

URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII



ROK LXV

MARZEC 1994

Nr 3 (627)



Rok LXV Marzec 1994 Nr 3 (627)

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH I 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. 1966).

SPIS TREŚCI

John D. North
 Astrolabium 66

Maria I. Błęcka
 Czy wokół Marsa istnieją pierścienie? 74

Kronika:
 Nowe dane o komecie Shoemaker-Levy 9 78
 Pierścień okołosłoneczny 79
 Radiogalaktyka z wyłącznikiem -- 3C388 79

Poradnik Obserwatora:
 Meteory 80
 Częściowe zaćmienie Słońca 10 maja 1994 roku 86
 Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych 89

Obserwacje:
 Komunikat Sekcji Obserwacji Słońca PTMA, listopad 1993 89

Nowości Wydawnicze:
 Z. Kopal, O hvězdách a lidech -- Vzpomínky astronomovy 90

Z korespondencji
 Wycieczka astronomiczna do Czech 91

Kalendarzyk Astronomiczny 93

Zafascynowani osiągnięciami współczesności nie bardzo zdajemy sobie sprawę ze zdobyczy nauki i techniki w odległej przeszłości. Niechęć interesowania się nią usprawiedliwiamy zwykle po prostu brakiem czasu. Doświadczenie uczy jednak, że warto czasem obejrzeć się za siebie i podjąć wysiłek poznania działań naszych przodków, aby rozumniej i z szerszej perspektywy patrzeć na dzisiejsze niezwykłości. Temu ma służyć artykuł prof. Johna D. NORTHA, którym – dziękujemy uprzejmości amerykańskiego miesięcznika Scientific American – rozpoczynamy niniejszy numer. Astrolabium to średniowieczny przyrząd naukowy. Używany był do obserwacji astronomicznych i do pomiarów wysokości obiektów ziemskich. Służył także jako matematyczna maszyna analogowa, szczególnie do określania czasu miejscowego. Nie załamyjmy trudu zrozumienia jego istoty.

Drugim tematem, który proponujemy naszym Czytelnikom w tym miesiącu, jest coraz bardziej aktualny Mars. Dr Maria BŁĘCKA relacjonuje ciekawy szczegół przygotowań do misji MARS-94, w której aktywny udział biorą polskie zespoły. Powstający w naszym kraju spektrometr fourierowski do teledetekcyjnego sondowania atmosfery planety wymaga prac modelowych dotyczących rozpraszania promieniowania słonecznego na pierścieniu gazowo-pyłowym dla oceny możliwości obserwacyjnych tego przyrządu. Mamy nadzieję, że przybliżą one odpowiedź na intrygujące pytanie postawione w tytule kolejnego artykułu.

W obszernym tym razem Poradniku Obserwatora zachęcamy miłośników astronomii m. in. do podjęcia obserwacji meteorów, które – jak twierdzi ich entuzjasta Arkadiusz OLECH – „nie wymagają żadnego specjalistycznego sprzętu, są proste, relaksują, zbliżają do natury, pozwalają obcować z pięknem nocnego nieba, a co najważniejsze są naukowo pożyteczne”.

John D. North — Groningen (Holandia)

ASTROLABIUM*

Astrolabium było najpowszechniej używanym przyrządem astronomicznym średniowiecza. Pojawiło się już w starożytności, a jeszcze w XVII stuleciu nie było rzadkością. Przyrząd używany był do mierzenia wysokości kątowej Słońca, Księżyca, planet i gwiazd w odniesieniu do płaszczyzny horyzontu lub do pomiarów odległości zenitalnej tych obiektów. Mógł być także używany do wyznaczania wysokości gór, wież lub do pomiarów głębokości obniżeń terenu. Ważniejszą była jednak możliwość użycia astrolabium jako pomocniczego urządzenia do obliczeń. Umożliwiało ono astronomowi obliczenie położenia Słońca i ważniejszych gwiazd w odniesieniu do południka niebieskiego i horyzontu, wyznaczenie szerokości geograficznej i kierunku północnego (nawet w ciągu dnia, gdy gwiazdy są niedostrzegalne), a wreszcie pozwalało mu na oddanie się tak poważanemu i dochodowemu zajęciu jakim było stawianie horoskopów. Przede wszystkim w czasach poprzedzających powszechną dostępność niezawodnych zegarów, astrolabium umożliwiało swojemu właścicielowi określenie czasu w dzień lub w nocy. Określenie czasu było możliwe o ile tylko widoczne było Słońce lub niektóre możliwe do zidentyfikowania gwiazdy zaznaczone na przyrządzie.

Bardziej precyzyjna nazwa opisywanego tu przyrządu brzmi astrolabium planisferyczne. Istnieją trzy inne typy astrolabium: astrolabium liniowe, astrolabium sferyczne i astrolabium marynarskie. Liniowe astrolabium było przyrządem trudnym zarówno do zastosowania jak i do zrozumienia, a poza tym rzadko wykonywanym. Astrolabium sferyczne było także rzadko-

ścią; posiadało kształt globusa, mimo że miało wiele wspólnego z płaskim astrolabium planisferycznym. Astrolabium marynarskie było stosunkowo późnym przyrządem; o ile wiadomo zostało użyte po raz pierwszy na krótko przed czasami Krzysztofa Kolumba. Było urządzeniem o niewielkiej precyzji, służącym głównie do znajdowania wysokości Słońca, Księżyca lub gwiazd ponad horyzontem i używane było do podobnego celu co sekstans w następnych stuleciach. Składało się z alidady, czyli prostej listwy obracającej się wokół osi umieszczonej centralnie na kolistej tarczy. Na każdym końcu alidady umieszczona była łopatką z wyciętym otworem. Marynarz zawieszał przyrząd na swoim kciuku i regulował położenie alidady tak, by móc zaobserwować ciało niebieskie przez otwory w łopatkach. Następnie odczytywał wysokość obiektu na podziałce kątowej umieszczonej wzdłuż krawędzi przyrządu. Wykonując podobne obserwacje wysokości Słońca obserwował cień rzucany przez jedną z łopatek alidady na drugą, by nie uszkodzić sobie wzroku bezpośrednią obserwacją. Marynarskie astrolabium było wykonane z ciężkiego mosiądzu, tak by stabilnie wisało uchwycone za pierścień. Ponadto ażurowa konstrukcja minimalizowała wpływ wiatru na tyle na ile było to możliwe.

Najpowszechniejszym rodzajem astrolabium było astrolabium planisferyczne. Dla prostoty będę odtąd nazywał je astrolabium. By w pełni zrozumieć najprostsze zastosowania tego przyrządu, konieczne jest przyjrzenie się jego zewnętrznej formie i zrekonstruowanie w jaki sposób tę formę uzyskało.

* Artykuł opublikowany w *Scientific American* Vol. 230, No. 1, January 1974, ss. 96–106, został przetłumaczony za zgodą Autora i Wydawcy [Translated with permission. Copyright © 1974 by Scientific American, Inc. All rights reserved.].

Obie strony astrolabium nosły istotne informacje. Alidada obracała się na osi po stronie tylnej. Ta tylna strona służyła jako skład informacji, które w zasadzie mogły być zgromadzone gdzie indziej. Była tam zwykle pewna liczba skal i tablic, których dobór podlegał zmianom wraz z upływem wieków.

Skalą, która znajdowała się na prawie wszystkich astrolabiach była skala kalendarza, na której zaznaczono dni i miesiące, i która wiązała położenie Słońca wśród gwiazd na niebie z datą w obrębie danego roku. Gdyby gwiazdy były widoczne w ciągu dnia – byłoby łatwiej dostrzec pozorny ruch Słońca na ich tle. Ten ruch Słońca jest oczywiście konsekwencją ruchu Ziemi wokół Słońca; gdy Ziemia przemieszcza się wzdłuż swojej orbity, Słońce wydaje się przesuwać na tle gwiazd. Jest zatem często wygodnie formułować myśli tak, jak gdyby Ziemia była w spoczynku, w centrum ogromnej sfery, na której są usytuowane wszystkie obiekty niebieskie. Gwiazdy, a nawet planety, znajdują się tak niezmiernie daleko w porównaniu z rozmiarami Ziemi, że używanie pojęcia sfery niebieskiej jest rozsądną konwencją dopóki interesujemy się jedynie kierunkiem pomiędzy obiektami niebieskimi a obserwatorem.

Droga Słońca na sferze niebieskiej zwana jest ekliptyką. W ciągu roku Słońce wykonuje wzdłuż tej drogi jeden pełny obieg. Planety podróżują w pasie nieba mierzącym kilka stopni po obu stronach ekliptyki – ten pas nosi nazwę *zodiaku*. Dla dowolnego dnia danego roku można podać przybliżone położenia Słońca na ekliptyce (jego położenie w zodiaku). Lata przestępne stwarzają pewien problem, ale wymagana dokładność określania kątów w omawianym przypadku nie przewyższa jednego stopnia więc nie jest to poważna trudność.

Na skalę kalendarza astrolabium nanoszono dni i miesiące. Skala zodiaku umieszczona na astrolabium, zwykle koncentryczna ze skalą dat, dawała związek

pomiędzy datami, a położeniem Słońca na ekliptyce. Położenie Słońca może być podane w formie długości ekliptycznej przyjmującej wartości od zera do 360 stopni i liczonej od odpowiedniego punktu wyjściowego. W wiekach średnich używany był pewien wariant tego systemu: zodiak był dzielony na 12 znaków. Każdy znak miał 30 stopni długości i był obdarzony



Strona tylna astrolabium arabskiego wykonanego w Kordobie (Hiszpania) w 1054 r., którego strona frontowa została pokazana na zdjęciu reprodukowanym na drugiej stronie okładki. Astrolabium jest własnością Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego. Fot. Janusz Kozina.

nazwą pochodzącą od nazwy jednego ze znanych gwiazdozbiorów. Gwiazdozbiory od których pochodzą nazwy poszczególnych znaków zodiaku znajdują się teraz w sąsiednich znakach w wyniku powolnego przesuwania się (precesji) punktów równonocy, co jest z kolei spowodowane ru-

chem ziemskiej osi po powierzchni stożka. Częściowo z powodu precesji, a częściowo skutkiem tego, że czas ziemskiego obrotu wokół Słońca nie jest dokładnie równy 365 i 1/4 ziemskiej doby, w kolejnych latach w dniach obdarzonych tą samą datą położenia Słońca podlegają małym przesunięciom. Te przesunięcia mogą być uwzględnione bez wielkiej trudności na mocy reguł kalendarza. W astrolabium jednakże nie było to łatwe do przeprowadzenia i należy się spodziewać, że skala średniowiecznego kalendarza jest przesunięta o 10 lub 11 dni w stosunku do dzisiejszego.

Przednia strona astrolabium jest ważniejsza niż jego odwrotna strona (patrz zdjęcie na drugiej stronie okładki). Ma ona dwie zasadnicze części. Jedna, zwana rete, jest tarczą z szeregiem wycięć wykonaną zwykle z mosiądzu podobnie jak pozostałe części astrolabium. Rete przykrywa drugą okrągłą płytkę bez otworów. Rete (od łacińskiego słowa oznaczającego „pajęczą sieć”) jest rodzajem mapy nieba. Końce niewielkich wskaźników zaznaczają położenia najjaśniejszych gwiazd, niecentrycznie położone koło reprezentuje ekliptykę a fragmenty trzech innych kół reprezentują równik niebieski, zwrotniki Raka i Koziorożca. Przez środek rete przechodzi oś z zatyczką, wokół której może się ono obracać. Ta oś, która także mocuje alidadę po drugiej stronie astrolabium, jest utrzymywana na swoim miejscu przez zatyczkę przechodzącą przez otwór w osi. Grubszy jej koniec miał tradycyjnie kształt głowy konia i w związku z tym zatyczka była często zwana „koniem”. Gdyby jakiś sztywny, przezroczysty materiał był dostępny w czasach o których mowa, rete prawdopodobnie byłoby z niego zrobione. Każdy, kto dzisiaj chciałby skonstruować proste astrolabium, do wykonania tej gwiazdnej mapy mógłby użyć kawałka plastiku.

Drugą podstawową częścią astrolabium jest tarcza umieszczona pod rete. Znajduje się na niej szereg okręgów i linii pros-

tych reprezentujących linie współrzędnych niebieskich nieruchomych z punktu widzenia ziemskiego obserwatora. Środek astrolabium, wokół którego obraca się rete, odpowiada północnemu biegowi nieba. Koncentrycznie z biegunem położone są: zwrotnik Raka, równik niebieski i zwrotnik Koziorożca. Okręgi równika i zwrotników mogą być przedstawione zarówno na rete jak i na tarczy umieszczonej pod rete. Na tej spodniej tarczy odnaleźć można linię odpowiadającą horyzontowi obserwatora, punkt jego zenitu i zespół „almukantarów” – kół na sferze niebieskiej przechodzących przez punkty o jednakowej wysokości, znajdujących się powyżej horyzontu i zamykających się wokół zenitu. Zaznaczono tam także linie o jednakowym azymucie, które tworzą zespół okręgów promieniujących z zenitu i kończących się na linii horyzontu.

Odległość oddzielająca biegun i zenit obserwatora na tarczy astrolabium zależy oczywiście od szerokości geograficznej obserwatora. Gdyby obserwator żył na biegunie północnym te dwa punkty powinny pokrywać się, a gdyby żył na równiku powinny być oddzielone od tarczy astrolabium przez coś co reprezentuje odległość 90 stopni. Konieczność posiadania innej tarczy dla każdej szerokości geograficznej, na której instrument miałby być użyty stanowiła zawsze kłopot dla użytkownika astrolabium. Powinien on mieć tarczę dla swojej własnej szerokości i wiele innych potrzebnych podczas podróży.

Wymienne tarcze, o których tu mówimy, były często zwane klimatami przez oczywiste rozszerzenie znaczenia tego słowa. Jedno astrolabium mogło mieć cztery, pięć a nawet więcej klimatów. Każda tarcza była wygrawerowana po obu stronach, a wszystkie były przymocowane do „matki” czyli do głównego korpusu astrolabium. Klimaty były umieszczone pod rete i utrzymywane na swoim miejscu przez oś wraz z zatyczką-koniem. Istniały astrolabia z jedną tylko tarczą możliwe do użycia

pod każdą szerokością geograficzną, ale nie były łatwe w użyciu i nie były nigdy używane powszechnie.

W jaki sposób gwiazdy i linie współrzędnych na sferze niebieskiej zostały odwzorowane na rete i klimaty? Załóżmy, że obserwator znajduje się w środku wielkiej przezroczystej półkuli na powierzchni której narysowano almukantary i linie stałego azymutu w dziesięciostopniowych odstępach. Przez ten szereg linii obserwator mógłby widzieć gwiazdy nocnego nieba, które przesuwałyby się względem tych linii skutkiem dziennego ruchu Ziemi. Gdyby obserwator wykonał fotografię z długim czasem ekspozycji, punkciki światła gwiazd zakreśliłyby łuki koncentrycznych kół obracając się wokół północnego bieguna nieba. (W zgodzie z średniowiecznym sposobem myślenia zaniedbamy potrzeby ludzi żyjących pod niebem południowym.)

Podobnie jak możliwe jest wykonanie płaskiej mapy globu ziemskiego, możliwe jest także odwzorowanie na pewną płaszczyznę wspomnianych wyżej dwu sfer: nieruchomej sieci linii współrzędnych i poruszającej się sfery nieba. Istnieją pewne praktyczne wymagania, które trzeba spełnić jeśli mapy mają być wykonane z mosiądzu i mają służyć o dowolnej porze. Jeśli te dwie mapy mają być wykonane tak, że jedna obraca się wokół nieruchomego punktu drugiej, jak ma to miejsce w astrolabium, wtedy ten punkt powinien reprezentować jeden z biegunów – biegun północny jeśli instrument ma być używany na półkuli północnej. Ponadto obie mapy powinny być jednakowe dla wszystkich położzeń rete względem tarczy klimatu; rzut odwzorowujący byłby zupełnie niedobry gdyby okazało się, że rete musi być zniekształcane podczas obrotu.

