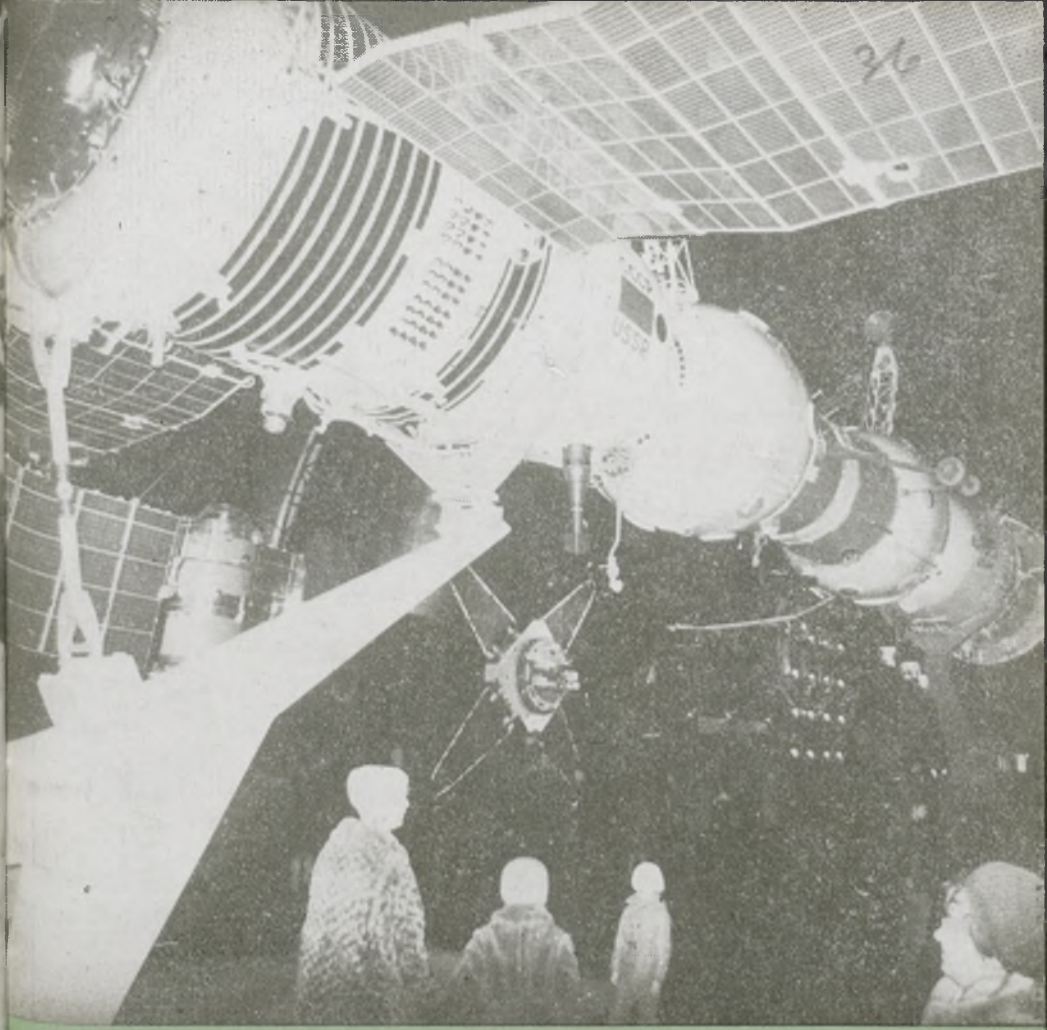
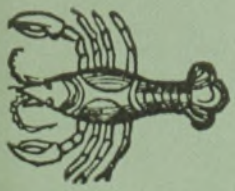


♋ Lancer



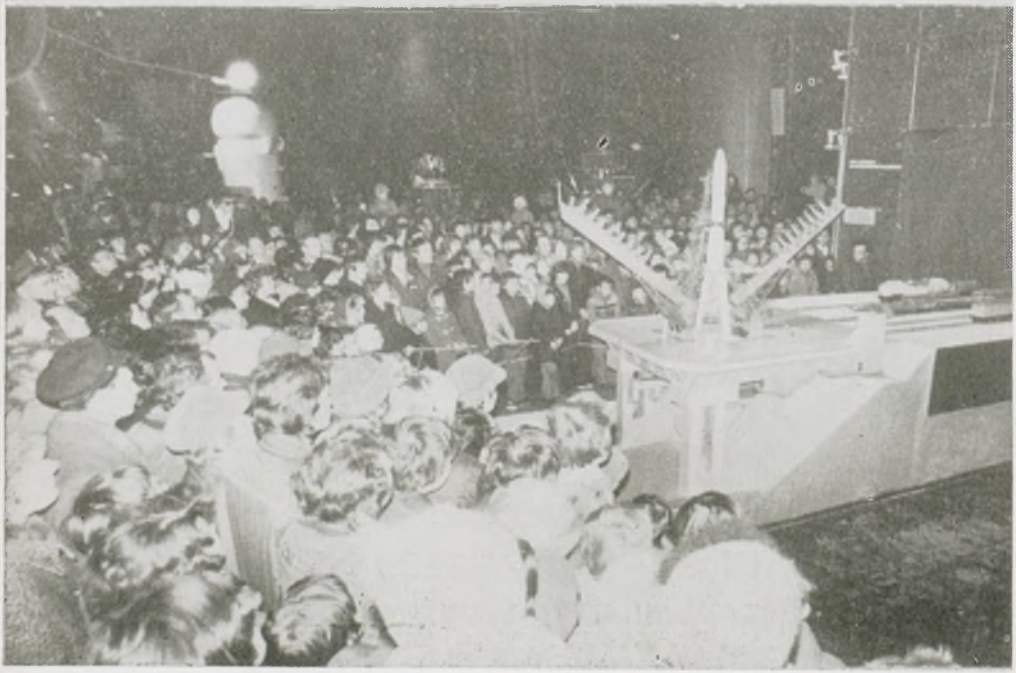
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLVIII CZERWIEC 1977 Nr 6

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA



URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLVIII CZERWIEC 1977 Nr 6

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ POLSKIEJ AKADEMII NAUK. CZASOPISMO ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (DZ. URZ. MIN. OSW. NR 14 Z 1966 R. W-WA 5.11.66).

SPIS TREŚCI

Bronisław Kuchowicz — Osobliwości gwiazd osobliwych.

Tomasz Kwast — Czy Księżyc jest satelitą Ziemi?

Ludwik Zajdler — Saros oraz inne cykle i okresy.

Kronika: Międzygwiezdna sygnalizacja rentgenowska — Odnalezienie zagubionej komety — Acetylen i wyładowania w atmosferze Jowisza.

Obserwacje: Raport III o radiowym promieniowaniu Słońca — Komunikat C.S.O.S. nr 3/77 — Obserwacje pozycyjne planetoid w Oddz. Warsz. PTMA (R. Fangor) — Zakrycia gwiazd przez Księżyc w mies. VII—X 1977.

Kalendarzyk astronomiczny.

Nowości wydawnicze.

W chwili oddawania numeru do druku niesłabnącym zainteresowaniem cieszy się wystawa „Dni Radzieckiej Nauki i Techniki" w Warszawie. O frekwencji zwiedzających Wzniesiony przed Pałacem Kultury i Nauki pawilon „Kosmos 77" daje wyobrażenie zdjęcie na ostatniej stronie okładki.

*

W kolejnym odcinku o „gwiazdach osobliwych" autor omawia zapowiedzianą w poprzednim numerze syntezę w postaci jednego z modeli gwiazd typu Ap, jak gdyby historię powstania na skutek „zanieczyszczenia środowiska naturalnego" przez eksplozję supernowej...

*

Dwa następne artykuły dotyczą skomplikowanych ruchów Księżyca, ujętych z różnych stron: autor pierwszego od strony mechaniki nieba, w drugim mowa jest o najdawniejszych próbach usystematyzowania ich, co doprowadziło do wykrycia różnych „cykli".

*

Część numeru poświęcamy prowadzonym przez miłośników obserwacjom astronomicznym.

Dni radzieckiej nauki i techniki w Warszawie. Obrazki z wystawy w pawilonie „Kosmos 77"

Pierwsza strona okładki: Stacja orbitalna „Sojuz", powstała w wyniku połączenia statków „Sojuz — 4" i „Sojuz 5" w styczniu 1969 r.

Druga strona okładki: Ruchomy model „Łunochoda — 2". Widoczny na zdjęciu odblask flesza na Łunochodzie powstał w odbłyśniku laserowym. U dołu — tłumy zwiedzających obserwują start na kosmodromie Bajkonur.

Trzecia strona okładki: Satelity Ziemi — „Prognoz — 2" (po prawej) i (po lewej) „Meteor". U dołu: przed lądownikiem i przedziałem orbitalnym „Sojuza".

Czwarta strona okładki: Pawilon „Kosmos 77" w dniu 12 kwietnia 1977 r. Ta kolejka nie była najdłuższą...

Fot.: *Roman Fangor*

BRONISŁAW KUCHOWICZ — Warszawa

OSOBLIWOŚCI GWIAZD OSOBLIWYCH

VIII. Dychotomie jądrowe a obecność pierwiastków ciężkich

Najprzeróżniejsze właściwości gwiazd osobliwych lec mogą u podstaw klasyfikacji zarówno tych gwiazd jak i teoretycznych ich modeli: osobliwości składu chemicznego, obecność pola magnetycznego, rotacja, występowanie w układach podwójnych itp. Na stosunek mój do gwiazd *Ap* wpływa niewątpliwie to, że byłem kiedyś fizykiem jądrowym, dziś zaś interesuję się przebiegiem procesów jądrowych w przyrodzie. W wyniku tego „skrzywienia zawodowego" patrzę na gwiazdy *Ap* przede wszystkim jako na źródła informacji o przebiegu procesów jądrowych. *)

Informacja ta, jak mi się wydaje, zawarta jest w obfitościach pierwiastków chemicznych na powierzchni gwiazd *Ap*, w składzie izotopowym (o czym mówiliśmy w n-rze 1 Uranii z b.r.) i jeszcze niektórych innych danych. Trzeba ją tylko z danych tych wydobyć.

Próbami wydobycia informacji o procesach jądrowych w gwiazdach *Ap*, a więc próbami odczytania historii tych gwiazd, dziejów materii, która w skład ich wchodzi, zajmiemy się obecnie. Istnieć może kilka alternatywnych wersji historii gwiazd *Ap*, i żadnej z nich nie da się wykluczyć, dopóki dysponować nie będziemy większą ilością danych. Możliwe jest też, że różne podgrupy gwiazd osobliwych odbywały w odmienny sposób swą ewolucję. Pamiętajmy wreszcie o przytoczonych w poprzednim artykule z tego cyklu słowach Mariana Smoluchowskiego: „Wybieramy teorie, które wydają się nam najprostsze..."

Znaczna część sposobów wyjaśnienia anomalii składu chemicznego gwiazd osobliwych układa się w pewien logiczny ciąg, jeśli ograniczymy się do grupy pierwiastków ciężkich (tj. o liczbie atomowej $Z \geqslant 30$), a podział przeprowadzimy w sposób dychotomiczny. Przypomnijmy w tym miejscu, że podział dychotomiczny (czy też po polsku „dwudzielny" od greckiego *dicha* — na dwoje oraz *tomos* — dział) jest to podział logiczny na dwie części — według cech sprzecznych (np. podział na A i nie-A).

---

* „Mały książę" mówi: „Te same gwiazdy, a inne są dla każdego. Dla podróżujących gwiazdy są drogowskazami. Dla innych ludzi tylko małymi światełkami. Dla uczonych są problemami. Dla mojego człowieka interesu były złotem."

W referacie swym na sympozjum poświęconym fizyce gwiazd *Ap* (Wiedeń 1975) przedstawiłem schematycznie dziewięć kolejnych dychotomii związanych z procesami jądrowymi. Miejsca podziału dychotomicznego na rys. 1 zaznaczono kółkami. W każdym z nich na postawione pytanie o pochodzeniu anomalii składu chemicznego, czy też o jakieś związane z tym zjawisko, dopuszczane są w zasadzie dwie sprzeczne z sobą odpowiedzi. Odpowiedzi, które wydają mi się bardziej prawdopodobne, podkreśliłem linią ciągłą. Posuwając się od punktu I do IX poprzez wszystkie te podkreślone odpowiedzi, dokonujemy jak gdyby wyszczególnienia cech charakterystycznych jednego z mechanizmów fizycznych, który z dużą dozą prawdopodobieństwa odpowiadać może za osobliwości składu chemicznego gwiazd *Ap*. Model ten, który ochrzcimy skrótową nazwą ZUPPES („zanieczyszczenie układu podwójnego przez eksplodującą supernową") *), przedstawiony będzie jeszcze z innej strony w następnym artykule, obecnie naszkicujemy jedynie prowadzącą do niego (i do niektórych alternatywnych modeli) drogę.

