiono schematycznie przejście Księżyca na tle Plejad, zaś w tabeli 1 — dane pomocne w obserwacjach. Momenty odkryć gwiazd dla Polski podano odrębnie w tabeli zbiorczej dla III kwartału 1989 r. Następne, dobrze widoczne w Polsce przejście Księżyca na tle gromady Plejad nastąpi dopiero 3 lutego 1990 r.

MAREK ZAWILSKI

Obserwujmy gwiazdy zmienne długookresowe

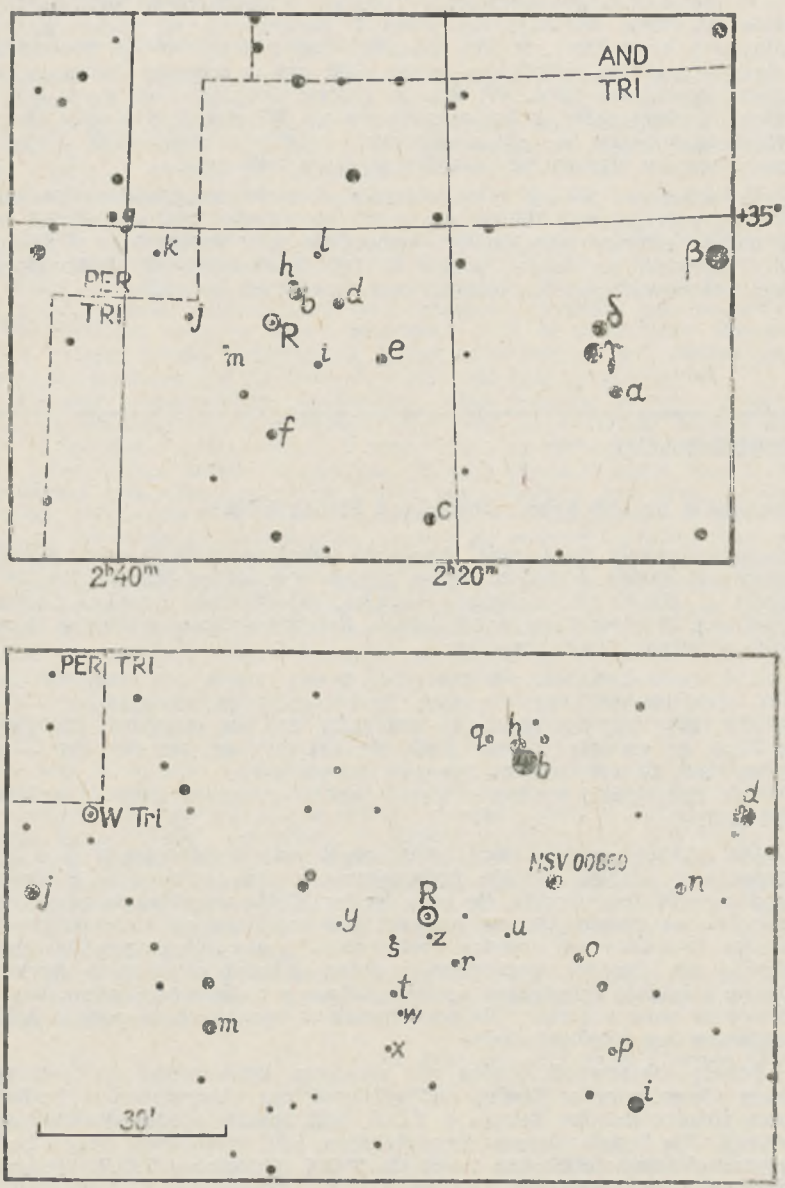
R Trianguli

$\alpha = 2^h34^m00^s$, $\delta = +34°02'9$ (1950.0), $A = 5^m4—12^m6$ V

Max = JD 2445215 + 266^{d}9 · E, $M - m = 0.44$, Sp = M4IIIe—M8e

Jasności gwiazd porównania (na podstawie *AAVSO Chart*).

a = 5^m3	h = 6^m7	n = 7^m7	t = 10^m2
b = 5 . 6	i = 6 . 9	o = 8 . 4	u = 10 . 6
c = 5 . 8	j = 7 . 0	p = 8 . 6	w = 11 . 0
d = 5 . 8	k = 7 . 2	q = 9 . 2	x = 11 . 1
e = 6 . 2	l = 7 . 3	r = 9 . 5	y = 11 . 3
f = 6 . 3	m = 7 . 4	s = 9 . 8	z = 11 . 6
g = 6 . 3			



Mapki okolic R Trianguli.