Dla potrzeb wykonawców astrolabów doskonale nadawał się rzut stereograficzny. Rzut stereograficzny posiada tę własność, że okręgi na sferze pozostają okręgami gdy są odwzorowywane na płaską powierzchnię, a kąty pomiędzy okręgami prze-

cinającymi się na sferze pozostają nie zmienione po odwzorowaniu. Mamy podstawy do przypuszczeń, że wcześniej używano innych konwencji, ale konwencją która była prawie uniwersalnie stosowana w przypadku małych astrolabów było dokonanie rzutu stereograficznego z południowego bieguna sfery niebieskiej na płaszczyznę równika. Z bieguna południowego dożądanego obiektu na sferze niebieskiej prowadzono pojedynczą linię. Punkt w którym przecinała płaszczyznę rzutową wyznaczał położenie tego obiektu niebieskiego na mapie. Odwzorowując szereg takich punktów uzyskiwano linie współrzędnych.

Rzut stereograficzny ma tę własność, że im jakaś gwiazda położona jest bliżej południowego bieguna nieba, tym dalej pojawia się od bieguna północnego na płaszczyźnie rzutowej, to jest na rete. Rzut całej sfery niebieskiej jest nieskończenie rozległy. W praktyce rete było prawie zawsze wykonywane tak, że z niewielkim zapasem obejmowało zwrotnik Koziorożca. Gwiazdy na rete są reprezentowane przez ostrza mosiężnych wskaźników. W zasadzie pozycje gwiazd powinny być korygowane (przesuwane) po pewnym czasie, by uwzględnić efekt ruchu precesyjnego ziemskiej osi (choćby uwzględnianie tego efektu nie jest warte kłopotu jeśli mamy do czynienia z okresem czasu rzędu połowy stulecia lub krótszym). Niezamierzone przesunięcie pozycji gwiazdy było jednak bardziej prawdopodobne niż zamierzone, zatem wskaźniki były wykonywane zwykle tak sztywno jak to było tylko możliwe.

Umieszczanie okręgów zwrotników i równika na rete nie było konieczne, ponieważ pojawiały się one także na tarczy pod rete, a zatem na rete służyły one po prostu jako konstrukcja pomocnicza dla wskaźników gwiazd.

Kierunek osi rzutowania wybierano prostopadle do płaszczyzny równika niebieskiego i zwrotników. Skutkiem tego po rzutowaniu równik i zwrotniki były okręgami, koncentrycznymi z rete i posiadają-

cymi środki na biegunie północnym (reprezentowanym przez oś z zatyczką). Ponadto, jeśli umieścilibyśmy jakąś skalę z podziałką stopniową na równiku sfery niebieskiej, znaki tej skali leżałyby w równych odstępach na równiku zrzutowanym. Żadna z tych własności nie dotyczyła najważniejszego okręgu na rete, mianowicie pierścienia reprezentującego ekliptykę. Środek pierścienia ekliptyki nie pokrywał się ze środkiem równika i zwrotników, ponieważ płaszczyzna ziemskiego równika jest nachylona pod kątem 23.5 stopnia w stosunku do płaszczyzny ziemskiej orbity. Długości ekliptyczne mierzone są wzdłuż ekliptyki od punktu równonocy wiosennej – jednego z dwu punktów, w których ekliptyka przecina równik. Jest to początek znaku Barana; gdy Słońce jest w „pierwszym punkcie znaku Barana”, dzień i noc są równiej długości.

W punkcie równonocy wiosennej Słońce przechodzi z południowej strony równika na stronę północną i kieruje się w swoim ruchu wzdłuż ekliptyki przez znak Barana w stronę znaku Byka. Gdy osiąga wysunięty najdalej na północ punkt ekliptyki w przesileniu letnim, 23.5 stopnia na północ od równika, opuszcza znak Bliźniąt i wchodzi w znak Raka. Stąd nazwa zwrotnika na półsfery północnej na szerokości 23.5 stopnia. Gdy Słońce kontynuuje swój ruch wzdłuż ekliptyki, w końcu dociera do znaku Wagi, gdzie ponownie przecina równik, ale tym razem przecina go z północy na południe. Dokonuje tego w punkcie równonocy jesiennej, gdy ponownie dzień i noc są równej długości. Słońce osiąga punkt zimowego przesilenia gdy wchodzi do znaku Koziorożca 23.5 stopnia na południe od równika niebieskiego. Stąd nazwa zwrotnika na półkuli południowej na szerokości -23.5 stopnia. Roczna droga Słońca jako całość jest wskazywana przez najbardziej wyróżniający się pierścień na rete – ekliptykę.

Jak pierścień ekliptyki był konstruowany na rete? Wystarczyło narysować pun-

ktę letniego i zimowego przesilenia. Ponieważ w rzucie stereograficznym okręgi pozostają po odwzorowaniu okręgami, te dwa punkty definiują średnicę koła ekliptyki. Środek geometryczny ekliptyki leży w środku pomiędzy tymi dwoma punktami. Okrąg ekliptyki po skonstruowaniu, przecina równik w punktach odpowiadających punktom równonocy. (Geometryczny środek ekliptyki zawsze trafia w taki punkt, że kąty o wierzchołkach leżących w punktach równonocy, a ramionach przechodzących przez środek ekliptyki i środek rete mają w obu przypadkach wartości 23.5 stopnia lub, dokładniej mówiąc, są równe wartości, którą przyjęto za kąt pomiędzy ekliptyką a płaszczyzną równika niebieskiego.)

W podobny sposób na tarczę astrolabium umieszczoną pod rete nanoszone są almukantary. Horyzont obserwatora jest nachylony do równika niebieskiego pod kątem 90 stopni minus szerokość geograficzna obserwatora. By znaleźć dwa punkty określające położenie każdego z almukantarów należy pamiętać, że nie są one kołami wielkimi w płaszczyznach przechodzących przez środek Ziemi; są kołami małymi równoległymi do horyzontu. Po ich narysowaniu otrzymujemy szereg okręgów przebiegających wokół zenitu obserwatora, ale nie koncentrycznych z zenitem. Wszystkie ich środki leżą na południku.

Linie o jednakowym azymucie są znacznie trudniejsze do skonstruowania. Są szeregiem kół wielkich biegnących od horyzontu do zenitu i przecinających okrąg horyzontu oraz almukantary pod kątem prostym. Ponieważ rzut stereograficzny pozostawia kąty nie zmienione, linie stałego azymutu będą na tarczy astrolabium fragmentami kół, które zachowują tę własność. Astrolabium pokazuje tylko te części linii stałego azymutu, które pojawiają się ponad horyzontem obserwatora.

Zanim powrócimy do zastosowań astrolabium, co można powiedzieć o jego historii? Teoria rzutu stereograficznego

może być odnaleziona w pracach jednego z największych astronomów greckich — Hipparcha. Hipparch urodził się około 180 roku p. n. e. w Nicei, niedaleko dzisiejszego Istanbuhu. Wykonywał obserwacje z Rodos i Aleksandrii. Niestety większość wiadomości, które mamy o nim pochodzi z drugiej ręki. Jednym z najważniejszych takich źródeł są pisma astronoma aleksandryjskiego Ptolemeusza, powstałe około czterech wieków później. Sam Ptolemeusz był przypuszczalnie największym astronomem starożytnego świata. Jego najważniejsze dzieło, znane dzisiaj jako *Almagest*, nie zawiera żadnej wzmianki o astrolabium planisferycznym. W jego *Planisphaerium* są jednak wzmianki o „pajaku instrumentu horoskopowego” sugerujące, że pewien instrument o formie podobnej do późniejszego astrolabium był w tym czasie znany. *Planisphaerium* nie jest dziełem o astrolabium ale o rzucie stereograficznym. Jest znane z łacińskiego przekładu Hermana z Karyntii (A. D. 1143).

Nie tylko pisma Ptolemeusza, ale także pisma innych uczonych zawierały wzmianki o astrolabium. Wiele z tych prac już nie istnieje. Najstarszy zachowany wykład konstrukcji instrumentu i sposobów jego użycia został napisany w VI wieku przez Jana Filoponos z Aleksandrii. Sto lat później Severus Sebokht pisał na ten temat w języku syryjskim. Nieco później instrument stał się całkiem niezły znany, o czym wiemy z różnych prac poświęconych temu tematowi, powstałych zarówno w obszarze kultury islamu jak i krajach chrześcijańskich. Przypuszczalnie pierwszą europejską pracą była praca napisana przez Hermanna von Reichenau znanego także jako Herman der Lahme (Kulawy), mnicha z Reichenau, który zmarł w 1054 roku.

Lepiej znaną w średniowiecznej Europie była praca napisana po arabsku przez Maśallaha.* Przypuszcza się, że był on egipskim Żydem. Praca Maśallaha została przetłumaczona na łacinę w roku 1276 i stała się podstawą jedynej dobrej i wczesnej rozprawy na temat astrolabium napisanej po angielsku sto lat później przez nie kogo innego jak Geoffreya Chaucera.

To dzieło, zatytułowane *Traktat o astrolabium* (*A Treatise on the Astrolabe*), powstało około roku 1392. Przetrawało w postaci ponad dwu tuzinów manuskryptów. W niektórych z nich zamieszczono podtytuł *Wiadomości uproszczone* (*Bread and Milk for Children*). Podtytuł został przypuszczalnie oddany przez skrybę zdziwionego wstępnyimi uwagami Chaucera w pracy, która powszechnie była uważana za dzieło trudne. We współczesnych wersjach praca Chaucera zaczyna się następująco:

„Mały Ludwiku synu mój, z przyjemnością stwierdzam u ciebie oznaki zdolności do nauk o liczbach i proporcjach. Pamiętam także twoje najwcześniejsze prośby, by poznać treść pracy o astrolabium”. Chaucer przechodzi następnie do naszkicowania treści pracy, która jak się wydaje nigdy nie została ukończona. Wyjaśnia potrzebę posługiwania się językiem angielskim i pisze o swoich wątpliwościach dotyczących poglądów wcześniejszych astronomów. Niestety jego język angielski jest mniej więcej tak samo trudny dla przeciętnego współczesnego czytelnika jak łacina była dla Ludwika**.

W XVI wieku odkrycie druku i stałe ulepszenia w technikach rytowniczych stosowanych dla celów publikacji dały w rezultacie znaczną liczbę wspaniałych prac na temat astrolabium. Z kolei te prace były częściowo odpowiedzialne za wyraźne postępy w poziomie sztuki prezento-

* Stosuję tu znak ś (sz) nie występujący w polskiej ortografii. W nawiasie podano przybliżoną polską wymowę (przyp. tłum.).

** Dziękuję pani prof. Rucie Naguckiej z Instytutu Filologii Angielskiej Uniwersytetu Jagiellońskiego za konsultację dotyczącą Geoffreya Chaucera (przyp. tłum.).

wanym przez wykonawców instrumentu. Astrolabia stały się większe, bogato zdobione, dokładniej wyskalowane. Jednakże gdy pominiemy zmiany języka, w którym wykonywano napisy, niewiele było, lub zgoła nic, w typowym astrolabium z początku XVII wieku, co nie byłoby natychmiast znajome użytkownikowi przyrządu tysiąc lat wcześniej. Najwcześniejszy zachowany i datowany przyrząd pochodzi jak sądzimy z roku 927/8 n. e. To szczególne astrolabium nosi ponadto sygnaturę, którą trudno odczytać, ale może to być arabska forma greckiego imienia (Bastulos lub Nastulos).

Przed końcem XIII wieku planisferyczne astrolabium było już znane i używane od Indii na wschodzie po islamską Hiszpanię na zachodzie i od zwrotnika po Szkocję i Skandynawię. Odmiany ogólnego stylu ozdób były zwykle charakterystyczne dla danego kraju i okresu powstania. Wskaźniki gwiazd najwcześniejszych egzemplarzy rete miały zwykle proste kształty i były jedynie zaopatrzone w nazwę gwiazdy. Przeciwnie, późniejsi Indo-Perscy wykonawcy astrolabów wykonywali często rete w skomplikowanej i bardzo symetrycznej, ozdobnej formie, co było niełatwą rzeczą do osiągnięcia w przedmiocie, który jest w istocie gwiezdą mapą mającą pewien asymetryczny naturalny układ. Wykonawcy astrolabów na wschodzie często stosowali pokrycie instrumentu srebrem lub złotem. Ciekawym jest przesłedzenie kolejnych generacji tej samej „rodziny” instrumentów na podstawie zachowanych i sygnowanych egzemplarzy. Dla przykładu, rodzina ta mogła być wykonana w centrum takim jak Lahor, by następnie mieć związki z dworem Mongołów. Perskie instrumenty miały tendencję do wyjątkowego bogactwa ozdób — wypełnione były wygrawerowanymi ornamentami.

Na zachodzie styl rete jest zwykle ściśle związany ze współczesnym mu stylem architektury sakralnej. Styl pisanych inskrypcji jest podobny do stylu zachodnich manuskryptów i jest bardzo charaktery-

styczny dla okresu, w którym inskrypcje zostały wykonane. Istnieją poważne dowody na to, że wielu astronomów na całym świecie wykonywało swoje własne instrumenty, chociaż nie było jakiegoś centrum, które miałyby swoje specjalistyczne pracownie wykonujące instrumenty profesjonalnie. W wiekach średnich, w czasie gdy anonimowość pracy nie była traktowana źle, europejskie instrumenty były rzadko sygnowane imieniem wykonawcy. Począwszy od wieku XVI europejskie astrolabia były już często sygnowane.

Rozmiar większości astrolabów zawiera się w granicach od 8 do 46 centymetrów, chociaż znacznie większe egzemplarze można znaleźć w formie tarcz zegarów astronomicznych. Użycie astrolabów jako tarcz zegarów sięga klasycznej starożytności, gdy rete zmuszano do obrotu — jednego na dzień — używając siły wody. Po wynalezieniu czysto mechanicznego napędu w końcu XIII wieku zegary astronomiczne znalazły się w większości wielkich europejskich katedr. W zegarze astronomicznym o typowym układzie mapa gwiazd i mapa linii współrzędnych konwencjonalnego astrolabium zmieniły swoje miejsca; linie współrzędnych umieszczone były na rete, a gwiazdy namalowane na tarczy umieszczonej pod rete. Zwykle gwiazdy były wykonywane jako ruchome, a rete było nieruchome, ale czasem te role były odwrócone. Czasami na ekliptyce gwiezdnej mapy umieszczano model Słońca; poruszany był wzdłuż ekliptyki ręcznie lub za pomocą mechanizmu tak, że wykonywał jeden pełny obieg ekliptyki w ciągu roku. By odczytać czas z takiej tarczy należało posiadać znajomość przynajmniej podstawowych zasad użycia astrolabium.

Głównym celem astrolabium było określenie czasu. W tym celu najpierw znajdowano wysokość Słońca lub gwiazdy przez zastosowanie astrolabium jako instrumentu obserwacyjnego. Następnie, zakładając, że obserwator wiedział gdzie Słońce lub gwiazda była na rete, rete było obracane

aż do momentu gdy ten punkt zbiegł się z odpowiednim almukantarem. Zakłada się, że obserwator wiedział, który klimat wybrać dla swojej szerokości geograficznej i po której stronie linii południka wybrany przez niego obiekt leżał. Refrakcja atmosfery zmieniająca pozorne położenie obiektów na niebie, która jest tym większa im leżą one bliżej horyzontu, była zaniedbywana. Przybliżone położenie Słońca na ekliptyce dla dowolnego dnia w roku było znajdowane na skali kalendarza, umieszczonej na odwrotnej stronie astrolabium.