Pierwsze dwie dychotomie związane są z charakterystycznymi nadwyżkami rozpowszechnienia niektórych pierwiastków ciężkich. Nadwyżki te mogę być albo pozorne (tj. spowodowane szczególnymi warunkami fizycznymi w obszarach powierzchniowych gwiazd *Ap*) albo rzeczywiste, mogą też charakteryzować jedynie skład chemiczny powierzchni, albo skład całej gwiazdy *Ap*. Praktycznie wszyscy przychylają się do uznania nadwyżek owych za rzeczywiste, ale za ograniczone jedynie do obszarów powierzchniowych. Trudno przyjąć anomalny skład chemiczny również dla materii we wnętrzu gwiazd *Ap*. Byłoby to sprzeczne z zebraną do dziś informacją o średnim składzie chemicznym materii w naszej Galaktyce oraz z wynikami obliczeń odnoszących się do ewolucji gwiazd i powstawania pierwiastków chemicznych. Gdyby charakterystyczne anomalie zawartości pierwiastków ciężkich na powierzchniach gwiazd *Ap* rozciągnąć na wnętrza tych gwiazd, wtedy mielibyśmy do czynienia z dychotomią III. Rozważmy dwie nasuwające się tutaj możliwości:

(a) Przypuśćmy, że anomalie te istnieją w gwiazdach *Ap* od chwili ich powstania. Oznaczałoby to, że gwiazdy *Ap* powstały z materii zawierającej ogromną domieszkę pierwiastków ciężkich. Skład chemiczny tej materii (patrz rys. 1. na str. 199

---

* Zanieczyszczanie środowiska naturalnego na Ziemi stało się obecnie problemem tak ważnym, że wpływa na sposób ujmowania przez nas zjawisk w Kosmosie.

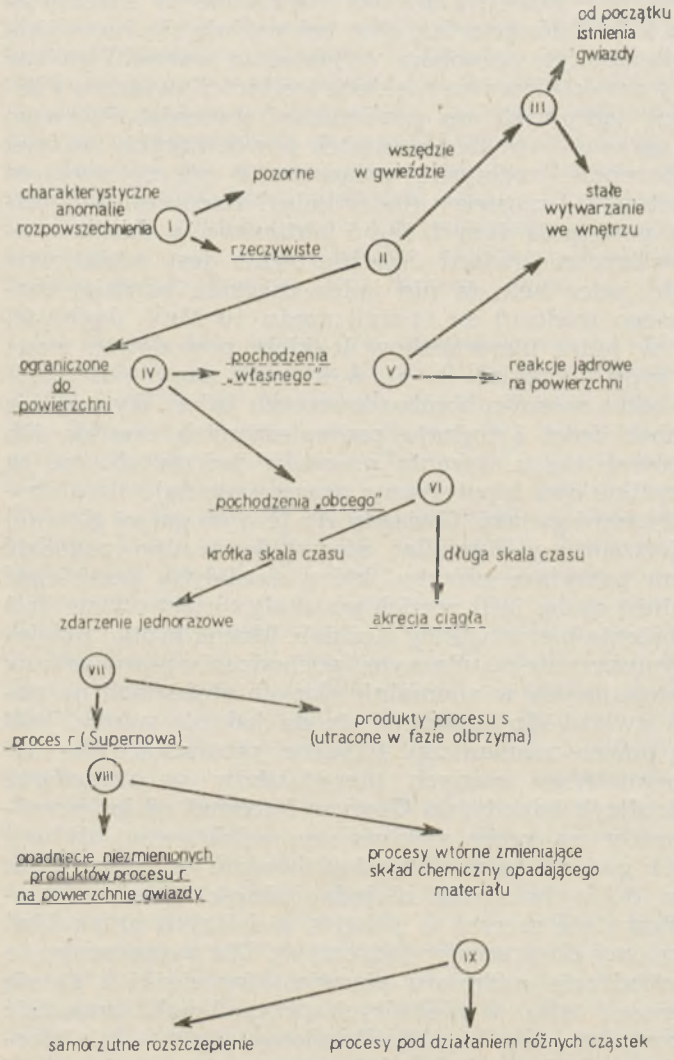
w n-rze 7 Uranii z ub. roku) nie odpowiadałby zupełnie średniemu rozpowszechnieniu pierwiastków w materii kosmicznej. Gwiazdy osobliwe stanowią kilkanaście procent gwiazd odpowiednich typów widmowych. Jak wyjaśnić odmienność składu chemicznego tak wielkiej części materii kosmicznej — występującej w przeróżnych miejscach Galaktyki? Wiek Wszechświata musiałby (w sprzeczności z innymi danymi) o całe rzędy wielkości przewyższać wiek dziś uznany (wynoszący ok. 15 miliardów lat), gdyż dopiero wtedy zdążyłaby się nagromadzić wystarczająca ilość pierwiastków ciężkich. Wszystko to brzmi bardzo nieprzekonywująco, wypada więc tę możliwość odrzucić.

(b) Można też sądzić, że obserwowane anomalie obfitości w gwiazdach *Ap* stanowią wynik ciągłego wytwarzania pierwiastków ciężkich we wnętrzach owych gwiazd. Mechanizm podobny uważa się za nader prawdopodobny w odniesieniu do innej grupy gwiazd — olbrzymów typu *S*. We wnętrzach czerwonych olbrzymów umieszcza się proces *s* — proces powolnego wychwytu neutronów. W wyniku przebiegu tworzą się pierwiastki ciężkie, które mogą być np. wyniesione konwekcyjnie na powierzchnię gwiazd. Być może, to właśnie sprawia, że w atmosferach gwiazd typu *S* obserwuje się tyle pierwiastków ciężkich — produktów owego procesu, wśród nich zaś — nietrwały pierwiastek nr 43, technet Tc. Gwiazdy typu *S* uchodzą za charakterystyczny przykład gwiazd o składzie chemicznym powierzchni, odzwierciedlającym procesy jądrowe odbywające się we wnętrzu. W przeciwieństwie do nich, gwiazdy *Ap* leżą na ciągu głównym diagramu H—R, i w ramach standardowych wyobrażeń o ewolucji gwiazd niedopuszczalna jest dla nich analogiczna interpretacja anomalii składu powierzchniowego. Dodajmy zresztą, że różnice rozpowszechnienia w porównaniu ze średnim składem chemicznym materii kosmicznej są nieporównanie silniejsze dla gwiazd *Ap* niż dla gwiazd typu *S*.

Jak widać z powyższych rozważań, powrócić trzeba do dychotomii II i zdecydować się na uznanie anomalii składu jako występujących jedynie na powierzchni. Można teraz zadać pytanie o to, czy anomalie stanowią rezultat procesów jądrowych zachodzących w tej gwieździe, którą obserwujemy, czy też nie. Jeśli anomalie te — to wynik „własnej" produkcji pierwiastków ciężkich, wtedy stajemy przed dychotomią V. Albo procesy jądrowe odbywają się gdzieś we wnętrzu, produkty ich zaś wyniesione zostają na powierzchnię gwiazdy, tu się gromadzą i tu je obserwujemy, albo też procesy jądrowe odbywają się na po-

wierzchni gwiazdy. Obie możliwości rozważano w literaturze naukowej od kilkudziesięciu lat, obie też wydają się niezwykle mało prawdopodobnym sposobem wyjaśnienia anomalii gwiazd *Ap*. Wskażmy przykładowo na niektóre trudności związane z hipotezą reakcji jądrowych na powierzchni gwiazdy. Pierwsza i zasadnicza sprawa — to źródło cząstek powodujących reakcje. Może protuberencje, rozbłyski, połączone z przyspieszeniem strumieni protonów i cząstek α (jąder helu)? Rachunki wykazały, że np. dla powstania dużych ilości lantanowców obserwowanych na powierzchni gwiazd *Ap*, niezbędne jest selektywne przyspieszanie jąder helu (a nie jąder znacznie bardziej rozpowszechnionego wodoru) do energii rzędu 10 MeV. Jądra te, wbijając się w jądra pierwiastków lekkich, powodować mogą ciąg reakcji typu (α, p) lub (α, n), w których stopniowo zwiększałaby się liczba masowa bombardowanych jąder. Wymagania stawiane wobec ilości i rodzaju przyspieszonych cząstek, ich energii końcowej, czasu trwania procesów jądrowych itp. są takie, że wszystkie owe hipotetyczne procesy nie dają się ulokować na powierzchni gwiazd. Gwiazdy *Ap* leżą na gałęzi głównej diagramu Hertzsprunga-Russella; niezwykle trudno pogodzić z tym faktem powyższe procesy, które musiałyby przebiegać przecież na dużą skalę, jeśli w nich powstały obserwowane dziś nadmierne stężenia pierwiastków ciężkich. Można krótko powiedzieć, że przypuszczenie o „własnym" pochodzeniu pierwiastków ciężkich występujących w anomalnie dużych stężeniach na powierzchniach gwiazd *Ap* uzasadnić się da jedynie wtedy, jeśli skuteczne są pewne mechanizmy fizyczne, prowadzące do rozdzielania chemicznego rożnych pierwiastków w atmosferze gwiazdy. Astrofizyk kanadyjski Georges Michaud od lat przedkłada argumenty na rzecz mechanizmu selektywnej dyfuzji w atmosferach gwiazd, co miałoby doprowadzić do rozdzielenia pierwiastków, do wytworzenia niejednorodności składu. Hipotezą tą zajmiemy się szerzej w jednym z dalszych artykułów, obecnie powróćmy do procesów jądrowych. Dla zaznaczenia, że „własne" pochodzenie nadmiaru pierwiastków ciężkich da się (choć może raczej tylko w niektórych przypadkach) uzasadnić na gruncie powyższej hipotezy, podkreślamy odpowiednie sformułowanie przy dychotomii IV linią przerywaną.

Przechodzimy do analizy drugiej możliwości: „obcego" pochodzenia anomalnych ilości pierwiastków ciężkich. Skład chemiczny powierzchni gwiazd *Ap* stanowić miałby wynik zanieczyszczenia — przede wszyskim produktami procesu *r* — szybkiego wychwytu neutronów. (O związku anomalii obfitości w gwia-



Rysunek 1. Dziewięć dychotomii jądrowych związanych z obecnością pierwiastków ciężkich w gwiazdach Ap. Podkreślenie linią ciągłą oznacza wybór najbardziej prawdopodobny, prowadzący do modelu ZUPPES, podkreślenia linią przerywaną — powiązania z modelami konkurencyjnymi, które będą rozważane w następnych atykułach.

zdach *Ap* z procesem *r* pisałem już w n-rze 1 z b.r.) Produkty owe opadać mogłyby z otoczenia na powierzchnię gwiazdy w ciągu dość długiego czasu. Modelem ciągłej, powolnej akrecji przez gwiazdę *Ap* zajmiemy się później; w tym miejscu zauważmy tylko, że akrecja taka mogłaby odbywać się w sposób selektywny, i że określoną rolę spełniałoby w niej pole magnetyczne gwiazdy. Model akrecji ciągłej stanowi możliwość rozważaną przez grupę autorów (O. Havnes, C. Conti), którzy zwrócili uwagę na oddziaływanie pomiędzy polem magnetycznym rotującej gwiazdy a ośrodkiem międzygwiazdowym.

Możliwa jest wreszcie jednorazowa akrecja materii zawierającej duże ilości pierwiastków ciężkich. Mogłyby to być albo produkty procesu *s* albo też procesu *r*. Wydaje się, iż dane o składzie izotopowym niektórych pierwiastków ciężkich, a także położenie maksimów rozpowszechnienia izobarów (patrz str. 16 i 17 w n-rze 1 Uranii z b.r.) wskazują na pochodzenie materii, która zanieczyściła powierzchnię gwiazdy *Ap*, z procesu *r*. Tak więc produkty procesu *r*, powstałe podczas wybuchu gwiazdy supernowej (gdyż proces *r* wiąże się właśnie z tym stadium ewolucji gwiazdy), opaść miały na powierzchnię tej gwiazdy, którą dziś nazywamy gwiazdą osobliwą. Część owych produktów stanowić miały jądra nietrwałe, które uległy dalszym, wtórnym przemianom w rodzaju samorzutnego rozszczepienia.

Znając odległości pomiedzy gwiazdami, łatwo ocenić, że opadnięcie choćby znikomej części rozproszonej materii z gwiazdy supernowej na powierzchnię drugiej gwiazdy realne jest tylko wtedy, gdy owa druga gwiazda tworzyła z nią układ podwójny (ewtl. gdy obie wchodziły w skład układu wielokrotnego). Droga poprzez dychotomie jądrowe prowadzi więc w sposób dość logiczny do modelu ZUPPES. W następnym artykule ukażemy krótko historę tego modelu.

TOMASZ KWAST — Warszawa

CZY KSIĘŻYC JEST SATELITĄ ZIEMI?