W niewielkim gwiazdozbiorze Trójkąta widocznym w jesienne i zimowe wieczory, znajduje się jedna z jaśniejszych na niebie gwiazd zmiennych typu Miry, R Tri. Znajduje się ona ok. 4° na wschód od γ Tri. W średnim maksimum osiąga 6^m0, zaś w średnim minimum jej jasność spada do 11^m5. W okresie prawie 100 lat obserwacji R Tri zmieniała nieco okres, który wynosi obecnie 267 dni. Warto więc obserwować tę zmienną w celu wyznaczenia momentu maksimum. Najbliższe maksimum wystąpi na początku stycznia 1990 roku.

W odległości prawie 1° na wschód od R Tri znajduje się gwiazda zmienna półregularna W Tri (Sp = M5, A = 6^m9—7^m6), zaś w odl. 21′ na zachód gwiazda podejrzana o zmienność NSV 00860. Obie te gwiazdy zaznaczono na mapce okolic R Tri. Zaawansowani obserwatorzy mogą spróbować systematycznych obserwacji tych gwiazd.

JERZY SPEIL

OBSERWACJE

Komunikat nr 1/89 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Sekcja rozpoczęła działalność. Akces do Sekcji zgłosiło 11 osób. Wyniki obserwacji Słońca w lutym 1989 r. przysłały 4 osoby: Marcin Betlej, Robert J. Bodzoń, Andrzej Pilski, Mieczysław Szulc. Łącznie wykonano 33 obserwacje w 19 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa w lutym 1989 r. wynoszą:

1. ——, 2. ——, 3. ——, 4. 103 (119), 5. 103 (91), 6. 102 (126), 7. ——, 8. ——, 9. 144 (178), 10. 164 (185), 11. 197 (244), 12. 210 (226), 13. ——, 14. 205 (254), 15. 168 (160), 16. 178 (163), 17. 204 (186), 18. 150 (168), 19. ——, 20. 89 (81), 21. 137 (125), 22. 123 (95), 23. 112 (87), 24. ——, 25. 158 (144), 26. 117 (107), 27. 109 (118), 28. 121 (111).
Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w lutym 1989 r. wynosi: 143,7 (147,6).

Dla każdego obserwatora został wyliczony współczynnik *k* z porównania z liczbami Wolfa podawanymi przez centrum w Brukseli. Współczynnik ten określa, ile razy liczby Wolfa uzyskiwane przez obserwatora są systematycznie większe lub mniejsze od standardowych. Różnica ta zależy od wzroku obserwatora i używanego przezeń teleskopu i nie ma nic wspólnego z oceną jakości obserwacji. Średnie dzienne i średnia miesięczna zostały obliczone z uwzględnieniem współczynników obserwatorów. Dla porównania w nawiasach są podane średnie liczone bez współczyników.

Sekcja Obserwacji Słońca nie zamierza konkurować z Towarzystwem Obserwatorów Słońca ani odbierać mu obserwatorów. Podstawową różnicą między Sekcja a T.O.S. jest sposób opracowywania obserwacji. Nie będzie niczym niewłaściwym, jeśli członkowie Sekcji będą wysyłać obserwacje Słońca także do T.O.S. Członkom T.O.S. życzymy słonecznych dni i udanych obserwacji.

ANDRZEJ PILSKI

Z KORESPONDENCJI

Dodatki do amatorskiego „astrografu"

Urządzenie do fotografowania nieba wykonałem według wskazówek zamieszczonych w *Uranii* nr 6/1985, 5/1987 i 7—8/1987, nie będę więc opisywał jego dokładnej budowy, a ograniczę się jedynie do przedstawienia elementów i zmian, które wprowadziłem celem ułatwienia jego obsługi i wykonania. Urządzenie ma dwie osie dla dwóch niezależnie pracujących aparatów — napęd ręczny i zegarowy. Napęd ręczny nie odbiega niczym od propozycji p. Giergielewicza z *Uranii* nr 6/1985; w napędzie zegarowym zamiast osi wskazówki minutowej budzika wykorzystałem oś śruby nakręcającej budzik, która wykonuje 4 obroty na dobę. Rozwiązanie to umożliwia zastosowanie znacznie mniejszej tarczy zamieniającej ruch obrotowy budzika na potrzebny jeden obrót na dobę, w moim przypadku jest to plastikowy element kółka małego wózka dziecinnego, które zamocowane jest według pomysłu p. Szczerby (*Urania* nr 5/1987) na piaście rowerowej.

