URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIII KWIECIEŃ 1972 Nr 4

BIBLIOTEKA WOJEWÓDZKA w Toruniu

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIII KWIECIEŃ 1972 Nr 4

CZASOPISMO WYDAWANE Z ZASIŁKU POLSKIEJ AKADEMII NAUK. ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (DZ. URZ. MIN. OŚW. NR 14 Z 1966 ROKU, W-WA 5.11.66).

SPIS TREŚCI

Piotr Flin — Główne typy gwiazd zmiennych.

Bronisław Kuchowicz — Promieniowanie grawitacyjne (5).

Krzysztof Ziołkowski — Amerykańskie plany badań kosmicznych w latach siedemdziesiątych.

Kronika: Czy gromady galaktyk powstają w wybuchu? — Obserwacje Supernowej z roku 1572 — Odkrycie fal grawitacyjnych (?!) — Kratery na satelitach Marsa — Czy na planetach istnieje życie? — Przejście Ziemi na tle tarczy Słońca.

Konferencje i Zjazdy: Polsko-czechosłowacka konferencja na temat dynamiki planetoid, komet i meteorów.

Kronika Historyczna: Stulecie Obserwatorium Astronomicznego w w Hurbanowie na Słowacji.

Kalendarzyk Astronomiczny.

W dniach od 16 do 22 stycznia br. przebywali w Polsce amerykańscy astronauci, członkowie załogi statku kosmicznego Apollo 15: David R. Scott, Alfred M. Worden i James B. Irwin. Podczas pobytu w Warszawie i Toruniu uczestniczyli w seminariach naukowych w uniwersyteckich obserwatoriach astronomicznych, spotykali się z naukowcami polskimi zainteresowanymi badaniami kosmicznymi, rozmawiali z prezesem Polskiej Akademii Nauk i przewodniczącym Komitetu Nauki i Techniki, odbyli konferencję prasową, demonstrowali piękne zdjęcia krajobrazów księżycowych, pokazywali kamienie przywiezione przez siebie z Księżyca.

Spotkania z ludźmi, którzy byli na Księżycu, oprócz oczywistych czysto emocjonalnych wrażeń, dostarczyły jeszcze raz bogatego materiału do zadumy nad tym czego ci ludzie dokonali i refleksji nad potrzebą, celem i znaczeniem wyjścia człowieka w kosmos.

W dniu 1 maja ok. 4^h25^m nastąpi zakrycie gwiazdy pierwszej wielkości Antaresa przez Księżyc (przy oświetlonym brzegu Księżyca tuż przed jego zachodem). W dniu 15 maja ok. 21^h25^m — zakrycie Marsa przy ciemnym brzegu Księżyca.

Pierwsza strona okładki: Fragment niewielkiego krateru księżycowego wypełnionego odłamkami skał. W głębi Apeniny księżycowe. Zdjęcie wykonane przez astronautów z Apollo 15.

Druga strona okładki: U góry — zdjęcie lewe: Astronauci David Scott i Alfred Worden podczas spotkania z polskimi naukowcami w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego w dniu 18 stycznia 1972 roku; zdjęcie prawe: D. Scott przemawia podczas tego spotkania (*fot. T. Kwast*).
U dołu — Uczestnicy polsko-czechosłowackiej konferencji na temat dynamiki planetoid, komet i meteorów (patrz notatka w dziale Konferencje i Zjazdy) na tle zamku w Smolenicach koło Bratysławy gdzie odbywała się konferencja (*fot. M. Antal*).

PIOTR FLIN — Kraków

GŁÓWNE TYPY GWIAZD ZMIENNYCH

Wszystkie gwiazdy w ciągu swego „życia" zmieniają swoje własności, takie jak masa, rozmiary, światłość, typ widmowy. Te zmiany są jednak na ogół bardzo wolne i mówiąc o zmienności gwiazd nie ma się na myśli tych ewolucyjnych zmian parametrów. Za gwiazdy zmienne uważa się obiekty, które w krótkim okresie czasu (rzędu minut, dni lub lat zmieniają swoją jasność.

W miarę rozwoju metod badawczych okazuje się, że coraz więcej gwiazd nie ma stałego blasku, a więc rośnie liczba znanych gwiazd zmiennych. *General Catalogue of Variable Stars* (trzecie wydanie z lat 1969—1970) podaje informacje o 20437 gwiazdach, których zmienność odkryto i potwierdzono do 1968 roku. Każda gwiazda zmienna, a więc taka, której zmienność blasku odkryto i odkrycie to potwierdzono, otrzymuje tzw. ostateczne oznaczenie. Oznaczenie to zależy od gwiazdozbioru, w którym dana gwiazda się znajduje i od kolejności potwierdzenia zmian blasku danej gwiazdy w danym gwiazdozbiorze. Pierwsza gwiazda zmienna odkryta w danej konstelacji otrzymuje literę łacińską R, druga — S itd. aż do (dziesiątej) litery Z. Następne gwiazdy otrzymują oznaczenia RR, RS, ..., RZ, SS, ..., SZ, TT, ..., ZZ, a dalej AA, AB, ..., AZ, BB, BC, ..., BZ, ..., QQ, QZ. (Literę J wyeliminowano, aby nie było pomyłek z literą I). W podany wyżej sposób, przy pomocy samych liter, można oznaczyć 334 gwiazdy zmienne w danym gwiazdozbiorze. Wszystkie następne gwiazdy zmienne otrzymują literę V (od łacińskiej nazwy Variabilis = zmienna) i kolejne numery 335, 336 ... Zapis wygląda więc następująco: V 335 ..., V 336 ..., V 337 ..., gdzie w miejsce kropek wstawia się nazwę gwiazdozbioru, np. V 335 Her, V 336 Her. Tabela 1 podaje oznaczenia gwiazd zmiennych w każdym gwiazdozbiorze i jest podsumowaniem tego, co napisano wyżej.

Podany sposób oznaczania gwiazd zmiennych jest obowiązujący, ale istnieją od niego odstępstwa. Niektóre jasne gwiazdy oznaczane literami greckimi, mimo swej zmienności nie otrzymały oznaczeń złożonych z liter łacińskich i nazwy gwiazdozbioru (np. χ Cyg, ϱ Cas). Gwiazdy nowe mogą być oznaczane np. N 1968 Vul, co oznacza gwiazdę nową odkrytą w roku 1968 w gwiazdozbiorze Lisa, zaś SN 1968 c oznacza supernową (trzecią z kolei bo litera c) odkrytą w 1968 roku.

Tabela 1

Oznaczanie gwiazd zmiennych w każdym gwiazdozbiorze

Lp.	Ozn,	Lp.	Ozn.	Lp.	Ozn.	Lp.	Ozn.
1	R	11	RS	55	AA	335	V 335
2	S	⋮		56	AB	336	V 336
3	T	18	RZ	⋮		337	V 337
4	U	19	SS	79	AZ	⋮	⋮
5	V	20	ST	80	BB		
6	W	⋮		81	BC		
7	X	26	SZ	⋮			
8	Y	27	TT	103	BZ		
9	Z	⋮		⋮			
10	RR	54	ZZ	334	QZ		

Ze względu na powtarzający się okresowo charakter zmian blasku mówi się o *regularnych* zmianach blasku. Gdy brak jakichkolwiek śladów regularności, to gwiazdy nazywa się *nieregularnymi.* Obserwowane zmiany jasności gwiazdy w czasie przedstawia krzywa zmian blasku. Na *wykresie krzywej zmian blasku* (oś pozioma — czas, oś pionowa — jasność) można prześledzić zmiany jasności gwiazdy, zauważyć momenty, kiedy jasność gwiazdy jest największa (maksimum blasku), najmniejcza (minimum blasku), bądź też stała. Wyrażoną w wielkościach gwiazdowych różnicę między największą i najmniejszą jasnością nazywa się *amplitudą zmian blasku.*

Gdy zmiany blasku są regularne, to można znaleźć interwał czasu pomiędzy dwoma kolejnymi maksimami (lub minimami) blasku i ten interwał czasowy nazywa się *okresem zmienności.*

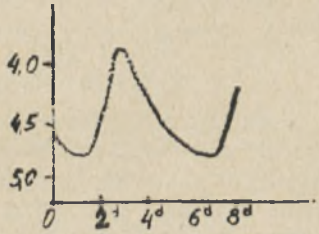
Klasyfikacji gwiazd zmiennych można dokonać oczywiście na wiele różnych sposobów. Jednym z nich jest np. kształt krzywej zmian blasku. Można również dokonywać podziału gwiazd zmiennych na grupy opierając się na przyczynach tych zmian.

Mechanizmem powodującym zmiany blasku gwiazd mogą być pulsacje promienia gwiazdy, wybuchy w gwieździe, zakrycie jednego składnika układu podwójnego przez drugi składnik tego układu. Ze względu na mechanizm powodujący zmiany blasku można więc wyróżnić trzy klasy gwiazd zmiennych, a mianowicie: 1) gwazdy zmienne pulsujące, 2) gwiazdy zmienne wybuchowe i 3) gwiazdy zmienne zaćmieniowe. W każdej klasie znajdują się obiekty, których przyczyny zmian blasku są takie same, mogące różnić się swoimi własnościami fizycznymi takimi jak masa, światłość itp. Gwiazdy zmienne mające jednakowy me-

chanizm zmian blasku i podobne własności fizyczne tworzą jeden typ zmienności, charakteryzujący się zbliżonym kształtem krzywej zmian blasku.

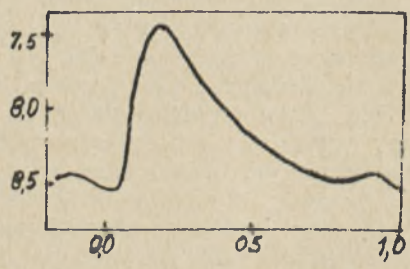
Wśród gwiazd zmiennych pulsujących wyróżniono kilka typów zmienności.

Cefeidy — gwiazdy o dużej światłości, charakteryzujące się regularnymi zmianami blasku o okresach od 1^d do 70^d, z amplitudą tych zmian od $0.^m1$ do 2^m. Klasa widmowa zmienia się w zależności od fazy obserwacji, w maksimum blasku typ widmowy F, w minimum natomiast G—K. Typową krzywą zmian blasku przedstawia rys. 1.



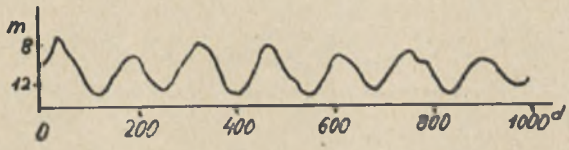
Rys. 1. Krzywa zmian blasku δ Cep

Gwiazdy typu RR Lyrae zwane też cefeidami krótkookresowymi, to olbrzymy głównie klasy widmowej A, pulsujące regularnie z okresami $0.^d05$—$1.^d2$, przy amplitudzie zmian blasku 1—2 wielkości gwiazdowe. Typową krzywą zmian blasku przedstawia rys. 2.



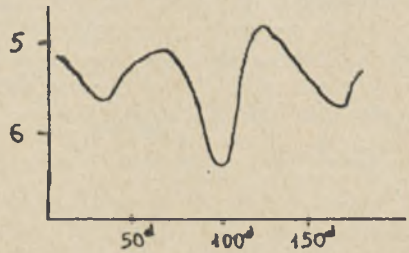
Rys. 2. Krzywa zmian blasku RR Lyrae

Gwiazdy typu Mira Ceti — to olbrzymy późnych typów widmowych zmieniające regularnie swój blask z dużą amplitudą (większą niż $2.^m5$). Okresy zmian blasku zawarte są w przedziale 80^d—1000^d. Krzywą zmian blasku prezentuje rys. 3.



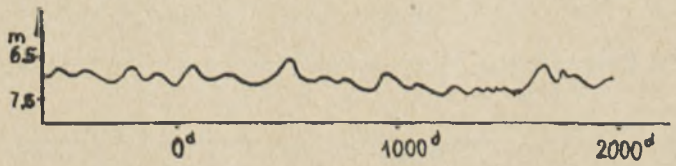
Rys. 3. Krzywa zmian blasku X Cam (gwiazdy zmiennej typu Mira Ceti)

Gwiazdy typu RV Tauri wykazują półregularne zmiany blasku z amplitudą $0.^m8$—$3.^m0$, charakteryzujące się istnieniem głównego i wtórnego minimum, jak też dwoma maksimami w czasie jednego cyklu, trwającego od 30^d do 150^d. Są to nadolbrzymy klas widmowych G i K. Krzywą zmian blasku przedstawia rys. 4.



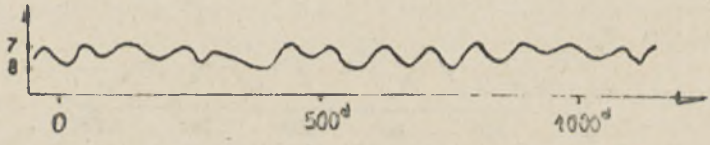
Rys. 4. Krzywa zmian blasku R Sct (gwiazda zmienna typu RV Tau)

Nieregularne powolne zmienne charakteryzują się brakiem jakichkolwiek regularności zmian blasku. Są to olbrzymy lub nadolbrzymy późnych typów widmowych (Rys. 5).