Trudno sobie wyobrazić, żeby ktokolwiek mógł obecnie wątpić, że Księżyc krąży wokół Ziemi. Samo przypuszczenie, że jest inaczej wydaje się niedorzecznością. Ale uwaga! Masa Słońca wynosi $M = 1{,}991 \times 10^{30}$ kg, średnia odległegłość Ziemi (a więc i Księżyca) od Słońca $R = 1{,}496 \times 10^{11}$ m, stała grawitacji ma wartość $G = 6{,}673 \times 10^{-1}$ Nm^2/kg^2. Zatem przyspieszenie Księ-

życa wywołane oddziaływaniem Słońca wynosi $a_1 = GM/R^2 = 5{,}94 \times 10^{-30}$ m/s². Z kolei masa Ziemi wynosi $m = 5{,}977 \times 10^{24}$ kg, zaś średnia odległość Księżyca od Ziemi $r = 3{,}844 \times 10^{16}$ m, więc podobnie przyspieszenie Księżyca wywołane grawitacją ziemską jest równe $a_2 = Gm/r^2 = 2{,}17 \times 10^{-3}$. Tak więc Słońce działa na Księżyc ponad dwa razy silniej niż Ziemia!

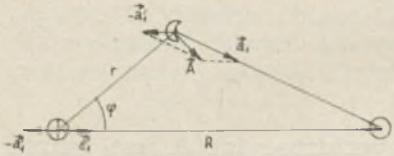
Obliczmy jeszcze w jakiej odległości od Ziemi r_p musiałby się znajdować dowolny obiekt, aby przyspieszenie nadawane mu przez Ziemię równe było przyspieszeniu nadawanemu mu przez Słońce. Odległość ta będzie określona przez równość $Gm/R^2 = Gm/r_p^2$, skąd wynika, że $r_p = \sqrt{\frac{M}{m}}\, R = 260\,000$ km

Wewnątrz kuli o tym promieniu przyciąganie ziemskie przewyższa przyciąganie ze strony Słońca i tę kulę nazywa się w mechanice nieba sferą przyciągania Ziemi względem Słońca. *Krótko mówiąc, Księżyc znajduje się poza sferą przyciągania Ziemi.* To dlaczego mówi się, że krąży wokół Ziemi?

Czytelnik, który w tym momencie popadł w rozterkę, niech się jednak nie martwi. To co powiedziano dotychczas o siłach (lub przyśpieszeniach) działających na Księżyc jest oczywiście prawdą, ale nie należy z tego wyciągać zbyt pochopnych wniosków. Narazie z całą pewnością można powiedzieć, że skoro Słońce działa na Księżyc silniej niż Ziemia, to wypadkowa tych dwóch sił, bez względu na ich wzajemne ustawienie, jest zawsze skierowana do wnętrza okołosłonecznej orbity ziemskiej. Stąd wynika, że orbita Księżyca jest zawsze skierowana wklęsłością ku Słońcu. Praktycznie droga Księżyca wokół Słońca nie różni się od drogi Ziemi, gdyż Słońce jest ok. 400 razy dalej od Ziemi niż Księżyc, a na orbicie ziemskiej mieści się zaledwie 13 obiegów Księżyca. Jeżeli okrąg symbolizujący orbitę Ziemi w trzynastu punktach wgnietlibyśmy o 1/400 promienia i w trzynastu punktach wyciągnęli o tyle samo na zewnątrz, to dostalibyśmy kształt orbity Księżyca w jego ruchu wokół Słońca. Chyba trudno byłoby dostrzec, że nie jest to okrąg.

Nie rozstrzygając narazie wokół czego „naprawdę" Księżyc krąży, spróbujmy opisać jego ruch raz w odniesieniu do Ziemi i drugi raz w odniesieniu do Słońca. Temat ten omawialiśmy już w *Uranii* z listopada 1972 r., jest to jednak zagadnienie tak ważne, że nie zaszkodzi prześledzić tok rozumowania jeszcze raz. Ruch Księżyca względem Ziemi, czyli w ogólności tzw.

ruch planetocentryczny, odbywa się pod wpływem siły centralnej, którą w tym przypadku jest grawitacja ziemska, oraz siły perturbacyjnej pochodzącej od Słońca, z tym że nie jest ona po prostu siłą, z jaką Słońce działa na Księżyc. Otóż, niech Słońce powoduje przyspieszenie Księżyca a_1 (rys. 1). Jednocześnie Słońce powoduje przyspieszenie Ziemi $\vec{a}_1$. zaznaczone na rysunku symbolicznie krótszą strzałką, gdyż Ziemia w tej sytuacji jest nieco dalej od Słońca niż Księżyc. Skoro jednak



Rys. 1.

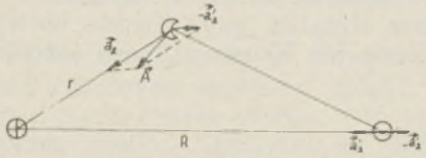
interesuje nas ruch Księżyca względem Ziemi, to musimy przyspieszenie Ziemi $\vec{a}_1$ sztucznie wyhamować, przykładając do niej przyspieszenie $-\vec{a}_1$. Aby jednak nie zakłócić konfiguracji Ziemia-Księżyc, musimy to samo dodatkowe przyspieszenie przyłożyć także do Księżyca. W rezultacie planetocentryczny ruch Księżyca odbywa się pod wpływem przyspieszenia centralnego oraz perturbacyjnego, zaznaczonego na rys. 1 jako A.

Nie można z góry orzec, które przyspieszenie jest większe, ale nie jest to ważne. Jeżeli w ruchu Księżyca prawidłowo uwzględnimy perturbację, to może ona być dowolnie większa od przyspieszenia centralnego. W każdym razie można w wyniku niezbyt zawiłych rachunków obliczyć stosunek k_1 centralnego przyspieszenia Księżyca, czyli nadawanego mu przez Ziemię, do przyspieszenia perturbacyjnego A. Ponieważ po drodze korzysta się kilkakrotnie z faktu, że Księżyc i Ziemia są prawie jednakowo odległe od Słońca, stosunek ten w przybliżeniu wynosi:

$$k_1 = \frac{m R^3}{M r^3} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + 3\cos^2\varphi}}.$$

A co będzie, jeżeli zechcemy opisywać ruch Księżyca względem Słońca? Z punktu widzenia matematyki nic nie stoi na przeszkodzie, aby to zrobić. W tym przypadku przyspieszenie nadawane Księżycowi przez Słońce uważamy za centralne i ruch Księżyca traktujemy jako perturbowany przez Ziemię

(rys. 2). Teraz Ziemia zakłóca ruch Księżyca przyśpieszeniem $\vec{a}_2$, jednocześnie działa na Słońce przyspieszeniem $\vec{a}_2$. Chcąc sztucznie wyhamować przyspieszenie Słońca, musimy do niego przyłożyć dodatkowe przyspieszenie $-\vec{a}_2$ a co za tym idzie to samo przyspieszenie trzeba też przyłożyć do Księżyca. Teraz



Rys. 2.

obliczyć całkowite przyspieszenie perturbacyjne A jest jeszcze łatwiej. Tak dostajemy drugi stosunek k_2 przyspieszenia centralnego Księżyca (którym teraz jest przyspieszenie nadawane mu przez Słońce) do przyspieszenia perturbacyjnego A. Tym razem stosunek ten wynosi:

$$k_2 = \frac{M}{m} \cdot \frac{r^2}{R^2}.$$

Co z tego wreszcie wynika? Jak już wspominaliśmy, matematyka jest cierpliwa i pozwala nam opisać jednakowo prawidłowo ruch Księżyca zarówno względem Ziemi jak i względem Słońca. Na który opis się zdecydować, zależy już tylko od nas, a w takim przypadku zdecydować może logika, elegancja, poglądowość czy po prostu wygoda. Otóż zgodzimy się chyba wszyscy, że jeżeli stosunek k_1 (czyli dotyczący ruchu planetocentrycznego) okaże się większy od k_2 (dotyczącego ruchu heliocentrycznego), to naturalniej jest uznać, że Księżyc krąży wokół właśnie Ziemi, a tylko ruch jego jest perturbowany przez Słońce. Gdyby było odwrotnie, to powiedzielibyśmy, że Księżyc krąży wokół Słońca i jego ruch jest perturbowany przez Ziemię.

Pozostaje wobec tego obliczyć, w jakiej odległości r_0 od Ziemi $k_1 = k_2$, czyli jak daleko sięga tzw. s f e r a o d d z i a ł y w a n i a Z i e m i względem Słońca. Łatwo jest policzyć, że:

$$r = R\sqrt[5]{\frac{m^2/M^2}{\sqrt{1+3\cos^2\varphi}}}.$$

Przede wszystkim widać, że „sfera" ta nie jest sferą, ponieważ ostatnie równanie nie jest równaniem kuli. Nie mniej jednak

nazwa „sfera oddziaływania" przyjęła się, a ponadto r_0 dość słabo zależy od kąta φ. Można więc przyjąć, że sfera oddziaływania Ziemi jest kulą o promieniu ok. 900 000 km *

Tak więc okazało się, że wprawdzie Księżyc jest poza sferą przyciągania Ziemi, jednak jest *wewnątrz* jej sfery oddziaływania. Fakt pierwszy dla ruchu Księżyca nie ma właściwie większego znaczenia (choć być może ma — obecnie nieznane — znaczenie dla teorii powstania Układu Słonecznego), natomiast drugi wyraźnie mówi, że zarówno logiczniej i wygodniej jest uważać, że *Księżyc obiega Ziemię*, a ruch jego jest zakłócany przez obecność Słońca. Dlatego właśnie Księżyc w pełni zasługuje na nazwę satelity Ziemi. Całe szczęście!

LUDWIK ZAJDLER — Warszawa

SAROS ORAZ INNE OKRESY I CYKLE

Rytm życia biologicznego na naszej planecie stymulowany jest następstwem dnia po nocy, kolejnością pór roku. Podlegają im wszystkie istoty żyjące na powierzchni Ziemi, w powietrzu i w głębinach wód. Nic więc dziwnego, że człowiek — świadomy okresowych zmian w przyrodzie — od najdawniejszych czasów usiłował odnaleźć klucz do rozwiązania zagadki życia w tym co się dzieje na niebie, w złożonych ruchach Słońca, Księżyca i planet. Początkowo próby powiązania „tego co na Ziemi z tym, co na niebie" było tylko chaotycznym błądzeniem po zbiorowisku przypadkowo poznanych faktów i prowadziło do

---

* Pojęcie sfery oddziaływania spełniało dawniej praktyczną rolę w obliczeniach orbit komet. Wprowadzone zostało przez Laplace'a i przez niego stosowane do uproszczonej analizy ruchu komet mających zbliżenia do planet. Każda planeta o masie m ma w odległości R od Słońca swoją sferę oddziaływania o promieniu określonym przez ostatni wzór. Dzięki wprowadzeniu sfery odziaływania można było dość obiektywnie rozstrzygnąć, czy w danej odległości od planety ruch komety jest silnie czy słabo perturbowany przez tę planetę. Praktycznie uważało się, że na zewnątrz sfery oddziaływania kometa porusza się pod wpływem grawitacji tylko Słońca (czyli heliocentrycznie) zaś wewnątrz jej pod wpływem grawitacji tylko planety (planetocentrycznie). Dawało to możliwość szybkiego ocenienia skutków zbliżenia komety do planety. Jak można się spodziewać, obecnie dzięki zastosowaniu maszyn cyfrowych możemy ściśle śledzić ruchy komet podczas zbliżeń do planet bez potrzeby stosowania różnych upraszczających wybiegów. Tak więc pojęcie sfery oddziaływania straciło swoje praktyczne znaczenie, chociaż — jak widzimy pozostało dość interesujące poznawczo.

personifikacji ciał niebieskich i do zabobonów. Tak powstała dziedzina wiedzy którą Grecy nazwali astrologią (nauka o gwiazdach), a której młodszą gałęzią, opartą już na systematycznych i planowanych obserwacjach, jest astronomia. Podczas gdy astrologia miała na celu odnalezienie związków między zjawiskiami na niebie a zdarzeniami w życiu ludzkim, astronomia „ograniczyła się" do wykrycia korelacji między różnymi zjawiskami zachodzącymi w świecie gwiazd. Pierwszym niewątpliwie osiągnięciem nauki było wykrycie *cykliczności* niektórych zjawisk astronomicznych. Był to pierwszy krok na drodze poznania *istoty* tych zjawisk. Przestały być uważane za zjawiska przypadkowe, przestały grozić karą bogów za grzechy ludzi, a astronomia zaczęła coraz bardziej oddalać się od astrologii, stopniowo zdegradowanej do „pseudonauki"; człowiek przestał być przedmiotem tej nauki, stał się jedynie obserwatorem zjawisk zachodzących we Wszechświecie. Odżegnując się jednak od astrologii astronomowie „wyrzucili dziecko razem z kąpielą" — dopiero nauka naszego stulecia wykazała, że „świat rzeczy przemijających i istot śmiertelnych jest w rzeczywistości tysiąckrotnie skrzyżowany ze sferą gwiazd i całą głębią Wszechświata, w którym panują prawidła i siły rządzące także nami i naszym życiem na Ziemi" *. Ale między tą „nową astrologią" a dawną — z okresu chaldejskiego — jest też i taka sama różnica, jak między astronomią naszego stulecia a astronomią starożytności. Tych parę słów uznania pod adresem astrologów chaldejskich należy się choćby dlatego, że właśnie oni pierwsi odkryli cykliczność niektórych zjawisk astronomicznych.