Ponadto wprowadziłem dodatkowy układ optyczny w celu szybszego i dokładniejszego orientowania przyrządu na Gwiazdę Biegunową. Jest to lunetka o powiększeniu 5 razy leżąca na górnej płycie urządzenia; umieszczony przed nią pryzmat kieruje obraz bieguna świata do obiektywu pod kątem prostym. Obraz ten oglądany jest przez okular lunetki wyposażony w płytkę ogniskową z krzyżykiem, w miejscu którego umieszczona jest drobina fosforu ze starego budzika, jako że sam krzyżyk byłby niewidoczny. W podobny pryzmat uzbrajam aparat (w miejscu przeznaczonym na lampę błyskową) celem ułatwienia ustawienia samego aparatu na odpowiedni wycinek nieba, ponieważ przez wizjer widać raczej niewiele i jest to dość niewygodne. Dokładne ustawienie aparatu jest o tyle istotne, że najczęściej spotykane u nas obiektywy fotograficzne średniej klasy dają w miarę klarowny obraz w partiach środkowych kadru. Pryzmaty takie dają oczywiście obraz odwrócony i lustrzany, ale przy odrobinie znajomości konfiguracji gwiazd można sobie z tym poradzić. Zawieszenie napędu zegarowego wyposażone jest w system regulowanych przeciwwag, które dają możliwość zamocowania aparatu z obiektywami długoogniskowymi bez obawy o szkodliwy wpływ na siłę obrotową słabego przecież budzika. Urządzenie można złożyć i przenieść w większej reklamówce. Nie zadowala mnie ono jednak do końca, wkrótce zamierzam zrobić nowe, rezygnując z napędu zegarowego, a pozostałość zminimalizować i wzbogacić o możliwość ciągłego wizualnego sterowania. Pozwoli to (o ile się uda) na stosowanie długich czasów naświetlania i teleobiektywów o stosunkowo dużym powiększeniu.

Chętnie udostępnię zainteresowanym szczegóły obecnego urządzenia oraz projekty przyszłego. Myślę, że w tej dziedzinie amatorzy mogą jeszcze wiele zrobić.

ADAM KALICY
ul. Królicza 1 m. 1, 05-807 Podkowa Leśna

NOWOŚCI WYDAWNICZE

— *S. Dunlop, M. Gerbaldi* (Eds.) **Stargazers — The Contribution of Amateurs to Astronomy,** Proceedings of Colloquium 98 of the IAU, Springer-Verlag, 1988, Berlin, str. XVIII + 237, cena 35 dolarów USA.

— **La Contributions des astronomes amateurs à l'astronomie, hier et aujourd'hui.** Actes du 98ème Colloque de l'UAI, publiés sous la direction de Mme *Michèle Gerbaldi*, Observations et Travaux, Société Astronomique de France 1988/89, Paris, cena 200 franków.

Wkrótce po zakończeniu obrad Kolokwium Nr 98 Międzynarodowej Unii Astronomicznej „Wkład amatorów do astronomii" ukazało się w *Uranii* (nr 11/1987) barwne sprawozdanie z jego przebiegu pióra Katarzyny Turaj. Niedawno zaś ukazały się dwa tomy materiałów z tej konferencji, wydane w dwóch wersjach językowych. Wydawnictwa z konferencji naukowych MUA są zazwyczaj wydawane w języku angielskim, i taka — nieco skrócona wersja wygłaszanych referatów — ukazała się w języku angielskim pod tytułem *Stargazers* (Oglądacze gwiazd) pod redakcją S. Dunlopa z Brytyjskiego Towarzystwa Astronomicznego i M. Gerbaldi z Instytutu Astrofizyki w Paryżu. Natomiast pełny tekst referatów w języku francuskim, w jakim prezentowana była ponad połowa prac, ukazał się w trzech zeszytach serii *Observations et Travaux* (Obserwacje i prace) Francuskiego Towarzystwa Astronomicznego (SAF), które było współorganizatorem całej konferencji.