Rys. 5. Krzywa zmian blasku gwiazdy nieregularnej, powolnie zmiennej U Del

Półregularne zmienne to gwiazdy olbrzymy lub nadolbrzymy późnych typów widmowych, zmieniające swą jasność z amplitudą nie przewyższającą 2^m. Zmiany blasku obserwuje się w bardzo szerokim przedziale czasowym od 30^d do 1000^d. Charakteryzują się bardzo różnorodnymi formami krzywych zmian blasku (Rys. 6).

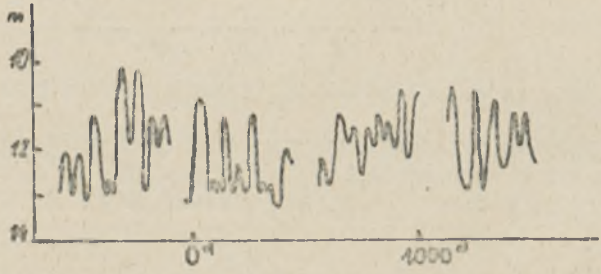


Rys. 6. Krzywa zmian blasku półregularnej zmiennej AF Cyg

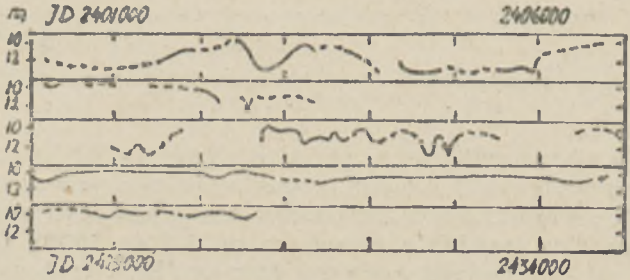
Gwiazdy typu β Cep (zwane też gwiazdami typu β CMa) to gwiazdy z amplitudą zmian blasku rzędu $0.^{m}1$, okresami od $0.^{d}1$ do $0.^{d}6$, klasy widmowej B.

Gwiazdy typu δ Sct charakteryzują się zmiennym kształtem krzywej zmian blasku. Okresy zmienności są krótsze od $0.^{d}2$, amplitudy mniejsze od $0.^{m}3$, typ widmowy A oraz F.

Do gwiazd pulsujących niektórzy autorzy zaliczają też *gwiazdy typu α^2 CVn*. Są to gwiazdy typu widmowego A_p, w których występują silne, zmienne pola magnetyczne. Zmiany tych pól odbywają się z okresem równym okresowi zmian natężenia niektórych linii w widmie. Okresy zmian blasku 1^{d}—25^{d}, z amplitudą mniejszą od $0.^{m}1$.



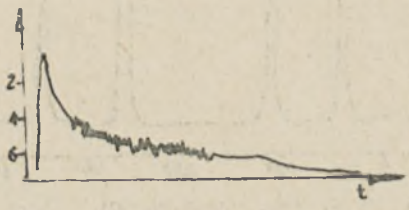
Rys. 7. Krzywa zmian blasku gwiazdy zmiennej typu Oriona T Cha



Rys. 8. Krzywa zmian blasku T Tau

Klasa gwiazd zmiennych wybuchowych została podzielona na dwie grupy. Jedną stanowią gwiazdy zmienne nieregularne, związane z mgławicami dyfuzyjnymi, oraz gwiazdy nieregularne szybko zmieniające swój blask. Do grupy tej należą gwiazdy zmienne *typu Oriona*, gwiazdy zmienne *typu T Tauri* i gwiazdy zmienne *typu UV Ceti*. Rys. 7—8 przedstawiają krzywe zmian blasku gwiazd z tej grupy. Do drugiej grupy należą gwiazdy *nowe i nowopodobne* (gwiazdy typów: Z And, Z Cam, R CrB, U Gem, P Cyg, T CrB, RT Ser) oraz supernowe.

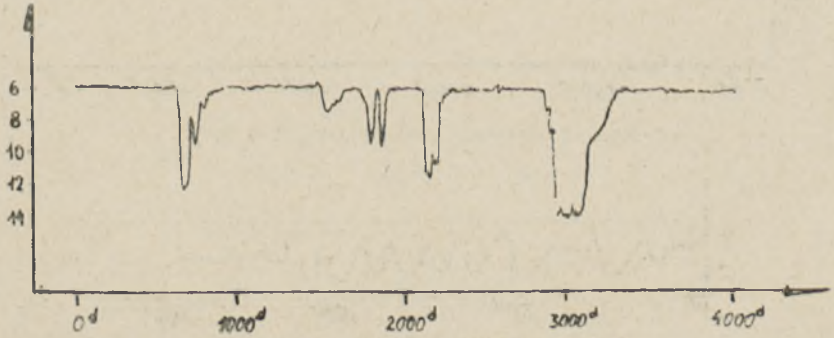
Gwiazdy nowe są to gorące karły, które niespodziewanie w ciągu krótkiego okresu czasu zwiększają swój blask o 7^m—16^m, a następnie dość wolno powracają do swej pierwotnej jasności (Rys. 9).



Rys. 9. Krzywa zmian blasku GK Per (N Per 1901)

Gwiazdy supernowe charakteryzują się raptownym wzrostem jasności, który jest większy niż 20^m. Ogólny charakter krzywej zmian blasku jest zbliżony do krzywej zmian blasku gwiazd nowych.

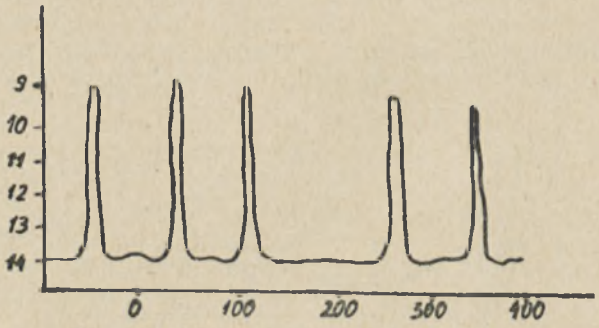
Gwiazdy zmienne typu R CrB to gwiazdy o dużej światłości, typów widmowych F—K (czasem R), charakteryzujące się dużymi osłabieniami blasku (ich amplituda 1^m—9^m) (Rys. 10).



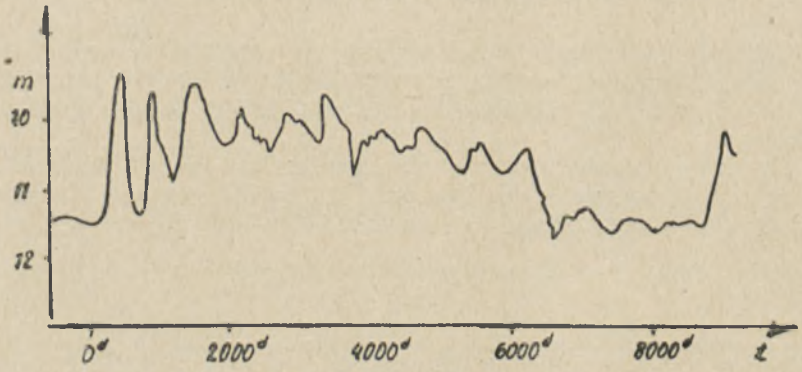
Rys. 10. Krzywa zmian blasku R CrB

Gwiazdy typu U Gem, zwane także gwiazdami typu SS Cyg, to karłowate gwiazdy, których jasność od czasu do czasu gwałtownie rośnie, aby potem szybko powrócić do stanu początkowego. Amplituda tych pojaśnień wynosi od 2^m do 6^m. Poza wybuchami obserwuje się nieregularne fluktuacje jasności o małej amplitudzie.

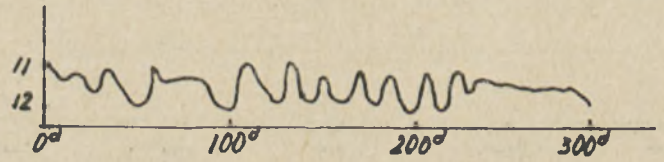
Wśród gwiazd nowych i nowopodobnych wiele obiektów wchodzi w skład ciasnych układów podwójnych.



Rys. 11. Krzywa zmian blasku U Gem



Rys. 12. Krzywa zmian blasku Z And

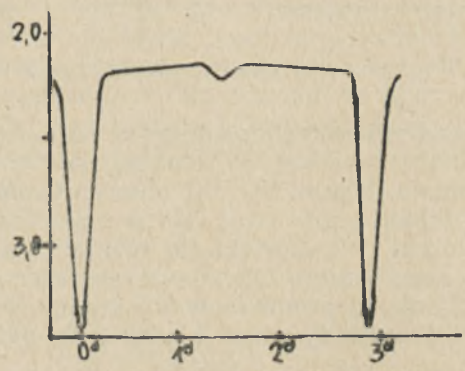


Rys. 13. Krzywa zmian blasku Z Cam

Gwiazdy zmienne zaćmieniowe to układy podwójne, w których płaszczyzna orbity jest bliska promieniowi widzenia obserwatora. W czasie swego ruchu wokół wspólnego środka masy jeden składnik przysłania drugi, co powoduje osłabienie blasku.*)

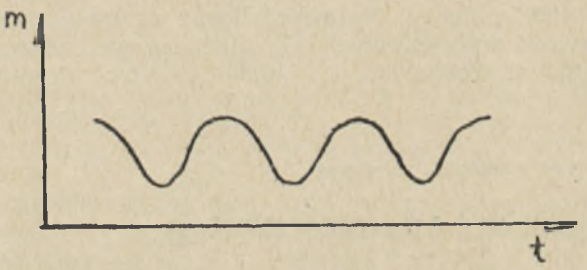
W tej klasie gwiazd zmiennych wyróżniono trzy zasadnicze typy.

Gwiazdy typu Algola, to dwie kuliste gwiazdy krążące wokół wspólnego środka masy z okresami zawartymi w przedziale $0.^{d}2$ do ponad $10\,000^{d}$. Amplitudy zmian blasku są też bardzo rozmaite. Poza wyraźnie zaznaczonymi zaćmieniami blask jest stały (obserwuje się sumaryczny blask obu składników) (Rys. 14).



Rys. 14. Krzywa zmian blasku Algola

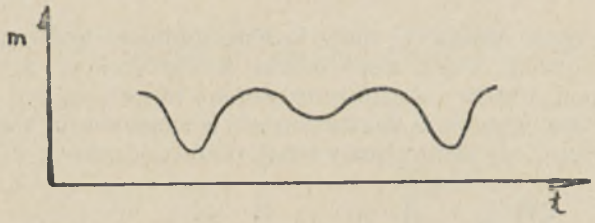
Gwiazdy typu β Lyrae, to dwa eliptyczne składniki zwykle wczesnego typu widmowego. Z powodu eliptyczności składników nie można wyróżnić okresu stałego blasku, jak u Algola. Amplitudy zmian blasku są mniejsze od 2^{m} (Rys. 15).



Rys. 15. Krzywa zmian blasku gwiazdy typu β Lyr

*) Gwiazdom zmiennym zaćmieniowym poświęcony będzie artykuł w następnym numerze *Uranii* (red.).

Gwiazdy typu W UMa. Oba elipsoidalne składniki, klasy widmowej F—G prawie się dotykają. (Gwiazdy te są przykładem stycznego układu podwójnego). Okresy zmienności mniejsze od 1^d, amplitudy zaś nie przewyższają $0.^m8$ (Rys. 16).



Rys. 16. Krzywa zmian blasku gwiazdy typu W UMa

Do klasy gwiazd zmiennych zaćmieniowych włącza się również tzw. *elipsoidalne zmienne.* Są to układy podwójne z elipsoidalnymi składnikami. Wprawdzie nie obserwuje się zakryć jednego składnika układu przez drugi, ale w czasie swojego ruchu orbitalnego składniki te ustawiają się różnymi częściami swej powierzchni do obserwatora. Obserwuje się więc zmiany pola powierzchni wysyłającej promieniowanie i zmiany te są równe okresowi obrotu. Amplitudy zmian blasku tych gwiazd są małe, rzędu $0.^m1$.

Do klasy gwiazd zmiennych pulsujących należą 13 782 obiekty, a więc ponad połowa wszystkich znanych gwiazd zmiennych. Najbardziej licznie reprezentowane w tej klasie są gwiazdy zmienne typu Mira Ceti (4566 gwiazd) oraz gwiazdy zmienne typu RR Lyr (4433 gwiazdy). Drugą z kolei pod względem liczebności klasą są gwiazdy zmienne zaćmieniowe. Do klasy też należą 4062 obiekty. Najmniej liczne są gwiazdy należące do klasy gwiazd wybuchowych. Do tej klasy gwiazd zmiennych zaliczono 1618 obiektów.

