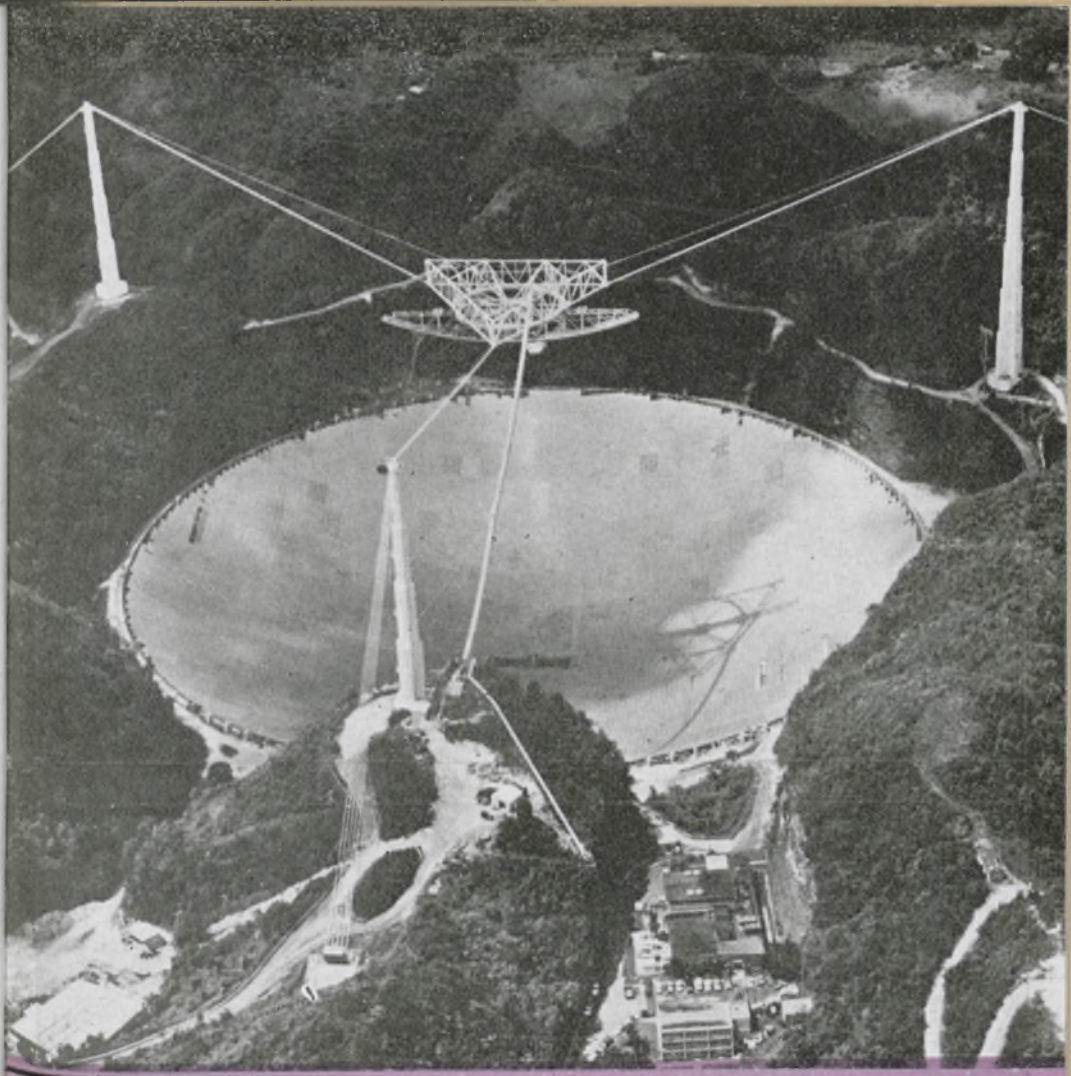


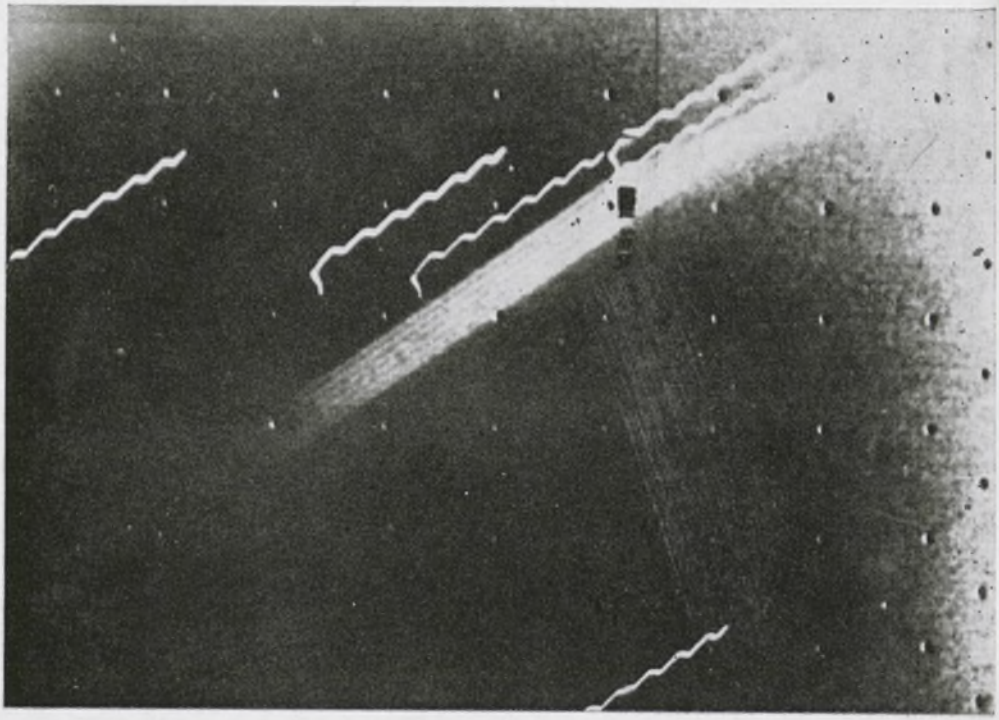
URANIA

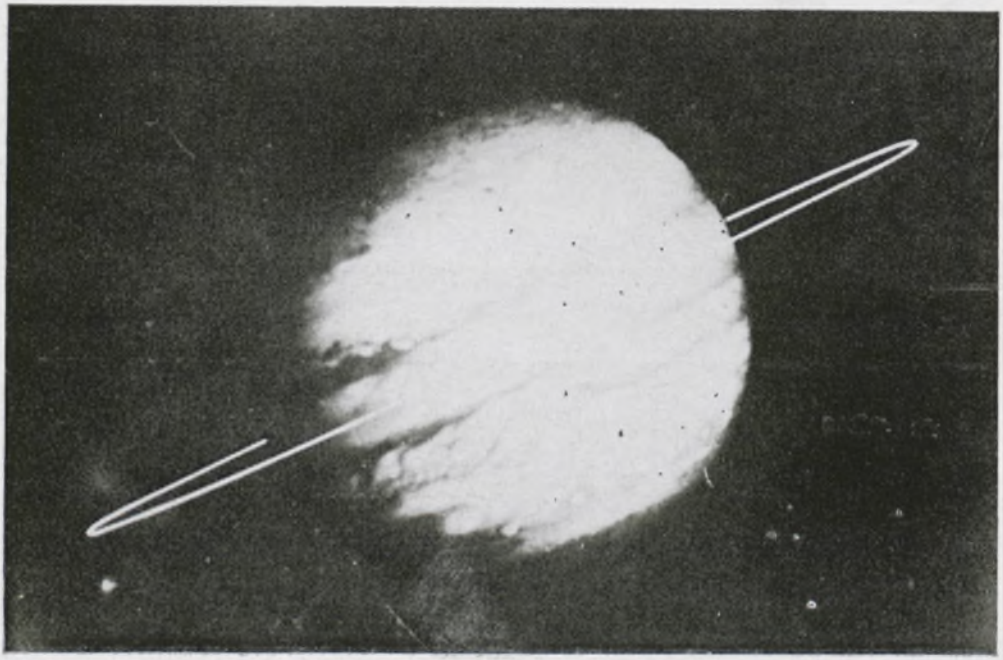
MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK L WRZESIEŃ 1979 NR 9

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu





ISSN — 0042-07-94

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK L WRZESIEŃ 1979 Nr 9

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).

Ilustracjami do artykułu Stanisława R. Brzostkiewicza „Fotoreportaż z Jowisza" są zdjęcia dokonane przez kamery statku kosmicznego Voyager-1, reprodukowane na okładkach lipcowego i niniejszego numeru Uranii. Dalsze będziemy zamieszczali w miarę ich otrzymywania. W artykule mowa także o penetrowaniu otoczenia dalszych planet. Fotografowanie planet i ich satelitów wydaje się już dziś czymś zwykłym, nie zapominajmy jednak, że pierwsze zdjęcie powierzchni planety przy pomocy statku kosmicznego otrzymano dopiero przed 14 laty; było to zdjęcie Marsa w lipcu 1965 r. (Mariner-4), reprodukowane na okładce Uranii nr 10/1965.

Fotoreportaż uzupełnia jedna z notatek naszej Kroniki.

SPIS TREŚCI

Michał Heller — Ewolucja Kosmosu i kosmologii.

Stanisław R. Brzostkiewicz — Fotoreportaż z Jowisza.

Marek Szczepański — XXII Olimpiada Astronomiczna.

Kronika: Pierścienie planet — Poszukiwanie cywilizacji pozaziemskich — Strumień radiowy Ziemi a możliwości SETI — Klasyfikacja mgławic planetarnych — Czerwone giganty tracą masę — Prędkości radialne gwiazd — Historia zmienności R Puppis.

Obserwacje: Komunikat Centralnej Sekcji Obserwatorów Słońca nr 4/79 — Raport IV 1979 o radiowym promieniowaniu Słońca.

Kronika historyczna: 300 lat „Connaissance des Temps" — Johann Daniel Titius (1729—1796).

Nowości wydawnicze.

Kalendarzyk astronomiczny.

Pierwsza strona okładki. Największy obecnie na świecie radioteleskop o średnicy 305 m w Arecibo (Puerto Rico).

Druga strona okładki. U góry — pierwsze zdjęcie pierścienia Jowisza wykonane przez sondę kosmiczną Voyager 1 z odległości około 1.2 mln km podczas 11 minutowej ekspozycji. Faliste linie są obrazami gwiazd i ukazują ruch sondy kosmicznej podczas wykonywania zdjęcia. U dołu — rysunek obrazujący prawdopodobny wygląd pierścienia Jowisza (patrz notatka w Kronice pt. „Pierścienie planet").

Trzecia strona okładki. Pierwszy bezpośrednio uzyskany obraz pierścieni Urana — patrz notatka w Kronice pt. „Pierścienie planet".

Czwarta strona okładki. Rysunek pierścieni Urana wykonany w oparciu o informacje uzyskane podczas obserwacji zakrycia gwiazdy przez Urana w dniu 10 marca 1977 roku.

MICHAŁ HELLER — Tarnów

EWOLUCJA KOSMOSU I KOSMOLOGII

XII. Geometria i termodynamika Wszechświata

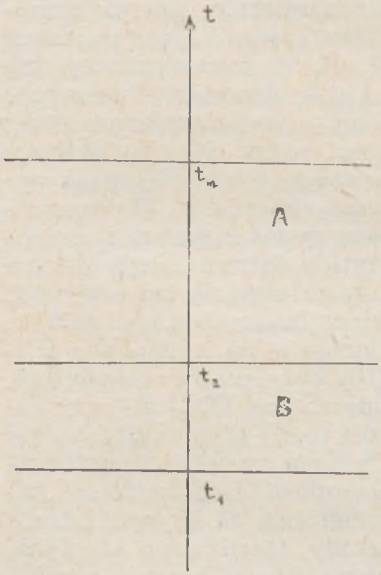
1. *Kierunki badań*

Podczas gdy Milne pracował nad rozwijaniem konkurencyjnego systemu kosmologicznego, w kosmologii relatywistycznej dokonywał się szybki postęp. Co więcej, w niektórych przypadkach istnienie konkurencji wyraźnie stymulowało nowe badania. Ogólna teoria względności traktuje pole grawitacyjne jako zakrzywienie czasoprzestrzeni. Kosmologia relatywistyczna stara się zrekonstruować strukturę pola grawitacyjnego pochodzącego od wszystkich mas we Wszechświecie, jej zadaniem jest więc zbadanie geometrii Wszechświata. Ale w rzeczywistym Wszechświecie oprócz oddziaływań grawitacyjnych „dzieje się" cała reszta fizyki; a zatem niejako na geometrycznej scenie czasoprzestrzeni należy rozważać fizykę Wszechświata. Geometrię jednorodnych i izotropowych modeli kosmologicznych dokładnie opracowali H. P. Robertson i A. G. Walker. Badania fizyki Wszechświata zapoczątkował Georges Lemaître, wysuwając hipotezę „Pierwotnego Atomu" (por. rozdz. VIII, omówimy ją obszerniej w następnym rozdziale) oraz R. C. Tolman przez stworzenie termodynamiki relatywistycznej i zastosowanie jej do rozważań kosmologicznych. W obecnym rozdziale przyjrzyjmy się bliżej geometrii Wszechświata opracowanej przez Robertsona i Walkera oraz termodynamice Wszechświata będącej dziełem Tolmana.

2. *Robertson i Walker: symetrie Wszechświata*

Zainteresowania Howarda Percy'ego Robertsona teorią względności rozpoczęły się od dwóch prac [1, 2], stanowiących części jego rozprawy doktorskiej przedstawionej w 1925 r. w Kalifornijskim Instytucie Technologicznym. Obydwie prace dotyczyły matematycznych aspektów teorii Einsteina. Pierwsza szerzej znana kosmologiczna praca Robertsona opublikowana w 1928 r. [3] była poświęcona analizie rozwiązania de Sittera; niezależnie od Lemaître'a (por. rozdz. II) autor wykazał, że model de Sittera nie jest statyczny lecz stacjonarny, tzn. rozszerza się, ale w taki szczególny sposób, że „zawsze wygląda tak samo".