Trzeba przyznać, że redaktorzy, zwłaszcza wersji angielskiej dokonali trudnego dzieła zaprezentowania wszystkich wygłoszonych referatów, dokonania tłumaczenia wielu z nich na język angielski, opracowania streszczenia lub omówienia, zwłaszcza wtedy gdy prezentowana praca była oparta na ilustracjach, przezroczach, niemożliwych do reprodukowania w książce. Wyjątek stanowi tu reprodukcja (tylko w wersji francuskiej, niestety czarno-biała) mapy nieba namalowanej w XVI w. na półkolistym sklepieniu wieży zamku St-Jean-de-Chepy, podobno jedyny tego typu zabytek we Francji. Istnieje przypuszczenie, że malowidło powstało na zamówienie ówczesnego właściciela zamku interesującego się matematyką, Maurycego Bressieu.

Przejdźmy teraz do paru danych liczbowych. Tom angielski podzielony został na 4 części: historyczną (22 referaty na 60 stronach), metod obserwacji (28 referatów na 80 stronach), wyników obserwacji (37 referatów na 58 stronach), popularyzacji (35 referatów na 30 stronach). Łącznie zatem zaprezentowane są 122 referaty, o objętości od paruwierszowego streszczenia do tekstów 2—3 stronnicowych. Wyjątek stanowią tu artykuły Briana Marsdena z Biura Telegramów Astronomicznych MUA o współpracy z amatorami, oraz Janet Mattei, dyrektora Biura Amerykańskiego Towarzystwa Obserwatorów Gwiazd Zmiennych (AAVSO) o wkładzie amatorów do obserwacji tych obiektów.

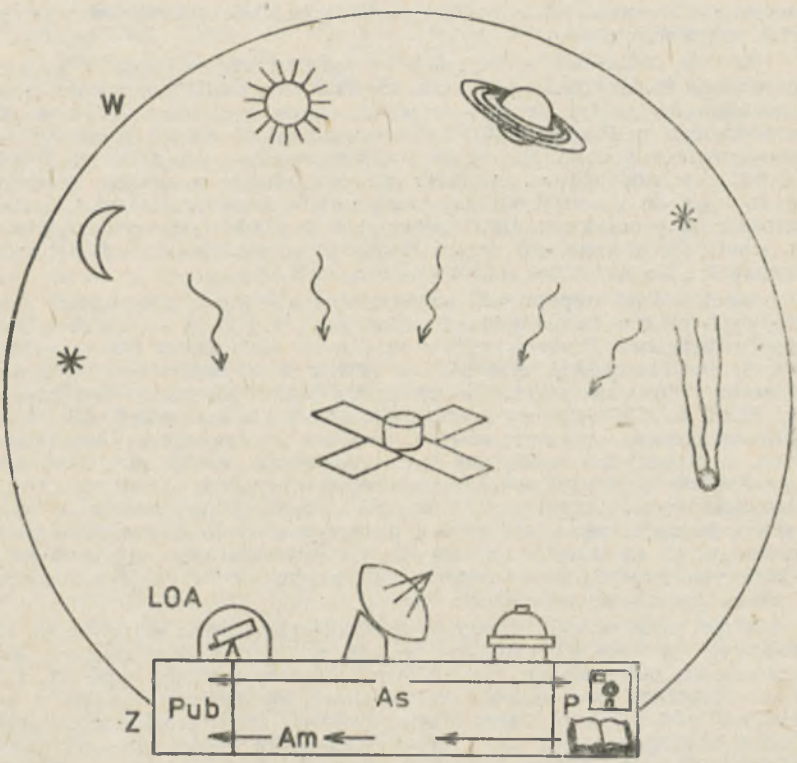
A jakie obiekty astronomiczne były przedmiotem referatów? W części historycznej prezentowano nie tylko sylwetki zasłużonych obserwatorów-amatorów,, lecz także dawne obserwacje poszczególnych obiektów: Słońca, gwiazd podwójnych, zaćmieniowych, komet, lub powody zainteresowania obserwacjami astronomicznymi w pewnych szczególnych okresach. W części dotyczącej metod obserwacji połowa prac dotyczyła rozwiązań instrumentalnych, pozostałe zaś takich obiektów jak: Słońce, planetoidy, gwiazdy zmienne, podwójne. Wyniki obserwacji dotyczyły: komet (nie tylko komety Halleya), gwiazd zmiennych, Słońca, planetoid, meteorów. Wreszcie, w części dotyczącej popularyzacji — 10 referatów dotyczyło działalności planetariów i obserwatoriów ludowych; inne — działalności towarzystw i obserwatoriów astronomicznych w dziedzinie uopwszechniania astronomii, różnych metod popularyzacji i nauczania stosowanych na świecie, wreszcie — spraw publikacji i po-

mocy naukowych, a także wykorzystania specjalnie widowiskowych zjawisk astronomicznych.

