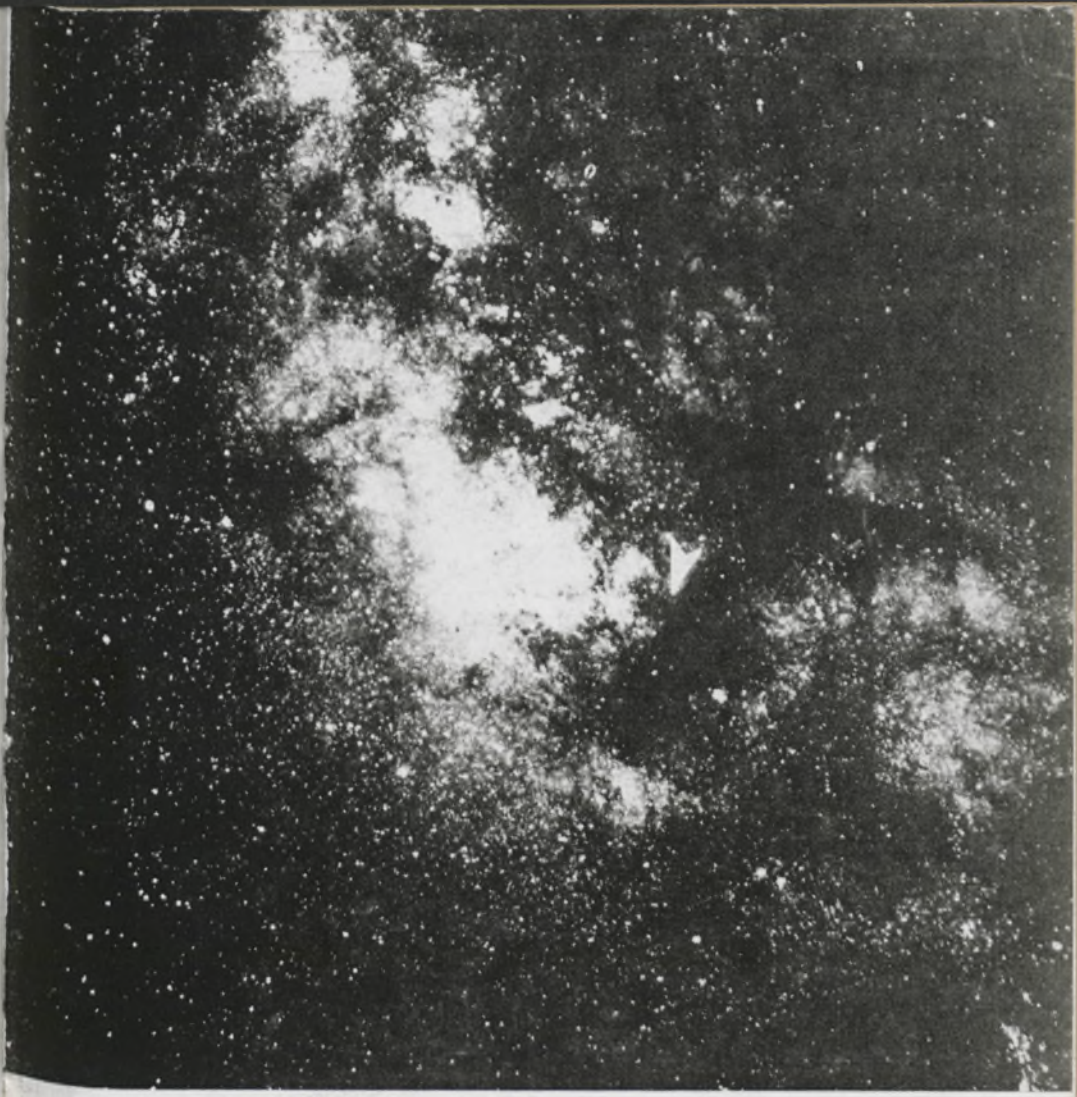


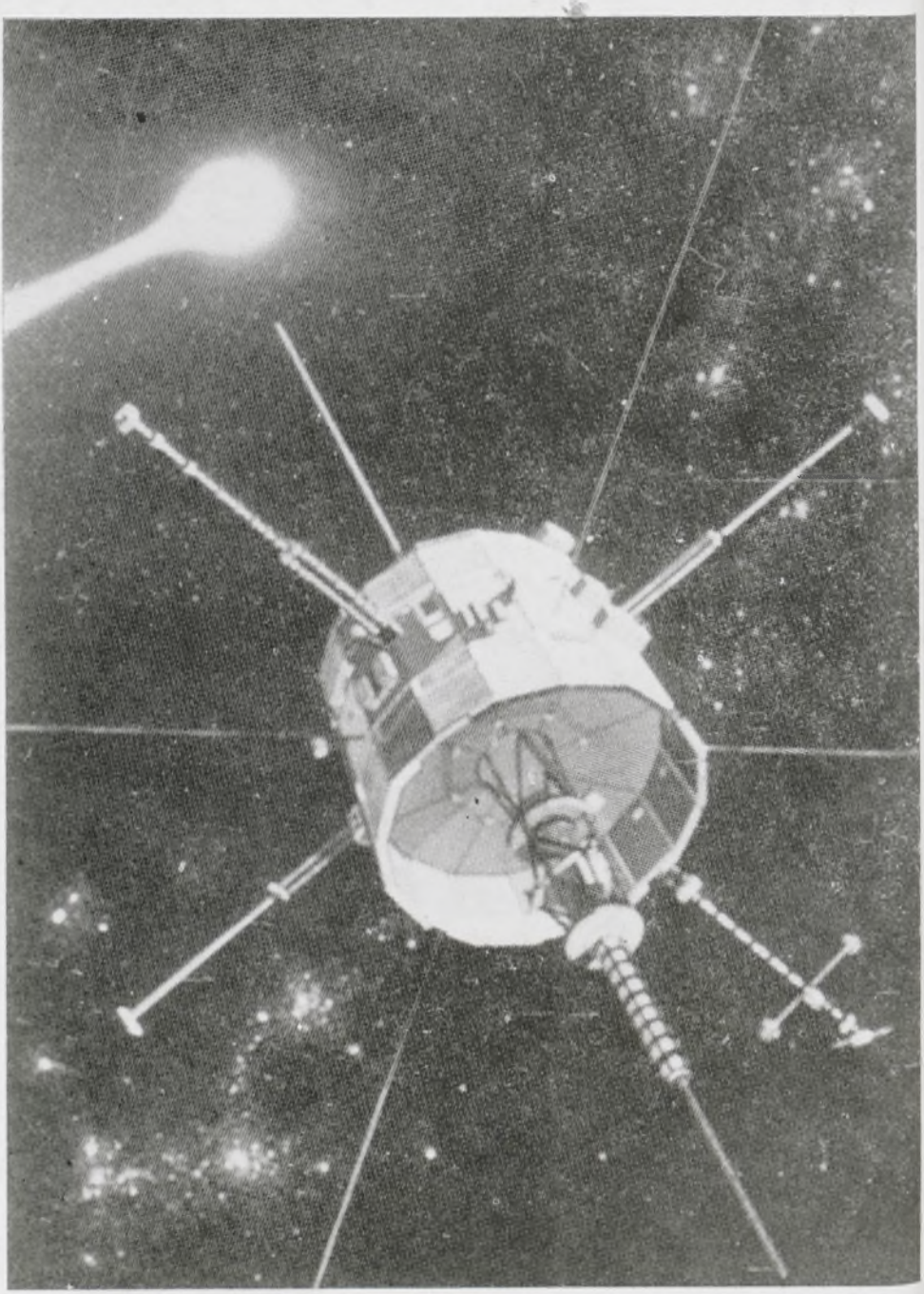
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LV KWIECIEŃ 1984 NR 4

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

UNIWERSYTETU



PL ISSN 0042-0794

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LV KWIECIEŃ 1984 Nr 4

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

Trzydzieści lat minęło od śmierci Edwina P. Hubble'a, amerykańskiego astronoma, który odkryciem rozszerzania się Wszechświata dał podwaliny współczesnej kosmologii. Jego imię nosić będzie budowany obecnie teleskop kosmiczny, który w 1986 roku rozpocznie obserwacje nieba spoza atmosfery ziemskiej. Wielkie nadzieje jakie nauka wiąże z tym — najdoskonalszym z dotychczasowych — instrumentem astronomicznym, są tematem wstępnego artykułu. Zarys dzisiejszego stanu wiedzy o wyodrębnionym ze świata galaktyk (również przez E. Hubble'a) skupisku materii, w którym się znajdujemy, zwanym Galaktyką przynosi następny artykuł, a także niektóre notatki w **Kronice.** *I wreszcie garść informacji o przyszłości Słońca oraz opis ciekawych dziejów badań okresowej komety Crommelina, której tegoroczny powrót w pobliże Słońca stał się okazją do próby przed międzynarodową kampanią obserwacyjną komety Halleya, uzupełniają główne pozycje niniejszego numeru.*

SPIS TREŚCI

Małgorzata Grzymkowska — Naukowe zastosowania teleskopu kosmicznego (98).

Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — Galaktyka w sto lat po pierwszej inwentaryzacji (104).

Jan Mergentaler — Starość Słońca (106).

Sławomira Szutowicz, Krzysztof Ziołkowski — Kometa Crommelina (109).

Kronika: Struktury pierścieniowe w galaktykach a wiek Wszechświata (116) — Czy Galaktyka ma ramiona spiralne? (116) — Globule — gwiezdne kołyski (117).

Nowości Wydawnicze: O planetologii porównawczej (118).

Poradnik Obserwatora: Zakrycia gwiazd przez Księżyc widoczne w Polsce w II półroczu 1984 roku (122).

Kalendarzyk Astronomiczny (125).

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie Drogi Mlecznej w okolicy gwiazdozbioru Strzelca; koniec grutu wskazuje kierunek ku centrum Galaktyki; obszary ciemne, pozornie prawie bez gwiazd, to rejony przesłonięte obłokami pyłowymi.

Druga strona okładki: Rysunek obrazujący zbliżenie satelity ISEE-3 (działającego w kosmosie od 1978 roku) do komety Giacobini-Zinner, które nastąpi we wrześniu 1985 roku; satelita ten przeprowadzi później badania komety Halleya (patrz notatka w Kronice *Uranii* nr 2/1984).

MAŁGORZATA GRZYMKOWSKA — Toruń

NAUKOWE ZASTOSOWANIA TELESKOPU KOSMICZNEGO

W 1888 roku Simon Newcomb, ówcześnie największy astronom amerykański, powiedział: „Jesteśmy prawdopodobnie u granic możliwości poznawczych astronomii". Dziś lepiej niż kiedykolwiek widzimy absurdalność tego stwierdzenia. Astronomia jest obecnie pasjonującą i dynamicznie się rozwijającą dziedziną wiedzy. Stało się tak głównie dzięki rozwojowi technik instrumentalnych, a zwłaszcza sztucznych satelitów Ziemi. Na początku 1983 roku na orbitach okołoziemskich znajdowały się dwa obserwatoria satelitarne: działający w ultrafiolecie IUE (ang. International Ultraviolet Explorer) * oraz japoński Hakucho poszukujący na niebie bersterów. Przed upływem tegoż roku wystrzelono pięć nowych satelitów (między innymi działającego w podczerwieni IRASa, o którym będzie mowa w następnym numerze. Na najbliższe pięć lat planowane jest wysłanie w kosmos jeszcze 17 obserwatoriów astronomicznych. Jednym z nich będzie teleskop kosmiczny.

Teleskop kosmiczny (ang. Space Telescope — ST) jest to teleskop optyczny o średnicy zwierciadła 2,4 m wyposażony w dwie kamery, dwa spektrografy i fotometr. Obserwacje prowadzone będą w szerokim zakresie widma — od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni (150—1010 nm) — ze zdolnością rozdzielczą 0,1 sekundy kątowej (10 razy większą niż na Ziemi).

W 1965 roku powołany został Komitet do Spraw Teleskopu Kosmicznego. Badając potencjalne możliwości ST Komitet doszedł do następujących wniosków:

1. ST może dać ogromny wkład do naszej wiedzy kosmologicznej: poznania składu chemicznego, skali i ewolucji Wszechświata. Teleskop pozwoli obserwować gwiazdy o jasności do około 29 wielkości gwiazdowych czyli około 100 razy słabsze niż obserwowane z powierzchni Ziemi. Może to doprowadzić do fotometrycznych pomiarów odległości galaktyk z taką precyzją, że uda się ustalić skalę i zakrzywienie Wszechświata; pomiary średnic obszarów HII i galaktyk mogą pozwolić na niezależne sprawdzenie otrzymanych wyników; badania składu chemicznego i struktury galaktyk w różnych epokach mogą dać informacje o ich ewolucji.

---

* Patrz artykuły J. Stryczyńskiego w numerach 6/7, 8/9, 10 i 11 *Uranii* z 1982 roku.

2. W innych dziedzinach astronomii ST także może dostarczyć ważnych i rozstrzygających informacji. Na przykład pomiary linii absorpcyjnych w ultrafiolecie zapewnią 1000-krotny wzrost czułości wykrywania materii międzygwiazdowej i być może ST po raz pierwszy zmierzy gęstość, skład chemiczny i stan fizyczny gazu w halo galaktycznym. Pomiary w podczerwieni pozwolą zlokalizować i zbadać kurczące się obłoki gazowe, w których przypuszczalnie rodzą się gwiazdy. W ten sposób będzie można testować teoretyczne modele wczesnych faz ewolucji gwiazdowej. Ultrafioletowe widma gwiazd daleko posuniętych w ewolucji mogą dostarczyć nowych wiadomości o np. supernowych i gorących białych karłach, a także o koronalnej i chromosferycznej aktywności różnych typów gwiazd. Ponadto spektroskopia ultrafioletowa i podczerwona połączone z wysoką rozdzielczością przestrzenną i dużymi obszarami zbierania światła dostarczą na pewno wielu nowych pytań, a odpowiedź na nie może mieć istotny wpływ na dalszy rozwój astronomii.