Następny rok przyniósł kolejną pracę, ważną dla dalszego rozwoju kosmologii [4]. Robertson sformułował w niej geometryczne założenia przyjmowane dotychczas przy konstruowaniu modeli kosmologicznych i rozważył wszystkie możliwe przestrzenie zgodne z tymi założeniami. Założenia te są następujące: (1) istnieje taki globalny (tzn. pokrywający cały Wszechświat) układ współrzędnych, w którym czasoprzestrzeń da się rozłożyć na czas kosmiczny i prostopadłe do niego przestrzenie chwilowe (por. rys. 1); (2) przestrzenie chwilowe są jednorodne (nie posiadają wyróżnionych punktów) i izotropowe (nie posiadają wyróżnionych kierunków).



Rys. 1. Czas kosmiczny (A) i przestrzenie chwilowe (B) (dwa wymiary przestrzenne zostały pominięte na rysunku).

Ważnym pojęciem geometrycznym jest pojęcie metryki przestrzeni. Jest to wzór wyrażający odległość między dwoma „dowolnie bliskimi" punktami danej przestrzeni. Po kształcie metryki można rozpoznać, jakiej geometrii podlega (lokalnie) dana przestrzeń. Robertson w swojej pracy z 1929 r. podał najogólniejszy kształt metryki czasoprzestrzeni spełniającej założenia (1) i (2). Okazało się, że przestrzenie chwilowe, zgodne

z założeniem (2), muszą być przestrzeniami o stałej krzywiźnie, krzywizna ta może być zerowa (przestrzenie płaskie, jak na rys. 1), dodatnia (jak np. w statycznym modelu Einsteina) lub ujemna (tzw. geometria Łobaszewskiego).

Metrykę znalezioną przez Robertsona nazywa się dziś metryką Robertsona—Walkera. Drugie nazwisko pojawiło się w tym określeniu dla uczczenia innego uczonego, który położył nie mniejsze zasługi w badaniu geometrii Wszechświata.

A. G. Walker rozpoczął swoje badania kosmologiczne od zagadnienia odległości [5, 6]; problem ten nie jest trywialny, gdyż to, co zwykle geometrzy nazywają odległością nie da się mierzyć bezpośrednio przy pomocy metod astronomicznych, natomiast to, co da się mierzyć astronomicznie, nie ma bezpośredniej interpretacji w geometrii. Następnie Walker poświęcił wiele uwagi kosmologii Milne'a [7, 8]. W kosmologii tej, jak pamiętamy, nie ma równań pola i całą geometrię czasoprzestrzeni należy wyprowadzić z pomiarów wykonywanych przez obserwatorów fundamentalnych (por. rozdz. X). To skłoniło Walkera do dokładnego, matematycznego przestudiowania postulatów, na jakich te pomiary muszą się opierać. W ten sposób powstała kolejna, fundamentalna praca ogeometrii czasoprzestrzeni nawiązująca zresztą w tytule do kosmologii Milne'a [9]. Mniej więcej w tym samym czasie ukazała się obszerna, trzyczęściowa praca Robertsona [10], zajmująca się tym samym kręgiem zagadnień i również nawiązująca do kosmologii Milne'a. Zważywszy, że prace [9] i [10] były pisane niezależnie, zbieżność ich treści i metod jest uderzająca. Obaj autorzy zastosowali do kosmologii matematyczną teorię grup ciągłych. Jest to teoria specjalnie przydatna do badania symetrii przestrzennych. Założenia jednorodności i izotropowości przestrzeni, nazwane przez Milne'a zasadą kosmologiczną, są w swej istocie założeniami symetrii. Stosując metody teorii grup ciągłych, wszystkie modele kosmologiczne można sklasyfikować w zależności od stopnia symetrii przestrzeni danego modelu. Okazuje się, że maksymalną symetrię przestrzenną odznaczają się modele z metryką Robertsona—Walkera (znalezioną przez Robertsona w pracy [4]).

Warto jeszcze wspomnieć często cytowaną pracę Robertsona z 1933 roku [11]; jest to przeglądowy, prawie monograficzny artykuł, stanowiący niejako podsumowanie całej dotychczasowej kosmologii relatywistycznej. Należy jednak pamiętać, że była ona wówczas bardzo młodą dyscypliną naukową, znajdującą się ciągle jeszcze w pierwszej fazie gwałtownego rozwoju.

Napisanie przeglądowego artykułu w takich warunkach wymagało przepracowania dużych partii materiału od nowa. W „Dodatku" do pracy (w części „C" dodatku) autor przedstawia krótko metodę badania symetrii przestrzennych przy pomocy pojęciowego aparatu grup ciągłych. Na uwagę zasługuje bibliografia dołączona do artykułu, zawiera ona kompletną listę prac kosmologicznych, jakie ukazały się w latach 1917—1932. Nieoceniona pomoc dla wszystkich interesujących się historią kosmologii!

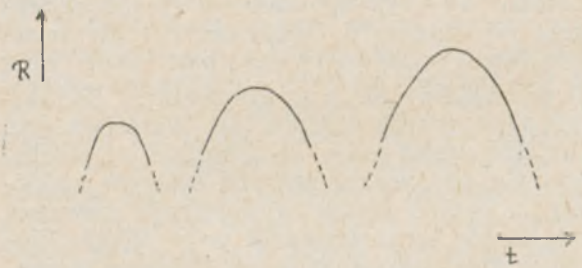
3. *Tolman: termodynamika Kosmosu*

Geometria mówi o strukturze Wszechświata. Ale jeśli struktura zmienia się, mamy ewolucję. Zmienność układów fizycznych w czasie wiąże się z termodynamiką, a zwłaszcza z jej drugą zasadą, czyli z zasadą wzrostu entropii. Dlatego też w kosmologii relatywistycznej prędzej czy później musiały pojawić się problemy termodynamiczne. Cała dotychczasowa termodynamika była oparta na mechanice klasycznej. Chcąc ją zastosować do kosmologii relatywistycznej należało najpierw uzgodnić zasady termodynamiki z zasadami teorii względności. W ten sposób powstała termodynamika relatywistyczna. Jej głównym twórcą jest R. C. Tolman [12—14]. Spotkaliśmy go już wcześniej, to właśnie dzięki współpracy z Tolmanem Hubble zapoznał się bliżej z kosmologią relatywistyczną (por. rozdz. VII).

W rozdziale VIII zetknęliśmy się z rozumowaniem Eddingtona, który — przyjąwszy wzrost entropii we Wszechświecie za wskaźnik kierunku upływania czasu — dowodził, że ewolucja Kosmosu zakończy się, gdy wzrost entropii osiągnie maksimum. Ale Eddington do swoich raczej intuicyjnych rozważań wykorzystywał drugą zasadę termodynamiki w jej ujęciu klasycznym. Tymczasem w sformułowanej przez Tolmana termodynamice relatywistycznej druga zasada uległa istotnej modyfikacji. W przypadku relatywistycznym w układzie izolowanym, gdy zachodzą w nim procesy nieodwracalne, entropia wzrasta, ale w odróżnieniu od przypadku klasycznego wzrost ten nie musi osiągać maksimum. Równowaga termodynamiczna zależy nie tylko od temperatury ale i od potencjałów grawitacyjnych. Może się tak zdarzyć — a nawet jest to częstszą sytuacją — że mimo równości temperatur, potencjały grawitacyjne będą różne w różnych miejscach i wówczas entropia będzie wzrastać nieograniczenie, nigdy nie osiągając wartości maksymalnej.

Jeśli drugą zasadę termodynamiki relatywistycznej zastosować do Wszechświata jako całości, to wprawdzie nadal może ona służyć za wskaźnik kierunku czasu, ale nie prowadzi już do wniosku o nieuchronnej śmierci cieplnej Wszechświata. Nie można winić Eddingtona za to, że w 1931 r. nie znał termodynamiki relatywistycznej — ta gałąź fizyki była wówczas dopiero w stanie powstawania — ale nie można wybaczać dzisiejszym dyskutantom zagadnienia „śmierci cieplnej" Wszechświata, gdy uparcie nie biorą pod uwagę istnienia termodynamiki relatywistycznej.

Tolman odczuwał wyraźną predylekcję do oscylującego modelu Wszechświata, „trwającego" nieskończenie długo. Każdy cykl ewolucyjny takiego modelu zaczyna się i kończy stanem osobliwym z nieskończoną gęstością materii w zerowej objętości. Z matematycznego punktu widzenia dwóch cykli nie da się ze sobą gładko skleić, z fizycznego punktu widzenia w osobliwości ginie informacja o stanach ją poprzedzających (w przypadku osobliwości początkowej) lub następujących po niej (w przypadku osobliwości końcowej). Mimo to Tolman wierzył, iż „jest rzeczą oczywistą, że po skurczeniu się do zera może następować tylko odnowiona ekspansja" [15].



Rys. 2. Kosmologiczny model Tolmana.

Tolman wraz ze swoim współpracownikiem Morganem Wardem [15] wykazali, że jeżeli w modelu oscylującym zachodzą procesy nieodwracalne, to okres trwania poszczególnych cykli wydłuża się, a ich amplituda rośnie (rys. 2), w fazie rozszerzania się Wszechświata entropia wzrasta, w fazie kurczenia się maleje, ale w kolejnych maksimach ekspansji entropia jest coraz większa. W ten sposób Wszechświat może oscylować nieograniczenie. Jednakże problem przejścia przez osobliwości

nadal pozostał nierozwiązany. Tolman na wszelki wypadek na wykresie pozostawił luki, nie narysował, jak sobie te przejścia wyobraża.

4. Dwie monografie

Tolman nie tylko stworzył termodynamikę relatywistyczną i zastosował ją do kosmologii, przedtem jeszcze interesował się geometrycznymi własnościami modeli kosmologicznych, ale nie abstrakcyjnie jak Robertson i Walker, lecz zawsze w ścisłym związku z astronomicznymi obserwacjami [16—19]. Tolman wkrótce stał się jednym z najwybitniejszych znawców teorii względności i kosmologii. W r. 1934 ukazała się jego obszerna mongorafia zatytułowana „Teoria względności, termodynamika i kosmologia" [20]. Z książki tej uczyły się następne pokolenia relatywistów, dziś jeszcze często sięga się do niej, by przypomnieć sobie podstawowe definicje lub sprawdzić zasadnicze formuły.

Jeszcze na długo przed ukazaniem się monografii Tolmana znane były całościowe opracowania teorii względności. Do pierwszych należą Hermana Weyla „Przestrzeń — czas — materia" [21], pierwsze wydanie w 1922 r., i Eddingtona „Matematyczna teoria względności" [22], pierwsze wydanie w 1923 r. Obie te książki powstawały w okresie, gdy teoria względności była owiana jeszcze atmosferą nowości i tajemniczości, dlatego też kładą one nacisk na fizyczne, matematyczne, a nawet filozoficzne podstawy nowej teorii. Tolman traktuje teorię względności jako już standardowe narzędzie fizyka-teoretyka i koncentruje uwagę na jej termodynamicznych i kosmologicznych zastosowaniach.

Historyk kosmologii, Merleau-Ponty charakteryzuje „epistemologiczne sumienie" Tolmana jako „kompromis między moralnością empirysty a pokusą kosmologa" [23]. Moralność empirysty nakazywała Tolmanowi traktować teorię względności dokładnie tak samo jak wszystkie inne teorie fizyczne, pokusa kosmologia skłaniała do najdalej idących ekstrapolacji, ale o ile możności opartych na solidnej bazie obserwacyjnej. W artykule wydrukowanym pośmiertnie Tolman [24] wyznawał wiarę w słuszność kosmologii relatywistycznej i wyrażał przekonanie, że wszystkie jej trudności (zwłaszcza tzw. problem wieku Wszechświata) są spowodowane założeniem dokładnej jednorodności Wszechświata, które przecież — jak wykazują obserwacje — może być tylko grubym przybliżeniem.

W kosmologicznej części swojej książki Tolman korzystał z przeglądowego artykułu Robertsona [11] lub — biorąc pod uwagę krótkość czasu, jaki dzieli ukazanie się artykułu Robertsona i książki Tolmana — z tych samych źródeł co Robertson. Jednakże poglądy na kosmologię tych dwóch autorów różniły się zasadniczo. Po pierwsze Robertson był matematykiem i widział we Wszechświecie raczej działanie praw symetrii niż praw dynamiki; po drugie, Robertson — w przeciwieństwie do Tolmana — żywił poważne zastrzeżenia co do słuszności ogólnej teorii względności; nie bez wpływu na to stanowisko pozostawały poglądy Milne'a, które swoją dedukcyjną prostotą musiały budzić sympatię matematyka.

Robertson uważał, że model kosmologiczny należy budować w oparciu o możliwie najmniejszą liczbę założeń, kolejne założenia trzeba wprowadzać dopiero wtedy, gdy są niezbędne. A więc równania Einsteina powinny być uwzględnione dopiero w ostatnim etapie konstruowania modelu Wszechświata. W zasadzie modelem kosmologicznym dla Robertsona jest każda czasoprzestrzeń posiadająca metrykę Robertsona—Walkera plus założenia dotyczące rozchodzenia się światła i ruchu obserwatorów fundamentalnych (zresztą założenia te Robertson w sposób ewidentny zapożyczył od teorii względności). Tak rozumianą klasę modeli kosmologicznych umówmy się nazywać „kosmologią Robertsona". Kosmologia Robertsona zawiera jako swoje szczególne przypadki kosmologię Milne'a i modele Wszechświata Friedmana—Lemaître'a. Te ostatnie są to modele kosmologii Robertsona, będące dodatkowo rozwiązaniami einsteinowskich równań pola grawitacyjnego.