BRONISŁAW KUCHOWICZ — Warszawa

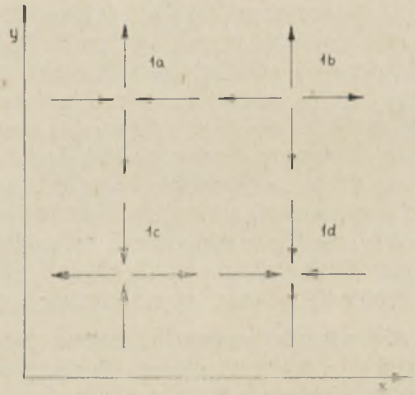
PROMIENIOWANIE GRAWITACYJNE (5)

W dotychczasowych artykułach cyklu zajęliśmy się najpierw ogólnymi właściwościami zjawisk falowych po to, by następnie przedstawić możliwość istnienia fal grawitacyjnych w ramach współczesnej teorii grawitacji — ogólnej teorii względności. Omówiliśmy kosmiczne źródła

promieniowania grawitacyjnego, jak również budowane na Ziemi detektory, służące do rejestracji tego promieniowania. W czwartym artykule, opublikowanym przed dwoma miesiącami, przedstawiliśmy pierwsze wyniki obserwacji, prowadzonych przez Webera od 1968 roku. Obserwacje te wskazały na obszar centrum naszej Galaktyki jako na miejsce, z którego docierają do nas fale grawitacyjne.

V. W poszukiwaniu promieniowania skalarnego

Dotychczas wspominaliśmy o poszukiwaniach promieniowania grawitacyjnego, wynikającego z einsteinowskiej teorii grawitacji — ogólnej teorii względności. Teoria ta jest to tzw. teoria tensorowa, tzn. pole grawitacyjne w dowolnej przestrzeni można scharakteryzować poprzez podanie dziesięciu wielkości (zwanych niekiedy potencjałami grawitacyjnymi), stanowiących składowe symetrycznego tensora metrycznego czasoprzestrzeni. W teorii takiej fale grawitacyjne rozchodzące się w przestrzeni mają charakter kwadrupolowy, zilustrowany schematycznie na



Rys. 1. Drgania w fali grawitacyjnej poprzecznej (kierunek rozchodzenia — prostopadły do płaszczyzny rysunku). 1*a* — fala tensorowa (kwadrupolowa), 1*b* — fala skalarna. 1*c* i 1*d* — Te same fale odpowiednio o pół okresu później

rys. 1a. Drgania kwadrupolowe wzbudzane w walcu — detektorze Webera — przedstawione były także dokładniej na rys. 3 w trzeciej części artykułu (*Urania* nr 1/1972).

Z analizy różnych zjawisk przewidywanych przez teorię Einsteina i rzeczywiście zaobserwowanych wynika, że nie można zanegować tensorowego charakteru pola grawitacyjnego. Spora część fizyków sądzi jednocześnie, że nie ma wystarczającego

uzasadnienia, by wykluczyć z opisu zjawisk grawitacyjnych teorię skalarną, w ramach której do opisu pola w jakimś miejscu wystarcza podanie jednej tylko wielkości skalarnej. Ludzie ci (jak np. Jordan, Brans, Dicke i inni) uważają za możliwy opis pola grawitacyjnego za pomocą tensora i skalara. Jeśli chodzi o opis „składowej" tensorowej pola grawitacyjnego w takiej teorii, wygląda on podobnie jak w ogólnej teorii względności Einsteina. Do tego dochodzi jeszcze tzw. „składowa" skalarna, której występowanie stanowi istotne novum w porównaniu z teorią grawitacji Einsteina. Nic więc dziwnego, że takie uogólnienia ogólnej teorii względności nazywa się skalarno-tensorowymi teoriami grawitacji. (Może zdziwi czytelnika, że mówimy w tym miejscu o teoriach w liczbie mnogiej, jednakże istnieje kilka wersji uogólnienia, w co zresztą wnikać tu nie będziemy). Wielu ludzi nie lubi tych teorii, uważa je za niepotrzebne uogólnienia pięknego matematycznie schematu teorii grawitacji, podanego przez Einsteina. Należy jednak pamiętać, że fizyka jest nauką empiryczną, że teorie fizyczne wciąż są weryfikowane doświadczalnie. Wystarczy jeden fakt, niezgodny z przewidywaniami nawet najpiękniejszej teorii, by teoria ta (w swym dotychczasowym przynajmniej ujęciu) zasługiwała na obalenie, albo przynajmniej na jakieś modyfikacje. Czy takie modyfikacje w odniesieniu do ogólnej teorii względności okażą się konieczne, pokaże przyszłość. Dotychczasowe doświadczenia nie dostarczyły argumentów na rzecz „składowej" skalarnej pola grawitacyjnego, choć niektórzy uczeni sądzą, że natężenie pola skalarnego w przestrzeni może niewiele się różnić od natężenia pola tensorowego, a jedynie wykrywalność efektów związanych z polem skalarnym jest znacznie gorsza, co najmniej o rząd wielkości.

Czytelnikom niniejszego artykułu znana jest być może tzw. „brzytwa Ockhama", słynna zasada tego myśliciela średniowiecznego, zgodnie z którą „bytów nie należy mnożyć bez konieczności". W języku współczesnej nauki sprowadza się to do odrzucenia wszelkich bytów, do których uznania nie zmusza doświadczenie. Dopóki więc nie uda się wykryć w jakikolwiek sposób „składowej" skalarnej pola grawitacyjnego, można w jej istnienie co najmniej poważnie wątpić. Jest możliwe w zasadzie sprawdzić istnienie tego pola skalarnego przy użyciu różnych efektów, które dotychczas służyły do sprawdzania przewidywań ogólnej teorii względności (jak np. odchylenie światła przechodzącego blisko Słońca, ruch peryhelium Merkurego itp.). Efekty te są jednak nieznaczne i przy aktualnym stanie techniki pomiarowej niepodobna jednoznacznie rozstrzygnąć sprawy na

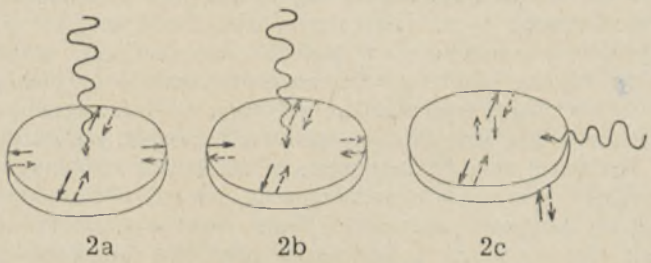
rzecz czy to ogólnej teorii względności czy też jednej z konkurujących z nią teorii skalarno-tensorowych. Wydaje się jednak, że detekcja fal grawitacyjnych stanowić może istotną metodę wydzielenia efektów związanych z ewentualnym istnieniem pola skalarnego.

Fale grawitacyjne, związane z polem skalarnym, mają (jeśli w ogóle istnieją!) inny charakter od omawianych już przez nas wcześniej fal kwadrupolowych. Są to też fale poprzeczne, jednakże odmiennego typu (patrz rys. 1b). Podczas gdy dla fali kwadrupolowej (związanej z polem tensorowym), trafiającej z góry na kartkę papieru, charakterystyczne jest rozciąganie w jednym kierunku (np. wzdłuż osi y) przy jednoczesnym ściskaniu w kierunku przeciwnym (np. wzdłuż osi x, jak na rys. 1a), dla fali skalarnej mamy na przemian ściskanie i rozciąganie — we wszystkich kierunkach jednocześnie. Na rys. 1 przedstawione są fale grawitacyjne o określonej fazie. Jeśli weźmiemy te same fale o pół okresu później, będziemy mieć dla fali kwadrupolowej sytuację jak na rys. 1c, dla fali skalarnej zaś — jak na rys. 1d.

Z charakterystycznych właściwości promieniowania skalarnego wynika szansa na jego odróżnienie od fal kwadrupolowych; detektory czułe na promieniowanie skalarne są odmienne od detektorów dla fal kwadrupolowych. Jeden z rysunków na okładce w numerze 1/1972 *Uranii* przedstawiał właśnie detektor w kształcie dysku, szczególnie przydatny do detekcji promieniowania skalarnego. Detektor ten, o średnicy ok. 2,1 m oraz grubości 15 cm, ma częstość własną drgań równą 1661 Hz, nadaje się więc do detekcji promieniowania grawitacyjnego o zbliżonych częstościach (a takich właśnie częstości można się spodziewać z zapadających się gwiazd). Na rys. 2 widać, w jaki sposób ów dysk zostanie wprawiony w drgania radialne przez padające nań promieniowanie grawitacyjne. Jeśli fala skalarna trafia dysk wzdłuż jego osi symetrii (rys. 2a), wtedy w płaszczyźnie dysku dojdzie do drgań radialnych: rozszerzania się i kurczenia dysku. Jeśli natomiast wzdłuż osi symetrii dotrze do powierzchni dysku fala tensorowa (kwadrupolowa), wtedy nie będzie ona w stanie wprawić go w drgania radialne, gdyż wzdłuż jednego kierunku w płaszczyźnie dysku będzie on się kurczyć, wzdłuż zaś kierunku prostopadłego do niego — rozciągać. Sytuację taką widzimy na rys. 2b. Na rys. 2c przedstawiono wreszcie przypadek, kiedy fala tensorowa trafia w dysk prostopadle do jego krawędzi. Może ona pobudzić dysk do drgań, gdyż w płaszczyźnie dysku dochodzić będzie na przemian do rozciągania i kontrakcji. Przesu-

nięte o pół fazy w kierunku prostopadłym drgania, charakterystyczne dla fali kwadrupolowej, odbywać się będą w płaszczyźnie osi dysku i nie będą przeszkadzać (jak to ma miejsce np. na rys. 2b) pobudzeniu dysku do drgań radialnych.

Można przewidywać, że gdyby przy użyciu innego detektora (np. omawianego już w numerze 1/1972 walca) udało się wyznaczyć kierunek, z którego dochodzi do nas promieniowanie gra-



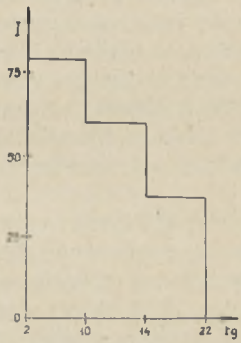
Rys. 2. Dysk drgający radialnie jako detektor fal grawitacyjnych: *a* — skalarnych, *b* i *c* — tensorowych. Strzałki ciągłe oznaczają drgania w określonej chwili, przerywane — w pół okresu później

witacyjne, wtedy dysk pomógłby nam w stwierdzeniu, czy owo promieniowanie zawiera jakąś istotną domieszkę promieniowania skalarnego. Gdyby bowiem dysk ten był skierowany swoją osią symetrii w kierunku źródła fal grawitacyjnych, wtedy zachodziłaby taka sytuacja jak na rys. 2a i 2b: fale skalarne wzbudziłyby drgania dysku, fale tensorowe — nie. Przy ustawieniu natomiast dysku krawędzią w kierunku źródła fal grawitacyjnych dochodziłoby do maksymalnego pobudzenia drgań radialnych ze strony padającego nań promieniowania tensorowego (jak na rys. 2c).

Wszystko to zostało już zrealizowane doświadczalnie przez Webera. Prowadził on swe badania przy użyciu metody koincydencji, podobnie jak w przypadku detektorów w kształcie walca. Jednym z detektorów był dysk, drugim — walec. Liczbę koincydencji przedstawiono w zależności od czasu gwiazdowego; w odróżnieniu od walca, który powracał do określonego położenia względem centrum Galaktyki po upływie 12 godzin, dysk powracał do tego samego położenia względem centrum po upływie 24 godzin. Można się więc spodziewać okresu 24-godzinnego dla histogramu koincydencji. Histogram ten jest przedstawiony na rys. 3. Okres od 14 do 22 godziny czasu gwiazdowego odpowiada takiemu ustawieniu dysku, że jego oś symetrii wskazy-

wała na centrum Galaktyki. Pomiędzy godz. 2 a 10 (oczywiście czasu gwiazdowego) dysk był zwrócony krawędzią w kierunku centrum galaktycznego; wtedy właśnie możliwe było pobudzenie jego przez padające promieniowanie tensorowe i wtedy też liczba koincydencji okazała się największa. Wyniki tego doświadczenia wskazują na to, że dysk prawie nie był pobudzany do drgań radialnych przez fale skalarne (które powinny go optymalnie pobudzać właśnie wtedy, gdy był skierowany osią w kierunku centrum Galaktyki). Można więc wnieść stąd, że promieniowanie skalarne odgrywa znacznie mniejszą rolę niż promieniowanie tensorowe, a nawet może wcale go nie ma. Jedno doświadczenie nie przesądza oczywiście o wszystkim, w każdym razie w świetle pierwszych wyników Webera teorie skalarno -tensorowe grawitacji wydają się, oględnie mówiąc, mało wiarygodne.

