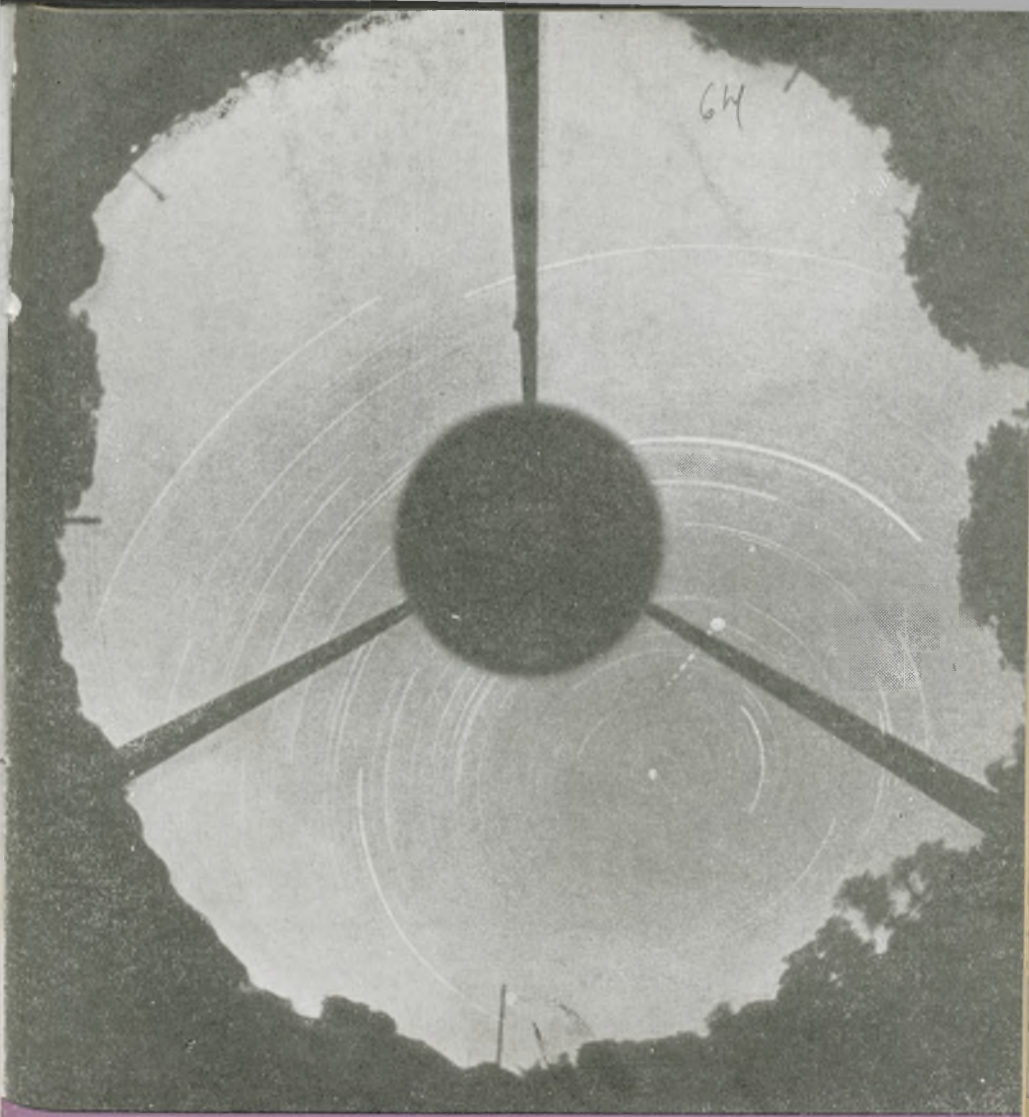


♐ Sagittarius

URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMI

ROK XLI LISTOPAD 1970 Nr 1

Uniwersytet w Toruniu

Gromada galaktyk w gwiazdozbiorze Korona Północy. Znajduje się ona w odległości 400 milionów lat świetlnych od naszej Galaktyki. Zdjęcie wykonane 5 m teleskopem na Mount Palomar.

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLI LISTOPAD 1970 Nr 11

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

Bronisław Kuchowicz — Kosmochemia przestrzeni międzygwiazdowej.

Stanisław R. Brzostkiewicz — Wpływ komet na opady atmosferyczne.

Kronika: Kwantowa kosmologia i powstawanie galaktyk — Kometa Abego — Meteoryt Oklahoma — Wyprawa automatu po próbkę gruntu księżycowego — Badanie próbek księżycowych (5).

Kronika Historyczna: O pracach Dr Tadeusza Rakowieckiego — Galileusz czy Harriot?

Kronika PTMA: Seminarium kopernikowskie w Olsztynie — Rekonstrukcja dawnych instrumentów astronomicznych w Kaliszu.

Nowości Wydawnicze.

Kalendarzyk Astronomiczny.

Jednym z najżywiej rozwijających się w Czechosłowacji działów wiedzy o wszechświecie jest astronomia meteorytowa. Bazą obserwacyjną dla badań materii meteorytowej jest sieć punktów obserwacji meteorów pokrywająca cały obszar naszego południowego sąsiada. Większość tych stacji obserwacyjnych prowadzona jest siłami astronomów-amatorów. Wykonują oni zarówno obserwacje wizualne, jak również — w przypadku jasnych meteorów — fotograficzne rejestracje ich przelotów. Te ostatnie prowadzi się za pomocą specjalnych kamer umożliwiających utrwalanie na kliszy obrazów całego nieba. Uzyskuje się je poprzez użycie półkulistego, wypukłego zwierciadła, nad którym zawieszona jest kamera fotograficzna. Na zdjęciu reprodukowanym na pierwszej stronie okładki czarny krążek w środku jest właśnie obrazem kamery utrzymywanej nad zwierciadłem przez trzy uchwyty. Podczas kilkugodzinnej ekspozycji zdjęcia (ślady gwiazd pięknie obrazują ruch dzienny sfery niebieskiej) zarejestrowany został przelot meteoru (przerywana linia z prawej strony u dołu centralnego krążka). Ślad meteoru jest linią przerywaną gdyż dla umożliwienia rejestracji czasu i szybkości przelotu meteoru, przed obiektywem kamery umieszczona została wirująca przesłona.

Astronomowie czechosłowaccy pragną rozszerzyć sieć punktów obserwacji meteorów na południowe tereny naszego kraju i zwracają się z apelem do polskich miłośników astronomii — głównie z takich ośrodków jak Kraków, Katowice, Częstochowa, Wrocław — o włączenie się do tej działalności. Zapewniają instruktarz, przeszkolenie obserwatorów, a także dostarczenie odpowiedniego sprzętu obserwacyjnego. Bliższych informacji na ten temat udziela Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, Kraków, ul. Solskiego 30.

Pierwsza strona okładki: Fotografia przelotu jasnego meteoru wykonana 12 sierpnia 1967 r. w Ludowym Obserwatorium Astronomicznym w Hurbanovie (Czechosłowacja). Ślad meteoru widoczny jest z prawej strony u dołu ciemnego krążka w środku zdjęcia. Szczegóły otrzymywania takich zdjęć podajemy obok.
Trzecia strona okładki: U góry — centralna część gromady galaktyk w gwiazdozbiorze Warkocz Bereniki. Najjaśniejszy składnik — eliptyczna galaktyka NGC 4889 ma jasność 12 wielkości gwiazdowych. Zdjęcie wykonane 5 m teleskopem na Mount Palomar. U dołu — rekonstrukcje instrumentów astronomicznych używanych przez Karola Malaperta w Kaliszu w latach 1614—1618.
Czwarta strona okładki: Zdjęcie Ziemi wykonane z Księżyca przez Surveyora 7, na którym strzałką wskazane są dwa jasne punkty — ślady wysłanych w kierunku Księżyca wiązek promieni laserowych: punkt górny — laser w Table Mountain Observatory w Kaliforni, punkt dolny — laser w Kitt Peak National Observatory w Arizonie.

BRONISŁAW KUCHOWICZ — Warszawa

KOSMOCHEMIA PRZESTRZENI MIĘDZYGWIAZDOWEJ

Na stronie 81 tomu VI Wielkiej Encyklopedii Powszechnej PWN (wydanie z 1965 r.) podane jest następujące wyjaśnienie przedrostka „kosmo": w wyrazach złożonych wskazuje na związek z wszechświatem, np. kosmobiologia, kosmonautyka. Na tejże stronie wyjaśnia się, co to jest kosmobiologia, czy też kosmofizyka, nie ma natomiast nawet wzmianki na temat kosmochemii. Nazwa ta niezbyt często pojawia się w polskich publikacjach; jeden z niewielu wyjątków stanowi tłumaczenie popularnej monografii P. W. Merrilla „Chemia kosmosu", która ukazała się przed czterema laty w ramach serii wydawniczej „Omega". Przeglądając tę książeczkę można się zorientować, czym się zajmuje kosmochemia. Dyscyplina ta bada skład chemiczny Wszechświata, podobnie jak najbardziej nam znany jej poddział — geochemia — zajmuje się składem chemicznym skorupy ziemskiej.

Do niedawna gmach kosmochemii składał się tylko z prostych, nieorganicznych fundamentów. Jednym z najstarszych zwyczajowych podziałów chemii jest podział na chemię nieorganiczną i organiczną. Podziału takiego nie dawało się zauważyć w kosmochemii, przez długie lata zajmowała się ona właściwie tylko pierwiastkami chemicznymi i ich nielicznymi związkami nieorganicznymi; odpowiednik części organicznej w gruncie rzeczy nie istniał. W badaniach kosmochemicznych stworzone były trzy istotnie odmienne metody: obserwacje spektroskopowe w zakresie optycznym, laboratoryjne metody analizy chemicznej, wreszcie wykorzystanie liczników promieniowania, detektorów cząstek naładowanych. Co te metody dawały? Obserwacje spektroskopowe widm gwiazdowych dostarczały informacji o składzie chemicznym powierzchniowych obszarów gwiazd. W laboratoriach można było wyznaczyć skład chemiczny tych nielicznych brył materii kosmicznej, która dostawała się na Ziemię czyli meteorytów; dopiero przed rokiem, po pobraniu grudek materii księżycowej, zaczęła się rozwijać selenochemia laboratoryjna (patrz wyniki badań chemicznych próbek z Księżyca w notatce A. Marksa w nr 9 *Uranii* z br.). Liczniki promieniowania pozwoliły wreszcie na badania składu chemicznego i izotopowego pierwotnego promieniowania kosmicznego; poważny wkład wnoszą tu obserwacje poza atmosferą ziemską prowadzone przy użyciu sztucznych satelitów.

Wszystkie powyższe informacje z niewielkimi wyjątkami dotyczyły jednak w głównej mierze obecności różnych rodzajów atomów. Informacje o prostych związkach chemicznych, w których skład te atomy wchodzą, otrzymywano do niedawna tylko z dwóch źródeł: z analizy chemicznej materii meteorytowej, albo z obserwacji spektroskopowych widm cząsteczek w atmosferach gwiazd chłodniejszych (klasy M, S, N). Tym, co utrudnia powstawanie molekuł chemicznych w atmosferach gwiazd, jest zbyt wysoka temperatura tychże atmosfer; w większych ilościach mogą tworzyć się takie cząsteczki, które najskuteczniej mogą się opierać dysocjacji termicznej. Są to tlenki i wodorki metali, węgiel dwuatomowy C_2, cyjan CN — wszystko to są na ogół proste molekuły dwuatomowe.