3. Wydajny program badań astronomicznych z przestrzeni kosmicznej nie może być oparty jedynie na ST. Potrzebna jest również seria mniejszych kosmicznych teleskopów. Są takie problemy, jak np. jasności UV gorących gwiazd i skład chemiczny lokalnego gazu międzygwiazdowego, które mogą być z powodzeniem prowadzone przez instrumenty o średnicy 80—150 cm. Te mniejsze teleskopy i instrumenty rakiet sondujących pozwolą przeprowadzać za pomocą ST tylko te obserwacje, do których jego parametry będą niezbędne.

4. Najefektywniejsze wykorzystanie mocy teleskopów kosmicznych wymaga istotnego wzrostu ilości instrumentów naziemnych. Aby wybrać odpowiednie obiekty do obserwacji przez ST wymagane jest wiele wstępnych obserwacji takich jak np. przesunięcia ku czerwieni i innych charakterystyk najróżniejszych typów galaktyk i gwiazd. Obecnie informacje takie, szczególnie dla nieba południowego, są często tylko fragmentaryczne. Gdyby ST był dostępny dzisiaj, znaczna część jego czasu pracy byłaby wykorzystana na obserwacje Obłoków Magellana i innych południowych galaktyk i gwiazd. Wiele z nich można by obserwować dość dobrze i znacznie taniej z Ziemi, ale nie czyni się tego, gdyż wielkie naziemne teleskopy, które mogłyby to zrobić, po prostu nie istnieją.

Galaktyki i Wszechświat

Chociaż ST będzie używany we wszystkich gałęziach astronomii, to jednak największą rolę może odegrać w badaniach pozagalaktycznych. Podstawową sprawą jest zrozumienie wielkoskalowej struktury Wszechświata — jego wielkości, kształtu, wieku i ewolucji. Wiele problemów zostało już rozwikłanych za pomocą teleskopów naziemnych i dużo jeszcze można nimi zrobić, ale trudności związane z patrzeniem przez atmosferę nakładają pewne ograniczenia na obserwacje pozagalaktyczne:

a) zmiany jasności nieba nocnego interferują z pomiarami bardzo słabych źródeł;

b) absorpcja atmosferyczna blokuje pomiary w ultrafiolecie i podczerwieni zawierające ważne informacje o rozkładzie energii w widmie i o ewolucji galaktyk;

c) największym ograniczeniem jest to, że z Ziemi można obserwować w długich ekspozycjach z rozdzielczością jedynie do około 1″.

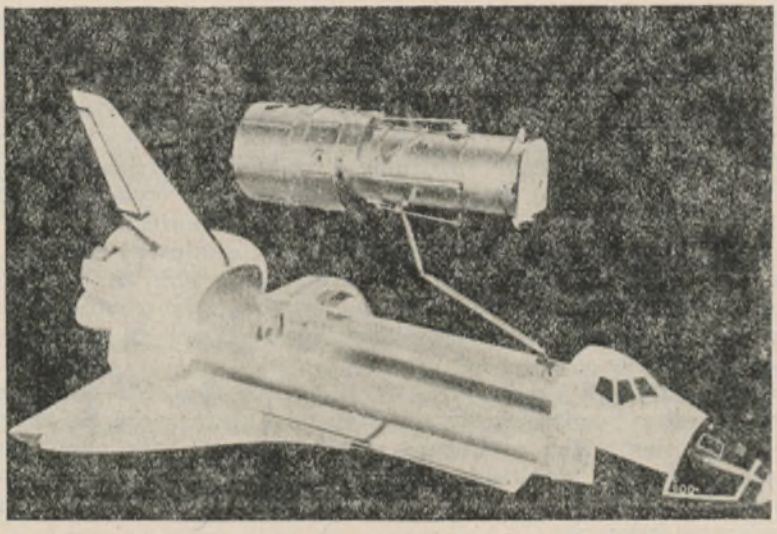
Odpowiedź na pytania kosmologiczne może zależeć od danych o źródłach promieniowania dalszych niż 2×10^9 ps. W tych odległościach obrazy galaktyk o średnicy rzędu 10^4 ps są mniejsze niż 1″. Liniowy 10-krotny wzrost średnic oglądanych obiektów pozwoli na 100-krotny wzrost ilości informacji z jakiegokolwiek pola nieba.

ST pozwoli np. na badania jasnego jądra Galaktyki, a także na obserwacje najjaśniejszych pojedynczych gwiazd, obłoków, obszarów HII i innych obiektów w wybranych galaktykach odległych o około 10^8 ps. Możliwość wykrywania i pomiarów gwiazd o jasnościach wizualnych 28—29 mag. powinna pozwolić na sprawdzenie i poprawienie kalibracji jasności pewnych obiektów, które są sandardami w blisko- i dalekozasięgowych skalach.

A oto dla przykładu kilka problemów, które zostały włączone do pozaglaktycznego programu teleskopu kosmicznego:

a) problem ekspansji Wszechświata — chodzi szczególnie o ustalenie wartości stałej Hubble'a oraz parametru zakrzywienia Wszechświata, a także zbadanie przesunięcia ku czerwieni w ultrafioletowym zakresie widma;

b) gęstość materii we Wszechświecie — wielu astronomów uważa, że 90—99% materii Wszechświata jest jak dotąd nie odkryta; ilościowa informacja o przesunięciu ku czerwieni, które zmienia się wraz z gęstością materii,



Rysunek ukazujący umieszczenie teleskopu kosmicznego na orbicie wokółziemskiej za pomocą promu kosmicznego (Space Shuttle).

pozwoli obliczyć promień Wszechświata i dostarczy wiadomości o średniej gęstości materii;

c) struktura i ewolucja galaktyk oraz kwazarów — ST pozwoli na klasyfikowanie galaktyk leżących w odległościach do 1000 Mps;

d) klasyfikowanie obiektów obecnie w ogóle nieznanych — odkrycie kwazarów zawdzięczamy pięciometrowemu teleskopowi Hale'a, odkrycie pulsarów — radiotelescopom; co przyniesie ST?

Materia międzygwiazdowa

Materia rozproszona w przestrzeni międzygwiazdowej jest z kilku powodów interesującym obiektem badań. Uważa się, że nowe gwiazdy powstają w zgęszczających się obłokach gazowo-pyłowych wewnątrz galaktyk. Stare gwiazdy, w których ciężkie pierwiastki wyprodukowane zostały w przemianach jądrowych, mogą wyrzucać dużą część swojej masy z powrotem w przestrzeń międzygwiazdową, zmieniając tym samym skład chemiczny gazu. Dlatego też materia ta odgrywa znaczną rolę w ewolucji gwiazd i galaktyk, a dokładne informacje o jej fizycznym stanie oraz sposobie kondensacji są podstawą

dla zrozumienia ewolucji galaktyk. Głównym zadaniem ST byłyby pomiary linii absorpcyjnych gazu. Są one tworzone głównie przez atomy i molekuły w stanach podstawowych (nie wzbudzonych), w związku z tym przeważająca ich część leży w zakresie ultrafioletowym widma, czyli obserwować je można tylko spoza atmosfery. Informacje, jakich spodziewamy się ze ST, to gęstość elektronów, stan jonizacji występujących w gazie pierwiastków oraz skład chemiczny materii.

ST mógłby także robić analizy wielkoskalowej struktury gazu w dysku galaktycznym na odległościach do 4000 ps od Słońca czyli w innych ramionach Galaktyki. Istotnym zagadnieniem jest również ustalenie gęstości i składu ośrodka międzygalaktycznego.

ST będzie mógł rozwiązać wiele problemów, które wymagają wysokiej rozdzielczości przestrzennej przyrządu. Są to takie zagadnienia jak struktura rozszerzającego się gazu (np. u supernowych), struktura obłoków prestellarnych (np. obłok w Orionie) czy też pomiary ekstynkcji powodowanej pyłem międzygwiazdowym.

Gwiazdy

Zarówno w fotometrii jak i w spektroskopii teleskop kosmiczny poważnie posunie naprzód badania poszczególnych gwiazd naszej Galaktyki; pozwoli na rozdzielenie ciasnych układów podwójnych, a dzięki fotometrii ultrafioletowej i podczerwonej możliwe będzie ustalenie jasności bolometrycznej gwiazd. Ponadto spektroskopia ultrafioletowa może dostarczyć informacji o składzie chemicznym słabych gwiazd wczesnych typów widmowych oraz o aktywności chromosferycznej i koronalnej dla szerokiej klasy obiektów. Możliwe będzie dokładniejsze niż dotychczas ustalanie mas poszczególnych gwiazd dzięki obserwacji orbit układów podwójnych.

Jeżeli duża ilość energii gwiazdy jest promieniowana w ultrafiolecie lub podczerwieni to jasność bolometryczna takiej gwiazdy musi być badana teleskopem kosmicznym. Dokładne pomiary dla wielu obiektów w tym samym obszarze nieba pozwolą ustalić wartość ekstynkcji selektywnej i ekstynkcji całkowitej w danym kierunku.

ST może otworzyć nową dziedzinę badań zewnętrznych warstw atmosfer gwiazdowych usytuowanych powyżej warstw odpowiedzialnych za normalne linie absorpcyjne. Badania linii absorpcyjnych i emisyjnych tworzonych w tych zewnętrznych warstwach gwiazdy byłyby głównymi problemami astronomii

kosmicznej — częściowo z powodu roli, jaką utrata masy gra w ewolucji gwiazdy, a częściowo z powodu wzrostu zainteresowania fizycznym aspektem nietermicznych procesów. Podobnie jak w przestrzeni międzygwiazdowej, tak i tu większość atomów z warstw zewnętrznych emituje i absorbuje głównie w ultrafiolecie, a więc chromosfera i korona oraz straty masy mogą być badane z dużo większą dokładnością dzięki teleskopom kosmicznym.

Układ Słoneczny

Nasza wiedza o atmosferach i powierzchniach planet jest wciąż powiększana dzięki obserwacjom wykonywanym za pomocą sond kosmicznych. Jednakże pewne aspekty badań planetarnych w szczególny sposób skorzystałyby z takiego urządzenia, jakim będzie teleskop kosmiczny. Pozaatmosferyczne obserwacje planet dałyby ogromny zysk energii i informacji w porównaniu z obserwacjami naziemnymi. ST przeprowadziłby fizjografię obiektów mających rzadką atmosferę lub nie mających jej wcale. W przypadku np. Marsa możliwe byłyby badania fotometryczne i polarymetryczne drobnych obiektów na powierzchni w funkcji długości fali, fazy i czasu. Podobne, ale mniej szczegółowe dane można będzie otrzymać dla kilku satelitów planet np. dla Ganimedesa. Takie obserwacje mogą dać informacje o składzie chemicznym, porowatości i bezwładności termicznej materiałów powierzchniowych. Oprócz planet, których rozmiary są stosunkowo duże, ST zająłby się również pomiarami średnic i fotometrią małych ciał Układu Słonecznego: Plutona, planetoid i niektórych satelitów. Niezaprzeczalna wartość teleskopu kosmicznego dla badań składu chemicznego i struktury fizycznej atmosfer planet wynika głównie z dostępności całego widma, dzięki czemu rozdzielczość spektralna ograniczona jest jedynie czułością detektora. Ultrafioletowa część widma planety zawiera informacje dotyczące górnych warstw jej atmosfery. Część podczerwona ma największe znaczenie dla badań struktury atmosfer i powierzchni planetarnych. Wśród interesujących problemów przewidzianych dla ST wymienić można np. ustalenie lokalnych profili temperaturowych Marsa i Wenus, badanie równowagi energetycznej wielkich planet (Jowisz, Saturn, Uran, Neptun) oraz ustalenie składu chemicznego ich zewnętrznych warstw, w szczególności stosunku wodoru do helu. ST będzie również świetnym narzędziem do badania komet.

*

Teleskop kosmiczny będzie kolejnym wielkim krokiem astronomii obserwacyjnej. Wprawdzie jego parametry wydają się niewielkie w porównaniu z pięciometrowym teleskopem Hale'a czy sześciometrowym w ZSRR, ale korzyści wynikające z obserwacji pozaatmosferycznych znacznie przekraczają „straty" wynikające z porównania rozmiarów. Wyniesienie ST na orbitę okołoziemską za pomocą promu kosmicznego (patrz rysunek na str. 101) planowane jest w 1986 roku, a użyteczną długość jego życia ocenia się na 10 do 15 lat.