Kosmologia Robertsona także doczekała się swojego monograficznego opracowania. Po śmierci Robertsona — zginął on w wypadku samochodowym w 1961 roku — jego ostatni student, Thomas W. Noonan, przygotował do druku książkę opierając się na wykładach, artykułach i notatkach pozostawionych przez swojego profesora. Książka „Teoria względności i kosmologia" [25] daje bardzo przejrzysty wykład teorii Einsteina i kosmologii relatywistycznej, ale jest przesiąknięta „filozofią Robertsona".

Rozwój nauki zwykle dokonuje się dzięki napięciom, jakie rodzą się w różnicy poglądów.

Przypisy

[1] H. P. Robertson, Transformations of Einstein Spaces, *Proceedings of the National Acudenty of Sciences*, **11**, 1925, 590—592.

[2] H. P. Robertson, Dynamical Space-Times Which Contain a Conformal Euclidean 3-Space, *Transformations of the American Mathematical Society*, **29**, 1927, 481—496.

[3] H. P. Robertson, On Relativistic Cosmology, *Philosophical Magazine*, **5**, 1928, 835—848.

[4] H. P. Robertson, On the Foundations of Relativistic Cosmology, *Proc. of the National Acad. of Sci.*, **15**, 1929, 822—829.

[5] A. G. Walker, Spatial Distance in General Relativity, *Quart. J. Math.*, Oxford, Ser. **4**, 1933, 71—80.

[6] A. G. Walker, Distance in an Expanding Universe, *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, **94**, 1934, 159—167.

[7] A. G. Walker, The Principle of Least Action in Milne's Kinematical Relativity, *Proc. Roy. Soc.* London, **A 147**, 1934, 478—490.

[8] A. G. Walker, On the Formal Comparison of Milne's Kinematical System with the System of General Relativity, *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.*, **95**, 1935, 263—269.

[9] A. G. Walker, On Milne's Theory of World-Structure, *Proc. Math. Soc.* London (2) **42**, 1936, 90—127.

[10] H. P. Robertson, Kinematics and World-Structure, *Astrophys. J.*, I: **82**, 1935, 284—301; II: **83**, 1936, 187—201; III: **83**, 1936, 257—271.

[11] H. P. Robertson, Relativistic Cosmology, *Reviews of Modern Physics*, **5**, 1933, 62—90.

[12] R. C. Tolman, On the Problem of the Entropy of the Universe as a Whole, *Phys. Rev.*, **37**, 1931, 1639—1660.

[13] R. C. Tolman, Non-Static Model of Universe with Reversible Annihilation of Matter, *Phys. Rev.*, **38**, 1931, 794—814.

[14] R. C. Tolman, Possibilities in Relativistic Thermodynamics for Irreversible Processes without Exhaustion of Free Energy, *Phys. Rev.*, **39**, 1932, 320—336.

[15] R. C. Tolman, M. Ward, On the Behavior of Non-Static Model of the Universe when the Cosmological Term is Omitted, *Phys. Rev.*, **39**, 1932, 835—843.

[16] R. C. Tolman, The Effect of the Annihilation of Matter on the Wave-Lenght from the Nebulae, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **16**, 1930, 320—337.

[17] R. C. Tolman, More Complete Discussion of the Time Dependence of the Non-Static Line Element for the Universe, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **16**, 1930, 409—420.

[18] R. C. Tolman, On the Estimation of Distances in a Curved Universe with a Non-Static Line Element, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **16**, 1930, 511—520.

[19] R. C. Tolman, Discussion of Various Treatments which Have Been Given to the Non-Static Line Element for the Universe, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **16**, 1930, 582—594.

[20] R. C. Tolman, Relativity, Thermodynamics and Cosmology, *Clarendon Press*, Oxford 1934.

[21] H. Weyl, Space — Time — Matter, *Dover Publ.*, 1950.

[22] A. S. Eddington, The Mathematical Theory of Relativity, *Cambridge University Press*, 1965.

[23] J. Merleau-Ponty, *Cosmologie du XXe siècle*, Ed. Gallimard, 1965.

[24] R. C. Tolman, The Age of the Universe, *Rev. Mod. Phys.*, **21**, 1949, 374—378.

[25] H. P. Robertson, T. W. Noonan, Relativity and Cosmology, *W. B. Saunders Comp.*, 1968.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ — Dąbrowa Górnicza

FOTOREPORTAŻ Z JOWISZA

Pierwsze zadanie swej wieloletniej misji międzyplanetarnej „Voyager-1" wypełnił znakomicie. W dniu 5 marca 1979 roku — zgodnie z „rozkładem jazdy" * — minął Jowisza w odległości 278 tys. km i przekazał na Ziemię około 15 tys. unikatowych zdjęć planety oraz pięciu jej najbliższych księżyców. Otrzymano je za pomocą dwóch kamer telewizyjnych: jedna z obiektywem szerokokątnym o ogniskowej 200 mm i światłosile f/2, druga z teleobiektywem o ogniskowej 1500 mm i światłosile f/8,5. Każde zdjęcie składa się z 800 rządków liczących po 800 punktów, zawierających 5220 tys. bitów informacji. Zdolność rozdzielcza większości zdjęć Jowisza wynosi 400 km, ale na fotografiach uzyskanych z najbliższej odległości widać nawet szczegóły o rozmiarach 6 km. Toteż wnikliwa ich analiza winna dostarczyć wielu nieznanych dotąd danych o przyrodzie największej planety Układu Słonecznego.

Jowisz już w latach 1974 i 1975 był fotografowany z bliska przez sondy „Pionier-10" i „Pionier-11", a mimo to wiadomości o nim są ciągle bardzo skąpe. Nie wiadomo nawet, czy wnętrze tej gigantycznej planety jest zbudowane — tak samo jak wnętrza gwiazd — prawie wyłącznie z wodoru, który od stanu gazowego przechodzi w stan półpłynny, w końcu zaś przyjmuje postać metaliczną? A może pod grubą warstwą wodorowego oceanu znajduje się jądro kamienno-żelazne, mające — według teoretycznych rozważań — rozmiary globu ziemskiego, lecz masę około 40 razy większą od masy naszej planety? Niestety, pytania powyższe muszą na razie pozostać bez odpowiedzi. Być może będzie jej można udzielić dopiero w połowie lat osiemdziesiątych, kiedy to po orbicie okołojowiszowej zacznie krążyć pierwszy sztuczny satelita, a w atmosferę planety „wrzucony" zostanie próbnik z aparaturą naukową. Fotograficzny bowiem program „Voyagerów", opracowany pod kierunkiem Bradforda A. Smitha z Uniwersytetu Arizońskiego, ma dużo skromniejsze zadania. Uczeni chcą po prostu uzyskać takie obrazy wielkich planet, aby można było zbadać ruchy materii w zewnętrznych warstwach ich atmosfer i lepiej poznać naturę zachodzących tam zjawisk nadzwyczajnych. Jest to też jedyna droga uzyskania bliższych informacji o pierścieniach, którymi — jak się

---

* *Urania*, 1978, vol. 49, 81.

okazuje — nie tylko Saturn może się szczycić. A wreszcie „Voyagery" mają dostarczyć konkretnych wiadomości o powierzchniach księżyców planet grupy jowiszowej.

Już pobieżne studia zdjęć otrzymanych za pomocą „Voyagera-1" pokazują orgię barw na zewnętrznej powłoce atmosfery Jowisza. Wyraźnie także na nich widać, że tamtejsze chmury mają bardzo złożoną, a przy tym szybko zmieniającą się strukturę. Świadczy to niewątpliwie o burzliwych procesach zachodzących w atmosferze tej olbrzymiej planety. Wyjątkowo zaś gwałtowne zjawiska obserwuje się w Wielkiej Plamie Czerwonej, na zdjęciach uzyskanych z najbliższej odległości przypominającej oko ziemskiego cyklonu. W jej wnętrzu znajduje się co najmniej pięć potężnych wirów, obracających się z nadzwyczaj dużymi prędkościami w jednym i tym samym kierunku. Nadal jednak zozostaje otwarty problem stabilności Wielkiej Czerwonej Plamy i przyczyna jej czerwonego zabarwienia. Ale może jakiś przybliżony obraz tego niezwykłego zjawiska będzie można wyrobić sobie po analizie wyników badań dokonanych w różnych obszarach widma?

Niemniej interesującymi dla planetologów okazały się zdjęcia najbliższych księżyców Jowisza, zwłaszcza czterech największych, zwanych — od nazwiska ich odkrywcy — galileuszowymi". Io i Europa podobne są pod względem wielkości, masy i gęstości do naszego Księżyca, a Ganimedes i Callisto rozmiarami przypominają Merkurego, lecz w porównaniu z nim mają bardzo małe gęstości. Najprawdopodobniej ich globy składają się w połowie z materiału skalnego, w połowie zaś z wody lub lodu wodnego. Ruch wirowy wszystkich czterech na skutek silnego przyciągania Jowisza od dawna jest zsynchronizowany z ruchem orbitalnym. A zatem — tak samo jak Amaltea i nasz Księżyc — zwracają ku macierzystej planecie zawsze te same półkule swych globów. Io porusza się przy tym głęboko w magnetosferze Jowisza i wyraźnie modeluje jego promieniowanie radiowe. Ponadto otoczony jest niesymetrycznym obłokiem sodowym, którego natura nie została dotąd w pełni poznana. Dlatego też program lotu „Voyagera-1" przewidywał dokładne jego badanie (przelot zaledwie w odległości około 22 tys. km). Z bliska sfotografowano również maleńkiego Amalteę, przez największe teleskopy widocznego z Ziemi jedynie w postaci świetlnego punktu. Toteż dopiero zdjęcia „Voyagera-1" ujawniły, że ma on — podobnie jak księżyce Marsa i planetoidy — nieregularne kształty. Dłuższa oś jego elipsoidy mierzy około 220 km, którsza zaś tylko około 130 km.

Najmniej dokładnie zbadany został Europa, gdyż „Voyager-1" minął go w dość dużej odległości. To „zaplanowane" niepowodzenie wynagrodziły zdjęcia Ganimedesa i Callisto, wykonane z odległości 112 i 130 tys. km. A ponieważ otrzymano je za pomocą niewielkich przyrządów optycznych, do złudzenia przypominają one ubiegłowieczne dagerotypy naszego Księżyca. Dotyczy to zwłaszcza zdjęć Callisto, którego powierzchnia — jak się dziś ocenia — ukształtowała się przed czterema miliardami lat. Jest ona pokryta ciemnymi plamami „mórz" oraz licznymi kraterami meteorytowymi, często otoczonymi — tak samo jak księżycowe kratery Tycho i Kopernik — systemami jasnych smug. Wały tamtejszych kraterów również są jasne, co najprawdopodobniej związane jest z dużą zawartością lodu w skorupach Ganimedesa i Callisto. Przypuszcza się zatem, że upadające meteoryty nie tylko wybijały w nich niecki kraterowe, ale doprowadzały także do stopienia dużej ilości lodu. Wypływająca na powierzchnię księżyców woda natychmiast oczywiście zamarzała, tworząc wokół nowopowstałych kraterów zlodowaciałe wały koliste. Więcej danych na ten temat powinniśmy uzyskać za pomocą „Voyagera-2", gdyż ma się on bardziej zbliżyć do Ganimedesa niż „Voyager-1".

Trudno jednak powiedzieć, czy planowane badania wzbudzą wśród planetologów taki sam zachwyt, jaki wywołały otrzymane za pomocą „Voyagera-1" zdjęcia Io. Księżyc ten — zdaniem naukowych komentatorów NASA — podobny jest do neapolitańskiego podpłomyka, zwanego po włosku „pizzą". Na jego czerwono-pomarańczowej powierzchni przeważają jasne tereny, chociaż nie brak tam również ciemnych „mórz" i kraterów posiadających z reguły ciemne dna. Jest ich jednak niewielka liczba, co dla planetologów stanowi pewną niespodziankę, gdyż nie znamy mechanizmu chroniącego powierzchnię księżyca przed upadkiem meteorytów. Ale raczej należy to tłumaczyć istnieniem na Io czynnych wulkanów i wypływającą z nich cieczą. Może to być — zdaniem Laurence Soderbloma z Instytutu Geologicznego we Flagstaff — płynny amoniak. Jego wylewy i pył wulkaniczny mogą niwelować powierzchnię Io, liczącą — jak ocenia ten uczony — nie więcej niż 10—100 milionów lat. Największym jednak zaskoczeniem dla wszystkich było stwierdzenie, że jest on ciągle aktywnym globem, o czym świadczą sfotografowane przez „Voyagera-1" erupcje wulkaniczne. Czyżby był młodszy od naszego Księżyca, który pod względem rozmiarów jest do niego zbliżony, ale na którym działalność wulkaniczna ustała przed miliardami lat? A może

jest to związane z silnym polem magnetycznym Jowisza i jego pasami radiacji?

Przed dwudziestu laty Siergiej K. Wsiechswiatski z Uniwersytetu Kijowskiego wystąpił z hipotezą, że na „galileuszowych" księżycach Jowisza mogą znajdować się czynne wulkany i wyrzucana w czasie ich wybuchów materia może stanowić „budulec" krótkookresowych komet. Ten niezwykły pogląd częściowo się sprawdził, chociaż swego czasu był ostro krytykowany. Podobne stanowisko zajęto w stosunku do wysuniętej przez Wsiechswiatskiego w roku 1960 hipotezy na temat pierścienia Jowisza, a przecież i jego istnienie potwierdziły zdjęcia otrzymane za pomocą „Voyagera-1". Został on sfotografowany w momencie, gdy sonda przechodziła przez płaszczyznę równika planety i była 16 km przed największym do niej zbliżeniem. Odkrycie to wpłynęło na zmianą programu fotograficznego „Voyagera-2", który w lipcu 1979 roku * przeleci obok Jowisza i istniejący wokół niego pierścień sfotografuje z różnych stron. Uczeni chcą bowiem poznać jego gęstość i dowiedzieć się z ilu części się składa.