Ruchu dziennego Słońca i innych ciał niebieskich nie trzeba było „odkrywać", gdyż były one oczywiste. Ale już zmiany długości i wysokości łuków dziennych Słońca i Księżyca w okresie rocznym prowadziły do ustanowienia pewnych reguł. Szczególną trudność sprawiało ustanowienie wspólnej miary dla okresu roku słonecznego (mierzonego liczbą dni między kolejnymi letnimi stanowiskami Słońca) i cyklu zmian faz Księżyca — miesiąca synodycznego. Pomocą przy rozwiązaniu tego trudnego problemu okazało się zjawisko zaćmień Słońca i Księżyca, wzbudzające dotąd niepokój i trwogę, w okresie personifikacji tłumaczone walką bogów. Przypadają one jedynie w czasie *syzygów* (pełnia — zaćmienie Księżyca, nów — zaćmienie Słońca), lecz stwierdzenie tego jest dopiero wstępem do dalszych poszukiwań.

---

* Hoimar von Ditfurth *Dzieci Wszechświata*, PIW, 1976.

1. Saros

Przepowiadaniem zaćmień zajmowano się już w głębokiej starożytności. Z odczytanych zapisów wynika, że w III tysiącleciu p.n.e. przepowiadano zaćmienia w Chinach i w Kraju Międzyrzecza. Kto i kiedy ustanowił okres powtarzania się zaćmień co 18 lat — nie wiadomo. Wiadomo tylko (Herodot *Dzieje*, księga I, rozdz. 74), że już Tales z Miletu zapowiedział zaćmienie Słońca na dzień 28 maja r. 585 p.n.e.

Tradycja głosi, że odkrycia okresu 18-letniego, ściślej — $6585^1/_3$ dnia dokonali Chaldejczycy w VI a może w VII wieku p.n.e., toteż okres ten nazywany bywa okresem chaldejskim. (Nie wiadomo natomiast, skąd wziął się w literaturze „okres halleyski": w *Mayers Konversations Lexikon* czytamy: Chaldäische Periode, auch Halleysche Periode...). O odkryciu tym pisze autor księgi *Sudas* w X w. n.e., stanowiącej nieraz bezkrytyczną kompilację dzieł autorów wcześniejszych. Księga *Sudas*, której autora nazwał Bizantyjczyk Eustachios z Tessalonik (zmarł ok. r. 1193) Suidasem, jest wspaniałym leksykonem zawierającym 12 tys. haseł, ale jej wartość jest niejednolita. Uwidoczniło się to także i w nazwie okresu chaldejskiego: Suidas nazwał go *saros*. Tymczasem inni autorzy — Euzebiusz z Cezarei (268—338) i Synkallos (ok. 900 r.) — powołując się na chldejskiego astrologa z III w. p.n.e. Berossosa podają, że słowem *saros* Babilończycy nazywali okres 3600-letni, podobnie jak 60-letni nazywali *sossos*, a 600-letni — *neros*. Tak czy owak — dziś pod nazwą *saros* rozumiemy okres $6585^1/_3$ dnia, a właściwie: cykl kolejno następujących po sobie zaćmień, w tym średnio 29 zaćmień Księżyca i 41 zaćmień Słońca. Po upływie tego okresu następuje ponowny cykl, w którym zaćmienia powtarzają się w takim samym porządku, z tym, że występujący tu ułamek $^1/_3$ dnia powoduje „spóźnianie się" każdego z zaćmień następnego cyklu o $^1/_3$ dnia: w związku z tym zaćmienia te przypadają na kuli ziemskiej o 120° bardziej na zachód. Dopiero po upływie 3 cykli (19 756 dni) zaćmienia przypadają mniej więcej na te same miejsca na Ziemi.

Wykrycie *sarosu* wymagało oczywiście wieloletnich obserwacji, ale przede wszystkim — kalendarza, według którego można było rejestrować zaćmienia. Cała ówczesna astronomia sprowadzała się właściwie do ustalania rachuby czasu — godzin jako części dnia i nocy, dni jako części roku. Długość roku nie było trudno obliczyć posługując się gnomonem, którego cień jest najkrótszy podczas letniego stanowiska Słońca, ale

już po kilku latach było widoczne, że rok ma nieco więcej niż 365 dni.

Jeżeli ruch dzienny Słońca po niebie przyrównać możemy do biegu wskazówki zegara, to ruch Księżyca wraz z jego fazami przyrównać powinniśmy do kart z kalendarza. Patrząc na jego tarczę, z dość dobrym przybliżeniem można określić ile dni upłynęło lub brakuje do pełni. Nic więc dziwnego, że w krajach Bliskiego Wschodu, gdzie nie brak dni i nocy bezchmurnych, Księżycem posługiwano się do rachuby dni. Księżycowa rachuba dni jest i po dziś w użyciu wyznawców Mahometa.

Pewną trudność stanowi tu niepełna liczba dni w okresie lunacji, średnio ok. 29 i pół dnia. Drugą trudność stanowi ustalenie momentu pełni lub kwadry z dokładnością godziny, toteż starożytni astronomowie liczyli dnie od ukazania się nad zachodnim horyzontem, tuż po zachodzie Słońca pierwszego wąskiego sierpa Księżyca. Ale tu występuje nowa trudność, której skutki ujawniają się dopiero po dłuższym czasie: odstęp czasu od właściwego nowiu do chwili zaobserwowania Księżyca w blasku zachodzącego Słońca nie jest stały, wynosi przeciętnie $1^1/_2$ doby, wahając się od 19 do 50 godzin. Zależy on od deklinacji Księżyca i od położenia ekliptyki, a więc od pory roku *. W sumie — wyznaczenie długości miesiąca synodycznego nie jest sprawą prostą, toteż doznajemy zwykle zachwytu dowiadując się, że starożytni astronomowie znali długość tego okresu z dokładnością sekund. Można by jednakże powiedzieć, że „nic prostszego": niekiedy daje się zaobserwować moment nowiu z dokładnością do sekundy. Zdarza się to w czasie całkowitego zaćmienia Słońca; podobnie chwilę pełni — w czasie całkowitego zaćmienia Księżyca. A ponieważ zaćmienia występują cyklicznie w okresie *sarosu* — $6585^1/_3$ dnia — a w tym czasie następują 223 lunacje, z podziału tych dwóch liczb otrzymujemy długość miesiąca synodycznego S_s = 29,530 643 dnia = $29^d12^h44^m07,^s56$ zaledwie o 4,67 sekundy większą od rzeczywistej (współczesnej) S = 29,530 589 dnia = $29^d12^h44^m02,^s89$. Dopiero Hipparch w parę set lat później poprawił wartość z *sarosu* S_s na bliską rzeczywistej o 0,43 sekundy, otrzymując 29,530 594 (będzie o tym mowa w następnym odcinku).

W rzeczywistości są to wartości średnie. Wobec złożonego ruchu Księżyca wokół Ziemi, który jedynie w grubym przybliżeniu można uważać za jednostajny po orbicie kołowej, okresy lunacji zmieniają się w granicach od 29,25 do 29,83 dnia. Aby

* Patrz „Urania" 1974, nr 5, 156.

znaleźć wartość średnią potrzebne są wieloletnie obserwacje. Toteż znalezienie za pomocą *sarosu* długości miesięca synodycznego należy uważać za prawdziwy „majstersztyk" chaldejskiej astronomii. Nasz zachwyt nad okresem chaldejskim jeszcze wzrośnie, gdy skonfrontujemy inne właściwości *sarosu*. Ale to wymaga spojrzenia z punktu widzenia dzisiejszej astronomii:

Warunkiem powstania zaćmienia Słońca lub Księżyca jest usytuowanie się obu tych ciał niebieskich na jednej prostej z Ziemią. Wobec nachylenia płaszczyzny orbity Księżyca do ekliptyki (płaszczyzny orbity Ziemi) zachodzi to tylko wówczas, gdy Księżyc znajdzie się na linii przecięcia się tych dwóch płaszczyzn, czyli na tzw. linii węzłów. Jest to warunek konieczny ale nie wystarczający: aby nastąpiło zaćmienie, musi Słońce znaleźć się jeszcze w złączeniu z Księżycem (zaćmienie Słońca) bądź w opozycji (zaćmienie Księżyca); pierwsze przypada w czasie nowiu, drugie podczas pełni. Okres powrotu Księżyca do analogicznego położenia na linii węzłów — to miesiąc smoczy, trwa (średnio) D = 27,21 222 dni, natomiast te same *syzygia* Księżyca ze Słońcem powtarzają się w okresie miesiące synodycznego, którego długość wynosi (średnio) S = 29,53 059 dni. Okresowość zaćmień zależy więc od stosunku S:D. Zadanie, jakie tu sobie postawimy, polega na znalezieniu dwóch liczb całkowitych x i y, aby iloczyny Sx i Dy tylko nieznacznie się od siebie różniły. Do tego celu nadaje się najbardziej rozwinięcie stosunku S:D w postaci ułamka łańcuchowego. Nie potrafili tego oczywiście dokonać Chaldejczycy ani nawet Grecy, ponieważ ułamki łańcuchowe wprowadził dopiero matematyk włoski Rafael Bombelli w końcu XVI w., toteż tym większy podziw należy mieć dla astrologów * chaldejskich. W dzisiejszej formie rozwinięcia to przedstawia się następująco:

$$\frac{29{,}53\,059}{27{,}21\,222} = 1 + \cfrac{1}{11 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{+6\ldots}}}}}}}$$

* Powinno być: astronomów. Autor — jak widać — szczególną sympatią darzy astrologów chaldejskich (przyp. red.).

Kolejne wartości przybliżone („redukty") tego ułamka:

$$\frac{12}{11}, \frac{13}{12}, \frac{38}{35}, \frac{51}{47}, \frac{242}{223}, \frac{777}{716}, \ldots$$

z których każdy następny jest lepszym przybliżeniem S : D. Pierwsze przybliżenie oznacza, że 12 miesiącom smoczym odpowiada 11 miesięcy synodycznych itd. Iloczyny Sx i Dy dla kolejnych „reduktorów" z dokładnością do 0,001 doby (czyli ok. minuty) przedstawia poniższe zestawienie. W ostatniej kolumnie Tab. 1 podano okresy w latach kalendarzowych.

Tab. 1. Okresy wynikające z „reduktorów" ułamka S:D

x	y	Sx	Dy	Sx-Dy	
11	12	324,84	326,55	−1,71	
12	13	354,37	353,75	0,62	
35	38	1033,571	1034,064	−0,493	2,8
47	51	1387,938	1387,823	0,115	3,8
223	242	6585,321	6585,357	−0,036	18,03
716	777	21143,902	21143,895	0,007	57,89

Wprawdzie ostatni z okresów „lepiej" uzgadnia Sx z Dy, jednak okres *saros* ma tę przewagę nad innymi (także nad wynikającymi z dalszych „reduktów"), że jest on w przybliżeniu do 0,03 roku — a więc ok. 10 dni — wielokrotnością roku kalendarzowego. Ściślej — daty zaćmień przesuwają się o 10 dni gdy w okresie 18 lat przypada 5 dni przestępnych, a o 11 dni, gdy przypadają 4 dni przestępne. *Saros* ma jeszcze inne ciekawe właściwości:

239 miesięcy anomalistycznych . . . . . 6585,54 dni
241 miesięcy gwiazdowych . . . . . 6584,52 dni
19 lat zaćmieniowych * . . . . . 6585,78 dni

Prof. M. Kamieński („Urania" 1971, nr 3) oraz prof. A. A. Michajłow („Teoria zaćmień", Moskwa 1954) zastosowali cykl obej-

* Miesiąc anomalistyczny (27,55 455 dni) — okres między dwoma kolejnymi przejściami Księżyca przez perygeum lub apogeum. Miesiąc gwiazdowy 27,32 166 dni) — okres rzeczywistego obiegu Księżyca wokół Ziemi względem gwiazd. Rok zaćmieniowy (drakoński lub smoczy — 346,62 003 dni) — to okres powrotu Słońca do tego samego węzła orbity Księżyca.

mujący 521 lat juliańskich (tzn. po 365,25 dni), który zawiera 6444 miesięcy synodycznych, 6993 miesięcy smoczych i 549 lat zaćmieniowych. Jest to okres 9-krotnie dłuższy od podanego w ostatnim wierszu Tab. 1. Odpowiednie liczby wynoszą:

6444 mies. synodycznych	190 295,116 dnia
6993 mies. smoczych	190 295,054 dnia
6965 mies. gwiazdowych	190 295,369 dnia
6906 mies. anomalistycznych	190 291,729 dnia
459 lat zaćmieniowych	190 294,397 dnia
521 lat juliańskich	190 295,250 dnia

2. Cykle księżycowe

„Allach ustanowił Słońce by świeciło w dzień, i Księżyc — by świecił w nocy, a jego położenia tak wyznaczył, by służył do mierzenia czasu" (Koran, 5 sura).