MAGDALENA SROCZYNSKA-KOŻUCHOWSKA — Warszawa

GALAKTYKA W STO LAT PO PIERWSZEJ INWENTARYZACJI

Niewiele przesadzając można powiedzieć, że poznawanie struktury naszej Galaktyki rozpoczęło się w 1883 roku. Wtedy to Holender Jacobus Cornelius Kapteyn utworzył specjalne laboratorium, którego zadaniem było określenie pozycji wszystkich gwiazd widzianych przez dziewiętnastowieczne teleskopy. Dla upamiętnienia tej inwentaryzacji Laboratorium J. C. Kapteyna zorganizowało sto lat później — w czerwcu 1983 roku — w Groningen (Holandia) specjalne pięciodniowe sympozjum aby podsumować to, co dziś wiemy o Galaktyce. Od czasu Kapteyna nie tylko okazało się przecież, że Słońce i Ziemia nie zajmują centralnego, uprzywilejowanego miejsca w Drodze Mlecznej (wręcz przeciwnie — jesteśmy gdzieś na peryferiach, 30000 lat świetlnych od Centrum Galaktyki wokół którego krążymy z prędkością 250 km/s), ale również doszło mnóstwo nowych informacji dzięki radioastronomii, astronomii podczerwieni, rentgenowskiej czy gamma. Lecz — o ironio — wydaje się, że problemów do rozwiązania przybyło, a nie ubyło i obraz Galaktyki jest coraz bardziej skomplikowany. To, co obecnie nie ulega wątpliwości, to fakt, że w Galaktyce wyróżniamy trzy główne składowe:

I. Dysk galaktyczny

Najoczywistszy z punktu widzenia obserwacji fragment Galaktyki, gdyż to właśnie jego najbliższe gwiazdy i obłoki pyłowe tworzą widzianą gołym okiem Drogę Mleczną. Jego grubość szacuje się na 300 lat świetlnych a średnicę na 200 000

lat świetlnych. W dysku tym rozróżniamy:
1. około 100 miliardów gwiazd bogatych w metale (Słońce jest jedną z nich),
2. masywne gorące gwiazdy, które wybuchają jako supernowe,
3. rejony HII — zjonizowane obłoki gazowe otaczające gorące gwiazdy,
4. bardzo gorącą zjonizowaną materię wyrzuconą przez niedawne wybuchy supernowych,
5. neutralne obłoki gazowe — nie wiadomo z czym związane,
6. zimne obłoki molekularne, w których rodzą się gwiazdy,
7. i oczywiście wszechobecny pył.

Wszystkie powyższe informacje o dysku są powszechnie akceptowane. Ale już np. jego spiralna struktura budzi wiele wątpliwości *. Chodzi głównie o to, czy w dysku dadzą się wyróżnić dwa czy cztery ramiona, czy rotując nawijają się czy rozwijają oraz czy Słońce leży wewnątrz ramienia spiralnego czy też nie. Na żadne z tych pytań nie umiemy dziś odpowiedzieć. Co więcej uzyskane ostatnio mikrofalowe mapy ogromnych obłoków molekularnych wykazują, że byłoby bardzo trudno doszukać się tam w ogóle struktury spiralnej. Warto dodać, że te obłoki są największymi tworami galaktycznymi — ich rozmiary sięgają kilku tysięcy lat świetlnych, a masy mogą przekraczać milion mas Słońca.

II. Jądro Galaktyki

Centralna część jądra Galaktyki jest na pewno spiralą dwuramienną — widać to wyraźnie na radiowych mapach robionych za pomocą VLBI z bardzo dużą zdolnością rozdzielczą. Ta tak zwana minispirala jest dość znacznie nachylona do płaszczyzny dysku, ma średnicę 12 lat świetlnych i leży nie dalej niż 6 lat świetlnych od dynamicznego centrum Galaktyki. Blisko centrum minispirali leży punktowe źródło synchrotronowego promieniowania radiowego, a także silne źródło promieniowania podczerwonego — IRS 16. Prawdziwe relacje przestrzenne między tymi tworami nie są znane.

Samo jądro Galaktyki jest niewątpliwie czymś wyróżnionym. Gdyby opierać się tylko na ostatnich obserwacjach w promieniach gamma, to najlepsze wytłumaczenie silnej aktywności tegoż jądra dawałaby czarna dziura o masie miliona mas Słońca umieszczona w dynamicznym Centrum Galaktyki. Ewentual-

---

* Porównaj notatkę w **Kronice** pt. „Czy Galaktyka ma ramiona spiralne?".

nego potwierdzenia tej hipotezy spodziewać się można dopiero wtedy, gdy będzie dostępny kosmiczny teleskop gamma z dużą zdolnością rozdzielczą.

III. Halo galaktyczne

Stanowi je materia sferycznie rozłożona wokół Centrum obecnie bardziej tajemnicza niż dysk i jądro. Do niedawna przyjmowano, że halo tworzą stare gwiazdy ubogie w metale oraz niewielka ilość gazu. Ostatnio jednak próbuje się w nim szukać także tzw. brakującej masy. Dlaczego brakującej?

Od 6 lat wiadomo, że zewnętrzne części galaktycznego dysku rotują o wiele szybciej niż to wynika z teorii. A zgodność teorii z obserwacjami można uzyskać, jeśli w modelach przyjmiemy znacznie masywniejsze halo. Masywniejsze aż o 340 miliardów mas Słońca! Oczywiście naprawdę nie musimy się martwić „brakiem" tej masy: problem nie polega na tym, że masy brakuje, ale sprowadza się do tego, gdzie ona jest, gdzie i jak się przed nami „schowała", dlaczego nie udaje się jej zaobserwować. Być może są to planety o rozmiarach naszego Jowisza, ciemne karły lub masywne neutrina. A może jeszcze coś innego, czego nie doceniamy wbrew oczywistym faktom obserwacyjnym, podobnie jak sto lat temu nie doceniano roli pyłu w materii międzygwiazdowej chociaż jego obecność wprost rzucała się w oczy (patrz zdjęcie na pierwszej stronie okładki).

Tak więc przeprowadzony po stu latach remanent w Galaktyce wykazał, że ciągle istnieje wiele niejasności (kto wie — może mamy „manko"?) i jedynie dalsze obserwacje będą w stanie rozstrzygnąć sporne problemy.

JAN MERGENTALER — Wrocław

STAROŚĆ SŁOŃCA

Jak będzie wyglądało Słońce w podeszłym wieku za kilka miliardów lat, z łatwością mogą powiedzieć miłośnicy astronomii obserwujący gwiazdy zmienne długookresowe. Amatorskie obserwacje przydają się, jak wiadomo, w paru dziedzinach astronomii: w odnajdywaniu nowych komet, w liczeniu plam na Słońcu, w obserwacjach gwiazd zmiennych. Najliczniejszą i najbardziej systematyczną pracę od wielu dziesiątków lat prowadzą amerykańscy obserwatorzy długookresowych gwiazd

zmiennych zrzeszeni w AAVSO (ang. American Association Variable Star Observers). Prace tych obserwatorów mają do dziś ciągle dużą wartość, gdyż do ich obserwacji, np. z początku tego wieku, nieraz się wraca i będzie się dalej czerpać z bogatego archiwum obserwacyjnego jeszcze pewnie przez dziesiątki lat. Wynika to stąd, że fachowi astronomowie nie mają po prostu możliwości zajmowania się setkami gwiazd, które zmieniają swoją jasność okresowo, a okres ten wynosi od paru miesięcy aż do ponad 400 dni. Jasności tych gwiazd zmieniają się o 4—5 wielkości gwiazdowych, a w krańcowym przypadku, jak u gwiazdy χ Cygni, nawet o ponad 8 wielkości gwiazdowych — od widzialnej łatwo gołym okiem do dostrzegalnej jedynie przez spore lunety. Do niedawna więc gwiazdy te były prawie wyłącznie obserwowane przez miłośników, a tylko niektóre z nich były dokładniej badane w dużych obserwatoriach. Oczywiście to co robią miłośnicy, nie wystarcza. Chcąc poznać te gwiazdy trzeba zbadać ich widma, prędkości radialne, skład chemiczny i budowę atmosfery, a dla takich zadań obserwacje zmian jasności dostarczają zbyt mało informacji. I dopiero połączenie wysiłków miłośników z pracami fachowców jest w tej dziedzinie astronomii chyba najbardziej owocne.

Ale co ma wspólnego gwiazda zmienna długookresowa ze starością Słońca? Wynika to z ewolucji, jaką większość gwiazd przechodzi. Jak wiadomo Słońce świeci i grzeje kosztem przemian jądrowych zachodzących w jego wnętrzu. Przemiany te pochłaniają ogromne ilości wodoru, z którego produkowany jest hel. Po wielu miliardach lat zapasy wodoru w jądrze gwiazdy zmniejszają się o tyle, że nie wystarczą do podtrzymania obecnego poziomu wydatkowania energii przez Słońce. Nastąpią jednocześnie znaczne zmiany w strukturze wnętrza Słońca prowadzące do intensywnego spalania się helu w reakcjach jądrowych prowadzących do powstawania węgla i tlenu. Procesy te — spalanie wodoru i helu — odbywają się w późnych stadiach ewolucji w stosunkowo cienkich warstwach otaczających jądro. W tym stadium znacznie powiększa się objętość całej gwiazdy i jednocześnie wzrasta gęstość w środku. Zewnętrzne warstwy są znacznie chłodniejsze niż w poprzedzającym stadium ewolucji, a rozmiary znacznie większe. Ze zwykłej gwiazdy podobnej do Słońca powstaje czerwony olbrzym. Takie powiększenie rozmiarów sprzyja ucieczce materii z gwiazdy, co doprowadza do straty nieraz całej powłoki i pozostania tylko supergęstego małego jądra — białego karła. Rodzi się wtedy mgławica planetarna. Odrzucone warstwy

zewnętrzne tworzą pierścieniową mgławicę otaczającą białego karła. Może też nastąpić bardziej raptowna eksplozja. Zanim jednak będzie odrzucona zewnętrzna powłoka, czerwony olbrzym często staje się na przeciąg tysięcy lat gwiazdą zmienną długookresową — zmienną typu Mira Ceti.

Ten krótki okres istnienia zmiennej, liczony na tysiące a nie miliony lat, tym bardziej zachęca do obserwacji tych gwiazd: a nuż trafi się na czas końca epoki Mira Ceti i zaobserwuje się, co stało się potem. Ale i samo trwanie ogromnych zmian jasności jest niemniej ciekawe. Spalanie helu w cienkiej warstwie dokoła jądra odbywa się nie w sposób płynny, jednostajny. We wnętrzu gwiazdy zachodzą gwałtowne procesy, które są źródłem silnych impulsów wędrujących ze środka ku powierzchni. Warto pamiętać, że impuls taki ma do przebycia od środkowych warstw do powierzchni kilkadziesiąt, a nawet więcej milionów kilometrów, skoro średnica jądra jest rzędu średnicy Ziemi, a powierzchnia gwiazdy czyli fotosfera znajduje się w odległości jednej lub nawet paru jednostek astronomicznych. Impuls taki wędruje ze środka ku fotosferze z prędkością do 15 km/s w ciągu mniej więcej 200—400 dni, a zanim dojdzie do jej granic, powstaje nowy impuls, doganiający poprzedni. Dotarcie do fotosfery tego impulsu powoduje wzrost jasności gwiazdy, zmiany w widmie i wzrost temperatury. Nakładanie się wpływu impulsu poprzedniego z następnym powoduje zakłócenia w zmianach jasności, stąd liczne nieregularności krzywej zmian blasku i zawiłe zmiany w widmie.

Przypomnijmy zatem jak wyglądają gwiazdy zmienne długookresowe. Średnia gęstość jest rzędu jednej dziesięciomilionowej gęstości Słońca, przy czym warstwy odległe od środka, bliższe fotosfery mają już gęstość porównywalną z gęstością korony słonecznej. Temperatura tych warstw, które obserwujemy, a więc umownie nazywanych fotosferą, zmienia się średnio od około 2200 K w czasie maksimum blasku do około 1800 K w okresie minimum. Widmo jest typu M7e do M8e, a więc z wyraźnie występującymi liniami emisyjnymi. Jasności absolutne wizualne są ponad 100 razy większe niż Słońca. Zmiany jasności są duże w zakresie promieniowania krótkofalowego (we fiolecie) i znacznie mniejsze na falach dłuższych (w czerwieni). Utrata masy na skutek ucieczki materii w wietrze gwiazdowym jest rzędu 10^{-8} masy Słońca na rok, a czasem nawet 100 razy słabsza, co powoduje, że czas życia stadium Mira Ceti jest średnio rzędu 10^5—10^6 lat.

Gdy więc Słońce osiągnie wiek podeszły, nagle, w ciągu tysięcy, a nie milionów lat, radykalnie zmieni swój wygląd. Nie będzie to spokojna starość ale pełna przygód i przemian, aż do zakończenia kariery gwiazdowej w postaci białego karła. To będzie zapewne ostatni etap życia z tym, że karzeł taki powoli będzie stygnąć, być może aż do temperatury bliskiej zera absolutnego.

SŁAWOMIRA SZUTOWICZ, KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI — Warszawa

KOMETA CROMMELINA

Od kilku już lat trwają intensywne przygotowania związane z przypadającym na przełomie 1985 i 1986 roku powrotem komety Halleya w pobliże Ziemi i Słońca. Kometa Halleya cieszy się szczególną sławą: była pierwszą kometą, dla której obliczono orbitę i przepowiedziano następne pojawienie — dokonał tego angielski astronom Edumnd Halley (1656—1742) na początku XVIII w. Jest także najdłużej obserwowaną w dziejach ludzkości kometą okresową, aczkolwiek nie wiedziano dawniej, że jest to ten sam obiekt.