Nowoodkryty pierścień Jowisza ma najwyżej 30 km grubości i nie więcej niż 9 tys. km szerokości, oddalony zaś jest od środka planety o około 129 tys. km. W tym miejscu należy przypomnieć, że pierścienie Saturna mają prawie 65 tys. km szerokości. W porównaniu z nimi pierścień Jowisza jest bardzo wąski, a ponieważ leży niemal że w płaszczyźnie jego orbity, z Ziemi nie można go dostrzec przez wielkie nawet teleskopy, gdyż stale zwraca ku nam swój „profil". Nie uchwyciły go zresztą i kamery „Pionierów", toteż trudno dziś powiedzieć, czy hipoteza Wsiechswiatskiego wypływała faktycznie z obserwacji, czy też raczej mamy tu do czynienie z intuicją uczonego. Ta druga ewentualność wydaje się być bliższa prawdy, gdyż swą hipotezę opierał on na rzekomo zaobserwowanym spadku jasności „galileuszowych" księżyców Jowisza. Zjawisko powyższe — zdaniem radzieckiego uczonego — ma zachodzić wówczas, gdy księżyce podczas zaćmień przechodzą przez płaszczyznę równika planety. Wtedy ich blask ma być osłabiany przez pierścień składający się z pyłu i okruchów skalnych, obiegających Jowisza — jak to wynika z trzeciego prawa Keplera — raz na około 7 godzin. Ale w świetle danych uzyskanych za pomocą „Voyagera-1" wydaje się wątpliwe, by takie zjawisko było możliwe do zaobserwowania z Zie-

---

* Artykuł nin. opracowano w maju 1979 r.

mi. Spadek jasności księżyców Jowisza spowodowany zakryciem ich przez wąski pierścień musi być bardzo mały i zapewne mieści się w granicach błędu pomiaru.

Przy okazji warto chyba wspomnieć o podobnych odkryciach, dokonanych rzekomo przez znanych astronomów angielskich — Williama Herschela i Williama Lassela. Pierwszy podobno już w roku 1787 obserwował pierścienie Urana, drugi zaś miał w roku 1846 dostrzec pierścienie przy Neptunie. O ile jednak Herschel zdawał sobie sprawę z niedoskonałości swych obserwacji i nie bardzo wierzył w dokonane przez siebie odkrycie, to Lassel był pewny swych obserwacji. Wkrótce zresztą domniemane istnienie pierścieni Neptuna potwierdzał James Challis, dyrektor obserwatorium w Cambridge, który wraz ze swym asystentem mieli je widzieć w styczniu 1847 roku. Były to oczywiście najzwyklejsze pomyłki obserwacyjne, chociaż ich podłoża nie znamy. Lecz dziś już wiadomo na pewno, że Herschel nie mógł obserwować pierścieni Urana, gdyż są one bardzo słabe i dopiero w roku 1977 zostały odkryte dzięki zastosowaniu odpowiedniej techniki obserwacyjnej. Jeżeli zaś chodzi o Neptuna, to dotąd nie wiemy, czy posiada on pierścienie.

Odkrycie pierścieni Jowisza i Urana musi niewątpliwie wpłynąć na zmianę niektórych poglądów kosmogonicznych. Do niedawna bowiem sądzono, że pierścienie Saturna są czymś wyjątkowym w Układzie Słonecznym i że powstały one z rozpadu najbliższego księżyca. Tymczasem ich istnienie wokół planet wielkich wydaje się być regułą i w związku z tym należy się zastanowić, czy przypadkiem nie są to resztki materii, pozostałej po utworzeniu się danej planety? Już z tego chociażby względu tak ważne będą badania Saturna, do którego aktualnie zbliża się sonda „Pionier-11". Pierwotnie zakładano, iż przeleci ona między globem planety a jej wspaniałymi pierścieniami, dzięki czemu można by o nich uzyskać unikalne wprost informacje. Zrezygnowano jednak z tego atrakcyjnego wariantu ze względu na program badawczy „Voyagera-2". Ma on bowiem badać Urana i Neptuna, toteż konieczne jest, by minął Saturna w bezpiecznej odległości. Dlatego też trasę tę przebędzie wpierw „Pionier-11" i sprawdzi, czy planowane zbliżenie „Voyagera-2" do Saturna jest bezpieczne. Gdyby tak nie było, wówczas będzie jeszcze dość czasu, aby skorygować jego trajektorię. Nie można przecież dopuścić do tego, żeby aparatura sondy uległa zniszczeniu. Nie uzyskalibyśmy wtedy żadnych informacji nie tylko o Uranie i Neptunie, ale także i o Sa-

turnie. Wyniki badań są przecież wpierw rejestrowane na taśmie magnetycznej i dopiero po pewnym czasie przekazywane na Ziemię.

Neptun ma być osiągnięty przez „Voyagera-2" dopiero w sierpniu 1989 roku. Ale astronomowie wcześniej zapewne będą usiłowali się przekonać, czy i ta planeta posiada pierścienie. Mogą one wprawdzie być tak samo cienkie i ciemne jak pierścienie Urana, toteż nie da się ich odkryć „normalną" techniką obserwacyjną. Pozostaje specjalna metoda, którą posłużono się przy odkryciu pierścieni Urana. Idzie tu o fotoelektryczne obserwacje zakryć gwiazd przez Neptuna, co jednak zdarza się niezbyt często. Ostatnio bowiem takie zjawisko nastąpiło 7 kwietnia 1968 roku, ale następne będzie obserwowane już 10 lutego 1980 roku, kiedy to tarcza planety zakryje gwiazdę 12 wielkości gwiazdowej. Jest więc nadzieja, że wkrótce się przekonamy, czy Neptun posiada pierścienie. W każdym razie — jak tego dowodzą pierścienie Urana — przy dzisiejszej technice obserwacyjnej ich odkrycie jest zupełnie możliwe.

MAREK SZCZEPAŃSKI — Chorzów (Planetarium)

XXII OLIMPIADA ASTRONOMICZNA

Po raz dwudziesty drugi Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie, wspólnie z Kuratorium Oświaty i Wychowania w Katowicach, zorganizowało i przeprowadziło Olimpiadę Astronomiczną, olimpiadę adresowaną do młodzieży szkół ponadpodstawowych zainteresowanej tematyką astronomiczną.

W I etapie tegorocznej Olimpiady sklasyfikowanych zostało 263 uczniów reprezentujących 153 szkoły z terenu 44 województw kraju. Zdecydowaną większość uczestników stanowili uczniowie liceów ogólnokształcących — 96%, z których 78% uczęszczało do klas o profilu matematyczno-fizycznym, natomiast 66% do klas maturalnych. Najliczniej repezentowane były województwa: katowickie, łódzkie, warszawskie i radomskie.

W trakcie trzech stopni zawodów należało rozwiązać 24 zadania. Tematyka obejmowała obok zagadnień typowo astronomicznych również problemy o charakterze matematyczno-fizycznym mające jedynie fabułę astronomiczną. I etap składał się z dwóch serii zadań. W pierwszej należało, korzystając z zaleca-

nej literatury, udzielić odpowiedzi na 5 spośród 6 dostarczonych przez organizatorów zadań. Zestaw ten miał charakter zgłoszeniowy i obejmował problemy stosunkowo proste o małym stopniu trudności. Wszyscy, którzy zgłosili się do startu w Olimpiadzie otrzymali zestaw drugiej serii, również do opracowania w domu a polegający na rozwiązaniu 4 spośród 5 zadań teoretycznych oraz jako warunek konieczny jednego (z 3 do wyboru) zadania obserwacyjnego.

Łącznie pierwszy szczebel eliminacji obejmował 10 zadań. Do II etapu Olimpiady — zawodów okręgowych, przeprowadzonych w Warszawie, Poznaniu, Piotrkowie Trybunalskim i Chorzowie — dopuszczono 106 uczniów z 34 województw. Termin zawodów, przewidzianych początkowo na 20 lutego, w ostatniej chwili musiał ulec zmianie z powodu niesprzyjających warunków atmosferycznych, które stały się przyczyną trudności komunikacyjnych na terenie kraju. W związku z tym eliminacje przeprowadzono 1 marca.

Na rozwiązanie zestawu zadań półfinałowych uczestnicy mieli cztery godziny zegarowe czasu. W wyniku analizy rozwiązań do III etapu tegorocznej Olimpiady zakwalifikowano 30 uczestników z 18 województw. Zawody finałowe przeprowadzono w dniach 12 i 13 marca tradycyjnie pod sztucznym niebem w Planetarium Śląskim. Mimo dość trudnego zestawu 10 zadań, obejmujących zagadnienia teoretyczne i praktyczne z różnych działów astronomii oraz wymagającego zaawansowanego aparatu matematyczno-fizycznego, zwycięzca uzyskał 80% możliwych do zdobycia punktów a zdobywca drugiego miejsca 75%. Zapewne, gdyby nie ograniczenia czasowe, wyniki byłyby jeszcze lepsze, co świadczy o dużych zdolnościach i możliwościach czołowych uczestników finału oraz bardzo dobrej znajomości podstaw astronomii osiągniętej w większości przypadków w drodze samokształcenia.

Ostatecznie 9 uczestnikom przyznano „Dyplom Laureata Olimpiady Astronomicznej" uprawniający do wstępu bez egzaminów na kierunki astronomii i fizyki Uniwersytetów oraz fizyki w Wyższych Szkołach Pedagogicznych.

Podczas uroczystości zakończenia Olimpiady, która odbyła się 14 marca w Planetarium Śląskim, ogłoszono końcową klasyfikację, okolicznościowe dyplomy wręczył uczestnikom finału prof. dr hab. Eugeniusz Rybka, a nagrody rzeczowe — Kurator Oświaty i Wychowania w Katowicach dr Tadeusz Pałys. Dodatkowe nagrody, ufundowane przez PTMA, wręczył prezes Zarządu Głównego — Maciej Mazur.

Laureaci XXII Olimpiady Astronomicznej przeprowadzonej w roku szkolnym 1978/79:

1) Michał Pawlak — I L.O. im. B. Chrobrego, Piotrków Trybunalski;

2) Paweł Moskalik — I L.O. im. St. Staszica, Zgierz;

3) Artur Thielmann — II L.O. im. Jana III Sobieskiego, Grudziądz;

4) Jan Cieśliński — II L.O., Opole;

5) Dariusz Lis — IV L.O. im. H. Sawickiej, Kielce;

6) Marek Ancukiewicz — L.O., Środa Wlkp.;

Wenancjusz Grajewski — VIII L.O. im. W. Piecka, Katowice;

8) Sławomir Kruczkowski — II L.O. im. Jana II Sobieskiego, Grudziądz;

9) Krzysztof Leśniak — L.O. im. T. Kościuszki, Myślenice.

Pozostali uczestnicy finału olimpiady:

Tadeusz Kupiecki III L.O. — Wrocław
Jarosław Wójcik IX L.O. im. K. Hoffmanowej — Warszawa
Jerzy Pilśniak I L.O. im. E. Dembowskiego — Gliwice
Dariusz Kanar L.O. im. Manif. Lipcowego — Radzyń Podl.
Jacek Serafin L.O. im. T. Kościuszki — Myślenice
Łukasz Kalinowski XLI L.O. im. J. Lelewela — Warszawa
Bogdan Przetacznik L.O. im. St. Leszczyńskiego — Jasło
Andrzej Stankiewicz VI L.O. im. J. Kochanowskiego — Radom
Wacław Waniak IV L.O. im. B. Chrobrego — Bytom
Marek Woźniak III L.O. im. M. Kopernika — Szczecin
Tomasz Liszka L.O. im. Króla Kazimierza W. — Olkusz
Andrzej Szymański XVIII L.O. im. J. Śniadeckiego — Łódź
Jacek Wojtkiewicz XI L.O. — Wrocław
Wojciech Nowak VII L.O. im. J. Dąbrowskiego — Zielona Góra
Artur Starobrat L.O. Oddziału Gwardii Ludowej im. T. Kościuszki — Kraśnik
Jacek Jasiński L.O. im. J. Sobieskiego — Wejherowo
Piotr Jarańowski I L.O. im. T. Kościuszki — Konin
Jacek Stryczyński III L.O. — Poznań
Andrzej Czaiński I. L.O. X Zielona Góra
Jacek Siemaszko V L.O. im. A. Asnyka — Szczecin
Anna Pacześniak XIV L.O. im. K. Gottwalda — Warszawa

Wybrane tematy zadań XXII Olimpiady Astronomicznej

1. Dla gwiazd ciągu głównego temperaturę w centrum gwiazdy z pewnym przybliżeniem można obliczyć przy pomocy wzoru:

$$T_w = T_{ws} \left(\frac{m}{m_s}\right) \left(\frac{R_s}{R}\right)$$

gdzie m i R oznaczają odpowiednio masę i promień gwiazdy a T_w — temperaturę w centrum gwiazdy; natomiast m_s, R_s i T_{ws} — analogiczne wielkości dla Słońca.

Oceń temperaturę w centrum składników A i B gwiazdy podwójnej zakładając, że obydwa składniki należą do ciągu głównego i posiadają identyczne widma.

W obliczeniach wykorzystaj następujące dane dotyczące składników A i B:

— temperatura powierzchniowa $T_A = T_B = 7200$ K,
— jasność widoma $m_A = m_B = 4^m,5$,
— paralaksa heliocentryczna $\pi_{oA} = \pi_{oB} = 0'',040$,
— okres obiegu $P_{AB} = 400$ lat,
— duża półoś orbity $m_{AB} = 4'',0$,

oraz dane o Słońcu:

— temperatura powierzchniowa $T_s = 6000$ K,
— temperatura w centrum $T_{ws} = 14 \cdot 10^6$ K,
— jasność absolutna $M_s = 4^m,8$.

2. Wiele informacji o ciałach niebieskich i Wszechświecie uzyskano w oparciu o analizę widma promieniowania elektromagnetycznego docierającego z Kosmosu.
W formie prótko zredagowanych punktów podaj istotę sposobu dochodzenia do poszczególnych informacji.