Chciałbym tu zwrócić uwagę na pewien związek między kalendarzami a kultami religijnymi. Gdy papież Grzegorz XIII wprowadził kalendarz zwany odtąd „gregoriańskim", najsilniej przeciwstawiali mu się protestanci; kalendarz juliański najdłużej — bo do połowy b. stulecia — utrzymywał się wśród narodów prawosławnych. Przetrwał również wszelkie reformy kalendarz żydowski, oficjalnie obowiązujący w Izraelu, i kalendarz mahometański. Nowsze reformy, jak kalendarz rewolucyjny francuski z XVIII wieku, lub tzw. kalendrz światowy, propagowane są przez ludzi, którym obojętne są tradycje religijne. W tych krajach świata starożytnego, gdzie naczelne miejsce zajmował kult Słońca — jak Egipt, kraj Majów — rachuba dni w roku oparta została wyłącznie na ruchach Słońca (w rzymskim kalendarzu juliańskim, wywodzącym się z Egiptu, zatracony został całkowicie związek z Księżycem). Na Bliskim Wschodzie, gdzie równolegle ze słonecznym istniał kult Księżyca — wprowadzono rachubę czasu opartą na ruchach obu tych ciał niebieskich.

Arabowie, zapewne pod wpływem Babilonii, uprawiali przez szereg stuleci kult Słońca i Księżyca, a także Wenus i innych planet. Dopiero Mahomet zabronił wszelkich kultów (również astrologii), zezwalając jedynie na utrzymanie kalendarza księżycowego, i to bez żadnego uzgadniania z ruchami Słońca. Wiernym nie wolno nawet odprawiać modłów o wschodzie lub zachodzie Słońca, ani w południe, by nie było podejrzenia, że są czcicielami Słońca. Od czasów Mahometa Słońcu wolno tylko „świecić w dzień", a Księżycowi — odmierzać dnie miesiąca i roku.

Skomplikowane ruchy Księżyca, o czym była już mowa na str. 174, nie sprzyjają jednak odmierzaniu dni w roku. Miesiące powinny liczyć całkowitą liczbę dni. Gdyby przyjąć na liczbę dni na przemian 29 i 30 (a więc średnio 29,5 dnia), to rok kalendarzowy 12-miesięczny będzie liczył równe 354 dni. Tym-

czasem prawdziwa długość roku „księżycowego" 12-miesięcznego wynosi 12 × 29,53 059 = 354,36 707 dni. Po 3 latach niezgodność kalendarza z fazami Księżyca wyniesie więcej niż jeden dzień. Nie ma rady — trzeba wprowadzić lata przestępne, liczące 355 dni. Z grubsza — co 3 lata. Ale ten ułamek 0,36 707 jest nieco większy od $^1/_3$, więc powstają dalsze powikłania, dające o sobie znać po kilku cyklach. Rozpowszechniły się dwie odmiany kalendarza mahometańskiego: w „tureckiej" w cyklu 8-letnim występują 3 lata przestępne, w „arabskiej" — 11 lat przestępnych w cyklu 30-letnim. Nas, nie przyzwyczajonych do „księżycowej" rachuby dni, razi to, że początek roku (muzułmański Nowy Rok) wędruje przez różne daty naszego kalendarza, że wobec tego nie ma tam miesięcy letnich, zimowych itd. Ale trudno odmówić temu kalendarzowi piękna, polegającego na dostosowaniu rachuby dni do faz Księżyca. Ogromna większość nas nie wie nawet, jaka jest „dziś" faza Księżyca, tymczasem w rachubie mahometańskiej początek miesiąca skojarzony jest zawsze z nowiem.

Cała „teoria" kalendarza księżycowego polega na uzgodnieniu okresu miesiąca synodycznego 29,53 059 dnia z okresem dobowym, co sprowadza się do rozwinięcia w ułamek łańcuchowy ułamka dziesiętnego 0,36 707 — tego „nadmiaru" w długości roku księżycowego. Postąpimy podobnie jak w przypadku *saros*u, przedstawiając tu jedynie kolejne „redukty":

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{3}{8}, \frac{4}{11}, \frac{7}{19}, \frac{11}{30}, \frac{29}{79}, \frac{40}{109}, \ldots$$

Trzecie przybliżenie znalazło zastosowanie w kalendarzu „tureckim", szóste — w „arabskim". Dalsze przybliżenia, choć dokładniejsze, nie nadają się do zastosowania w tak prosty sposób.

3. Cykle księżycowo-słoneczne

Historycznie rzecz biorąc, cykle te, zwane też „lunisolarnymi", są dawniejsze od czysto księżycowych. Rozpowszechniły się w Babilonii i Grecji.

Rachuba czasu „księżycowo-słoneczna" oparta jest na usiłowaniu znalezienia wspólnej wielokrotności dwóch okresów: roku zwrotnikowego (R = 365,24 220 dni) i miesiąca synodycznego (S = 29,53 059 dni). Postąpimy jak zwykle, rozwijając stosunek R : S w postaci ułamka łańcuchowego:

$$\frac{R}{S} = 12 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{17 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{12 + \ldots}}}}}}}}$$

Jego kolejnymi przybliżeniami będą

$$12\frac{1}{2}, 12\frac{1}{3}, 12\frac{3}{8}, 12\frac{4}{11}, 12\frac{7}{19}, 12\frac{123}{334}, 12\frac{376}{1021}, \ldots \text{ albo}$$

$$\frac{25}{2}, \frac{37}{3}, \frac{99}{8}, \frac{136}{11}, \frac{235}{19}, \frac{4131}{334}, \frac{12628}{1021}, \ldots$$

W ułamkach tych (dolny rząd) mianownik wyraża liczbę lat, w ciągu których występuje okrągła liczba miesięcy synodycznych podana w liczniku. Tablica 2, skonstruowana na wzór Tab. 1, zawiera okresy w dniach; tu x — liczba miesięcy synodycznych, y liczba lat zwrotnikowych. W ostatniej kolumnie podano iloczyn Ry w którym lata liczą się po $365^1/_4$dnia (juliańskie).

Tab. 2. Cykle księżycowo-słoneczne

x	y	Sx	Ry	Sx-Ry	$R_j y$
99	8	2923,528	2921,938	1,590	2922,00
136	11	4016,160	4017,666	—1,506	4017,75
235	19	6939,689	6939,602	0,087	6939,75
4131	334	121990,867	121990,895	—0,028	121993,50
12628	1021	372912,291	372912,286	0,005	372920,25

Z Tab. 2 łatwo widać, że „najlepszym" byłby cykl 19-letni, ponieważ liczba dni w 235 miesiącach synodycznych bliska jest zarówno wielokrotności lat zwrotnikowych (różnica 0,087) jak i lat kalendarzowych (juliańskich, rożnica 0,061 dnia). Takiej „tablicy" astronomowie starożytni nie znali, nie znali również prawdziwej długości roku zwrotnikowego i miesiąca synodycznego. Okresy te stopniowo były odkrywane. Zasłużyli się przy tym matematycy greccy. Za najstrszy cykl księżycowo-słoneczny uważany jest cykl 8-letni, zwany Oktaëteris (z gr. *okto* — osiem i *etos* — rok), który liczy 2922 dni (8 × 365,25) i zawiera 99 miesięcy liczonych na przemian po 29 i 30 dni. W rzeczywistości 99 × 29,5 = 2920,5, co oczywiście nie ułatwiało rachuby dni. Zadanie polegało na tym ,aby owe 99 miesięcy rozłożyć w ciągu 8 lat tak, aby po 8 latach osiągnąć zgodność ze Słońcem, tzn. aby początek roku przypadł na datę letniego stanowiska Słońca; wprowadzono zatem lata przestępne po 13 miesięcy. Przyjmując w ciągu cyklu oktaëteris 48 miesięcy „pustych" po 29 dni i 51 miesięcy „pełnych" po 30 dni, osiągnięto 2922 dni kalendarzowych. Ale pełnej zgodności nie osiągnięto w ten sposób, ponieważ 99 miesięcy synodycznych daje 2923.528 dnia — a więc odpowiednie fazy Księżyca musiały się spóźniać w stosunku do dat kalendarzowych.

Cykl *oktaëteris* związany jest z prastarym kultem Apollina. Wiadomo, że Igrzyska Pityjskie odbywały się początkowo co 8 lat, zapewne stąd też pochodzi okres Olimpiady czteroletni. Oficjalnie *oktaëteris* uznano za czasów Solona, prawdopodobnie w pierwszym roku przejęcia przez niego urzędu archonta (rok 594 p.n.e.), w trzecim roku 46 olimpiady. Zawdzięcza się to Grekowi imieniem Kleostratos*, choć wymieniany tu bywa także Eudoksos z Knidos (406—355); ten ostatni — zdaje się — przyczynił się jedynie do uzasadnienia cyklu na drodze teoretycznej, bądź też wprowadził jakieś poprawki po powrocie z Egiptu w r. 373. Cykl *oktaëteris* był niewątpliwie znany w Egipcie i w Babilonii — między uczonymi owych czasów zachodziła żywa wymiana idei i doświadczeń.

d.c.n.

---

* Kleostratos z Tenedos, autor wierszowanej *Astrologii*, podobno także wprowadził znaki Zodiaku. Nie mylić z mitycznym młodzieńcem z Teb, który nosił to samo imię; tenci uratował miasto od smoka, dając mu się połknąć w zbroi (smok udławił się).

KRONIKA

Międzygwiezdna sygnalizacja rentgenowska

W większości prac poświęconych metodom nawiązania łączności z cywilizacjami pozaziemskimi dyskutuje się wyłącznie użycie radiowego obszaru widm e—m. Niekonwencjonalną w tym kontekście jest propozycja wykorzystania promieniowania rentgenowskiego jako nośnika sygnału wywoławczego. Elliot (1) rozważał możliwość emisji impulsów rentgenowskich poprzez detonację ładunków jądrowych. W opublikowanej w marcu br. pracy, Fabian (2) proponuje bardzo oryginalną technikę emisji impulsów o znacznie większej mocy. Wywołać by je można poprzez „spuszczenie" dowolnego rodzaju materii na powierzchnię gwiazdy neutronowej. Aby wywołać impuls promieniowania rentgenowskiego o mocy równej proponowanemu przez Elliota (jednorazowa eksplozja wszystkich zmagazynowanych na Ziemi ładunków nuklearnych), wystarczyłoby dostarczyć na powierzchnię gwiazdy neutronowej jedynie 10 ton materii. Dostarczenie masy rzędu 10^{16} gramów (blok skalny o rozmiarach około 1 kilometra), wywołałoby impuls o mocy umożliwiającej wykrycie w całej Galaktyce. Ponieważ byłby to impuls szerokopasmowy i prawie wszechkierunkowy, ogromnie wzrosły by szanse jego wykrycia. Przed kilku laty Harwit sugerował, że obserwowane przez satelity Vela fluktuacje miękkiego promieniowania rentgenowskiego wywołane są spadkiem komet na gwiazdy neutronowe (3).

(1) Elliot J. L., w: *Communication with extraterrestrial intelligence* (pod red. C. Sagana), *MIT Press*, Cambridge, 1973, str. 398.
(2) Fabian A. C., *J. Brit Interplanet. Soc.*, 1977 vol. 30, nr 3, 112.
(4) Harwit M. et al., *Astrophys. J. Lett.*, 1973, vol. 186, 37.

Z. PAPROTNY

Acetylen i wyładowania w atmosferze Jowisza

Trzy lata temu Ridgway doniósł o wykryciu acetylenu w atmosferze Jowisza (1). Ponieważ związek ten ulega szybkiemu rozkładowi pod działaniem promieniowania słonecznego (w wyższych od poziomu obłoków amoniakalnych warstwach atmosfery), musi istnieć wydajny mechanizm produkujący ciągle nowe jego ilości. Zdaniem Bar-nuna (2) wystarczające jest przyjęcie, że co 10 minut na każdym kilometrze kwadratowym następuje jedno wyładowanie elektryczne. Jest to ocena skromniejsza od pochodzącej z założenia, iż obserwowane promieniowanie dekametrowe Jowisza pochodzi wyłącznie z wyładowań atmosferycznych. Pewna ilość acetylenu może ulec polimeryzacji fotolitycznej do związków o zabarwieniu żółto-brązowym, odpowiedzialnych być może za obserwowane kolory Jowisza. Intensywność barwy Wielkiej Czerwonej Plamy wystarczająco tłumaczy przyjęcie większej częstotliwości wyładowań atmosferycznych w tej okolicy. Powstać by mogły wtedy podobne barwą polimery związków cyjanowych i amoniaku.