Różne złożone związki chemiczne udawało się wykryć w meteorytach; przez długie lata pozostawało jednak zagadką, co jest w przestrzeni między gwiazdami. Istniała oczywiście możliwość pośrednich obserwacji niektórych składników gazu międzygwiazdowego. Otóż sód, potas, wapń, żelazo, tytan (wszystkie oczywiście w stanie atomowym) jak również cząsteczki cyjanu CN i CH (do tej ostatniej cząsteczki jeszcze powrócimy) powodują powstawanie linii absorpcyjnych w widmach gwiazd, których światło przechodzi przez obszary zawierające gaz międzygwiazdowy. Analiza kształtu i przesunięcia tych linii stanowi podstawę do przypisania ich materii międzygwiazdowej.

Taki w zarysie był stan wiedzy kosmochemicznej pod koniec pierwszej połowy bieżącego stulecia. Była to wiedza nader fragmentaryczna, obejmująca w gruncie rzeczy informacje o rozpowszechnieniu różnych pierwiastków chemicznych w ciałach kosmicznych; bardzo mało natomiast wiedziano o występowaniu związków chemicznych. Stan ten zaczął się zmieniać w miarę rozwoju radioastronomii, która stała się bardzo przydatnym narzędziem badań kosmochemicznych. Umożliwiła ona obserwacje rozpowszechnienia we Wszechświecie nie tylko molekuł nieorganicznych, ale i takich związków organicznych jak aldehyd mrówkowy czy cyjanoacetylen. Dzięki radioastronomii narodziła się kosmochemia organiczna. Od dwu lat odnosi ona sukcesy w poznawaniu składu chemicznego przestrzeni międzygwiazdowych.

W tym miejscu należy zastanowić się dlaczego mówimy o przestrzeni międzygwiazdowej. Przecież występuje tam niewielka część materii, od kilku do kilkunastu procent masy w przypadku galaktyk spiralnych. Nie ma jednak chyba wąt-

pliwości, że z uwagi na wysokie temperatury atmosfer gwiazdowych trudno zaobserwować w nich jakieś bardziej złożone molekuły, choćby np. molekuły pary wodnej. Jeśli nawet w określonych, bardzo chłodnych typach gwiazd, para wodna ma występować, wtedy pojawiają się nowe trudności: pasma absorpcyjne pary wodnej występują w podczerwieni, tymczasem atmosfera ziemska pochłania silnie promieniowanie podczerwone. Obserwacje trzeba prowadzić spoza atmosfery ziemskiej; można też wykorzystać obszar tzw. bliskiej podczerwieni, w którym atmosfera nasza jest jeszcze częściowo przezroczysta. O zastosowaniu tych metod do wykrycia cząsteczek pary wodnej w olbrzymach typu widmowego M pisał przed kilku laty J. Smak (*Urania*, nr 1 z 1966 r.).

Istnieją modele teoretyczne gwiazd o bardzo małej masie i niewielkiej temperaturze czyli tzw. czarnych karłów; zdaniem Kumara temperatura i gęstość centralna są w nich tak niskie, że nawet nie może dojść do rozpoczęcia spalania wodoru. W obszarach powierzchniowych mogą się łatwo tworzyć złożone nawet molekuły, nie grozi im dysocjacja termiczna. Gwiazdy takie trzeba jednak najpierw zaobserwować. Inne miejsce, w którym mogłyby występować złożone molekuły chemiczne to atmosfery planet. W chwili obecnej posiadamy już pewne informacje na temat występowania niektórych nieskomplikowanych molekuł w atmosferach niektórych planet naszego układu słonecznego (H_2O, O_2, CO_2 — w atmosferach Wenus i Marsa, CH_4, NH_3, H_2 — w atmosferze Jowisza, trudno jednak marzyć o analogicznych obserwacjach dla planet z innych układów planetarnych (nawet jeśli takowe istnieją; patrz notatka w nr 12 *Uranii* z ub. roku, str. 333). Jak się wydaje, potencjalnie najlepszym terenem łowów na rozmaite cząsteczki chemiczne może być przestrzeń międzygwiazdowa. Niewielką gęstość materii w przestrzeni kompensuje ogromna rozciągłość ośrodka międzygwiazdowego.

W tym miejscu wspomnijmy — w celach informacyjnych — że ok. 99% materii międzygwiazdowej stanowi gaz, resztę — pył. W otoczeniu Słońca średnia gęstość gazu międzygwiazdowego wynosi ok. 1 atom w centymetrze sześciennym (fizycy chcieli by mieć taką próżnię w warunkach laboratoryjnych). Najobfitszym składnikiem gazu międzygwiazdowego jest przypuszczalnie wodór, występujący zarówno w postaci atomów neutralnych i zjonizowanych, jak i w postaci molekuł H_2. Zastanówmy się nad tym, jak można stwierdzić obecność neutralnych atomów wodoru w ośrodku międzygwiazdowym. Materia jest tu tak rozrzedzona, a zderzenia między atomami tak rzadkie, że prawie wszystkie atomy wodoru znajdować się będą w najniższym stanie energetycznym, w którym mogą pochłaniać jedynie linie serii Lymana w dalekim nadfiolecie. Ze

względu na znane trudności z prowadzeniem obserwacji w nadfiolecie nie miało sensu rozpoczynanie poszukiwania neutralnego wodoru od wyszukiwania linii absorpcyjnych w widmach gwiazd, których światło przechodzi przez obszary wypełnione tym wodorem. Na szczęście astronomowie mieli do dyspozycji inną możliwość — wykorzystanie tzw. radiowego okna atmosferycznego (obejmującego fale o długościach pomiędzy 1,5 mm i 100 m). Okazało się, że atomy neutralnego wodoru emitują promieniowanie w tym zakresie (o długości fali 21,1 cm); przewidział to teoretycznie van de Hulst już w 1944 r., wykryli je zaś Ewen i Purcell w 1951 r.

Pochodzenie tego promieniowania związane jest z rozszczepieniem nadsubtelnym stanu podstawowego atomu wodoru na dwa podpoziomy w zależności od orientacji wzajemnej spinów jądra wodoru i elektronu. Poziomy te leżą tak blisko siebie, że przejście z niższego na wyższy wymaga dostarczenia znikomej porcji energii z zewnątrz. Podczas zaś przejścia z poziomu wyższego na niższy wydzielona zostaje ta niewielka ilość energii pod postacią kwantu promieniowania radiowego (dokładniej na ten temat pisał J. Cwirko-Godycki w artykule o astronomii radiowej. *Urania* nr 4 z 1964 r., str. 102). Obserwacje natężenia promieniowania o długości fali 21,1 cm docierającego do powierzchni Ziemi z różnych kierunków pozwoliły na zbadanie rozmieszczenia wodoru w naszej Galaktyce. Był to pierwszy sukces astronomii radiowej. W ślad za nim przyszły następne. W 1964 roku odkryto linię absorpcyjną o długości fali 18 cm, wytwarzaną przez cząsteczki OH.

Prawdopodobnie w tym miejscu niejeden czytelnik, pamiętający dobrze podstawy szkolnej chemii, żachnie się: A cóż to za cząsteczka? Nigdy się o czymś takim nie uczyłem. Wszystkie podręczniki podają, że w przyrodzie występują dwa połączenia wodoru z tlenem: tlenek wodoru H_2O (woda) oraz nadtlenek wodoru H_2O_2 (zawierający ugrupowanie nadtlenkowe —O—O—).

A co to jest właściwie OH? Jest to rodnik *) podobnie jak np. węglowodór CH albo CH^+ (poprzedni węglowodór, pozbawiony jednego elektronu). W warunkach ziemskich stwierdzono, że pewne fragmenty cząsteczek chemicznych mające niesparowane elektrony biorą udział w reakcjach chemicznych,

---

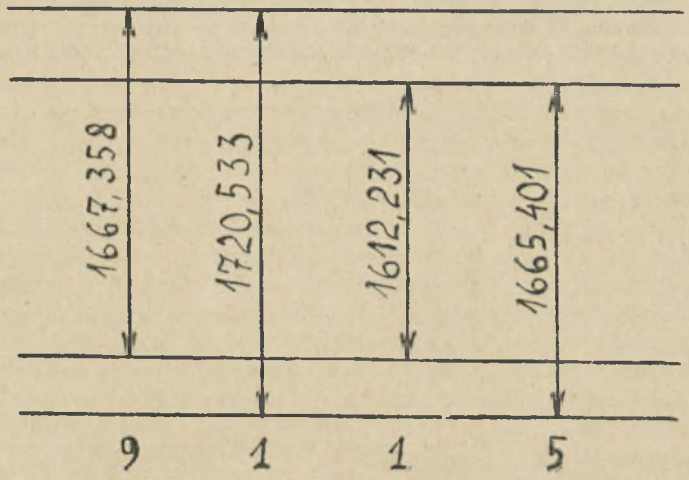
*) Pozwolę sobie przytoczyć definicję z tomu X Wielkiej Encyklopedii Powszechnej PWN: Rodniki — atomy lub grupy atomów (fragmenty cząsteczki) mające niesparowane elektrony (wolne wartościowości).

a podczas reakcji istnieją przez krótki czas (np. około jednej tysięcznej sekundy lub krótszy) w stanie wolnym; stąd bierze się nazwa *wolne rodniki*. Jeśli weźmiemy np. pod uwagę rodnik CH, to w takich warunkach laboratoryjnych, jakimi dysponujemy na Ziemi, nie może on być trwały. Bardzo łatwo dochodzi do połączenia jego z innymi atomami i do utworzenia „prawdziwej", trwałej molekuły. Rodnik CH w środowisku wodoru utworzy np. molekułę metanu CH_4, rodnik OH w tymże środowisku — cząsteczkę wody. W przestrzeni międzygwiazdowej jednakże, w której przy znikomej gęstości materii prawdopodobieństwo zderzeń atomów czy rodników ze sobą jest nadzwyczaj małe, wolnym rodnikom nie grozi praktycznie rekombinacja i utworzenie „przyzwoitych" cząsteczek. Rodniki te w przestrzeni międzygwiazdowej nie różnią się pod względem stabilności od normalnych molekuł, znanych z warunków ziemskich. Astronomowie przywykli więc traktować rodniki te na równi z molekułami, co rzutuje oczywiście i na terminologię; wprawdzie rozciągnięciu nazwy *molekuły* na rodniki sprzeciwi się każdy ortodoksyjny chemik, wydaje się jednak, że szczególne warunki stabilności rodników w przestrzeni międzygwiazdowej mogą rozgrzeszyć astronomów.