Gdy rete jest ustawione w odpowiednim położeniu obserwator może znaleźć swój lokalny czas posługując się dowolną spośród kilku konwencji. Gdy obwód astrolabium jest wyskalowany w stopniach, 15 stopni odpowiada jednej godzinie. Południe odpowiada sytuacji gdy położenie Słońca na astrolabium jest bliskie jego górnej części, północ gdy jest bliskie jego dolnej części, szósta rano gdy jest ono po stronie lewej a 18° gdy jest po prawej stronie. Wyobraźmy sobie teraz koło wielkie łączące obiekt na niebie z północnym biegunem nieba. Kąt, który to koło wielkie tworzy z południkiem jest kątem godzinnym obiektu. W konsekwencji dokonania rzutu stereograficznego przymiar leżący na linii przechodzącej przez środek astrolabium i punkt na instrumencie reprezentujący ten obiekt tworzy pewien kąt z pionową średnicą astrolabium (linią południka) równy kątowi godzinnemu obiektu. Kąt godzinny nosi tę nazwę dlatego, że może dostarczyć obserwatorowi miary czasu – zmienia się wraz z obrotem Ziemi. Jest raczej podawany w godzinach, minutach i sekundach niż w stopniach.

Za pomocą astrolabium można podać pewną liczbę różnych rodzajów czasu. Pierwszym jest czas gwiazdowy, który jest zdefiniowany jako kąt godzinny punktu Barana. Drugim rodzajem czasu jest czas prawdziwy słoneczny, to znaczy kąt godzinny Słońca, bez względu na położenie Słońca względem gwiazd. Istnieje inny, bardziej

znany rodzaj czasu słonecznego zwany czasem średnim słonecznym, który zakłada, że słońce średnie porusza się wokół równika (a nie ekliptyki) ze stałą prędkością w ciągu roku, i wykonuje jedno pełne okrążenie w czasie jednego roku – tak jak Słońce prawdziwe. Ziemia krąży wokół Słońca po elipsie, w której ognisku znajduje się Słońce i porusza się po orbicie tym szybciej im bliżej jest Słońca. Z Ziemi Słońce prawdziwe wydaje się więc przyspieszać i zwalniać w swym ruchu wokół ekliptyki. Zatem Słońca prawdziwe i średnie poruszają się nie tylko po różnych torach, ale także z różnymi prędkościami. Przejście od obserwowanego czasu prawdziwego słonecznego do bardziej użytecznego czasu średniego słonecznego wymaga zastosowania poprawki zwanej równaniem czasu. Jest ona oparta na znajomości ruchu Ziemi i może być znaleziona w podręcznikach. Poprawka równania czasu była rzadko stosowana przed XVII wiekiem. Przejście od czasu średniego słonecznego do czasu miejscowego pewnego standardowego miejsca, np. Greenwich, wymaga znajomości długości geograficznej i taka regulacja była także rzadko przeprowadzana.

Trzecim rodzajem czasu jest czas mierzony w „nierównych godzinach”. Ludzie w średniowieczu dzielili okres dnia na 12 równych części i okres nocy na 12 równych części, bez względu na rzeczywistą długość dnia i nocy. Długość godzin dziennych równała się oczywiście długości nocnych godzin jedynie wtedy, gdy Słońce znajdowało się w jednym z punktów równonocy. Na wielu tarczach astrolabiów naniesiono linie nierównych godzin. W celu uniknięcia pomylenia ich z almukantarami, linie nierównych godzin nanoszono jedynie poniżej linii horyzontu.

Czas w średniowieczu był często liczony od wschodu lub zachodu Słońca, nawet wtedy gdy był odmierzany godzinami równej długości. Na wielu tarczach astrolabiów widać linie podobne w wyglądzie do

linii „nierównych godzin”, ale naprawdę służą one do pomiaru czasu w godzinach równej długości, od wschodu Słońca lub od zachodu Słońca.

Chociaż astrolabium to głównie przyrząd do określania czasu, był on niezwykle przydatnym elementem sztuki astrologicznej. By postawić horoskop dla danej chwili, astrolog musi znać miejsce na ekliptyce, które jest położone na wschodnim horyzoncie („ascendens”), miejsce na ekliptyce, które jest położone na zachodnim horyzoncie („descendens”), punkt ekliptyki, w którym przecina ona południk i punkt ekliptyki, w którym przecina ona północne przedłużenie południka, niegdyś zwane linią północy. Te punkty są łatwe do odczytania obok kręgu ekliptyki, jeśli rete jest ustawione poprawnie dla zdarzenia o które chodzi, przypuśćmy, że dla momentu poczęcia, urodzin, śmierci lub innego

zdarzenia o dużym znaczeniu takiego jak koronacja. Po znalezieniu czterech kluczowych punktów horoskopu można określić 12 „domów” astrologicznych (nie należy ich mylić ze znakami zodiaku) i mogą być im przypisane poszczególne planety. Istnieje jednak wiele systemów według których może być zrobiony ten podział. Można je znaleźć w rozprawie Chaucera na temat astrolabium.

Podobnie jak współczesny elektroniczny komputer, astrolabium w średniowieczu było źródłem zdziwienia i rozrywki, irytacji i niezrozumienia. Astrolabium, chociaż niedokładne, było niewątpliwie przydatne, przede wszystkim do określania czasu. Przyrząd używany był najczęściej w ciemności, ale „wieki ciemne” to chyba niewłaściwe określenie epoki, w której był tak szeroko znany i tak dobrze rozumiany.

tłumaczył Paweł Turkowski

Maria I. Błęcka — Warszawa

CZY WOKÓŁ MARSA ISTNIEJĄ PIERŚCIENIE?

Mars, podobnie jak większość planet Układu Słonecznego (wyjątek stanowią Merkury i Wenus) ma swoje naturalne satelity. Są nimi niewielkie Phobos (średnica 27 km) i Deimos (średnica 12 km). Oba poruszają się po prawie kołowych, położonych w płaszczyźnie równika marsjańskiego, orbitach o promieniach równych odpowiednio: 9350 km i 23 500 km.

Pomimo, że trochę informacji o nich już mamy (źródłem ich są na przykład fotografie ze stacji orbitalnej Viking 2), to jednak nadal stanowią interesującą zagadkę. Jakże właściwie jest ich pochodzenie i co stanowi podstawowy element ich budowy? Czy są to rzeczywiste, jak głosi najczęściej przyjmowana hipoteza, asteroidy przechwycone przez pole grawitacyjne Marsa? Bezpośrednio za tym pytaniem możemy postawić następne: co naprawdę wiemy o istnieniu, strukturze i składzie pyło-

wych pierścieni usytuowanych wzdłuż orbit tych księżyców?

Celem tego artykułu jest krótka prezentacja stanu dotychczasowych badań i hipotez dotyczących właśnie tych tworów oraz przedstawienie zamierzeń co do ich badania na najbliższą przyszłość.

Historia dotychczasowych badań

Warto wiedzieć od kiedy datuje się zainteresowanie pierścieniami wokół Marsa.

Pierwszych obrazów powierzchni samej planety dostarczył jak wiadomo Mariner 4 w 1965 roku. Można było wówczas stwierdzić, że jest ona pokryta licznymi kraterami podobnymi do księżycowych. Powstały one prawdopodobnie na skutek uderzeń meteoroidów. W cztery lata później liczne zdjęcia pochodzące z Marinerów 6 i 7 potwierdziły te wcześniejsze obserwacje. W pracach, które pojawiły się na początku

lat siedemdziesiątych przyjęto założenie, że również oba księżycy marsjańskie podlegały niszczącemu działaniu strumienia meteorytów podobnego do tego, który „atakuję” powierzchnię Marsa. Były to pierwsze analizy teoretyczne dotyczące badania charakteru rozkładu cząstek wybijanych z powierzchni księżyców. Stwierdzono, że wprawdzie mają one prędkości dostatecznie duże aby opuścić powierzchnię któregośkolwiek z księżyców, ale są one jednak zbyt małe aby w ogóle „ucieć” poza obręb przyciągania Marsa. W efekcie uznano, że cząstki o których mowa powinny tworzyć coś w rodzaju pierścieni wzdłuż orbit „księżyców-rodziców”. Uważa się jednak, że twór ten jest zbyt nikły, i dlatego nie można było go dotąd zauważyć prowadząc obserwacje z Ziemi. Jednak również badania ze stacji orbitalnej Viking 1 prowadzone w roku 1980 nie stwierdziły ich istnienia. Było to powodem zaniechania na pewien czas jakichkolwiek prac nad tym zagadnieniem.

Sprawa odżyła dopiero w 1989 roku podczas Misji Fobos. Jak pamiętamy misja ta, której głównym zadaniem było zbadanie księżycy Marsa, zakończyła się właściwie fiaskiem. Większość eksperymentów albo nie została w ogóle przeprowadzona, albo uzyskano zbyt mało informacji naukowej, z powodu wczesnego utracenia łączności z sondami. Niemniej jednak kilka wyników otrzymanych z przyrządów badających plazmę w magnetosferze Marsa wskazuje, że w obszarze orbity Phobosa dzieje się coś niezwykłego. Spektrometry masowe zarejestrowały pojawienie się jonów o nietypowo dużej masie $M/q > 100$ (M – masa, q – ładunek cząstki) podczas gdy najczęściej wielkość ta osiąga wartość kilkunastu. Zauważono, że wartości potencjału elektrycznego plazmy w tym rejonie doznają gwałtownych zmian co może być związane z obecnością cząstek o bardzo różnicowanych rozmiarach (plazma + pył?). Pole magnetyczne również ulega gwałtownym wahaniom w tym obszarze.

Najprawdopodobniej płyną więc tam silne drobnoskalowe prądy, z którymi wiąże się wzbudzenie emisji fal plazmowych, a których istnienie zostało również zarejestrowane. Są to przesłanki wskazujące na fakt, iż omawiany obszar jest być może wypełniony plazmą ze znaczną zawartością naładowanych na skutek oddziaływania z otoczeniem większych cząstek – jak myślimy – pyłów.

Te wyniki były bezpośrednim impulsem do ponownego podjęcia prac teoretycznych, również przez Polaków, nad tym zagadnieniem. Zaczęto snuć dalsze przypuszczenia co do kształtu i zawartości tego obszaru oraz planować dalsze eksperymenty kosmiczne dla jego zbadania.

Zawartość i kształt pierścieni

Jak już powiedziano wcześniej, materiał, który tworzy pierścienie to prawdopodobnie fragmenty wyrwane z powierzchni księżyców Marsa podczas zderzeń z meteorytami. Jego skład chemiczny jest więc prawdopodobnie taki sam jak powierzchni Phobosa i Deimosa. Trzeba jednak pamiętać, że do dziś jest kwestią sporną ich pochodzenie. Zwolennicy szczególnie popularnej dziś teorii twierdzą, że są to przechwycone asteroidy, których kilka tysięcy krąży wokół Słońca, pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza. Jak wiadomo, ponad 80% planetoid należy do typu węglowego o średniej gęstości 2.6 g/cm^3 . Jest więc prawdopodobne, że to głównie one zasilają pierścienie. Inne tworzą typ krzemowy o gęstości około 3.5 g/cm^3 . Powierzchnia jednych i drugich wzbogacona jest niekiedy żelazem.

Specjaliści od zagadnień dynamiki ciał niebieskich twierdzą natomiast, że czas powstania Marsa i jego księżyców jest zbliżony, a więc i substancje z których są zbudowane powinny być identyczne. Wiadomo obecnie, że skład powierzchniowych skał Marsa jest podobny do ziemskich skał bazaltowych z domieszką żelaza. Dane z Vikingów 1 i 2 pozwalają stwierdzić, że ponad

20% ogólnego składu gruntu marsjańskiego stanowi krzem. Żelazo to prawdopodobnie kilkanaście procent całkowitej zawartości. Obserwacje prowadzone z Mariner 6 wskazują na wyraźną obecność silikatów.

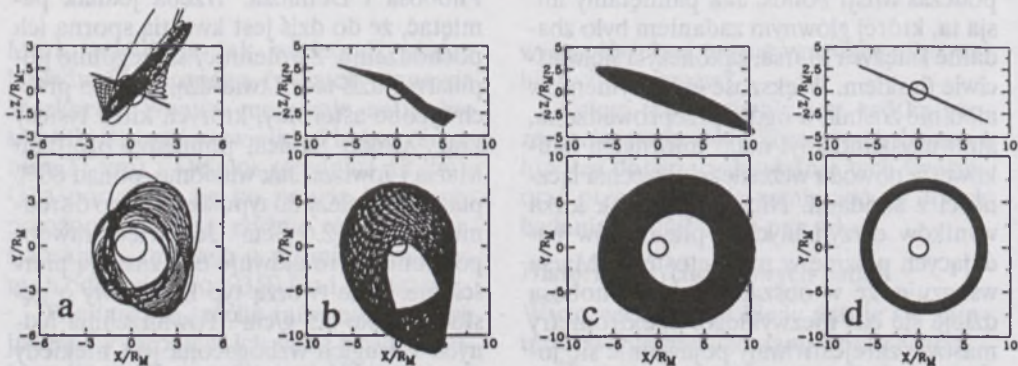
Oprócz kwestii składu chemicznego omawianego pyłu, sprawą nie mniej ważną jest rozmiar jego cząstek oraz to jak gęsto są one rozmieszczone. Tabela 1 zawiera przykładowe informacje na ten temat.

Na fakt obecności cząstek określonych rozmiarów w obszarach pierścieni decydujący wpływ ma oczywiście wydajność ich wytwarzania, na przykład częstość zderzeń meteorytów z Phobosem czy Deimosem. Trzeba jednak pamiętać, że drobinki, o których tu mowa, podlegają działaniu różnych sił i w konsekwencji czas ich przebywania w określonym miejscu jest ograniczony. Z wyliczeń wynika, że najbardziej „trwałe” w tym sensie są cząstki o rozmiarach od kilku do kilkuset mikronów.

Tabela 1

Rozmiar cząstek (μm)	Przybliżona liczba cząstek w cm^3	
	Phobos	Deimos
0.01–0.05	9×10^{-10}	4×10^{-11}
0.05–0.10	2×10^{-10}	6×10^{-12}
0.10–0.50	1×10^{-10}	5×10^{-12}
0.50–1.00	2×10^{-12}	1×10^{-13}
1.00–6.50	6×10^{-12}	3×10^{-13}
6.50–10.00	1×10^{-9}	6×10^{-10}
10.00–50.00	3×10^{-10}	1×10^{-9}
50.00–100.00	4×10^{-12}	2×10^{-11}
100.00–500.00	1×10^{-12}	3×10^{-12}
500.00–1000.00	1×10^{-14}	5×10^{-14}

Jak się okazuje kształty torów ruchu rozważanych cząstek mogą być rozmaite w zależności od ich wielkości. Stwierdza się na przykład, że drobiny o rozmiarach większych lub równych $7 \mu\text{m}$ powinny poruszać się po dość stabilnych orbitach formując płaski dysk wokół Marsa (rys. 1 d). Cząstki o innych rozmiarach mogą poru-



Rys. 1. Trajektorie cząstek pyłu, których źródłem są księżycy Phobos i Deimos, mogą mieć rozmaite kształty zależnie od rozmiaru drobin.

a) Tory cząstek o rozmiarach $a = 0.4 \mu\text{m}$ tworzą wzdłuż orbity Phobosa powłokę o dość nieregularnym kształcie.

b) Krzywe dla cząstek o rozmiarach $a = 3 \mu\text{m}$ pochodzących z Deimosa.

c) Tory cząstek pyłu pochodzącego z Deimosa (rozmiar $a = 10 \mu\text{m}$).

d) Duże cząstki z Deimosa ($a = 50 \mu\text{m}$) tworzą wzdłuż jego orbity płaski krążek.