Na zakończenie tej notki o negatywnym wyniku poszukiwań promieniowania skalarnego warto chyba jeszcze wspomnieć o teoretycznych przewidywaniach co do względnego wytwarzania składowych: tensorowej i skalarnej promieniowania grawita-



Rys. 3. Natężenie koincydencji (I — w jednostkach względnych) pomiędzy dyskiem (stan Maryland) a walcem (Argonne) jako funkcja czasu gwiazdowego t_g

cyjnego. Zależy to od ukształtowania źródła. I tak np. cząstki poruszające się po orbitach kołowych nie wypromieniowują wcale fal skalarnych, a tylko fale tensorowe (kwadrupolowe). Jeśli zaś dwie masy pod wpływem przyciągania zbliżają się do siebie, wtedy w określonych warunkach wypromieniowanych może być dwukrotnie więcej fal skalarnych niż tensorowych. Najprostsza sytuacja, w której powstawać może tylko promie-

niowanie skalarne (a nie tensorowe), to pulsacje radialne ciała o symetrii kulistej, czyli po prostu naprzemienne jego rozszerzanie się i kurczenie. Utrata energii przez stygnące gwiazdy neutronowe mogłaby się odbywać na tej drodze; na tę teoretyczną możliwość zwrócono uwagę już przed laty. Wyniki doświadczeń Webera stawiają jednak tę możliwość pod znakiem zapytania.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI — Warszawa

AMERYKAŃSKIE PLANY BADAŃ KOSMICZNYCH W LATACH SIEDEMDZIESIĄTYCH

Niedawna wizyta w Polsce załogi statku kosmicznego Apollo 15: astronautów Davida R. Scotta, Alfreda M. Wordena i Jamesa B. Irwina, oraz zakończenie w tym roku jeszcze dwoma lotami na Księżyc programu Apollo, nasuwają pytanie co dalej w podboju kosmosu. Jakie nowe programy i eksperymenty przewiduje się w najbliższych latach, co będzie głównym celem tych badań i czego można po nich oczekiwać. Próba syntetycznej odpowiedzi na te pytania z pozycji astronoma wydaje się ukazywać dwa główne kierunki najbliższego uderzenia. W przeciwieństwie do dominującego w ostatnich latach zdobywania Księżyca, przyszłe działania skoncentrują się na eksploracji po pierwsze planet Układu Słonecznego i po drugie planety wyróżnionej na obecnym etapie ewolucji tego układu — naszej Ziemi.

Po utworzeniu w końcu 1971 roku sztucznego satelity Marsa (Mariner 9) dla badania temperatury, ciśnienia i wilgotności na Marsie oraz przekazywania na Ziemię zdjęć jego powierzchni, przewiduje się, że w roku 1975 na powierzchni Marsa wylądują dwa statki kosmiczne Viking o wadze około 35 kg. Ich głównym celem będzie zapoczątkowanie poszukiwań odpowiedzi na pytanie dotyczące istnienia życia poza Ziemią.

Po dwuletnim locie, w roku 1974, spodziewany jest przelot koło Jowisza statku kosmicznego Pioneer. Oprócz badań największej planety Układu Słonecznego dokona on po drodze pomiarów gęstości pierścienia planetoid położonych między orbitami Marsa i Jowisza.

W roku 1973 ma być wystrzelony kolejny Mariner, którego celem będzie najpierw bliski przelot koło Wenus, a następnie lot w kierunku Merkurego dla zbadania najbliższej Słońca planety. A w rok później Stany Zjednoczone wspólnie z Niemiecką

Republiką Federalną zamierzają wystrzelić pojazd kosmiczny Helios, który zbliży się do Słońca na odległość 45 milionów kilometrów, a więc przejdzie wewnątrz orbity Merkurego. Również z nazwy można wywnioskować że jego głównym celem będzie badanie Słońca.

Eksperymentalne badania planetarne w drugiej połowie obecnego dziesięciolecia będą związane przede wszystkim z zachodzącą wówczas konfiguracją planet zewnętrznych, umożliwiającą wystrzelenie z Ziemi statku kosmicznego, który podczas swego ruchu może zbliżyć się do kilku planet. I tak w latach 1976 i 1977 mogą zostać podjęte dwie takie wielkie wyprawy (grand tour) do Jowisza, Saturna i Plutona. Natomiast w roku 1979 rozpoczną się dwa loty do Jowisza, Urana i Neptuna. Czas trwania tych lotów będzie wynosić od 8 do 10 lat.

Badania planety Ziemia koncentrować się będą — podobnie jak dotychczas, lecz w znacznie większym zakresie — na takich zagadnieniach jak wykorzystanie satelitów do prognoz meteorologicznych, łączność satelitarna, czy też obserwacje bogactw naturalnych Ziemi.

Dla osiągnięcia zadowalających prognoz meteorologicznych na okresy co najmniej dwutygodniowe planuje się dwa wielkie przedsięwzięcia międzynarodowe w ramach Światowego Programu Badań Atmosferycznych (GARP). Pierwszym będzie Atlantycki Eksperyment Tropikalny GARP planowany na czerwiec, lipiec i sierpień 1974 roku. Jego celem będzie poznanie mechanizmów i procesu przekazywania ciepła przez duże skupiska chmur z obszarów tropikalnych do umiarkowanych stref Ziemi. Drugi analogiczny eksperyment GARP, obejmujący zasięgiem obserwacji już nie tylko Ocean Atlantycki lecz całą kulę ziemską, przewidziany jest na lata 1976 i 1977.

W roku 1973 rozpoczną się eksperymenty z satelitą ATS (Advanced Technology Satellite), którego celem będzie umożliwienie bezpośredniej transmisji programów telewizyjnych z przestrzeni kosmicznej do zwykłych odbiorników na Ziemi. Obecnie łączność satelitarna wymaga skomplikowanych naziemnych stacji przekaźnikowych. Po zakończeniu przez NASA doświadczeń z tym satelitą będzie on wykorzystany do przeprowadzenia w Indiach w roku 1974 rocznego eksperymentu w zakresie kształcenia za pośrednictwem telewizji. Przez kilka godzin dziennie na osobnych kanałach głosowych dla kilku języków transmitowane będą programy oświatowe do około 5000 wiosek hinduskich znajdujących się poza zasięgiem jednej stacji telewizyjnej. Odbierać je będzie można za pomocą zwykłych

telewizorów wyposażonych jedynie w prostą, choć specjalną do tego celu, antenę.

Systematyczne obserwacje bogactw naturalnych Ziemi rozpocznie jeszcze w tym roku satelita ERTS (Earth Resources Technology Satellite), a kontynuowane one będą przy znacznym udoskonaleniu metod i przyrządów przez astronautów eksperymentalnej stacji kosmicznej Skylab.

Stacja kosmiczna Skylab ma być wystrzelona w 1973 roku. Przewiduje się trzy okresy przebywania w niej trzyosobowych załóg. Pierwszy ma trwać do trzech tygodni, a drugi i trzeci — aż do ośmiu. Transporterem ludzi do Skylab i z powrotem będzie zmodyfikowany statek Apollo. Oprócz wspomnianych już obserwacji zasobów Ziemi oraz eksperymentów technologicznych i medycznych, jednym z głównych celów Skylabu będą badania Słońca. Stacja ma być do tego wyposażona w specjalny tzw. zestaw teleskopowy Apollo. Prowadzone ze Skylabu obserwacje Słońca będą uzupełniane przez loty bezzałogowych Orbitalnych Obserwatoriów Słonecznych (tzw. satelity OSO) dokonywane mniej więcej przez dwa lata.

Do prowadzenia obserwacji astronomicznych z kosmosu służyć będzie bezzałogowy satelita HEAO (High Energy Astronomy Observatory), który wyposażony będzie m. in. w przyrządy do wychwytywania promieni kosmicznych i drobin antymaterii, które mogą dochodzić do nas z odległych galaktyk. Rozpoczęto również projektowanie załogowego lotu Dużego Teleskopu Kosmicznego, który ma być wystrzelony jednak już w przyszłej dekadzie. Przewiduje się, że średnica zwierciadła tego teleskopu wyniesie dwa metry.

W roku bieżącym rozpoczęły się prace projektowe nad tzw. wahadłowym statkiem kosmicznym, który mógłby latać w kosmos i z powrotem do stu razy. Jego start z Ziemi będzie odbywał się pionowo tak jak wszystkich dzisiejszych rakiet, natomiast na Ziemi będzie lądował poziomo tak jak samolot na lotnisku. Zakłada się, że będzie on mógł wynosić w przestrzeń kosmiczną ciężar użyteczny do 30 ton. Statek będzie pilotowany przez ludzi. Pierwszy załogowy lot statku wahadłowego przewidziany jest na 1978 rok. W obecnym dziesięcioleciu prowadzić się także będzie prace projektowe nad tzw. holownikiem kosmicznym, który byłby wielokrotnie używany do przenoszenia satelitów z jednej orbity na drugą. Rozpocznie on działanie w latach osiemdziesiątych.

Ocenia się, że zastosowanie statków kosmicznych zdolnych do wielokrotnych lotów w kosmos zredukuje koszty wyniesienia

w przestrzeń 1 kg z około 2000 dolarów w chwili obecnej do około 200 dolarów. Warto dodać, że start pierwszego satelity amerykańskiego w 1958 roku kosztował około 200 000 dolarów od kilograma.

Tyle lata siedemdziesiąte. Zaś w następnym dziesięcioleciu przewiduje się wznowienie załogowych lotów na Księżyc oraz załogowy lot na Marsa. To jednak nie są jeszcze na tyle skonkretyzowane plany by już dzisiaj o nich mówić.

(Opracowano na podstawie materiałów dostarczonych przez Ambasadę Amerykańską w Warszawie).

KRONIKA

Czy gromady galaktyk powstają w wybuchu?

Pytanie postawione w tytule zadaje od pewnego czasu coraz większa liczba astronomów. Jeśli wybuch, to oczywiście jakichś tworów większej gęstości, złożonych być może z tzw. materii przedgwiezdnej. Na rzecz powstawania gromad gwiazd i galaktyk w procesach eksplozyjnych, zachodzących w grudkach materii przedgwiezdnej wysokiej gęstości występuje od kilkudziesięciu lat wybitny astrofizyk ormiański, W. Ambarcumian. Przez długie lata głos jego był „głosem wołającego na puszczy", mało kto wierzył w jego argumenty, wskazujące na powstawanie nowych galaktyk i ramion spiralnych kosztem materii zawartej w jądrach galaktyk. Nie były to argumenty wyssane z palca, opierały się one na interpretacji danych obserwacyjnych, przez długie lata dopuszczalne wydawały się jednak alternatywne sposoby interpretacji tych danych. Rozwój technik obserwacyjnych w astronomii zaczął dostarczać stopniowo coraz więcej argumentów zwolennikom hipotezy wybuchów w jądrach galaktyk, podczas których to wybuchów mogły zostać wyrzucane duże bryły materii, dające początek sąsiednim galaktykom. Okazało się także, że na tej drodze można wyjaśnić powstawanie ramion spiralnych w galaktykach.

I tak np. dzięki badaniom radioastronomicznym udało się wykryć tendencję do wyrzucania obłoków plazmy z centrum galaktycznego w dwu przeciwnych kierunkach, przykładem może być galaktyka M78. W miarę jak różniczkowa rotacja wpływa na wyrzuconą materię, obłok jej przybiera stopniowo kształt spiralnego ramienia. Dzięki zaś tendencji do wyrzucania zgęstków plazmy w dwóch przeciwnych kierunkach można pojąć dlaczego wśród galaktyk spiralnych przeważają symetrycznie zbudowane, o dwóch ramionach.

Hipoteza wybuchów w jądrach galaktyk zdaje także sprawę ze zjawiska występowania niewielkich galaktyk towarzyszących większym i występujących w pobliżu końców ramion spiralnych dużych galaktyk.

Obok wybuchów w jądrach galaktyk nader prawdopodobne stają się wybuchy na jeszcze większą skalę, dające początek całym gromadom galaktyk. Ostatnio dwa jastronomowie, Chincarini i Rood, zainteresowali się gromadą galaktyk w gwiazdozbiorze Perseusza. Jest to gromada dość ciekawa: nie ma kształtu sferycznego, przypomina raczej łańcuch (o rozciągłości liniowej ok. 2 milionów lat świetlnych). Do groma-

dy tej należy dość aktywna galaktyka seyfertowska 3C 84, będąca źródłem promieniowania rentgenowskiego. Dwie inne galaktyki z tej gromady są silnymi, nietermicznymi źródłami promieniowania radiowego. Wszystkie te cechy wskazują na przebiegające w galaktykach wspomnianej gromady procesy silnego wydzielania energii; ponadto gromada wydaje się być dynamicznie niestabilną.