Jak to stwierdził w referacie wstępnym Jean-Claude Pecker, astronomia stosunkowo późno stała się dziedziną nauki uprawianej przez „zawodowców", gdyż dopiero w utworzonych z końcem XVII w. obserwatoriach w Paryżu (1667) i Greenwich (1675) zaczęli pracować astronomowie zawodowi. Do tej pory utrzymywali się oni z innych źródeł, zajmując stanowiska w administracji, korzystając z dotacji władców. Równolegle do pracujących już zawodowych astronomów działali stale astronomowie amatorzy. Dominującą rolę w koordynowaniu działalności amatorów francuskich miało obchodzące właśnie stulecie istnienia Francuskie Towarzystwo Astronomiczne, SAF.

Janet Mattei wspominała powstawanie kolejnych towarzystw zrzeszających obserwatorów gwiazd zmiennych: w 1890 r. — odrębną sekcję Towarzystwa Brytyjskiego, w 1911 r. — AAVSO, w 1921 r. — Towarzystwo Francuskie, AFOEV, w 1927 r. — towarzystwo w Nowej Zelandii, dalej inne, tak iż obecnie działa już 25 odrębnych towarzystw. Do Biura AAVSO wpływa rocznie ponad 200.000 obserwacji, tak iż archiwum posiada obecnie ponad 5,5 miliona obserwacji gwiazd zmiennych. Z drugiej zaś strony do Biura nadchodzą prośby od astronomów zawodowych o dostarczenie danych obserwacyjnych, które mogą być następnie wykorzystywane: do badania korelacji obserwacji wykonanych w różnych zakresach widma, do przygotowywania programów obserwacyjnych na dużych teleskopach, do równoczesnego monitorowania wybranych gwiazd, jako materiał ilustracyjny do artykułów o gwiazdach zmiennych, do prac studenckich.

A oto jakie obiekty cieszyły się zainteresowaniem astronomów zawodowych w 1984 r.: gwiazdy zmienne kataklizmiczne, zmienne długookresowe, półregularne, typu Z And, kwazary, cefeidy, typu BL Lac, Słońce, typu RV Tau, zmienne zaćmieniowe, nieregularne (podaję w kolejności ilości zgłoszeń). Janet Mattei cytowała szereg konkretnych przykładów współpracy, jak np. z grupą oksfordzką, zainteresowaną obserwacjami gwiazdy zmiennej kataklizmicznej YZ Cancri w ultrafiolecie z wykorzystaniem międzynarodowego satelity ultrafioletowego IUE. Dla tej gwiazdy trudno przewidzieć moment wybuchu, tymczasem „przydział czasu" na satelicie planowany być musi z dużym, wielomiesięcznym wyprzedzeniem. Zaplanowano zatem przybliżony termin obserwacji na drugą połowę lutego, przesuwając termin, gdy z obserwacji amatorskich styczniowych wynikło, że wybuch przypuszczalnie nastąpi na początku marca. Grupa z Oksfordu udała się zatem do stacji obserwacyjnej IUE w Hiszpanii 1 marca i czekała na sygnał rozpoczęcia obserwacji gwiazdy z danych przekazywanych przez amatorów. Pierwszy zauważył wybuch gwiazdy 3 marca amator ze Stanów Zjednoczonych, za nim inni z Anglii i Japonii, i tak obserwacje napływały do 5 marca, kiedy to gwiazda zaczęła słabnąć. Dzięki obserwacjom amatorów i szybkiemu przekazywaniu informacji, asstronomowie zawodowi mogli zarejestrować cały przebieg wybuchu przy użyciu satelity IUE, otrzymując kompletne widma w zakresie ultrafioletowym. Ten typ danych jest bardzo istotny dla zrozumienia struktury dysku wokół białego karła w tym ciasnym układzie podwójnym. Ponieważ zaś trwanie wybuchu jest krótkie, przeto możliwość dopasowania czasu obserwacji na satelicie do momentu wybuchu stała się możliwa tylko dzięki współpracy z amatorami na całym świecie poprzez Biuro AAVSO.



Rys. 1. Interesujący rysunek z artykułu J. Kleczka. Informacje o Wszechświecie (W), które docierają do Ziemi (Z) za pomocą fotonów (faliste strzałki) są odbierane i dekodowane przez instrumenty astronomiczne, a następnie interpretowane i scalane w system wiedzy przez astronomów. Przepływ wiedzy astronomicznej do społeczeństwa obrazują strzałki prostoliniowe. Z umysłu astronomów (As) przenika ona do książek, czasopism lub jest zapisywana w pamięci komputerów (P). Miłośnicy astronomii (Am) przenoszą ją do społeczeństwa (Pub), które ma łączność z astronomami poprzez ludowe obserwatoria astronomiczne (LOA).