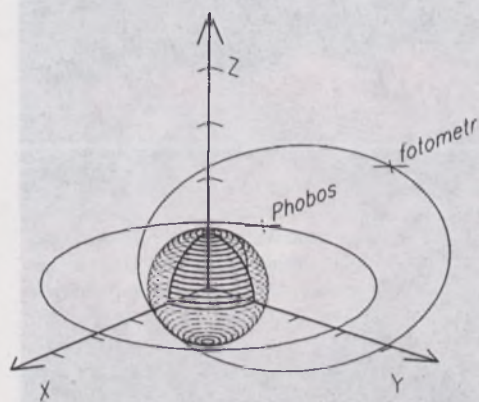
Płaszczyzna XZ górnych rysunków jest prostopadła do płaszczyzny ekliptyki, przy czym Słońce usytuowane jest po prawej stronie. Płaszczyzna XY dolnych rysunków jest płaszczyzną ekliptyki. Krążek w centralnej części rysunków to Mars o promieniu R_M .

sząć się wewnątrz „rurek” o dość regularnych kształtach (rys. 1 c), ale i tworzyć obszary o bardziej złożonej strukturze (rys. 1 a, b).

Warto jeszcze wspomnieć, że oprócz substancji stałych, nie wyklucza się również obecności gazów w pierścieniach. Porowata, podobna do pumeksu powierzchnia Phobosa, jest prawdopodobnie źródłem gazu wpływającego w obszar za tym księżycem.

Plany eksperymentalne na najbliższą przyszłość

Jak już wspomniano, nie ma jeszcze jednoznacznego eksperymentalnego potwierdzenia istnienia pierścieni wokół Marsa. Są jednak plany, które — miejmy nadzieję — przy pomyślnej realizacji, zaspokoją nieco naszą ciekawość już w niedalekiej przyszłości.



MARS'94

Rys. 2. Schematyczny rysunek komputerowy pozwalający zorientować się we wzajemnym usytuowaniu pierścienia wokółmarsjańskiego i przyrządu pomiarowego (zaznaczonego jako Fotometr).

Prawdopodobnie większość czytelników *Uranii* wie o planowanej na 1994 r. międzynarodowej misji Mars-94. W jej ramach

będą przeprowadzone spektrometryczne pomiary gruntu i atmosfery Marsa oraz omawianych tu obszarów. W takich badaniach, analiza promieniowania rozproszonego, pochłanianego (którego źródłem jest np. Słońce) lub emitowanego (np. promieniowanie podczerwone atmosfery) przez interesujący ośrodek pozwala wysnuwać wnioski co do fizyko-chemicznych własności tego ośrodka. Jednym z przyrządów służących do tego typu analizy będzie spektrofotometr odbierający promieniowanie słoneczne o zakresie od 0.4 do 1.4 μm rozproszone przez pył zawarty w hipotetycznych pierścieniach wokół Marsa. Pomiary te, zainicjowane przez polskich naukowców z Centrum Badań Kosmicznych PAN, będą być może źródłem nowych ciekawych danych.

Obecnie trwają przygotowania do przeprowadzenia tych badań. Polegają one głównie na komputerowym modelowaniu pomiarów uwzględniającym rozmaite warianty geometrii, stanu badanego obszaru i parametrów technicznych aparatury. Takie modele przewidując wyniki pomiarów pozwalają określać i korygować błędy, potem zaś stanowią niezbędny materiał dla interpretacji wyników eksperymentu. Niezwykle ważnym elementem przygotowań jest określenie najodpowiedniejszych momentów dla przeprowadzenia pomiarów. Takie orbitalne obliczenia są już prawie zakończone. Rysunek 2. schematycznie przedstawia konfigurację planowanego eksperymentu. Zaznaczono na nim przewidywaną orbitę sztucznego satelity misji Mars-94 oraz przybliżone położenie rozważanego pierścienia, pokrywającego się z torem, po którym obiega Marsa jego księżyc Phobos.

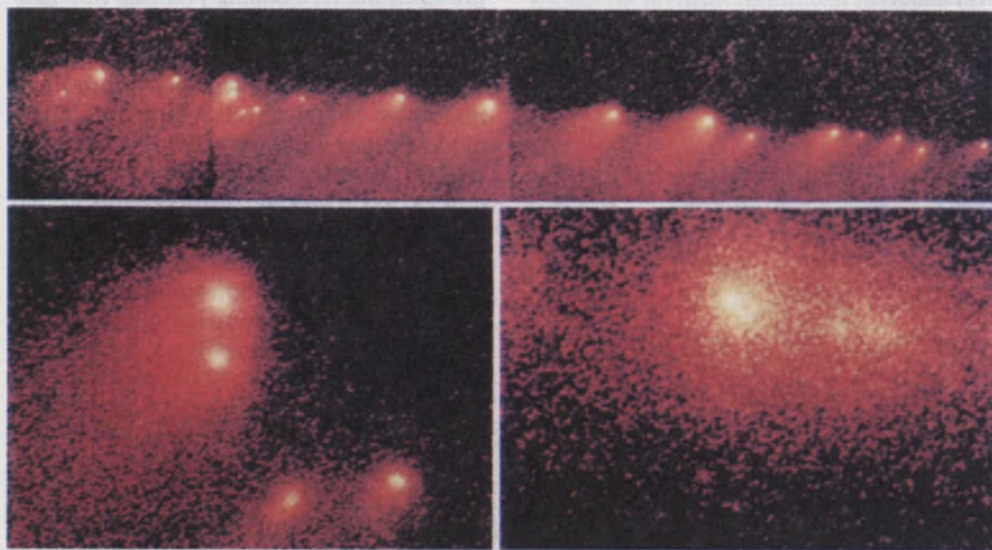
Jakiś czas temu, z Voyagera również przeprowadzano eksperyment fotometryczny w celu zbadania pierścienia B wokół Saturna. Dostarczone informacje znacznie wzbogaciły wiedzę na jego temat. Mamy nadzieję, że w przypadku Marsa będzie podobnie.

KRONIKA

Nowe dane o komecie Shoemaker–Levy 9

W pierwszym tegorocznym numerze *Uranii* informowaliśmy o zdjęciach komety Shoemaker–Levy 9 wykonanych za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a w dniu 1 lipca 1993 roku. Obecnie możemy już podać trochę więcej szczegółów o komecie, która za kilka miesięcy zderzy się z Jowiszem, wynikających m. in. z analizy tych zdjęć oraz zaprezentować najnowszy obraz niezwyklej komety uzyskany z fotografii wykonanych tym teleskopem w dniach 24–27 stycznia 1994 roku, czyli po jego naprawie (zrelacjonowanej w poprzednim numerze). Wyniki badań opartych na zdjęciach z 1 lipca 1993 roku opublikowane zostały przez dziewiętnastoosobowy zespół badaczy w amerykańskim tygodniku *Science* datowanym 11 lutego 1994 roku.

Nic więc dziwnego, że największy wysiłek badaczy skupia się obecnie na poznaniu średnic najjaśniejszych części komety. Nie da się ich zaobserwować bezpośrednio gdyż przestonięte są gazowo–pyłowymi obłokami otaczającymi każdą z brył, o czym najlepiej świadczy reprodukowane zdjęcie. Próba komputerowego wyodrębnienia promieniowania otoczki doprowadziła do znalezienia najbardziej prawdopodobnych wartości jasności 11 największych zapewne fragmentów komety. Znając je oraz zakładając, że zdolność odbijania promieniowania (albedo) przez powierzchnie tych brył jest taka sama jak jądra komety Halleya, dla której wartość 0.04 uzyskano eksperymentalnie, stwierdzono, że średnice poszczególnych części wynoszą od 2.5 do 4.3 km. Przyjmując, że mają one kształt kulisty, łatwo obliczyć, że średnica pierwotnego obiektu, który uległ roz-



Zdjęcia komety Shoemaker–Levy 9 wykonane za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a w dniach 24–27 stycznia 1994 roku. U dołu z lewej strony powiększenie najjaśniejszego fragmentu komety ze zdjęcia górnego, a z prawej strony, dla porównania, zdjęcie tego samego fragmentu wykonane 6 miesięcy wcześniej, czyli przed naprawą teleskopu. Zwróćmy uwagę nie tylko na różnicę jakości zdjęć ale także na zmianę wyglądu komety. (Fot. NASA.)

Energia wyzwolona podczas zderzenia z Jowiszem każdego z fragmentów, na które rozpadła się kometa Shoemaker–Levy 9, będzie proporcjonalna do trzeciej potęgi jego rozmia-

padowi, winna mieć 7.7 km. Gdyby jednak założyć, że albedo jąder ma wartość 0.9, czyli największą jaka pojawia się wśród znanych obiektów Układu Słonecznego, to wtedy odpo-

wiednie wartości średnic zmniejszyłyby się o czynnik 4.7, a więc wszystkie byłyby mniejsze od 1 km. Z drugiej strony nie wydaje się możliwe aby rozmiary fragmentów komety mogły przewyższać o więcej niż 40% podane wartości gdyż wtedy ich albedo musiałoby być mniejsze od 0.02, czyli najmniejszej wartości jaką znaleziono dla komet i pnetoid. W tabeli 1 podano obliczone w ten sposób wartości średnic 11 fragmentów komety oznaczonych używanymi dotychczas zarówno literowymi jak i cyfrowymi identyfikatorami.

Tabela 1
Niektóre informacje o 11 fragmentach komety Shoemaker-Levy 9

Oznaczenie	Średnica (km)	Moment zderzenia (Lipiec 1994) UT	Prawdopodobieństwo widoczności			
			Io	Eu	Ga	Ca
C = 19	2.5	17.27	3	2	3	3
E = 17	3.0	17.60	1	0	3	3
F = 16	2.9	18.01	0	0	3	3
G = 15	3.8	18.31	0	0	3	3
H = 14	3.1	18.81	3	0	0	3
K = 12	3.9	19.43	0	3	0	3
L = 11	3.9	19.94	0	3	0	3
Q = 7	4.3	20.81	3	3	0	3
R = 6	3.4	21.30	1	0	0	3
S = 5	3.4	21.66	0	0	0	3
W = 1	3.1	22.32	2	0	0	3

Gdyby przyjąć, że gęstość każdego z 11 jąder komety Shoemaker-Levy 9 wynosi 1 g/cm^3 to całkowita energia wyzwolona podczas ich zderzenia z Jowiszem wyniesie około 4×10^{30} ergów co jest równoważne około 10^8 megaton TNT. Wejściu w atmosferę Jowisza z prędkością około 60 km/s tylko największego jądra (Q = 7) powinien więc towarzyszyć wybuch o sile 2×10^7 megaton TNT.

Precyzyjne pomiary pozycji na niebie 11 fragmentów komety Shoemaker-Levy 9 umożliwiły wyznaczenie orbity każdego z tych fragmentów oddzielnie. To z kolei pozwoliło na stosunkowo dokładne określenie przewidywanych momentów zderzeń z Jowiszem poszczególnych części komety. Podaje je tabela 1, przy czym niepewność zebranych w niej wartości wydaje się być niewiele większa od jednej godziny. Warto zauważyć, że ów kometarny ostrzał powierzchni Jowisza będzie trwał przez 6 dni, ale niestety na niewidocznej z Ziemi półkuli planety. Jak już donosiliśmy, istnieje jednak szan-

sa dostrzeżenia efektów tego bombardowania poprzez śledzenie ewentualnych pojaśnień czterech największych satelitów Jowisza. W tabeli 1 podano prawdopodobieństwa widoczności z Ziemi satelitów galileuszowych (Io, Europa, Ganymedes, Callisto) w momentach zderzeń poszczególnych fragmentów komety, stosując następujące oznaczenia: 0 – mniejsze niż 68%, 1 – 68–95%, 2 – 96–99%, 3 – większe od 99%. Zauważmy, że efekt zderzenie z Jowiszem największego fragmentu komety będzie najprawdopodobniej mógł być obserwowany aż na trzech satelitach.

Na zakończenie dodajmy, że wszystkie podane tu liczby mają oczywiście charakter prowizoryczny i w miarę napływu dalszych obserwacji komety będą uściślone, a być może także i korygowane. Musimy o tym pamiętać przygotowując się do obserwacji niezwyklego wydarzenia w naszym Układzie Słonecznym.

Krzysztof Ziolkowski

Pierścień okołosłoneczny

Na jesiennym spotkaniu Sekcji Planetarnej Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego Stanley F. Dermott z Uniwersytetu na Florydzie przedstawił wyniki bardzo ciekawej pracy jaką wykonał wspólnie z Albertem A. Jacksonem i Herbertem A. Zookiem. Opracowując dziesięcioletnie już dane satelity IRAS (Infrared Astronomical Satellite) znaleźli oni utrzymujące się pojaśnienie nieba w pasie otaczającym drogę Ziemi wokół Słońca. Obserwacje te potwierdzają wcześniejsze przypuszczenia, że wzdłuż orbity Ziemi powinien rozciągać się pierścień pyłowy powstały z materii rozkruszanej w pasie planetoid. Ściekając ku Słońcu pyłki są czasowo „więzione” przez ziemskie pole grawitacyjne. Z modeli wynika, że opisywany pierścień ma kształt tuku o szerokości około 60 milionów km, a Ziemia znajduje się w stosunkowo rzadkim jego odcinku. Zresztą cały pierścień okazał się tak rzadki, że jego nieprzezroczystość jest aż dziewięć rzędów wielkości mniejsza od nieprzezroczystości pierścieni Saturna.

Wg *Sky and Telescope*, 1994, 87, 11

MSK

Radiogalaktyka z wyłącznikiem – 3C388

Wiadomo od dawna, że widziane na niebie galaktyki emitują także promieniowanie radiowe. Jego źródłem są dwa obłoki po dwu stronach

galaktyki widzianej w promieniowaniu optycznym. Radiowo świeci bowiem obszar materii międzygalaktycznej bombardowanej przez dżet — szybki strumień cząstek wyphywających w dwu kierunkach z jądra galaktyki, prostopadle do jej płaszczyzny. Mechanizm świecenia tych radiowych obłoków to tzw. mechanizm synchrotronowy — szybkie, prawie relatywistyczne elektrony z dżetu tracą energię na skutek wirowania wokół linii pola magnetycznego. Takie właśnie synchrotronowe promieniowanie radiogalaktyki 3C388 obserwowali ostatnio, za pomocą sieci VLA w Nowym Meksyku, Kurt Roettiger, Jack Burns, David Clarke i Wayne Christiansen. Bardzo szybko okazało się, że obłoki po dwu stronach jądra galaktycznego wykazują identyczne własności — oba składają się z części „starej” i „nowej”. Tzw. indeks spektralny promieniowania (będący odzwierciedleniem energii cząstek dżetu) jest ma-

ły (tzn. świecenie pochodzi od cząstek bardzo szybkich) w części obłoków blisko jądra galaktycznego, a potem skokowo rośnie (tzn. świecenie powodują cząstki też relatywistyczne, ale wolniejsze) w rozległych obszarach od jądra odleglejszych. Oznacza to najprawdopodobniej, że w opisywanej galaktyce źródło energii zasilające dżet było czasowo „wyłączone”. Najpierw elektrony dżetu pobudziły do świecenia materię międzygalaktyczną i powoli wytracały swoją energię; nie było dopływu nowych cząstek bo galaktyka „wyłączyła się”. Odległe od jądra obłoki są śladem „pierwszego świecenia”. Następnie po około 10 milionach lat, znów odblokowało się źródło wewnętrznej energii; nowe, szybkie elektrony świecą w obszarach bliskich jądra galaktyki. Czy uda się zaobserwować więcej takich zjawisk?

