URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIX LUTY 1978 Nr 2

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIX LUTY 1978 Nr 2

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).

SPIS TREŚCI

Michał Heller — Ewolucja Kosmosu i kosmologii.

Jan Mergentaler — Czy stała słoneczna jest stała?

Marek Zawilski — Zakrycia Aldebarana i Hiad w r. 1978.

Zdzisław Jurkiewicz — Sześciocalowy teleskop systemu Newtona.

Kronika: Jądro Galaktyki — Komunikat o konferencji CETI.

Obserwacje: Komunikat C.S.O.S. nr 10/77 — Raport X-1977 o radiowym promieniowaniu Słońca.

Kronika PTMA: Budowa szkolnego obserwatorium astronomicznego w Warszawie.

Artykuł doc. dr hab. Michała Hellera jest pierwszym z zapowiedzianej serii na temat ewolucji Kosmosu.

*

Czytając o zakryciach Aldebarana przez Księżyc warto wspomnieć, że podobna obserwacja, którą przeprowadził w dniu 9 marca 1497 r. Mikołaj Kopernik, przyczyniła się do obalenia ptolemeuszowskiej teorii ruchu Księżyca.

*

Opis amatorskiego 6-calowego teleskopu oraz reportaż z budowy szkolnego obserwatorium w Warszawie zainteresują niewątpliwie młodych miłośników astronomii.

*

Od początku 1978 roku składamy materiały do druku o miesiąc wcześniej niż dotychczas. W związku z tym wyniki obserwacji Słońca w październiku ub. r. ukazują się dopiero teraz. Także przewidywane momenty zakryć publikujemy z opóźnieniem, za co gorąco przepraszamy. Dział ten opracowywać będzie odtąd dr Zb. Klimek, współautor „Rocznika Astronomicznego Obserwatorium Krakowskiego".

*

Niniejszy numer oddajemy do druku 25 listopada 1977 r.

Pierwsza strona okładki: Operacja dostarczenia i montażu 4½-metrowej kopuły szkolnego obserwatorium astronomicznego w Warszawie (do artykułu na str. 59). Fot.: *Ryszard Rzepecki.*

Druga strona okładki: Widok kopuły (w czasie jej budowy). Fot.: *Roman Fangor.* Poniżej — Ekipa montażowa przy rotundzie pod kopułą na krótko przed przybyciem helikoptera. Fot.: *Ryszard Rzepecki.*

Trzecia strona okładki: Sześciocalowy teleskop Newtona w wykonaniu p. Zdzisława Jurkiewicza.

Czwarta strona okładki: Szczegóły budowy tego teleskopu (opis na str. 53). U góry — połączenie tubusa z osią deklinacyjną, skrzyżowanie z osią biegunową, koło godzinne i deklinacyjne. U dołu — widok teleskopu „od przodu" po zdjęciu pokrywy; widoczny krzyż z blach stalowych utrzymujący oś lustra eliptycznego. Fot.: *Z. Jurkiewicz.*

MICHAŁ HELLER — Tarnów

EWOLUCJA KOSMOSU I KOSMOLOGII

I. „Kosmologiczne rozważania" Einsteina

1. Początki

Dziś prace naukowe starzeją się szybko. Bardzo często już w momencie ukazania się rozprawy drukiem wiadomo, że uzyskane w niej wyniki zostały dalej rozwinięte bądź przez tego samego autora, bądź przez innych. Do czasopism sięga się po to, by uzupełnić wykaz bibliografii, natomiast najświeższych wiadomości dostarczają preprinty, tzn. powielane maszynopisy rozsyłane zainteresowanym przez autora lub jego macierzystą instytucję na długo przed właściwym opublikowaniem. Sprawnie pracującym grupom i to nie wystarcza: coraz częściej można napotkać odwoływania się do tzw. prywatnch informacji (private communication).

Trwa wyścig o prawo autorstwa nowej idei, czy choćby tylko innego — oby zawsze elegantszego — jej przedstawienia. Jeżeli jakaś teoria dojrzeje do podręcznikowego ujęcia, to zwykle w sposobie prezentacji bardzo różni się od postaci, w jakiej wyszła z rąk swojego twórcy. Przyznam się, że lubię sięgać do oryginalnych prac. I to nie tylko z powodu zainteresowań historią nauki. Czytając artykuł czy książkę napisaną przez prawdziwego uczonego (jest to dla mnie słowo nobilitujące, którego niechętnie używam w odniesieniu do tzw. pracowników naukowych, choćby nawet bardzo zdolnych) odczuwam przyjemność rozmawiania z geniuszem. A może uda się podpatrzeć, jak on to zrobił...?

W roku 1917 Albert Einstein znowu zaskoczył opinię naukową i tym razem niewielkim artykułem. Artykuł „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeine Relativitätstheorie" zamieszczony w tomie Sprawozdań Pruskiej Akademii Nauk obejmował zaledwie dziesięć stron [1]. Podobno początki zawsze giną w mroku. Teraz to się nie sprawdziło. Tekst artykułu „Kosmologiczne rozważania nad ogólną teorią względności" został wygłoszony przez Einsteina publicznie na posiedzeniu Akademii Nauk w Berlinie dnia 8 lutego 1917 roku. Tę datę można uznać za moment narodzin kosmologii relatywistycznej.

Kalendarz zdarzeń bezpośrednio poprzedzających ten fakt przedstawia się następująco:

Rok 1905: dwudziestosześcioletni Einstein ogłasza pracę zatytułowaną „O elektrodynamice ciał w ruchu" [2]. Treść, jaka kryje się pod tym nieco technicznym tytułem, została potem nazwana szczególną teorią względności. Jej najpowszechniej znanymi osiągnięciami to stwierdzenie stałości prędkości światła oraz wykrycie względności czasu i przestrzeni.

21 września 1908 roku: Herman Minkowski wygłasza odczyt na 80-tym Zebraniu Niemieckich Przyrodników i Lekarzy w Kolonii, zaczynający się od patetycznie brzmiących zdań: „Poglądy na przestrzeń i czas, jakie pragnę Państwu przedstawić, wywodzą się z twardego gruntu fizyki doświadczalnej i na tym polega ich siła. Są one radykalne. Odtąd przestrzeń jako taka i czas jako taki są skazane na rozpłynięcie się w krainę cieni, a jedynie pewien rodzaj ich połączenia zachowa swój niezależny byt" [3]. Wprowadzenie pojęcia czasoprzestrzeni było zabiegiem czysto formalnym, ale bardzo owocnym w skutkach. Dzięki niemu Minkowski mógł nadać szczególnej teorii względności postać geometryczną.

W międzyczasie Einstein nie spoczywa na laurach. Szczególna teoria względności jest fizyczną teorią czasu i przestrzeni (czasoprzestrzeni, w ujęciu Minkowskiego); czas i przestrzeń trzeba wypełnić materią, nieuchronnie pojawi się wówczas pole grawitacyjne. Einstein zdaje sobie sprawę, że ogólna teoria czasoprzestrzeni musi być teorią grawitacji. Ale droga jest trudna. Wiadomo tylko prawie od początku, że będzie to droga wytyczona przez Minkowskiego — droga geometryzacji. Einstein uczy się geometrii Riemanna i rachunku tensorowego, czyni pierwsze, nieudane próby zbudowania nowej teorii.

Dopiero rok 1915 przynosi sukces. Einstein uzyskuje poprawną postać równań pola [4]. Wkrótce potem teoria otrzymuje właściwy kształt [5]. Czasoprzestrzeń szczególnej teorii względności jest płaska. Wprowadzenie materii odkształca czasoprzestrzeń. Pole grawitacyjne okazuje się krzywizną czasoprzestrzeni.

Szczególna teoria względności była odpowiedzią młodego Einsteina na trudności, w jakich znalazła się fizyka końca XIX stulecia. Sytuacja kryzysowa w fizyce nabrzmiała i musiała pęknąć. Lorentz i Poincaré byli o krok od szczególnej teorii względności. Ogólna teoria względności stanowiła owoc geniuszu Einsteina. Gdyby nie on, być może nasze podręczniki fizyki teoretycznej byłyby uboższe o jeden rozdział.

Nie wystarczy mieć dobrą teorię, trzeba jeszcze przy jej pomocy rozwiązywać konkretne zagadnienia. Jakie? Einstein

sięgnął od razu do najogólniejszych ale i najbardziej podstawowych. Jeżeli czasoprzestrzeń może być zakrzywiona, to jak jest zakrzywiona w największej skali; innymi słowy: jaka jest geometria Wszechświata?

Tak właśnie powstały „Kosmologiczne rozważania nad ogólną teorią względności".

2. *Warunki brzegowe i stała kosmologiczna*

Pierwszy kosmologiczny artykuł Einsteina zaczyna się od słów: „Jest rzeczą dobrze znaną, że równanie Poissona..." Prace naukowe roją się od podobnych zwrotów: „jest rzeczą znaną", „jak powszechnie wiadomo" itp. Najczęściej powszechnie wiedzą o tym tylko specjaliści od jakiejś wąskiej dziedziny, ale to wystarczy. Prawdziwie naukowe osiągnięcia — nawet te rewolucyjnie zmieniające ogólnie przyjmowany obraz świata — zawsze powstają jako kolejne ogniwa poprzednich dokonań. Z tym, że przez dokonania należy rozumieć nie tylko odpowiedzi na pytania. Często właściwe postawienie pytania i ukazanie trudności, do jakich prowadzi szukanie odpowiedzi środkami dostępnymi w danej epoce, już jest wielkim osiągnięciem, zarodkiem przyszłych rzeczy.

Równanie Poissona, stanowiące część formalizmu klasycznej, newtonowskiej dynamiki, opisuje potencjał pola grawitacyjnego w zależności od gęstości materii. Jest to równanie różniczkowe i ażeby znaleźć jego rozwiązanie trzeba znać tzw. warunki brzegowe. Gdy, na przykład, rozpatrujemy ruch planet w polu grawitacyjnym Słońca, możemy przyjąć, że na „brzegach zagadnienia" (albo jak się to mówi „w nieskończoności") gęstość materii zdąża do zera. W przekładzie na język potoczny znaczy to, że pole grawitacyjne pochodzące od innych gwiazd tak mało wpływa na ruch planet, że możemy je w ogóle zaniedbać.

Tak można postąpić we wszystkich zagadnieniach „lokalnych", ale tak nie można postąpić, gdy chcemy rozważać budowę całego Wszechświata; w tym wypadku ważne jest pole grawitacyjne pochodzące od wszystkich mas we Wszechświecie. Jakie zatem należy przyjąć warunki brzegowe dla „zagadnienia kosmologicznego"?

Newtonowska teoria grawitacji nie znalazła odpowiedzi na to pytanie i między innymi także dlatego nie była w stanie skonstruować modelu Wszechświata jako całości. Po powstaniu ogólnej teorii względności sytuacja uległa zmianie. W fizy-

ce klasycznej czas i przestrzeń były sztywną sceną, na której rozgrywały się procesy fizyczne, scena rozciągała się w nieskończoność i powstawał nieprzezwyciężalny problem warunków brzegowych.

W teorii grawitacji Einsteina scena — czasoprzestrzeń oddziałuje z tym *, co się na niej rozgrywa; masy wytwarzające pole grawitacyjne mogą tę scenę odkształcać i zakrzywiać zależnie od tego, jak są rozłożone. I tu właśnie pojawia się możliwość, którą Einstein dostrzegł od samego początku, chociaż wyjawił czytelnikowi dopiero pod koniec drugiego paragrafu swojego artykułu.

„Gdyby okazało się możliwym — pisał Einstein — traktować Wszechświat jako kontinuum, które jest skończone (zamknięte) w swoich rozmiarach przestrzennych, nie byłoby w ogóle konieczności wybierania żadnych tego rodzaju warunków brzegowych".

Idea jest prosta: jeśli przestrzeń Wszechświata jest skończona i zamknięta, tak jak skończoną i zamkniętą jest na przykład powierzchnia kuli, to nie ma żadnych „nieskończenie odległych" punktów w przestrzeni, a co za tym idzie, nie ma żadnych problemów z wyborem warunków brzegowych. Sama zamkniętość przestrzeni zastępuje, w pewnym sensie, warunki brzegowe.

W dalszym ciągu Einstein dowodzi, że nie tylko ogólna teoria względności dopuszcza takie rozwiązanie, ale jest ono zgodne z rzeczywistym rozkładem materii w obserwowanym Wszechświecie.