Dla czytelników *Uranii* specjalnie interesujące być powinny akcenty polskie w materiałach z Kolokwium, wzmianki o polskich miłośnikach astaronomii i o PTMA. Katarzyna Turaj omówiła sylwetki 16-tu polskich amatorów, działających od XVII do XX w., a także historię powstania i obecną działalność PTMA. Wspominała oczywiście o *Uranii*, jako wydawnictwie Towarzystwa, a także o zmianach w dziedzinie nauczania astronomii w polskich szkołach. W tomie znajduje się również artykuł o Janie Heweliuszu, pióra niżej podpisanej. Trzeba również wspomnieć, że Frank Bradshaw Wood w artykule *Amatorzy i gwiazdy zmienne zaćmieniowe* pisze: „w wyborze programu obserwacyjnego pomocny może być Rocznik Astronomiczny Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie".

Na zakończenie chciałabym jeszcze wspomnieć o wygłoszonym z dużą werwą referacie Josipa Kleczka z Ondřejova, poświęconym bardzo licznym w Czechosłowacji obserwatoriom ludowym. Jest ich około 70, posiadają personel liczący od 2 do 20 osób. Placówki te zajmują się nie tylko popularyzacją, wprowadzeniem do obserwacji, systematycznymi obserwacjami wybranych obiektów we współpracy z zawodowymi instytucjami astronomicznymi, ale również niekiedy systematycznymi kursami na poziomie uniwersyteckim. Personel pracuje przede wszystkim z ogromnym zapałem, czerpiąc radość z poznania budowy i piękna Wszechświata, gdyż jak powiedział Wergiliusz „Felix qui potuit rerum cognoscere causas" (szczęśliwy jest ten, kto poznał przyczyny rzeczy).

CECYLIA IWANISZEWSKA

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Listopad 1989 r.**

Słońce

Wędruje po ekliptyce w kierunku punktu przesilenia zimowego, dni są więc coraz krótsze. W Warszawie 1 listopada Słońce wschodzi o 6^h31^m, zachodzi o 16^h8^m, a 30 listopada wschodzi o 7^h21^m, zachodzi o 15^h28^m. W listopadzie Słońce wstępuje w znak Strzelca.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 13^h czasu środk.-europ.)

Data 1989	P	B_0	L_0	Data 1989	P	B_0	L_0
XI 1	+24°42	+4°31	47°34	XI 17	+20°70	+2°53	196°39
3	+24.08	+4.10	20.96	19	+20.10	+2.29	170.02
5	+23.68	+3.89	354.60	21	+19.47	+2.05	143.66
7	+23.26	+3.68	328.22	23	+18.81	+1.80	117.30
9	+22.82	+3.46	301.86	25	+18.12	+1.56	90.94
11	+22.34	+3.23	275.48	27	+17.42	+1.30	64.58
13	+21.82	+3.00	249.12	29	+16.68	+1.06	38.22
15	+21.28	+2.77	222.75	XII 1	+15.92	+0.80	11.86

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$5^d3^h10^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca jest w listopadzie następująca: pierwsza kwadra 6^d15^h, pełnia 13^d7^h, ostatnia kwadra 20^d6^h, nów 28^d11^h. W perygeum Księżyc znajdzie się 12 listopada, a w apogeum 25 listopada. Podczas swej wędrówki na sklepieniu niebieskim tarcza Księżyca zakryje Antaresa i Wenus, ale zjawiska te będą widoczne na półkuli południowej.

Planety i planetoidy

Nad zachodnim horyzontem coraz wyżej i piękniej świeci Wenus jako Gwiazda Wieczorna —4.5 wielkości. Późnym wieczorem wschodzi Jowisz i świeci w gwiazdozbiorze Bliźniąt jak gwiazda —2.6 wielkości. Saturn (+0.6 wielk. gwiazd.), Uran (6 wielk.) i Neptun (8 wielk.) zachodzą wieczorem wraz z gwiazdozbiorem Strzelca, gdzie można je odnaleźć nisko nad południowo-zachodnim horyzontem. Mars wschodzi rankiem i możemy próbować odnaleźć go nisko nad wschodnim horyzontem jako gwiazdę +1.7 wielkości. Pluton i Merkury są niewidoczne.