W połowie 1979 roku L. Friedman poddał myśl zorganizowania międzynarodowej agencji do spraw badań komety Halleya w czasie zbliżającego się pojawienia. Międzynarodowa Unia Astronomiczna podczas kongresu w Patras (Grecja) w 1982 roku zatwierdziła powstanie organizacji o nazwie International Halley Watch (IHW). Jej celem jest organizowanie współpracy między badaczami reprezentującymi różne grupy badań astronomicznych oraz kompletowanie danych obserwacyjnych *. W marcu 1983 roku odbyło się spotkanie specjalistów z poszczególnych dziedzin badań kometarnych i naukowców z centrum dyspozycyjnego IHW, na którym postanowiono przeprowadzić kompleks próbnych pomiarów na okresowej komecie Crommelina. Będzie to główny test zdolności i możliwości różnych zespołów badawczych, a także sprawdzian stopnia skoordynowania całości prac. Zrealizowanie wielu programów obserwacyjnych na komecie Crommelina pozwoli zorientować się, jakie problemy mogą wyniknąć w przypadku komety Halleya, dla której zakres badań jest znacznie obszerniejszy. Ponieważ próba powinna być przeprowadzona w

* Szczegóły zostały opisane w *Uranii* nr 9/1983.

1984 roku, IHW rozpatrzyła najpierw, jakie komety okresowe najlepiej nadawałyby się do tego celu. Rozważono dwie spośród komet okresowych, które przechodzą przez peryhelium w 1984 roku. Kometa Enckego o okresie obiegu wokół Słońca równym 3,3 roku została odrzucona ze względu na niekorzystne jej usytuowanie względem Ziemi, kiedy będzie się znajdowała w pobliżu peryhelium. Wybrano natomiast kometę Crommelina o okresie obiegu 27,9 roku, której przejście przez peryhelium wypadło 20 lutego 1984 roku.

Ciekawe są dzieje obserwowania i badania ruchu komety Crommelina. Pierwsze, nie budzące żadnych wątpliwości obserwacje tej komety zostały wykonane przez Jeana-Louisa Ponsa w Marsylii (warto dodać, że jest on odkrywcą aż 16 komet spośród 17 obserwowanych na początku XIX w.). 23 lutego 1818 roku zauważył on na niebie mgławicowy obiekt o jasności około 7 mag. odległy od Słońca o 54° i poruszający się stosunkowo szybko na południe. J.-L. Pons wyznaczył tylko cztery pozycje nowej komety obejmujące zaledwie czterodniowy łuk orbity, gdyż później była już za blisko Słońca, aby dało się ją zaobserwować. Ten skromny materiał obserwacyjny nie wystarczył do wiarygodnego wyznaczenia orbity. Trzydzieści lat później angielski astronom Norman Pogson wysunął przypuszczenie, że kometa Ponsa może być identyczna z okresową kometą Bieli obserwowaną w 1772 roku, ale po z kolei dwudziestu latach również angielski astronom John Russel Hind wykazał niesłuszność tej hipotezy.

Praca J. R. Hinda została opublikowana zaledwie rok przed ponownym odkryciem komety Crommelina, które nastąpiło również w Marsylii. 10 listopada 1873 roku Jerome Coggia zauważył słabą kometę poruszającą się w kierunku południowo-zachodnim, a dzień później dostrzegł ją niezależnie Friedrich August Theodor Winnecke, dyrektor Obserwatorium Astronomicznego w Strasbourgu. Także i tym razem niepomyślne warunki obserwacji uniemożliwiły śledzenie komety dłużej niż przez sześć dni. Odkryto ją 21 dni przed przejściem przez peryhelium i zanotowano szybki wzrost jasności do około 7 mag. Wkrótce po tym odkryciu dyrektor Obserwatorium Astronomicznego w Wiedniu Edmund Weiss wypowiedział przypuszczenie o tożsamości komet Ponsa z 1818 roku i Coggia-Winnecke z 1873 roku. Szczupłość materiału obserwacyjnego nie pozwoliła mu jednak rozstrzygnąć problemu, czy pomiędzy tymi dwoma pojawieniami kometa wykonała jeden czy osiem obiegów wokół Słońca, czyli czy jej okres wynosi 56 lat czy tylko 7. Trzy lata później E. Weiss wskazał na

jeszcze dwa możliwe okresy obiegu komety wokół Słońca, a mianowicie 19,0 lub 6,2 roku, wyraźnie preferując tę ostatnią wartość.

Serię prac poświęconych problemowi okresu obiegu wokół Słońca komety Crommelina opublikował w latach 1886 i 1887 węgierski astronom Leopold Schulhof pracujący początkowo w Wiedniu, a potem w Paryżu. Wykazał on, że przypuszczenie, iż w okresie 1818—1873 kometa wiele razy okrążyła Słońce, nie znajduje uzasadnienia i że najbardziej prawdopodobne wydaje się rozwiązanie przyjmujące na wartość okresu 19 lat czyli trzy obiegi wokół Słońca między dwoma obserwowanymi pojawieniami. L. Schulhof uważał także, że możliwe byłoby przyjęcie, że kometa w tym okresie tylko raz okrążyła Słońce, ale wykluczałoby ono wypowiadane już wcześniej sugestie jej identyczności z kometą obserwowaną w styczniu 1457 roku, której rysunki na tle gwiazd wykonał P. Toscanelli z Florencji. Rozważał także ewentualność rozpadu komety z 1457 roku na dwie części, z których jedna powróciła do Słońca w 1818 roku, a druga w 1873. Niestety przepowiednia L. Schulhofa ponownego pojawienia się komety w 1892 roku nie sprawdziła się.

Po raz trzeci kometa Crommelina została odkryta 19 listopada 1928 roku przez miłośnika astronomii, architekta Aleksandra Forbesa w Kapsztadzie w Południowej Afryce jako mgławicowy obiekt o jasności około 6 mag. Jak się później okazało, tę samą kometę zauważył także Japończyk M. Yamasaki w Kioto już 26 października 1928 roku. Kometę znaleziono ponadto na zdjęciu światła zodiakalnego wykonanym dzień wcześniej przez F. Quenisseta. Tym razem odkrycie nastąpiło także blisko peryhelium. Jasność komety szybko malała i już 25 listopada wynosiła 9 mag. Na zdjęciu wykonanym 10 grudnia była widoczna jako słaby obiekt o jasności 13 mag. Ostatnie w tym pojawieniu obserwacje komety Crommelina wykonano 20 grudnia 1928 roku.

Wkrótce po odkryciu przez A. Forbesa komety w 1928 roku Andrew Claudie D. Crommelin (1865—1939), angielski astronom znany z wykonanych wspólnie z P. H. Cowellem prac poświęconych komecie Halleya w związku z jej powrotem do Słońca w 1910 roku, ogłosił na posiedzeniu Brytyjskiego Towarzystwa Astronomicznego (którego był prezydentem w latach 1904—1906), że nowo odkryta kometa jest tożsama z kometą Coggia-Winnecke obserwowaną w 1873 roku. A po przeanalizowaniu prac L. Schulhofa wykazał, że komety Ponsa (1818 I), Coggia-Winnecke (1873 VII) i Forbesa (1928

IV) były trzema pojawieniami jednej komety, której powroty do Słońca w latach 1845 i 1901 nie zostały zauważone. Wyznaczony przez niego okres 27,7 roku obiegu tej komety wokół Słońca wskazywał ponadto na prawdopodobieństwo jej identyczności ze wspomnianą już kometą z 1457 roku. Warto dodać, że niezależnie od A. C. D. Crommelina na możliwość tożsamości komet 1818 I, 1873 VII i 1928 IV zwrócił również uwagę astronom amerykański Charles H. Smiley, a także Harry E. Wood z Johannesburga. Wnikliwa analiza całego materiału obserwacyjnego oraz uwzględnienie parturbacji planetarnych w ruchu komety umożliwiły A. C. D. Crommelinowi przewidzenie następnego jej przejścia przez peryhelium na dzień 8 października 1956 roku. Pokazał także, że w 1901 roku kometa nie mogła być dostrzeżona ze względu na niekorzystne usytuowanie na niebie oraz, że mimo dobrych warunków obserwacyjnych w 1845 roku nie została niestety odkryta. W pracy opublikowanej w 1934 roku A. C. D. Crommelin sugeruje ponadto, że jasna kometa obserwowana przez Wilhelma Schickarda w Tybindze na początku 1625 roku mogła być tym samym obiektem. Wykazuje w niej także bezzasadność analogicznego przypuszczenia w stosunku do komet obserwowanych w latach 1708 i 1569.

W świetle najnowszych badań przypuszczenie A. C. D. Crommelina dotyczące komet z lat 1457 i 1625 nie wydaje się jednak słuszne. Kometę 1457 I obserwowano w Chinach i w Europie. Podczas tych obserwacji nie mogła być obiektem słabszym niż 4 mag., co jest niezgodne z danymi o komecie Crommelina, której jasność nigdy nie była większa niż 6—7 mag. Jak wiadomo pod wpływem ciepła słonecznego lodowe części komety parują tworząc mglistą otoczkę (tzw. komę). W miarę kolejnych przejść w pobliżu Słońca zapasy lotnych substancji wyczerpują się i kometa staje się mniej jasna. Ale tak gwałtowny spadek aktywności, a stąd i zmniejszenie jasności na przestrzeni kilku pojawień, jaki musiałby zajść dla komety Crommelina, wydaje się niemożliwy. Wątpliwe jest także, aby kometa z 1625 roku była kometą Crommelina. Obserwowano wówczas obiekt o jasności 2—3 mag. i warkoczu o długości prawie 38°, a tak długiego warkocza kometa Crommelina nie miała w żadnym ze swoich pojawień; długość jej warkocza nigdy nie przekraczała 0°,5.

Ponieważ Międzynarodowa Unia Astronomiczna w 1939 roku przyjęła zasadę, że nazwa komety może zawierać najwyżej trzy nazwiska odkrywców, identyfikacja komet 1818 I, 1873 VII i 1928 IV stworzyła problem jak nazwać kometę Pons-Coggia-

-Winnecke-Forbes. Rozwiązano go dopiero podczas kongresu Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Zurychu w 1948 roku nadając tej kłopotliwej komecie nazwę komety Crommelina dla uczczenia zasług badacza jej ruchu.

Efemerydę komety Crommelina na pojawienie w 1956 roku opracowali angielscy astronomowie John G. Porter i Michael P. Candy. Według ich obliczeń kometa winna przejść przez peryhelium o 11 dni później, niż przewidywał A. C. D. Crommelin. Ale w roku tym kometa długo wymykała się odkryciu. I dopiero 29 września 1956 roku jako pierwsza dostrzegła ją słowacka obserwatorka komet Ludmiła Pajdušakova w Obserwatorium Astronomicznym na Skalnate Pleso w Tatrach. Słaby, rozmyty obiekt o jasności około 10 mag. został znaleziony w odległości aż 10° od miejsca przewidywanego efemerydą. Pierwsze zdjęcie komety wykonał Michael J. Hendrie w Anglii w dwie godziny później, oczywiście nic jeszcze nie wiedząc o odkryciu L. Pajdušakovej. Już pierwsze obserwacje wykazały, że kometa przeszła przez peryhelium o 6 dni później niż przewidywali J. G. Porter i M. P. Candy i o 17 dni później niż przewidywał A. C. D. Crommelin. Maksymalna jasność komety w tym pojawieniu wynosiła 7,3 mag. i podobnie jak przy poprzednich zaobserwowano szybki wzrost jej jasności przed peryhelium i równie szybki spadek jasności po przejściu przez peryhelium. Obserwowano ją tylko do 29 listopada 1956 roku.

Po pojawieniu się komety Crommelina w 1956 roku oczekiwano, że pozwoli ono wyjaśnić dlaczego kometę tę odkrywano zawsze blisko peryhelium oraz dlaczego okres obserwacji był zawsze bardzo krótki i nie udawało się jej śledzić długo po przejściu przez peryhelium. Ze sposobu zmiany jasności komety z odległością od Słońca wynika, że tempo uwalniania się lotnych substancji z jądra jest duże dopiero w pobliżu peryhelium czyli blisko Słońca. Może to być spowodowane mniejszą zawartością i niejednorodnym rozkładem lotnych substancji w jądrze komety. Charakter zmian jasności komety Crommelina każe zaliczyć ją do komet starych, które wykonały już wiele obiegów wokół Słońca. Dla takich komet obserwuje się powolny wzrost jasności daleko od Słońca i gwałtowny wzrost jasności blisko peryhelium. Fakt ten dla komety Crommelina potwierdza wyjątkowy kształt krzywej zmian blasku. Dane obserwacyjne zebrane ze wszystkich pojawień komety wskazują, że jej jasność przed peryhelium wzrasta 2,5 razy szybciej niż u przeciętnej komety. Prawdopodobnie wzrost jasności nie ustaje jeszcze dwa tygodnie po przejściu przez pe-

ryhelium, ale z powodu luki w obserwacjach nie można tego z całą pewnością stwierdzić. Największą jasność osiąga kometa około 10 dni po peryhelium, kiedy maksimum osiąga także tempo produkcji substancji lotnych. Krzywa zmian blasku komety Crommelina posiada znaczną asymetrię. Niezwykły jest gwałtowny spadek jasności komety po osiągnięciu maksimum w tempie 1 mag. na 3 dni, ale w tej części krzywej zmian blasku występuje znaczny rozrzut obserwacyjny. Ponadto obserwacje nie sięgają dalej niż na 25 dni przed peryhelium i 49 dni po peryhelium.