„... jeżeli interesuje nas jedynie struktura w dużej skali — rozumuje Einstein — to możemy wyobrazić sobie, że materia jest rozłożona jednostajnie w ogromnych przestrzeniach tak, że jej gęstość jest funkcją położenia, zmieniającą się niezmiernie wolno. W ten sposób nasz zabieg przypomina nieco postępowanie geodety, który traktuje powierzchnię Ziemi jak elipsoidę, mimo iż powierzchnia ta ma niezmiernie skomplikowany kształt". Ponieważ względne prędkości materii we Wszechświecie są znacznie mniejsze od prędkości światła, można wprowadzić taki układ odniesienia, względem którego materia we Wszechświecie średnio spoczywa. (Einstein pisał o „względnych prędkościach materii"; tylko w kilku miejscach

* Po polsku — oddziałuje się na coś, a nie z czymś; ulegam tu rozpowszechnionemu wśród fizyków żargonowi. W tym wypadku jest on o tyle uzasadniony, że zgodnie z prawami fizyki, jeżeli jedno ciało oddziałuje na drugie, to drugie zawsze oddziałuje na pierwsze.

zdradził się, że miał na myśli względne prędkości gwiazd. Ostrożność w wyrażaniu się była tu wskazana: dziś wiemy, że aby uzyskać „uśredniony" obraz Wszechświata zaproponowany przez Einsteina, trzeba rozważać jako „jednostki elementarne" nie gwiadzy lecz galaktyki lub nawet gromady galaktyk).

Taki rozkład materii prowadzi do rozwiązań równań pola grawitacyjnego z przestrzenią „zamykającą się w sobie", ale... i tu właśnie wystąpiła pewna trudność. Od początku rozwoju myśli ludzkiej, od zawsze uważano, że Wszechświat jako całość znajduje się w bezruchu, jest układem statycznym. Może wynikało to z przekonania, iż świat to jakby mieszkanie człowieka; a cóż może być bardziej stabilnego niż własny dom? Przez całą starożytność i średniowiecze ciała niebieskie, w przeciwieństwie do ziemskich elementów, cieszyły się przywilejem niezmienności, wolno im było wykonywać na firmamencie „najdoskonalsze" (jak sądzono) spośród wszystkich ruchów — ruchy kołowe. W czasach nowożytnych wiedziano już dobrze, że gwiazdy i inne ciała niebieskie są miejscem zachodzenia gwałtownych procesów fizycznych, ale ciągle jeszcze świat jako całość traktowano statycznie. Einstein podporządkował się tym ogólnie panującym poglądom, nawet nie podejrzewał, że mogłoby być inaczej; postąpił trochę jak student, który ćwiczenie wykonuje od tyłu, znając wynik — dorabia rozumowanie. Wynikiem, jaki Einstein chciał uzyskać, był statyczny model kosmologiczny z zamykającą się przestrzenią; równania pola nie dawały takiego rozwiązania, trzeba je zatem zmienić!

Okazało się zresztą, że zmiana jest niewielka i całkowicie zgodna z wszystkimi postulatami ogólnej teorii względności. Do równań pola należy dodać tylko jedno wyrażenie (zwane dziś członem kosmologicznym), zawierające pewną stałą, którą Einstein nazwał potem *stałą kosmologiczną*. Wartość tej stałej jest tymczasem nie znana; wiadomo tylko, że musi być dostatecznie mała, w przeciwnym razie dałaby o sobie znać już w porównywaniu przewidywań teorii z obserwacjami wykonywanymi wewnątrz naszego układu planetarnego.

Równania pola grawitacyjnego rozszerzone o człon kosmologiczny dały oczekiwany wynik: statyczny model Wszechświata z zamkniętą przestrzenią.

W końcowych zdaniach „Kosmologicznych rozważań" Einstein podkreślił, że model z zamkniętą przestrzenią można otrzymać także bez wprowadzania stałej kosmologicznej; stała ta jest niezbędna tylko po to, żeby uzyskać statyczny model Wszechświata.

3. *Statyczny Wszechświat Einsteina*

Skonstruowany przez Einsteina model kosmologiczny ograniczał się w gruncie rzeczy do geometrycznych własności Wszechświata. Stanie się to tradycją jeszcze na jakiś czas w kosmologii. Dopiero w drugiej połowie XX wieku sytuacja ta ulegnie zmianie. Pierwsze modele kosmologiczne stanowią właściwie tylko odpowiedź na pytanie: w jaki sposób masy obecne we Wszechświecie zakrzywiają czasoprzestrzeń w największej skali?

W układzie odniesienia, w którym równomiernie rozpostarta w przestrzeni materia średnio spoczywa, czasoprzestrzeń rozkłada się na czas i przestrzeń.

Jak już wiemy, przestrzeń w statycznym modelu Einsteina jest zamknięta. Fizycznie oznacza to, że gdybyśmy wysłali w jakimkolwiek kierunku promień światła, to po pewnym, skończonym okresie czasu powróci on z przeciwnego kierunku do punktu wyjścia. Przestrzeń świata Einsteina możemy sobie wyobrazić jako powierzchnię pewnej wielowymiarowej kuli. Zwykła kula (np. globus) w przestrzeni Euklidesa ma trzy wymiary, natomiast jej powierzchnia — dwa wymiary (długość i szerokość geograficzna). Otóż musimy wyobrazić sobie taką kulę (o promieniu R), której powierzchnia miałaby trzy wymiary — ta właśnie powierzchnia służy jako model zamkniętej przestrzeni einsteinowskiego świata. Dla zaznaczenia, że idzie o kulę więcej niż trójwymiarową, mówimy czasem o hiperkuli.

Przestrzeni świata Einsteina można przypisać skończoną objętość. Zgodnie z prawami geometrii Riemanna wyraża się ona wzorem $V = 2\pi^2 R^3$; wielkość R nazywa się często promieniem Wszechświata. Jeżeli przez ϱ oznaczymy średnią gęstość materii we Wszechświecie, to całkowitą masę zawartą w świecie Einsteina można wyrazić wzorem: $M = \varrho \cdot V$. Widzimy, że M jest również skończoną wielkością.

W tym samym 1917 r. Einstein opublikował niewielką książeczkę pt. „O szczególnej i ogólnej teorii względności" [6], w której w sposób popularny wyłożył podstawy swoich koncepcji. Ostatni rozdział tej książeczki poświęcił kosmologii. Tam też po raz pierwszy (o ile mi wiadomo) nazwał przestrzeń swojego świata „skończoną, ale nieograniczoną". W literaturze popularnej określenie to przyjęło się na dobrze. W intencji Einsteina miało ono następujące znaczenie: przestrzeń jest skończona, bo jej objętość można wyrazić w skończonej licz-

bie jednostek objętości; jest nieograniczona, bo podróżując w takiej przestrzeni nigdzie nie natrafimy na żadne granice; co więcej, ponieważ wszystkie punkty tej przestrzeni są równouprawnione (tak jak punkty na powierzchni kuli), to jeśli nawet powrócimy kiedyś w to samo miejsce, nie będziemy o tym wiedzieć, będziemy sądzić, że podróżujemy w nieskończoność.

Świat Einsteina z jednej strony zachowuje potoczne wyobrażenia o bezgraniczności przestrzeni, a z drugiej strony nadaje im zupełnie nową interpretację geometryczną.

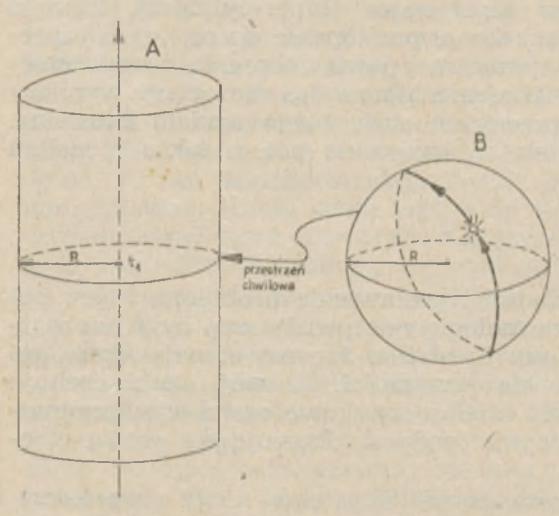
Zagadnienie skończoności czy nieskończoności przestrzeni od dawna pasjonowało filozofów. Jeszcze w 1690 roku John Locke w swoich „Rozważaniach dotyczących rozumu ludzkiego" pisał: „Jeżeli nie założymy, że świat ciał jest nieskończony (a myślę, że nikt tego twierdzić nie chce), to nasuwa się pytanie, czy człowiek, gdyby Bóg go postawił u krańca bytów cielesnych, nie mógłby wyciągnąć ręki poza świat ciał. Gdyby mógł, jego ręka znalazłaby się tam, gdzie przedtem była przestrzeń bez ciała, a skoro by rozstawił tam swe palce, to pomiędzy nimi znajdowałaby się znowu przestrzeń bez ciała. Gdyby zaś ręki przed siebie wyciągnąć nie mógł, to musiałoby się to stać z powodu jakiejś zewnętrznej przeszkody (...). Otóż zapytuję, czy to, co stawałoby mu na przeszkodzie (...) byłoby czymś, czy niczym?" [7].

„Paradoks ręki" opiera się na zdroworozsądkowych intuicjach. Ścisła, zmatematyzowana dedukcja z reguły bywa bogatsza od „wyczucia", którego uzasadnieniem jest tzw. zdrowy rozsądek. Locke utożsamił skończoność z ograniczonością i nieskończoność z nieograniczonością, według niego świat może być albo skończony (i wtedy jest ograniczony) albo nieskończony (i wtedy jest nieograniczony); nie wziął pod uwagę trzeciej możliwości, jaką stanowi świat skończony, ale nieograniczony. Ten właśnie przypadek zachodzi w statycznym modelu Einsteina. Mieszkaniec einsteinowskiego świata nie może wyciągnąć ręki poza przestrzeń (mimo, że przestrzeń jest skończona), wyciągnięta ręka — z rozstawionymi palcami, czy nie — zawsze będzie się znajdować wewnątrz zakrzywionej przestrzeni.*

Czas w statycznym modelu Einsteina rozciąga się od minus nieskończoności do plus nieskończoności; można go sobie za-

* Pojęcia „(nie)ograniczoności" i „(nie)skończoności" wprowadzone przez Einsteina też nie są całkiem ścisłe. Można je uściślić korzystając z pojęciowego aparatu topologii.

tem wyobrazić jako linię prostą. Czas ten później przyjęło się nazywać czasem kosmicznym. Już ze szczególnej teorii względności wiadomo, że równoczesność jest względna: dwa zdarzenia równoczesne w jednym układzie odniesienia nie muszą być równoczesne w innym układzie odniesienia. W statycznym świecie Einsteina, w układzie odniesienia, w którym materia średnio pozostaje w spoczynku zbiór wszystkich zdarzeń równoczesnych ze sobą, zachodzących np. w chwili t_1 czasu kosmicznego, tworzy trójwymiarową zamkniętą powierzchnię stąd zwaną przestrzenią chwilową (w chwili t_1); geometryczną strukturę takiej przestrzeni omówiliśmy powyżej. Obecnie do poprzedniej analizy dodajmy ważną uwagę: ściśle rzecz biorąc nie można mówić o przestrzeni w modelu Einsteina, lecz o przestrzeniach w każdej chwili czasu kosmicznego w tym



Rys. 1. Cylindryczny model Einsteina: A — czasoprzestrzeń modelu Einsteina (dwa wymiary przestrzenne na rysunku pominięto) jest powierzchnią walca, B — przestrzeń chwilowa modelu Einsteina (jeden wymiar przestrzenny na rysunku pominięto) jest powierzchnią kuli. Prostopadle cięcie walca A daje przestrzeń chwilową B.

modelu; stąd nazwa: przestrzenie chwilowe. W modelu Einsteina wszystkie przestrzenie chwilowe mają tę samą strukturę geometryczną, w szczególności wszystkie mają taki sam promień krzywizny. To ostatnie wynika ze statyczności einsteinowskiego świata.

Znamy już geometrię przestrzeni chwilowych i geometrię czasu (linia prosta) odniesione do układu, w którym materia średnio spoczywa. Zapytajmy teraz o geometrię czasoprzestrzew modelu Einsteina. Zgodnie z teorią względności jest to pytanie bardziej fundamentalne — a to dlatego, że struktura geometryczna czasoprzestrzeni nie zależy od wyboru układu odniesienia.

Geometryczna konstrukcja obrazująca czasoprzestrzeń statycznego świata Einsteina jest stosunkowo prosta: mamy czas kosmiczny w postaci prostej; na tę prostą musimy „nawlec" przestrzenie chwilowe, tak by każdej chwili czasu kosmicznego odpowiadała jedna i tylko jedna przestrzeń chwilowa. Nawlekamy więc na oś czasu hiperkule, których trójwymiarowe powierzchnie są przestrzeniami chwilowymi. W efekcie takiego zabiegu otrzymujemy hiper-walec (hiper-cylinder), którego osią jest oś czasu, a przekroje prostopadłe do osi czasu hiperkulami, których trójwymiarowe powierzchnie są przestrzeniami chwilowymi. Powierzchnia hiperwalca ma cztery wymiary i reprezentuje czasoprzestrzeń statycznego modelu Einsteina. Właśnie dlatego model ten nazywano potem także modelem cylindrycznym.