Linia 18 cm pochodząca od rodnika hydroksylowego OH wykazuje wiele osobliwości. Przede wszystkim składa się ona z czterech linii, niewiele się od siebie różnących długością fali; wiąże się to ze strukturą nadsubtelną stanu podstawowego rodnika OH, w którym istnieją cztery bardzo blisko siebie leżące podpoziomy, przedstawione schematycznie na rys. 1. W przejściach pomiędzy tymi podpoziomami emitowane jest promieniowanie radiowe, którego częstość (w MHz) podaliśmy dla czterech możliwych przejść na rysunku.

Jaki powinien być udział tych czterech przejść w absorpcji promieniowania radiowego, przechodzącego przez obszary zawierające *wolne rodniki OH*? Gdyby znajdowały się tam one w warunkach normalnej równowagi termodynamicznej, wtedy natężenia czterech linii radiowych w pobliżu 18 cm miałyby się do siebie tak, jak cyfry (9, 1, 1 i 5) podane na rys. 1 pod tymi liniami. W wyniku obserwacji radioastronomicznych okazało się, że tak nie jest, co więcej — tylko trzy z zaobserwowanych linii okazały się liniami absorpcyjnymi, czwarta natomiast — linią emisyjną. Długo astronomowie zastanawiali się nad tymi osobliwościami linii OH; wytłumaczenie ich za pomocą mechanizmu maserowego wydaje się obecnie jedynym rozsądnym rozwiązaniem.

Dla zrozumienia mechanizmu maserowego niezbędna jest choćby krótka dygresja na temat jego teoretycznych podstaw. W charakterze najprostszego masera występować może dowolny układ kwantowy (atom, albo cząsteczka), dla którego dopuszczalne są trzy poziomy energetyczne

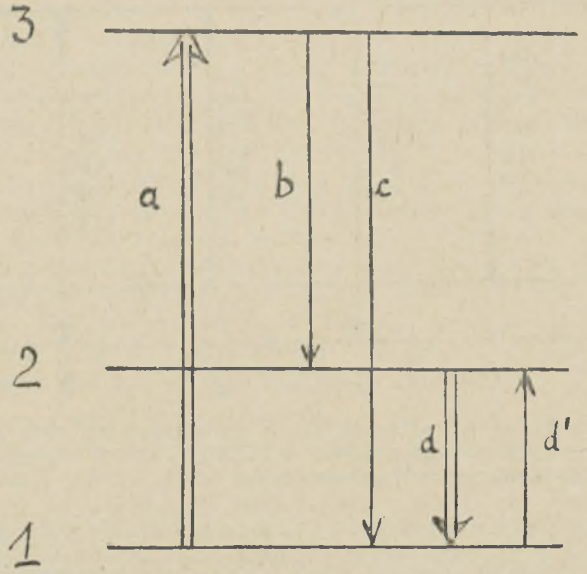


Rys. 1. Struktura nadsubtelna stanu podstawowego rodnika OH. Dla linii widmowych podano częstość w MHz (z boku) i względne natężenie w normalnych warunkach równowagi (u dołu).

(oznaczone kolejnymi cyframi 1, 2 i 3 na rys. 2); dla prostoty nazwijmy nasz układ w dalszym ciągu molekułą (choć równie dobrze może być to atom). Częstości promieniowania elektromagnetycznego, emitowanego podczas przejść między trzema poziomami na rys. 2 nazwijmy odpowiednio ν_{31} (przejście z poziomu 3 na poziom 1), ν_{21} (przejście z poziomu 2 na poziom 1) i ν_{32} (przejście z poziomu 3 na poziom 2). Wiadomo, że molekuła wzbudzona (do stanu 2 lub 3) przechodzi samorzutnie do stanów o energii niższej (linie b, c i d na rys. 2). Jest to tzw. emisja samorzutna. Obok tego może zachodzić emisja wymuszona, kiedy np. na molekułę w stanie energetycznym 3 pada promieniowanie elektromagnetyczne o częstości ν_{32} i molekuła przechodzi na poziom 2, emitując foton o częstości ν_{32}. W przyrodzie równolegle z procesem wymuszonej emisji fotonów, np. z poziomu 3 na poziom 2, zachodzi proces wymuszonej absorpcji fotonów o tejże częstości, prowadzący do przejść z poziomu 2 na poziom 3. W przypadku, gdy molekuły znajdują się w równowadze termodynamicznej, przy czym liczba molekuł w wyższych stanach energetycznych w określony sposób (zależny od temperatury ośrodka) spada ze wzrostem energii poziomu, procesy wymuszonej emisji i absorpcji układu takich molekuł równoważą się. Nie ma wtedy mowy o wzmacnianiu natężenia padającej fali elektromagnetycznej kosztem energii wzbudzonych molekuł. Inaczej będzie, gdy np. liczba molekuł w stanie 2 będzie większa niż w stanie 1. Wtedy padające na nie promieniowanie o częstości ν_{21} spowoduje znaczną liczbę aktów

emisji wymuszonej, które nie dadzą się skompensować absorpcją wymuszoną (przez molekuły znajdujące się w stanie 1). W efekcie padająca wiązka promieniowania elektromagnetycznego o częstości ν_{21} ulegnie wzmocnieniu.

Wzmocnienie promieniowania o częstości ν_{21} zależy od tzw. odwrócenia liczby obsadzeń: warunkiem koniecznym jest to, aby stan wzbudzony 2 obsadzony był przez molekuły w stopniu większym, niż to wynika z warunków równowagi przy danej temperaturze. Trzeba w sposób



Rys. 2. Zasada działania masera trójpoziomowego. Linia *a* — pompowanie z poziomu 1 na poziom 3; *b* i *c* — przejścia samorzutne z poziomu 3; linia *d* — emisja wymuszona z poziomu 2, zachodzi szybciej niż absorpcja wymuszona (linia *d'*), wobec czego układ zachowuje się jak wzmacniacz częstości ν_{21}.

sztuczny starać się o to, by w stanie 2 była zawsze pewna dodatkowa liczba molekuł „gotowych" do emisji wymuszonej. Można to osiągnąć przy użyciu metody tzw. pompowania na poziom energetyczny 3, leżący powyżej poziomu 2. Molekuły pompuje się na poziom 3 przykładając pole promieniowania o częstości ν_{31}, powodujące absorpcję wymuszoną. Ze stanu 3 część molekuł przechodzi samorzutnie z powrotem na poziom 1 (linia c na rys. 2) i jest dla naszych celów stracona, część zaś przechodzi na poziom 2 (linia b) i sprawia, że stan ten jest bardziej obsadzony, niż w przypadku wyłączenia pola „pompującego" o częstości ν_{31}. Pod działaniem padającego promieniowania o częstości ν_{21} zachodzić teraz będą przejścia wymuszone i natężenie fali padającej o częstości ν_{21} ulegnie wzmocnieniu.

Przedstawiona tu zasada legła u podstaw tzw. elektroniki kwantowej. Gdy częstości wzmacnianego promieniowania leżą w zakresie mi-

krofalowym, przyrządy stosowane do generacji względnie wzmacniania promieniowania noszą nazwę maserów; przy częstościach optycznych stosowane są lasery.

Linia o częstości 1720,533 MHz okazała się linią emisyjną, co wydaje się świadczyć na rzecz mechanizmu maserowego, leżącego u podstaw powstania kwartetu linii OH. Można przypuścić, że w obszarach występowania rodnika OH zachodzi na drodze naturalnej „pompowanie" grupy OH na poziomy leżące ponad czterema najniższymi, przedstawionymi na rys. 1. W rezultacie tego „pompowania" może zwiększyć się stopień obsadzenia wyższych stanów energetycznych i linia absorpcyjna może stać się linią emisyjną, tak samo zmienić się mogą stosunki natężeń poszczególnych linii z rys. 1. Przejścia do wyższych stanów energetycznych mogą zachodzić w wyniku pochłaniania promieniowania nadfioletowego, podczerwonego itp. Na rzecz absorpcji promieniowania podczerwonego przez rodnik OH jako możliwej przyczyny powstania naturalnego masera wydaje się przemawiać częsta korelacja pomiędzy źródłami silnego promieniowania w obszarze podczerwieni a źródłami linii OH.

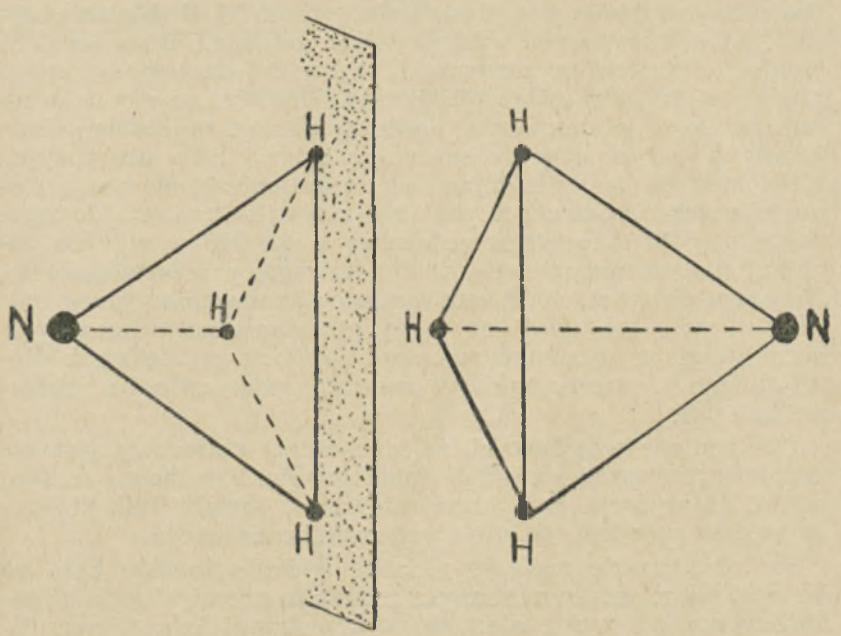
Nie podlega wątpliwości, że mechanizm maserowy jest zasadniczą przyczyną emisji promieniowania. Przemawia za tym m. in. polaryzacja tego promieniowania, kształt linii, stosunkowo duże natężenie przy małych rozmiarach źródła.

Promieniowanie radiowe rodnika hydroksylowego było do końca 1968 r. jedynym znanym rodzajem promieniowania, pochodzącego od grupy atomów w przestrzeni kosmicznej. Od początku ubiegłego roku natomiast rozpoczęła się seria dalszych odkryć, która doprowadziła w lipcu br. do wykrycia molekuły złożonej z pięciu atomów. I na pewno nie jest to koniec. Możliwe, że już w chwili wydrukowania niniejszego artykułu odkryta zostanie obecność w przestrzeni międzygwiazdowej jeszcze bardziej złożonych cząsteczek.

Seria odkryć rozpoczęła się od doniesień grupy z Berkeley o obserwacji *linii emisyjnych amoniaku* (w zakresie pomiędzy 1,2 a 1,34 cm) i wody (na długości fali 1,35 cm). Współautorem tych prac był Townes, konstruktor masera amoniakalnego, laureat nagrody Nobla z fizyki za rok 1964. Udział jego w tych pracach nie jest przypadkowy; już przed laty Townes zaproponował astrofizykom poszukiwanie linii widmowych molekuł w zakresie radiowym, emitowanych w oparciu o zasadę wymuszonej emisji. Zasada ta, która legła u podstaw konstrukcji maserów, okazała się także zasadniczą przyczyną

emisji promieniowania przez amoniak i wodę (podobnie jak przez omówiony już poprzednio rodnik hydroksylowy OH).