(1) Ridgway S. T., *Astrophys. J.*, 1974, vol. 187, 41.
(2) Bar-nun A., *Icarus*, 1985, vol. 24, 86.

Z. PAPROTNY

Odnalezienie zagubionej komety

Wielkim sukcesem obliczeniowym i obserwacyjnym jest odkrycie nie obserwowanej od 60 lat okresowej komety Taylora 1916 I. Po raz pierwszy kometę tę zaobserwowano 24 listopada 1915 roku. Jej jasność osiągnęła wówczas około 7^m, nic więc dziwnego, że była ona stosunkowo długo obserwowana, bo aż do końca maja 1916 roku. W lutym kometa rozpadła się na dwie części. Jaśniejszy składnik zniknął już w marcu, natomiast słabszy obserwowany był do 28 maja. W oparciu o obserwacje z tego jednego pojawienia wyznaczono elementy orbity tej komety. Okazało się, że porusza się ona wokół Słońca po torze eliptycznym o mimośrodzie 0,465 przechodząc w peryhelium w odległości 1,95 jednostek astronomicznych od Słońca. Orbita położona jest w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ekliptyki pod kątem 20,5°. Okres obiegu komety wokół Słońca wynosi 6,97 lat.

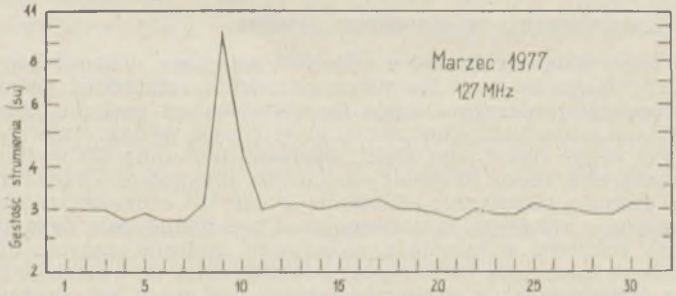
Niestety w następnych latach pojawienia komety Taylora nie zaobserwowano. I dopiero 25 stycznia 1977 roku Ch. Kowal opracowując fotografie nieba wykonane 13 i 14 grudnia 1976 roku za pomocą 122 cm kamery Schmidta obserwatorium na Mount Palomar (Kalifornia, USA) zidentyfikował zaobserwowany obiekt dyfuzyjny z centralnym jądrem — bez warkocza, ale o jasności około 16^m jako zagubioną kometę Taylora. Odkrycie to było możliwe dzięki efemerydzie komety obliczonej przez N. A. Bielajewa i W. W. Jemielianienko z Instytutu Astronomii Teoretycznej w Akademii Nauk ZSRR w Leningradzie.

Wg. Kometnyj Cirkular, Nr 205, Kijów, 14.II.1977.

K. ZIOŁKOWSKI

OBSERWACJE

Raport III 1977 o radiowym promieniowaniu Słońca



Średnia miesięczna strumieni dziennych — 3,2 su (31 dni obserwacji). Średnia miesięczna wskaźników zmienności — 0,03.

Kompleks zjawisk (43, 44NS i 45C) z dni 9 i 10 III uzupełniły fluktuacje (40F) obserwowane w dniach 11 i 15 III. Poziom żadnego z nich nie przekroczył 100 su.

Toruń, 5 kwietnia 1977 r.

K. M. BORKOWSKI

Komunikat o Centralnej Sekcji Obserwatorów Słońca nr 3/77

W miesiącu marcu 1977 r. aktywność plamotwórcza Słońca była słaba. Prowizoryczna średnia miesięczna względna liczba Wolfa za miesiąc

marzec 1977 r. ..... R=9,6

W marcu odnotowano powstanie na widocznej tarczy Słońca 5 grup plam słonecznych. Na ogół były to grupy niewielkie. Tylko jedna z nich osiągnęła maksymalną powierzchnię ok. 130.10^{-6}. Rozwijająca się grupa plam nr 32 — długość heligraficzna ok. 200°, szerokość heliograficzna ok. +23° — przeszła przez środkowy południk Słońca w dniu 8 marca.

W ciągu 11 dni miesiąca plam na Słońcu nie zaobserwowano.

Średnia miesięczna konsekutywna liczba Wolfa z 13 miesięcy za wrzesień 1976 r. wyniosła 13,7 czyli znów nieco się zwiększyła.

Szacunkowa średnia miesięczna powierzchnia plam za miesiąc

marzec 1977 r. ..... $S=27.10^{-6}$

Wykorzystano: 272 obserwacje 21 obserwatorów w 29 dniach obserwacyjnych.

Dąbrowa Górnicza, 6 kwietnia 1977 r. *WACŁAW SZYMAŃSKI*

Obserwacje pozycyjne planetoid w Oddziale Warszawskim PTMA w 1975/1976 r.

Pierwsze obserwacje pozycyjne w Oddziale Warszawskim przeprowadzono w styczniu i lutym 1975 r. Celem tych obserwacji była planetoida Eros (Nr 433) — duże zbliżenie jej do Ziemi było okazją do sprawdzenia przydatności do tego rodzaju obserwacji wykonanych mikrometrów pierścieniowych i krzyżowego, oraz służby czasu, opartej na elektronicznym rejestratorze czasu. Wykonano ponad 250 obserwacji pozycyjnych, w wyniku których uzyskano 22 pozycje Erosa. Przeprowadzone testy na „wiarygodność" wyników potwierdziły stosunkowo dużą dokładność uzyskanych pozycji. Następne obserwacje pozycyjne, których celem było szkolenie nowych obserwatorów, przeprowadzono w czerwcu 1975 r. Mała jasność planetoidy Hebe (Nr 6, jasność $+11^m$) oraz dość jasne tło nieba * poważnie utrudniły obserwacje. Z tego względu dokładność uzyskanych pozycji Hebe może być mniejsza, niż innych obserwacji.

Kolejne obserwacje pozycyjne planetoid przeprowadzono w miesiącach zimowych 1975/1976 r. W dniach 12.XII — 24.II wykonano ogółem 224 obserwacje pozycyjne. W tym okresie niesprzyjająca pogoda ograniczyła ilość obserwacji: zaledwie 12 wieczorów obserwacyjnych w ciągu ok. 80 dni „służby" obserwacyjnej! Obserwowano trzy planetoidy: Ceres (Nr 1), Metis (Nr 9) i Psyche (Nr 16). Ostatnie obserwacje pozycyjne w I półroczu 1976 r. przeprowadzono w maju. Celem tych obserwacji była zbliżająca się do Ziemi planetoida Betulia (Nr 1580). Jej średnica wynosi zaledwie ok. 6 km, a albedo — 0,05. Podczas tego zbliżenia minimalna odległość planetoidy od Ziemi wynosiła ok. 20 mln. km. Dzięki temu było możliwe zaobserwowanie tej planetoidy teleskopem Newtona 350 mm, chociaż widoczność jej była bardzo słaba (jasność ok. $+12^m,5$).

---

* Oddział Warszawski PTMA korzysta z gościnności Obserwatorium Astronomicznego U.W. do godz. 22.

Poniższa tabela przedstawia warunki atmosferyczne panujące podczas obserwacji zimowych:

Dzień, miesiąc, rok	Temperatura	Wiatr	Widoczność	Uwagi
10.XII.1975	— 2°C	słaby	dość dobra	
12.XII.1985	— 2°C	słaby	dość dobra	
14.XII.1985	— 4°C	b. słaby	dość dobra	
18. X.1975	— 7°C	słaby	bardzo dobra	a)
11. I.1976	+ 3°C	d. silny	słaba	b)
16. I.1976	— 8°C	słaby	słaba	c)
30. I.1976	—13°C	słaby	bardzo dobra	
31. I.1976	—15°C	b. słaby	bardzo dobra	
1. II.1976	—13°C	—	bardzo dobra	
2. II.1976	—12°C	średni	słaba	d)
4. II.1976	—10°C	słaby	słaba	e)
7. II.1976	—15°C	b. słaby	bardzo dobra	
11. II.1976	—10°C	słaby	dobra	
22. II.1976	— 3°C	słaby	dość dobra	
24. II.1976	— 3°C	słaby	dość dobra	

Wyjaśnienia „Uwag": a) — Księżyc w pełni, b) — wiatr przeszkadzający w obserwacjach, ponadto chmury zmniejszały widoczność, c) — Księżyc w pełni (jasne niebo), zamglenie i chmury, d) — początkowo przeszkadzało zamglenie, później nastąpiła poprawa widoczności, e) — zamglenie i szron.

W tabeli podano warunki atmosferyczne również w tych dniach, w których z różnych przyczyn nie prowadzono obserwacji pozycyjnych, bądź też obserwacje te były nie udane. Niska temperatura (—15°C) była poważnym utrudnieniem, zwłaszcza, że podczas trwających kilka godzin obserwacji obserwatorzy byli pozbawieni możliwości ogrzania się (przypadkowi „goście", którzy czasami przyglądali się prowadzonym obserwacjom, nie „wytrzymywali" tej temperatury dłużej niż pół godziny).

Wyniki obserwacji pozycyjnych:

Współrzędne miejsca obserwacji: Warszawa $\alpha = -1^h24^m07^s,4$ $\varphi = +52°13'05''$, $h = 121$ m.
Służba czasu: Elektroniczny rejestrator czasu oraz sygnały PR.
Dokładność odczytu kontaktów: nie gorsza niż $\pm 0^s,02$.
Dokładność podanego momentu obserwacji: nie gorsza niż $\pm 0^d,00001$
Instrumenty: teleskopy Newtona $\phi = 350$ mm i $\phi = 250$ mm.
Mikrometry: 2 mikrometry pierścieniowe i 1 mik. krzyżowy.
Epoka obserwacji: 1950.0
Gwiazdy porównania: katalog gwiazd SAO. We współrzędnych wszystkich gwiazd porównania uwzględniono ich ruch własny.
Obserwatorzy: Fan — Roman Fangor, Koz — Danuta Kozerska, Krl — Arkadiusz Królikowski, New — Lucjan Newelski, Wik — Nikodem Wikliński.

Planetoida Hebe (Nr 6)

Lp.	Rok, miesiąc, dzień, moment	α1950.0	δ1950.0	Obserwator
		h m s	° ′ ″	
1	1975 VI 12,86994	14 29 10,74	+ 6 46 40,1	Wik
2	12,87083	14 29 10,99	+ 6 46 42,4	Fan
2	12,88194	14 29 10,27	+ 6 46 37,1	Wik
4	12,89543	14 29 09,91	+ 6 46 33,8	Koz

Wykonano 24 obserwacje pozycyjne; do obliczeń wykorzystano 23.

Planetoida Psyche (Nr 16)

Lp.	Rok, miesiąc, dzień, moment	α1950.0	δ1950.0	Obserwator
		h m s	° ′ ″	
1	1976 I 31,82986	4 24 24,85	+18 02 33,5	New
2	II 1,80852	4 24 41,37	+18 04 44,8	Fan
3	II 1,82517	4 24 41,72	+18 04 44,7	Fan
4	II 2,79510	4 24 59,68	+18 06 58,7	Fan

Wykonano 25 obserwacji pozycyjnych; do obliczeń wykorzystano 21.

Planetoida Ceres (Nr 1)

Lp.	Rok, miesiąc, dzień, moment	α1950.0	δ1950.0	Obserwator
		h m s	° ′ ″	
1	1975 XII 12,82569	4 15 56,37	+18 29 38,0	Fan
2	12,86491	4 15 54,01	+18 29 42,3	Fan
3	14,84535	4 14 02,28	+18 33 00,3	Wik
4	14,86051	4 14 01,51	+18 33 03,8	Krl
5	18,82819	4 10 27,70	+18 40 10,5	Wik
6	18,86863	4 10 25,72	+18 40 19,5	Fan
7	1976 I 16,80363	3 55 34,90	+19 52 51,3	Fan
8	16,81544	3 55 35,06	+19 52 47,9	New
9	31,79054	3 57 07,53	+20 47 05,3	Fan
10	II 2,80258	3 57 48,64	+20 54 56,7	Fan
11	7,79797	3 59 58,05	+21 15 20,5	Krl
12	7,79849	3 59 57,90	+21 15 19,1	Fan
13	11,76780	4 02 07,35	+21 32 22,3	Krl
14	11,76878	4 02 07,40	+21 32 17,7	Fan
15	22,80942	4 10 01,97	+22 21 16,2	Fan

Wykonano 86 obserwacji pozycyjnych; do obliczeń wykorzystano 69.