Przez lunety możemy obserwować planetoidę Pallas widoczną w pierwszej połowie nocy jako gwiazdka 9 wielkości w gwiazdozbiorze Wieloryba. Podajemy równikowe współrzędne planetki dla kilku dat: listopad 1^d: rekt. 0^h28^m7, dekl. —17°8′; 11^d: 0^h24^m5, dekl. —18°16′; 21^d: rekt. 0^h22^m6, dekl. —18°55′; grudzień 1^d: rekt. 0^h23^m1, dekl.—18°8′.

Meteory

Od 15 do 19 listopada promieniują Leonidy. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne: rekt. 10^h8^m, dekl. 22°. W tym roku w obserwacjach może przeszkadzać blask Księżyca.

* *
*

1^d12^h Bliskie złączenie Antaresa z Księżycem; zakrycie gwiazdy pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona widoczne będzie w Południowej Afryce, na Madagaskarze, na Oceanie Indyjskim, w Australii i na Jawie.

2^d23^h Bliskie złączenie Księżyca z Wenus. Zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Nowej Zelandii, na Antarktydzie i na południowym krańcu Ameryki Południowej.

3^d Księżyc znajdzie się kolejno w złączeniu z trzema planetami w odl. 4°: o 9^h z Uranem, o 22^h z Saturnem i o 23^h z Neptunem.

$4/5^d$ O 24^h obserwujemy początek zaćmienia, a o 3^h22^m koniec zakrycia 1 księżyca Jowisza.

$5/6^d$ Obserwujemy serię ciekawych zjawisk w układzie czterech najjaśniejszych księżyców Jowisza. O 21^h15^m obserwujemy początek zaćmienia 2 księżyca i jednocześnie na tarczy planety pojawia się cień księżyca 1. O 21^h32^m księżyc 3 znika nagle w cieniu planety (początek zaćmienia), a o 22^h20^m księżyc 1 rozpoczyna przejście na tle tarczy planety. O 23^h27^m cień księżyca 1 kończy swą wędrówkę po tarczy planety. O 0^h25^m księżyc 3 pojawi się blisko brzegu tarczy (koniec zaćmienia), a o 0^h33^m księżyc 1 kończy przejście na tle tarczy. O 1^h58^m obserwujemy początek zakrycia 3 księżyca, o 2^h3^m koniec zakrycia księżyca 2 i o 4^h57^m koniec zakrycia księżyca 3.

7^d14^h Pluton w złączeniu ze Słońcem.

8^d O 3^h Wenus znajdzie się w złączeniu z Uranem w odl. 3°, a o 18^h w największym wschodnim odchyleniu od Słońca (47°).

10^d20^h Górne złączenie Merkurego ze Słońcem.

12d O 1h54m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza. O 22h Saturn w złączeniu z Neptunem w odl. 0°5.

12/13d O 23h9m na tarczy Jowisza pojawi się cień jego 1 księżyca. O 23h49m obserwujemy początek zaćmienia księżyca 2. O 0h7m księżyc 1 rozpocznie przejście na tle tarczy planety, a o 1h31m nastąpi początek zaćmienia księżyca 3. O 2h20m księżyc 1 kończy przejście na tle tarczy. O 4h24m obserwujemy koniec zakrycia księżyca 2, a o 4h25m koniec zaćmienia księżyca 3; początek zakrycia tego księżyca nastąpi o 5h32m.

13d Księżyc 1 ukryty jest za tarczą Jowisza. O 23h37m obserwujemy koniec zakrycia.

14d Księżyc 2 i jego cień wędrują po tarczy Jowisza. O 21h9m obserwujemy koniec przejścia cienia, a o 23h8m koniec przejścia księżyca 2.

15d Wenus znajdzie się w złączeniu w odl. 4°: o 16h z Neptunem, a o 20h z Saturnem.

16d O 15h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 3°. O 22h9m obserwujemy koniec przejścia księżyca 3 na tle tarczy Jowisza.

18d Od 22h28m do 23h51m księżyc 4 przechodzi na tle tarczy Jowisza.

20d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza; obserwujemy początek przejścia: cienia o 1h2m, księżyca o 1h53m. O 2h22m nastąpi jeszcze początek zaćmienia księżyca 2. Cień księżyca 1 widoczny jest do 3h15m, a sam księżyc kończy przejście o 4h6m.