4. *Inspiracje*

Ogólna teoria względności i postawienie problemu, który potem rozwinął się w kosmologię relatywistyczną, były bez wątpienia dziełami geniuszu Einsteina. Ale nawet największy geniusz zawsze buduje na przeszłości. Rozwój nauki cechuje pewna ciągłość. Nawet wielkie naukowe rewolucje, przynajmniej do pewnego stopnia, podporządkowują się prawu ciągłości.

„Kosmologiczne rozważania" Einsteina miały dwa korzenie, zresztą dość ściśle przeplatające się ze sobą: jeden wyrastał z przeprowadzonej przez Macha krytyki mechaniki newtonowskiej, drugi z racjonalistycznej filozofii Spinozy.

Idea względności znajduje się zaczątkowo już w mechanice Newtona. Jeżeli dwa układy odniesienia poruszają się względem siebie z jednostajną prędkością, w żaden sposób nie można stwierdzić, który porusza się „naprawdę", a który spoczywa. Prędkości są względne. Z chwilą jednak gdy jeden z układów dozna przyspieszenia, pojawiają się siły bezwładności (np. w dyliżansie, który raptownie ruszy, walizki spadają podróżnym na głowy) i one — zdaniem Newtona — świadczą, że to

ten właśnie układ się porusza (dyliżans a nie ziemia pod nim w przeciwnym kierunku); jest to ruch absolutny, należy go odnieść do absolutnej przestrzeni i mierzyć absolutnym czasem. W mechanice klasycznej przyspieszenie nie jest względne.

Ten newtonowski punkt widzenia został poddany ostrej krytyce przez Ernesta Macha [8]. Powodowany racjami pozytywistycznymi, uznał on, że absolutna przestrzeń i absolutny czas, jako pojęcia nie-empiryczne, powinny zniknąć z nauki, a bezwładność należy odnosić nie do absolutnej przestrzeni, lecz do wszystkich mas wypełniających Wszechświat.

Z podobną krytyką poglądów Newtona — choć wynikającą z odmiennych przesłanek — już wcześniej wystąpił Godfryd Wilhelm Leibnitz. Uważał on, że czas i przestrzeń są całkowicie względne i sprowadzają się wyłącznie do pewnych relacji porządkujących zbiór zdarzeń materialnych. Poza zdarzeniami nie ma ani czasu, ani materii. Myśl tę jeszcze bardziej wyostrzył Benedykt (Baruch) Spinoza. Ten filozof-panteista utrzymywał, że Wszechświat, będąc identyczny z Bogiem, jest twórcą sam siebie, jakby samokonstruującą się machiną. Proces samokonstrukcji świata odbywa się z logiczną koniecznością; dzięki temu wszystkie własności świata da się wydedukować *more geometrico* z najogólniejszych idei. W panteistycznej filozofii Spinozy racjonalizm sięgnął szczytu.

Wiadomo, że Einstein studiował Macha i czytywał Spinozę i że obydwaj ci myśliciele wywarli na nim silne wrażenie. Od Spinozy Einstein przejął myśl, że Wszechświat powinien być systemem logicznie zamkniętym; od Macha pewien szczególny przypadek tej ogólnej (może nawet ogólnikowej) idei: bezwładność danego ciała (lub jego masa, która jest — jak wiadomo — miarą bezwładności) nie jest „wewnętrzną" własnością danego ciała, lecz wynikiem oddziaływań między tym ciałem a wszystkimi innymi masami wypełniającymi Wszechświat. Tę myśl Einstein nazwał zasadą Macha i ona to właśnie stała się głównym motywem pracy nad stworzeniem ogólnej teorii względności.

Na pierwszy rzut oka Einsteinowi wydawało się, że ogólna teoria względności spełnia wymagania stawiane przez zasadę Macha: czasoprzestrzeń nie jest absolutna, jej geometryczna struktura zależy od rozkładu mas; ale dopiero odpowiedź, w jaki sposób wszystkie masy wypełniające czasoprzestrzeń odkształcają czasoprzestrzeń, mogło rozstrzygnąć ostatecznie kwestię „machowości" einsteinowskiej teorii. „Kosmologiczne

rozważania" były więc następstwem ogólnej teorii względności podyktowanym filozoficznymi upodobaniami Einsteina.

W 1917 r. Einstein sądził, że problem został rozwiązany pozytywnie: Istnieje tylko jedno kosmologiczne rozwiązanie równań pola ze stałą kosmologiczną; masy całkowicie wyznaczają geometrię Wszechświata, geometria zaś z kolei jednoznacznie określa wszystkie lokalne własności modelu, a więc i masy cząstek próbnych. Absolutna czasoprzestrzeń nie istnieje, a zasada Macha jest pięknie spełniona. Na dodatek przestrzeń statycznego świata jest zamknięta: logiczna zamkniętość postulowana przez Spinozę pociągnęła za sobą zamkniętość w dosłownym, geometrycznym znaczeniu.

Einstein miał wszelkie powody do radości z sukcesów swoich idei. Jednak radość Einsteina nie trwała długo. Przeznaczeniem twórców są bóle rodzenia.

Przypisy

[1] Sitzungsber. preuss. Akad. Wiss., 1917, 1, 142—152.
[2] Zur Elektrodynamik bewegter Körper, Annalen d. Physik, 1905, 17, 891—921.
[3] H. Minkowski, Space and Time, w: The Principle of Relativity, praca zbiorowa, Dover Publ., Inc. 1923, s. 75.
[4] Die Feldgleichungen der Gravitation, Sitzungber. preuss. Akad. Wiss., 1915, 48 (2), 844—847.
[5] Die Grundlage der allgem. Relativitätstheorie, Ann. Phys., 1916, 49, 769—822.
[6] Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (Gemeinverständlich). Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig.
[7] John Locke, Rozważania dotyczące rozumu ludzkiego, t. I, (Biblioteka Klasyków Filozofii), PWN, 1955, s. 228.
[8] Ernest Mach, Mechanik in Ihrer Entwicklung, Leipzig 1889.

JAN MERGENTALER — Wrocław

CZY STAŁA SŁONECZNA JEST STAŁA?

Zgodnie z teorią opisującą ewolucję gwiazd, a więc i Słońca, powinna być zmienną, gdyż Słońce zapewne kiedyś dawniej świeciło znacznie słabiej niż dziś. Jeżeli jednak zapytamy o to, jak było w ostatnich dziesięcioleciach — czy nawet milionach lat — odpowiedź będzie znacznie bardziej skomplikowana niż w przypadku owej dawności liczącej miliardy lat.

Przede wszystkim jednak trzeba wyjaśnić, co to jest „stała słoneczna". Jest to ta ilość energii, jaką otrzymuje od Słoń-

ca w zenicie, poza atmosferą ziemską, powierzchnia 1 cm^2 w ciągu jednej minuty. Wynosi to ok. 1,95 cal cm^{-2} min^{-1}. Można też tą stałą określać jako ilość watów na cm^2. Łatwo to przeliczyć z podanej wyżej wartości.

Pomiary stałej słonecznej wykonywane były dokładnie dopiero od około pół wieku. Wprawdzie pierwsze próby zawdzięczamy włoskiemu zakonnikowi Angelo Secchi, który był jednym z pionierów heliofizyki i w 1866 r. próbował zmierzyć stałą słoneczną, ale nie udało mu się osiągnąć dokładności określającej mierzoną wielkość lepszej, niż ta jaką można by osiągnąć stosując zwykły termometr. Brak było zarówno dokładnych instrumentów, jak i teorii pozwalającej interpretować uzyskane wyniki.

W pomiarach tego rodzaju trzeba pamiętać o tym, że nasza atmosfera pochłania w niejednakowy sposób fotony o różnych energiach. Bardzo silnie w pozafiolecie, słabiej — w dziedzinie widzialnej i w podczerwieni. W tym ostatnim przedziale widma jednym z głównych pochłaniaczy promieniowania jest zawieszona w powietrzu para wodna. Żeby zmniejszyć możliwie jak najbardziej to pochłanianie, najlepiej jest umieszczać instrumenty pomiarowe jak najwyżej nad powierzchnią ziemi, np. na wysokich górach, w samolotach stratosferycznych, balonach lub wreszcie na satelitach i sondach kosmicznych. W pierwszej połowie tego wieku najpoważniejsze, długie, wieloletnie serie pomiarów były wykonywane z ramienia Astrofizycznego Obserwatorium Smithsonian Institution, którego dyrektorem był C. G. Abbot. Uruchomiono mianowicie szereg stacji pomiarowych na takich górach jak Mount Wilson (na wysokości 1780 m), Bassour (1160 m), Harqua Hala (1720 m), Montezuma (2710 m), Table Mountain (2280 m).

Z pierwszych pomiarów przed 1920 r., wykonywanych jeszcze przez poprzedników Abbota, zdawało się wynikać że stała słoneczna zmienia się w szerokich granicach w zależności od ilości plam na Słońcu. Wydawało się, że ciemne plamy powinny zmniejszać ilość energii cieplnej wysyłanej przez Słońce i odbieranej na Ziemi, potwierdzenie tego przypuszczenia przez obserwacje i pomiary było więc uważane za dobrą zgodność teorii z rzeczywistym zachowaniem się Słońca. Jednak dokładniejsze obserwacje, prowadzone pod kierunkiem Abbota w latach 1923—1952, nie potwierdziły poprzednich przypuszczeń. Nie tylko zwiększyła się dokładność pomiarów, ale także umiejętność wydzielania z obserwacji wpływów naszej atmosfery. Każdy pomiar zatem polegał na uzyskaniu

wartości całkowitej ilości promieniowania, niezależnie od długości fali, oraz na określeniu natężenia tego promieniowania w różnych przedziałach długości fali. Ten drugi pomiar pozwalał określać, ile w różnych przedziałach widma zostało pochłonięte przez naszą atmosferę i stąd uzyskać poprawkę, którą trzeba było dodać czy odjąć od pomiaru całości promieniowania. Niezależnie od tego, dla uzyskania absolutnych wartości trzeba jeszcze porównać wskazania bolometru czy pyrheliometru (nazwy instrumentów do pomiarów całkowitego i zawartego w przedziałach widma promieniowania) z laboratoryjnymi źródłami promieniowania.

Dane z omawianego okresu wskazywały na to, że błędy pomiarów plus zmiany przezroczystości atmosfery są większe na ogół od zmian, jakie można by uważać za wahania pozaatmosferycznej wartości stałej słonecznej. Według niektórych autorów z danych Abbota można wyciągnąć wniosek, że rzeczywiste wahania stałej słonecznej nie przekraczają 1% jej wartości, ale ostatnie prace zdają się wskazywać nawet na jeszcze mniejsze wahania, nie przekraczające 0,1%.

Tak czy inaczej — analiza dokonanych w tych latach pomiarów nie wykazała związków z plamami słonecznymi ani z 11-letnim cyklem aktywności. W wyniku 30-letnich obserwacji uzyskano na wartość stałej słonecznej

$$S = 1{,}94 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1} = 135{,}2 \text{ mW cm}^{-2}.$$

W dążeniu do poprawienia dokładności pomiarów i wyeliminowania zmiennego zakłócenia ich przez pochłanianie i rozpraszanie fal elektromagnetycznych w naszej atmosferze, próbowano przede wszystkim wynosić instrumenty pomiarowe coraz wyżej — już nie na szczyty gór, ale — jak wspomniałem wyżej — na samoloty i satelity. A prócz tego szukano pośrednich sposobów. Lepiej mierzyć nie bezpośrednie promieniowanie słoneczne ale odbite od dalekich planet: Urana i Neptuna oraz księżyca Saturna — Tytana. Przez ostatnie 25 lat mierzono jasność tych ciał niebieskich nawiązując pomiary do gwiazd. Ponieważ zakładano, że gwiazdy porównania mają blask stały, zmiany jasności planet powinny odpowiadać zmianom oświetlenia — zmianom stałej słonecznej. Obserwacje prowadzone w Obserwatorium Lowella przy udziale także polskich astronomów K. Serkowskiego, M. Jeżykiewicza i in. wykazały, że jasności Tytana, Urana i Neptuna wahają się znacznie w ciągu roku, przy tym większa amplituda zmian występuje u najbliższego Słońcu Tytana, mniejsza —

u Urana, najmniejsza zaś u Neptuna. Zmiany jasności sięgały nawet 2% i zdawały się korelować z 11-letnim cyklem słonecznym. Zależność amplitudy od odległości zdaje się wskazywać na to, że mamy tu do czynienia nie ze stałą słoneczną, ale ze zmianami promieniowania krótkofalowego, osiągającymi znaczne wartości w cyklu aktywności. Prócz tego zdaje się, że jedna z gwiazd porównania okazała się zmienna, co utrudnia definitywne zbadanie zmian jasności planet.