Chincarini i Rood (1) zdjęli widma optyczne 43 galaktyk gromady, następnie obliczyli względne prędkości galaktyk w oparciu o zaobserwowane przesunięcia linii widmowych. Szybkość średnia oddalania się wspomnianej gromady od nas (efekt relatywistyczny) wynosi ok. 5.5 tys. km/s. W porównaniu z tą wartością liczbową rozrzut szybkości galaktyk gromady jest ogromny, tak że średnie odchylenie standardowe dla średniej szybkości oddalania się gromady wynosi 1,5 tys. km/s. Tak ogromnego odchylenia standardowego nie zmierzono dotychczas dla żadnej ze znanych gromad galaktyk. Jedna z galaktyk składowych, radiogalaktyka NGC 1265, oddala się od galaktyki sąsiedniej z prędkością równą aż 2,2 tys. km/s. Zauważamy, że podane tu wartości liczbowe prędkości stanowią w istocie rzeczy rzuty prędkości rzeczywistych na kierunek, w jakim spoglądamy, są więc faktycznie od tych wartości rzeczywistych mniejsze (!). Analiza szybkości, z jakimi rozbiegają się galaktyki gromady w Perseuszu, prowadzi do wniosku o stosunkowo młodym wieku gromady, nie przekraczającym miliarda lat. Co to jest w porównaniu z wiekiem układu słonecznego, przynajmniej pięciokrotnie większym!

Wyniki zreferowanej tu pokrótce pracy (1) wydają się potwierdzać w zasadzie hipotezę Ambarcumiana (2) o występowaniu gwałtownych procesów przejścia od zwartych, niewielkich obiektów dużej masy i gęstości — do większej liczby obiektów o mniejsze gęstości średniej. Tym samym problemem, tylko w skali galaktyki (a nie gromady galaktyk) zajął się Arp w cyklu prac, stanowiących analizę obserwacji galaktyk, prowadzonych przy użyciu teleskopów z Palomar. W jednej ze swych ostatnich prac (3) przeprowadził on dowód tego, że galaktyki towarzyszące, ulokowane w pobliżu zakończeń ramion spiralnych galaktyk normalnych, zostały stosunkowo niedawno wyrzucone z jąder tych ostatnich. Spora część tych galaktyk-córek znajduje się w trakcie ekspansji i wyrzucania materii. Można przypuszczać, że w chwili, gdy owe galaktyki wtórne były wyrzucane z jąder galaktyk macierzystych, składały się one z materii bardzo gęstej, miały więc nieznaczne rozmiary. Od tej chwili ewolucja ich przebiega stale w kierunku coraz to mniejszej gęstości. Jest prawdopodobne, że materia, z jakiej składały się pierwotnie owe galaktyki-córki, i jaka występuje nadal jeszcze w jądrach galaktyk, to właśnie materia nadgęsta, o gęstości rzędu 10^{15} g/cm^3, jaka prawdopodobnie występuje we wnętrzach innej klasy obiektów: pulsarów (jeśli są one istotnie gwiazdami neutronowymi; o właściwościach pulsarów patrz np. w artykułach (4) i (5)). Na temat materii nadgęstej pisałem przed wielu laty na łamach *Uranii* (6); do artykułu tego odsyłam też, zainteresowanych.

Wydaje się, jak gdyby przedstawioną tu w zarysie teorię wybuchowego tworzenia się mniejszych ciał niebieskich z większych (masą, a niekoniecznie rozmiarami) można było pogodzić z kosmologią kwantową Harrisona, o której w swoim czasie wspominałem na łamach *Uranii* (7). Jednocześnie problematyka istnienia nadgęstych i masywnych jąder galaktyk w stanie metatrwałym przez długi przeciąg czasu, zanim nie dojdzie do wybuchu, wiąże się z możliwością nader dziwaczną: stała grawitacyjna G (ta z prawa powszechnego ciążenia) może zmieniać się w cza-

sie, może także zależeć od natężenia pola grawitacyjnego. Problemami tymi zajmuje się grupa fizyków ormiańskich, związanych z Ambarcumianem: Saakian, Wartanian, Czubarian i inni. Wprawdzie nie wszyscy uczeni skłonni są sięgać aż do tak karkołomnych hipotez, nie można jednak zaprzeczyć temu, że istotnie w jądrach galaktyk zachodzą ciekawe procesy, które trudno zrozumieć przy użyciu „zwykłej" fizyki.

Literatura:

(1) G. Chincarini, H. Rood, *Astrophys J.*, 168, 321 (1971).
(2) W. A. Ambarcumian, *Problemy ewolucji wsjelennoj* (Erewan 1968); patrz zwłaszcza str. 84 i nast.
(3) H. Arp, *Astronomy and Astrophysics*, 3, 418 (1969).
(4) L. Zaleski, *Urania*, 41, 80 (1970).
(5) K. Ziołkowski, *Urania*, 42, 274 (1971).
(6) B. Kuchowicz, *Urania*, 34, 268 (1963).
(7) B. Kuchowicz, *Urania*, 41, 321 (1970).

BRONISŁAW KUCHOWICZ

Obserwacje Supernowej z roku 1572

W Galaktyce naszej, jak dotąd, zaobserwowano trzy zaledwie gwiazdy Supernowe. Supernowa z roku 1054 odnotowana została w kronikach chińskich, japońskich i arabskich. Pozostałością po niej jest mgławica Krab wraz z pulsarem (czy też pulsarami). Dopiero dwie następne Supernowe obserwowali europejscy astronomowie: w r. 1572 Tycho Brahe — w gwiazdozbiorze Kasjopei, oraz w roku 1604 Kepler — w gwiazdozbiorze Wężownika.

Od dłuższego już czasu trwają poszukiwania pozostałości po Supernowej z roku 1572. Sądzi się, że pozostałość taką powinno się obserwować jako mgławicę, o strukturze być może podobnej do struktury mgławicy Krab (na temat tej ostatniej patrz np. w artykule A. Spodenkiewicza, *Urania*, nr 3/1970). Już na zdjęciach z 1949 roku wykryto coś w rodzaju włókien w miejscu, w którym miała znajdować się Supernowa, ze zdjęć zaś wykonanych po upływie sześciu lat wynikało, że włókna te przemieszczają się ze znaczną szybkością. Ostatnio S. van den Bergh z Toronto przedstawił na łamach *Astrophysical Journal* (tom 168, str. 37 1971) analizę materiału obserwacyjnego wraz z ostatnio dokonanymi zdjęciami. Wydaje się, że wyrzucona podczas wybuchu przed 400 laty otoczka rozszerza się coraz wolniej.

Pozostałość po Supernowej z 1572 roku wykryto także na falach radiowych; obserwacje prowadzone w Cambridge wykazały istnienie idealnej struktury powłokowej. Włókna, dostrzegalne w zakresie optycznym, leżą w pobliżu powłok, z których pochodzi promieniowanie radiowe.

BRONISŁAW KUCHOWICZ

Odkrycie fal grawitacyjnych (?!)

Szwedzki naukowiec dr Anderson (nie mylić z Amerykaninem C. D. Andersonem, który w r. 1936 otrzymał nagrodę Nobla za odkrycie pozytonu, ani z duńskim autorem bajek H. C. Andersenem, ani z murzyńską śpiewaczką Marian Anderson) analizując trajektorię Marinera 6 odkrył niewielkie zakłócenia w jego ruchu, które — jego zdaniem —

mogą być wywołane przez fale grawitacyjne. Jak wiadomo, pierwszy raz fale grawitacyjne zarejestrował dr Weber z Uniwersytetu Stanu Maryland w r. 1969, a pochodziły one prawdopodobnie z centrum Galaktyki.

Anderson uważa, że jeżeli fale te zawierały składową o bardzo małej częstotliwości $^1/_{60}$ Hz, to winny były wywoływać wyraźne „drżenie" aparatu kosmicznego, które z kolei powinno było się odbijać na wysyłanych z niego na Ziemię sygnałach radiowych. Niestety, efekt ten jest niesłychanie mały, objawiający się zmianą prędkości o 3 mm/s, a odchylenie pojazdu od obliczonej trajektorii ma wartość zaledwie 10 cm. Jest to więc efekt niezwykle trudny do wykrycia, a jego ewentualne nawet wykrycie jeszcze nie może być uznane za potwierdzenie odkrycia fal grawitacyjnych.

(Wg Science News 1971, 99, 10, 166).

ANDRZEJ MARKS

Kratery na satelitach Marsa

Pierwszym, nader istotnym odkryciem dokonanym przez pierwszy w dziejach sztuczny księżyc Marsa — amerykański aparat kosmiczny Mariner 9, który wokółmarsjański ruch satelitarny rozpoczął w dniu 14 listopada 1971 r., jest przekazanie na Ziemię obrazów wykazujących, że księżyce Marsa Phobos i Deimos są nieregularnymi bryłami skalnymi, pokrytymi kraterami. Tym samym definitywnie upadła sformułowana w 1959 r. przez J. S. Szkłowskiego i niezwykle rozreklamowana przez prasę, choć bardzo mało prawdopodobna hipoteza, że księżyce Marsa mogą być ciałami sztucznymi *).

Hipotezę tę sformułował Szkłowski opierając się na wynikach obliczeń astronoma amerykańskiego S. Sharplessa z r. 1945, a wykazujących, że Phobos przyspiesza swój ruch, czyli zbliża się do Marsa, przy czym za 15 milionów lat ma nastąpić jego spadek na planetę. Wynik ten uzyskał Sharpless z pomiarów pozycji Phobosa w latach 1877—1941. Choć wyniki obliczeń Sharplessa były mało dokładne, to jakoś nikt nie negował ich poprawności, ale za to zaczęto intensywnie poszukiwać przyczyn spadku Phobosa na Marsa.

Spadek Phobosa próbowano tłumaczyć na różne sposoby. Ponieważ czas obiegu tego satelity jest krótszy od czasu trwania jednego obrotu planety wokół osi, spadek wydaje się wytłumaczony na skutek oddziaływań sił perturbacyjnych planety — ciała niekulistego i niejednorodnego **). Jednak Phobos wydawał się spadać zbyt szybko, aby to można było wytłumaczyć tym efektem. Próbowano więc tłumaczyć to oporem ośrodka, tarciem pływowym, zjawiskami elektromagnetycznymi, lub nawet ciśnieniem światła słonecznego. Żadne z tych wyjaśnień nie dawało jednak zadawalających rezultatów. Szkłowski wyraził więc pogląd, że widocznie Phobos jest bardzo lekki, w związku z czym silniej jest hamowany przez opór ośrodka. Wymagało to jednak założenia, że jest on pusty w środku, czyli jest ciałem sztucznym.

Mocnego argumentu przeciw tej niezwykłej i bardzo mało prawdopodobnej hipotezie dało jednak stwierdzenie w lipcu 1965 r. przez amery-

*) Zdjęcie Phobosa zamieszczone było w lutowym numerze *Uranii* (red.).
**) Okres obiegu Phobosa wokół Marsa wynosi 7 godzin 39 minut, podczas gdy obrót Marsa wokół osi wynosi 24 godziny 37 minut.

kański aparat kosmiczny Mariner 4, który przeleciał koło Marsa, iż atmosfera planety jest 10 razy mniej gęsta niż to poprzednio przyjmowano, bo jeszcze bardziej zmniejszało to i tak niezwykle słaby opór ośrodka na wysokości 6000 km ponad powierzchnią Marsa na jakiej porusza się Phobos.

Definitywny kres hipotezie Szkłowskiego położyły w 1970 r. obliczenia dwóch astronomów — Rosjanki S. N. Waszkowjak, a wkrótce po tym astronoma brytyjskiego H. Wilkinsa. Otóż analizując pomiary pozycji Phobosa (Waszkowjak w okresie 1877—1926, a Wilkins w okresie 1877—1926 i 1956—1967) wykazali oni, że Phobos nie tylko na Marsa nie spada, ale wręcz przeciwnie, powoli się od Marsa oddala.

Uzyskanie szczegółowych obrazów Phobosa i Deimosa przypieczętowało więc już wcześniej rozstrzygnięty problem.

Niezwykle cenne jest to, że na podstawie tych obrazów udało się ocenić rozmiary Phobosa na 16 km, a Deimosa na 8 km, czyli prawie w idealnej zgodzie z wynikami dawniejszych ocen fotometrycznych. Jest to niezwykle ważne, gdyż właśnie w fotometryczny sposób ocenia się rozmiary większości planetoid i księżyców innych planet, gdyż nawet przez największe teleskopy nie można dojrzeć ich tarczy. (Sposób ten polega na tym, że mierzy się blask ciała, zakłada wartość albedo, a następnie w oparciu o znaną jego odległość od Ziemi oblicza rozmiary).

Najważniejsze jest jednak odkrycie na księżycach Marsa kraterów. Można je bowiem potraktować jako udowodnienie ugruntowującej się od lipca 1965 r., czyli od czasu gdy Mariner 4 odkrył kratery na Marsie — ogólnej hipotezy twierdzącej, że wszystkie ciała kosmiczne pozbawione atmosfer, lub posiadające bardzo rozrzedzone atmosfery, pokryte są kraterami, a czynnikiem który je utworzył były w pierwszym rzędzie uderzenia meteorów i to przede wszystkim w początkowym okresie istnienia Układu Planetarnego, gdy przestrzeń była bardziej zanieczyszczona materią niż obecnie. Dodać przy tym należy, że do ciał o rzadkich atmosferach zaliczono też Ziemię, tyle że tu pierwotne kratery zostały zatarte przez silną erozję powietrzną, wodną i lodowcową. Oczywiście w przypadku ciał względnie dużych (Ziemi, Marsa) hipoteza powyższa nie wyklucza istnienia kraterów wulkanicznych, ale na ciałach małych, takich jak księżyce Marsa, istnienie kraterów wulkanicznych wydaje się niemożliwe.