Wg *New Scientist*, 1994, 1907, 13

MSK

PORADNIK OBSERWATORA

METEORY

Jak zaczyna swój żywot zjawisko, które potocznie nazywamy „gwiazdą spadającą”? Cała historia bierze swój początek najczęściej w kometach. W dużej odległości od Słońca kometa to najczęściej kilkunastokilometrowa bryła lodu, zestalonego dwutlenku węgla i amoniaku. Coś ciekawego zaczyna się z nią dzieć dopiero w okolicy 3 j. a. od Słońca, którego ciepło powoduje sublimację lodów z jej powierzchni. Wokół jądra komety tworzy się otoczka. W miarę zbliżania się do naszej „dziennej gwiazdy” otoczka, pod wpływem wiatru słonecznego i ciśnienia promieniowania, rozwiewa się w warkocz. W wyniku tego kometa podczas każdego powrotu do Słońca gubi sporą część swojej masy; jej cząstki rozkładają się wzdłuż orbity komety i pozostają tam przez długi czas. Wyobraźmy sobie teraz sytuację, że część takiej wstęgi pyłu leży blisko ziemskiej orbity lub wręcz przecina się z nią. Nie trudno domyślić się, że pędząca z prędkością 30 km/s Ziemia będzie zahaczać o tę wstęgę

co roku. Ponieważ podróżujące ziarenka także mają jakąś prędkość, może się zdarzyć tak, że wektory prędkości Ziemi i takiego ziarenka (zwanego meteoroidem) będą miały przeciwne zwroty i jego prędkość w ziemskiej atmosferze wyniesie nawet 70 km/s.

Na wysokości 120 km nad powierzchnią Ziemi atmosfera jest na tyle gęsta by wyhamowywać taki obiekt przez opór powietrza. Prędkość jest jednak tak duża, że otaczająca meteoroid atmosfera rozgrzewa się, jonizuje i zaczyna świecić. Na niebie pojawia się wtedy meteor.

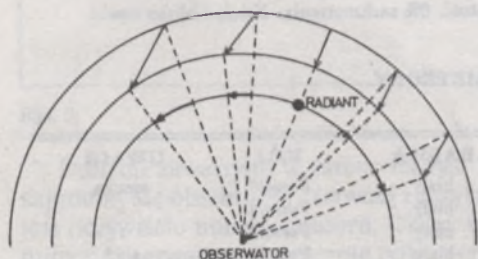
Ziarenka o masach ułamków grama docierają do wysokości około 80 km dając wcześniej zjawisko o jasności od 0 do 5 mag. Większe kawałki, na przykład o masach 20–30 gramów, dadzą zjawisko o jasności –5 mag. Jeszcze większe, o masie kilkuset kilogramów, dadzą ogniste kule jaśniejsze od Księżyca w pełni, przy czym takie odłamki mają już szansę przebić się przez atmosferę i dotrzeć do powierzchni Ziemi. Wtedy mamy do czynienia z meteoroidami.

Szczególnie jasne zjawiska (jaśniejsze od Wenus) zwane bolidami mogą pozostawiać za sobą ślad lub smugę. Ze smugą mamy do czynienia w momencie, gdy przelatujący meteor ciągnie za sobą skondensowaną wstęgę gazu; gdy taka wstęga utrzymuje się po zgaśnięciu meteoru obserwujemy ślad.

Tak mniej więcej przedstawia się historia często podziwianych przez nas „spadających gwiazd”.

Obserwacje indywidualne

Rzecz jasna na podziwianiu może się skończyć, nic jednak z tego, oprócz zachwyty, nie wynika. Coś zacznie jednak wynikać, gdy spróbujemy wykonać prostą obserwację astronomiczną. W zasadzie jedyną rzeczą, którą trzeba znać by zabrać się do obserwacji, jest dobra orientacja wśród gwiazdozbiorów. Proszę się jednak nie zniechęcać, jest to rzecz tak prosta, że można ją opanować przez dwie, trzy noce.



Rys. 1.

Do czego jest nam pomocna znajomość gwiazdozbiorów? Na pewno słyszeliśmy kiedyś określenia typu „rój Perseid”, „rój Orionid” czy „rój Leonid”. Kiedy będziemy już znali większość konstelacji zauważymy, że te nazwy coś nam przypominają. Znamy bowiem gwiazdozbiór Perseusza, Oriona i Lwa (łac. Leo). Jaki mają związek gwiazdozbiory z meteorami? Prawda jest taka, że cząstki pozostawione przez jedną kometę wpadają w ziemską atmosferę równoległe do siebie. Popatrzmy na rys. 1 i zobaczymy co będzie

obserwował obserwator znajdujący się na Ziemi. Efekt rzutowania równoległych torów meteoroidów na sferę niebieską daje złudzenie, że meteory pochodzące od jednej komety (z jednego roju) zdają się wybiegać z jednego miejsca na niebie. Dla meteoroidów pozostawionych przez kometę P/Swift-Tuttle miejsce to, zwane radiantem, znajduje się w gwiazdozbiórze Perseusza i stąd Perseidy. Podobnie cząstki pozostawione przez kometę Halleya wpadając równoległe w naszą atmosferę zdają się wybiegać z gwiazdozbioru Oriona, stąd Orionidy.

Tak się składa, że rojów do obserwacji w Polsce jest ponad 300, wszystkich gwiazdozbiorów na niebie tylko 88. Nic więc dziwnego, że w obrębie jednego gwiazdozbioru może znaleźć się kilka radiantów. Na przykład w konstelacji Ryb (łac. Pisces) mamy Piscydy wrześnieowe, Piscydy S i Piscydy N.

Z dużej liczby rojów i faktu, że każdy z nich „promieniuje” od kilku dni do nawet kilku miesięcy wynika, że w zasadzie każdej nocy jest aktywnych kilka rojów. Trudno więc znaleźć taką pogodną noc, podczas której nie uda się zaobserwować żadnego zjawiska. Jest natomiast kilka nocy, kiedy to możemy podziwiać kilkadziesiąt lub nawet kilkaset meteorów w ciągu godziny.

Po tym teoretycznym wstępie możemy przejść do obserwacji. Załóżmy, że jest pogodna noc 9 września. Zaglądamy do zestawienia rojów i widzimy, że w tym okresie aktywne są Piscydy wrześnieowe, Piscydy S i Kappa Cepheidy. Odczytujemy współrzędne ich radiantów, szkicujemy je na mapie, bierzemy notatnik, ołówek (zamiast tego może być dyktafon), zegarek, leżak lub połówkę i jeśli to konieczne latarkę (najlepiej bardzo słabą z czerwonym światłem). Mile widzianą rzeczą byłby termos z ciepłą herbatą lub kawą. Dobrze jest też bardzo ciepło się ubrać. Z własnego doświadczenia, nawet w letnie noce, polecam ciepłe kurtki, grube spodnie i skar-

pety, a także koc lub śpiwór. Wraz ze zmianą pory roku na chłodniejszą nasze obserwacyjne odzienie powinno się stawać coraz grubsze i obfitsze. Tak wyekwipowani możemy zacząć obserwację. Jej pierwszym, bardzo ważnym punktem jest adaptacja wzroku do ciemności, która nie powinna trwać krócej niż 15–20 minut. Dopiero po takim czasie możemy zacząć pracę. Przez godzinę (nie zaleca się stosowania krótszych czasów obserwacji) lub dłużej pa-

nia z meteorom sporadycznym. Zjawisk takich możemy w ciągu godziny obserwować nawet kilkanaście. Zdecydowanie więcej ich będzie w drugiej połowie roku nad ranem. Po godzinie mamy wykonaną najprostszą obserwację. Określiłiśmy bowiem liczby godzinne rojów aktywnych tej nocy.

Bardziej zaawansowani obserwatorzy mogą jednak przy dość małym wysiłku spróbować zrobić coś więcej. Na rys. 2 mamy zobrazowaną prawidłowo zapisaną obser-

OBSERWACJA NR 1 Z DNIA 1993.08.13/14.

OBSERWATORZY: 1 - Arkadiusz Olech 2 - Urszula Majewska
3 - Bartosz Dąbrowski 4 - Dorota Szymańska

SEKRETARZ: Ireneusz T. Sławiński

OBSERWOWANE SEKTORY: 1 - Peg, And, Aqr, Pac, Lac, Cas, Cyg, Per, Psc.
2 - UMa, UMi, Cep, Cas, Per, Cam, Dra, Aur, Tau.
3 - Her, Dra, CrB, Lyr, Boo, UMa, Oph.
4 - Cyg, Del, Aql, Lyr, Sct, Sga, Aqr, Cap, Equ.

MIEJSCE OBSERWACJI: Żurawia Góra koło Fromborka

POCZĄTEK OBSERWACJI: 23.10 UT

KONIEC OBSERWACJI: 0.10 UT

WIDOCZNOŚĆ POCZĄTKOWA: 6.1 mag.

KOŃCOWA: 6.1 mag.

POGODA: Rewelacyjna. Znakomita widoczność i przejrzystość. 0% zachmurzenia. Księżyc blisko nowiu.

ZAOBSERWOWANE METEORY

No.	NR OBS.	CZAS (UT)	JASNOŚĆ	BARWA	RÓJ	UWAGI
1	4	23:11:40	2.5	biały	Perseid	smuga
2	1	23:12:40	3.0	biały	Perseid	-
3	1/4	23:12:43	3.5	żółty	Perseid	-
4	1	23:13:01	0.5	biały	Perseid	ślad
5	2	23:14:10	3.0	biały	Perseid	-
6	4	23:15:03	4.0	biały	Perseid	-
7	1	23:15:30	0.0	biały	Perseid	ślad, 3 sek.
8	2	23:15:56	2.0	niebieski	Cassiopeid	-
9	4	23:16:51	4.0	biały	Cepheid	-

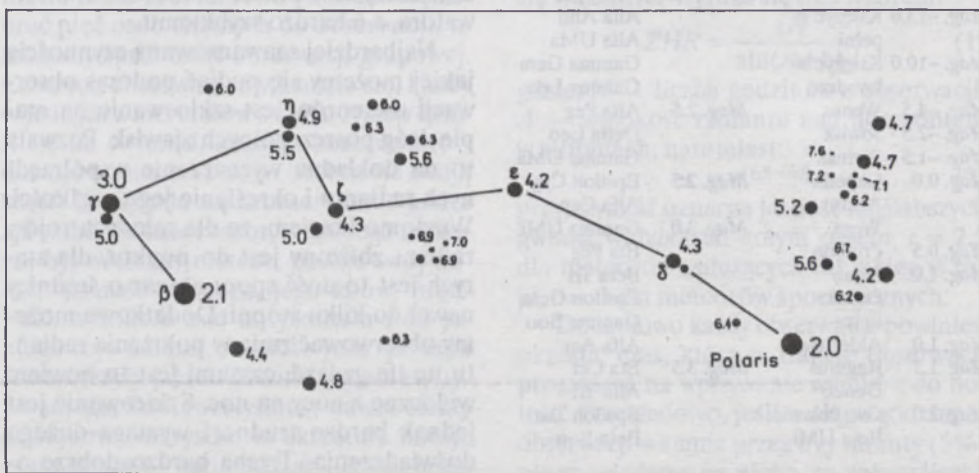
Rys. 2.

trzymy w wybrany fragment nieba i czekamy na meteory. W momencie zaobserwowania takiego zjawiska sprawdzamy czy wybiega on z jednego z zaznaczonych na mapce radiantów. Jeśli tak zapisujemy z którego. Czasami zdarzy się, że zaobserwowany meteor nie będzie pasował do żadnego z radiantów. Mamy wtedy do czynie-

wację wykonaną przez obserwatorów Pracowni Komet i Meteorów. Rzecz jasna nie może w niej zabraknąć nazwiska obserwatora, daty i miejsca obserwacji, godziny rozpoczęcia i zakończenia obserwacji, którą podajemy w czasie uniwersalnym UT, a także wymienienia obserwowanych gwiazdozbiorów (w zamian mogą być współrzę-

dne środka obserwowanego pola), uwag o pogodzie i widoczności. Jedynym problemem jaki może pojawić się przy zapisie tych danych jest problem wyznaczenia widoczności najślabszych obiektów. Na rys. 3 mamy gwiazdozbiór Małej Niedźwiedzicy (Ursa Minor) z naniesionymi jasnościami gwiazd. Jeśli najślabszą gwiazdą, którą widzimy jest np. eta UMi to widoczność wynosi 4.9 mag.

też miejsce pojawienia się meteoru. Jeśli zjawisko było obserwowane w centrum pola widzenia to jego jasność możemy ocenić z dokładnością do 0.4 mag., jeśli jednak widziane było na skraju obserwowanego obszaru dokładnie maleje do 0.6 mag. W zasadzie potrzebujemy oceny jasności z dokładnością około 0.5 mag. Robimy to porównując jasność meteoru do gwiazdy o podobnej jasności i znajdującej



Rys. 3.

Danymi zawartymi w ramce na rys. 2 zajmujemy się obszerniej. Pierwszą rubryką jest oczywiście numer meteoru. Druga to numer obserwatora (występuje tylko przy obserwacji grupowej), który pozwala określić w którym sektorze nieba obserwowane było dane zjawisko. Kolejna rzecz to czas pojawienia się meteoru. Według niektórych osób jest to najmniej ważne podczas obserwacji. Jeśli jednak mamy ochotę to robić i to z dokładnością do jednej sekundy, to przed obserwacją powinniśmy skoordynować zegarek na przykład z radiem.

Następna rubryka zawiera jasność meteoru. Jest to wartość bardzo ważna, lecz chyba najtrudniejsza do wyznaczenia z powodu krótkotrwałości zjawiska. Przyczyną dodatkowych błędów i trudności może być

się na podobnej wysokości nad horyzontem (jest to o tyle ważne, że nie trzeba potem brać poprawek na absorpcję atmosferyczną). Dla ułatwienia, dla początkujących obserwatorów, podajemy w tabeli 1 jasności niektórych obiektów na niebie mogących służyć do wyznaczania jasności meteorów.

Kolejną ważną do określenia wartości, której niestety nie ma w tabeli na rys. 2 jest wysokość meteoru nad horyzontem. Meteory to najbliższe obserwowane przez nas zjawiska astronomiczne, w związku z tym meteor widziany w zenicie znajduje się bliżej obserwatora niż meteor obserwowany nisko nad horyzontem. Żeby nie być gołosłownym posłużę się liczbami. Zjawisko obserwowane na wysokości 30 stopni nad horyzontem znajduje się około

dwa razy dalej niż taki sam meteor widziany w zenicie. Ten drugi jest więc cztery razy jaśniejszy, co daje różnicę w jasności około 1.5 mag. Tak więc podanie samej jasności zjawiska bez określenia jego wysokości nad horyzontem zmniejsza wartość naukową naszej obserwacji.

Tabela 1.

Jasność obiektów porównawczych

Mag. -13.0	Księżyc w pełni		Alfa And
			Alfa UMa
Mag. -10.0	Księżyc w kwadrze		Gamma Gem
			Gamma Leo
Mag. -4.5	Wenus	Mag. 2.5	Alfa Peg
Mag. -2.5	Jowisz		Delta Leo
Mag. -1.5	Syriusz		Gamma UMa
Mag. 0.0	Capella	Mag. 2.5	Epsilon Cyg
	Arktur		Alfa Cep
	Wega	Mag. 3.0	Gamma UMi
Mag. 0.5	Procyon		Eta Peg
Mag. 1.0	Altair		Beta Tri
	Polluks		Epsilon Gem
	Spica		Gamma Boo
Mag. 1.0	Aldebaran		Alfa Aqr
Mag. 1.5	Regulus	Mag. 3.5	Eta Cet
	Deneb		Alfa Tri
Mag. 2.0	Gw. Polarna		Epsilon Tau
	Beta UMi		Beta Boo

Następna rubryka dotyczy barwy meteoru. Jest ona najprostsza do oceny i nie wymaga żadnego doświadczenia ani przygotowania. Najczęściej będziemy obserwować zjawiska białe lub żółte, ale zdarzają się też zielone, czerwone, niebieskie i pomarańczowe. Barwa meteoru zależy głównie od jego składu chemicznego i tak kolor zielony sugeruje magnez, pomarańczowo-żółty sód, a mniej intensywne kolory na przykład żelazo i wapno.