Cząsteczka amoniaku występować może pod postacią dwóch konfiguracji przedstawionych na rys. 3; jedna z nich stanowi odbicie zwierciadlane drugiej. Przejściu cząsteczki od jednej



Rys. 3. Dwie konfiguracje cząsteczki amoniaku.

konfiguracji do drugiej odpowiada emisja względnie absorpcja kwantu promeniowania radiowego. W każdej z tych konfiguracji możliwe są ponadto rozmaite stany rotacyjne; nic zatem dziwnego, że obserwuje się kilka linii emisyjnych amoniaku. Odkrycie molekuły amoniaku w przestrzeni międzygwiazdowej zdumiało astronomów, zwłaszcza gdy udało się oszacować, że aż jeden procent azotu zawartego w obszarach międzygwiazdowych wchodzi w skład amoniaku. A przecież jest to molekuła aż czteroatomowa, a więc powstanie jej w przestrzeni kosmicznej jest nadzwyczaj mało prawdopodobne. Jest ona ponadto bardzo nietrwała, nadfioletowe promieniowanie gwiazd z łatwością ją rozbija na fragmenty. Duże rozpowszechnienie amoniaku w przestrzeni międzygwiazdowej wydaje się wskazywać na istnienie jakiegoś mechanizmu osłania-

jącego cząsteczki NH_3 przed promieniowaniem nadfiołkowym. Niektórzy sądzą, że taką rolę osłonną odgrywa pył międzygwiazdowy.

Obserwację *linii cząsteczki wody* spoza Ziemi uniemożliwia w poważnym stopniu obecność pary wodnej w atmosferze ziemskiej. Absorpcja atmosferyczna nie jest zupełna jedynie dla długości fali 1,35 cm. Gdy przeprowadzono obserwacje tej linii, natężenie jej w różnych radioźródłach galaktycznych okazało się tak wielkie, że właściwie jeszcze przed kilkunastu laty, przy niewielkich naówczas możliwościach astronomii radiowej, można już się było pokusić o odkrycie wody... gdyby ktoś o tym pomyślał. Linię emisyjną wody zaobserwowano w kilkunastu radioźródłach, które zawierały rodnik OH, albo też miały dużą jasność w podczerwieni.

Kolejne odkrycie zostało dokonane przy użyciu radioteleskopu w Greenbank. W kilkunastu obszarach Galaktyki wykryto *linię absorpcyjną molekuły aldehydu mrówkowego* H_2CO (długość fali 6,2 cm). Odkrycie powyższe można uważać za narodziny kosmochemii organicznej. Nie spodziewano się, że tak złożona molekuła może powstać w przestrzeni międzygwiazdowej w ilości wystarczającej do jej wykrycia; wydaje się, że rozpowszechnienie jej jest mniej więcej tylko trzydziestokrotnie mniejsze od rozpowszechnienia rodnika OH. Poważnym osiągnięciem okazało się ustalenie składu izotopowego węgla w molekułach aldehydu mrówkowego. Jak wiadomo, w przyrodzie występują dwa trwałe izotopy węgla, różniące się jedynie liczbą neutronów w jądrze: ^{12}C — zawierający 6 neutronów (obok sześciu protonów, co razem daje liczbę masową 12) i ^{13}C — zawierający o jeden neutron więcej. Prawie 99% węgla ziemskiego stanowi jego lżejszy izotop ^{12}C. Podana wyżej długość fali linii absorpcyjnej (6,2 cm) odnosi się do molekuły aldehydu mrówkowego, zawierającej ten właśnie izotop węgla. Gdyby zastąpić go izotopem cięższym (^{13}C), wtedy linia absorpcyjna skróci swą długość do 6 cm. Stosunek natężeń linii 6,2 cm do linii 6 cm pozwala wnosić o składzie izotopowym węgla w obszarze, z którego pochodzą linie aldehydu mrówkowego. Wyniki pomiarów względnych natężeń linii pozwoliły stwierdzić, że skład izotopowy węgla w pewnych obszarach międzygwiazdowych odbiega od składu izotopowego węgla na Ziemi.

Tlen ma trzy trwałe izotopy: ^{16}O, ^{17}O i ^{18}O. W zasadzie możliwe jest wyznaczenie, w sposób zbliżony do przedstawionego, składu izotopowego tlenu w molekułach aldehydu mrówkowego. Nie wydaje się to jednak

łatwe do zrealizowania, a to ze względu na bardzo małą zawartość obu cięższych izotopów w tlenie. W warunkach ziemskich ^{17}O stanowi 0,037%, a ^{18}O — 0,204% tlenu naturalnego i nie ma podstaw aby sądzić, że względne rozpowszechnienie obu tych izotopów gdziekolwiek może być znacznie większe od podanych wartości. (Astrofizyka jądrowa nie przewiduje natomiast takich ograniczeń dla stosunku $^{12}C : ^{13}C$, który może się zmieniać od wartości 89 : 1 do kilkunastokrotnie mniejszej lub też większej).

Rok bieżący przyniósł, jak dotąd, odkrycie czterech rodzajów molekuł w przestrzeni międzygwiazdowej. Przy użyciu radioteleskopu w Kitt Peak zaobserwowano *linię tlenku węgla* CO na długości fali 2,6 mm w pięciu różnych obszarach. Również przy użyciu radioteleskopu wykryto trzy dalsze molekuły: *cyjanowodór* HCN (linia emisyjna o długości fali 3,4 mm) i *cyjanoacetylen* HC_3N (linia emisyjna o długości fali 3,3 cm) i *cyjan* $(CN)_2$. Wreszcie przy użyciu detektora promieniowania nadfioletowego, zainstalowanego na pokładzie rakiety, zaobserwowano *molekuły wodoru* (H_2) w kierunku na ε Perseusza. Widmo UV wydaje się sugerować, jakoby gęstość warstwy molekularnego wodoru w tym kierunku była ok. 5×10^{19} cm^{-2}, co jest porównywalne z gęstością atomowego wodoru w tymże kierunku. Kuszącą wydaje się spekulacja o uznaniu tego stosunku rozpowszechnienia H_2:H za typowy dla galaktycznego wodoru. Gdyby tak miało być naprawdę, wtedy odkrycie powyższe byłoby równie ważne jak odkrycie linii 21 cm przed kilkunastu laty.

Obok wyników pozytywnych trafił się także wynik negatywny: nie stwierdzono obecności molekuły tlenku azotu (NO) w przestrzeni kosmicznej, choć prowadzono poszukiwania 4 linii widmowych w 67 różnych obszarach Galaktyki. Wybrano takie obszary, w których warunki fizyczne mogły doprowadzić do niezwykłego pobudzenia molekuł; były to głównie mgławice planetarne albo źródła silnych linii pochodzących od rodnika OH.

Zadanie radioastronomów nie sprowadza się wyłącznie do prostego zarejestrowania linii, związanych z określoną molekułą albo rodnikiem. Chodzi także o dane ilościowe, a więc o wyznaczenie rozpowszechnienia różnych rodzajów molekuł na podstawie znajomości natężeń ich charakterystycznych linii, o wyznaczenie prędkości radialnych tych molekuł na podstawie przesunięć dopplerowskich itd. I tak np. stwierdzono, że szerokość linii emisyjnej molekuł CO z Oriona A równa 2 MHz odpowiada prędkości termicznej tych molekuł rzędu 5 km/s. W radioźródle, położonym w kierunku środka Galaktyki, prędkości radialne molekuł cyjanoacetylenu zgadzają się

dość dobrze z prędkościami radialnymi cząsteczek aldehydu mrówkowego. Aldehyd mrówkowy jest jednak prawdopodobnie bardziej rozpowszechniony niż HC_3N, gdyż linii cyjanoacetylenu nie udało się zaobserwować w 12 pozostałych radioźródłach, zawierających aldehyd mrówkowy.

Nieprzerwanie trwa polowanie na molekuły w przestrzeni kosmicznej. Odkrywa się nowe rodzaje molekuł w przestrzeni międzygwiazdowej, odkrywa się obecność znanych już molekuł w nowych obszarach. Dotychczas sądzono, że promieniowanie nadfiołkowe nie pozwoli wytworzyć się złożonym molekułom w przestrzeni międzygwiazdowej. Wykrycie jednak tak złożonych molekuł jak H_2CO czy HC_3N pozwala jednak mieć nadzieję na wykrycie dalszych cząsteczek wieloatomowych. A obserwacja tych i następnych molekuł organicznych nie może nie rzutować na nasze wyobrażenia o powstaniu życia.

Na zakończenie pragnę powrócić do wspomnianej na początku książeczki Merrilla. Nie ma w niej w ogóle mowy o kosmochemii organicznej, nie ma mowy o żadnej molekule czy też rodniku w przestrzeni międzygwiazdowej. Nic dziwnego, książka ta wyszła u nas w tłumaczeniu przed czterema laty, a w oryginale — w 1963 r. Tymczasem gmach kosmochemii przestrzeni międzygwiazdowej (aby nie mówić już o kosmochemii organicznej!) zaczęto właściwie wznosić przed rokiem. Na styku astronomii radiowej, elektroniki kwantowej, chemii rodzi się nowa dziedzina badań.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ — Dąbrowa Górnicza

WPŁYW KOMET NA OPADY ATMOSFERYCZNE

Ziemia krążąc dokoła Słońca nieustannie natrafia w przestrzeni międzyplanetarnej na roje cząstek meteorytowych, których znaczna część przedostaje się do atmosfery. Wejście do atmosfery bryłki meteorytowej o rozmiarach ziarnka grochu lub większej obserwujemy w postaci meteoru, czyli zjawiska gwiazdy spadającej. Większość jednak cząstek meteorytowych ma rozmiary zaledwie rzędu od 0,01 do 0,0005 milimetra (pył meteorytowy) i dlatego zjawisko przelotu przez atmosferę jest gołym okiem niezauważalne. Opadanie takich drobnych cząstek meteorytowych z górnych warstw atmosfery na powierzchnię Ziemi odbywa się bardzo powoli, trwa bowiem kilkadziesiąt dni (dokładnie około 30 dni).

W r. 1953 radioastronom australijski E. G. Boven wystąpił z hipotezą, że pył meteorytowy ma duży wpływ na opady atmosferyczne. Drobne bowiem cząstki meteorytowe stają się w atmosferze „zarodzinami", wokół których następuje kondensacja pary wodnej. Jeżeli więc ilość pary wodnej w odpowiednim czasie jest dostatecznie duża, to końcowym wynikiem są opady deszczu lub śniegu. Do takiego wniosku doszedł Boven na podstawie analizy danych meteorologicznych z ostatnich 50 lat, zebranych w różnych miejscach na kuli ziemskiej. Z analizy tej wynika, iż w skali światowej wyjątkowo obfite opady wykazują tendencję do powtarzania się w te same dni roku. Być może, że na krótko przed owymi „krytycznymi" datami Ziemia w swej rocznej wędrówce dokoła Słońca przecina tor wyjątkowo gęstego roju cząstek meteorytowych, które wpadając do atmosfery tworzą w chmurach jądra kondensacji pary wodnej.