Planetoida Metis (Nr 9)

Lp.	Rok, miesiąc, dzień, moment	α1950.0	δ1950.0	Obserwator
		h m s	° ′ ″	
1	1975 XII 14,89157	4 58 28,39	+24 33 49,2	Wik
2	14,89182	4 58 28,42	+24 33 49,6	Fan
3	18,83226	4 54 09,32	+24 41 15,3	Fan
4	18,85525	4 54 07,95	+24 41 19,1	Wik
5	18,86399	4 54 07,36	+24 41 21,2	Fan
6	18,86567	4 54 07,32	+24 41 18,8	Krl
7	1976 I 11,84537	4 36 13,11	+25 16 18,0	Fan
8	II 1,81921	4 38 52,38	+25 50 56,3	Fan
9	1,83632	4 37 52,82	+25 50 57,4	Fan
10	2,78539	4 38 20,89	+25 52 48,7	Fan
11	2,83698	4 38 22,42	+25 52 54,6	Fan

Wykonano 113 obserwacji pozycyjnych; do obliczeń wykorzystano 101.

Planetoida Betulia (Nr 1580)

Lp.	Rok, miesiąc dzień, moment	α1950.0	δ1950.0	Obserwator
		h m s	° ′ ″	
1	1976 V 17,93820	16 48 16,49	+18 14 43,1	Fan
2	17,95538	16 48 04,59	+18 10 10,7	Fan

Wykonano 17 obserwacji pozycyjnych; do obliczeń wykorzystano 16.

Wykaz gwiazd porównania i ich jasności według katalogu SAO:

Lp.	Dzień obserwacji	Planetoida	Nr gwiazdy	Mg_{wiz}
				m
1	1975 VI 12	Hebe	120 514	+8,8
2	XII 12	Ceres	093 874	+6,0
3	XII 14	Ceres	093 874	+6,0
4	XII 14	Metis	076 901	+8,5
5	XII 18	Metis	076 855	+8,6
6	XII 18	Ceres	093 825	+8,3
7	1976 I 11	Metis	076 689	+6,3
8	I 16	Ceres	093 681	+8,6

Lp.	Dzień obserwacji	Planetoide	Nr gwiazdy	Mg_{wiz}
				m
9	I 31	Psyche	093 942	+6,7
10	I 31	Ceres	076 408	+8,7
11	II 1	Psyche	093 942	+6,7
12	II 1	Metis	076 704	+8,3
13	II 2	Metis	076 704	+8,3
14	II 2	Psyche	093 942	+6,7
15	II 2	Ceres	076 421	+8,1
16	II 7	Ceres	076 380	+9,3
17	II 11	Ceres	046 427	+8,6
18	II 22	Ceres	076 505	+6,2
19	V 17	Betulia	102 422	+8,2
20	V 17	Betulia	102 428	+7,6

Podawany w tabelach moment obserwacji jest to wyrażony w ułamkach doby moment UT. Średni błąd kwadratowy każdej obserwacji jest rzędu $V\alpha = \pm 0^s,1$ i $V\delta = \pm 1'',5$ (wyjątkiem jest tu obserwacja Betulii, gdzie $V\alpha = \pm 0^s,2$ i $V\delta = \pm 2'',5$).

W porównaniu do obserwacji Erosa, przeprowadzone w miesiącach zimowych 1975/1976 r. obserwacje były wykonywane sprawniej, znacznie mniej było też obserwacji nieudanych. Aparatura elektroniczna działa na ogół bez zarzutu, nawet podczas dużych mrozów. Kilkakrotnie zdarzyły się jednak kłopoty z magnetofonem (nie nagrane zostały obserwacje 4.II.1976). Wprowadzono kilka usprawnień rejestratora czasu. Najistotniejszym było umożliwienie zasilania generatora kwarcowego przy pomocy baterii, niezależnie od normalnego zasilacza sieciowego. Dzięki temu nawet przerwa w dopływie prądu z sieci nie powodowała zakłóceń w pracy rejestratora. Zastosowanie elektronicznego miernika czasu wykonanego specjalnie do odczytu taśmy pozwoliło znacznie skrócić czas potrzebny do tej czynności. Dokładność odczytu praktycznie nie zależy od szybkości taśmy i wynosi ok. $\pm 0^s,01$. (Jest to tzw. dokładność techniczna — dokładność uzyskanych wyników zależy głównie od uwagi i „refleksu" obserwatora).

ROMAN FANGOR

Zakrycia gwiazd przez Księżyc

Data Czas uniwersalny TU	Nr, nazwa i wielk. gwiazdy, zjawisko	Przewid. moment i kąt fazowy						
		P	Wr	T	K	Wa	A_p	A_z
d h		m	m	m	m	m	o	o
VII. 2 23	5611 27 G Cap 6,2 k	14.3	12,7	17,2	14,7	18,9	220	205
3 22	5612 72 B Aqr 6,5 k	58,9	54,5	62,1	53,1	61,2	185	160
4 24	5613 170B Aqr 6,1 k	16,8	—	—	16,7	—	235	214
26 21	5614 81 B Oph 6,3 p	33,3	5,8 3	34,6	41,6	39,2	135	155

Data Czas uniwersalny TU	Nr, nazwa i wielkość gwiazdy, zjawisko	Przewidywany moment i kąt fazowy						
		P	Wr	T	K	Wa	A_p	A_z
d h		m	m	m	m	m	o	o
VIII. 10 25	5615 +17°1214 6,5 k	—	—	—	56,6	--	272	231
24 18	5616 110 B Sgr 7,2 p	41,5	43,7	43,4	50,0	48,4	150	150
25 21	5617 −17° 5699 7,1 p	—	—	—	11.5	—	356	8
25 21	5618 −17° 5699 7,1 k	—	—	—	24,2	—	336	350
IX 04 25	5619 63 Tau 5,7 k	37,0	34.2	40,0	34,5	40,4	235	205
19 18	5620 166B Oph 6,6 p	53.9	—	—	61,0	—	110	135
20 19	5621 γ Sgr 5,4 p	26,7	27,0	27,9	29,3	29,7	45	65
21 19	5622 ρ Sgr 4,0 p	53,1	55,8	54,9	62,6	60,2	125	140
24 24	5623 Θ Aqr 4,3 p	54,7	—	—	—	--	136	169
X 5 26	5624 130 Tau 5,5 k	30,7	27,6	34,8	29,5	36,3	230	215
17 17	5625 −19°4800 7,3 p	12,2	13,0	13,6	16,3	16,2	60	80
20 19	5626 8 Aqr 6,6 p	04,2	05,1	06,2	09,7	09,9	85	100
23 18	5627 14 Psc 6,0 p	56,5	53.6	58,9	52,8	58,5	20	2
30 24	5628 115 Tau 5,3 k	18,0	18,1	21.0	22,8	24,8	285	270
31 22	5629 124H Ori 5,7 k	17,9	18,8	20,0	23,4	23,7	320	290
31 26	5630 17°1214 6,5 k	59,8	61,6	61,8	67,4	66,4	290	300

Źródło: *Rocznik Astronomiczny Obserwatorium Krakowskiego*, r. 1977. Uwaga: Momenty **w czasie uniwersalnym TU**. Czas środk. eur. = TU + 1^h czas urzędowy letni = TU + 2^h. Podane wartości A_p i A_z mają charakter orientacyjny.

Zwracamy szczególną uwagę na krótkotrwałe zakrycie 25.VIII widoczne w południowej Polsce; w niektórych miejscowościach może wystąpić jako „brzegowe".

L.Z.

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Michał Heller **Początek świata** Społeczny Instytut Wydawniczy „Znak", Kraków 1976. Wydanie I, nakład 5000+350 egz., str. 195, cena 46.— zł.

Omawiana książka składa się z trzech części, złączonych myślą przewodnią autora w logiczną całość. Pierwsza z nich, zatytułowana „O strukturze — ewolucji Wszechświata" podając obserwacyjne dane o znaczeniu kosmologicznym opisuje teoretyczne podstawy kosmologii. Główne znaczenie książki polega, moim zdaniem, na pokazaniu metodologicznych podstaw kosmologii i przystępnym, ale i zarazem ścisłym pokazaniu wyników kosmologii współczesnej. Wśród obserwacyjnych danych autor opisuje powstawanie katalogów galaktyk, skalę odległości kosmicznych i związane z nią prawo Hubble'a, wyniki badań promieniowania tła i ich znaczenie dla kosmologii. Osobny ustęp poświęcony jest dyskusji problemu hierarchiczności Wszechświata. Bardzo istotnemu zagadnieniu skali czasu poświęcony jest cały rozdział. Po opisie podstawowych danych obserwacyjnych autor przechodzi do własności struktury czasoprzestrzeni. W dowcipny sposób wprowadza interwał czasoprzestrzenny i opisuje strukturę stożkową czasoprzestrzeni, przedstawia

równania pola, pokazuje jak się konstruuje modele kosmologiczne i podaje ich przegląd. Dyskutuje własności czasoprzestrzeni Newtona i Einsteina. Dużo miejsca poświęcono na obszerne przedstawienie problemu osobliwości kosmologicznych, rozwinięcie którego następuje w drugiej części książki, noszącej nazwę „Opinie". Jest ona chyba najbliższa tytułowi książki. Część ta, zgodnie ze swą nazwą, przedstawia opinie różnych autorów o początku świata. Znajdujemy tutaj opinie takich autorów jak Hoyle, Gamow, Einstein, Brans, Dicke, Eddington, Lemaître, Sandage, Zeldowicz, Nowikow, Thorn, Misner i inni. Autor nie ogranicza się tylko do cytowania autorytetów, ale też komentuje ich wypowiedzi bardzo dogłębnie. Pisze zresztą: „Jak długo fizyk-teoretyk operuje językiem matematyki, tak długo dokładnie wiadomo, co ma na myśli. Z chwilą, gdy wyraża swe poglądy przy pomocy języka potocznego, nie tylko nie wiadomo o co mu chodzi, ale natychmiast inni fizycy skłonni są sądzić, że on sam dobrze nie wiedział, co chciał powiedzieć. Tak ma się sprawa we wszystkich teoretycznych zagadnieniach; tym bardziej gdy problematyka wychodzi poza granicę samej fizyki". Rozważania filozoficzno-metodologiczne stanowią trzecią część, w której autor przedstawia kontrowersje wynikające z interpretacji danych kosmologicznych, a prowadzące m. in. do problemu skończoności i nieskończoności Wszechświata.

Napisana pięknym językiem i z dużym wdziękiem książka przedstawia aktualne osiągnięcia kosmologii z jednej strony, a podłoże metodologiczne z drugiej. Pokazuje więc jak rozwijała się kosmologia i na czym opierają się jej wyniki. Prezentując aktualne osiągnięcia autor nie stroni też od pisania o trudnościach, które wynikają z interpretacji zarówno danych obserwacyjnych jak też wyników prac teoretycznych.

Jest to piękna książka, której przeczytanie sprawia dużo satysfakcji, pozwalając czytelnikom przeżyć wielką przygodę intelektualną.

PIOTR FLIN

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Lipiec 1977 r.**

Słońce

Wędruje po ekliptyce w kierunku równika niebieskiego i jego deklinacja stale maleje, a w związku z tym dni stają się coraz krótsze: w Warszawie 1 lipca Słońce wschodzi o 4^h18^m, a zachodzi o 21^h1^m; 31 lipca wschodzi o 4^h54^m, zachodzi o 20^h29^m. W lipcu Słońce wstępuje w znak Lwa.

Księżyc

Jasne, księżycowe noce będziemy mieli w pierwszym i ostatnim tygodniu lipca, bowiem w tym miesiącu zdarzają się dwie pełnie, a kolejność faz Księżyca będzie następująca: pełnia 1^d5^h, ostatnia kwadra 8^d7^h, nów 16^d11^h, pierwsza kwadra 23^d22^h i znowu pełnia 30^d13^h. Najdalej od Ziemi Księżyc znajdzie się 12, a najbliżej 28 lipca. W lipcu tarcza Księżyca zakryje dwie planety, Wenus i Urana, ale zakrycie to będzie u nas niewidoczne.