3. Kometa obiega Słońce po orbicie eliptycznej, której duża półoś $a = 4{,}0$ j.a. Pewnym refraktorem kometę tę można obserwować tylko wówczas, gdy jej odległość od Słońca $r \leqslant a$. Oblicz mimośród orbity komety wiedząc, że tym refraktorem można ją jeszcze obserwować w czasie $\triangle t = 1{,}0$ rok od momentu przejścia komety przez peryhelium.

KRONIKA

Pierścienie planet

Spektakularne zjawisko pięknego pierścienia otaczającego planetę Saturn (patrz np. zdjęcie na okładce majowego numeru *Uranii* z tego ro-

ku) do niedawna intrygowało swą wyjątkowością jako jedyny tego rodzaju twór znany w świecie planet. Od dwóch lat wiadomo jednak, że również i Uran ma swe pierścienie, a kilka miesięcy temu, dzięki fotografiom przekazanym przez sondę kosmiczną Voyager 1, dowiedzieliśmy się o istnieniu pierścienia także wokół Jowisza.

O odkryciu pierścieni Urana w wyniku obserwacji zakrycia gwiazdy 9 wielkości w gwiazdozbiorze Wagi przez tarczę Urana 10 marca 1977 roku donosiliśmy w lipcowym numerze *Uranii* z 1977 roku. Te pierwsze obserwacje wydawały się wskazywać na istnienie pięciu pierścieni otaczających planetę w płaszczyźnie jej równika w odległości mniej więcej od 42 tys. do 54 tys. km od środka planety (patrz rysunek na czwartej stronie okładki). Ze względu na bardzo małą jasność nie udało się ich dostrzec nawet przez największe teleskopy. Ale w końcu ubiegłego roku trzej astronomowie amerykańscy K. Mathews, G. Neugebauer i P. Nicholson z Kalifornijskiego Instytutu Technologicznego opublikowali pierwszy bezpośrednio uzyskany obraz pierścieni Urana. Za pomocą 5 m teleskopu na Mount Palomar otrzymali obrazy skanerowe Urana i jego najbliższego otoczenia w dwóch różnych długościach fali odpowiadających promieniowaniu podczerwonemu. W promieniowaniu o długości fali 2,2 mikrona Uran jest prawie ciemny, ponieważ metan znajdujący się w atmosferze planety niemal całkowicie je pochłania, podczas gdy pierścienie odbijają to promieniowanie. Natomiast w promieniowaniu o długości fali 1.6 mikrona Uran okazuje się znacznie jaśniejszy od swych pierścieni. Komputerowa analiza tych skanerowych obrazów Urana w podczerwieni doprowadziła do wyselekcjonowania obrazu pierścieni, który reprodukujemy na trzeciej stronie okładki. Nie udało się na nim wyodrębnić poszczególnych pierścieni. Bardzo mała zdolność odbijania promieniowania słonecznego dochodząca zaledwie do kilku procent wydaje się wskazywać na kamienną budowę pierścienia Urana, a nie na lodową jak w przypadku pierścienia Saturna.

Jednym z najciekawszych odkryć, uzyskanych dzięki sondzie kosmicznej Voyager 1, która w pierwszych dniach marca 1979 roku przeleciała w pobliżu Jowisza, jest sfotografowanie pierścienia otaczającego największą planetę Układu Słonecznego (patrz zdjęcia na drugiej stronie okładki). Ocenia się, że znajduje się on mniej więcej w odległości 57 tys. km od powierzchni Jowisza w płaszczyźnie równika planety. Jego grubość jest prawdopodobnie niewielka, zaledwie 30 km, a szerokość conajmniej 9000 km. Warto przypomnieć, że przed niemal dwudziestu laty radziecki astronom S. K. Wsiechswiatski wysunął hipotezę istnienia pierścienia Jowisza, a w 1976 roku astronomowie amerykańscy M. Acuna i N. Ness próbowali wyjaśnić istnieniem pierścienia zaobserwowane przez Pioneera 11 nieregularności pola magnetycznego Jowisza.

Wg Sky and Telescope, Vol. 56, No. 6 i Vol. 57, No. 5.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

Poszukiwanie cywilizacji pozaziemskich

W okresie od stycznia do kwietnia 1978 roku astronom amerykański Paul Horowitz z Uniwersytetu Harvardzkiego przeprowadził bardzo intensywny nasłuch radiowy w poszukiwaniu cywilizacji pozaziemskich za pomocą największego obecnie na świecie radioteleskopu w Arecibo (Puerto Rico) o średnicy 305 m (patrz zdjęcie na pierwszej stronie okładki). Nasłuch prowadzony był w wąskim paśmie wokół częstotli-

wości 1420 MHz odpowiadającej słynnej linii 21 cm wodoru międzygwiazdowego w oparciu o założenie, że jest to najbardziej prawdopodobna częstotliwość dla porozumiewania się we Wszechświecie. Poszukiwaniami objętych było 185 gwiazd podobnych do Słońca znajdujących się w odległościach do 25 parseków czyli około 82 lat świetlnych od nas, których deklinacje zawarte są w granicach od 0° do +38° (zakres widzialności radioteleskopu w Arecibo). O dokładności pomiarów może świadczyć fakt, że cały przedział częstotliwości o szerokości 1000 Hz był próbkowany co 0,015 Hz. W trakcie 100 sekundowej obserwacji co kilka milisekund wprowadzane były korekcje ze względu na obrót Ziemi. Niestety mimo takiej precyzji i aż w sumie 80 godzin obserwacji nie stwierdzono żadnych nawet śladów emisji, które możnaby próbować interpretować jako sygnały jakiejś cywilizacji. Autor eksperymentu podkreśla, że gdyby za pomocą identycznej anteny nadawane były sygnały o mocy jednego megawata w kierunku Słońca z odległości 370 parseków, zostałyby one bez trudu na Ziemi odebrane. Czyżbyśmy więc byli jedyną cywilizacją w promieniu 25 parseków?

Wg Sky and Telescope, Vol. 56, No. 5.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

Strumień radiowy Ziemi a możliwości SETI

W związku z możliwością odbioru sygnałów radiowych będących resztką i przeciekiem emisji wewnętrznych cywilizacji pozaziemskiej, W. T. Sullivan i jego współpracownicy z Uniwersytetu stanu Waszyngton próbowali ocenić rodzaj i ilość informacji jakie otrzymać można analizując antropogeniczny strumień radiowy Ziemi, bez apriorycznej wiedzy o istnieniu naszej cywilizacji. Ze względu na wchodzące w grę odległości, niemożliwe dla podsłuchującej nas cywilizacji byłoby odczytanie pojedynczych emisji — analizie poddawano więc integralny szum radiowy Ziemi. Ogromne znaczenie dla hipotetycznych słuchaczy ma fakt bardzo nierównomiernego rozkładu ziemskich nadajników telewizyjnych. Skoncentrowane są one na wschodnim wybrzeżu USA, w Europie zachodniej oraz w południkowym pasie obejmującym Japonię i Australię. 97 procent całkowitej mocy strumienia ziemskich emisji TV stanowią emisje około 2200 nadajników o mocy ponad 50 kilowatów każdy (jedynie około 15% ogólnej liczby nadajników TV na świecie). W chwili obecnej Ziemia jest jaśniejsza od Słońca jeśli pomiar jasności prowadzić w wykorzystywanym przez telewizję metrowym zakresie widma elektromagnetycznego. Opuszczający Ziemię strumień modulowany jest obrotowym ruchem dziennym Ziemi, a także jej obiegiem wokół Słońca. W pracy podano wykresy dobowej zmienności jasności radiowej Ziemi, obserwowanej z różnych blisko położonych gwiazd (w tym gwiazdy Barnarda). Współczesnej wielkości strumień radiowy Ziemi może być zauważony w odległości około 250 lat światła, jeśli założyć, że hipotetyczni obserwatorzy dysponują techniką analogiczną do naszej. Wymagania stawiane parametrom aparatury nasłuchowej rosną o cztery rzędy wielkości, jeśli Oni chcieliby zidentyfikować zawartość pojedynczych emisji telewizyjnych (np. odróżnić Kojaka od Rumcajsa).

Sullivan W. T. *Science*, vol. 199, 1978, 377.

ZBIGNIEW PAPROTNY

Klasyfikacja mgławic planetarnych

W zależności od składu chemicznego i w miarę zmniejszania się zawartości pierwiastków ciężkich, mgławice planetarne podzielić można na cztery typy:

— typ I, do którego należą mgławice bogate w hel i azot, charakteryzujące się stosunkiem He/H przekraczającym 0,14. Mają one wyraźną strukturę włóknistą, zaś ich rozkład w Galaktyce oraz charakterystyki kinematyczne upodabniają je do obiektów pierwszej populacji

— typ II obejmujący większość mgławic planetarnych leżących w okolicach Słońca. Powstały one z gwiazd o masach rzędu 1,5 masy słonecznej. Zawartość azotu i węgla w nich jest znacznie wyższa niż w mgławicy Oriona

— typ III do którego zalicza się mgławice planetarne z dużymi prędkościami przestrzennymi (około 60 km/s i więcej), nie należące do populacji halo i ubogie w żelazo

— typ IV to właśnie mgławice populacji halo, wyróżniające się przy tym najniższą zawartością helu

Peimbert M., *Planetary Nebulae*, Dordrecht, 1978, 215.

Z. PAPROTNY

Czerwone giganty tracą masę

Typowy czerwony olbrzym lub nadolbrzym, otoczony przez wolno rozszerzającą się „bańkę" rozrzedzonego gazu i pyłu, traci w ten sposób masę wzbogacającą ośrodek międzygwiezdny. Obserwacje tego procesu dostarczają informacji o dwóch kluczowych zagadnieniach związanych z ewolucją gwiazd: wpływie utraty masy na ich skład i strukturę oraz składzie materiału wyjściowego, z którego tworzą się nowe gwiazdy. Obecność otoczki gazowej wokół tracącej ją gwiazdy ujawniona jest przez wąskie linie absorpcyjne w widmie, nieznacznie przesunięte w kierunku niebieskim. Ponieważ linie powstają w tej części otoczki, która leży pomiędzy tarczą gwiazdy a obserwatorem ziemskim, przesunięcie dowodzi rozszerzania się otoczki. Typowa prędkość ekspansji wynosi około 10 km/s. Fotometria w podczerwonym zakresie widma elektromagnetycznego, umożliwiając badanie pyłu zawartego w otoczce, wykazała nadwyżkę jasności w pobliżu 10 mikronów. Jest ona wywołana przez ziarna pyłu, absorbujące światło gwiazdy i reemitujące pochłoniętą energię w zakresie podczerwonym. Niedawne badania 9 czerwonych olbrzymów i nadolbrzymów przeprowadziła W. Hagen za pomocą 2,2 metrowego teleskopu obserwatorium Mauna Kea na Hawajach. Dla 4 nadolbrzymów o typie widmowym M W. Hagen otrzymała następujące wielkości na stratę masy wyrażoną w jednostkach masy Słońca na rok: Betelgeuze $1{,}5 \times 10^{-7}$, Antares $1{,}3 \times 10^{-7}$, Alfa Herculis $2{,}8 \times 10^{-8}$, Mu Cephei $4{,}9 \times 10^{-7}$. Dla olbrzymów o typach M5 i M6, a także dla miryd R Leonis i W Hydrae, typowa strata masy sięga $1{,}8 \times 10^{-8}$ masy Słońca na rok. Podane liczby są niepewne do dwóch rzędów wielkości, głównie ze względu na niedostateczną znajomość rozmiarów wewnętrznych promieni otoczek. Mimo tego stwierdzone wielkości strat masy są dostatecznie duże by znacząco wpływać na ewolucje gwiazd, jak konkluduje W. Hagen. Olbrzymy i nadolbrzymy późnych typów widmowych dostarczają w ten sposób około 20% materii „zwracanej" przez gwiazdy do ośrodka międzygwiezdnego. Innymi głównymi źródłami zrecyklizowanej materii są gorące olbrzymy, nowe i supernowe.

Sky and Telescope, vol. 57, 1979, 12.

Z. PAPROTNY

Prędkości radialne gwiazd

Klasyczne metody pomiaru prędkości radialnej gwiazd, polegające na porównaniu ich widm otrzymanych w spektrografie szczelinowym (współpracującym z dużym teleskopem) z widmem porównawczym generowanym przez źródło standardowe, rzadko pozwalają osiągnąć dokładność lepszą od ±0,5 km/s. Ograniczenia dokładności pomiaru spowodowane są głównie różnicą dróg optycznych przebywanych w teleskopie przez światło gwiazdy i światło źródła porównawczego. W roku 1973 R. i R. Griffinowie (1) zaproponowali by obserwacje prowadzić w bliskiej podczerwieni a w charakterze widma porównania wykorzystać obecne tam telluryczne (ziemskie) linie absorpcyjne pary wodnej i tlenu cząsteczkowego — składników atmosfery Ziemi. Sprawdzenie tej metody na widmie Arktura wykazało co prawda dokładność pomiaru prędkości radialnej około ±25 metrów na sekundę, jednak wkrótce okazało się, że położenie linii O_2 jest zmienne i zależy od ciśnienia barometrycznego, zgodnie zresztą z przewidywaniami teoretycznymi. Najnowszy pomysł, zgłoszony przez Kanadyjczyków B. Campbella i G. Walkera (2) polega na wprowadzeniu w oś optyczną teleskopu pojemnika z fluorowodorem, a przez to wytworzeniu widma absorpcyjnego HF nałożonego na widmo badanej gwiazdy. Fluorowodór mimo swoich wad (trujący, wyjątkowo agresywny) ma jedną poważną zaletę: liczne, ostre i dość regularnie rozłożone linie widma absorpcyjnego w obszarze wokół 870 mikrometrów, w którym widma gwiazd późnych typów wykazują bogactwo swoich linii. Wstępne rezultaty obserwacji przy użyciu widma porównawczego HF, wskazują na dokładność sięgającą ±20 m/s. Dążenie do jej poprawienia stanie się zrozumiałe jeśli przypomnieć potencjalne znaczenie pomiarów prędkości radialnej gwiazd jako metody wykrycia planet wokół nich. Zamiast — jak się to czyni w astrometrii — mierzyć odchylenia ruchu własnego gwiazdy, mierzy się tutaj jej oscylację wokół barycentrum układu gwiazda — niewidzialny towarzysz, zachodzącą w linii zbliżonej do linii łączącej gwiazdę z obserwatorem ziemskim. Obie metody uzupełniają się w ten sposób: astrometryczna pozwala na wykrycie towarzyszy poruszających się po orbitach, których płaszczyzny są w przybliżeniu równoległe do płaszczyzny sfery nieba, zaś oparta o pomiary prędkości radialnej tych z orbitami silnie nachylonymi do tej płaszczyzny — najlepiej pod kątem prostym.