Bardziej pewne wydają się pomiary wykonywane wysoko w atmosferze lub poza atmosferą. Wprawdzie zawsze pozostaje niepewność przy nawiązywaniu do standartów laboratoryjnych, ale odpada w.w. zmienny wpływ naszej atmosfery, można więc pokusić się o ocenę rzeczywistych zmian stałej słonecznej, a nie zafałszowanych przez zmiany przezroczystości. Tego rodzaju obserwacje, specjalnie wykonywane z pokładów sond Mariner 6 i 7 w latach 1966—67, przyniosły bodajże najbardziej obiektywny materiał, choć obejmujący tylko krótki czas — ok. 18 miesięcy. Wynik uzyskano prawie identyczny jak Abbota, ale z mniejszym błędem.

Brak poważniejszych wahań stałej słonecznej nie wykluczał jednak prób doszukiwania się mniejszych zmian i łączenia ich z jednej strony z plamami na Słońcu, a z drugiej ze zmianami klimatycznymi. Zwracano też uwagę na to, że zmiana 1% wartości stałej słonecznej może w sposób bardzo wyraźny odbić się na klimacie, a z drugiej strony łączono oziębienie klimatyczne w wiekach XV—XVIII z małą ilością plam na Słońcu w latach 1630—1710. Sądzono, że winna też wtedy być mniejsza stała słoneczna, zapewne zależna od liczb Wolfa. Wydaje się jednak, że wyniki uzyskane z Marinerów pozwalają z dużym prawdopodobieństwem wykluczyć wpływ na stałą słoneczną plam słonecznych zachowując jedynie słabą możliwość powiązania z pochodniami.

W czasie lotów Marinerów liczby Wolfa wahały się w dość szerokich granicach od 30 do 215. Zestawienie pomiarów stałej słonecznej i plam oraz pochodni wykazało jednak, że wahania stałej wynosiły zaledwie około 4.10^{-5} cal $cm^{-2}min^{-1}$ przy błędzie średnim rzędu 5.10^{-4}, a więc o rząd wielkości większy od poszukiwanych wartości zmian. Podobne wyniki uzyskano zestawiając mierzone wielkości stałej z intensywnością zaplamienia w latach 1925—1952. Ażeby uniknąć błędów systematycznych, zestawiano pary dni z dużymi różnicami liczb Wolfa, odległymi od siebie w czasie nie więcej niż o miesiąc i dla tychże dni brano wartość stałej słonecznej z opracowa-

nia Abbota. Wynik był identyczny jak dla Marinerów. W sumie można przyjąć, że w tym okresie brak było zmian stałej większych od 0,06%, które mogłyby zależeć od zmian aktywności Słońca.

Wniosek, jaki można stąd wyciągnąć, brzmiałby tak, że jeśli stała słoneczna zmienia się, to zmiany te nie są związane z plamami ani z pochodniami. Inne przyczyny widocznie powodują wahania ilości całkowitej energii słonecznej, a inne to, co nazywamy aktywnością słoneczną, a co ujawnia się w plamach.

Pozostaje nierozstrzygnięte pytanie, co powoduje zmiany klimatyczne? Jeżeli poza różnicami w ekscentryczności orbity ziemskiej i nachylenia bieguna ziemskiego do płaszczyzny ekliptyki występują różnice klimatyczne o nieznanym pochodzeniu — można by przypuszczać, że winę za te zmiany ponosi stała słoneczna. Gdyby tak było, z wahań klimatu za ostatnie 10^8 lat wynikałoby, że stała nie mogła więcej zmieniać się w tym czasie niż o około 5%. Większe zmniejszenie jej wartości spowodowałoby pokrycie lodem całej powierzchni Ziemi, a więc i likwidację lądowych objawów życia, a tego nie stwierdzono w śladach kopalnych.

Można więc chyba zachować nazwę „stała słoneczna" przynajmniej dla okresu tysięcy lat i uważać, że zmiany jej — jeżeli w ogóle występują — są poniżej dokładności dzisiejszych pomiarów.

MAREK ZAWILSKI — Łódź

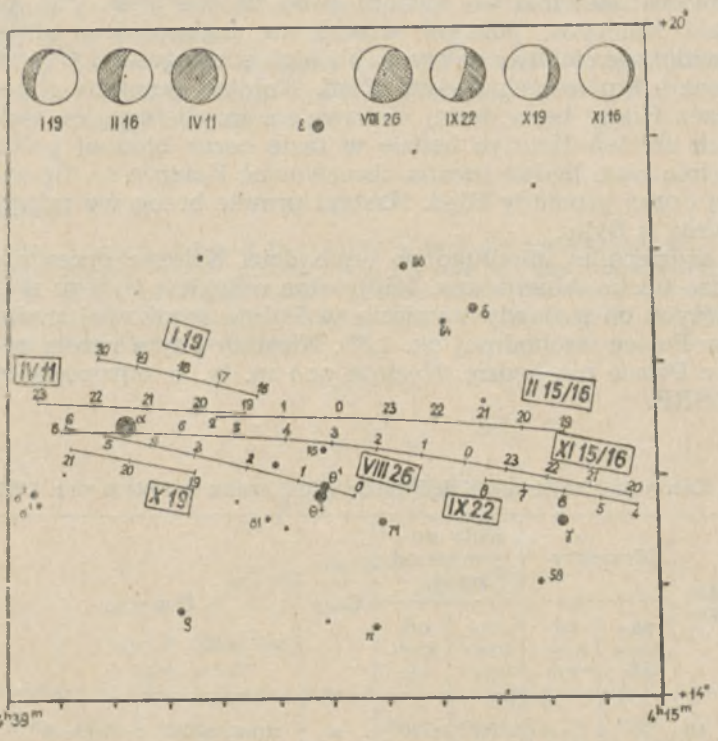
ZAKRYCIA ALDEBARANA I HIAD W R. 1978 W POLSCE

W roku 1978 dojdzie do bardzo ciekawych zjawisk na niebie, jakimi będą zakrycia najjaśniejszej gwiazdy konstelacji Byka — Aldebarana i gromady gwiazdowej Hiad przez Księżyc.

Zakrycia tych gwiazd zachodzą co ok. 19 lat, zgodnie ze znanym cyklem zmian położenia węzłów orbity Księżyca na ekliptyce. Ostatnia seria zakryć Aldebarana była w latach 1959—1962. Niektóre z gwiazd dość rozległej gromady otwartej, jaką są Hiady, były już zakrywane w ostatnich latach, jednakże dopiero w roku 1978 będzie ulegał zakryciom również jasny Aldebaran. Stanowić to będzie niewątpliwie dużą atrakcję dla miłośników astronomii.

Zakrycia Aldebarana rozpoczną się na kuli ziemskiej 19 stycznia 1978 r., kiedy to Księżyc zakryje tę gwiazdę dla obserwatorów znajdujących się w rejonach arktycznych. Wg astronomów belgijskich J. Meeusa i G. P. Könnena [1], zakrycie to rozpocznie serię zakryć Aldebarana, która zakończy się 8 kwietnia 1981 r. W serii tej nastąpią na kuli ziemskiej ogółem 44 zakrycia Aldebarana przez Księżyc.

W 1978 r. w Polsce będzie można obserwować 7 dobrze widocznych przejść Księżyca przez Hiady (rys. 1). W trzech



Rys. 1. Przejście Księżyca na tle Hiad w roku 1978 widoczne w Polsce. Momenty pozycji Księżyca (środek tarczy) podano w czasie: zimowym — I 19, II 15/16, X 19, XI 15/16, letnim — IV 11, VIII 26 i IX 22.

przypadkach ulegnie zakryciom Aldebaran. W czasie wspomnianego już pierwszego zbliżenia, 19 stycznia wieczorem, w Polsce nastąpi dość duże zbliżenie Księżyca do Aldebarana od strony północnej. W nocy z 15 na 16 lutego będzie można

obserwować jedynie efektowną konfigurację Księżyca i Hiad oraz powolne zbliżanie się tarczy naszego satelity do Aldebarana. Niestety, do zakrycia nie dojdzie, gdyż wcześniej oba ciała zajdą pod horyzont. Natomiast 11 kwietnia wieczorem odbędzie się pierwsze i zarazem najefektowniejsze zakrycie Aldebarana przez „młody" Księżyc (nów 7 kwietnia). Szczególnie pięknie będzie widoczne zniknięcie gwiazdy za nieoświetlonym brzegiem Księżyca („światło popielate"!). Po złączeniu Aldebarana ze Słońcem, następne — również bardzo widowiskowe zakrycie — nastąpi rano 26 sierpnia. Już po wschodzie Księżyca, późnym wieczorem poprzedniego dnia, będzie widoczne ciekawe zakrycie bliskich sobie gwiazd Θ^1 i Θ^2 Byka oraz kilku innych gwiazd Hiad. Kolejne przejścia Księżyca przez Hiady będą mniej ciekawe m. in. dlatego, że podczas tych zbliżeń Księżyc będzie w fazie coraz bliższej pełni. 22 września rano będzie można obserwować Księżyc na tle zachodniej części gromady Hiad. Nastąpi prawie brzegowe zakrycie gwiazdy γ Byka.

19 października, niedługo po wschodzie, Księżyc przesunie się bardzo blisko Aldebarana. Minimalna odległość brzegu tarczy Księżyca od gwiazdy wyniesie w Polsce środkowej mniej niż 2′ (w Polsce wschodniej ok. 1,5′). Niestety i tym razem zakrycia w Polsce nie będzie. Nastąpi ono m. in. w europejskiej części ZSRR.

Tabela 1. Zakrycia i zbliżenia Księżyca do Aldebarana w Polsce w r. 1978

L. p.	Data 1978	Momenty		Kąty pozycyjne od zenitu		Czas	Uwagi
		zakrycie	odkrycie	zakrycie	odkrycie		
1.	I 19	—	—	(180°)	(180°)	a	max. zbliż. o 19^h0—0°,3
2.	IV 11	21,0	21,8	85°	190°	b	zach. Ks. $23^h,6$
3.	VIII 26	4,1	5,1	65	325	b	wsch. Ks. VIII 25^d $23^h,3$
4.	X 19	—	—	(50)	(50)	a	max. zbliżenie o $20^h,2$
5.	XI 16	6,5	7,4	35	240	a	poniż. 2′. Wsch. Ks. $18^h,8$ Zach. Ks. $8^h,2$

W nawiasach podano kąt pozycyjny linii Księżyc — gwiazda, mierzony od środka tarczy Księżyca, dla momentu max. zbliżenia, a — czas zimowy, b — czas letni.

Wreszcie w nocy z 15 na 16 listopada Księżyc w fazie bliskiej pełni „przemierzy" Hiady i zbliży się do Aldebarana, zakrywając go rano, niedługo przed zachodem obu ciał.

W tabl. 1 podano przybliżone momenty zakryć i zbliżeń Księżyca do Aldebarana. Dane te odnoszą się do Polski środkowej. Dokładne dane będą podawane w „Uranii" sukcesywnie.

Należałoby jeszcze odnotować fakt zakrycia Aldebarana w dniu 2 lipca. Jednakże zakrycie to nastąpi w godzinach popołudniowych, nisko nad zachodnim horyzontem i praktycznie będzie niewidoczne.

Na zakończenie wypada jedynie życzyć wszystkim potencjalnym obserwatorom tych interesujących zakryć dobrej pogody i udanych obserwacji.