Badania przeprowadzone przez Bovena wykazały, że wielkie ulewy w Australii występują dokładnie 30 dni po aktywności znanych rojów meteorytowych. Opóźnienie powyższe jest całkowicie uzasadnione, ponieważ jeszcze w r. 1951 astronomowie czechosłowaccy (F. Link, Z. Švestka i J. Bouška) dowiedli, iż pył meteorytowy dostający się do atmosfery opada na powierzchnię naszej planety dopiero po 30 dniach. Można to było stwierdzić na podstawie rozpraszania światła przez drobne cząstki meteorytowe oraz z gęstości i wielkości cienia Ziemi podczas całkowitych zaćmień Księżyca.

Hipoteza o wpływie pyłu meteorytowego na opady atmosferyczne była mocno krytykowana i dlatego Boven w latach 1956—1963 przeprowadził analizę danych meteorologicznych z ostatnich 100 lat, wykorzystując materiał obserwacyjny 300 stacji meteorologicznych rozmieszczonych w różnych miejscach naszego globu. Analiza ta potwierdziła poprzednie przypuszczenia, głównym zaś jej wynikiem było stwierdzenie, iż w pewnych dniach roku na całej Ziemi opady atmosferyczne są obfitsze niż w innych dniach roku i często występują one dokładnie 30 dni po aktywności znanych rojów meteorytowych. Do podobnego wniosku doszedł meteorolog radziecki A. A. Dmitrijew, który opracował dane o opadach atmosferycznych na terenie Związku Radzieckiego w ostatnich 20 latach. (Zgodność „światowych dni opadów atmosferycznych" z datami Bovena została stwierdzona także przez uczonych w Stanach Zjednoczonych, w Indiach i w Czechosłowacji).

Z przeprowadzonych badań wynika, że około 30 dni po zetknięciu się Ziemi z rojem meteorytów zwiększa się prawdo-

podobieństwo wystąpienia opadów atmosferycznych. Oczywiście sama obecność pyłu meteorytowego w atmosferze nie jest przyczyną wystąpienia opadów atmosferycznych, bo do tego są konieczne jeszcze inne czynniki. Jeżeli jednak w okresie 30 dni po przedostaniu się do atmosfery drobnych cząstek meteorytowych istnieją dogodne warunki (duża ilość pary wodnej w atmosferze), to wówczas ilość opadu deszczu lub śniegu wyraźnie się zwiększa. Okres 30-dniowy jest wystarczający, aby drobne cząstki meteorytowe opadły z wysokości około 100 km do poziomu występowania chmur. Stwierdzono również, że maksima wielkich opadów atmosferycznych występują w tym samym czasie na obydwu półkulach naszej planety, czego powodem mogą być tylko czynniki pozaziemskie.

Załączona poniżej tablica zawiera wyniki prac Bovena i innych badaczy. Zestawiono w niej te dni roku, w których możliwość opadów atmosferycznych w skali światowej jest największa i najmniejsza. Tablica nie uwzględnia lat przestępnych i dlatego dla takich lat należy dodać jeden dzień. Oczywiście prognoza opracowana na podstawie tablicy nie zawsze się sprawdzi, czemu jednak nie należy się dziwić. Trzeba bowiem uwzględnić fakt, że dane w tablicy dotyczą całej kuli ziemskiej. Ponadto na opady atmosferyczne mają wpływ nie tylko drobne cząstki meteorytowe, ale również inne czynniki (popiół wulkaniczny, pył z pożarów leśnych, pył z pustyń itp.).

Cząstki meteorytowe w przestrzeni międzyplanetarnej pochodzą z rozpadu komet, co następuje pod wpływem promieniowania słonecznego. (Według poglądu astronoma amerykańskiego F. L. Whipple'a komety są zbiorowiskiem materii meteorytowej, związanej prawdopodobnie lodem). Zwykle rozpadanie komet jest zjawiskiem bardzo powolnym, ale gdy kometa znajdzie się zbyt blisko Słońca, to jej rozpad może się odbyć gwałtownie. Przykładem tego może być kometa Bieli, która w r. 1846 rozpadła się na dwie części dosłownie na oczach astronomów. Część cząstek meteorytowych pochodzących z rozpadu komet spada na Słońce, część jednak dalej krąży po pierwotnej orbicie.

Oczywiste jest, że nie każda kometa może mieć wpływ na opady atmosferyczne na Ziemi. Cząstki meteorytowe pochodzące z rozpadu komet dostają się do atmosfery tylko w tym przypadku, kiedy Ziemia w swej wędrówce dokoła Słońca znajdzie się blisko orbity danej komety. Jednak szerokość roju meteorytowego jest znaczna, dlatego też przejście Ziemi nawet w odległości 30 milionów kilometrów od orbity komety wy-

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	x	xxx	xx				xx		ooo	o	oo	
2		xx	o	ooo		oo		x		x		
3				o	ooo	oo	x	x	xxx		x	xxx
4		oo				xx	xx	xxx	xx		xxx	
5	xx	oo		xx	xx	xx		o	xx	oo		xx
6		xx	xxx	xxx				o		oo	oo	xx
7	ooo	x	x	x	xx			x		x	o	
8		xx	x		xxx	xx	x	o	ooo	xxx	x	
9					xx				ooo	xx	xx	
10	xx		xx		o					o	xx	
11		x			ooo			xx		o		
12	xx			o	oo		x	xxx	xx			
13				oo		xx		o	xx	x		
14		x			x	x	o	o	xx		oo	x
15		x	xxx	xx		xx	x		xx	oo		
16				xxx	xx		x			o	o	
17		ooo		xx	xx		o		o	xx	xx	
18	ooo			ooo				oo	oo	xx	xx	x
19		x	xx	oo								
20		x	xxx		o		o	x	xxx	oo	ooo	
21	xx			x		x			x		o	x
22		oo	o	x	x			x	x			
23	xx		oo		oo			x				
24			xx	o	o		xx	xx		xx		o
25				xxx			x	o		xx	xx	oo
26				xx	xxx	xx		o	o	xxx	x	o
27		x	x	o	xxx			o	ooo	o	x	
28			x	oo		ooo	x		o		o	xx
29		—	xx		o	ooo				x	ooo	xx
30		—	xx	xxx		o	ooo	x	x		o	xx
31	xxx	—		—		—	ooo	x	—		—	xx

xxx — bardzo duża skłonność do opadów atmosferycznych.
xx — duża skłonność do opadów atmosferycznych.
x — skłonność do opadów atmosferycznych.
ooo — wyjątkowo małe prawdopodobieństwo opadów atmosferycznych.
oo — bardzo małe prawdopodobieństwo opadów atmosferycznych.
o — małe prawdopodobieństwo opadów atmosferycznych.

starcza zupełnie, aby do atmosfery dostał się pył meteorytowy. Nie wszystkie jednak komety zbliżają się na taką odległość do orbity Ziemi i z tego powodu nie wszystkie komety mają wpływ na opady atmosferyczne.

Istnieje wiele rojów meteorytowych powstałych w wyniku rozpadu komet, których orbity krzyżują się z orbitą naszej

planety. U pewnych jednak rojów cząstki meteorytowe nie są rozłożone równomiernie na całej orbicie, lecz zgromadzone w jednym miejscu orbity (zwykle w pobliżu pierwotnego jądra komety). Dlatego też zwiększona aktywność tych rojów nie występuje w każdym roku, ale tylko w tych latach, kiedy część orbity z zagęszczonym pyłem meteorytowym przetnie orbitę Ziemi. W tym przypadku opady atmosferyczne wywołane pyłem meteorytowym wykazują okresowość zgodną z okresem obiegu komety dokoła Słońca, co też stwierdzono dla niektórych „światowych dni opadów atmosferycznych". W pewnych przypadkach „światowe dni opadów atmosferycznych" zostały nawet zidentyfikowane z odpowiednimi rojami meteorytowymi, a te znów z odpowiednimi kometami.

Według starej przepowiedni ludowej „św. Marcin przyjeżdża na białym koniu", co oznacza, że około 11 listopada należy się w naszych szerokościach geograficznych spodziewać pierwszego śniegu. Badania przeprowadzone przez Bovena wykazały, iż w dniach od 8 do 11 listopada na całej kuli ziemskiej są sprzyjające warunki do opadu deszczu lub śniegu. Uwzględniając zaś 30 dniowe opóźnienie opadów atmosferycznych od aktywności roju meteorytowego udało się ustalić, że odpowiedzialny za to może być rój meteorytowy Drakonidy (maksimum aktywności roju przypada na 10 października). W latach 1933 i 1946 rój ten był bardzo aktywny, gdyż w ciągu jednej godziny obserwowano aż kilkanaście tysięcy meteorów. Powstał on w wyniku stopniowego rozpadu komety Giacobini — Zinner, której okres obiegu dokoła Słońca wynosi 6 lat (opady na św. Marcina też wykazują 6-letnią okresowość).

Interesujące jest, że w pewnych przypadkach okresowość opadów atmosferycznych odkryta została jeszcze przed odkryciem danej komety. Znamy również „światowe dni opadów atmosferycznych", których nie udało się dotąd zidentyfikować z żadnymi znanymi kometami lub rojami meteorytowymi. Być może dana kometa nie jest jeszcze odkryta, albo rozpadła się już dawno i aktywność roju jest bardzo słaba.

KRONIKA

Kwantowa kosmologia i powstawanie galaktyk

Przed paru miesiącami ukazała się nader ciekawa praca profesora Edwarda R. Harrisona z Uniwersytetu stanu Massachusetts na temat powstawania galaktyk. Dotychczasowe podejście do tego zagadnienia

opierało się na wielu uproszczeniach i analogiach pomiędzy powstawaniem gwiazd z pyłu i gazu, a tworzeniem galaktyk. Większość uczonych skłonna jest uznać niewielkie niejednorodności w rozkładzie gęstości materii na pewnym etapie ewolucji Wszechświata za początek pra-galaktyk. W obszarach tych rozwijać się mają tzw. niestabilności grawitacyjne, zachodzić ma dalsza kontrakcja i lokalny wzrost gęstości aż do nagromadzenia masy odpowiednio wielkiej. Powyższe modele opierają się w poważnym stopniu na różnych założeniach czynionych *ad hoc*, a ponadto nie są w stanie wyjaśnić wielu konkretnych kwestii, np. zagadki pochodzenia kwazarów i ich relacji względem galaktyk, problemu struktury: dlaczego galaktyka jest spiralna albo eliptyczna, wreszcie pochodzenia pól magnetycznych.