Inną rzeczą niezbędną do zanotowania jest przynależność danego meteoru do któregoś z aktywnych danej nocy rojów. Nie jest to trudne, lecz wymaga dość dobrej znajomości gwiazdozbiorów. Podczas obserwacji przedstawionej na rys. 2 nie zaznaczano meteorów sporadycznych, kto chce może to jednak robić.

W ostatniej rubryce wpisujemy wszel-

kie uwagi dotyczące wyglądu zjawiska czyli czy obserwowany był ślad, smuga czy nawet rozbłysk i jak długo utrzymywał się ślad. W uwagach powinny też znaleźć się wszelkiego rodzaju dane o pogodzie jeśli zmieniała się ona w trakcie prowadzenia obserwacji. Oprócz tego można jeszcze określać prędkość pozorną meteoru na niebie. Oceniamy ją w skali od 0 do 6. 0 odpowiada meteorowi stacjonarnemu tzn. takiemu, który leci prosto w kierunku obserwatora, a 6 bardzo szybkemu.

Najbardziej zaawansowaną czynnością jakiej możemy się podjąć podczas obserwacji meteorów jest szkicowanie na mapie dróg poszczególnych zjawisk. Pozwala to na dokładne wyznaczenie współrzędnych radiantu i określenie jego wielkości. Wiadomo bowiem, że dla młodych rojów radiant zbliżony jest do punktu, dla starych jest to dość spory obszar o średnicy nawet do kilku stopni. Dodatkowo możemy obserwować zmiany położenia radiantu na tle gwiazd, czasami jest to bowiem widoczne z nocy na noc. Szkicowanie jest jednak bardzo trudne i wymaga dużego doświadczenia. Trzeba bardzo dobrze orientować się wśród gwiazdozbiorów i opanować umiejętność dokładnego zapamiętywania drogi meteoru na niebie i wierne jego przeniesienia jej na mapę. Na szczęście nie trzeba nanosić każdego obserwowanego zjawiska. Zasada jest taka: jeśli meteor był bardzo słaby lub widziany na skraju pola widzenia i nie ma się pewności co do jego dokładnej trasy należy zostawić go w spokoju. Nie traćmy czasu na wpisywanie zjawisk niepewnych, bo podczas tej czynności może umknąć naszej uwadze kilka zjawisk, co do których moglibyśmy mieć pewność bo będą jaśniejsze i widziane w centrum obserwowanego obszaru.

Dodatkowo należy jeszcze wspomnieć, że nie każda mapa nieba nadaje się do szkicowania dróg meteorów. Mapa ze zwykłym odwzorowaniem powoduje, że na niej trasy meteorów są łukami, w związku z tym wzrasta trudność ich szkicowania. Pro-

blem ten rozwiązują atlasy, w których zastosowano odwzorowanie gnomoniczne. Na nich bowiem drogi meteorów są już liniami prostymi.

Obserwacje grupowe

Wiadomo jednak, że jeden obserwator nie obejmie wzrokiem całego nieba, nic więc dziwnego, że duża część zjawisk umknie jego uwadze. Jest jeden sposób zapobiegnięcia temu problemowi. Jeśli uda się zebrać pięć osób chętnych do obserwacji, to możemy spróbować obserwacji grupowej. Czterech obserwatorów kładzie się, każdy w jednym z kierunków świata. Niebo dzieli się na ćwiartki, każdy z obserwatorów dostaje numer od 1 do 4 i obserwuje swoją część. Kiedy uda się zaobserwować jakieś zjawisko, to obserwator, w którego sektorze był widziany meteor, podaje swój numer, jasność meteoru, jego kolor, prędkość, wysokość nad horyzontem i do jakiego roju należał. Ponadto jeśli zjawisku towarzyszyły jakieś dodatkowe efekty typu smuga, ślad, rozbłysk czy nawet efekty dźwiękowe, wszystko to skrzętnie notuje piąta osoba – tzw. sekretarz. Rzecz jasna i w tym przypadku niezbędne jest zapisanie wszystkich innych danych dotyczących obserwacji (rys. 2). Tak wykonana obserwacja jest gotowa do opracowania i można ją przesłać na adres: Pracownia komet i meteorów, Arkadiusz Olech, ul. Żwirki i Wigury 11/34, 83-000 Pruszcz Gdański.

Opracowanie wyników

Nie trudno domyśleć się, że liczby godzinne wyznaczone tej samej nocy przez dwóch obserwatorów znajdujących się w różnych miejscach mogą być inne. Przyczyn tego jest wiele. Mogą oni obserwować w innych godzinach więc rój może wykazać inną aktywność. Jeśli jednak rój będzie tak samo aktywny przez całą noc, wyniki mimo wszystko nadal będą odmienne. Różny czas powoduje różną wysokość radiantu nad horyzontem, różne miejsce obserwacji pociąga za sobą inną widoczność. Te właśnie

czynniki mają największy wpływ na różnorodność obserwacji.

By wyeliminować te przeszkody i ujednolicić obserwacje wykonywane przez różnych obserwatorów wprowadzono tzw. Zenitalną Liczbę Godziną – ZHR (ang. Zenithal Hourly Rate). Jest to liczba meteorów jaką obserwowałby w ciągu godziny jeden obserwator przy widoczności 6.5 mag. i w momencie gdy radiant znajduje się w zenicie. Wyraża się ona wzorem:

$$ZHR = \frac{cN}{\sin(A+6)}, \quad (1)$$

gdzie: N – liczba godzinna z obserwacji, A – wysokość radiantu nad horyzontem w stopniach, natomiast:

$$c = r^{(6.5-M)}, \quad (2)$$

przy czym M oznacza jasność najślabszych gwiazd widzianych gołym okiem, $r = 2.5$ dla meteorów należących do jakiegoś roju, $r = 3$ dla meteorów sporadycznych.

Dodatkowo każdy obserwator powinien określić czas, który w trakcie obserwacji przeznacza na wpisywanie wyników do notesu. Przykładowo, jeśli w ciągu godzinnej obserwacji w sumie przez trzy minuty (5%) nie spoglądamy na niebo, to należy liczbę widzianych meteorów podzielić przez 0.95. Cały problem znika, gdy używamy dyktafonu, wtedy bowiem 100% czasu przeznaczamy na obserwację. Podobnie postępujemy w przypadku ograniczenia widoczności na przykład przez chmury. Jeśli zajmują one 20% obserwowanego obszaru przez połowę czasu obserwacji, obserwowaną liczbę meteorów należy ponownie podzielić, tym razem przez 0.90. Dopiero tak otrzymaną liczbę godzinną możemy podstawić do wzoru (1) i wyliczyć ZHR.

Należy jeszcze zaznaczyć, że podstawianie bardzo małych liczb godzinnych do powyższych wzorów prowadzi do dużych błędów. Im więcej meteorów zaobserwowaliśmy, tym mniejszy błąd. Przykładowo dla liczby godzinnej 49 błąd statystyczny wynosi 7 czyli 14%, natomiast dla liczby godzinnej 4 błąd statystyczny osiąga już wartość 50%. Dlatego też takie opraco-

wania można robić głównie dla własnej satysfakcji. Każda organizacja zbierająca obserwacje meteorów wymaga bowiem surowych danych. Dopiero dysponując materiałem od wielu obserwatorów można pokusić się o wykonanie rzetelnego opracowania. PKiM zajmuje się tym od kilku już lat i opracowania obserwacji większych rojów są drukowane w różnych czasopiśmiech (*Urania* 12/92, 7–8/93, 12/93, *Wiedza i Życie* 1/94, *Astronomia Amatorska* 2/91). Ponadto krótkie podsumowania wyników obserwacji mniejszych rojów ukazują się regularnie w *Cyrkularzu* PKiM wydawanym co miesiąc i zawierającym oprócz opracowań także dane do obserwacji. Wszyscy zainteresowani prenumeratą tego *Cyrkularza* proszeni są o kontakt pod podany adres (proszę przesłać zaadresowaną do siebie kopertę i znaczek pocztowy).

Zakończenie

Trudno ukrywać, że obserwacje meteorów wymagają sporo samozaparcia i poświęcenia. Nie jest przecież rzeczą łatwą obserwować przez godzinę lub dłużej podczas mroźnej, zimowej nocy. Nie zawsze też obserwacje da się wykonać wieczorem, czasami trzeba zrywać się w środku nocy by potem do białego rana marznąć na leżaku. Astronomia ma jednak to do siebie, że jest nauką, w której spore pole do popisu pozostawiono miłośnikom. Naukowcy nie mają czasu zajmować się każdym rojem meteorów, każdą kometą czy każdą zmienną gwiazdą. Mogą to natomiast robić miłośnicy. Obserwacje meteorów nie wymagają żadnego specjalistycznego sprzętu, są proste, relaksują, zbliżają do natury, pozwalają obcować z pięknem nocnego nieba, a co najważniejsze są naukowo pożyteczne. I właśnie satysfakcja z tego, że bierzemy aktywny udział we wzbogacaniu wiedzy o otaczającym nas Wszechświecie powinna być największą nagrodą za wszelkie trudy i wyrzeczenia poniesione na skutek prowadzenia obserwacji. Życzę wszystkim, żeby ta satysfakcja stała się i Wa-

szym udziałem. Z czasem dla najwytrwalszych obserwacje staną się przyjemnością, bez której trudno się obyć.

* * *

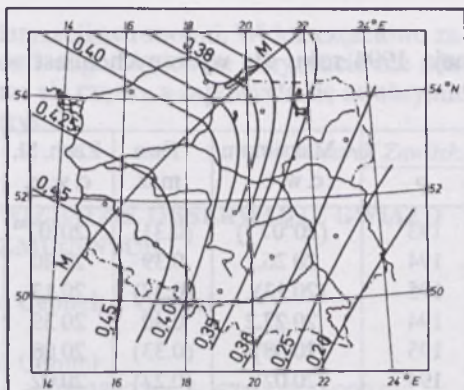
Czytelnikom należy się jeszcze pewne wyjaśnienie. Otóż w Polsce istnieją trzy organizacje miłośnicze zajmujące się drobnymi ciałami Układu Słonecznego. Są to Sekcja Obserwatorów Komet PTMA, Sekcja Meteorów i Meteorytów PTMA i Pracownia Komet i Meteorów. Już z nazw można wnioskować, że sfery ich zainteresowań pokrywają się. W związku z tym w naszym astronomicznym światku panuje cicha umowa co do podziału kompetencji. SOK licząca około stu członków zajmuje się rzetelnie kometami jasnymi, a po macoszemu traktuje komety słabe. Dlatego PKiM stara się łączyć tę lukę i informować w *Cyrkularzu* o wszystkich kometach dostępnych do obserwacji miłośniczym sprzętem. SMiM swe zainteresowania pokłada głównie w meteoroidach i wszystkie dane dotyczące meteorów i ich obserwacji przekazuje do PKiM. Wybór do kogo zgłosić się w celu zasięgnięcia dodatkowych informacji pozostawiam Państwu. Myślę jednak, że bez względu na wynik tego wyboru trafią Państwo w dobre ręce.

Arkadiusz Olech

CZĘŚCIOWE ZAĆMIENIE SŁOŃCA

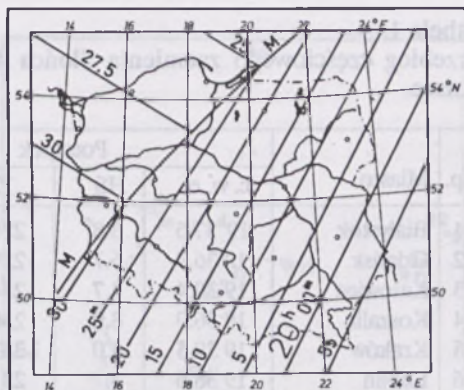
10 maja 1994 r.

Tegoroczne majowe zaćmienie Słońca będzie w Polsce widoczne w nietypowych okolicznościach. Maksymalna faza zaćmienia wystąpi na krótko przed lub po zachodzie Słońca. Najlepiej zaćmienie będzie widoczne w południowo-zachodnich rejonach Polski, gdzie liniowa faza dojdzie do 0.45 w przybliżeniu w momencie zachodu Słońca. W skali całego kraju opisanie przebiegu zjawiska jest dość złożone. Przedstawione na rys. 1 izolinie maksymalnej zauważalnej fazy zaćmienia przebiegają odmiennie dla dwóch obszarów, które rozdziela linia oznaczona jako M–M.



Rys. 1. Przebieg izolinii maksymalnej zauważalnej fazy dla zaćmienia częściowego 10 maja 1994 r. Linia M–M oznacza wystąpienie maksimum zaćmienia przy zachodzie Słońca.

Odnosi się ona do wystąpienia maksymalnej fazy dokładnie w momencie zachodu Słońca (za który uznano zetknięcie się dolnego brzegu tarczy z horyzontem). Na



Rys. 2. Przebieg izochron wystąpienia maksymalnej zauważalnej fazy zaćmienia. Momenty podano w czasie wschodnioeuropejskim (letnim).

północny zachód od tej linii (na Pomorzu i Ziemi Lubuskiej), rzeczywiste maksimum wystąpi jeszcze przed zachodem Słońca. Wielkość fazy maksymalnej zmienia się



Rys. 3. Widok zaćmienia przy horyzoncie w południowo-zachodniej części Polski.

Tabela 1.

Przebieg częściowego zaćmienia Słońca 10 maja 1994 roku dla wybranych miast w Polsce.

Lp.	Miasto	Początek				Maksimum c. w. e.	Faza max.	Zach. Sł. c. w. e.
		c. w. e.	HS	Z	P			
1	Białystok	19 ^h 37.5 ^m	3.8°	228°	193°	(20 ^h 07 ^m)	(0.31)	20 ^h 07 ^m
2	Gdańsk	19 36.9	6.7	229	194	20 26.1	0.39	20 30
3	Katowice	19 39.4	4.7	234	195	(20 13)	(0.37)	20 13
4	Koszalin	19 36.9	8.0	230	194	20 27.2	0.40	20 39
5	Kraków	19 39.5	4.0	233	195	(20 08)	(0.33)	20 08
6	Lublin	19 38.6	3.2	231	194	(20 02)	(0.27)	20 02
7	Łódź	19 38.5	5.1	232	194	(20 16)	(0.39)	20 16
8	Olsztyn	19 37.2	5.5	229	194	(20 20)	(0.38)	20 20
9	Poznań	19 38.1	6.8	232	195	(20 29)	(0.43)	20 29
10	Rzeszów	19 39.4	2.9	233	195	(19 56)	(0.21)	19 56
11	Toruń	19 39.7	6.3	230	194	(20 26)	(0.41)	20 26
12	Warszawa	19 38.2	4.5	230	194	(20 12)	(0.35)	20 12
13	Wrocław	19 39.0	6.2	233	195	(20 23)	(0.43)	20 23
14	Szczecin	19 37.3	8.6	231	195	20 28.9	0.42	20 42
15	Zielona Góra	19 38.4	7.4	233	195	20 30.4	0.44	20 33

OZNACZENIA: c. w. e. — moment w czasie wschodnioeuropejskim (letnim). Dla momentu początku zaćmienia: HS — wysokość Słońca nad horyzontem, Z — kąt pozycyjny od zenitu, P — kąt pozycyjny od bieguna. Dla momentu fazy maksymalnej kąty pozycyjne wyniosą w przybliżeniu: — od zenitu: 142°, — od bieguna: 176°.

UWAGI: Wartości w nawiasach oznaczają moment i wartość maksymalnej fazy, możliwej do zaobserwowania; maksimum rzeczywiste nastąpi już po zachodzie Słońca w danym mieście. Moment zachodu Słońca oznacza zetknięcie się dolnego brzegu tarczy z horyzontem.

na kierunku SW-NE i stopniowo rośnie w miarę przesuwania się na pld-zachód. Pozycja obserwatora staje się bowiem bliższa tym rejonom, dla których wystąpi w tym czasie zaćmienie obrączkowe. Nastąpi to, jak wiadomo, m. in. w Maroku, na krótko przed zachodem Słońca.