20/21d Księżyc 1 przechodzi przez strefę cienia i za tarczą Jowisza. O 22h17m obserwujemy początek zaćmienia, a o 1h23m koniec zakrycia tego księżyca.

21/22d Księżyc 1 i 2 przechodzą na tle tarczy Jowisza. Księżyc 1 i jego cień przechodzą już na tle tarczy planety, kiedy o 21h8m na tarczy Jowisza pojawia się cień księżyca 2. O 21h43m obserwujemy koniec przejścia cienia księżyca 1, a o 22h33m koniec przejścia samego księżyca 1. Księżyc 2 rozpocznie przejście o 22h50m, a jego cień skończy przejście o 23h46m. Koniec przejścia księżyca nastąpi o 1h30m.

22d9h5m Słońce wstępuje w znak Strzelca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 240°.

23d24h Planetoida Pallas nieruchoma w rektascensji.

23/24d Księżyc 3 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia cienia (o 22h21m) oraz początek (o 22h40m) i koniec (o 1h36m) przejścia samego księżyca 3.

26d20h Złączenie Księżyca z Marsem w odl. 6°.

26/27d Od 21h38m od 22h13m trwa zaćmienie 4 księżyca Jowisza. O 2h55m rozpoczyna przejście cień księżyca 1, a o 3h39m sam księżyc 1.

27/28d O 0h11m obserwujemy początek zaćmienia, a o 3h9m koniec zakrycia 1 księżyca Jowisza.

28/29d Księżyce 1 i 2 przechodzą na tle tarczy Jowisza. Cień księżyca 1 przechodzi od 21h24m do 23h37m, a sam księżyc 1 od 22h5m do 0h18m. Cień księżyca 2 wędruje od 23h45m do 2h23m, a księżyc 2 od 1h9m do 3h49m.

29d O 21h35m obserwujemy koniec zakrycia księżyca 1 przez tarczę Jowisza.

30d O 17h Uran w złączeniu z Księżycem w odl. 3°. O 2h29m początek zakrycia 2 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

O. Gingerich — Astronomy of Islam (I).

T. Krzyt — Planetary Nebulae and White Dwarfs as a Final Stage of Evolution of Stars Like the Sun.

Chronicle: „In the Stone Circle" of Supernova — 386 to 616 Days after the Explosion — Problems with Evolution of Galaxies.

Vade-Mecum for Observers: Occultations of Pleiades by the Moon 19/20 Sept. 1989 — Let's Observe Long Periodic Variable Stars.

Observations.

From Correspondence.

New Books.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

О. Джинджерич — Астрономия ислама (I).

Т. Кшит — Планетарные туманности и белые карлики как конечный этап эволюции звёзд подобных Солнцу.

Хроника: „В каменном кругу" сверхновой — 386 до 616 дней после взрыва — Проблемы познания эволюции галактик.

Справочник наблюдателя: Покрытие Плеяд Луной 19/20 сентября 1989 г. — Набюдаем долгопериодические переменные звёзды.

Наблюдения.

Из корреспонденции.

Новые книги.

Астрономический календарь.

Druga strona okładki: Mapa gwiazdozbioru Perseusza. Jest to średniowieczna kopia rysunku wykonanego w X wieku, którego autorem był perski astronom Abd ar-Rahman as-Sufi. As-Sufi poprawił katalog gwiazd zestawiony w II wieku przez Ptolemeusza — czołowego astronoma starożytności. Ilustracja jest stronicą manuskryptu, którego właścicielem jest Egipska Biblioteka Narodowa w Kairze.

Trzecia strona okładki: Urządzenie do fotografowania nieba wykonane przez Adama Kalicy (patrz Z korespondencji).

Czwarta strona okładki: Dwa zdjęcia Neptuna wykonane 23 stycznia 1989 r. w odstępie dwóch godzin przez sondę kosmiczną Voyager 2 z odległości około 309 mln km.

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. **Adres redakcji:** ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. **Adres administracji:** Zarząd Główny PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. **Warunki prenumeraty:** roczna dla członków PTMA — 940 zł, dla niezrzeszonych prenumeratorów — 1120, cena pojedynczego egzemplarza — 60 zł, zgłoszenia w administracji, adres j.w.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN. Wrocław Oddział w Krakowie, 1989. Nakład 2667 egz. Obj. ark. wyd. 2,60, ark. druk. 2,0 Pap. druk. sat. kl. V, 55 g, 61×86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa w Krakowie — Zam. nr 4252-89 — O-20 — Nakł. 2667 egz.

Cena zł 60.—

Indeks 38001