Odmienne podejście do powyższego zagadnienia przedstawia w swej najnowszej pracy młody astrofizyk-teoretyk amerykański pochodzenia angielskiego — Harrison. Już w poprzednich swych pracach zwrócił on uwagę na problematykę tzw. kosmologii kwantowej, odnoszącej się do najwcześniejszego etapu ewolucji Wszechświata, w ciągu mniej więcej 10^{-44} sekundy po rozpoczęciu tzw. big bang. Zdaniem Harrisona już wtedy zaczynają się tworzyć zarodki przyszłych galaktyk pod postacią nadgęstych wirujących rdzeni. Trzeba porzucić stosowane dziś modele kosmologiczne, w których przyjmuje się jednorodność substratu kosmologicznego. Zamiast tego powszechnie dziś przyjętego uproszczenia trzeba już na początkowym etapie ewolucji Wszechświata przyjąć dość złożoną mikrostrukturę czaso-przestrzeni. Dość powszechnie stosowanym porównaniem w przypadku modelu rozszerzającego się Wszechświata był obraz rozszerzającego się balonu, wypełnionego cząsteczkami gazu, przy czym struktura wewnętrzna tych cząsteczek nie odgrywała roli. Obecnie te cząsteczki gazu trzeba zastąpić jakimiś obiektami, posiadającymi np. jednocześnie strukturę wewnętrzną wirującego bąka i zwolna rozprężającej się i rozkręcającej się sprężyny. Obiekty te mogą symbolizować mikroskopowe fluktuacje metryki czasoprzestrzeni, istniejące „od początku" w strukturze Wszechświata, narastające z wolna w miarę ewolucji Wszechświata i spadku gęstości średniej. Są to zalążki późniejszych galaktyk, istniejące jak gdyby w stanie embrionalnym jeszcze wtedy, gdy gęstość materii we Wszechświecie przekracza wartość 10^{92} g/cm^3. Wartości tej nie umiemy sobie wyobrazić — przekracza ona o 76 rzędów wielkości najwyższą teoretycznie możliwą wartość dla obszarów wewnętrznych gwiazd neutronowych. Przy tak wysokiej gęstości nie podobna zresztą stosować klasycznego opisu ogólnej teorii względności, przyjętego zazwyczaj w kosmologii; konieczny jest obraz kwantowy, uwzględniający nieoznaczoności położenia, energii, czasu itp.

Teoria Harrisona tłumaczy powstawanie różnych typów galaktyk jako ewolucję różnych rodzajów wirujących pra-zarodków. Te spośród pierwotnych, nadgęstych „bączków", które wirują bardzo szybko, przekształcają się w galaktyki o kształcie dyska, inne natomiast, wirujące wolniej, stają się później galaktykami eliptycznymi, zawierającymi często w swym wnętrzu jądro, które może wybuchać. Szczególnie ciekawy okazuje się przypadek powolnej rotacji, wtedy bowiem powstają obiekty o masie nieraz 100 razy większej niż masa Galaktyki; okazują się one tworami nieobserwowalnymi (nasuwa się tu analogia do tzw. opóźnionych w rozwoju podobszarów Ne'emana i Nowikowa). W wyniku powolnej utraty części masy mogą się one na pewnym etapie rozwoju stać widzialne i rozbłysnąć jako kwazary. Widać więc, że przedstawiona tu

w zarysie teoria tłumaczy w sposób jednolity powstawanie różnych typów tworów kosmicznych; ponadto daje ona racjonalne wyjaśnienie powstania pól magnetycznych w wyniku rotacji.

(Wg *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 1970; **148**, 119).

B. KUCHOWICZ

Kometa Abego

Nie zapomnieliśmy jeszcze pięknej komety Bennetta widocznej na naszym niebie gołym okiem wiosną tego roku, jeszcze do Biura Telegramów Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Cambridge (U.S.A.) napływały z całego świata obserwacje tej komety, a już otrzymaliśmy wiadomość o odkryciu nowej komety. Prof. Huruhata, dyrektor obserwatorium w Tokio doniósł, że 3 lipca nową kometę odkrył Abe. Kometa widoczna była wówczas w gwiazdozbiorze Barana jako mglisty obiekt około 9 wielkości gwiazdowej, ale po kilku dniach obserwacji wiadomo było, że z dnia na dzień jaśnieje i poprzez gwiazdozbiór Trójkąta zmierza w kierunku Andromedy.

Z obserwacji komety dokonanych w lipcu można już było wyznaczyć jej prowizoryczną orbitę, a stąd określić jej ruch w przestrzeni, a także podać na kilka miesięcy naprzód położenia na niebie i oszacować jasność.

Pierwszą paraboliczną orbitę komety Abego wyznaczył Candy i niezależnie od niego Marsden, a później ich obliczenia potwierdził Sekanina wyznaczając paraboliczną orbitę z 24 obserwacji wykonanych w dniach od 5 do 21 lipca. Okazało się, że płaszczyzna orbity komety tworzy z płaszczyzną drogi Ziemi wokół Słońca kąt około 126°, a więc kometa obiegła Słońce ruchem wstecznym (tzn. w kierunku przeciwnym niż wszystkie planety). W chwili odkrycia kometa zbliżała się zarówno do Słońca jak i do Ziemi. W pierwszych dniach września zbliżyła się do Ziemi na odległość około 121 milionów km, a 20 października minęła Słońce w odległości 166 mln km. We wrześniu i do połowy października była dostępna przez niewielkie nawet instrumenty jako mglisty obiekt na granicy widoczności gołym okiem, osiągając największą jasność (5.7 wielkości gwiazdowej) w połowie września. Od lipca do października wędrowała po północnej półkuli nieba poprzez gwiazdozbiory Trójkąta, Andromedy, Cefeusza, Smoka i Herkulesa.

G. SITARSKI

Meteoryt Oklahoma

Niezwykle rzadko się zdarza, żeby sfotografowano przelot przez ziemską atmosferę jasnego bolidu, z którego spadły meteoryty. Po raz pierwszy udało się to astronomom czechosłowackim 7 kwietnia 1959 r., kiedy to stacje obserwacyjne w Ondrzejowie i Prczici sfotografowały wtargnięcie do atmosfery dużego meteorytu (bolid miał jasność -19^m). W oparciu o uzyskane zdjęcia i obserwacje wizualne obliczono orbitę meteorytu oraz miejsce jego upadku, leżące w pobliżu osady Luhy niedaleko miasta Przybram. Poszukiwania doprowadziły do znalezienia 4,5 kg meteorytu, należącego do kamiennych chondrytów.

Historia powtórzyła się 4 stycznia 1970 r. o 2^h14^m (GTM), kiedy to stacje obserwacyjne Astrofizycznego Obserwatorium Smithsona w Cambridge (Massachusetts, USA) sfotografowały przelot przez atmosferę bolidu o jasności -15^m. Na podstawie uzyskanych zdjęć obliczono orbitę

meteorytu oraz jego prędkość przed wtargnięciem do ziemskiej atmosfery, wynoszącą 14,2 km/s. Przelot przez atmosferę trwał 9 sekund i bolid zgasł na wysokości 20,2 km nad powierzchnią Ziemi. Na tej podstawie wyznaczono miejsce upadku meteorytu, położone około 5 km od miejscowości Lost City (Oklahoma). Zaledwie 800 m od obliczonego miejsca znaleziono meteoryt o wadze 9,83 kg, który również okazał się kamiennym chondrytem.

(Wg *Smithsonian Institution, Center for Short-Lived Phenomena,* Event cards No 842 and 846).

S. R. BRZOSTKIEWICZ

Wyprawa automatu po próbkę gruntu księżycowego

Najcenniejszą dla planetologii korzyścią z kosmonautyki jest to, że dała ona możność uzyskiwania próbek materii z Księżyca, a w perspektywie rokuje nadzieje na uzyskanie takich próbek z Marsa, Wenus i planet bardziej oddalonych, jak również z satelitów planet, planetoid, a być może także i niektórych komet.

Jeżeli chodzi o Księżyc, to po próbki te można wysyłać wyprawy załogowe jednak z wielkim nakładem wysiłku, kosztów i dużym elementem ryzyka. Zapewne w zasięgu możliwości byłoby jeszcze wysłanie takiej ekspedycji na Marsa. Natomiast załogowa wyprawa na powierzchnię Wenus nie wydaje się już możliwa ze względu na nadmiernie wysokie ciśnienie atmosfery planety i wysoką jej temperaturę. Również załogowe loty na dalsze planety nie będą możliwe ze względu na zbyt duże ich odległości i wynikający stąd długi czas podróży.

Z tego powodu jedynym źródłem uzyskiwania próbek materii z oddalonych ciał naszego Układu Planetarnego będą automatyczne aparaty kosmiczne. Zresztą także w przypadku Księżyca ten sposób wydaje się najbardziej sensowny ze względu na wielokrotnie mniejsze koszty niż w przypadku wypraw załogowych i brak ryzyka. A uzyskanie możliwie licznych próbek gruntu księżycowego pochodzących z różnych miejsc powierzchni Księżyca uważane jest za bardzo istotne dla selenologii. Wbrew bowiem aktualnym jeszcze przed kilku laty przypuszczeniom, że cała powierzchnia Księżyca powinna mieć jednorodną budowę, ponieważ kształtowała się pod wpływem dominujących przez co najmniej 3 miliardy lat oddziaływań z przestrzeni kosmicznej, okazało się, że jest ona dość niejednorodna.

Interesujące jest, że choć dotychczasowe badania próbek gruntu Księżyca przyniosły wiele niezwykle ciekawych wyników, to jednak równocześnie nie spełniły one wszystkich pokładanych w nich nadziei. Na przykład nadal nie wiemy jakie jest pochodzenie Księżyca. Nadal też otwarty jest problem ewentualnej obecności w podpowierzchniowych warstwach gruntu zamarzniętej wody (choć jest to bardzo mało prawdopodobne). Nadal nie można też jeszcze wykluczyć obecności substancji biologicznych choć jest to jeszcze mniej prawdopodobne. Nie wiemy nawet czy cała powierzchnia Księżyca była niegdyś w stanie roztopionym czy też nie.

Potrzebne są więc dalsze i możliwie liczne i różnorodne próbki. Potrzebne są one także dla wyjaśnienia licznych niezrozumiałych osobliwości wykrytych w dotychczas posiadanych próbkach gruntu księżycowego. Dotyczą one zarówno składu chemicznego i budowy mineralogicznej gruntu, jak też wielu innych jego cech.

Po próbkach dostarczonych przez aparat powrotny radzieckiej Łuny 16 oczekuje się więc wiele, tym bardziej, że aparat osiadł na Księży-

cu we wschodniej części Morza Żyzności (Mare Foecunditatis), niedaleko od obszaru lądowego (w miejscu o współrzędnych selenograficznych 56°18′E i 0°41′S). Pozwala to przypuszczać, że w pobranych próbkach znajdzie się domieszkę materiału lądowego przerzuconego na Morze Żyzności przez uderzenia meteorytów w otaczające lądy; uważa się, że mogą to być skały anortozytowe.

Nader ważne jest, że Łuna 16 pobrała z gruntu Księżyca tzw. próbkę rdzeniową, przy pomocy rurowego wiertła. Próbka taka charakteryzuje się niezakłóconym pionowym układem warstw i niezakłóconą strukturą wewnętrzną. Sonda wiertnicza sięgnęła przy tym na 35 cm pod powierzchnię gruntu Księżyca czyli pobrała próbki z największej dotychczas głębokości. Umieszczenie sondy wiertniczej na wysięgniku pozwoliło wysunąć ją poza obszar gruntu najbardziej zdeformowany i zanieczyszczony przez oddziaływanie gazów spalinowych z hamujących silników rakietowych lądującego aparatu. Pobrane próbki zostały oczywiście umieszczone w szczelnym pojemniku umożliwiającym dostarczenie ich na Ziemię w warunkach próżni.