Dodatek

Wobec licznych zapytań listownych o podanie metod obliczania zakryć podaję poniżej wzory obliczeniowe. Pozycje widome (topocentryczne) na niebie wyznaczono dla Łodzi na podstawie pozycji geocentrycznych, podanych w [2]. Pozycje widome określono ze wzorów przybliżonych, z dokładnością ok. ± 0′,5:

$$\alpha_{top} = \alpha_{app} + \Delta\alpha$$

$$\delta_{top} = \delta_{app} + \Delta\delta$$

$$\Delta\alpha = -\frac{\pi\varrho \cos\varphi' \sin t}{\cos\delta_{app}}$$

$$\Delta\delta = -\frac{\pi\varrho \sin\varphi' \cos(\delta_{app} + \gamma)}{\cos\gamma}$$

$$\operatorname{tg}\gamma = \operatorname{ctg}\varphi' \cos t$$

$$\varphi = 51°46' \qquad \varrho \sin\varphi' = 0{,}7819$$

$$\lambda = 19°27' \qquad \varrho \cos\varphi' = 0{,}6201$$

$$\operatorname{ctg}\varphi' = 0{,}7930$$

Oznaczenia:

α_{top}, δ_{top} — widome (topocentryczne) pozycje równikowe oraz

α_{app}, δ_{app} — geocentryczne pozycje Księżyca,

$\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ — przesunięcia paralaktyczne Księżyca we współrzędnych równikowych,

π — paralaksa horyzontalna Księżyca,

ϱ — względny promień Ziemi w miejscu obserwacji,
φ, φ' — szerokość geograficzna miejsca obserwacji nominalna i rzeczywista (z uwzględnieniem spłaszczenia Ziemi),
t — kąt godzinny Księżyca dla miejsca obserwacji.

Momenty zakryć Aldebarana określano dodatkowo wg klasycznej metody w układzie współrzędnych Bessela:

$$x = \frac{\alpha_K - \alpha_G}{\pi} \cos \delta_K$$

$$y = \frac{\delta_K - \delta_G}{\pi}$$

$$\xi = \varrho \cos \varphi' \cos t$$

$$\eta = \varrho \sin \varphi' \cos \delta_G - \varrho \cos \varphi' \sin \delta_G \cos t$$

$$X = x - \xi$$

$$Y = y - \eta$$

$$\Delta^2 = X^2 - Y^2$$

zakrycie (odkrycie) gwiazdy dla: $\Delta = 0{,}2725$

gdzie:

x, y — prostokątne współrzędne Księżyca,
ξ, η — prostokątne współrzędne miejsca obserwacji
α_K, δ_K = α_{app}, δ_{app} — geocentryczne współrzędne równikowe Księżyca,
α_G, δ_G — widome współrzędne równikowe gwiazdy, wg [2],
π — paralaksa horyzontalna Księżyca,
t — kąt godziny gwiazdy dla miejsca obserwacji,
X, Y — względne współrzędne prostokątne Księżyca i gwiazdy,
Δ — odległość środka tarczy Księżyca od gwiazdy,

Kąty pozycyjne od bieguna, A_p, wyznaczono z wzoru:

$$\operatorname{tg} A_p = \frac{Y}{X}$$

Kąty pozycyjne od zenitu określa wzór:

$$A_z = A_p + \Psi, \text{ gdzie } \operatorname{tg} \Psi = -\frac{\xi}{\eta}$$

Ψ — kąt przechylenia paralaktycznego.

Literatura

[1] J. Meeus, G. P. Können: Occultation Series of Five Stars. *Journal of the British Astr. Ass.*, 1972, 6, 431 i nast.
[2] *Astronomiczeskij Jeżegodnik SSSR na 1978 g.*

ZDZISŁAW JURKIEWICZ — Wrocław

SZEŚCIOCALOWY TELESKOP SYSTEMU NEWTONA

Punktem wyjścia była chęć zaprojektowania i wykonania teleskopu, który posiadałby montaż paralaktyczny na tyle precyzyjny, by umożliwiał wykonywanie zdjęć nieba. Równocześnie chodziłoby też o to, by przy średnicy zwierciadła 150 mm tubus był niezbyt długi. Spełnienie tych (i paru innych wymogów) *wyłącznie* na zasadzie „zrób to sam" okazało się prawie niemożliwe: między innymi również z tego względu, że zależało mi na bardziej nowoczesnym i „estetycznym" wyglądzie teleskopu...

Oczywiście, względnie najłatwiejsze byłoby samo zaprojektowanie parametrów i sylwetki teleskopu w oparciu o liczną już literaturę przedmiotu — poza polską, m. in.: D. Roth *Handbuch für Sternfreunde*, J. Texereau *How to Make a Telescope* oraz znakomite, zawierające cenne praktyczne wskazania: S. Browna *Mounting Your Telescope*, a także *Telescope Optics* (szkice, b. wiele przykładów obliczeń).

Samo wykonanie przyrządu przebiegało w różny sposób: pracochłonne (parabolizacja) części optyczne zostały zakupione *, sam „węzeł" montażu paralaktycznego został wykonany w warsztatach mechanicznych — reszta elementów z materiałów dostępnych na rynku, ale posiadających pewną „jakość" — została wykonana we własnym zakresie. Wyjaśnię to zresztą niżej.

Lustro

Lustro paraboliczne o ogniskowej 1220 mm, ⌀ 152 mm, grubość 25 mm, szkło — pyrex, aluminizowane z powłoką zabezpieczającą. Jasność 1 : 8. Lustro eliptyczne — wymiary w osiach: 4,54 i 3,17 cm. Dokładność: 1/8 fali. Lustro paraboliczne podparte „zwyczajowo" w trzech punktach (śruby zakończone odpowiednimi nakrętkami umożliwiającymi regulację położenia lustra).

Tubus

Dla 6″ wymagana średnica wewnętrzna — minimum 17,7 cm. Sklejony z ośmiu warstw brystolu. W tym celu najpierw wykonano walec-makietę na którą nawijano warstwy brystolu dwojakiego rodzaju: krojone „pod kątem prostym" na przemian z szerokimi pasami nawijanymi „śrubowo". Zabieg ten pozwolił uzyskać równą, bez wybrzuszeń pobocznicę walca. Zalety: lekka, b. wytrzymała konstrukcja. Wykończenie powierzchni: mieszanina farby ftalowej z farbą emulsyjną (gęstą!). Mieszaninę tę nakładano „topując", a następnie szlifując. W efekcie otrzymano powierzchnię gładką, ale z fakturą delikatnych „zagłębień".

W tubusie, w pobliżu lustra, wykonano otwór prostokątny zamykany uszczelnioną przykrywką. Tubus zakończony jest pierścieniem duraluminiowym, w którym — na śrubach — umieszczono krzyż z blach stalowych grubości 0,5 mm trzymających oś lustra eliptycznego z przeciwwagą.

---

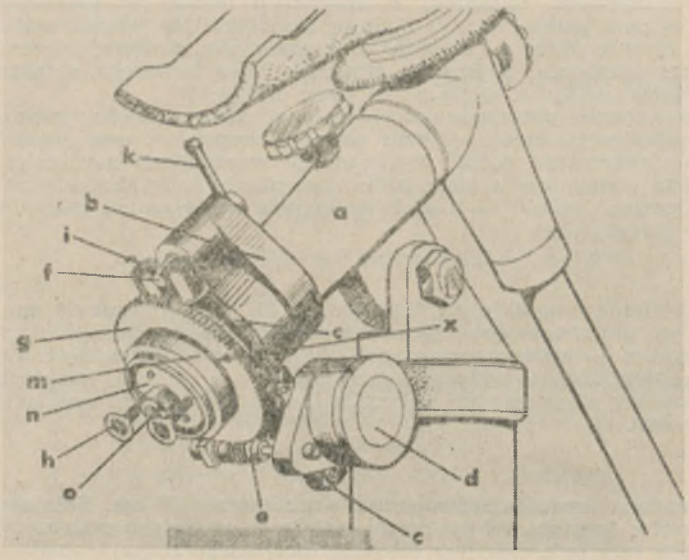
* Przebywając jako artysta malarz na stypendium Fundacji Kościuszkowskiej w Nowym Jorku miałem możność zakupić oba lustra w firmie *Edmund Scientific Co.*, Edscorp Building, Barrington, New Jersey 08007. Sześciocalowe lustro kosztowało 89 dolarów.

Ujęcie tubusa

Pierścienie duraluminiowe z podkładkami filcowymi o średnicy (obejmującej tubus) regulowanej śrubami: umożliwia to obrócenie tubusa o taki kąt, żeby — zależnie od tego, czy tubus znajdzie się na wschód lub zachód od kolumny instrumentu — zapewnić wygodne dla obserwatora usytuowanie okularu.

Montaż paralaktyczny

Wymagana średnica osi stalowych — 25 mm. Grubość osłon osi — 8 mm. Montaż, a więc osie z osłonami pod kątem 90°, zostały wykonane w warsztacie mechanicznym z uwagi na wymagania dotyczące mate-



Rys. 1. Napęd teleskopu. Rysunek z *Mounting Your Telescope*. a — osłona osi godzinowej, b — część nieruchoma, sztywno przymocowana do osłony (a), c — ruchoma (obrotowa) część, do której przymocowany jest silnik (d), d — silnik synchroniczny — 1/15 obr./min., e — ślimak jednościeżkowy, prawoskrętny, f — ekscentrycznie umieszczony owalny występ poruszany dźwignią (k): przesunięcie dźwigni powoduje drobny obrót (w lewo lub w prawo) całej części (c), a więc drobny obrót osi godzinnej, g — koło zębate, 96 zębów, obracające się luźno na zwężonej w tym odcinku osi biegunowej, h — dokręcenie jednej lub obu śrub powoduje w efekcie docisk koła zębatego do osi godzinnej — czyli włączenie napędu. Niedokręcenie tych śrub umożliwia oczywiście ręczne, „obszerne" obracanie osi godzinnej. W tej sytuacji, mimo że silnik pracuje i obroty przenoszą się na koło zębate — oś godzinna pozostaje nieruchoma, i dwa trzpienie oporowe, między którymi znajduje się walcowaty, ekscentryczny występ (f), k — dźwignia, umożliwiająca ruch drobny, n — tarcza ta za pośrednictwem śruby (o) jest nieruchomo i na stałe sprzężona ze zwężoną w tym odcinku osią biegunową: dlatego dokręcając przechodzące przez tarczę (n) śruby (h) — przenosi ona nacisk na tarczę (m), a ta z kolei zostaje dociśnięta do koła zębatego — włączając napęd, m — druga z kolei tarcza, za którą znajduje się podkładka skórzana, której dociśnięcie powoduje włączenie napędu, x — płaszczyzna docisku — tam znajduje się podkładka skórzana.

riału oraz wysoką precyzję. Dla zmniejszenia tarcia osie znajdują się w krótkich tulejach umocowanych wewnątrz każdego końca osłony osi. Oś biegunowa — w swym końcowym odcinku — posiada średnicę zwężoną i nagwintowaną w celu zamocowania koła zębatego umożliwiającego za pośrednictwem „ślimaka" ruch obrotowy. Oś deklinacyjna, rozszerzona na końcu stożkowo, jest przymocowana czterema śrubami do wygiętego (zgodnie z średnicą tubusa) prostokąta twardego metalu wyłożonego filcem (na fotografii — czarny prostokąt).

Koło godzinne, koło deklinacji

Na twardy papier przefotografowano oba koła z pomysłowego „identyfikatora gwiazd" firmy Edmund Sc. („Star-finder") i naklejono na aluminiowe krążki zaopatrzone w pierścienie dociskowe (patrz fotografia). Wskaźniki z przezroczystego plastiku przymocowano za pośrednictwem pierścieni do osłon obu osi.

Kolumna

Żelazna rura o wysokości 55 cm i średnicy zewn. 72 mm, oklejona czarnym plastikiem, zakończona masywną nasadą stanowiącą połączenie przegubowe z osłoną osi biegunowej. Trójnóg stanowią trzy ramiona przykręcone śrubami do kolumny. Wykonano odlew duraluminiowy na podstawie drewnianego modelu ramienia.

Przeciwwagi

Całkowity ciężar tubusa z wyposażeniem dodatkowym zrównoważony jest czterema krążkami z żeliwa o ⌀ 90 mm.

Dodatkowa, przesuwana wzdłuż tubusa przeciwwaga równoważy ciężar obu szukaczy i okularu z obudową oraz służy do dokładnego zrównoważenia samego tubusa w stosunku do osi deklinacyjnej. Osobnym, ciekawym zagadnieniem jest, *w którym miejscu* — biorąc pod uwagę przekrój poprzeczny tubusa — należy umieścić tę właśnie długą oś przeciwwagi równoważącej ciężar szukaczy i okularu...

Szukacze

Szukacz I — obiektyw ⌀ 56 mm, f = 310 mm. Okular z podświetlonym krzyżem b. cienkich nitek (z lakieru nitro). Tubus z rury plastikowej pokrytej tą samą białą masą, co tubus główny. Zamocowanie — za pośrednictwem dwóch pierścieni aluminiowych — w każdym po trzy śruby dla korygowania osi optycznej szukacza.

Szukacz II — o znacznie szerszym polu widzenia (ok. 6°), osadzony w pierścieniu przymocowanym do szukacza I. Osłony przeciwodblaskowe, pokrywy zamykające — pokryto czarną, matową „topowaną" farbą z umieszczonymi centralnie kołami z folii aluminiowej polerowanej w „kręgi".