Przegląd zagadnień związanych z wyznaczaniem prędkości radialnej gwiazd, przedstawił niedawno A. H. Batten w artykule znamiennie zatytułowanym „Nowe metody i stare zasady określania gwiezdnych prędkości radialnych" (3).

(1) Griffin R. i R., Monthly Not. Royal Astron. Soc., vol. 162, 1973, 243.
(2) Sky and Telescope, vol. 57, 1979, 247.
(3) Batten A. H., Vistas in Astronomy, vol. 22, 1978, 265—277.

Z. PAPROTNY

Historia zmienności R Puppis

Chociaż oznaczenia gwiazd w rodzaju R Puppis zarezerwowane są wyłącznie dla obiektów o zmiennej jasności, katalogi z kilkudziesięciu ostatnich lat wymieniały R Puppis jako gwiazdę o stałej jasności. Położona w południowej części Drogi Mlecznej (dla epoki 1950.0 jej rek-

tascencja wynosi $7^h38^m56^s$ a deklinacja —31°32′,6), ma jasność wizualną 6,6 mgt. O jej zmienności po raz pierwszy doniósł B. A. Gould z obserwatorium miasta Cordoba (Argentyna) w roku 1879. Spostrzeżenia tego nie potwierdzili zresztą współcześni mu badacze, posługujący się jedynie wtedy dostępną techniką wizualnej oceny blasku gwiazd. W roku 1950 W. P. Bidelman z obserwatorium Yerkesa opisał widmo R Puppis jako odpowiadające nadolbrzymowi klasy GO. Gwiazdę uznał nadto za najjaśniejszy składnik odległej gromady otwartej NGC 2439. Relacjonując fotometryczne badania tej gromady wykonane w roku 1975, S. D. M. White z Uniwersytetu Cambridge zauważył, że R Puppis jest bardzo prawdopodobnym członkiem gromady, a co ważniejsze, że wykazuje nieznaczną zmienność blasku. Nowe obserwacje fotoelektryczne we Wiedwadzone przez M. J. Stifta z obserwatorium uniwersyteckiego we Wiedniu potwierdziały zmienność R Puppis. Pomiary obejmujące okres 27 dni wykazały spadek jasności o 0,19 mgt w zakresie nadfioletowym, 0,12 w świetle niebieskim i 0,06 w żółtym. Zdaniem Stifta R Puppis jest cefeidą o bardzo długim okresie i małej amplitudzie zmienności (1, 2).

(1) Sky and Telescope, vol. 57, 1979, 11.
(2) Information Bull. on Variable Stars, nr 1473.

Z. PAPROTNY

OBSERWACJE

Komunikat Centralnej Sekcji Obserwatorów Słońca nr 4/79

Plamotwórcza aktywność Słońca umiarkowana. Niewielki spadek aktywności w porównaniu do miesiąca marca. Średnia miesięczna względna liczba Wolfa (month mean Wolf Number) za miesiąc

kwiecień 1979 r. . . . . R = 120,4

W kwietniu na widocznej tarczy Słońca zaobserwowano powstanie 34 nowych grup plam słonecznych. Wśród nich trzy duże grupy: nr 545 z maksymalną powierzchnią w dniu 15.4 ok. 1499 jedn., nr 559 z maksymalną powierzchnią w dniu 27.4 ok. 1752 jedn. oraz nr 564, dla której odnotowano maksymalną powierzchnię w dniu 30. 4 ok. 1983 jedn., i jedną grupę średniej wielkości z maksymalną powierzchnią w dniu 23. 4 ok. 650 jednostek.

Szacunkowa średnia miesięczna powierzchnia plam (month mean Area of Sunspots) za miesiąc

kwiecień 1979 r. . . . . S = $1590 \cdot 10^{-6}$ p.p.s.

Średnia miesięczna konsekutywna liczba plamowa z 13 miesięcy za październik 1978 r. wyniosła R = 110,5.

Wskaźnik zmienności plamowej cyklu (Solar Spot Variability Index) do października 1978 r. wynosił Z = 14,3.

Z dotychczasowego przebiegu cyklu w najbliższych miesiącach należy oczekiwać wzrostu plamotwórczej aktywności.

Dzienne liczby plamowe (daily Wolf Numbers) — IV. 1979:
132, 169, 148, 155, 110, 96, 88, 77, 92, 89, 86, 125, 145, 161, 123, 133, 123, 128, 118, 89, 86, 87, 117, 95, 123, 134, 142, 166, —, 127.

Wykorzystano: 248 obserwacji 23 obserwatorów w 29 dniach obserwacyjnych. Obserwatorzy: J. Brylski, U. Bendel, R. Biernikowicz, T. Ka-

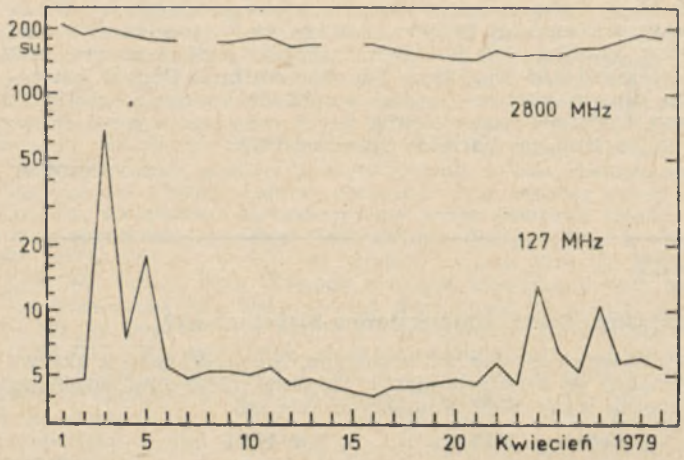
linowski, A. Lazar, D. Lis, P. Machata, L. Materniak, R. Miglus, E. Remmert, F. Rümmler, Z. Rzepka, M. Siemieniako, Z. Skorzewski, B. Szewczyk, M. Szulc, Ł. Szymańska, W. Szymański, J. Ułanowicz, P. Urbański, T. Weiland, N. Witek i W. Zbłowski.

Dąbrowa Górnicza, 7 maja 1979 r.

WACŁAW SZYMAŃSKI

Wiadomości: Z zadowoleniem informujemy, że do współpracy Obserwatorów Słońca dołączył się Kol. Elmar Remmert z RFN, którego serdecznie witamy.

Raport IV 1979 o radiowym promieniowaniu Słońca



Średnie strumienie miesiąca: 8,0 (127 MHz, 30 dni obserwacji) i 171,1 su (2800 MHz, 26 dni). Średnia miesięczna wskaźników zmienności — 0,27.

W kwietniu obserwowaliśmy nieco wyższą aktywność Słońca niż w marcu. Na częstotliwości 127 MHz zaobserwowaliśmy 21 zjawisk niezwykłych, w tym 6 burz szumowych (najsilniejsza, w sensie zmienności, była burza z dnia 5 IV) i 4 wielkie wybuchy (największy, 49GB z dn. 14 IV o godz. 1441, 7 UT, osiągnął poziom 5700 su).

W pasmie 2800 MHz stwierdzono 3 zjawiska (3, 27 i 28 IV), z których największym był wybuch z dn. 27 IV (maksimum 784 su o godz. 647 UT).

Toruń, 9 maja 1979 r.

K. M. BORKOWSKI, H. WEŁNOWSKI

KRONIKA HISTORYCZNA

300 lat „Connaissance des Temps"

Już od 300 lat nieprzerwanie ukazuje się ważny francuski rocznik astronomiczny *Connaissance des Temps*, jeden z paru głównych roczników w skali światowej. Jego założycielem był znany astronom Jean Picard

1620—1682), a przyczyną, która go do tego skłoniła, była potrzeba posiadania efemeryd dla obserwacji astronomicznych. W dodatku właśnie na 1680 r. kończyły się wydane w Gdańsku w 1662 r. (drugie wydanie w Paryżu w 1666 r.) przez Johanna Heckera (?—1675), krewnego Heweliusza, „Ephemerides motuum coelestium ab 1666 ad 1680, ex observationibus correctis Tychonis Brahe et Io. Kepleri hypotesibus physicis..." (Efemerydy ruchów niebieskich od 1666 do 1680 r. z poprawionych obserwacji Tychona Brahego i z hipotez fizycznych J. Keplera). Picard zaproponował więc opracowywanie tego rodzaju efemeryd, oczywiście dla Paryża i pierwszy taki rocznik obliczył na 1679 r. Opublikowany w roku poprzednim nosił on, zgodnie zresztą z ówczesnym zwyczajem, długi tytuł „La connaissance des temps, ou calendrier et éphémérides du lever et du coucher du soleil, de la lune et des autres planètes, avec les éclipses pour l'année 1679, calculées sur Paris, et la maniere de s'en servir pour les autres élévations avec plusieurs autres tables et traites d'astronomie et physique, et des éphémérides de toutes les planètes, en figures" (Znajomość czasu, czyli kalendarzy i efemerydy wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i innych planet, z zaćmieniami na rok 1679, obliczone dla Paryża i sposób posługiwania się nimi dla innych szerokości geograficznych; z licznymi innymi tablicami i rozprawami astronomicznymi i z efemerydami wszystkich planet w figurach).

Pierwsze roczniki Picard opracował sam, wkrótce jednak uznał tę pracę za zbytnie obciążenie i zaczął poszukiwać kogoś, kto mógłby przejąć od niego całe to przedsięwzięcie. Polecono mu obeznanego z astronomią tkacza z Lisieux, Jeana Lefebvre'a (1650—1706). Dla sprawdzenia jego umiejętności Picard powierzył mu opracowanie tablic przejść Księżyca przez południk. Próba ta wypadła pomyślnie i w 1682 r. Picard sprowadził tego zdolnego tkacza do Paryża powierzając mu pracę nad „Connaissance des Temps". Jednocześnie Lefebvre został także członkiem Akademii Paryskiej.

Lefebvre opracowywał „Connaissance des Temps" do 1701 r., w którym to roku odszedł w wyniku konfliktu z działającym na polu astronomii architektem i matematykiem Philippem La Hire (1640—1718). Otóż obaj oni przez dłuższy czas pracowali razem przy pomiarach astronomiczno-geodezyjnych, podczas których Lefebvre oskarżył La Hire o kradzież tablic astronomicznych. Ten właśnie zatarg odbiwszy się szerokim echem w ówczesnych kręgach astronomicznych spowodował odejście Lefebvre'a od „Connaissance des Temps" jak również przyczynił się do wykluczenia go z Akademii.

W latach późniejszych opracowywaniem „Connaissance des Temps" zajmowali się już zawodowi astronomowie. Najwybitniejszym z nich był Joseph Jerome Lalande (1732—1808), działający na tym polu w latach 1760—1775 i ponownie od 1795 r.

Rocznik ten, który obecnie nosi tytuł „Connaissance des Temps ou des Mouvements Célestes" (Znajomość czasu czyli ruchów niebieskich) znacznie wyprzedził inne tego rodzaju efemerydy. Następne powstały dopiero około 100 lat później, a mianowicie angielski „Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris" (założony w 1767 r.) i już nie ukazujący się niemiecki „Berliner Astronomisches Jahrbuch" (założony w 1776 r.). Pozostałe tego rodzaju roczniki są już znacznie późniejsze.

PRZEMYSŁAW RYBKA

Johann Daniel Titius (1729—1796)

Nazwisko Titiusa wiąże się z powszechnie znaną w astronomii regułą dotyczącą odległości planet od Słońca. Ciekawa ta reguła okazała się zresztą bardzo pożyteczna.

Johann Daniel Titius (Tietz) urodził się 2 stycznia 1729 r. w Konitz w Prusach. W 1752 r. uzyskawszy w uniwersytecie w Lipsku stopień magistra filozofii objął tam stanowisko prywatnego docenta, które zajmował do 1756 r. Następnie został profesorem matematyki a później także i fizyki w uniwersytecie w Wittenberdze. Zmarł w Wittenberdze 16 grudnia 1796 r.

Odkrycie przez Titiusa reguły ujmującej odległości planet było właściwie przypadkowe i stanowiło zupełnie uboczny efekt jego pracy. Otóż w 1776 r. przekładając na niemiecki „Contemplation de la nature" szwajcarskiego adwokata Charlesa Bonneta (1720—1793) zwrócił uwagę na fakt, że wyrażone w jednostkach astronomicznych odległości planet można przedstawić formułą $a = 0{,}4 + 0{,}3\ n$, gdzie n przybiera kolejno wartości 0, 1. 2, 4, 16, 32 odpowiednio dla planet od Merkurego do Saturna. Jak łatwo widać, liczby te, z wyjątkiem 0, stanowią kolejne potęgi liczby 2, przy czym brakuje tu trzeciej potęgi. Regułę powyższą wkrótce spopularyzował Johann Elert Bode (1747—1826), dyrektor Obserwatorium Berlińskiego i z tego powodu jest ona też znana pod nazwą reguły Titiusa—Bodego.