Podeszły wiek komety Crommelina wynikający z analizy krzywej zmian blasku potwierdziły również precyzyjne badania jej ruchu przeprowadzone na początku lat siedemdziesiątych przez znanego amerykańskiego badacza dynamiki komet Briana G. Marsdena. Podejrzewał on, że niedokładność efemerydy na pojawienie się w roku 1956 uda się wyjaśnić istnieniem stosunkowo dużych anomalii niegrawitacyjnych w ruchu komety wywołanych — jak się obecnie sądzi — wyrzutem materii z jej jądra wskutek ogrzania przez Słońce, powodującego najsilniejszy efekt gdy kometa znajduje się blisko peryhelium. Przypuszczenie to wydawało się uzasadnione tym bardziej, że kometa Crommelina w peryhelium zbliża się do Słońca na stosunkowo niewielką odległość około 0,7 j.a. Tymczasem okazało się, że wszystkie obserwacje z pojawień w latach 1873, 1928 i 1956 udaje się powiązać jednym systemem elementów orbity bez potrzeby wprowadzania dodatkowych parametrów charakteryzujących efekty niegrawitacyjne. I dopiero próba trafienia w obserwacje wykonane w 1818 roku pokazała, że jednak pewne, bardzo małe siły zniekształcają czysto grawitacyjnie badany ruch komety. Wielkość efektów niegrawitacyjnych, charakteryzująca stopień aktywności komety, świadczy również w pewnym sensie o wieku komety: im kometa jest starsza, czyli im więcej miała zbliżeń do Słońca, tym jej aktywność winna być słabsza, a więc również i anomalie niegrawitacyjne mniejsze. Ledwie zauważalne efekty niegrawitacyjne w ruchu komety Crommelina świadczą więc także o tym, że jest ona kometą starą, która wykonała już wiele obiegów wokół Słońca.

O wiele doskonalsze niż dawniej możliwości instrumentalne pozwoliły wykonać pierwsze obserwacje komety Crommelina podczas obecnego powrotu do Słońca już na kilka miesięcy przed przejściem przez peryhelium, które nastąpiło 20 lutego 1984 roku. Odkrywcami komety byli tym razem Luboš Kohoutek oraz niezależnie Sue Wyckoff i Peter A. We-

hinger. L. Kohoutek zaobserwował ją 9 i 10 sierpnia 1983 roku z Calar Alto (Hiszpania), ale uzyskane przez niego zdjęcia są bardzo słabe. Natomiast S. Wyckoff i P. A. Wehinger obserwowali kometę 13 sierpnia z Kitt Peak (USA) za pomocą 0,9 metrowego teleskopu sprzężonego z kamerą CCD. Kometa w chwili odkrycia znajdowała się w odległości 2,1 j.a. od Ziemi i 2,9 j.a. od Słońca. Jej jasność wizualna wynosiła 21 mag. Z uzyskanych obserwacji wynikało, że moment przejścia przez peryhelium będzie wcześniejszy od przewidywanego o 0,04 dnia.

W oparciu o 37 obserwacji pozycyjnych wykonanych w okresie od 30 września 1956 roku do 27 października 1983 roku Donald K. Yeomans znalazł następujące wartości elementów orbity komety Crommelina w epoce równika i równonocy 1950,0, które posłużyły do obliczenia szczegółowej efemerydy na obecne pojawienie:

Epoka: 1984 marzec 1,0 ET
Moment przejścia przez peryhelium: 1984 luty 20,16255 ET
Odległość peryhelium: 0,7345337 j.a.
Mimośród: 0,9191770
Długość peryhelium: 195°,85131
Długość węzła wstępującego: 250 ,19244
Nachylenie: 29 ,10305

Na podstawie krzywej zmian blasku komety Crommelina można oszacować, jak będzie się zmieniała jej jasność w obecnym pojawieniu. Okazuje się, że maksimum jasności wypada około 14 dni po przejściu przez peryhelium, a oszacowano je na 6,2 mag. Możliwe jednak, że wartość ta okaże się zawyżona i kometa będzie znacznie słabsza. Warunki obserwacji też nie będą wtedy najlepsze: kometa znajdzie się blisko Słońca i trudno będzie ją obserwować, gdy stanie się najjaśniejsza. Główna aktywność obserwacyjna zespołów badawczych skoncentrowała się na ostatnim tygodniu marca tj. w dniach 25—31 marca 1984 roku czyli 5 tygodni po przejściu komety przez peryhelium. Natomiast grupa radioastronomiczna zaplanowała specjalny okres obserwacji radiowych w dniach 8—11 lutego, kiedy spodziewane było maksimum natężenia linii OH. Oczywiście przez cały okres widoczności komety są prowadzone jej obserwacje astrometryczne. Dla ich ujednorodnienia został opracowany specjalny katalog gwiazd, względem których można mierzyć pozycje komety na niebie.

Obecne pojawienie komety Crommelina, oprócz roli jaką spełnia dla programu badawczego komety Halleya, powinno także przyczynić się do wyjaśnienia natury jej samej, co —

ze względu np. na nietypowy, gwałtowny wzrost jasności komety blisko peryhelium — stanowi również intrygujący problem badawczy.

KRONIKA

Struktury pierścieniowe w galaktykach a wiek Wszechświata

Astronomowie, amerykański R. Buta i francuski G. de Vaucouleurs, zastosowali nową metodę określania odległości międzygalaktycznych do wyznaczania wielkości stałej Hubble'a H_0 i oceny wieku Wszechświata. Wykorzystali oni fakt, iż w przybliżeniu połowa wszystkich galaktyk spiralnych i soczewkowatych posiada w swej wewnętrznej części struktury pierścieniowe, koncentryczne względem centrum galaktyki. Są one najpewniej złożone z obłoków gorącego gazu międzygwiezdnego i młodych jasnych gwiazd, a więc pokrewne ramionom spiralnym galaktyk (zarówno pierwsze jak i drugie są obszarami intensywnego powstawania gwiazd). Przyczyny powstawania wspomnianych struktur nie są jeszcze wyjaśnione. Jak wykazali jednak autorzy referowanej pracy, w odróżnieniu od ramion spiralnych, zajmujących często cały dysk galaktyczny, struktury pierścieniowe w różnych galaktykach mają prawie jednakowe średnice (około 4 kiloparseków) i dlatego wykorzystane być mogą w charakterze standardu pomiarowego dla oceny odległości międzygalaktycznych. Ponieważ średnica pierścieni jest dosyć duża, można je obserwować i mierzyć z bardzo wielkich odległości. Ma to ogromne znaczenie, ponieważ określanie wielkości H_0 z obserwacji niezbyt odległych obiektów skażone jest błędem biorącym się z wzajemnego przyciągania bliskich galaktyk. Dla wiarygodnej oceny wielkości H_0 konieczne są więc pomiary odległości do galaktyk znajdujących się około 100 Mps od naszej. Wykorzystując wynalezioną przez siebie metodę Buta i de Vaucouleurs pomierzyli odległość do kilku grup i gromad galaktyk, a także do sąsiedniej supergromady w gwiazdozbiorze Herkulesa. Po wprowadzeniu pewnych poprawek, na wartość H_0 otrzymali oni 93 km/s Mps, przy błędzie metody ±10 km/s Mps. Wiadomo, że wiek Wszechświata nie może przekraczać wielkości $T = 1/H_0$, jeśli prędkość ekspansji zawsze była taka jak obecnie. W rzeczywistości początkowo była ona większa, a później malała w rezultacie hamującego wpływu wzajemnie przyciągających się galaktyk. Z rezultatu obu autorów wynika, że od Big-Bangu do chwili obecnej upłynąć mogło nie więcej niż 11 miliardów lat. Z drugiej strony, obliczenia wiążące się z ewolucją gwiazd wskazują, że najstarsze gwiazdy Galaktyki mają 14—16 miliardów lat, a przecież nie mogą być starsze od Wszechświata. Przyczyna tej rozbieżności nie jest dotąd wyjaśniona.

Wg *Astrophysical Journal*, 1983, **266**, 1

ZBIGNIEW PAPROTNY

Czy Galaktyka ma ramiona spiralne?

Galaktyka Drogi Mlecznej zaliczana jest jak wiadomo do spiralnych. Nie przeszkadza temu fakt, że nie udało się dotąd dokładnie ustalić jej struktury spiralnej. Ponieważ obserwatorzy ziemscy znajdują się wewnątrz dysku galaktycznego, jedyna metoda rekonstrukcji struktury

polega na określeniu odległości do młodych obiektów, związanych z ramionami spiralnymi. Do tego celu najlepiej nadają się otwarte gromady gwiazd. Katalog 434 takich obiektów opracowali ostatnio astronomowie amerykańscy K. Janes i D. Adler. Obejmuje on gromady ze znanym wiekiem i odległością. Rozkład gromad przedstawiono na dwuwymiarowym wykresie, co uzasadnione jest ich położeniem, bliskim centralnej płaszczyźnie Galaktyki. Wykres nie wykazał istnienia w pełni wykształconej struktury spiralnej i zawierał jedynie niewielkie fragmenty tego, co się obecnie uważa za ramiona. Możliwą przyczyną takiego rezultatu było uwzględnienie gromad silnie różniących się wiekiem. Zgodnie z teorią, spiralna fala gęstości powinna poruszać się wewnątrz dysku galaktycznego. Młode gwiazdy (i gromady) powstają na czole fali — tam, gdzie gaz międzygwiazdowy ulega silnej kompresji. Od tego momentu poczynają one stopniowo oddalać się od czoła fali, by w końcu opuścić ramię spiralne. Ponieważ wiek gromady gwiazd jest wprost proporcjonalny do jej odległości od ramienia, wspomniany wyżej wykres nie mógł oddać zarysu struktury spiralnej. Przyjmując, że młode gromady związane są z czołem fali gęstości (a więc również z ramionami spiralnymi), z katalogu Janesa i Adlera wyselekcjonowano te, których wiek nie przekracza 20 milionów lat. Wykres uwzględniający wyłącznie owe najmłodsze obiekty również nie ujawnił istnienia ramion spiralnych. Rozdano go zresztą studentom astronomii, polecając wyrysowanie konturów ramion. Wielu z nich dopatrzyło się istnienia ramion w kierunku przeciwnym do ogólnie przyjętego. Zdaniem autorów katalogu Galaktyka nie posiada wyraźnej struktury spiralnej. Istnieją w niej tylko pojedyncze odcinki ramion, związane z odrębnymi ośrodkami powstawania gwiazd. Struktura spiralna może być złudzeniem wynikającym ze złożonego charakteru rotacji Galaktyki: poszczególne ośrodki formowania gwiazd, powstające w różnych rejonach dysku galaktycznego, układają się wzdłuż kierunku obrotu Galaktyki w swojego rodzaju łukowate linie, upodabniające się na jakiś czas do fragmentów ramion spiralnych. Po upływie kilkudziesięciu milionów lat obraz ten ulega rozmyciu, zaś w gromadach prawie już nie ma najmasywniejszych, najjaśniejszych gwiazd, przez co stają się one mniej widoczne. Tworzące się jednocześnie nowe młode gromady podtrzymują złudzenie struktury spiralnej.

W odróżnieniu od rozwijanej w ostatnich latach teorii indukowanego powstawania gwiazd, w myśl której proces ten związany jest z globalną spiralną falą gęstości, opisane wyżej poglądy określa się mianem teorii spontanicznego powstawania gwiazd. W różnych galaktykach zachodzi ono być może według pierwszej lub drugiej teorii. Znane są przecież galaktyki z wyraźnie zaznaczoną strukturą spiralną, posiadające zazwyczaj dwa ramiona, istnieją jednak również takie, w których struktura spiralna jest daleko mniej wyraźna, a „ramiona" utworzone są przez szereg odrębnych odcinków. Trudno na razie wyrokować do którego typu należy Galaktyka Drogi Mlecznej.

Wg *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1982, 49, 425

ZBIGNIEW PAPROTNY

Globule — gwiezdne kołyski

Globule są to małe (0,1—1 ps), ciemne (widoczne na tle jasnych) mgławice pyłowe, wykazujące często dużą regularność. Pierwsi zwrócili na nie uwagę B. Bok i E. Reilly w 1947 roku; wydawało się bowiem,

że skoro gwiazdy (średnice rzędu 10^{11} cm, średnie gęstości rzędu 1 g/cm^3) powstają z gęstszych rejonów materii międzygwiezdnej (rozmiary rzędu 10^{19} cm, gęstości — 10^{-22} g/cm^3), to powinniśmy obserwować stadia pośrednie, proto-gwiazdy. Jak pokazały późniejsze obserwacje, gwiazdy powstają głównie nie w globulach, ale w ogromnych obłokach molekularnych, gdzie jednocześnie tworzy się ich tysiące. Niemniej jednak przewidywania Boka okazały się słuszne — ostatnio na południowym niebie znaleziono w globuli CG1 (średnica około 0,3 ps, masa około 50 mas Słońca) rodzącą się gwiazdę Bernes 135 (patrz zdjęcie na czwartej stronie okładki). Temperatura powierzchniowa (6800 K) i jasność (50 jasności Słońca) pozwoliły oszacować jej masę na około 2,5 masy Słońca dzięki temu, że udało się porównać obserwacje z teoretycznymi drogami ewolucji gwiazd przed ciągiem głównym. Globula CG1 jest więc najmniejszym obserwowanym ciemnym obłokiem w którym wiemy, że tworzy się gwiazda.

Blisko tego miejsca, także w globuli, znaleziono obiekt Herbiga-Haro co również sugeruje, że w środku globuli rodzi się gwiazda. Obiekty Herbiga-Haro są to bowiem małe obłoczki, charakteryzujące się specyficznymi liniami wzbronionymi widzianymi w emisji, uciekające naddźwiękowo od bardzo młodych gwiazd lub źródeł podczerwonych. Tak więc dwa zdjęcia opisanych wyżej globul, jakie znajdzie Czytelnik na trzeciej i czwartej stronie okładki, są po prostu obrazami gwiezdnych... kołysek.