Okular

Niezbyt skomplikowany w budowie — dwa achromaty płasko-wypukłe umieszczone „prawie" na styk — ale jeden z najlepszych. *System Plössl*, f = 12 mm. Przy zastosowaniu *soczewki Barlowa* skrócenie ogniskowej (zależnie od położenia przed okularem) — do 6 lub nawet do 4 mm. W tych warunkach otrzymujemy dodatkową serię powiększeń: od ponad 100 × do około 300 ×.

Napęd

W stadium projektu — w oparciu o rysunek i dane zaczerpnięte z *Mounting Your Telescope* (patrz rysunek). Rozważa się także inne rozwiązania konstrukcyjne. Niewątpliwie najtrudniej zdobyć sam silnik synchroniczny (mały!). Został zakupiony również w firmie Edmund Sc., pracujący na 110 V, 60 Hz; 1/15 obrotu na minutę (!). Niestety, parametry te stwarzają pewną trudność: należy zaprojektować generator 220 V, 50 Hz. Ze względu na prędkość potrzebne jest koło zębate o liczbie zębów 96 oraz jednościeżkowy, prawoskrętny „ślimak" (patrz rysunek z objaśnieniami). Istnieje możliwość zastosowania w tym przypadku kilku wersji: ta — przedstawiona „z dźwignią" oraz tzw. „napęd wędrujący" z dodatkowym ślimakiem, napęd z dyferencjałem oraz napęd, w którym obraca się tylko sam silnik.

Od redakcji: Nabycie obu luster i silnika synchronicznego w firmie Edmund Scientific Co. przez „zwykłego" miłośnika astronomii, nie posiadającego „bogatej ciotki w Ameryce", może być połączone z trudnościami nie łatwymi do przezwyciężenia. Mimo to radzimy zainteresowanym zwrócić się do firmy z prośbą o przysłanie katalogu, który zawiera wiele cennych opisów przydatnych (i nie przydatnych, np. domów ogrzewanych energią słoneczną) dla miłośników astronomii.

Jednak wykonanie luster i innych elementów optycznych samemu nie jest sprawą zbyt trudną — pisaliśmy na ten temat niejednokrotnie w „Uranii"; i tak, kol. Lucjan Newelski z Oddziału Warszawskiego PTMA wykonał lustro o średnicy 50 cm dla instrumentu przeznaczonego dla obserwatorium miłośniczego, o którym piszemy na str. 59 niniejszego numeru. Można także wykonać elektryczny napęd zegarowy.

Publikując pracę p. mgr inż. arch. Zdzisława Jurkiewicza zwracamy szczególną uwagę na piękno instrumentu, na jego funkcjonalność i staranne wykończenie elementów mechanicznych. Jest to instrument dla „wybrednych" miłośników astronomii. Mimo pewnych kosztów (prace warsztatowe) — trud się opłaca. Teleskop będzie służył na całe życie...

L. ZAJDLER

KRONIKA

Jądro Galaktyki

Centrum Galaktyki, odległe od Słońca o około 30 tysięcy lat światła, ze względu na silne maskowanie przez obłoki materii międzygwiezdnej dostępne jest wyłącznie obserwacjom radiowym i podczerwonym. Struktura centrum galaktycznego w miarę rozwoju techniki radioastronomicznej okazuje się coraz bardziej złożona. Rozległe radioźródło Sagittarius A zawiera dwa punktowe źródła odległe od siebie o 2,4 sekundy kątowej, znane jako Sgr A East i Sgr A West. Leżą one dokładnie w geometrycznym środku Galaktyki. Wykonane w roku 1974 w Green Bank obserwacje źródła Sgr A West ujawniły, że ma ono średnicę kątową mniejszą niż 0″1. W roku 1975 ustalono górny wymiar średnicy na 0″02, co na odległości 30 tysięcy lat światła odpowiada średnicy liniowej nie przekraczającej 200 j.a. Niedawno do badań nad strukturę Sgr A

West włączono technikę radiointerferometrii wielkobazowej, pozwalającą na znaczne zwiększenie rozdzielczości. K. I. Kellerman i jego współpracownicy z National Radio Astronomy Observatory wykorzystali do tego celu 37-metrową antenę ośrodka Haystack, 43-metrowy radioteleskop NRAO oraz 64-metrowy w Goldstone. Obserwacje prowadzone na częstotliwości 7,8 GHz wykazały, że znajdujące się w centrum Galaktyki radioźródło ma średnicę około 0″017 czyli 170 j.a. Zawiera ono jądro o średnicy mniejszej niż 0″001 (10 j.a.), które wypromieniowuje 25% całkowitej energii radioźródła. Jego jasność radiowa wynosi około 10^{33} ergów na sekundę (co w skali kosmicznej nie jest wielkością oszałamiającą), jednak jeśli odnieść ją do objętości wtedy okazuje się, że intensywnością emisji jądro stukrotnie przewyższa większość kwazarów. Ze względu na rozpraszanie fal radiowych w ośrodku międzygwiezdnym prawdziwe rozmiary jądra mogą być jeszcze mniejsze. Zdaniem Kellermana średnica wyznaczona w ostatnich badaniach potwierdza hipotezę o istnieniu w centrum Galaktyki czarnej dziury o masie rzędu 10^6 mas Słońca.

Sky and Telescope, 1977, **54**, 4, 268.

Z. PAPROTNY

Komunikat o konferencji CETI

Oddział Śląski Polskiego Towarzystwa Astronautycznego informuje o planowanej na marzec—kwiecień 1978 roku czwartej konferencji poświęconej problematyce CETI (cywilizacjom pozaziemskim i metodom nawiązania łączności z nimi). Wszystkich zainteresowanych szczegółowym programem i dokładnym terminem konferencji prosimy i nadsyłanie zgłoszeń na podany niżej adres.

ZBIGNIEW PAPROTNY
Orzeszkowej 15, 44-200 RYBNIK

OBSERWACJE

Komunikat Centralnej Sekcji Obserwatorów Słońca nr 10/77

Aktywność plamotwórcza Słońca w październiku była umiarkowana i kształtowała się na poziomie miesiąca ubiegłego. Średnia miesięczna względna liczba Wolfa za miesiąc

październik 1977 r. . . . . R = 50,4

W ciągu października odnotowano na widocznej tarczy Słońca powstanie 15 grup plam słonecznych. Z tego: 8 grup średniej wielkości i 7 grup małych. Z odnotowanych 15 grup — 11 powstało na północnej półkuli a 4 — na południowej. We wrześniu na półkuli północnej powstało 12 grup, a na południowej — 4 grupy, w sierpniu zaś odpowiednio: 11 i 3 grupy. W ostatnich więc miesiącach zaistniała znaczna przewaga aktywności na półkuli północnej.

Średnia miesięczna konsekutywna liczba Wolfa z 13 miesięcy za miesiąc k w i e c i e ń 1977 r. wyniosła R = 23,6.

Szacunkowa średnia miesięczna powierzchni plam za miesiąc

październik 1977 r. . . . . S = 636 · 10^{-6}

W najbliższych miesiącach przewiduje się przejściowe zahamowanie wzrostu lub nawet zmniejszenie się plamotwórczej aktywności Słońca.

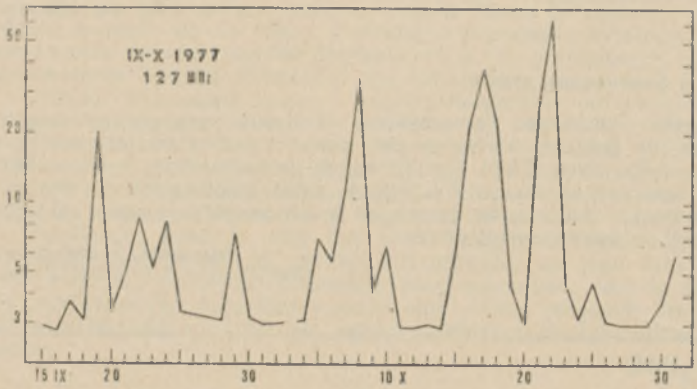
Wykorzystano: 210 obserwacji 18 obserwatorów w 31 dniach obserwacyjnych.

Dąbrowa Górnicza, 6 listopada 1977 r.

Współpraca z zagranicą. Za uprzejmym pośrednictwem p. Reinharda Wiechoczka Centralna Sekcja Obserwatorów Słońca PTMA nawiązała kontakt z **Astronomische Arbeitsgemeinschaft e. V. Paderborn** w RFN. Towarzystwo Astronomiczne w Padeborn zajmuje się również zagadnieniami słonecznymi — w tej więc płaszczyźnie będzie rozwijać się dalsza współpraca. Na początku — wymiana publikacji i wyników własnych.

WACŁAW SZYMAŃSKI

Raport X 1977 o radiowym promieniowaniu Słońca



Średnia miesięczna strumieni dziennych — 10,3 su (30 dni obserwacji)
Średnia miesięczna wskaźników zmienności — 0,47.

Piętnaście miesięcy czekaliśmy na tak aktywny okres — od VIII 1976 r. W tamtym jednak przypadku na wzrost średnich parametrów miesiąca złożyła się w zasadzie aktywność tylko połowy miesiąca, gdy tymczasem obecna obejmuje z krótkimi przerwami już 45 dni. Cały ten okres przedstawiamy na rysunku.

Z opracowanych 20 zjawisk niezwykłych października — 14 to burze szumowe, w tym kilka o stosunkowo dużej zmienności(w dniach 8, 10, 17 i 22 X wskaźnik zmienności wyniósł 2, przynajmniej w części obserwacji dnia). Po raz drugi od kilku lat (poprzednio 4 VIII 1976) przypisywano 3-godzinnemu fragmentowi burzy (z dn. 22 X) wskaźnik 3. Wielokrotnie zjawiska niezwykłe osiągały w maksimum poziomy przewyższające 100 i 200 su (w tym także liczne „spajki" burz szumowych).

Toruń, 8 listopada 1977 r.

KAZIMIERZ M. BORKOWSKI

KRONIKA PTMA

Budowa szkolnego obserwatorium astronomicznego w Warszawie

Mieszkańców Mokotowa oraz spacerujących wzdłuż południowej części Alei Niepodległości intryguje duża kopuła wieńcząca szczyt sześciopiętrowego budynku przy zbiegu Alei z ul. Naruszewicza, budynku internatu przy LIII Liceum Ogólnokształcącego Stowarzyszenia „PAX" pod wezwaniem św. Augustyna. Będzie tu obserwatorium astronomiczne przeznaczone do zajęć dydaktycznych uczniów Liceum oraz dla zaawansowanych obserwatorów-miłośników stowarzyszonych w PTMA — dla prac naukowych, głównie dla prac prowadzonych przez Sekcję Obserwacyjną Oddziału Warszawskiego.

Obserwatorium wyposażone będzie w instrumenty Warszawskiego Oddziału PTMA. Głównym narzędziem będzie teleskop zwierciadlany o średnicy 500 mm, którego budowa kontynuowana jest od kilku lat w Sekcji Instrumentalnej Oddziału. Bliższe szczegóły dotyczące tego narzędzia podał p. Lucjan Newelski w nr 9 „Uranii" z 1974 r. (str. 277), tu zaznaczymy jedynie, że przewidziany jest podwójny układ optyczny Newtona (długość ogniskowa 1,7 m) i Cassegraina (ogniskowa 7,0 m), montaż paralaktyczny typu widłowego z mechanizmem zegarowym. Do dyspozycji jest także teleskop o średnicy 350 mm — dar Stołecznego Komitetu Obchodów 500 Rocznicy Urodzin Kopernika („Urania" nr 2 z 1974 r.).

Sama kopuła ma średnicę 4,5 metra. Wykonana jest z żywicy poliestrowej zbrojonej włóknem szklanym i osadzona jest na przygotowanym na dachu budynku cokole (rotunda). Ilustracja na pierwszej stronie okładki przedstawia niezwykłą operację, jaką przeprowadzono w dniu 21 października 1976 r. Dokonała jej ekipa Przedsiębiorstwa Produkcji i Montażu Urządzeń Instalacyjnych i Konstrukcji Budowlanych INSTAL (dział robót montażowo-śmigłowcowych z Nasielska). Polegała na manewrze nałożenia kopuły na dachu budynku Liceum.

Przeniesienie kopuły spoza Warszawy zabrało helikopterowi niecały kwadrans. Gdyby użyć metod tradycyjnych, trzeba by — z uwagi na 4,5-metrową średnicę czaszy — zamykać ruch kołowy na poszczególnych odcinkach; wydłużyłoby to czas transportu do kilkunastu godzin. Trwająca zaledwie parę minut główna faza operacji — nałożenia kopuły na obserwatorium — była popisem mistrzowskiej precyzji załogi śmigłowca: kpt. Adama Szymanika i operatora dźwigu pokładowego Adama Flisa. Ważąca ok. 1 tony kopuła osiadła na przygotowanym cokole.