Specyficzna sytuacja istnieje w przypadku Księżyca. Otóż uważa się, że większość jego kraterów ma pochodzenie meteorowe, ale jednocześnie w dużych kraterach księżycowych istniała też działalność wulkaniczna wywoływana tym, że meteoryty przebijały stałą skorupę Księżyca i powodowały wypływ spod niej lawy.

Ważne jest, że obrazy Phobosa i Deimosa wykazały, iż są to bardzo stare ciała kosmiczne. Oczywiście nie należy tego interpretować w ten sposób, że są one od równie dawna księżycami Marsa. Tego kiedy i w jaki sposób pojawiły się one koło planety, ciągle jeszcze nie wiemy. Na ogół uważa się, że są to schwytane przez przyciąganie Marsa dwie niewielkie planetoidy.

Niewątpliwie już wkrótce uda się określić prędkość wirowania obu satelitów i usytuowanie ich osi obrotu. Jeżeli na przykład okazałoby się, że nie są one „zahamowane" (czyli czas trwania jednego obrotu satelity jest krótszy niż czas trwania jednego jego okrążenia wokół ciała centralnego) to oznaczałoby to, że są one satelitami Marsa od względnie niedawna i wtedy za niemal dowiedzioną możnaby uznać hipotezę wychwytu.

Fakt, że wokół Marsa krążą obecnie ruchem satelitarnym: Mariner 9, a także radzieckie aparaty kosmiczne Mars 2 i Mars 3, pozwala żywić nadzieję, że rychło uda nam się wyjaśnić wiele istniejących jeszcze wątpliwości na temat interesującego układu satelitów tej planety.

ANDRZEJ MARKS

Czy na planetach istnieje życie?

Panuje przekonanie, że przy użyciu sondy kosmicznej typu Mariner uda się uzyskać informacje o tym, czy na Marsie istnieje życie.

Znany uczony amerykański, dyrektor Laboratorium do Badań nad Planetami przy Cornell University, dr C. Sagan, wraz z dr D. Wallace'm dokonał analizy możliwości w tym zakresie przyrządów zainstalowanych na sondzie Mariner 9. Jak wiadomo, aparatura naukowa Marinera 9 jest wynikiem prac wielu uczonych i ma umożliwić badanie topografii powierzchni Czerwonej Planety i jej satelitów, pomiary temperatury i składu atmosfery, rozwiązać zagadkę białych „czapek" okołobiegunowych, zmian wyglądu Marsa w ciągu roku — uważanych za zmiany szaty roślinnej zależne od pory roku i innych tworów wskazujących na obecność życia organicznego. Pytanie, które postawili obaj uczeni, ujęte jest jednak w nieco innej formie: Do jakich wniosków doszliby mieszkańcy Marsa, gdyby wysłali w kierunku Ziemi pojazd kosmiczny wyposażony w taką samą aparaturę?

Odpowiedź na to pytanie opublikowano w brytyjskim tygodniku popularnym *New Scientist and Science Journal* (z 9 września ub. r.). Nie jest ona pocieszająca. W języku marsjańskim (po przetłumaczeniu na nasz) brzmi ona: Na Ziemi nie ma śladów życia.

B.K.

Przejście Ziemi na tle tarczy Słońca

To ciekawe i niecodzienne zjawisko będzie mogło być obserwowane w bieżącym roku w noc świętojańską (24 czerwca) i powtórzy się dopiero w noc wigilijną 23 grudnia 1977 roku.

Do niedawna określenie „przejście planety przed tarczą Słońca" odnosiło się wyłącznie do tzw. planet „wewnętrznych" czyli Merkurego i Wenus, które przy sprzyjających okolicznościach w czasie dolnych koniunkcji mogą być obserwowane z Ziemi na tle tarczy słonecznej. Dzięki lotom kosmicznym statków załogowych i bezzałogowych pojęcie to można rozszerzyć także na inne planety, w szczególności na Ziemię. Jak wiadomo, obserwacje przejść mają duże znaczenie m. in. dla dokładnego wyznaczenia paralaksy Słońca, jednak zdarzają się dość rzadko. Ostatnie przejście Merkurego miało miejsce w dniu 9 maja 1970 roku (było obserwowane także w Polsce), następne przypada w dniu 9 listopada 1973 roku, przeciętnie jednak raz na osiem lat. Jeszcze rzadziej przypadają przejścia Wenus: ostatnie było w r. 1882 a najbliższe — w r. 2004 i 2012. Nic więc dziwnego, że astronomowie przywiązują dużą wagę do obserwacji z innych planet.

W związku z tegorocznym startem amerykańskiego pojazdu międzyplanetarnego na planetę Jowisz astronom belgijski Jean Meeus opracował efemerydę przejść Ziemi przed tarczą Słońca, widzialnych z tej odległej planety (*L'Astronomie*, 1972, nr 1).

Jowisz krąży wokół Słońca w płaszczyźnie nachylonej do ekliptyki o 1°18′,3, dokonując jednego obiegu w ciągu 11,862 lat. Długości ekliptyczne węzłów jego orbity wynoszą 100° (wstępujący) i 280° (zstępujący), a Ziemia mija je odpowiednio 1 stycznia i 2 lipca. Na podstawie tych danych można ustalić, że Ziemia może być obserwowana na tle Słońca w przybliżeniu co 6 lat, na przemian — raz w pobliżu wstępującego, raz w pobliżu zstępującego węzła. Warunki obserwacji wprawdzie zmieniają się, jednak co 83 lata przejścia przebiegają w niemal identycznych warunkach (np. w latach 1806, 1889, 1972, 2055).

Najbliższa opozycja Jowisza (dla obserwatora na Ziemi), czyli dolna koniunkcja Ziemi ze Słońcem dla obserwatora na Jowiszu, nastąpi właśnie w dniu 24 czerwca br., kiedy Jowisz będzie w pobliżu węzła zstępującego (przejście przez węzeł w dniu 14 września), a następnie — w pobliżu węzła wstępującego — dopiero za pięć lat.

W załączonej tabeli podajemy — za Meeusem — daty omawianych zjawisk z uwidocznieniem cyklu 83-letniego.

Tabela 1

Daty przejść Ziemi na tle tarczy Słońca obserwowanych z Jowisza

Jowisz w pobliżu węzła zstępującego	Jowisz w pobliżu węzła wstępującego
1889 czerwiec 24	1894 grudzień 23
1901 czerwiec 30	1906 grudzień 28
1913 lipiec 5	1919 styczeń 2
1925 lipiec 10	1931 styczeń 6
.....	.....
1972 czerwiec 24	1977 grudzień 23
1984 czerwiec 29	1989 grudzień 27
1996 lipiec 4	2002 styczeń 1
2008 lipiec 9	2026 styczeń 10

Przejście Ziemi przed tarczą Słońca będzie trwać 8 godzin. Średnica tarczy Słońca oglądana z Jowisza wynosi 6′ (ściślej: 366″), a więc 5 razy mniej niż z Ziemi, natomiast średnica tarczy Ziemi wyniesie zaledwie 4″.

MARIA PANKÓW

KONFERENCJE I ZJAZDY

Polsko-czechosłowacka konferencja na temat dynamiki planetoid, komet i meteorów

W dniach od 25 do 29 października 1971 roku w pięknej scenerii zamku smolenickiego u podnóża Małych Karpat w Słowacji, odbyło się pierwsze polsko-czechosłowackie spotkanie dyskusyjne poświęcone zagadnieniom dynamiki małych planet, komet i meteorów. Kilkudziesięciu astronomów, w tym siedmioosobowa grupa z Polski, rozmawiało wspólnie o pochodzeniu małych ciał Układu Słonecznego, metodach ich obserwacji, oso-

bliwościach ruchów i własnościach orbitalnych komet, meteorów i planetoid, wzajemnych współzależnościach między tymi ciałami niebieskimi i kosmogonicznych aspektach tych zależności oraz innych problemach astronomii Układu Słonecznego. Bezpośrednim i najbardziej konkretnym rezultatem tej konferencji było uzgodnienie pewnych propozycji wzajemnej współpracy między astronomami Polski i Czechosłowacji. Zanim jednak o nich powiemy, przyjrzyjmy się bliżej genezie spotkania, które można właściwie uznać za pierwszy krok tej współpracy.

Astronomia polska ma bardzo bogate tradycje i wyniki badań kometarnych. Wystarczy choćby wspomnieć o wszechstronnych i głębokich analizach ruchu okresowej komety Wolfa prowadzonych przez prof. Michała Kamieńskiego czy też o hipotezie prof. Józefa Witkowskiego dotyczącej powstawania komet jako rezultatu nieustannie trwającego procesu wymiany materii między Układem Słonecznym a jego kosmicznym otoczeniem. Również obecnie prowadzone u nas prace nad nowym katalogiem orbit tzw. komet jednopojawieniowych, dzięki pełnemu ujednorodnieniu materiału na gruncie nowych ujęć i kryteriów matematycznych, są z uwagą i zainteresowaniem śledzone przez zajmujące się tą problematyką ośrodki astronomiczne na świecie.

Astronomia czechosłowacka natomiast chlubi się m. in. pięknymi osiągnięciami w dziedzinie badań meteorytowych. W zakresie obserwacji warto wspomnieć o świetnie zorganizowanej na terenie całego kraju (a nawet rozszerzonej na południowe obszary Niemiec) sieci punktów obserwacyjnych meteorów wyposażonych w specjalne kamery umożliwiające dokonywanie zdjęć całego nieba dla rejestracji ewentualnego przelotu meteoru. Zasadniczą częścią składową tego instrumentu jest wypukłe zwierciadło o średnicy 36 cm. Przed obiektywem kamery, fotografującej to zwierciadło z odległości 1 m, umieszczona jest obrotowa przesłona przerywająca dopływ światła 12 razy na sekundę co powoduje, że przelot meteoru zarejestrowany jest na kliszy w postaci linii przerywanej.*) Umożliwia to pomiar prędkości meteoru. W zakresie badań teoretycznych wspomnijmy o obliczaniu trajektorii pojedynczych meteorów i ich rojów, badaniu struktury i ewolucji rojów meteorytowych i zależności ich orbit od orbit komet i małych planet, konsekwencji kosmologicznych tych zależności itp. O randze jaką tym zagadnieniom przypisuje się w Czechosłowacji świadczy choćby fakt, że działalność niemal całego Instytutu Astronomii Słowackiej Akademii Nauk w Bratysławie koncentruje się wokół astronomii meteorowej.

Niezbicie dowiedziona, choć daleka jeszcze od pełnego zrozumienia, współzależność genetyczna i ewolucyjna komet i meteorów, legła u podstaw polsko-czechosłowackich kontaktów na tym polu. Pierwsze, raczej informacyjne rozmowy sprzed paru lat ukazały możliwości i potrzebę współpracy, a krótkie wzajemne wizyty pogłębiły znajomość warsztatów badawczych. U naszych sąsiadów z południa oglądaliśmy m. in. kilka stacji wspomnianej wyżej sieci punktów fotograficznych obserwacji meteorów. W Polsce natomiast pokazywaliśmy naszym gościom m. in. system programów dla maszyny cyfrowej realizujący kompleksowo obliczenia orbitalne. Wprawdzie został on opracowany głównie dla rachunków kometarnych, ale jak wykazała praktyka, może być z równym powodzeniem wykorzystywany do wyznaczania orbit rojów meteorów lub innych ciał Układu Słonecznego.

---

*) Zdjęcie jasnego bolidu wykonane takim instrumentem zamieszczone było na pierwszej stronie okładki listopadowego numeru *Uranii* z 1970 roku.

I wreszcie podczas kolejnego spotkania na 45 Sympozjum Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Leningradzie w 1970 roku *) uczestniczący w nim astronomowie Polski i Czechosłowacji uzgodnili, że dla podtrzymania kontaktów i rozwoju dalszej współpracy organizować się będzie co roku wspólnie spotkania dyskusyjne. Organizacji pierwszego podjęła się Słowacka Akademia Nauk. Odbyło się ono, jak już na początku wspomniano, w Smolenicach koło Bratysławy w końcu października ubiegłego roku.