Wg *The Messenger*, 1981, No **26**, 2

MAGDALENA SROCZYŃSKA-KOŻUCHOWSKA

NOWOŚCI WYDAWNICZE

O planetologii porównawczej

Ostatnio ukazały się trzy książki poświęcone nowej interdyscyplinarnej dziedzinie wiedzy — planetologii porównawczej — z których dwie napisali nie astronomowie, lecz geolodzy, zaś autor trzeciej, astronom, konsultował się m. in. z geologami i geofizykami. Obok więc meteorologii porównawczej powstaje obecnie planetologia porównawcza zajmująca się geologiczną budową i historią nie tylko naszego globu, lecz także innych planet, głównie typu ziemskiego.

Książki te to *Tajemnice milczących miliardów* niedawno zmarłej Krystyny Nawary (Iskry, Warszawa 1983, seria „Raporty z granic poznania"), *Układ Słoneczny* Johna A. Wooda (PWN, Warszawa 1983, seria „Biblioteka Nauk o Ziemi", z j. angielskiego tłumaczył Jan Mietelski) i *O budowie planet* Marka Żbika (Nasza Księgarnia, Warszawa 1980, II wydanie ma się ukazać w 1984 roku).

Zwróćmy najpierw uwagę na *Tajemnice milczących miliardów* oraz *Układ Słoneczny*. Co prawda książka Krystyny Nawary jest poświęcona głównie geologicznej przeszłości Ziemi, ale niemal połowa tekstu (sześć rozdziałów) dotyczy planetologii porównawczej i przedstawia takie zagadnienia jak powstanie Układu Słonecznego, jego skład chemiczny, hipotezy o powstaniu planet, metody planetologii porównawczej, historia Księżyca i geologiczne dzieje planet. Natomiast książka Johna A. Wooda, astronoma, w całości dotyczy planetologii porównawczej jako nauki z pogranicza astrofizyki i kosmogonii oraz geologii i geofizyki, wykorzy-

stując rezultaty astronautycznych misji międzyplanetarnych, a także badań i rozważań teoretycznych.

Obie książki powstały mniej więcej w tym samym czasie — *Układ Słoneczny* nieco wcześniej (oryginał ukazał się w 1979 r.), *Tajemnice milczących miliardów* nieco później i teoretycznie Krystyna Nawara powinna dysponować nowszymi wiadomościami. Niestety — tylko teoretycznie, wiele bowiem poruszonych przez nią problemów zostało zinterpretowanych niezgodnie z aktualnym stanem wiedzy o planetach Układu Słonecznego. I tak na przykład Krystyna Nawara przecenia najwyraźniej rolę wulkanizmu w powstawaniu kraterów na powierzchni planet i księżyców pomijając milczeniem tzw. wielkie bombardowanie, które właśnie przyczyniło się do powstawania licznych kraterów uderzeniowych, w tym również na powierzchni Ziemi, o czym Autorka prawie nie wspomina. Na str. 132 pisze ona:

„Budowa kraterów Księżyca oraz kraterów pozostałych planet typu Ziemi wyraźnie świadczy o tym, że powstawały one w wyniku działalności wulkanów. Kratery te wcale nie są płaskimi zagłębiniami na powierzchni planety, lecz leżą na szczytach wysokich stożków".

Natomiast u Johna A. Wooda na str. 15 czytamy:

„W morfologii powierzchni Merkurego i Księżyca dominują kratery uderzeniowe (fot. 3) powstałe wskutek bombardowania meteorytami w ciągu większej części dziejów geologicznych, nie ma tam bowiem ani atmosfer mogących wpływać na erozję tych kraterów, ani trwającej nadal aktywności geologicznej (takiej jak erupcje lawy) prowadzącej do ich wypełnienia lub niszczenia w inny sposób".

Zaś na str. 16 tej samej książki znajdujemy stwierdzenie:

„ ...(w szczególności na Marsie nie ujawniła się tektonika i górotwórczość). W następstwie tego wyniki aktywności geologicznej Marsa i pokrycie go kraterami uderzeniowymi są w przybliżeniu równe (fot. 14)".

Zbyt wiele uwagi Autorka *Tajemnic milczących miliardów* poświęca również przebrzmiałej hipotezie Faetona — domniemanej planety między orbitą Marsa i Jowisza — usiłując w ten sposób wyjaśnić obecność skał bazaltowych w niektórych meteorytach. Zupełnie błędne jest więc stwierdzenie (str. 130):

„W okresie tworzenia się «mórz» i kraterów istniało zatem to bliżej nieznane nam ciało, ale nie istniały planetoidy ani meteoryty jako ciała odrębne, albowiem były one wtedy po prostu jeszcze częścią jego skorupy".

Taki radykalizm poglądów zadziwia tym bardziej, że wcześniej ukazała się w Polsce książka również niedawno zmarłego Olgierda Wołczka *Narodziny i rozwój Układu Słonecznego* (Ossolineum, Wrocław 1979), z której można się dowiedzieć, iż pomiędzy Jowiszem a Marsem nie mogła powstać planeta na skutek perturbacji ze strony masywnego proto-Jowisza, zaś planetoidy i meteoroidy (a także przypuszczalnie komety) są „ostatnimi świadkami" powstawania Układu Słonecznego. Opinię tę potwierdza zresztą John A. Wood pisząc (str. 55):

„ ...po pierwsze, trudno sobie wyobrazić co mogłoby rozerwać pojedynczą planetę, na uboczu, w tej części Układu Słonecznego; po drugie, meteoryty, które są próbkami planetoid (rozdział 5), nie zawierają mineralogicznych dowodów na to, że kiedyś przebywały we wnętrzu jakiejś, większej niż planetoida, planety."

Natomiast obecność skał bazaltowych w meteorytach kamiennych Autor wyjaśnia tym, iż powstały one w planetoidach o średnicy zaledwie kilkuset kilometrów, które następnie zostały rozkruszone w trakcie zde-

rzeń z innymi planetoidami. Za taką interpretacją przemawia brak w meteorytach minerałów wysokociśnieniowych, a potrzebne do przetopienia skał ciepło dostarczył nie wulkanizm, lecz najprawdopodobniej rozpad krótkotrwałego izotopu promieniotwórczego glinu (^{26}Al) — „lub ogrzewające działanie prądów elektrycznych, indukowanych w planecie przez ruchy plazmy we wczesnym stadium Układu Słonecznego..." (str. 148).

Krystyna Nawara nie wymienia niestety dominującej roli izotopu ^{26}Al we wczesnych stadiach Układu Słonecznego próbując zinterpretować wszystkie wewnętrzne procesy, zachodzące w planetach, zgodnie z teorią wulkanizmu.

To krótkie porównanie niektórych fragmentów tekstu obu książek (bardziej szczegółowe porównania wypełniłyby objętość zeszytu *Uranii*) skłania do niewesołych refleksji na temat przepływu informacji oraz idei naukowych. Krystyna Nawara nie dysponowała zapewne najnowszymi pracami z dziedziny fizyki planet i kosmogonii Układu Słonecznego, publikacjami pochodzącymi z obszaru anglojęzycznego, a powszechnie znane wyniki automatycznych misji międzyplanetarnych zinterpretowała wyłącznie w duchu teorii wulkanizmu, formułowanej w dodatku w sposób nazbyt kategoryczny, podczas gdy John A. Wood prezentuje różne hipotezy rozważając „za i przeciw" każdej z nich.

Z tego porównania wynika również, że nasza Autorka nie miała konsultantów, zwłaszcza astrofizyków czy nawet geofizyków i zaważyło to niestety na poziomie jej książki. John A. Wood wymienił w *Podziękowaniu* nazwiska aż szesnastu specjalistów z różnych dziedzin wiedzy, z którymi konsultował swoją książkę.

Pragnę podkreślić, iż nie mam bynajmniej zamiaru krytykować czy osądzać Autorkę — ta krytyka dotyczy stosunków uniemożliwiających szybki i swobodny przepływ informacji oraz idei naukowych, co może mieć bardzo groźne następstwa dla dalszego rozwoju naszej nauki.

Układ Słoneczny Johna A. Wooda zawiera tak wiele informacji, danych i ich interpretacji, że wymienienie chociażby samych tytułów wszystkich paragrafów zapełniłoby całą stronę. Poprzestanę więc na wyszczególnieniu rozdziałów tej książki, w której zwięzłość idzie o lepsze z rzetelnością i jasnością wykładu. Pozycja składa się z siedmiu rozdziałów: *Wprowadzenie w Układ Słoneczny, Ruchy planet, Powierzchnie planet, Wnętrza i atmosfery planet, Skały z przestrzeni: meteoryty i próbki księżycowe, Słońce i gwiazdy, Pochodzenie planet,* do których Autor dołączył *Słownik nazw minerałów, Literaturę uzupełniającą,* a także *Indeks.* Łącznie książka liczy 264 strony i zawiera 80 rysunków oraz 45 fotografii.

Należy dodać, że również *Tajemnice milczących miliardów* Krystyny Nawary zostały opatrzone bardzo cennym, dwunastostronicowym *Słownikiem ważniejszych terminów.*

Odmienny nieco charakter ma książka Marka Żbika *O budowie planet,* dla której motto zostało zaczerpnięte z dzieła *O obrotach* Mikołaja Kopernika. Natomiast we *Wstępie* Autor stwierdza:

„Do napisania tej książki skłoniły mnie aktualnie zarysowujące się potrzeby usystematyzowania i przekazania kręgom czytelników nowych informacji nagromadzonych w wyniku licznych badań geologicznych prowadzonych zarówno na Ziemi, jak i na sąsiednich ciałach niebieskich naszego Układu."

A nieco dalej:

„Książka przeznaczona jest dla czytelników, którzy zapoznali się już z podstawowymi elementami geologii, astronomii i współczesnych technik badawczych."

Autor zwraca również uwagę, że „planetologia jest (...) pojęciem nazbyt szerokim i obejmującym nie tylko geologię planet, ale również i ich geografię, meteorologię, fizykę itp.", w związku z czym opowiada się za terminem geologia planet. Nie nowy to problem nazewniczy... Wydaje się jednak, że przyjęło się określenie „planetologia porównawcza", a obiekcje M. Żbika, że jest ono nader obszerne, można zbić wskazując, iż istnieje już i fizyka planet (jako dział astrofizyki) i meteorologia porównawcza, co się zaś tyczy geografii, to można ją, w odniesieniu do planet, nazywać planetografią itd.

Po *Wstępie*, który zawiera także wprowadzenie do zagadnienia powstawania planet Układu Słonecznego i jego miejsca we Wszechświecie, M. Żbik zwraca zasadniczą uwagę na budowę planet wewnętrznych (typu ziemskiego) poświęcając jej blisko 4/5 książki. Omawia w tej obszernej części budowę wewnętrzną i formowanie się planet, powierzchnię globów planetarnych i ich budowę oraz morfologię, kratery, tektonikę, wulkanizm, a także procesy wietrzenia i erozji. Znamienne jest, że Autor oddzielnie traktuje zagadnienie kraterów od wulkanizmu planetarnego dając wyważony pogląd na problem pochodzenia kraterów — zarówno uderzeniowych jak i wulkanicznych. Na przykład na str. 55 pisze: „Początkowo kratery na Księżycu przypisywano procesom wulkanicznym, ponieważ te właśnie kratery najlepiej były poznane na powierzchni Ziemi i z niedowierzaniem traktowano zwolenników meteorytowego pochodzenia tych form".

Z kolei pisząc o aktywności wulkanicznej Autor skrupulatnie wymienia jej przejawy nie tylko na Ziemi, ale również na Księżycu, Marsie i Merkurym wyrażając przy tym opinię, iż pewien rodzaj wulkanizmu jest stymulowany upadkiem wielkich meteorytów (planetoid?). Podług tej opinii potężne uderzenie meteorytu mogło spowodować spękanie skorupy planety i wylew law bazaltowych.

Dodać należy, iż rozważania o budowie powierzchni i wnętrza planet Autor konsewentnie przeprowadza w porównaniu z budową Ziemi i procesami zachodzącymi w jej wnętrzu oraz na powierzchni naszego globu, podkreślając podobieństwa i różnice ciał typu ziemskiego.

Znacznie krótsza część druga jest poświęcona budowie planet zewnętrznych (typu jowiszowego), a także ich księżyców i drobnych ciał kosmicznych (planetoid).

Równie krótka, trzecia i ostatnia część książki, to rozważania na temat związku między budową a genezą planet. Autor porusza w niej także problemy kosmologiczne i astrofizyczne (ewolucja Wszechświata, galaktyk i gwiazd). Swoje uwagi kończy krótkim omówieniem poszukiwania innych układów planetarnych w Galaktyce.

Łącznie książka liczy 136 stron zawierając 71 rysunków i fotografii, a oprócz tego — co szczególnie cenne wobec niewydolności poligraficznych drukarni — jedenaście zdjęć barwnych.

Wszystkie trzy książki dają przegląd aktualnego stanu wiedzy o większości planet Układu Słonecznego i dzięki nim lepiej możemy zrozumieć prawidłowości jego powstania i ewolucji. Do pełnego obrazu czytelnikowi polskiemu brakuje jednak *Fotograficznego Atlasu Planet*, o którym pisałem w numerze 1—4/1984 *Uranii*, str. 40.