STANISŁAW REMUSZKO

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Marzec 1978 r.**

Słońce

W swym ruchu po ekliptyce przecina w tym miesiącu równik niebieski wstępując 21 marca w znak Barana i rozpoczynając wiosnę astronomiczną. W ciągu miesiąca dnia przybywa o dwie godziny: w Warsza-

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

Data 1978	P	B_0	L_0	Data 1978	P	B_0	L_0
III 1	—21°61	—7°22	156°82	III 17	—24·80	—7°12	305·98
3	—22·10	—7·24	130·46	19	—25·08	—7·06	279·62
5	—22·56	—7·25	104·12	21	—25·33	—7·00	253·25
7	—23·00	—7·25	77·77	23	—25·56	—6·93	226·88
9	—23·42	—7·24	51·42	25	—25·74	—6·85	200·50
11	—23·80	—7·22	25·06	27	—25·92	—6·76	174·12
13	—24·16	—7·20	358·71	29	—26·06	—6·68	147·74
15	—24·50	—7·16	332·35	31	—26·16	—6·57	121·36

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$13^d10^h36^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

wie 1 marca Słońce wschodzi o 6^h23^m, zachodzi o 17^h15^m, a 31 marca wschodzi o 5^h14^m, zachodzi o 18^h8^m.

Księżyc

Ciemne, bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w marcu następująca: ostatnia kwadra 2^d10^h, nów 9^d4^h, pierwsza kwadra 16^d19^h, pełnia 24^d17^h i znowu ostatnia kwadra 31^d16^h. W perygeum znajdzie się Księżyc 5 marca, a w apogeum 17 marca. Przed południem 15 marca tarcza Księżyca zakryje Aldebarana, najjaśniejszą gwiazdę w gwiazdozbiorze Byka; zjawisko to będzie widoczne we Wschodniej Europie, w Azji i w Ameryce Północnej. W tym miesiącu przypada też całkowite zaćmienie Księżyca (24 marca), widoczne u nas w końcowej fazie.

Planety i planetoidy

W marcu mamy dogodne warunki obserwacji Merkurego; odnajdziemy go wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem, gdzie świeci jak gwiazda około —1 wielkości. Jako Gwiazda Wieczorna świeci też Wenus, bardzo nisko nad horyzontem, ale jak gwiazda —3.4 wielkości; 12 marca Wenus znajdzie się w złączeniu z Merkurym w odl. 1°3. Mars zachodzi nad ranem, a świeci w gwiazdozbiorze Bliźniąt jak gwiazda około zerowej wielkości; Mars oddala się od Ziemi, w ciągu miesiąca blask jego stopniowo spada. Jowisz widoczny jest dobrze w pierwszej połowie nocy jako gwiazda około —2 wielkości na granicy gwiazdozbiorów Byka, Bliźniąt i Oriona; przez lunety możemy obserwować ciekawe zjawiska w układzie czterech najjaśniejszych księżyców Jowisza. Saturn widoczny jest prawie całą noc jako gwiazda około +0.4 wielkości w gwiazdozbiorze Lwa. Uran i Neptun widoczne są po północy, ale nisko nad horyzontem: Uran w gwiazdozbiorze Wagi jako gwiazda 6 wielkości, a Neptun w gwiazdozbiorze

Wężownika jako gwiazda 8 wielkości. Pluton widoczny jest przez większą część nocy na granicy gwiazdozbiorów Panny, Warkocza Bereniki i Wolarza, ale jako słaba gwiazdka około 14 wielkości dostępny jest tylko przez duże instrumenty.

* *
*

1^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia: księżyca 1 o 19^h2^m, a jego cienia o 20^h16^m.

2^d O 21^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odl. 4°. O 22^h Mars nieruchomy w rektascensji.

3/4^d Księżyc 2 Jowisza przechodzi za tarczę planety. Obserwujemy początek zakrycia tego księżyca o 20^h37^m, a koniec jego zaćmienia o 1^h51^m (ukaże się nagle z prawej strony tarczy, patrząc przez lunetę odwracającą, w odległości równej średnicy tarczy od jej brzegu).

4/5^d Tym razem księżyc 3 przechodzi za tarczą Jowisza. O 19^h32^m obserwujemy koniec zakrycia. Księżyc 3 oddala się teraz od brzegu tarczy, by o 21^h38^m zniknąć nagle w cieniu planety (początek zaćmienia); koniec zaćmienia obserwujemy o 0^h45^m, kiedy to księżyc 3 pojawi się nagle w odległości większej niż średnica tarczy od jej prawego brzegu.

5^d Do 20^h57^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 2 księżyca.

6/7^d Księżyc 1 i jego cień wędrują po tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: księżyca o 0^h14^m, jego cienia o 1^h29^m.

7/8^d Księżyc 1 przechodzi za tarczą Jowisza. O 21^h33^m obserwujemy początek zakrycia tego księżyca przez tarczę planety, a koniec zaćmienia (w niedalekiej odległości od prawego brzegu tarczy) nastąpi dopiero o 1^h5^m.

8^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Księżyc 1 rozpoczyna przejście o 18^h42^m, a jego cień pojawia się na tarczy planety o 19^h58^m; księżyc 1 kończy przejście o 20^h55^m, a jego cień o 22^h12^m.

9^d Księżyc 1 ukryty jest za tarczą planety i w strefie jej cienia: o 19^h34^m obserwujemy koniec zaćmienia tego księżyca.

10^d O 2^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 2°. O 23^h10^m obserwujemy początek zakrycia 2 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

11/12^d Księżyc 3 przechodzi za tarczą Jowisza. Początek zakrycia obserwujemy o 20^h25^m, a koniec o 23^h27^m; o 1^h39^m nastąpi jeszcze początek zaćmienia tego księżyca.

12^d O 23^h Wenus znajdzie się w złączeniu z Merkurym w odl. 1°3; obie planety obserwujemy wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem (jest to dobra okazja do odnalezienia Merkurego na północ od jasno świecącej Wenus). Wieczorem księżyc 2 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza: początek przejścia księżyca o 18^h19^m, a jego cienia o 20^h55^m, koniec przejścia księżyca o 20^h58^m, a cienia o 23^h34^m.

14^d O 23^h28^m obserwujemy początek zakrycia 1 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

15^d O 11^h bliskie złączenie Księżyca z Aldebaranem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Byka; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Europie Wschodniej, w Azji i w Ameryce Północnej. Wieczorem 1 księżyc Jowisza wraz ze swym cieniem przechodzi na tle tarczy planety; księżyc rozpocznie przejście o 20^h37^m, a jego cień o 21^h54^m, koniec przejścia księżyca 1 nastąpi o 22^h50^m, a jego cienia o 24^h7^m.

16^d O 21^h29^m obserwujemy koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza. W obserwacjach będzie nieco przeszkadzał blask naszego Księżyca, który o 22^h znajdzie się w złączeniu z Jowiszem w odległości 5°.

17^d O 6^h Mars znajdzie się w złączeniu z Polluksem (w odl. 4°), jedną z dwóch jasnych gwiazd w gwiazdozbiorze Bliźniąt.

$17/18^d$ Wieczorem o 19^h36^m może uda nam się zaobserwować koniec zaćmienia 4 księżyca Jowisza; pojawi się on nagle z cienia planety w odległości większej niż dwie średnice tarczy od jej prawego brzegu (w lunecie odwracającej). Natomiast po północy o 1^h45^m możemy obserwować początek zakrycia 2 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

18^d O 24^h24^m obserwujemy początek zakrycia 3 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

19^d7^h Mars w złączeniu z Księżycem w odl. aż 8°.

$19/20^d$ Księżyc 2 Jowisza przechodzi wraz ze swym cieniem na tle tarczy planety. Księżyc 2 rozpoczyna przejście o 20^h55^m, a jego cień dopiero o 23^h31^m; księżyc kończy przejście o 23^h34^m, a cień wędruje po tarczy Jowisza od 2^h10^m.

20^h23^h Neptun nieruchomy w rektascensji.

21^d O 0^h34^m Słońce wstępuje w znak Barana i jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 0°, mamy początek wiosny astronomicznej O 20^h Saturn w złączeniu z Księżycem w odl. 5°. O 20^h24^m obserwujemy koniec zaćmienia 2 księżyca Jowisza (pojawi się z prawej strony tarczy w odległości średnicy tarczy od jej brzegu).

22^d Od 19^h29^m po tarczy Jowisza wędruje cień jego 3 księżyca, a w tym czasie księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy i o 22^h32^m rozpoczyna przejście na jej tle. O 22^h36^m cień księżyca 3 kończy przejście na tle tarczy, ale o 23^h49^m pojawia się na niej cień księżyca 1.

23^d O 19^h52^m nastąpi początek zakrycia, a o 23^h25^m koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza.

24^d Całkowite zaćmienie Księżyca widoczne głównie w Australii, Nowej Zelandii i Azji. Ostatnie fazy zaćmienia widoczne są też we wschodniej Europie: koniec zaćmienia całkowitego o 18^h8^m, wyjście Księżyca z cienia o 19^h12^m i wyjście z półcienia o 20^h16^m. O 18^h Merkury znajdzie się w największym wschodnim odchyleniu od Słońca (19°); obserwujemy go wieczorem nad zachodnim horyzontem jako gwiazdę około zerowej wielkości. Wieczorem też księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza; obserwujemy koniec przejścia: księżyca 1 o 19^h14^m, a jego cienia o 20^h32^m.

26^d O 23^h33^m obserwujemy początek przejścia 2 księżyca Jowisza na tle tarczy planety.

27^d18^h Uran w złączeniu z Księżycem w odl. 3°.

28^d O 20^h złączenie Merkurego z Wenus w odl. 4°; obie planety obserwujemy wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem. O 23^h1^m obserwujemy koniec zaćmienia 2 księżyca Jowisza (przez lunety odwracające z prawej strony tarczy planety).

29^d Od 18^h20^m do 21^h22^m księżyc 3 Jowisza przechodzi na tle tarczy planety i jest niewidoczny. Cień tego księżyca pojawi się na tarczy Jowisza o 23^h30^m. Do brzegu tarczy zbliża się też księżyc 1 i rozpocznie swoje przejście na jej tle o 24^h28^m.

30^d2^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odl. 4°.

$30/31^d$ Księżyc 1 przechodzi za tarczą i przez strefę cienia rzucanego przez Jowisza. O 21^h48^m obserwujemy początek zakrycia, a o 1^h20^m koniec zaćmienia tego księżyca.

31^d Księżyc 1 i jego cień wędrują na tle tarczy Jowisza. Księżyc

1 rozpocznie przejście o 18^h58^m, a jego cień pojawi się na tarczy planety o 20^h13^m; księżyc zakończy przejście o 21^h11^m, a jego cień będzie jeszcze widoczny do 22^h27^m.

Minima Algola (beta Perseusza): marzec $3^d20^h30^m$, $6^d17^h20^m$, $18^d4^h35^m$, $21^d1^h30^m$, $23^d22^h20^m$, $26^d19^h5^m$.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Zakrycia gwiazd przez Księżyc **Opracował Z. Klimek**

Momenty zjawiska podane są w czasie środkowo-europejskim dla Poznania (P), Wrocławia (Wr), Torunia (T), Krakowa (K), Warszawy (Wa). Kąty A_p i A_z są kątami pozycyjnymi zjawiska liczonymi po tarczy Księżyca w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, startując z górnej połówki tarczy od punktu północnego (A_p) lub też kierunku na zenit (A_z). Są to wartości średnie dla wymienionych miast. „p" oznacza początek zakrycia — a więc znikanie gwiazdy za tarczą Księżyca, analogicznie „k" — koniec zjawiska i pojawienie się gwiazdy.