Reguła Titiusa, a szczególnie zaś związana z $n = 8$ luka sugerująca istnienie nie znanej jeszcze planety, zwróciła na siebie uwagę astronomów. Jednym z przejawów tego zainteresowania było założenie w 1800 r. przez wybitnego miłośnika astronomii Franza Xavera von Zacha (1754—1832) towarzystwa mającego na celu poszukiwanie brakującej planety. Nie zdążyło ono jednak rozwinąć swej działalności, gdyż już na samym początku 1801 r. pracujący w Palermo Giuseppe Piazzi (1746—1826) przypadkowo odkrył Ceres, pierwszą planetoidę, której odległość od Słońca wkrótce okazała się zgodna z regułą Titiusa, odpowiadając właśnie $n = 8$.

Reguła ta była też później wykorzystywana przy wstępnych wyznaczaniach orbit nowo odkrywanych dalszych planet. Okazało się przy tym, że dość dobrze odpowiada ona promieniom orbit Urana ($n = 64$) i Plutona ($n = 128$), zupełnie jednak zawodzi w przypadku orbity Neptuna.

Dla reguły Titiusa nie znaleziono dotychczas teoretycznego wyjaśnienia i nadal nie wiadomo, czy wynika ona z jakiejś prawidłowości kosmogonicznej, czy też jest przypadkową regułą liczbową.

PRZEMYSŁAW RYBKA

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Bronisław Kuchowicz, Jadwiga Teresa Szymczak **Dzieje Materii przez fizyków odczytane. Ewolucja fizyczna.** Wydawnictwo Wiedza Powszechna, „Złota Seria Literatury Popularnonaukowej", Warszawa 1978, stron 540, nakład 10 000 + 300 egz., cena zł 90,—.

Książka jest na trzy części podzielona... Zamiarem Autorów — niedawno zmarłego w pełni sił twórczych wybitnego naukowca Bronisława Kuchowicza oraz pani Jadwigi Teresy Szymczak — było przedstawienie rozwoju i historii całego Wszechświata z punktu widzenia fizyki. Zamiast klasycznego, hierarchicznego podziału fizyki Autorzy przywołują na łamach swej książki sugestię wybitnego fizyka Jana Weyssenhoffa (1889—1972), zgodnie z którą działy fizyki rozmieścić należy „kołowo". W ten sposób megafizyka, odnosząca się do świata galaktyk i Kosmosu jako całości, sąsiadować będzie z pikofizyką, obejmującą głównie fizykę cząstek elementarnych. „Umieszczenie pikofizyki obok megafizyki nie będzie nas dziwić, gdy zwrócimy uwagę na zadziwiające związki liczbowe (patrz rozdz. 3.2) łączące ze sobą te dwie tak pozornie od siebie odległe dziedziniy. Nie wiadomo, czy grawitacja odgrywająca rolę podstawowego oddziaływania fizycznego na szczeblu megafizyki, nie odgrywa analogicznej roli w pikofizyce (rozdz. 3.3)." — piszą Autorzy we wstępie zatytułowanym *Materia: Jej Dzieje i Ewolucja (zamiast przedmowy)*.

O czym więc „naprawdę" traktuje przedstawiana pozycja popularnonaukowa, unikatowa w swoim rodzaju w polskim dorobku popularyzacji osiągnięć myśli ludzkiej? W klasycznym rozumieniu książka omawia współczesne zdobycze fizyki, astronomii, astrofizyki, fizyki kosmicznej, kosmologii i kosmogonii — przedmiotem dociekań Autorów są więc tak gwiazdy, galaktyki, Wszechświat (*Universum*), jak również przemiany jądrowe, cząstki elementarne, rozpowszechnienie pierwiastków chemicznych. Klamrą spinającą tak różnorodne obiekty (makroskopowe i mikroskopowe) oraz zjawiska (klasyczne, kwantowe i relatywistyczne) jest jedność praw fizycznych we Wszechświecie, a także głębokie przeświadczenie Autorów o istnieniu związków pomiędzy wszystkimi zjawiskami kosmicznymi (i ziemskimi) i dlatego właśnie zdecydowali się oni na taki a nie inny tytuł. Jest to więc kolejna próba całościowego ogarnięcia fizyki, astronomii i kosmologii, stworzenia czegoś w rodzaju „metanauki o materii i jej ewolucji". W odróżnieniu jednak od innych autorów B. Kuchowicz i J. T. Szymczak nie usiłują wprowadzać nowej nazwy dla tej „metanauki" pozostając przy klasycznych, tradycyjnych określeniach, preferując jednak wyraźnie fizykę jako dyscyplinę nadrzędną w odniesieniu do astronomii (współczesnej) i kosmologii. Można się z takim stanowiskiem nie godzić upierając się na przykład przy nadrzędności astronomii wobec fizyki i kosmologii, lecz w istocie rzeczy są to spory bezprzedmiotowe, a przez to jałowe (zob. też „Urania" Nr 4, 1978, str. 122).

Część I książki, zatytułowana *Ewolucja Wszechświata*, poświęcona jest Kosmosowi jako całości (*Universum*). Kolejne rozdziały przedstawiają: najważniejsze fakty obserwacyjne (poczerwienienie galaktyk, promieniowanie szczątkowe tła, paradoks Olbersa, problem nadmiaru helu), zasady kosmologiczne, kosmologię geometryczną, czyli geometrię jako naukę empiryczną (geometria = fizyka), kosmologię fizyczną, czyli „paleontologię" kosmiczną, która odwołuje się do kwantowych praw mikroświata, cząstek elementarnych, supergęstej materii. Część pierwszą kończy omówienie ery gwiazdowej i powstawania galaktyk; ponadto Autorzy zwracają uwagę na nierozwiązane problemy: osobliwość początkową, istnienie antymaterii, zagadkę kwazarów i galaktyk wybuchających.

Część II, nosząca tytuł *Ewolucja Obiektów Makroskopowych*, poświęcona jest przede wszystkim gwiazdom! Rozdziały tej części zawie-

rają omówienie takich zagadnień jak kosmiczne formy występowania materii, jedność w różnorodności, kosmiczna synteza pierwiastków chemicznych i prawidłowości w ich rozpowszechnieniu, ewolucja gwiazd (jako ewolucja jądrowa) będąca podstawową formą rozwoju w skali makroskopowej, późne stadia ewolucji gwiazd, ewolucja pulsarów, kolapsarów, jak wreszcie specyficzne problemy odnoszące się do ciasnych układów podwójnych, osobliwości gwiazd osobliwych, kosmochronologii, ewolucji układów planetarnych i ewolucji galaktyk. Autorzy zwracają szczególną uwagę na to, że powstanie teorii ewolucji gwiazd stało się możliwe dzięki osiągnięciom fizyki mikroświata, a zwłaszcza fizyki procesów jądrowych.

Część III, *Ewolucja Elementarnych Składników Materii*, przedstawia historię poznania struktury materii poruszając tak doniosłe zagadnienia jak hierarchia struktur, próby utworzenia jednolitej teorii pola, zdumiewające koincydencje wielkich liczb (zauważone po raz pierwszy przez Sir Arthura Eddingtona), „heretycki" postulat zmienności podstawowych stałych fizycznych, roli grawitacji w teorii cząstek elementarnych, problem światów w światach czyli ultrarelatywistyczna wersja hierarchicznego Wszechświata.

Ostatni rozdział, zatytułowany *Tylko Geometria*, poświęcony został przestrzeni oraz jej wypełnieniu przez materię, geometrodynamice, superprzestrzeni i ewolucji... geometrii (!) — to jest tym wszystkim koncepcjom, które stanowią najbardziej radykalne podejście do problemu istnienia Świata. Ów jednolity model materii, zaproponowany przez Johna Archibalda Wheelera, oparty jest tylko na spekulacjach teoretycznych, u których podstaw leży dogłębne przekonanie o pięknie i prostocie przyrody. Czy w przyszłości model ten zostanie potwierdzony? — nie wiadomo. Wiadomo natomiast, że warto i należy rozpatrywać każdą, logicznie uzasadnioną koncepcję. Nawet jeśli okaże się ona niezgodna z rzeczywistością, to będzie jednak kształcąca dla nas samych, dla naszej umiejętności myślenia.

Do ogromnie rozbudowanych trzech części książki Autorzy dołączają krótkie, siedmiostronicowe *Zakończenie*, w którym demonstrują, że ewolucja fizyczna materii jest wstępnym warunkiem ewolucji chemicznej i biologicznej, poruszając zarazem zagadnienie wielości zamieszkałych światów w Galaktyce. Tak sformułowane zakończenie ma stanowić (w zamyśle Autorów) najbardziej przekonywający argument na rzecz jedności materii we Wszechświecie oraz uniwersalności zjawisk zachodzących na różnych poziomach organizacji materii.

Lektura prezentowanej pozycji może nastręczać Czytelnikom pewne trudności ze względu na ogromne skomprymowanie wiadomości, zbliżone już do gęstości białych karłów, albo nawet gwiazd neutronowych! Książkę należy właściwie bardzo uważnie i wnikliwie studiować — i to niejeden raz. Rozmach i zakres tematyczny *Dziejów Materii* jest jednocześnie zaletą i wadą tej książki. Zaletą — gdyż niespotykanie wyczerpująco prezentuje ona osiągnięcia nauk fizycznych; wadą — ponieważ niewprawnemu Czytelnikowi łatwo się w niej zagubić niczym w Labiryncie. Zważywszy jeszcze, że Autorzy bezustannie podkreślają powiązania pomiędzy najodleglejszymi nawet fenomenami, nie wolno ani na chwilę osłabiać uwagi, co czyni lekturę tej książki bardzo męczącą.

Idea przewodnia *Dziejów Materii* przypomina czasami — ale jest podobieństwo nader odległe i ledwo uchwytne — plan kompozycyjny *„Rękopisu znalezionego w Saragossie"* pióra hr. Jana Potockiego (1761—1815), w którym naczelna kwestia — odwieczna tajemnica życia, mi-

łości i śmierci — ukazana jest w cyklu nawzajem przenikających się opowieści, tworzących jakby wielowymiarową, zamykającą się w sobie przestrzeń. Tym, tak odmiennym przecież książkom wspólne jest głęboko filozoficzne zamyślenie nad Istnieniem i Istotą Świata...

Zdarzające się w tekście potknięcia, jak nie wiadomo skąd wzięty skrót *R Cor Bor* (str. 212 i 214) zamiast *R CrB*, czy nie dość precyzyjna klasyfikacja gwiazd fizycznie zmiennych (włączenie do jednej grupy półregularnie pulsujących gwiazd typu *RV Tauri*, nieregularnie rozbłyskowych gwiazd typu *T Tauri* i gwiazd nowopodobnych typu *R CrB* — str. 212 i następne), nie dyskwalifikują przecież książki. Jedynie złośliwi mogliby stwierdzić, iż przykłady nieścisłości tylko podkreślają — wbrew intencji Autorów — odrębność astronomii i fizyki i w związku z tym nie ma co mówić o integracji nauk fizycznych i przyrodniczych. Jest to oczywiście niepoważna argumentacja, nie mająca nic wspólnego z nauką.

Prezentowaną pozycję należy oczywiście gorąco polecić miłośnikom astronomii — pozwoli ona bowiem odnaleźć właściwy dystans do Majestatu Przyrody.

T. ZBIGNIEW DWORAK

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Październik 1979 r.**

Słońce

W październiku wstępuje w znak Skorpiona (Niedźwiadka); jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 210°. Dni ciągle są coraz krótsze (w ciągu miesiąca dnia ubywa o 2 godziny), co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca w Warszawie: 1 października Słońce wschodzi o 5^h35^m, zachodzi o 17^h15^m, a 31 października wsch. o 6^h28^m, zach. o 16^h11^m.

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

Data 1979	P	B_0	L_0	Data 1979	P	B_0	L_0
X 1	+26°00	+6°70	71°40	X 17	+26°16	+5°70	220°32
3	+26.12	+6.60	45.01	19	+26.05	+5.54	193.94
5	+26.22	+6.50	18.62	21	+25.90	+5.38	167.56
7	+26.28	+6.39	352.23	23	+25.72	+5.20	141.18
9	+26.32	+6.27	325.84	25	+25.52	+5.02	114.80
11	+26.32	+6.14	299.46	27	+25.28	+4.84	88.42
13	+26.30	+6.00	273.08	29	+25.01	+4.66	62.06
15	+26.24	+5.86	246.70	31	+24.71	+4.46	35.68

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
6d22h50m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

W pierwszej połowie miesiąca Księżyc świecący jasno wysoko na niebie będzie przeszkadzał w obserwacjach, kolejność faz Księżyca jest bowiem w październiku następująca: pełnia 5^d21^h, ostatnia kwadra 12^d22^h, nów 21^d3^h i pierwsza kwadra 28^d14^h. Najdalej od Ziemi Księżyc znajdzie się 16, a najbliżej Ziemi 4 października. W październiku tarcza Księżyca zakryje Aldebarana, najjaśniejszą gwiazdę w gwiazdozbiorze Byka, oraz Saturna; zjawiska te będą jednak w Polsce niewidoczne.

Planety i planetoidy

Jasne planety widoczne są w drugiej połowie nocy: około północy wschodzi Mars, dwie godziny później Jowisz, a nad ranem Saturn. Mars około +1.3 wielkości wędruje w gwiazdozbiorze Raka w kierunku gwiazdozbioru Lwa. Jasno błyszczący Jowisz —1.5 wielkości przebywa w gwiazdozbiorze Lwa, a Saturn +1.3 wielkości na granicy gwiazdozbiorów Panny i Lwa. Przez lunety możemy już obserwować ciekawe zjawiska w układzie czterech najjaśniejszych księżyców Jowisza.

Przez większe lunety możemy też obserwować trzy najjaśniejsze planetoidy: Ceres ok. 7.8 wielk. gwiazd. przez całą noc w gwiazdozbiorze Wieloryba, Pallas ok. 10 wielk. gwiazd. wieczorem w gwiazdozbiorze Orła i Westę ok. 7 wielk. gwiazd. po północy w gwiazdozbiorze Wieloryba. Dla łatwiejszego odszukania planetoid podajemy ich współrzędne równikowe dla kilku dat.