Czasowy przebieg eksperymentu wyglądał następująco: start z Ziemi — 12 września, przybliżenie się aparatu do Księżyca i przekształcenie go w sztucznego satelitę Księżyca — 17 września, lądowanie na Księżycu — 20 września, wzlot z Księżyca części wzlatującej aparatu — 21 września, lądowanie na Ziemi zasobnika — 24 września. (Dodać przy tym warto, że po raz pierwszy nastąpiło lądowanie aparatu na Księżycu podczas nocy. Postąpiono tak zapewne dlatego aby ułatwić jego dokładne zorientowanie się w odpowiedni sposób względem Ziemi przed odlotem z Księżyca).

Wspaniały sukces aparatu Łuna 16 był przede wszystkim sukcesem techniki precyzyjnej, automatyki i umiejętności nawigacyjnych. Należy podkreślić, że lot powrotny odbyła część wzlatująca po trajektorii balistycznej i bez korektur kierunku i prędkości, a mimo to trafiła z dużą dokładnością do planowanego rejonu lądowania w Kazachstanie, podczas gdy początkowo dopuszczano możliwość wystąpienia dużego odchylenia miejsca i momentu lądowania.

Udany przebieg eksperymentu z Łuną 16 pozwala żywić nadzieję, iż już w niedalekiej przyszłości możemy się stać świadkami innego trudnego, a nowatorskiego eksperymentu selenonautycznego, a mianowicie wysłania na Księżyc automatycznego aparatu kosmicznego wyposażonego w samobieżne podwozie. Aparat taki będzie mógł po miękkim wylądowaniu przebyć po powierzchni Księżyca pewną trasę i wykonywać po drodze różne badania naukowe łącznie ze zbieraniem próbek z różnych miejsc powierzchni. Lot Łuny 16 zapoczątkował bowiem, jeżeli tak można się wyrazić, erę „automatycznych kosmonautów". Tym samym kosmonautyka wkroczyła w nowy jakościowo etap swego rozwoju, który rokuje uzyskanie nowych, zapewne ciekawych danych naukowych.

A. MARKS

Badanie próbek księżycowych (5) — Skład izotopowy

Badania próbek księżycowych objęły oczywiście nie tylko ich skład chemiczny, ale też izotopowy — zarówno odnośnie zawartości izotopów promieniotwórczych, jak i trwałych. Jeżeli chodzi o izotopy promieniotwórcze, to pewne dane na ten temat podaje poniższa tabela. (liczby oznaczają ilość rozpadów w ciągu 1 minuty w próbce o masie 1 kg).

	A	B	C	D
^{10}Be				15,7± 1,6
^{22}Na	41±4	41± 4	55± 8	51 ± 5
^{26}Al	75±8	74± 8	108±16	120 ±12
^{36}Cl				17,0± 1,6
^{46}Sc	10±2	13± 3	13± 4	8 ± 2
^{48}V		12± 9		
^{49}V				7,4± 2,0
^{52}Mn		35±20		
^{54}Mn	32±6	35± 7	38±10	28 ± 7
^{55}Fe				195 ±22
^{56}Co	31±8	43±10	33±10	40 ± 7
^{57}Co				<1,8
^{59}Ni				2,6± 0,8

Analizując zawartość radionuklidów oceniono, że około połowę promieniotwórczości próbek stanowi promieniotwórczość wzbudzona przez oddziaływanie na grunt Księżyca promieniowań słonecznych o wielkiej energii — przede wszystkim protonów z „wiatru słonecznego". (Pozostała promieniotwórczość stanowi „własną promieniotwórczość gruntu Księżyca) Daje to możność określenia jakie było natężenie tych promieniowań słonecznych w czasie ostatniego miliona lat.

Mogłoby się wydawać, że wobec takiego charakteru promieniotwórczości gruntu Księżyca winno się ją obserwować tylko w bardzo cienkiej powierzchniowej warstwie gruntu. Okazało się jednak, że występuje ona też na pewnej głębokości, co stanowi kolejne potwierdzenie wniosku, że do pewnej głębokości grunt ulega mieszaniu, aczkolwiek powolnemu (przede wszystkim przez uderzenia meteorytów). Inaczej jest jednak w przypadku zawartości tych radionuklidów w twardych bryłkach gruntu (kamieniach). Okazuje się bowiem, iż ilość radionuklidów wyraźnie maleje w danym kamieniu wraz z oddalaniem się od jego powierzchni w głąb. Na przykład na głębokości od 12 do 30 mm jest ich zaledwie mniej więcej połowa w porównaniu z powierzchniową warstwą o grubości 4 mm. Stanowi to wymowne potwierdzenie kosmogonicznego pochodzenia tych radionuklidów, (Znamienne jest, że w różnych próbkach stwierdzono ślady przelotu przez nie cząstek promieniowań o wielkich energiach. Ilość tych śladów sięga nawet 3 mld/cm^2). Badania te pozwoliły także na określenie średniej erozji kosmicznej gruntu księżyca na 0,000 001 mm/rok. Nie jest to na pewno dużo, ale w ciągu miliarda lat daje bądź co bądź wartość 1 m.

Jeżeli chodzi o zawartość izotopów stabilnych, to interesowano się przede wszystkim zawartością ^{18}O. W plagioklazach próbek typu A i B wynosi ona 6,06÷6,33 cz./tys., klinopiroksenach 5,75, piroksenach 5,70÷÷5,95, ilmenitach 3,85÷4,45. Określenie zawartości ^{18}O miało duże znaczenie dlatego, że na podstawie zawartości w plagioklazie — ilmenicie, można było określić temperaturę zastygania skał na 1100÷1340°C.

W trakcie tych badań okazało się, że stosunek ilościowy $^{18}O/^{16}O$ i $^{30}Si/^{28}Si$ w próbkach skalnych jest taki sam, jak w ziemskich bazaltach, ale w brekcjach i miale jest nieco więcej cięższych izotopów.

Badania te pozwoliły także ocenić zawartość wody na 150÷455 cz./mln w brekcjach i 810 cz./mln w miale.

A. MARKS

KRONIKA HISTORYCZNA

O pracach Dr Tadeusza Rakowieckiego

Niedawno ukazała się praca K. Ziołkowskiego „Orbita Komety 1896 IV (Sperra)", wydana przez Centrum Obliczeniowe Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 1970, (Prace CO PAN, nr 8), dedykowana pamięci Doktora Tadeusza Rakowieckiego (1878—1965). Bo właśnie Dr Rakowiecki, człowiek o wszechstronnych zainteresowaniach (patrz K. Rudnicki, *Urania* 1964, str. 305 oraz 1965, str. 226), dla zilustrowania metody wyznaczania orbit z trzech obserwacji oblicza orbitę właśnie komety Sperra 1896 IV, zakładając raz, że jest ona elipsą, drugi raz, że jest hiperbolą. Ileż pracy musiał włożyć Dr Rakowiecki, aby otrzymać swoje wyniki nie mając wówczas możliwości korzystania z elektronicznych maszyn liczących. Ale to była tylko drobna cząstka z tych prac, które wykonał w swoim życiu. Ograniczę się tylko do przypomnienia prac z dziedziny astronomii.

Dr Rakowiecki wydaje dwutomowe dzieło pt. „Drogi planet i komet" (Warszawa, Wydawn. Kasy im. Mianowskiego. 1928 i 1930), oraz liczne artykuły związane z ruchem planet np. „Elementarny ruch planet", Warszawa 1935. Później Dr Rakowiecki zajmuje się zagadnieniami związanymi z wyznaczaniem dróg gwiazd podwójnych i drukuje prace: „Nouvelle méthode pour la détermination des orbites des étoiles doubles télescopiques" (Prace mat.-fizyczne, Warszawa, 1934); „Deux méthodes pour la détermination de l'orbite réelle du satellite de l'étoile double visuelle à l'aide des positions opposées", (Wiadomości matem., Warszawa, 1936); „Détermination des orbites des étoiles doubles spectroscopiques d'après les positions opposées", (Prace matem.-fizyczne, Warszawa, 1936); „Détermination de l'orbite du compagnon de l'étoile double visuelle à l'aide de temps et des angles de position". (Prace mat.-fizyczne, Warszawa, 1938); „Détermination de l'orbite d'une binaire spectroscopique à raies de doublées selon la période, les temps des écartements extrême et des réunions des raies", (Prace matem.-fizyczne, Warszawa, 1938); „Wyznaczenie elementów drogi towarzysza podwójnej gwiazdy teleskopowej za pomocą interpolacji z tablic położeń obserwowanych", (Wiad. Mat., 1938); „Détermination de l'orbite d'une binaire spectroscopique à l'aide de deux positions", (Praca złożona w rękopisie). Dalej Dr Rakowiecki przygotowuje rękopis książki pt. „Drogi gwiazd podwójnych" (1947 r.), która nie została wydrukowana. Rękopis tej pracy oraz rękopisy prac „Nouvelle méthode pour calculer l'éclipse totale de Soleil", (1963 r.), „Wyznaczanie miejsca i fazy zaćmienia całkowitego Słońca", oraz „Wyznaczanie elementów orbity układu zaćmieniowego typu Algola" znajdują się w depozycie w bibliotece Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, gdzie zostały złożone w listopadzie 1964 roku.

Przeglądając te rękopisy natknęłam się na odpis recenzji pracy Dr Rakowieckiego pt. „Drogi gwiazd podwójnych", napisanej przez Prof. Dr Władysława Dziewulskiego, Toruń, 19 sierpnia 1947 roku. Oto fragmenty tej recenzji: „Podobnie jak i w dziedzinie dróg planet i komet autor ma również w dziedzinie wyznaczania dróg gwiazd podwójnych swe prace i wypracowane metody. Dorobek Dr Rakowieckiego świadczy, że nie tylko wniknął głęboko w metody obliczenia orbit podwójnych gwiazd, ale pracami swymi przyczynił się do ich pogłębienia. Był więc niejako predestynowany, by zająć się napisaniem podręczni-

ka". I dalej „Praca Dr Rakowieckiego wydana jako książka, będzie ona pożytecznym podręcznikiem dla adeptów astronomii, tym bardziej, że pracy podobnej z dziedziny orbit podwójnych naukowa literatura polska dotychczas nie posiada. To też mogę ją zalecić do druku Warszawskiemu Towarzystwu Naukowemu". Ale do druku nie doszło.

Rękopisy znajdujące się w depozycie w Obserwatorium Astronomicznym UJ są do wykorzystania i czekają na ewentualnego wydawcę. W spuściźnie prac Dr Tadeusza Rakowieckiego, z których korzystać mogą pokolenia, nagromadzone są myśli, które pamięć o Nim utrwalą najlepiej.

R. SZAFRANIEC

Galileusz czy Harriot?