Wśród różnych ustaleń tej konferencji dotyczących współdziałania przy opracowywaniu określonych zagadnień astronomii kometarnej i meteorowej warto przede wszystkim zwrócić uwagę na dwie sprawy. Po pierwsze uzgodniono wspólny program prowadzenia obserwacji komet. W dwóch obserwatoriach astronomicznych, na Skalnate Pleso w Tatrach Słowackich i na górze Klet w południowych Czechach, obserwacje określonych komet będzie się wykonywać tylko w uprzednio ustalonych momentach wybranych optymalnie ze względu na użyteczność obserwacji do wyznaczania orbit. Podstawy teoretyczne i potrzebne do tego programu obliczenia będą wykonywane w Polsce. A druga propozycja współpracy dotyczy rozszerzenia sieci punktów fotograficznych obserwacji meteorów na, początkowo przynajmniej południowe, tereny Polski. Ponieważ odległości między dwoma sąsiednimi stacjami obserwacyjnymi winny być rzędu 100—150 km, najodpowiedniejszymi miejscami ich ulokowania wydają się obserwatoria astronomiczne uniwersytetów w Krakowie i Wrocławiu oraz Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne w Chorzowie.

Dalsza współpraca dotyczyć będzie wzajemnego współdziałania przy gromadzeniu i redukcjach materiału obserwacyjnego dla realizacji wspomnianego już katalogu orbit komet jednopojawieniowych, wspólnego programu poszukiwań zagubionych małych planet, a także wymiany algorytmów i programów dla maszyn cyfrowych dotyczących obliczeń orbitalnych.

Ustalono również, że następne spotkanie tego typu odbędzie się w jesieni tego roku w Warszawie.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

KRONIKA HISTORYCZNA

Stulecie Obserwatorium Astronomicznego w Hurbanowie na Słowacji

W połowie grudnia 1971 roku w Komarnie w Czechosłowacji odbyły się uroczystości setnej rocznicy założenia Obserwatorium Astronomicznego w Hurbanowie. Obecnie Obserwatorium to jest centralnym ośrodkiem miłośniczego ruchu astronomicznego Słowacji. Do wzięcia udziału w jubileuszowych uroczystościach zostali więc zaproszeni również przedstawiciele polskich miłośników astronomii: prezes Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i dyrektor Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego w Chorzowie — doc. dr Józef Sałabun, zastępca dyrektora Planetarium — dr Maria Pańków oraz autor niniejszej notatki. Spośród gości zagranicznych — oprócz Polaków — uczestniczyli w nich także —i to licznie — przedstawiciele Węgier. Jest to zrozumiałe nie tylko dlatego, że i Hurbanowo, i Komarno są w ogromnej większości zamieszkiwane przez węgierską mniejszość narodową w Słowacji, ale przede

*) Patrz *Urania* nr 1 z 1971 roku, str. 11.

wszystkim z uwagi na osobę założyciela Obserwatorium dr Mikołaja Konkoly-Thege, węgierskiego ziemianina, wybitnego miłośnika astronomii.

Po założeniu w 1871 roku na terenie swych posiadłości obserwatorium astronomicznego, dr Konkoly-Thege wykonywał spektroskopowe obserwacje jasnych komet, fotografował plamy słoneczne, zajmował się służbą czasu prowadząc obserwacje kołem południkowym. W początkowym okresie istnienia głównym instrumentem obserwatorium był 254 mm refraktor o ogniskowej 425 cm, który obecnie znajduje się w Budapeszcie. Największym osiągnięciem Obserwatorium Astronomicznego w Hurbanowie przed pierwszą wojną światową było wykonanie fotometrycznego katalogu gwiazd jaśniejszych od $7.^{m}6$ o deklinacjach od —4° do +15°.

W 1928 roku wyposażenie Obserwatorium wzbogacone zostało o 60 cm reflektor Zeissa, który obecnie zainstalowany jest w Obserwatorium Astronomicznym na Skalnate Pleso w Tatrach. Druga wojna światowa przerwała działalność Obserwatorium w Hurbanowie. I dopiero w 1962 roku w pomieszczeniach dawnego obserwatorium utworzono ludową dostrzegalnię astronomiczną. Dzięki energii jej dyrektora Władysława Valacha wkrótce dostrzegalnia przekształciła się w Centralne Słowackie Obserwatorium Astronomiczne stając się głównym ośrodkiem miłośniczego ruchu astronomicznego na Słowacji.

Obecne wyposażenie Obserwatorium stanowią: 40 cm refraktor w układzie Cassegraina oraz dwa małe refraktory o średnicach obiektywu 12 i 15 cm. Główne kierunki prowadzonych obecnie — siłami amatorów — prac to obserwacje zakryć gwiazd przez Księżyc, obserwacje rozbłysków chromosferycznych na Słońcu oraz uczestnictwo w programie fotograficznych obserwacji meteorów *). Obserwatorium prowadzi również, na szeroką skalę, akcję upowszechniania wiedzy astronomicznej. Od dwóch lat wydaje popularno-naukowy dwumiesięcznik *Kosmos*.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Kwiecień 1972 r.**

Słońce

Wznosi się po ekliptyce coraz wyżej ponad równik niebieski, w związku z czym dzień jest coraz dłuższy. W ciągu miesiąca dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 kwietnia Słońce wschodzi o $5^{h}10^{m}$, zachodzi o $18^{h}10^{m}$, a 30 kwietnia wschodzi o $4^{h}7^{m}$, zachodzi o $19^{h}0^{m}$. W kwietniu Słońce wstępuje w znak Byka.

Księżyc

Noce do połowy kwietnia, oprócz kilku pierwszych, będą praktycznie bezksiężycowe. Kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $7^{d}1^{h}$, nów $13^{d}22^{h}$, pierwsza kwadra $20^{d}13^{h}$, pełnia $28^{d}14^{h}$. Krążąc wokół Ziemi Księżyc przejdzie w kwietniu dwukrotnie przez apogeum, czyli punkt swej orbity najbardziej oddalony od Ziemi. Momenty

---

*) Bliższe informacje dotyczące tego programu można znaleźć w notatce w dziale **Konferencje i Zjazdy** niniejszego numeru *Uranii*.

przejść Księżyca przez apogeum i perygeum będą następujące: najdalej od Ziemi 1^d8^h, najbliżej 14^d7^h i znowu najdalej 28^d11^h; kątowa średnica tarczy Księżyca będzie wynosić w apogeum 29′.4, w perygeum 33′.4.

W tym miesiącu zdarzą się też dwa zakrycia: 3 kwietnia tarcza Księżyca zakryje Antaresa, gwiazdę pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona (Niedźwiadka), a 17 kwietnia nastąpi zakrycie Wenus przez tarczę Księżyca. Niestety, obydwa zjawiska będą u nas niewidoczne.

Planety i planetoidy

Merkury jest w tym miesiącu niewidoczny.

Ozdobą wieczornego nieba jest Wenus, błyszcząca pięknym blaskiem wysoko nad zachodnim horyzontem w gwiazdozbiorze Byka (świeci jak gwiazda —4.1 jasności). Wenus zbliża się ciągle do Ziemi i w ciągu miesiąca jej odległość od Ziemi maleje od 115 do 81 milionów km.

Jeszcze dwie planety widoczne są wieczorem w gwiazdozbiorze Byka, Mars i Saturn, tworząc piękną konfigurację z gwiazdą pierwszej wielkości, czerwonym Aldebaranem. Z tych trzech ciał najjaśniejszy jest Saturn (+1.7 wielkości). Mars stale oddala się od Ziemi (jego odległość zmieni się w ciągu miesiąca od 297 do 330 mln km) w związku z czym spada także nieco jego jasność.

Jowisz widoczny jest po północy nisko nad południowo-wschodnim horyzontem, jako jasna gwiazda około —1.9 wielkości w gwiazdozbiorze Strzelca. Warunki obserwacji nie są zbyt dogodne, ale przez lunety możemy obserwować przebieg ciekawszych zjawisk w układzie czterech najjaśniejszych księżyców Jowisza. Dokładne momenty tych zjawisk podajemy dalej pod odpowiednimi datami.

Uran widoczny jest prawie całą noc w gwiazdozbiorze Panny jako gwiazda około 6 wielkości, Neptun na granicy gwiazdozbiorów Skorpiona i Wężownika wśród gwiazd 8 wielkości, a Pluton w Warkoczu Bereniki jako gwiazdka 14 wielkości, dostępny tylko przez wielkie teleskopy.

Przez większe lunety możemy też poszukiwać planetoid, porównując rysunki z kilku nocy okolicy nieba, w której planetoida przebywa (rozpoznamy ją po zmianie położenia wśród otaczających gwiazd). W kwietniu możemy obserwować trzy planetoidy. Wieczorem widoczna jest Ceres (około 8 wielkości gwiazdowej). Przebywa na granicy gwiazdozbiorów Raka i Lwa i w ciągu miesiąca przesunie się od punktu o współrzędnych (rekt. 9^h3^m, dekl. +30.°6) do punktu (rekt. 9^h19^m, dekl. +27.°8). Nieco słabsza (około 10.5 wielkości) Juno widoczna jest przez całą noc w gwiazdozbiorze Panny, gdzie wędruje pomiędzy punktami (rekt. 12^h53^m, dekl. +2.°0) i (rekt. 12^h33^m, dekl. +5.°2). W gorszych warunkach obserwacyjnych znajduje się Hygiea (około 10,5 wielkości), bo przebywa na granicy gwiazdozbiorów Wagi i Panny, gdzie widoczna dość nisko nad horyzontem przechodzi od punktu o współrzędnych (rekt. 14^h36^m, dekl. —20.°9) do punktu (rekt. 14^h15^m, dekl. —19.°2).

Meteory

W kwietniu promieniują meteory z roju Lirydów. Radiant tego roju leży w gwiazdozbiorze Lutni i ma współrzędne: rekt. 18^h8^m, dekl. +32°. Okres aktywności roju przypada od 19 do 24 kwietnia, ale rój nie jest zbyt bogaty i możemy zaobserwować zaledwie około 10 meteorów w ciągu godziny. Lirydy związane są z długookresową kometą 1861 I

odkrytą w kwietniu 1861 r. przez Thatchera. Charakterystyczne jest, że płaszczyzna orbity komety Thatchera (a więc i płaszczyzna orbity meteorów) jest prawie prostopadła do płaszczyzny orbity Ziemi wokół Słońca.

* *
*

1^d O 8^h zajdą trzy zdarzenia jednocześnie: Księżyc znajdzie się w apogeum, planetoida Juno w przeciwstawieniu ze Słońcem, a Mars i Saturn we wzajemnym złączeniu w odległości 3°. Planety możemy obserwować wieczorem w gwiazdozbiorze Byka.

3^d O 16^h Księżyc znajdzie się w złączeniu z Neptunem w odległości 6°, a o 22^h w bliskim złączeniu z Antaresem. Zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Azji oraz w północno-zachodniej części Oceanu Spokojnego.

$3/4^d$ Po tarczy Jowisza wędruje cień jego 3 księżyca, widoczny do 3^h27^m. Księżyc 3 zbliża się do brzegu tarczy i rozpocznie przejście na jej tle dopiero i 5^h44^m. Jednocześnie do brzegu tarczy zbliża się także księżyc 1 i o 5^h48^m pojawi się na tarczy planety cień tego księżyca.

$4/5^d$ O 3^h8^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza. Księżyc ten zniknie nagle w cieniu planety w odległości równej promieniowi tarczy od jej lewego brzegu (patrząc przez lunetę odwracającą).

$5/6^d$ Na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyc 1 i jego cień. Plamka cienia widoczna będzie na tarczy planety do 2^h29^m, a sam księżyc kończy swoje przejście i ukazuje się przy brzegu tarczy o 3^h45^m.

6^d O 1^h Uran w przeciwstawieniu ze Słońcem. O 6^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odległości 2°. Rankiem nad południowo-wschodnim horyzontem obserwujemy Księżyc bliski ostatniej kwadry, a nad nim jasno świecącego Jowisza.

8^d O 1^h Wenus w największym wschodnim odchyleniu od Słońca w odległości 46°. O 12^h Wenus znajdzie się w złączeniu z Saturnem w odległości 5°. Wieczorem nad zachodnim horyzontem obserwujemy w gwiazdozbiorze Byka piękną konfigurację: Wenus, Saturna, Aldebarana i Marsa (kolejność od ciała najjaśniejszego do najsłabszego).

$10/11^d$ Księżyc 3 Jowisza zbliża się do brzegu tarczy planety; o 4^h35^m pojawi się na niej plamka cienia tego księżyca.

$11/12^d$ W pobliżu Jowisza brak jego jednego księżyca: to księżyc 2 przechodzi na tle tarczy planety i będzie widoczny od 2^h10^m.

12^d O 4^h Mars znajdzie się w złączeniu z Aldebaranem w odległości 7°. O 17^h Księżyc znajdzie się w złączeniu z Merkurym w odległości 5°, a o 23^h Merkury będzie nieruchomy w rektascensji.

$12/13^d$ Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Najpierw na tarczy planety o 2^h10^m pojawia się cień księżyca 1, a sam księżyc rozpoczyna przejście dopiero o 3^h24^m. Cień schodzi z tarczy Jowisza o 4^h22^m, a księżyc 1 kończy przejście o 5^h37^m.

$13/14^d$ O 2^h57^m obserwujemy koniec zakrycia 1 księżyca, który pojawi się spoza prawego brzegu tarczy Jowisza (w lunecie odwracającej).