Data 1978	Ceres		Pallas		Westa	
	rekt.	dekl.	rekt.	dekl.	rekt.	dekl.
X 1	1^h11^m8	—8°34′	20^h45^m6	+2°37′	3^h10^m3	+7°08′
11	1 03.3	—9 15	20 45.9	+0 47	3 04.8	+6 27
21	0 45.9	—9 41	20 48.1	—0 51	2 56.9	+5 44
31	0 47.4	—9 49	20 52.3	—2 14	2 47.4	+5 04

Meteory

Od 16 do 26 października promieniują meteory z roju Orionidów. Radiant meteorów leży na granicy gwiazdozbiorów Oriona i Bliźniąt i ma współrzędne: rekt. 6^d24^m, dekl. +15°. Warunki obserwacji są w tym roku dobre.

*
* *

2^d13^h Złączenie Merkurego ze Spiką (Kłosem Panny), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Panny (w odl. 2°).

4^d O 16^h planetoida Pallas nieruchoma w rektascensji.

$4/5^d$ Na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyc 1 i jego cień. Obserwujemy koniec przejścia: cienia o 3^h16^m, księżyca 1 o 4^h4^m.

5^d8^h Wenus w złączeniu z Kłosem Panny (w odl. 3°).

$5/6^d$ Księżyc 2 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia: cienia o 4^h11^m, księżyca 2 o 5^h49^m.

6^d7^h Planetoida Ceres w przeciwstawieniu ze Słońcem.

9^d21^h Bliskie złączenie Księżyca z Aldebaranem; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w północno-wschodniej Afryce oraz w południowej i wschodniej Azji.

$9/10^d$ do 5^h29^m księżyc 3 Jowisza przechodzi na tle tarczy planety i jest niewidoczny.

$11/12^d$ Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Cień pojawi się na tarczy planety już o 2^h51^m, a sam księżyc 1 rozpocznie przejście o 3^h45^m. Koniec przejścia cienia o 5^h9^m, a księżyca o 6^h3^m.

$12/13^d$ Obserwujemy początek przejścia cienia 2 księżyca Jowisza (o 3^h55^m) i samego księżyca (o 5^h43^m) na tle tarczy planety.

13^d3^h Złączenie Plutona ze Słońcem.

14^d21^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 4°.

16^d16^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 1°.

18^d6^h Bliskie złączenie Saturna z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Południowej Afryce, na Oceanie Indyjskim i na Antarktydzie.

$21/22^d$ Księżyc 2 Jowisza ukryty jest za tarczą planety i niewidoczny aż do 6^h24^m.

22^d O 1^h złączenie Merkurego z Uranem w odl. 3°. Dalej Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z trzema planetami: 9^h z Wenus i 21^h z Uranem w odl. 5°, a o 23^h z Merkurym w odl. 8°.

24^d1^h Słońce wstępuje w znak Skorpiona (Niedźwiadka).

25^d4^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 4°.

$26/27^d$ O 3^h48^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza.

27^d17^h Wenus w złączeniu z Uranem w odl. 0°2.

$27/28^d$ Księżyc 3 Jowisza ukryty jest za tarczą planety, a na tle tarczy przechodzi księżyc 1 wraz ze swym cieniem. O 3^h25^m nastąpi koniec przejścia cienia 1 księżyca, a o 4^h29^m samego księżyca 1. O 4^h13^m obserwujemy koniec zakrycia księżyca 3 (ukaże się on spoza prawego brzegu tarczy planety, patrząc przez lunetę odwracającą).

$28/29^d$ O 4^h obserwujemy początek zaćmienia 2 księżyca Jowisza.

29^d17^h Merkury w największym wschodnim odchyleniu od Słońca (24°); położony jest jednak tak względem Słońca i Ziemi, że jest praktycznie niewidoczny.

$30/31^d$ Księżyc 2 Jowisza przechodzi na tle tarczy planety i jest niewidoczny. Koniec przejścia obserwujemy o 3^h19^m.

Minima Algola (beta Perseusza): październik $1^d4^h25^m$, $4^d1^h10^m$, $6^d22^h0^m$, $9^d18^h50^m$, $21^d6^h5^m$, $24^d2^h55^m$, $26^d23^h40^m$ i $29^d20^h30^m$.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

M. Heller — Evolution of the Cosmos and cosmology.

S. R. Brzostkiewicz — A „photoreportage" from Jupiter.

M. Szczepański — The XXIInd Astronomical Olympiad.

Chronicle: Rings of planets — Searching of extraterrestrial civilizations — Radiostream of the Earth and possibilities of the SETI — Classification of planetary nebulae — Red giants lose their mass — Radial velocities of stars — A history of a variability of R Puppis.

Observations.

Historical chronicle: 300 Years of „Connaissance des Temps" — Johann Daniel Titius (1729—1796).

New books.

Astronomical calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

М. Хеллер — Эволюция Космоса и космологии.

С. Р. Бжосткиевич — Фоторепортаж с Юпитера.

М. Шченаньски — XXII Астрономическая олимпиада.

Хроника: Кольца планет — Поиски внеземных цивилизаций — Радиоизлучение Земли и возможности SETI — Классификация планетарных туманностей — Красные гиганты теряют массу — Радиальные скорости звёзд — История переменности R Puppis.

Наблюдения.

Историческая хроника. 300 лет „Connaissance des Temps" — Иоганн Даниель Титиус (1729—1796).

Новые книги.

Астрономический календарь.

OGŁOSZENIE

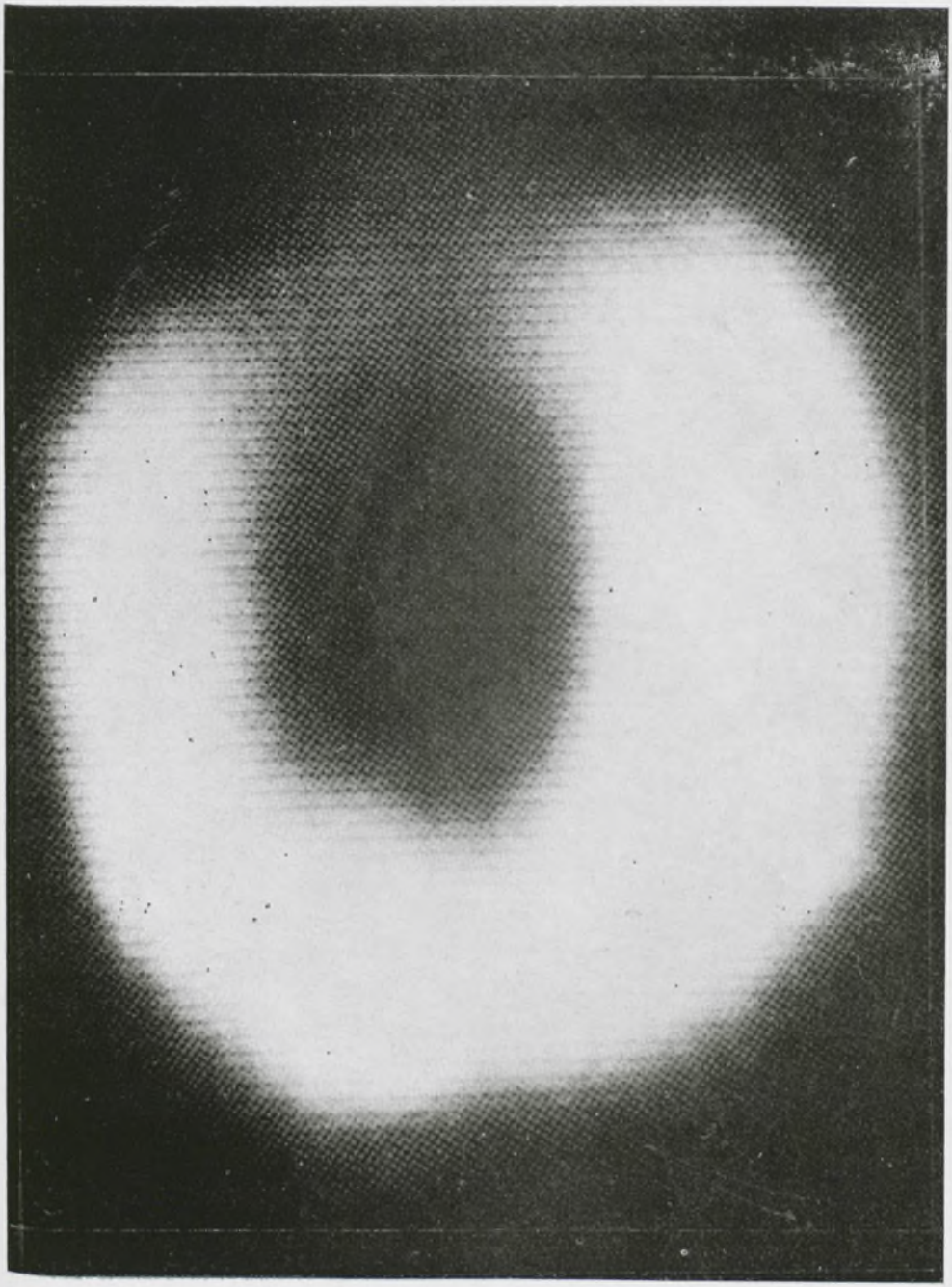
Kupię optykę systemu Cassegraina, ⌀ 250 mm

Włodzimierz Rek
ul. Staromiejska 9
26-300 Opoczno
tel. 26-82

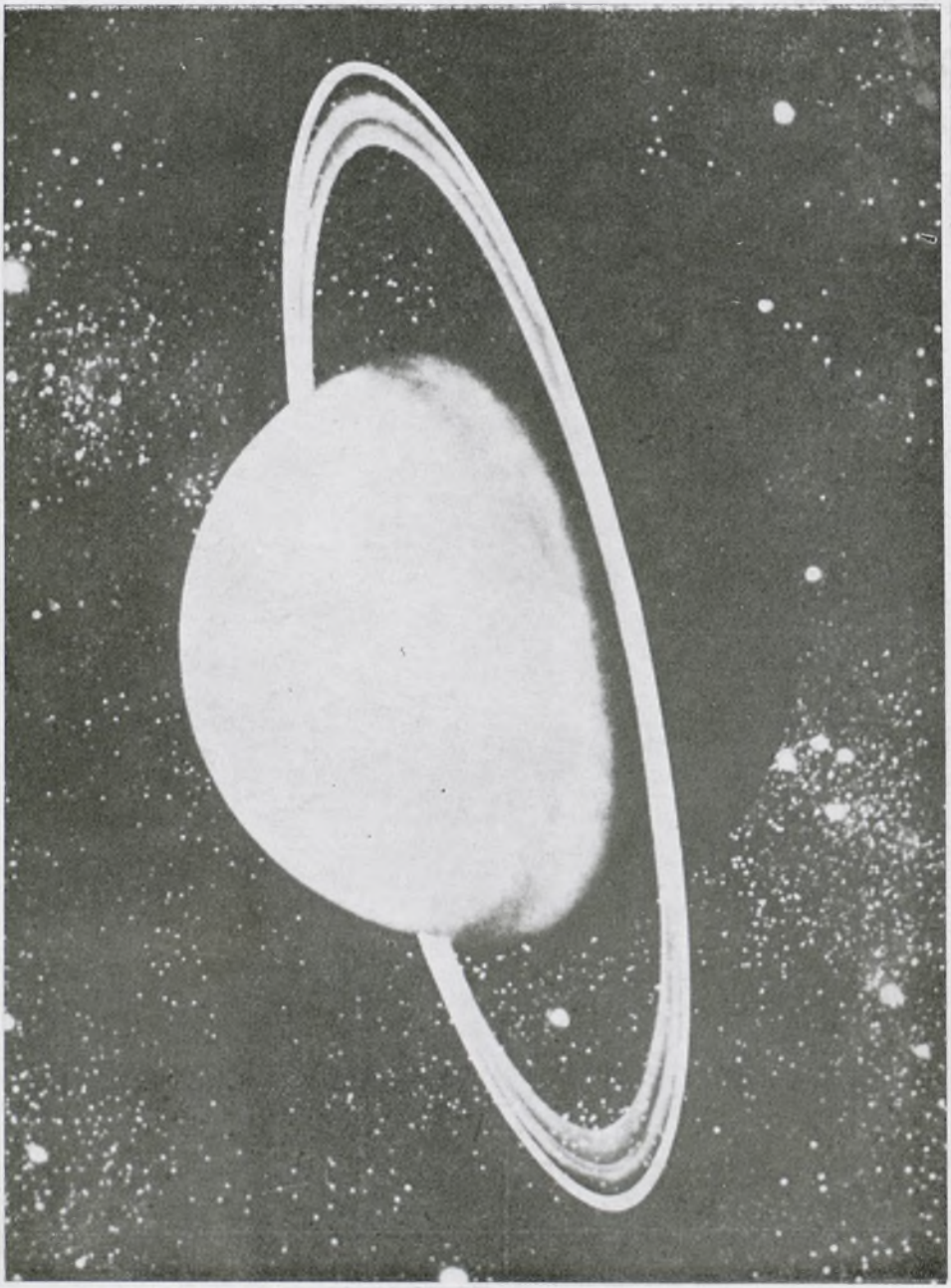
Redakcja i Administracja: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Główny, 31-027 Kraków, ul. Solskiego 30/8, tel. 238-92. **Red. nacz.:** L. Zajdler, 02-590 Warszawa, ul. Drużynowa 3, tel. 44-49-35. **Sekr. red.:** K. Ziołkowski. **Red. tech.:** Z. Korczyńska. **Przewodn. Rady Redakcyjnej:** S. Piotrowski. Warunki prenumeraty: roczna zł 96,— dla członków PTMA (25% zniżki) — zł 72,— (bez składki członkowskiej), cena 1 egz. — zł 8,—. Zgłoszenia w Redakcji, adres j.w.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław. Oddział w Krakowie. 1979. Nakład 3300 egz. Objętość ark. wyd. 3, ark. druk. 2,25. Pap. druk. sat. kl. V, 65 g, 61 × 86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa w Krakowie - 2979/79 - I-3 - 3.300 - E



Cena zł 8.—



Indeks 38001