Na południowy-wschód od wspomnianej linii wielkość maksymalnej fazy zależy natomiast silnie od momentu zachodu Słońca. Izolinie wyznaczają maksymalną widoczną fazę w tym właśnie momencie, bowiem rzeczywiste maksimum nastąpi już pod horyzontem. W związku z tym, w Polsce południowo-wschodniej, gdzie Słońce zajdzie najwcześniej, wielkość możliwej do dostrzeżenia fazy wyniesie tylko 0.20. Do-

datkowe informacje, przedstawione na rys. 2 ułatwią wyobrażenie sobie przebiegu zjawiska, bowiem rysunek przedstawia izochrony maksymalnej zauważalnej fazy zaćmienia. Na północny-zachód od linii M-M izochrony te oznaczają moment rzeczywistego maksimum, natomiast na południowy-zachód od tej linii — są po prostu izochronami zachodu Słońca (dolnego brzegu tarczy). Dla szczegółowego zorientowania się w okolicznościach zaćmienia, w tabeli 1 podano informacje liczbowe dla wybranych miast Polski.

Chociaż faza zaćmienia nie będzie w Polsce zbyt duża, na pewno będzie ono stanowić okazję do wykonania ciekawych fotografii i nagrań wideo oraz do popu-

laryzacji astronomii. Widok częściowo zamkniętego Słońca na horyzoncie nie zdarza się często, a zapowiada się atrakcyjnie (rys. 3).

Marek Zawilski

WIZUALNE OBSERWACJE GWIAZD ZMIENNYCH

δ Cephei, μ Cephei

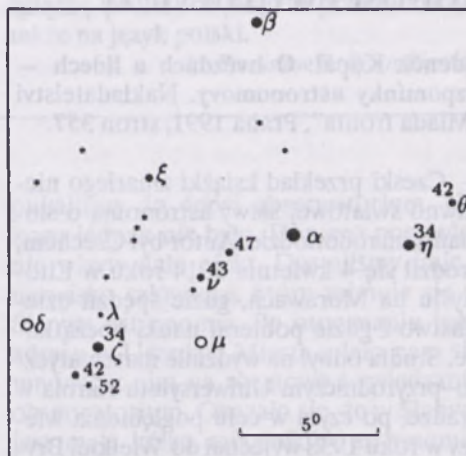
δ Cephei

$\alpha = 22^{\text{h}}25^{\text{m}}27^{\text{s}}$ $\delta = 57^{\circ}54.2'$ (1900.0)

A: $3.48^{\text{m}}-4.37^{\text{m}}$ v Max = 2436075.445 + 5.366341^d M-m = 0.25

Typ: C δ Sp. F5Ib - G1Ib

W odległości 9.5° na południowy wschód od alfy Cefeusza i około 2.5° na wschód od ξ Cefeusza leży jasna cefeida: δ Cefeusza. Gwiazda ta jest żółtym pulsującym nadolbrzymem, pulsującym z okresem około 5.4 doby. Jest to gwiazda okołobiegunowa, może być zatem obserwowana przez cały rok. W odległości $41''$ od zmiennej znajduje się towarzysz typu widmowego B7IV o jasności 6.3^{m} i już przez lornetkę przyrmatyczną można rozseparować składniki. Ze względu jednak na małą odległość składników oceniamy sumaryczny blask układu.



μ Cephei

$\alpha = 21^{\text{h}}40^{\text{m}}27^{\text{s}}$ $\delta = 58^{\circ}19.3'$ (1900.0)

A: $3.6^{\text{m}}-5.1^{\text{m}}$ v Typ: SRc Sp. M2Iae

W odległości niecałych 5 stopni na południowy wschód od alfy Cefeusza znajduje się ciekawa zmienna półregularna μ Cephei zwana również Erakis. Jest to czerwony pulsujący chłodny nadolbrzym o kilku nakładających się okresach 730, 900 i 4675 dni.

Obydwie gwiazdy są gwiazdami okołobiegunowymi i można je obserwować przez cały rok. Na mapce północ u góry.

Tomasz Krzyż

OBSERWACJE

Komunikat Sekcji Obserwacji Słońca PTMA, listopad 1993

Wyniki obserwacji Słońca w listopadzie 1993 r. przysłało 10 obserwatorów: Marcin Betlej, Krzysztof Czart, Grzegorz Czepiczek, Artur Głogowski, Michał Izdebski, Marcin Jarski, Jerzy Łągiewka, Krzysztof Socha, Mieczysław Szulc, Jerzy Zagrodnik. Obserwatorzy wykonali w sumie 57 obserwacji w 20 dniach.

Średnie dzienne względne liczby Wolfa:

1.....18	9.....-	17.....25	25.....36
2.....20	10.....-	18.....30	26.....41
3.....17	11.....0	19.....36	27.....33
4.....19	12.....-	20.....37	28.....30
5.....27	13.....-	21.....44	29.....60
6.....-	14.....22	22.....49	30.....-
7.....-	15.....-	23.....-	
8.....38	16.....-	24.....37	

Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w listopadzie 1993 r. wyniosła 31.0 (29.5). Średnia względna liczba Wolfa dla obrotu Słońca Nr 1875 wyniosła 24.7 (22.8). W nawiasach podano średnie liczby bez współczynników obserwatorów.

Bartosz P. Dąbrowski

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Zdeněk Kopal: *O hvězdách a lidech – Vzpomínky astronomovy*. Nakladatelství „Mláda fronta”, Praha 1991, stron 357.*

Czeski przekład książki zmarłego niedawno światowej sławy astronoma o słowiańskim rodowodzie. Autor był Czechem, urodził się 4 kwietnia 1914 roku w Lito-myšlu na Morawach, gdzie spędził dzieciństwo i gdzie pobierał nauki początkowe. Studia odbył na wydziale matematyczno–przyrodniczym Uniwersytetu Karola w Pradze, po czym w celu pogłębienia wiedzy w roku 1938 wyjechał do Wielkiej Brytanii, a rok później udał się do Stanów Zjednoczonych. Tam właśnie zastał go wybuch drugiej wojny światowej, do Europy nie było po co wracać, postanowił pozostać za Oceanem. Przez kilkanaście lat (1940–1951) pracował w Obserwatorium Harvardzkim i MIT (Massachusetts Institute of Technology), by następnie przenieść się do Anglii. W roku 1951 objął katedrę astronomii uniwersytetu w Manchesterze, piastując to stanowisko do roku 1981, czyli do czasu przejścia na zasłużoną emeryturę. Zmarł 23 czerwca 1993 roku w Manchesterze, lecz ciało uczonego postanowiono przewieźć do Czech i pochować na wyszehradzkim cmentarzu w Pradze.

Profesor Kopal jest autorem około 400 artykułów i 50 książek o tematyce astronomicznej. Prezentowana dziś zasługuje na szczególną uwagę, ma bowiem charakter obszernej i ze swadą napisanej autobiografii. Autor nie ogranicza się jednak do barwnego przedstawienia swej drogi życiowej, lecz z równym wdziękiem komentuje najważniejsze wydarzenia naukowe, których był świadkiem. Pod tym zaś względem ma dużo do powiedzenia, stykał się przecież z najtęższymi umysłami naszego stulecia, należeli do nich zarówno Arthur Eddington i Albert Einstein, jak

i Norbert Wiener, Ernest Rutherford, Patrick Blackett i Harold Urey. Współpracował wreszcie z wieloma wybitnymi astronomami, a między innymi z Henry Norris Russellem i Harlowem Shapleyem. Z tym ostatnim serdecznie się zaprzyjaźnił, często jako gość odwiedzał go w domu, o czym z sentymentem wspomina w swej książce. Dowiadujemy się z niej na przykład, że obaj astronomowie zaliczali się do wielbicieli muzyki Fryderyka Chopina i że pewnego razu razem wysłuchali Ballad naszego kompozytora w wykonaniu Marthy Betz Shapley (żona Shapleya miała wykształcenie matematyczno–przyrodnicze, a zamiłowanie do muzyki wyniosła z rodzinnego domu). Ale związki profesora Kopala z naszym krajem były o wiele bliższe, współpracował przecież z polskimi astronomami, których – jak sam pisze – wysoko cenił. Na kartach swej książki wspomina profesora Tadeusza Banachiewicza i jego dwóch znakomych uczniów (prof. Karola Kozioła i prof. Stefana Piotrowskiego).

Omawianą książkę można zatem uważać za ciekawie i z polotem napisaną historię astronomii XX wieku. Wprawdzie główną domeną profesora Kopala były ciasne układy podwójne, ale swych zainteresowań nie ograniczał tylko do tej wąskiej dziedziny, lecz potrafił zawsze znaleźć się tam, gdzie się aktualnie działo coś ciekawego. Wystarczy wspomnieć, że zajmował się topografią Księżyca, uczestniczył w opracowaniu materiału otrzymanego przez astronautów amerykańskich w ramach programu Apollo, włożył niemały wkład w rozwój planetologii. Wszystko to ciekawie opisuje w swojej książce, którą z przyjemnością weźmie do ręki zarówno miłośnik astronomii, jak i ktoś interesujący się najnowszymi dziejami naszej kultury. Tego

* Angielski oryginał książki prof. Z. Kopala nosi tytuł *Of stars and men* i ukazał się w 1986 roku.

rodzaju literatura cieszy się po prostu dużym powodzeniem i może warto byłoby

książkę profesora Kopała przetłumaczyć także na język polski.

Stanisław R. Brzostkiewicz

Z KORESPONDENCJI

Wycieczka astronomiczna do Czech

Głównym powodem naszego (mojej koleżanki Uli M a j e w s k i e j i mojego) wyjazdu do Czech było odwiedzenie siostrzenicy Uli do domu w małej miejscowości Slany położonej 35 km od Pragi. Mieliśmy nadzieję przy okazji pozwiedzać Pragę i jej okolice, ale do głowy nam nie przyszło, że wycieczka ta stanie się wycieczką astronomiczną.



Fot. 1. Obserwatorium Astronomiczne na Petfinie w Pradze (fot. A. Olech).

Wszystko zaczęło się w momencie, gdy wdrapaliśmy się na dość sporą górę położoną w centrum Slanego. Z jej wierzchołka roztaczał się piękny widok na całą okolice. Mnie jednak zainteresowało coś innego. Tuż za granicami miasta ujrzałem dość spory budynek, na którego szczycie tkwiła kopuła astronomiczna. Udało mi się namówić Ulę na eskapadę w tamtym kierunku i nazajutrz po krótkim spacerze

pukaliśmy do drzwi obserwatorium. Nikogo jednak nie było. Dopiero ponowne wizyty dało efekt. Dostaliśmy imię i nazwisko człowieka, który zajmuje się w Slanym astronomią. Po otrzymaniu jego adresu w Urzędzie Miasta udało nam się umówić z nim na rozmowę i zwiedzanie obserwatorium. Okazało się, że w Slanym jest małe kółko miłośników astronomii, którzy spotykają się raz w tygodniu, a każdej pogodnej nocy mają dostęp do głównego sprzętu obserwatorium – refraktora 110/2000 i doczepionej do niego 13-centymetrowej astrokamery. Prowadzenie teleskopu jest bardzo dobre, tak że zamontowanie aparatu w ognisku refraktora pozwala na robienie 30 minutowych ekspozycji bez korekty prowadzenia.

Martin Štoviček (tak nazywa się szef obserwatorium) twierdzi jednak, że i w Czechach przyszły ciężkie czasy dla astronomii. Kiedyś kółko liczyło o wiele więcej osób, obserwator pracujący pod kopułą miał możliwość wyłączenia światel miejskich w najbliższej okolicy. Pesymistyczny nastrój pogłębiają jeszcze dwie rzeczy – brak funduszy na naukę w kasie miasta i powtarzające się włamania młodocianych wandalów do obserwatorium. Niewielkim pocieszeniem dla niego był fakt, że w Polsce jest podobnie.

Wycieczka do obserwatorium przyniosła jeszcze jeden efekt. Dostaliśmy mianowicie adresy Praskiego Obserwatorium Astronomicznego i Planetarium na Petfinie. Tak więc przy najbliższej okazji udaliśmy się do Pragi i z mapą w rękę ruszyliśmy na poszukiwanie. Dość szybko udało nam się dojść do parku, gdzie miało być obserwatorium. Zdziwiliśmy się jednak widząc, że aby się tam dostać trzeba wejść na górę o

wysokości 326 m n. p. m. Na szczęście pracowały kolejki linowe (bardzo podobne do tych na Gubałówce w Zakopanem) więc zaoszczędziliśmy trochę kalorii i nóg.

Największe było jednak nasze zdziwienie, gdy wjechaliśmy na górę. Naszym oczom ukazał się sliczny park z dużą ilością kwiatów, przepięknie przystrzyżonych drzew, na środku którego królował budynek obserwatorium. Zaszokowała nas też duża liczba ludzi i otwarte kopuły astronomiczne.

Pierwsze kroki skierowaliśmy do obserwatorium. Udało nam się zaczepić Milana Lesňáka, studenta filozofii i politologii w Pradze, wieloletniego miłośnika astronomii, który był na tyle uprzejmy, że zgodził się oprowadzić nas po całym obserwatorium. Ponieważ Ula dobrze mówi po czesku, a ja jako tako znam angielski, z porozumieniem się nie było problemu.

Na początku zaszliśmy do głównej kopuły. Po drodze Milan powiedział nam, że Patřinské Obserwatorium jest przeznaczone tylko dla miłośników astronomii i studentów, a jego głównym zadaniem jest popularyzacja tej pięknej nauki. Obecni tam pracownicy to wszystko miłośnicy astronomii, którzy oprócz tego, że mają dostęp do teleskopów mogą także zarobić. Dowiedzieliśmy się, że obserwatorium zostało zbudowane z inicjatywy Czeskiego Towarzystwa Astronomicznego, które zostało założone w 1917 roku i jego głównym celem było postawienie obserwatorium, biblioteki i czytelnicy dostępnych dla wszystkich chętnych. Towarzystwo osiągnęło swój cel po 11 latach i w niedzielę 24 czerwca 1928 roku odbyło się uroczyste otwarcie. Pierwszym instrumentem obserwatorium był zakupiony w 1921 r. szukacz komet ustawiony w jedynej wtedy kopule wschodniej. W 1928 roku zakupiony został podwójny refraktor Zeissa, który stanął w dobudowanej w roku 1930 kopule głównej. Obserwatorium rozwijało się prężnie aż do lat wojny, kiedy to zostało poważnie zdezastrowane (do tego stopnia, że rozważa-

no nawet możliwość budowy nowego obserwatorium). Odbudowane jednak znów zaczęło funkcjonować aż do 1976 roku, kiedy to zostało kapitalnie odremontowane i przeznaczone głównie do popularyzacji astronomii.



Fot. 2. Szukacz komet w domku obserwacyjnym umieszczonym pod kopułą wschodnią Obserwatorium Astronomicznego na Petřinie (fot. A. Olech).

Pod kopułą mieści się podwójny refraktor. Lewy tubus to refraktor o parametrach 200/3000 z 35 mm okulem używany głównie do obserwacji Słońca. Prawy tubus-refraktor 180/3430 wraz z zestawem okularów o ogniskowych od 6 mm do 40 mm służy do obserwacji nocnego nieba. Trzeci, środkowy tubus to koronograf 160/2900, dzięki któremu po raz pierwszy, na żywo, mieliśmy okazję obejrzeć protuberancję słoneczną. Do wszystkiego zamontowany jest szukacz 60/400. Co ciekawsze, refraktory zostały zrobione w latach 1905–1907 przez firmę Carl Zeiss Jena, przy czym ten o średnicy 18 cm pozostał oryginalny.

nalny aż do naszych czasów. W 1957 roku do dwóch refraktorów został domontowany koronograf. Całość jest zainstalowana pod kopułą o średnicy 8 metrów i wadze 9 ton.