$14/15^d$ O 2^h27^m obserwujemy koniec zakrycia 3 księżyca przez tarczę Jowisza.

15^d3^h Złączenie Wenus z Aldebaranem w odległości 9°.

16^d O 15^h Saturn w złączeniu z Księżycem w odległości 5°.

$16/17^d$ Nad ranem obserwujemy początek zaćmienia 2 księżyca Jowisza. Zniknie on nagle w cieniu planety o 4^h26^m w odległości nieco mniejszej niż średnica jej tarczy (z lewej strony w lunecie odwracającej).

17^d O 3^h nastąpi bliskie złączenie Wenus z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Nowej Gwinei, na Oceanie Spokojnym i w Ameryce Środkowej. O 5^h Mars znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odległości 3°.

$18^d17^h19^m$ Heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°. Jest to początek 1587 rotacji Słońca wg numeracji Carringtona.

18/19^d Po tarczy Jowisza wędruje cień jego 2 księżyca, który swoje przejście na tle tarczy planety rozpocznie o 1^h58^m. Koniec przejścia cienia nastąpi o 2^h16^m, a księżyca 2 o 4^h39^m.

19/20^d O 4^h3^m na tarczy Jowisza pojawi się cień jego 1 księżyca, który właśnie zbliża się do brzegu tarczy planety. Początek przejścia księżyca 1 na tle tarczy nastąpi dopiero o 5^h15^m.

$20^d0^h35^m$ Słońce wstępuje w znak Byka. Jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 30°.

20/21^d O 1^h23^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza. Koniec zakrycia tego księżyca nastąpi o 4^h47^m.

21^d19^h Maksimum aktywności meteorów z roju Lirydów, których radiant leży w gwiazdozbiorze Lutni. Możemy oczekiwać spadku kilku jasnych meteorów.

21/22^d W pobliżu Jowisza dostrzegamy brak jego dwóch księżyców. Księżyc 1 przechodzi na tle tarczy planety i jest niewidoczny, a księżyc 3 ukryty jest w cieniu planety. O 1^h21^m nastąpi koniec zaćmienia 3 księżyca, który pojawi się nagle w pobliżu lewego brzegu tarczy planety (w lunecie odwracającej). Księżyc 1 kończy przejście i ukazuje się o 1^h56^m. Tymczasem księżyc 3 zbliża się ciągle do brzegu tarczy i kryje się poza nią o 3^h13^m.

22^d21^h Złączenie Wenus z Marsem w odległości 3°. Wieczorem obserwujemy trzy planety w pobliżu Aldebarana w gwiazdozbiorze Byka.

25^d2^h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

25/26^d Księżyc 2 wraz ze swym cieniem przechodzi na tle tarczy Jowisza. Cień księżyca pojawi się na tarczy planety o 2^h9^m, a sam księżyc rozpocznie przejście na tle tarczy o 4^h25^m. Jego cień będzie widoczny do 4^h50^m.

26^d20^h Uran w złączeniu z Księżycem w odległości 6°. Urana odnajdziemy przez lunetę na północ od tarczy Księżyca.

27/28^d Księżyc 2 Jowisza ukryty był za tarczą planety i ukaże się spoza niej o 1^h24^m. W tym czasie księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy, ale o 3^h16^m zniknie nagle w cieniu planety (początek zaćmienia).

28^d13^h Merkury znajdzie się w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (w odległości 27°). Pomimo tego Merkury jest praktycznie niewidoczny, ponieważ jest w takim położeniu względem Ziemi i Słońca, że wschodzi na krótko przed Słońcem i ginie w jego blasku.

28/29^d Dwa księżyce Jowisza zbliżają się do brzegu tarczy planety. Bliżej jest księżyc 1; o 0^h25^m na tarczy Jowisza pojawia się jego cień, a o 1^h32^m sam księżyc rozpoczyna przejście na tle tarczy i staje się niewidoczny. Tymczasem księżyc 3 jeszcze w odległości większej niż średnica tarczy planety nagle o 2^h25^m znika w jej cieniu. O 2^h38^m cień księżyca 1 schodzi z tarczy planety, a o 3^h45^m księżyc 1 kończy swoje przejście. Księżyc 3 wychyli się z cienia planety blisko lewego brzegu jej tarczy dopiero o 5^h20^m.

29/30^d O 1^h4^m obserwujemy koniec zakrycia 1 księżyca Jowisza.

30^d21^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odległości 6°.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

P. Flin — The main types of variable stars.

B. Kuchowicz — Gravitational radiation (5).

K. Ziołkowski — American plans of space explorations in the seventies.

Chronicle: Do the galactic clusters originate in a explosion? — Observations of Supernova 1572 — Discovery of the gravitational waves — Craters on the satellites of Mars — Do existe the life on the planets? — Transit of the Earth on the sun's disk.

Conferences and Meetings: Polish — czechoslovak conference on the subject of dinamics of minor planets, comets and meteors.

Historical Chronicle.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

П. Флин — Главные типы переменных звезд.

Б. Кухович — Гравитационное излучение (5).

К. Зиолковски — Американские планы космических исследований в семьдесятых годах.

Хроника: Возникнулы ли скопления галактик во взрывах? — Наблюждения Сверхновой 1572 года — Открытие гравитационных волн (?!) — Кратеры на спутниках Марса — Существует ли жизнь на планетах? — Переход Земли пред Солнцем.

Конференции и съезды: Польско-чехословацкая конференция по темам динамики малых планет, комет и метеоров.

Историческая хроника.

Астрономический календарь.

OGŁOSZENIE

Prowadzimy sprzedaż i wysyłkę na zamówienie:

URANIA z lat 1922, 1923, 1925—1930, 1946, 1948—1964 po 2.— zł za 1 egz., z lat 1965—1968, 1970 (od Nr 7/8), 1971 (Nr 1—6 i 7/8, 9/10, 11/12) po 6.— zł za każdy numer. Koszty wysyłki i opakowania: do 12 egz. 1.— zł, za każde dalsze rozpoczęte 10 egz. 1.— zł.

MAPA OBROTOWA NIEBA — M. Mazura i A. Słowika, cena 25.— zł (dla członków PTMA 20.— zł), koszty wysyłki i opakowania 5.— zł.

VADEMECUM ASTRONOMICZNE — J. Pagaczewskiego, cena 25.— zł koszty wysyłki i opakowania 5.— zł.

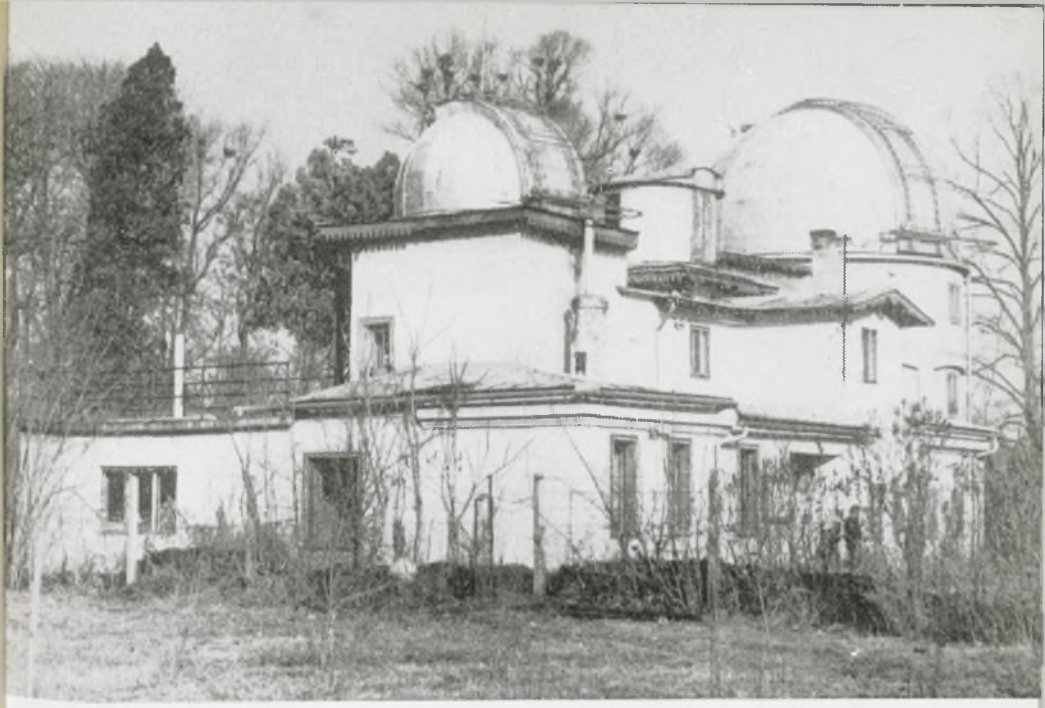
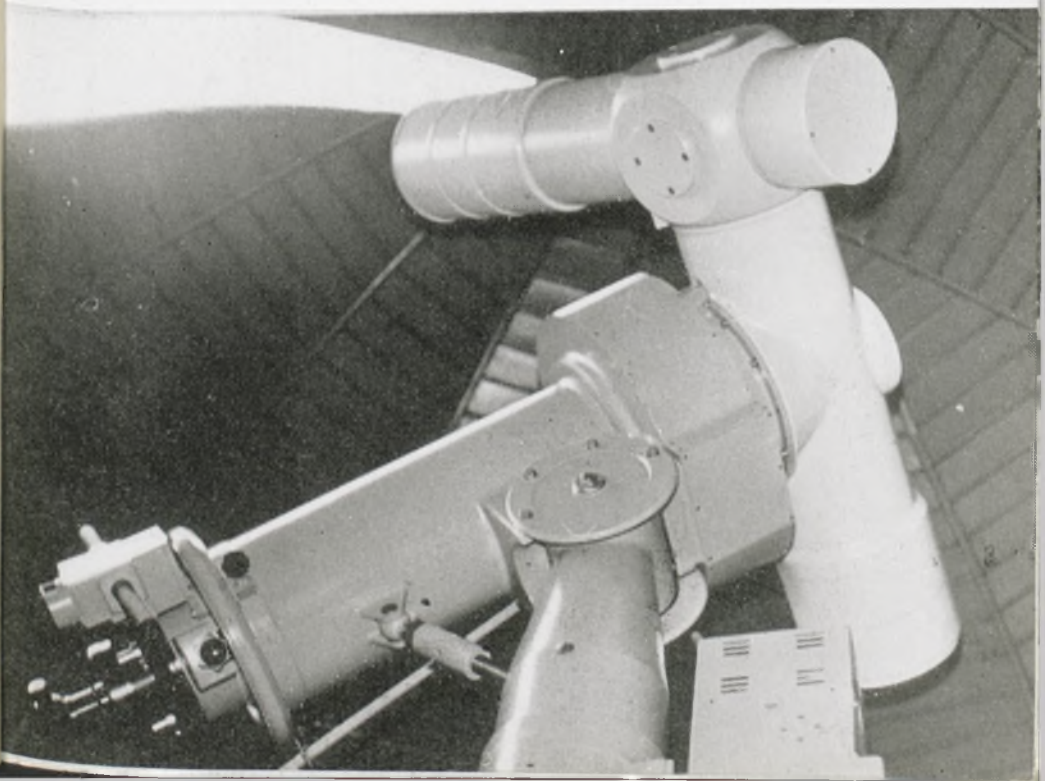
ATLAS NIEBA PÓŁNOCNEGO — cena 3.— zł, koszty wysyłki 1.— zł.

50 LAT SPOŁECZNEGO — MIŁOŚNICZEGO RUCHU ASTRONOMICZNEGO W POLSCE — T. Grzesło i J. Rolewicz, cena 6.— zł, koszty wysyłki i opakowania 3.— zł.

Zgłoszenia i zamówienia prosimy kierować na adres Zarządu Gł. PTMA (Adm. wydawnictw), Kraków ul. L. Solskiego 30/8, tel. 538-92 r-k bank. w PKO I OM w Krakowie Nr 4—9—5227.

Trzecia strona okładki: Budynek i jeden z instrumentów Obserwatorium Astronomicznego w Hurbanowie w Czechosłowacji (patrz notatka w dziale Kronika Historyczna).

Czwarta strona okładki: Dr Mikołaj Konkoly-Thege (1842-1911) — założyciel Obserwatorium Astronomicznego w Hurbanowie w Czechosłowacji (patrz notatka w dziale Kronika Historyczna).

Przewodn. Rady Redakcyjnej S. Piotrowski, red. nacz. L. Zajdler, sekr. K. Ziołkowski, red. techn. B. Korczyński. **Adres Redakcji:** Warszawa, Al. Ujazdowskie 4; **Wydawca:** Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Główny, Kraków, Solskiego 30/8, telefon: 538-92; Nr konta PKO I OM 4-9-5227. **Warunki prenumeraty:** roczna — 72 zł, dla członków PTMA w ramach składki 60 zł, 1 egz. — 6 zł.
Indeks 38151

Druk: Prasowe Zakł. Graficzne RSW „Prasa" w Krakowie. Zam. 501/72. 3000. O-14.