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

Data 1977	P	B_0	L_0	Data 1977	P	B_0	L_0
	°	°	°		°	°	°
VII 1	−2.52	+2.96	122.48	VII 17	+ 4.68	+4.58	270.74
3	−1.61	+3.17	96.01	19	+ 5.56	+4.78	244.28
5	−0.70	+3.38	69.54	21	+ 6.42	+4.96	217.72
7	+0.20	+3.60	43.06	23	+ 7.28	+5.12	191.36
9	+1.11	+3.80	16.60	25	+ 8.13	+5.29	164.90
11	+2.02	+4.01	350.13	27	+ 8.96	+5.46	138.44
13	+2.90	+4.20	323.66	29	+ 9.78	+5.61	111.98
15	+3.80	+4.40	297.20	31	+10.59	+5.76	85.53

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
10d20h0m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Planety i planetoidy

Wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem możemy próbować odnaleźć Merkurego, który zachodzi w godzinę po Słońcu, ale błyszczy dość jasnym blaskiem gwiazdy około —1 wielkości. Natomiast Wenus jest ozdobą porannego nieba, gdzie dość wysoko nad wschodnim horyzontem świeci jak gwiazda —3.7 wielkości. Nad ranem też widoczny jest Jowisz, świecący w gwiazdozbiorze Byka jak gwiazda —1.5 wielkości; przez lunety możemy obserwować ciekawe zjawiska w układzie czterech najjaśniejszych księżyców Jowisza. Mars widoczny jest w drugiej połowie nocy jako gwiazda +1.2 wielkości, wędrująca w ciągu miesiąca z gwiazdozbioru Barana do gwiazdozbioru Byka. Uran zachodzi przed północą i widoczny jest na granicy gwiazdozbiorów Panny i Wagi (6 wielk. gwiazd.), Neptuna odnajdziemy nisko nad południowym horyzontem w gwiazdozbiorze Wężownika wśród gwiazd ósmej wielkości, a Pluton widoczny jest jeszcze wieczorem na granicy gwiazdozbiorów Panny i Warkocza Bereniki, ale tylko przez duże instrumenty (14 wielk. gwiazd.). Saturn przebywa na niebie zbyt blisko Słońca i jest niewidoczny. Podane niżej współrzędne równikowe słabszych planet ułatwią odnalezienie ich na niebie.

Data 1977	Uran		Neptun		Pluton	
	rekt.	dekl.	rekt.	dekl.	rekt.	dekl.
	h m	°	h m	°	h m	°
VII 1	14 22.3	−13 42′	16 51.8	−20 59′	13 07.5	+11 20′
11	14 21.9	−13 40	16 50.9	−20 57	13 07.6	+11 12
21	14 21.9	−13 40	16 50.0	−20 56	13 08.0	+11 06
31	14 22.2	−13 42	16 49.4	−20 56	13 08.6	+10 55

Meteory

Od 15 lipca do 15 sierpnia promieniują meteory z roju delta Akwardów (maksimum aktywności przypada 27 i 28 lipca). Podwójny radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wodnika i ma współrzędne: rekt. 22^h36^m, dekl. 0° i —17°. Powinniśmy zaobserwować spadek nawet do 30 meteorów w ciągu godziny, ale warunki obserwacji są w tym roku raczej niekorzystne ze względu na pełnię Księżyca przypadającą w okolicy maksimum aktywności roju.

* *
*

5^d22^h Ziemia najdalej od Słońca w odległości 152 mln km.

11^d13^h Mars w złączeniu z Księżycem w odległości 2°.

12^d11^h Wenus w bliskim złączeniu z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Południowej Afryce i na Południowym Atlantyku.

13^d21^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 4°.

$14/15^d$ Na tarczy Jowisza do 3^h27^m widoczny jest cień jego 3 księżyca, a sam księżyc 3 zbliża się do brzegu tarczy planety i o 3^h31^m rozpoczyna przejście na jej tle.

15^d21^h Wenus w odległości 3° od Aldebarana, gwiazdy pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Byka.

16^d16^h Uran nieruchomy w rektascencji.

18^d Księżyc w złączeniu z dwiema planetami w odl. 6°: o 5^h z Merkurym, a o 11^h z Saturnem.

$18/19^d$ O 3^h23^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza; księżyc ten zniknie nagle w cieniu planety blisko prawego brzegu jej tarczy (patrząc przez lunetę odwracającą).

$19/20^d$ Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia: cienie o 2^h56^m, a księżyca 1 o 3^h40^m.

20^d3^h Merkury w złączeniu z Saturnem w odl. 0°,4.

$22/23^d$ O 2^h56^m obserwujemy początek zaćmienia 2 księżyca Jowisza.

23^d1^h Słońce wstępuje w znak Lwa, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 120°.

24^d9^h Bliskie złączenie Urana z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Alasce.

26^d21^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odległości 3°.

$26/27^d$ Księżyc 1 i jego cień przechodzą pa tle tarczy Jowisza; obserwujemy początek przejścia: cienia o 2^h38^m, księżyca 1 o 3^h28^m.

$27/28^d$ Obserwujemy koniec zakrycia 1 księżyca Jowisza przez tarczę planety: o 2^h49^m księżyc ten wychyli się spoza prawego brzegu tarczy planety (patrząc przez lunetę odwracającą).

28^d4^h Merkury w złączeniu z Regulusem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa (w odl. 0°,1).

30^d8^h Wenus w złączeniu z Jowiszem w odległości 1°,6. Przed wschodem Słońca obserwujemy obie planety blisko siebie nad wschodnim horyzontem.

Minima Algola (beta Perseusza): lipiec $3^d4^h10^m$, $6^d1^h0^m$, $8^d21^h50^m$, $11^d18^h35^m$, $23^d2^h40^m$, $28^d23^h30^m$, $31^d20^h20^m$.

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

CONTENTS

B. Kuchowicz — Peculiarity of peculiar stars.
T. Kwast — Is the Moon the Earth's satellite?
L. Zajdler — Saros and other cycles and periods.
Chronicle: Interstellar X-ray signalization — Recovery of the lost comet — Acetylene and statics in the Jupiter's atmosphere.
Observations: Solar activity — Positional observations of the minor planets — Lunar occultations VII—X 1977
New Books.
Astronomical Calender.

СОДЕРЖАНИЕ

Б. Кухович — Особенности пекулярных звёзд.
Т. Кваст — Есть ли Луна спутником Земли?
Л. Зайдлер — Сарос и другие циклы и периоды.
Хроника: Межзвездная рентгеновская сигнализация — Отыскание потерянной кометы — Ацетилен и разряды в атмосфере Юпитера.
Наблюдения: Солнечная активность — Позиционные наблюдения малых планет — Покрытия звёзд Луной VII—X 1977.
Издательские новости.
Астрономический календарь.

OGŁOSZENIE

Oferujemy do sprzedaży następujące materiały i części optyki do budowy amatorskich teleskopów astronomicznych:

— płyty szklane do szlifowania Ø 250 mm — 1 szt. cena zł 98.00
— płyty szklane do szlifowania Ø 250 mm — 1 szt. cena zł 370,00
— okulary mikroskopowe — komplet — 1 kpl. cena zł 35,00
— pryzmaty odwracające — 1 kpl. cena zł 35,00
— filtry małe — 1 szt. cena zł 5,00
— karborund (elektrorund) nr 8 — 1 kg cena zł 30,00
— karborund (elektrorund) nr 16 — 1 kg cena zł 30,00
— karborund (elektrorund) nr 36 — 1 kg cena zł 30,00

Uwaga: karborund sprzedajemy w porcjach po 0,5 kg każdego gatunku. Do podanej ceny jednostkowej materiałów lub optyki doliczyć należy opłatę na koszty opakowania i przesyłki w zależności od ilości zamawianych materiałów lub części optyki w kwotach: 15,00—30,00 lub 40,00 zł.

Wysyłki dokonujemy tylko na podstawie zamówienia po dokonaniu wpłaty bl. PKO na konto Zarządu Głównego PTMA w Krakowie w **PKO I OM w Krakowie nr 35510-16391-132.**

OGŁOSZENIE

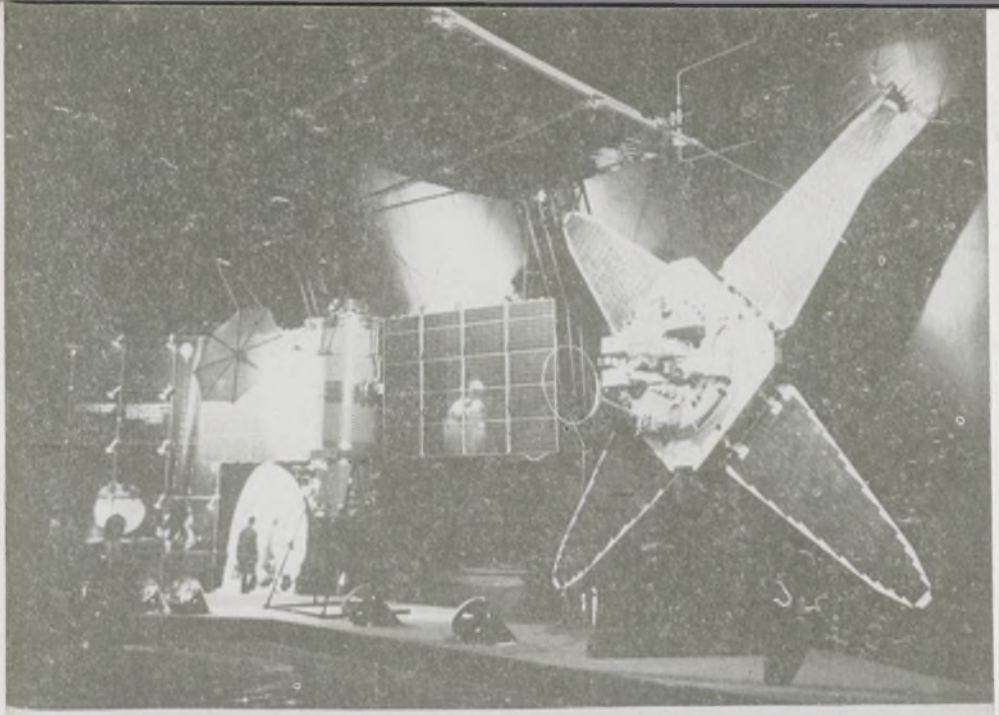
Sprzedam teleskop zwierciadlany ø 180, F = 160 cm, lunetę achromatyczną ø 65, F = 60 pow. 100× w wykonaniu amatorskim.

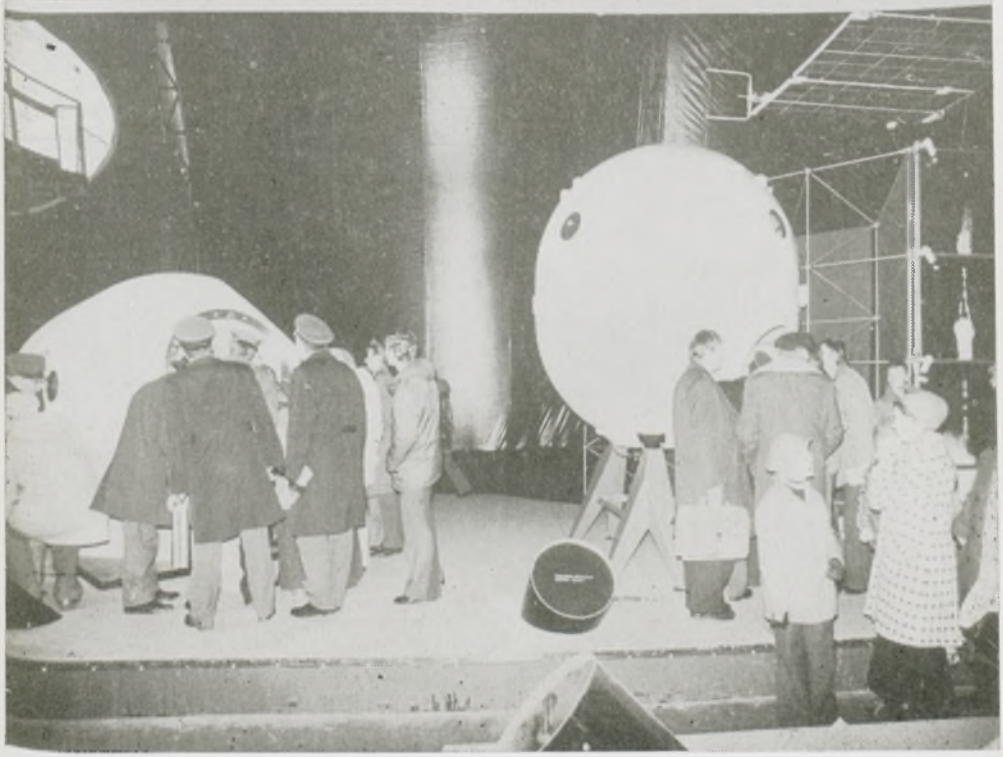
Tadeusz Winiarski
ul. 1 Maja 9/1
58-530 Kowary

Redakcja i Administracja: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Główny. 31-027 Kraków, ul. Solskiego 30/8, tel. 238-92. Red. nacz.: L. Zajdler, 02-590 Warszawa, ul. Drużynowa 3, tel. 44-49-35. **Sekr. red.:** K. Ziołkowski. **Red. techn.:** B. Korczyński. **Przewodn. Rady Redakcyjnej:** S. Piotrowski, Warunki prenumeraty: roczna — zł 72,— dla członków PTMA (25% zniżki) — zł 54,— (bez składki członkowskiej), cena 1 egz. — zł 6,—. Zgłoszenia w Redakcji, adres j.w.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław. Oddział w Krakowie. 1977. Nakład 3000+100 egz. Objętość ark. wyd. 3, ark. druk. 2,25. Pap. druk. sat. kl. V, 65 g, 61×86.
Indeks 36001

PZG RSW „Prasa-Książka-Ruch", Kraków, Zam. 1169/77. C-35





Cena zł 6.—

Indeks 38001