Następnie udaliśmy się do pięciometrowej kopuły zachodniej. Pod nią znajduje się teleskop Meniscas-Cassegrain zrobiony także przez firmę Carl Zeiss Jena w 1967 roku. Ciekawostką jest fakt, że na początku był on przeznaczony dla obserwatorium w Warszawie. Czesi jednak zaproponowali wyższą cenę i powędrował on do Pragi. W systemie meniskowym jego parametry wynoszą 350/3300, a w systemie Cassegraina 370/3300. Są do niego używane okulary o ogniskowych od 6 do 40 mm. Dodatkowo teleskop ma zamontowany tzw. pointer czyli refraktor 130/1950 z okularzem 40 mm i szukacz 50/540.

Naszym następnym celem była pięciometrowa kopuła wschodnia. Na początku znajdował się w niej szukacz komet, następnie zainstalowano w niej refraktor Zeissa 150/2250, refraktor Cassegraina 300/4500 i służącą do fotografii kamerę Schmidta-Bakera 300/1300. Od 1992 roku kopuła ta i sprzęt pod nią są w remoncie, tak że jest niedostępna zwiedzającym. My mogliśmy jednak obejrzeć same teleskopy, których zwierciadła niedługo pójdą do aluminizacji.

Ostatnim miejscem z którego można prowadzić obserwacje jest wybudowany w 1975 roku mały domek, położony za wschodnią kopułą, pod którego dachem znajdu-

je się zakupiony w 1921 roku szukacz komet-refraktor 200/1370 (taki sam jak ten, którym Mrkos odkrywał swoje komety). Do szukacza jest zamontowany refraktor 110/1130, kamera Aero-Xenar 100/325 i lunetka celownicza 40/280.

Oprócz kopuły, na budynek obserwatorium składa się biblioteka ze zbiorem ponad 10 000 woluminów, pokój wykładowy z 55 miejscami, kilka pomieszczeń dla obserwatorów i przede wszystkim hall wystawowy, z jednej strony odgradzony XIV wieczną ścianą, a z drugiej wystawą, na której można obejrzeć unikatowe zegary słoneczne i księżycowe z XVIII wieku, XVII-wieczny teleskop Dollonda, XVIII-wieczny oktant i wiele historycznych publikacji (między innymi egzemplarz *De revolutionibus...* Kopernika). Trochę dalej wystawa astronomiczna w nowszym wydaniu – mapy fotograficzne z atlasu Mt. Palomar, zdjęcia znanych obiektów niebieskich, demonstracje praw optyki i ich zastosowania w instrumentach astronomicznych, opis rozwoju astronomii i wiele innych rzeczy.

Przygodę z praskim obserwatorium zakończyliśmy fotografując je z 60 metrowej wieży widokowej znajdującej się także na wzgórzu Patfiskim. Żałowaliśmy tylko, że nie udało nam się zwiedzić planetarium w Pradze. Niestety w sierpniu jest ono nieczynne. Chociaż z drugiej strony będzie co robić podczas następnego pobytu w Pradze.

Arkadiusz Olech

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Czerwiec 1994 r.

Słońce: Słońce osiąga w tym miesiącu punkt przesilenia letniego na ekliptyce, wstępując 21 czerwca w znak Raka. W związku z tym mamy najdłuższe dni i najkrótsze noce: w Warszawie 1 czerwca Słońce wschodzi o 4^h21^m, zachodzi o 20^h47^m, 23 czerwca wschodzi o 4^h14^m, zachodzi o 21^h2^m, a 30 czerwca wschodzi o 4^h18^m, zachodzi o 21^h1^m.

Księżyc: Krótkie, ale bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie czerwca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra 1^d6^h, now 9^d10^h, pierwsza kwadra 16^d22^h, pełnia 23^d14^h i jeszcze raz ostatnia kwadra 30^d22^h. W apogeum Księżyc znajdzie się 5 czerwca, a w perygeum 21 czerwca. W

Dane dla obserwatorów Słońca (na 14^h czasu wschod.-europ.)

Data 1994	P	B ₀	L ₀	Data 1994	P	B ₀	L ₀
VI 1	-15°35	-0°62	288°30	VI 17	-8°84	+1°30	76°53
3	-14.59	-0.38	261.82	19	-7.96	+1.54	50.06
5	-13.82	-0.14	235.36	21	-7.08	+1.78	23.58
7	-13.02	+0.10	208.89	23	-6.19	+2.00	357.11
9	-12.22	+0.34	182.42	25	-5.30	+2.24	330.63
11	-11.38	+0.59	155.95	27	-4.40	+2.46	304.16
13	-10.55	+0.83	129.48	29	-3.48	+2.69	277.68
15	-9.70	+1.07	103.00	VII 1	-2.58	+2.92	251.21

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

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.

23^d8^h46^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

czerwcu tarcza Księżyca zakryje Kłos Panny (Spikę), najjaśniejszą gwiazdę w gwiazdozbiornie Panny, ale zjawisko to widoczne będzie na półkuli południowej.

Planety i planetoidy: Nad zachodnim horyzontem świeci pięknym blaskiem *Wenus* jako Gwiazda Wieczorna –4.1 wielkości. Także wieczorem w pierwszych dniach czerwca możemy poszukiwać *Merkurę* jako gwiazdę około +1 wielkości nisko nad zachodnim horyzontem. Na granicy gwiazdozbiorów *Wagi* i *Panny* w pierwszej połowie nocy świeci *Jowisz* jako jasna gwiazda –2.3 wielkości; przez lunety możemy obserwować ciekawe zjawiska w układzie czterech najjaśniejszych księżyców *Jowisza*. Nad ranem wschodzi *Mars*, a około północy *Saturn*; *Mars* jako czerwona gwiazda +1.2 wielk. wędruje przez gwiazdozbiór *Barana*, a *Saturn* nieco jaśniejszy od *Marsa* przebywa w gwiazdozbiornie *Wodnika*. *Uran* 6 wielk. i *Neptun* 8 wielk. górują nad ranem, ale nisko nad horyzontem na granicy gwiazdozbiorów *Strzelca* i *Koziorożca*. *Pluton* dostępny jest prawie całą noc, ale tylko przez duże teleskopy jako gwiazdka około 14 wielk. na granicy gwiazdozbiorów *Wagi*, *Węża* i *Wężownika*. Przez większe lunety możemy próbować odnaleźć planetoidę *Juno* wśród gwiazd 10 wielk. w gwiazdozbiornie *Panny*. Podajemy równi-

kowe współrzędne planetki dla kilku dat: 2^d: rekt. 13^h20.6^m, dekl. +3°27'; 12^d: rekt. 13^h19.7^m, dekl. +3°19'; 22^d: rekt. 13^h20.7^m, dekl. +2°57'; VII. 2^d: rekt. 13^h23.4^m, dekl. +2°24'.

Meteory: W dniach od 10 do 21 czerwca promieniują meteory z roju czerwcowych *Lirydów*. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiornie *Lutni* i ma współrzędne: rekt. 18^h 22^m, dekl. +35°. Rój nie jest zbyt obfity, ale warunki obserwacji są w tym roku dobre.

* * *

1^d O 14^h Księżyc w złączeniu z *Saturnem* w odl. 7°. Wieczorem księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy *Jowisza*; obserwujemy koniec przejścia: księżyc o 22^h18^m, a cienia o 23^h2^m.

4/5^d Księżyc 2 i jego cień przechodzą na tle tarczy *Jowisza*; obserwujemy początek przejścia: księżyc o 23^h31^m, a jego cienia o 1^h5^m.

5/6^d Księżyc 3 zbliża się do brzegu tarczy *Jowisza* i o 0^h20^m rozpocznie przejście na jej tle.

6^d7^h Złączenie *Marsa* z Księżycem w odl. 7°. Wieczorem księżyc 2 ukryty jest za tarczą i w strefie cienia *Jowisza*; o 22^h34^m obserwujemy koniec zaćmienia: księżyc 2 pojawia się nagle z prawej strony tarczy planety (patrzac przez lunetę odwracającą) w odległości nieco większej niż promień tarczy.

7/8^d Księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza; o 0^h36^m obserwujemy początek zakrycia tego księżyca przez tarczę planety.

8/9^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Księżyc rozpocznie przejście o 21^h56^m, a jego cień pojawi się na tarczy planety o 22^h47^m. Koniec przejścia księżyca nastąpi o 0^h5^m, a jego cienia o 0^h56^m.

9^d O 22^h5^m obserwujemy koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza; pojawi się on nagle z cienia planety blisko prawego brzegu tarczy (w lunecie odwracającej).

10^d7^b Wenus w złączeniu z Polluksem (w odl. 5°), jedną z dwóch jasnych gwiazd w gwiazdozbiornie Bliźniąt.

11^d O 2^h złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 3°, o 17^h planetoida Juno nieruchoma w rektascensji.

12^d O 14^h Merkury nieruchomy w rektascensji, o 15^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 7°.

13/14^d Od zachodu Słońca 2 księżyc Jowisza ukryty jest za tarczą, a potem w cieniu planety. O 1^h9^m nastąpi koniec zaćmienia tego księżyca.

15/16^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: księżyca o 23^h34^m, a jego cienia o 0^h41^m.

16^d Dwa księżyce Jowisza ukryte są w cieniu planety. Obserwujemy koniec zaćmienia: księżyca 3 o 23^h37^m (pojawi się on z prawej strony tarczy u góry w odległości równej promieniowi tarczy od jej brzegu), a księżyca 1 o 24^h0^m (dość blisko prawego brzegu tarczy planety).

18^d22^b Bliskie złączenie Księżyca ze Spiką (Kłosem Panny), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiornie Panny; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne

będzie w Ameryce Południowej, na Oceanie Atlantyckim i na Antarktydzie.

19^d18^b Złączenie Księżyca z Jowiszem w odl. 3°.

20^d O 23^h19^m obserwujemy początek zakrycia 2 księżyca przez tarczę Jowisza.

21^d16^h48^m Słońce wstępuje w znak Raka, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 90°; mamy początek lata astronomicznego oraz najdłuższe dni i najkrótsze noce na półkuli północnej.

22^d Po zachodzie Słońca może jeszcze uda nam się dostrzec na tarczy Jowisza plamkę cienia jego 2 księżyca, widoczną do 21^h57^m.

23^d Od 21^h10^m księżyc 3 ukryty jest za tarczą Jowisza, a księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy i skryje się za nią o 22^h40^m. Koniec zakrycia księżyca 3 nastąpi o 23^h18^m.

24^d6^b Saturn nieruchomy w rektascensji. Wieczorem księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza; obserwujemy koniec przejścia: księżyca o 22^h10^m, a jego cienia o 23^h14^m.

25^d Księżyc znajdzie się w złączeniu z dwiema planetami: o 1^h z Neptunem w odl. 4° i o 7^h z Uranem w odl. 5°. O 12^h dolne złączenie Merkurego ze Słońcem.

28^d23^b Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 7°.

29/30^d Wieczorem księżyc 1 przejdzie już na tle tarczy Jowisza i jest niewidoczny. Cień tego księżyca pojawi się na tarczy planety o 22^h12^m, na krótko przed końcem przejścia samego księżyca o 22^h16^m. Cień księżyca 2 będzie wędrował po tarczy planety do 0^h34^m.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie wschodnio-europejskim (czasie letnim w Polsce).

Opracował G. Sitarski

Tegoroczny Międzynarodowy Młodzieżowy Obóz Astronomiczny (IAYC 1994) odbędzie się w dniach od 24 lipca do 14 sierpnia 1994 roku w Schaephuysen (Niemcy). Całkowity koszt obozu (bez podróży) wynosi 620 DM. Zainteresowanych (w wieku 16–24 lat znających język angielski) prosimy o kontakt z Zarządem Głównym PTMA, ul. Św. Tomasza 30, 31–027 Kraków, tel. 012.223892.

OGŁOSZENIA

Sprzedam refraktor o średnicy 80 mm. Piotr Kubiak, ul. H. Sawickiej 4c/7, 75-519 Koszalin.

Sprzedam zwierciadła $\varnothing = 150$ mm, $t = 1500$ mm i płaskie; tubus i oprawy zwierciadeł. T. Gawąd, Os. Sikorskiego 17/7, 32-300 Miechów, tel. 0-498-30 059.

CONTENTS		СОДЕРЖАНИЕ	
J. D. North		Й. Д. Норт	
Astrolabe	66	Астролябия	66
M. I. Błęcka		М. И. Бленцка	
Are there rings around Mars?	74	Существуют ли кольца вокруг Марса?	74
Chronicle:		Хроника:	
New data on Comet Shoemaker-Levy 9	78	Новые данные об комете Шумейкер-Леви 9	78
Solar ring	79	Кольцо Солнца	79
Radiogalaxy with a switch - 3C388	79	Радиогалактика с выключателем - 3C388	79
Vade-mecum for Observers	80	Справочник наблюдателя	80
Observations	89	Наблюдения	89
New books	90	Новые книги	90
From correspondence	91	Из корреспонденции	91
Astronomical Calendar	93	Астрономический календарь	93

OBJAŚNIENIA ZDJĘĆ NA OKŁADCE

Pierwsza strona okładki: Zdjęcia zaćmienia Księżyca z 29 listopada 1993 roku wykonane przez Mariusza Świętnickiego w ognisku głównym teleskopu Newtona 250/1560 mm za pomocą aparatu Praktica MTL-3 na filmie Fujicolor HG 400; momenty wykonania i czasy ekspozycji zdjęć (licząc z lewa na prawo i od góry do dołu): $5^h36^m30^s$, 1/250 s; $5^h54^m50^s$, 1/125 s; $6^h8^m45^s$, 1/30 s, $6^h29^m25^s$, 1 s.

Druga strona okładki: Astrolabium arabskie wykonane w Kordobie (Hiszpania) w 1054 r.; jego średnica wynosi 20 cm. Aby zilustrować położenia rete i alidady, oprócz widocznej na zdjęciu strony frontowej instrumentu, wewnątrz numeru na str. 67 zreprodukowano także jego stronę tylną. Astrolabium to należy do kolekcji Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego i jest jednym z najcenniejszych oraz najstarszym z zachowanych w Polsce instrumentów astronomicznych. Fot. Janusz Kozina.

Trzecia strona okładki: Nadesłana na ubiegłoroczny konkurs *Uranii* na wakacyjne zdjęcie nieba praca Jerzego Marcinka przedstawiająca mgławicę NGC 7000 zwaną Ameryką Północną; jest to rezultat 20 min. naświetlania negatywu barwnego EKTAR-1000 o czułości 31 DIN w ognisku Tessara 4.5/250 mm.

Czwarta strona okładki: Nadesłana na ubiegłoroczny konkurs *Uranii* na wakacyjne zdjęcie nieba praca Piotra Gnacińskiego zatytułowana „Burza w Gdańsku” wykonana aparatem Zenit 11 z obiektywem Helios-44 M-4 (2/58 mm) na filmie Agfa XRG 100.

Przepraszamy za omyłkową zmianę miejsc zdjęć na drugiej i trzeciej stronie okładki w numerze 1/1994.

URANIA – Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium: Krzysztof Ziolkowski – redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska – sekretarz redakcji. Adres redakcji: ul Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres administracji: Zarząd Główny PTMA, ul. św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Koszt wytworzenia tego zeszytu 28 000 zł. *Uranie* rozprowadza się w ramach składki członkowskiej; w 1994 roku 300 000 zł (zniżka 240 000 zł).

Druk: Zakład Poligraficzny Wydawnictwa PLATAN, Kryspinów 189, 32-060 Liszki