T. ZBIGNIEW DWORAK

PORADNIK OBSERWATORA

Zakrycia gwiazd przez Księżyc widoczne w Polsce w II półroczu 1984 roku

UT	Nazwa gwiazdy	Nr ZC	Jasność	Zjawisko	P	T	A_k	H_k	H_s	Faza Księżyca
VII $4^d 20^h$	41 B.Vir	1741	$7^m,2$	D.D.	130°	70°S	+ 75°	15°	-10°	38+%
20 00	26 Cet	150	6,2	R.D.	160	0 S	- 60	20		60
VIII 24 01	Gem	1170	3,7 W	R.D.	245	55 S	-115	10		11-
IX 6 19	56 B.Cap	3018	6,3	D.D.	30	50 N	-5	15		89+
7 22	72 Psc	3158	5,8	D.D.	0	25 N	+25	15		95+
12 22	89 Psc	192	5,3	R.D.	170	5 S	-40	35		94-
15 22	26 B.Tau	517	6,4	R,D.	175	5 S	-75	35		74-
16 20	53 Tau	633	5,4 S	R.D.	245	75 S	-110	10		65-
28 16	11 H.Lib	2217	5,5	D.D.	75	60 N	+40	10	-5	18+
X 2 18	248 B.Sgr	2848	5,6 W	D.D.	145	25 S	+20	10		59+
4 16	113 B.Cap	3102	6,9 S	D.D.	85	75 S	-30	10	-5	77+
6 18	Aqr	3349	4,2	D.D.	340	10 N	-35	20		91+
14 03	51 Tau	631	5,6 S	R.D.	210	40 S	+50	50		85-
14 04	56 Tau	634	5,3	R.D.	240	70 S	+65	45	-5	85-
15 01	103 Tau	767	5,5 S	R.D.	260	85 S	-20	60		78-
16 23	39 Gem	1061	6,1	R.D.	310	55 N	-90	35		59-
16 23	40 Gem	1062	6,3 S	R.D.	270	85 S	-85	35		59-
21 03	+12°2284	1593	6,4 S	R.D.	350	40 N	-75	25		16-
30 15	-26°14743	2925	7,5	D.D.	90	80 S	-5	10	-5	41+

XI	3	23	336 B.Aqr	3458	6,5		D.D.	80	70 S	+50	10		80+
	5	00	-4° 0012	25	7,5		D.D.	110	40 S	+65	10		87+
	10	18	Tau	709	4,3	S	R.D.	285	65 N	-95	25		96-
	11	03	99 Tau	742	6,0	W	R.D.	265	85 N	+75	40		95-
	12	05	139 Tau	900	4,9		R.D.	325	35 N	+90	35	-5	89-
	16	23	46 Leo	1544	5,7		R.D.	245	40 S	-100	10		42-
	19	11	Vir	1821	2,9	W	D.B.	150	-55 S	+70	15	+15	16-
	19	12	Vir	1821	2,9	W	R.D.	265	60 S	+80	5	+15	16-
	20	04	499 B.Vir	1920	6,7		D.D.	205	0 S	-50	20	-10	10-
	27	16	52 B.Cap	3012	6,7		D.D.	40	55 N	+25	10		25+
	29	16	-17° 6491	3276	7,4		D.D.	20	40 N	+5	20		44+
XII	2	16	-2° 69	66	6,8		D.D.	35	65 N	-40	30		72+
	2	21	15 Cet	83	6,9	W	D.D.	5	30 N	+55	25		73+
	3	22	242 B.Psc	202	7,0		D.D.	85	60 S	+55	30		81+
	11	20	Cnc	1251	5,9		R.D.	330	40 N	-100	20		87-
	17	02	46 Vir	1869	6,1	W	R.D.	260	55 S	-60	20		33-
	19	03	Lib	2118	2,9	S	D.B.	160	-40 S	-55	5		13-
	19	04	8 Lib	2117	5,3	S	R.D.	265	65 S	-45	10		13-
	19	04	Lib	2118	2,9	S	R.D.	260	65 S	-45	10		13-
	27	15	69 Aqr	3343	5,7	S	D.D.	100	65 S	+15	25	-10	27+
	27	17	Aqr	3349	4,2		D.D.	65	85 S	+35	20		27+
	30	15	167 B./Psc Cet	128	7,3		D.D.	10	35 N	-30	35	-10	54+

OZNACZENIA:

D.D. — zakrycie przy ciemnym brzegu; R.D. — odkrycie przy ciemnym brzegu; D.B. — zakrycie przy jasnym brzegu; W — gwiazda podwójna wizualnie; S — gwiazda podwójna spektroskopowo; P — kąt pozycyjny od bieguna; T — kąt pozycyjny od terminatora; A_k, H_k — azymut i wysokość Księżyca; H_s — wysokość Słońca; faza Księżyca — procent oświetlonej tarczy; + faza rosnąca, — faza malejąca.
Pozostałe informacje podano przy okazji przedstawiania zakryć, widocznych w Polsce w I połowie 1984 roku (*Urania* nr 11/1983, s. 297—300).

Momenty zjawisk dla Szczecina, Poznania, Wrocławia, Bydgoszczy, Łodzi, Krakowa, Warszawy, Olsztyna, Krosna i Lublina

Data	Sz	Po	Wr	By	Ł	Kr	Wa	Ol	Ks	Lu
VII 4^d20^h	-	$24^m,3$	$26^m,8$	$23^m,3$	$26^m,3$	$29^m,7$	$25^m,9$	$22^m,8$	$30^m,8$	$28^m,1$
20 00	$33^m,1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII 24 01	17,0	14,5	12,4	15,1	12,3	09,4	12,3	15,1	07,8	10,1
IX 6 19	56,6	58,1	57,0	60,0	60,4	59,4	62,6	63,2	61,2	63,5
7 22	-	65,0	59,8	65,5	59,2	56,0	59,0	62,9	55,2	57,1
12 22	40,4	36,7	32,2	38,4	-	-	-	38,6	-	-
15 22	45,8	41,5	37,1	43,1	37,1	-	36,7	43,3	-	-
16 20	-	-	-	39,1	-	-	36,7	39,4	-	34,6
28 16	-	-	-	-	-	44,1	42,8	40,5	46,4	45,4
X 2 18	37,7	44,2	46,9	45,5	51,8	58,3	55,2	50,1	-	64,3
4 16	-	-	-	-	53,0	51,7	55,7	-	54,1	56,9
6 18	-	-	-	-	08,9	01,9	09,0	-	00,7	05,4
14 03	30,4	31,8	29,6	34,3	33,9	30,7	36,8	38,2	32,0	37,0
14 04	27,3	30,3	30,7	31,3	-	-	-	-	-	-
15 01	24,5	27,3	26,5	29,4	30,6	29,9	33,4	33,5	32,4	35,0
16 23	16,0	18,8	18,9	20,0	21,4	21,2	23,1	22,8	22,8	24,3
16 23	48,1	47,9	46,1	49,5	48,4	46,0	50,0	52,0	46,5	49,5
21 03	28,9	32,7	35,0	31,6	35,3	38,1	35,4	30,9	39,7	38,0
30 15	-	-	-	-	-	-	52,8	-	53,9	55,3
XI 3 22	58,3	61,2	62,9	61,2	64,0	66,8	64,6	62,2	68,9	-
5 00	21,0	26,0	30,6	24,8	-	-	-	-	-	-
10 18	47,8	47,4	45,8	48,7	47,5	45,4	48,8	50,7	45,6	48,2
11 03	36,3	39,9	41,7	40,0	43,2	45,7	44,0	41,2	47,8	46,6
12 05	27,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 23	-	-	-	-	-	-	-	18,3	-	-
19 11	41,9	44,7	47,3	43,7	46,8	50,4	46,4	43,2	51,6	48,8
19 12	31,9	34,4	36,5	33,7	36,3	39,0	36,0	33,4	-	-
20 04	-	-	-	58,7	-	-	-	-	-	-
27 16	-	-	45,7	-	-	48,0	-	-	49,5	-
29 16	50,1	50,0	48,6	51,4	50,9	49,5	52,4	53,5	50,6	52,6
XII 2 16	07,3	-	04,4	09,1	07,6	04,7	09,8	12,2	05,7	09,3
2 21	47,9	43,5	40,4	45,5	42,1	39,2	43,2	47,0	39,3	41,8
3 22	16,5	20,2	22,1	20,6	23,9	27,2	25,0	22,4	30,0	28,1
11 19	53,7	57,9	58,8	58,3	64,4	61,2	61,6	60,2	62,4	63,0
17 02	20,2	20,1	17,3	22,5	21,2	17,7	23,7	25,9	19,0	23,4
19 03	-	-	56,6	-	55,9	57,0	55,7	55,2	57,2	56,2
19 04	-	-	34,4	-	38,2	36,1	40,6	42,1	37,8	41,1
19 04	41,4	42,2	40,0	44,6	44,2	41,9	46,8	48,3	43,8	47,3
27 15	44,9	49,4	50,4	51,1	54,7	57,3	57,6	55,2	62,1	61,9
27 17	16,7	19,2	19,7	20,0	21,9	23,3	23,3	22,0	25,5	25,3
30 15	37,6	34,8	-	36,8	33,8	30,0	35,4	38,9	30,0	33,9

MAREK ZAWILSKI

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Maj 1984 r.**

Słońce

Deklinacja Słońca stale w maju wzrasta, w związku z czym w ciągu miesiąca dnia przybywa o półtorej godziny. W Warszawie 1 maja Słońce wschodzi o 5^h5^m, zachodzi o 20^h2^m, a 31 maja wschodzi o 4^h21^m, zachodzi o 20^h47^m. W maju Słońce wstępuje w znak Bliźniąt.

W godzinach popołudniowych 30 maja zdarzy się obrączkowe zaćmienie Słońca, u nas widoczne jako częściowe około półtorej godziny przed zachodem Słońca *. Podczas największej fazy zaćmienia, kiedy około 40% średnicy tarczy Słońca zakryte będzie tarczą Księżyca, Słońce będzie właśnie u nas zachodzić. Pas zaćmienia obrączkowego ciągnie się od Oceanu Spokojnego poprzez Amerykę Północną i Ocean Atlantycki do Afryki Zachodniej.

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

Data 1983	P	B_0	L_0	Data 1983	P	B_0	L_0
V 1	—24°04	—4°06	300°30	V 17	—20°22	—2°32	88°74
3	—23.66	—3.86	273.86	19	—19.63	—2.10	62.28
5	—23.24	—3.65	247.43	21	—19.01	—1.86	35.82
7	—22.81	—3.44	220.99	23	—18.36	—1.63	9.36
9	—22.35	—3.22	194.54	25	—17.69	—1.39	342.90
11	—21.86	—3.00	168.10	27	—17.01	—1.15	316.44
13	—21.34	—2.78	141.64	29	—16.29	—0.91	289.98
15	—20.80	—2.56	115.20	31	—15.56	—0.67	263.51

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$24^d7^h0^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Ciemne, bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszym i ostatnim tygodniu miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w maju następująca: 1^d6^h nów, 8^d14^h pierwsza kwadra, 15^d6^h pełnia, 22^d20^h ostatnia kwadra i 30^d19^h jeszcze raz w tym miesiącu nów. W perygeum Księżyc znajdzie się 12 maja, a w apogeum 24 maja.

Nad ranem 15 maja zdarzy się półcieniowe zaćmienie Księżyca. U nas widoczny będzie tylko początek zjawiska, na krótko przed zachodem Księżyca. W maju tarcza Księżyca zakryje Saturna, Urana i Merkurego, ale żadne z tych zjawisk nie będzie u nas widoczne.

* Patrz Poradnik Obserwatora w nr 3/1984 *Uranii*.

Planety i planetoidy

W połowie miesiąca Merkury widoczny jest nisko nad wschodnim horyzontem (około +0,5 wielk. gwiazd.), ale praktycznie niknie w blasku wschodzącego Słońca. Wenus jest niewidoczna. Mamy natomiast dobre warunki obserwacji Marsa, widocznego przez całą noc w gwiazdozbiorze Wagi jako gwiazda około —2 wielkości; 11 maja Mars znajdzie się w opozycji, a 19 maja najbliżej Ziemi w odległości około 79,5 mln km. Saturn przebywający także w gwiazdozbiorze Wagi jest znacznie słabszy od Marsa i świeci całą noc jak gwiazda +0,2 wielk. Prawie całą noc widoczny jest też Jowisz, który wschodzi późnym wieczorem i świeci w gwiazdozbiorze Strzelca jak gwiazda —2,5 wielkości. W Strzelcu także przebywa Neptun, ale widoczny jest tylko przez lunety wśród gwiazd 8 wielkości. Uran widoczny jest w gwiazdozbiorze Wężownika na granicy widoczności gołym okiem (6 wielk. gwiazd.). Pluton widoczny jest przez całą noc w gwiazdozbiorze Panny, ale dostępny jest tylko przez duże instrumenty (13,5 wielk. gwiazd.).

Meteory

Od 1 do 8 maja promieniują meteory z roju eta Akwarydów. Radiant meteorów leży na równiku niebieskim na granicy gwiazdozbiorów Wodnika, Ryb i Pegaza (rekt. 22^h24^m). Maksumum aktywności przypada 5 maja, a warunki obserwacji są w tym roku dobre. Eta Akwarydy są prawdopodobnie związane z orbitą komety Halleya.

* *
*

$1/2^d$ Księżyc 3 Jowisza ukryty jest w cieniu planety, koniec zaćmienia obserwujemy o 2^h11^m. Księżyc ten pojawi się z lewej strony tarczy planety (patrząc przez lunetę odwracającą) i o 3^h47^m zniknie za brzegiem tarczy (początek zakrycia).

3^d10^h Saturn w opozycji.

4^d15^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

$5/6^d$ Po tarczy Jowisza wędruje cień jego 2 księżyca. Sam księżyc rozpocznie przejście o 1^h55^m, a jego cień widoczny będzie do 2^h19^m.

$6/7^d$ Księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza. O 1^h58^m pojawi się plamka cienia tego księżyca, a o 3^h2^m księżyc 1 rozpocznie przejście na tle tarczy.