Data		Nazwa i jasność gw. zjawisko	Moment (minuty) i kąty pozycyjne (°)						
			P	Wr	T	K	Wa	A_p	A_z
I. 20^d	19^h	115 Tau 5^m3 p	25.9	24.0	29.2	26.1	31.0	68	43
21	17	124 Hl Ori 5.7 p	44.0	41.4	46.0	40.7	45.6	70	30
21	22	292 B Ori 6.5 p	02.1	03.4	04.4	09.1	08.9	107	109
26	20	43 Leo 6.3 k	—	—	—	11.8	15.2	273	234
27	23	75 Leo 5.4 k	31.6	25.6	37.2	25.1	37.2	229	199
28	04	79 Leo 5.5 k	15.1	16.6	17.0	21.9	21.1	278	294
II. 1	03	μ Lib 5.8 k	43.2	39.1	49.2	42.0	51.8	223	204
9	18	293 B Aqr 5.6 p	13.9	—	—	15.8	—	52	88
12	20	133 G Psc 7.0 p	54.2	—	—	—	56.1	138	176
13	21	38 Ari 5.2 p	35.9	34.9	37.7	36.1	38.7	25	64
15	18	55 Tau 6.9 p	30.7	29.7	33.9	33.2	36.8	61	64
15	21	63 Tau 5.7 p	—	—	—	17.0	—	20	55
15	23	75 Tau 5.3 p	56.8	62.7	53.2	66.2	55.6	154	195
18	01	+17° 1154 7.2 p	47.2	50.8	44.9	52.8	46.2	148	188
19	02	41 Hl Gem 6.0 p	13.4	16.3	12.0	18.4	13.5	129	169
25	04	31 B Vir 6.4 k	43.5	44.9	44.8	49.2	48.2	247	278
III. 4	04	U Sgr 6.5 k	—	—	—	39.6	47.1	210	186
11	18	96 Psc 6.7 p	—	—	—	22.4	24.2	30	69
15	10	α Tau 1.1 k	12.2	10.3	12.7	08.3	11.2	269	231
15	21	318 B Tau 5.7 p	37.1	38.9	37.3	42.0	39.6	81	121
16	21	130 Tau 5.5 p	36.1	37.2	37.4	41.0	40.4	65	103
19	01	68 Gem 5.1 p	09.4	11.5	08.6	13.5	10.0	97	137
19	01	67 Gem 6.7 p	17.1	20.3	15.1	22.0	16.3	146	189
20	23	209 B Cnc 6.5 p	56.7	57.5	59.1	62.5	63.0	61	94
21	23	89 B Leo 6.3 p	19.2	20.6	21.3	25.9	25.5	92	111
22	00	π Leo 4.9 p	41.9	44.2	42.6	48.7	46.1	104	134

CONTENS

M. Heller — Evolution of the Cosmos and cosmology.

J. Mergentaler — Is the solar constant really constant?

M. Zawilski — Occultations of Aldebaran and Hyades in 1978.

Z. Jurkiewicz — Six-inch telescope of Newton's system.

Chronicle: Galactic nucleus — Annoucement on the CETI conference.

Observations.

PTMA Chronicle.

Astronomical Calendar.

Lunar occultations of stars.

СОДЕРЖАНИЕ

М. Хеллер — Эволюция Космоса и космологии.

Я. Мергенталер — Постоянная ли солнечная постоянная?

М. Завильски — Покрытия Альдебарана и Гиад в 1978 г.

З. Юркевич — Шестидюймовый телескоп системы Ньютона.

Хроника: Ядро Галактики — Сообщение о конференции CETI.

Наблюдения.

Хроника общества.

Астрономический календарь.

Покрытия звёзд Луной.

OGŁOSZENIA

Sprzedam teleskop ⌀ 250 mm F = 1250 mm.

Gawęda Kazimierz
42-573 Będzin-Łagisza, ul. Siemońska 13

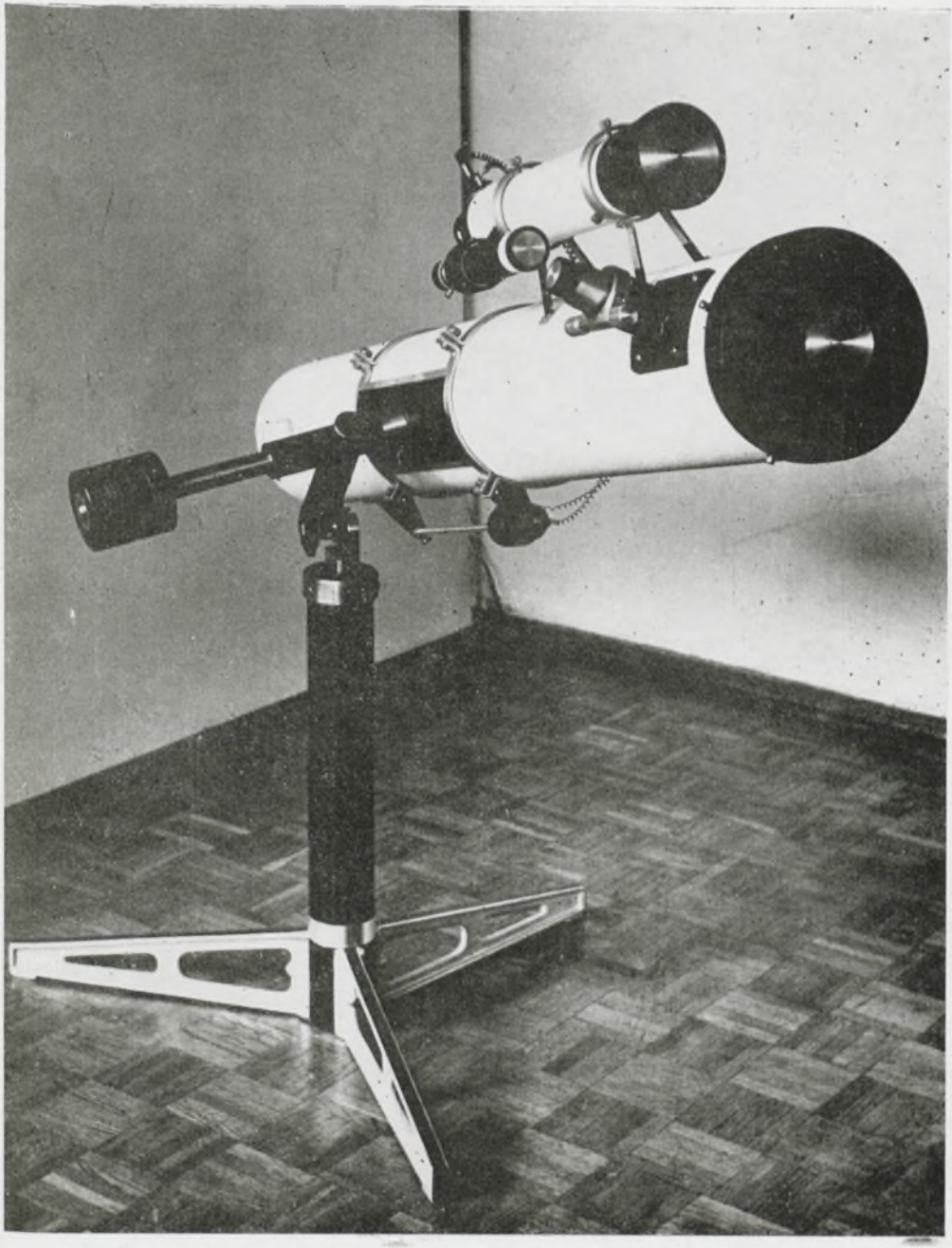
Kupię teleskop zwierciadlany ⌀ 150 lub większy.

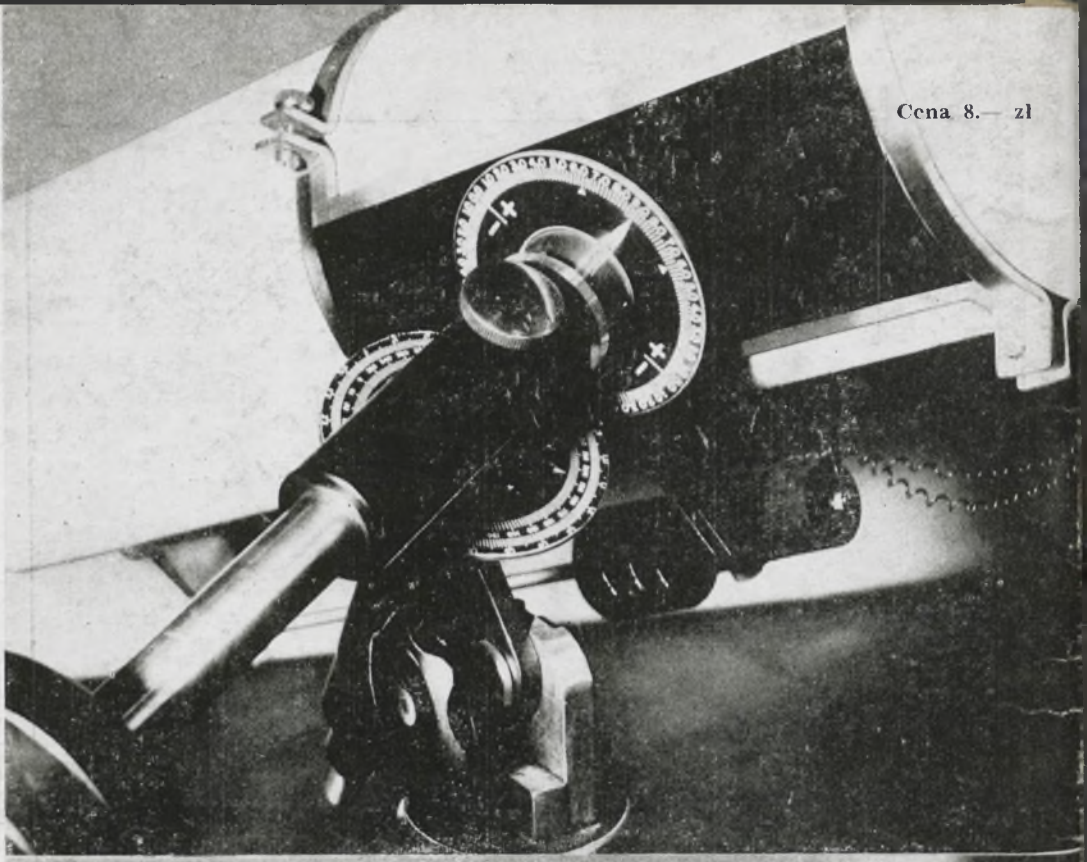
Nowaczyk Zbigniew
11-300 Biskupice, ul. Żeromskiego 2/1

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.:** B. Korczyński. **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.

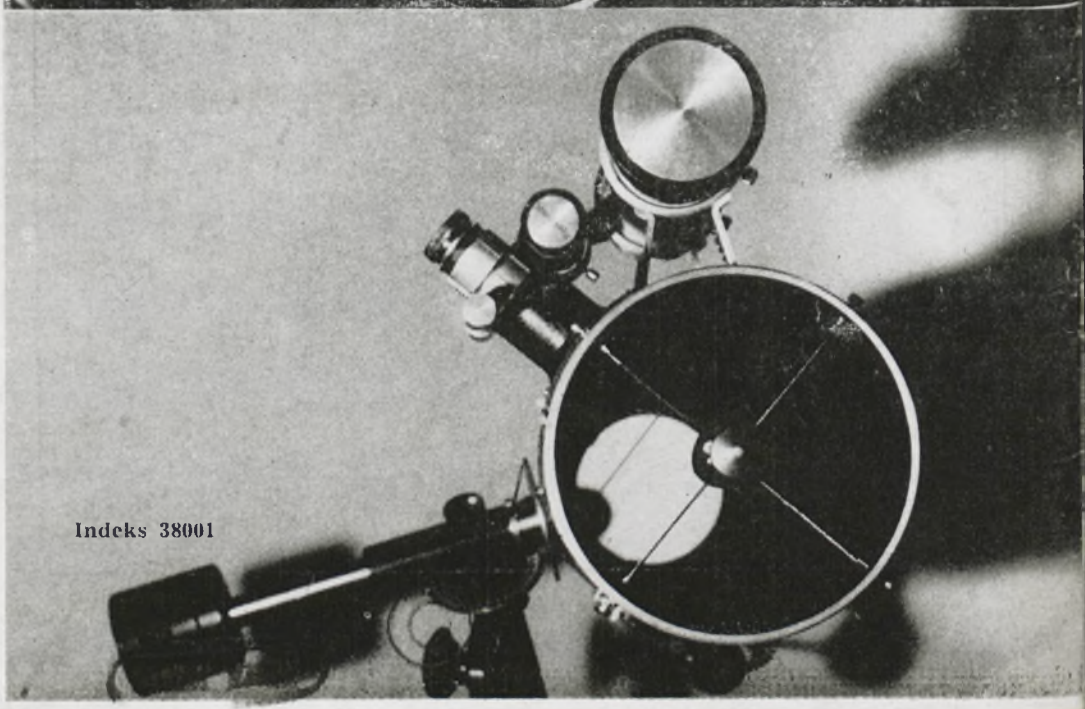
Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław. Oddział w Krakowie. 1978. Nakład 3.800 egz. Objętość ark. wyd. 3, ark. druk. 2,25. Pap. druk. sat. kl. V, 65 g, 61 × 86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — Zam. 10322/77 — E-8 — 3.800





Cena 8.— zł



Indeks 38001