$7/8^d$ Księżyc 1 ukryty jest za tarczą Jowisza. O 2^h34^m obserwujemy koniec zakrycia.

$8/9^d$ O 3^h10^m obserwujemy początek zaćmienia 3 księżyca Jowisza. Księżyc ten zniknie nagle w cieniu planety w odległości prawie równej średnicy tarczy od jej lewego brzegu (w lunecie odwracającej).

11^d11^h Mars w opozycji.

12/13^d Do brzegu tarczy Jowisza zbliża się jego księżyc 2 i o 2^{h}20^m plamka cienia tego księżyca pojawi się na tarczy planety.

14^d O 10^h Saturn w bliskim złączeniu z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Południowym Pacyfiku, w Środkowej i Południowej Ameryce i na Antarktydzie. O 21^h Mars znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odl. 2°.

14/15^d O 1^{h}9^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza, a o 1^{h}15^m koniec zakrycia księżyca 2.

15^d Półcieniowe zaćmienie Księżyca, którego początek możemy obserwować nad ranem na godzinę przed zachodem Księżyca.

15/16^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia: cienia o 0^{h}34^m, księżyca o 1^{h}32^m.

16^{d}13^h Bliskie złączenie Urana z Księżycem. Zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Południowej Afryce, na Oceanie Indyjskim, na Antarktydzie i w Południowej Australii.

17^{d}22^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odl. 3°.

17/18^d Księżyc 4 przechodzi na tle tarczy Jowisza; koniec przejścia obserwujemy o 1^{h}23^m.

18^{d}19^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 3°.

19^d O 13^h Mars najbliżej Ziemi w odl. 79,5 mln km. O 22^h Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (w odl. 26°).

19/20^d Do 0^{h}12^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 3 księżyca, a od 0^{h}48^m do 3^{h}51^m księżyc 3 przechodzi na tle tarczy i jest niewidoczny.

21/22^d Księżyc 2 ukryty jest za tarczą planety, a o 3^{h}2^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca. W pobliżu Jowisza widać teraz tylko dwa jego księżyce do 3^{h}38^m, kiedy nastąpi koniec zakrycia księżyca 2.

22/23^d Cień księżyca 1 wędruje po tarczy Jowisza, kiedy o 1^{h}4^m księżyc 1 rozpoczyna przejście na tle tarczy. Koniec przejścia cienia nastąpi o 2^{h}28^m, a księżyca 1 o 3^{h}19^m.

25/26^d Obserwujemy rzadki przypadek zaćmienia 4 księżyca Jowisza. Księżyc ten ukryty będzie w cieniu planety od 1^{h}43^m do 3^{h}3^m, zniknie w odległości prawie dwóch średnic od brzegu tarczy, a porusza się tak powoli, że pojawi się praktycznie w miejscu zniknięcia (a więc daleko od brzegu tarczy planety).

26/27^d Od 1^{h}10^m po tarczy Jowisza wędruje cień księżyca 3.

28^{d}20^h Bliskie złączenie Merkurego z Księżycem. Zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Północnym Pacyfiku, na Alasce, w Północnej Kanadzie i na Grenlandii.

28/29^d O 1^{h}51^m obserwujemy początek zaćmienia 2 księżyca Jowisza.

29/30^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: cienia o 2^{h}8^m, księżyca 1 o 2^{h}50^m.

30^d Obrączkowe zaćmienie Słońca, w Polsce widoczne jako częściowe na godzinę przed zachodem Słońca.

30/31^d O 2^{h}20^m obserwujemy koniec zakrycia 1 księżyca przez tarczę Jowisza.

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

CONTENTS

M. Grzymkowska — Scientific Applications of the Space Telescope.

M. Sroczyńska-Kożuchowska — The Galaxy Hundred Years Later after the First Inventory.

J. Mergentaler — Old Age of the Sun.

S. Szutowicz, K. Ziołkowski — The Crommelin's Comet.

Chronicle: Ring Structures in Galaxies and the Age of the Universe. — Has the Galaxy Spiral Arms? — Globules — Cradles of Stars.

New Books: About a Comparative Planetology.

Vade-mecum for Observers: Occultation of Stars by the Moon visible in Poland in the 2nd Half-Year of 1984.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

М. Гжимковска — Научные применения космического телескопа.

М. Срочиньска-Кожуховска — Галактика сто лет спустя после первой инвентаризации.

Я. Мергенталер — Старость Солнца.

С. Шутович, К. Зиолковски — Комета Кроммелина.

Хроника: Кольцевые структуры в галактиках и возраст Вселенной — Имеет ли Галактика спиральные рукава? — Глобули — звёздные колыбели.

Новые книги: О сравнительной планетологии.

Справочник наблюдателя: Покрытия звёзд Луной видимые в Польше во II половине 1984 г.

Астрономический календарь.

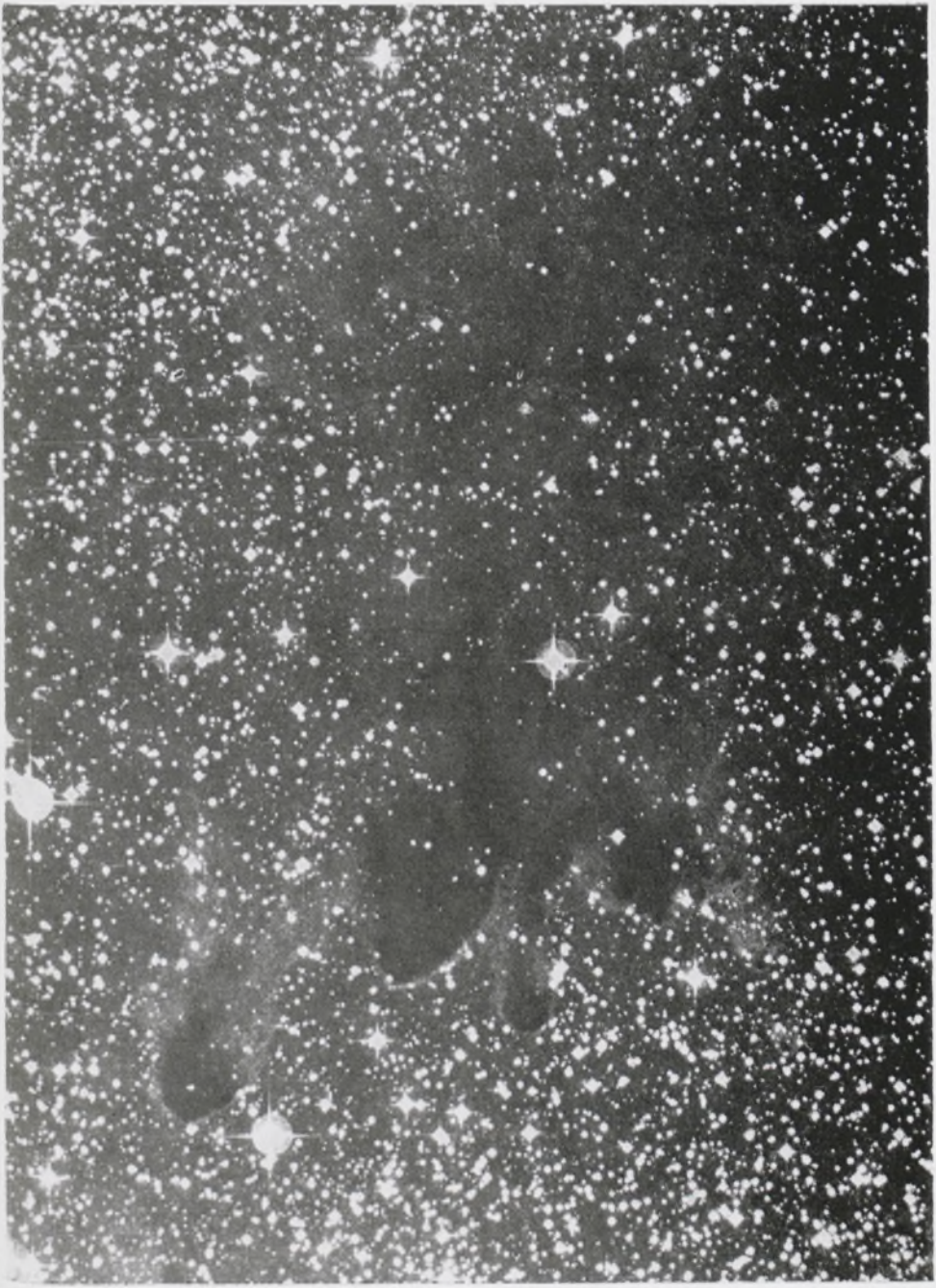
Trzecia strona okładki: Globule CG 30, 31 i 38 w mgławicy Guma (od nazwiska odkrywcy C. Guma); jasny punkt w środku globuli CG 30 (w lewym dolnym rogu) jest obiektem Herbiga-Haro (patrz notatka w **Kronice** pt. „Globule — gwiezdne kołyski").

Czwarta strona okładki: Negatywowe zdjęcie globuli CG 1 w mgławicy Guma o wyglądzie kometarnym, w której znaleziono rodzącą się gwiazdę Berens 135 (patrz notatka w **Kronice** pt. „Globule — gwiezdne kołyski").

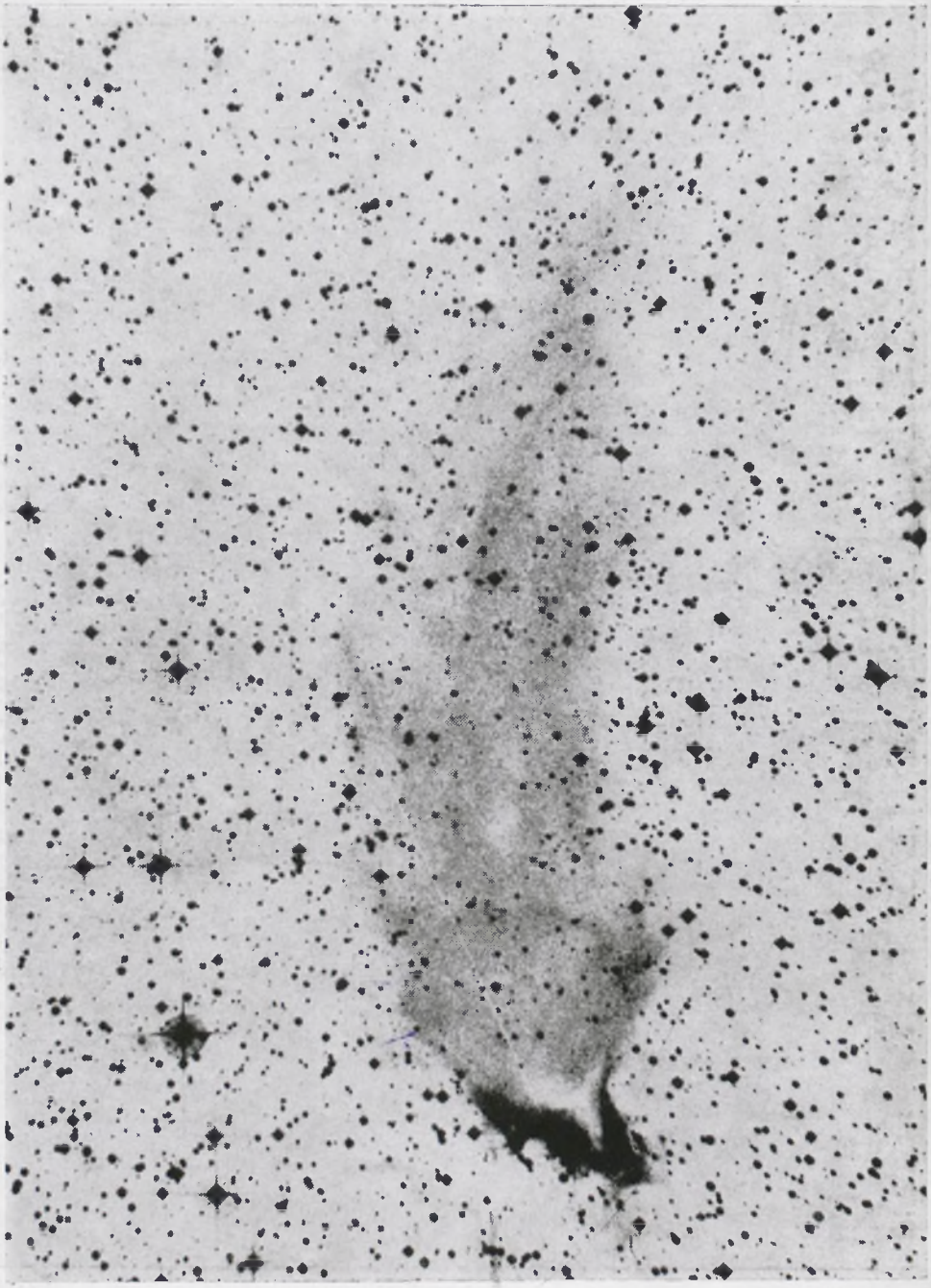
URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. **Redaguje kolegium** w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. **Adres redakcji:** ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. **Adres administracji:** Zarząd Główny PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. **Warunki prenumeraty:** roczna dla członków PTMA — 294 zł, cena pojedynczego egzemplarza — 25 zł, zgłoszenia w administracji, adres j.w.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław. Oddział w Krakowie, 1984. Nakład 3150 egz. Objętość ark. wyd. 2,50, ark. druk. 2. Pap. druk. sat. kl. V, 65 g, 61×86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa Kraków, ul. Mikołajska 13 — 1423/84 — R-16 — 3150 + 32



Cena zł 25.—



Indeks 38001