Lunety pojawiły się w pierwszych latach XV wieku u szlifierzy okularów w Holandii i to w paru miejscach jednocześnie. Trudno więc mówić o konkretnym wynalazcy lunety, chociaż powszechnie przypisuje

Rys. 1. Pierwsza mapa powierzchni Księżyca, opracowana przez Thomasa Harriota w latach 1609—1610.

się to holenderskiemu optykowi Lippersheyowi z Middelburga. Natomiast zasługą włoskiego uczonego Galileo Galilei jest, że jako jeden z pierwszych zastosował lunetę do obserwacji astronomicznych i umiejętnie propagował nowy instrument oraz odkrycia dokonane z jego pomocą (góry na Księżycu, fazy Wenus, księżyce Jowisza i plamy na Słońcu).

W tym samym czasie księżyce Jowisza obserwował astronom bawarski Simon Marius i jemu właściwie należy przypisać odkrycie Kallisto (czwarty księżyc Jowisza). Wszystkie cztery księżyce Jowisza widział on już 11 stycznia 1610 r., a Galileusz w okresie od 7 do 12 stycznia 1610 r. dostrzegł ich tylko trzy (czwartego zauważył dopiero 13 stycznia 1610 r.). Trudno również rozstrzygnąć, kto był pierwszym odkrywcą plam na Słońcu; w r. 1610 niezależnie od siebie zaobserwowali je Galileusz, niemieccy astronomowie Christian Scheiner i Johann Fabricius oraz oksfordzki matematyk Thomas Harriot.

Dotąd jednak przyjmowano, że Galileusz pierwszy skierował lunetę na Księżyc i pierwszy wykonał rysunki jego powierzchni (rysunki Galileusza opublikowane zostały w dziele pt. *Sidereus nuncius*, Florencja 1610). Tymczasem niedawno radziecki astronom Eugeniusz Straut stwierdził, iż Harriot wcześniej od Galileusza obserwował Księżyc przez lunetę i wcześniej też opracował rysunek jego powierzchni (prawdopodobnie już w r. 1609). Powyższego odkrycia dokonano zupełnie przypadkowo; po prostu Straut badał kopie fotograficzne manuskryptów prac Harriota, które zostały przesłane do Moskwy przez dyrekcję „British Museum" w Londynie. Odkrycie to było dużym zaskoczeniem dla astronomów i historyków angielskich, gdyż jak się okazało, działalność astronomiczna Harriota była dotychczas bardzo mało znana.

Rysunek opracowany przez Harriota jest właściwie pierwszą mapą powierzchni Księżyca i zawiera o wiele więcej szczegółów niż rysunki Galileusza z r. 1610 oraz Scheinera z r. 1614. Mapa ta dość dokładnie oddaje kontury mórz księżycowych, a ponadto jest na niej zaznaczone około 40 kraterów (kratery oznaczone są cyframi arabskimi). Niektóre z nich można łatwo zidentyfikować ze znanymi kraterami, jak np.: Tycho, Bullialdus, Grimaldi, Kopernik, Aristarchus, Plato, Archimedes, Atlas, Hercules, Plinius i Ptolomeusz.

S. R. BRZOSTKIEWICZ

KRONIKA PTMA

Seminarium Kopernikowskie w Olsztynie

Zarząd Oddziału Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Olsztynie zorganizował w dniu 11 lipca 1970 r. jednodniowe seminarium popularno-naukowe dla nauczycieli poświęcone życiu i działalności Mikołaja Kopernika. W seminarium wzięło udział około 100 nauczycieli — słuchaczy Wydziału Fizyki z matematyką i Matematyki z fizyką Zaocznego Studium Nauczycielskiego w Olsztynie. Badania astronomiczne Mikołaja Kopernika z okresu pobytu astronoma w Olsztynie, omówiła Mirosława Zabiełowicz. Całokształt działalności społeczno-politycznej M. Kopernika na Warmii omówił wybitny znawca tego problemu, dyrektor Ośrodka Badań Naukowych im. Kętrzyńskiego w Olsztynie — mgr Jerzy Sikorski. Uczestnicy zapoznali się z wieloma ciekawymi, a nieznanymi im faktami dotyczącymi postaci naszego wielkiego

astronoma. Dyrektor J. Sikorski podkreślił osobisty wkład Kopernika w dzieło utrwalania polskości tych ziem i zasiedlania Warmii przez polskich chłopów. Zwrócił też uwagę na szczególne cechy osobowości astronoma, jak pracowitość, skromność, sumienność. Mało kto zdaje sobie sprawę, że dzieło życia Kopernika jest właściwie owocem twórczego spędzania wolnego czasu. Prace astronomiczne nie wchodziły w zakres czynności obowiązkowych administratora dóbr kościelnych. Znaczenie światopoglądowe teorii heliocentrycznej M. Kopernika omówił prezes Oddziału PTMA w Olsztynie — mgr Czesław Wronkowski. Na zakończenie wyświetlono dwa filmy o tematyce kopernikowskiej.

CZ. WRONKOWSKI

Rekonstrukcja dawnych instrumentów astronomicznych w Kaliszu

Realizując konsekwentnie zadania jakie zaplanowała sobie grupa obserwatorów PTMA w Kaliszu (patrz *Urania* nr 7/8 z 1968 r. str. 228), w marcu 1970 r. zostały wykonane rekonstrukcje trzech starych kaliskich instrumentów astronomicznych używanych w latach 1614—1618 przez jezuitów Karola Malaperta, Szymony Peroviusa i Aleksego Silviusa do obserwacji nieba a zwłaszcza plam na Słońcu. Jak wiemy, były to lunety używane po raz pierwszy w Polsce, a jako pierwsze na świecie działały na zasadzie montażu paralaktycznego. Wykonał je zgodnie z dokumentacją sporządzoną przez Doc. Tadeusza Przypkowskiego z Jędrzejowa, znany na terenie Kalisza i ceniony fachowiec, mistrz stolarski Jan Karolak. Instrumenty przechowuje Muzeum Ziemi Kaliskiej, które ponadto finansowało ich wykonanie.

J. KAZIMIEROWSKI

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Johannis Hevelius — **Selenographia sive Lunae Descriptio** (facsimile). Verlag für Kunst und Wissenschaft, Lipsk, 1969, str. 816 + mapy, cena 260 DM (858 zł *).

Jednym z pierwszych badaczy Księżyca był Jan Heweliusz, wybitny astronom polski z XVII wieku. W r. 1647 wydał on w Gdańsku dzieło pt. *Selenographia sive Lunae Descriptio* (Selenografia czyli opisanie Księżyca), które przez półtora wieku było aktualnym podręcznikiem wiedzy o Srebrnym Globie. Zresztą dziś jeszcze dzieło to nie straciło wartości naukowej; przykładem może być poczerwienienie krateru Aristarchus, obserwowane po raz pierwszy przez Heweliusza w XVII wieku (ponownie zjawisko to obserwowane było w r. 1963 przez J. I. Greenacre'a i E. Barra w obserwatorium Lowella).

Dzieło swoje Heweliusz opracował na podstawie obserwacji wykonanych w latach 1641—1647. Zawiera ono 40 rysunków faz Księżyca i trzy mapy jego powierzchni o średnicy 28,5 cm, w tym jedna z proponowanymi przez niego nazwami dla około 250 obiektów księżycowych. Dodać oczywiście wypada, iż były to pierwsze dokładne mapy Księżyca. W dziele znajdują się też obserwacje plam na Słońcu, na podstawie których Heweliusz stwierdził, podobnie jak K. Scheiner, że ukazują się one jedynie do 30° szerokości heliograficznej.

*) Publikację można nabyć za pośrednictwem Ośrodka Kultury i Informacji NRD w Warszawie (ul. Świętokrzyska 18).

Fascimile dzieła Heweliusza wydanego przez Verlag für Kunst und Wissenschaft (Wydawnictwo Artystyczno-Naukowe) w Lipsku oparte jest na oryginale, który obecnie znajduje się w obserwatorium w Pulsnitz. Dzieło do reprodukcji przygotował i zaopatrzył w przedmowę prof. dr H. Lambrecht, znany astronom niemiecki z Jeny. Wydano je bardzo starannie, bo nawet oprawa wzorowana jest na oryginale. Jedyny mankament stanowi wysoka cena, toteż nie każdy miłośnik gdańskiego astronoma będzie mógł nabyć tę bibliofilską publikację.

W odstępie więc zaledwie jednego roku wydano fascimile dwóch dzieł Heweliusza. Pierwszym jest trzecia część jego dzieła z r. 1690 pt. *Prodromus Astronomiae* (Zwiastun astronomii), którą opublikowano w r. 1968 w Taszkiencie z okazji 2500 rocznicy założenia Samarkandy (*Urania*, 1968, nr 12, str. 360—361). W ten skromny sposób wiek XX uczcił twórcę selenografii, za jakiego przecież uchodzi gdański astronom. A należy pamiętać, że w przyszłym roku obchodzić będziemy 360 rocznicę jego urodzin. *S. R. BRZOSTKIEWICZ*

F. L. Boschke — **Z kosmosu na ziemię.** Meteory i meteoryty. — Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Biblioteka Problemów. Warszawa, 1969, str. 428, cena 40 zł. Tłumaczył z niemieckiego Bruno Lang.

Wykorzystując najnowsze zdobycze wiedzy, autor rozwija przed czytelnikiem całą barwną panoramę historyczną obserwacji i badań w dziedzinie meteorytyki (problemy spadku i znalezisk meteorytów, lot i pochodzenie, metody analizy itp.). Jest to jak gdyby próba encyklopedycznego ujęcia wiedzy o meteorytach, pomieszana w pewnym stopniu z reporterką silącą się na sensację. Miłośnicy astronomii, którzy się z nią zaznajomią, będą w stanie lepiej zrozumieć aktualne doniesienia prasowe na temat meteorów i meteorytów, jak również będą mogli wnieść własny dorobek do tej dziedziny, czy to poprzez prowadzenie obserwacji wizualnych, czy też poprzez wyszukiwanie spadłych meteorytów. Pokaźna liczba interesujących informacji (może tylko niekiedy podanych w nazbyt dziennikarski sposób) sprawi, że z przyjemnością i prawdziwą korzyścią książkę przeczytać może każdy przyrodnik.

Książka, żywo pisana (w czym niemała zasługa tłumacza) wypełnia lukę w naszej literaturze popularnej i może wywrzeć pewien wpływ na rozwój polskiej meteorytyki. A meteorytyka nie jest u nas nauką bez tradycji; wskazuje na to tłumacz, który dopisał rozdział o dziejach badań nad meteorytami w Polsce. To i jeszcze jedno uzupełnienie, a także adaptacje tekstu do potrzeb polskiego czytelnika, dobór materiału ilustracyjnego (w dużej części odmiennego i lepszego niż w oryginale), wreszcie usunięcie sporej liczby usterek oryginału — świadczą o solidnym podejściu tłumacza do swego zadania. Aby nie być gołosłownym, przytoczę dwie nieścisłości z wydania niemieckiego, które udało się tłumaczowi usunąć. I tak w polskim wydaniu mowa jest o Wielkim Mogole (cesarzu) Indii — Dżehangirze. Tymczasem w wydaniu niemieckim na str. 134 (co odpowiada stronie 134 tłumaczenia) Boschke mówi o cesarzu „Dschehan-girze", a na str. 137 (co odpowiada stronie 166 tłumaczenia) — o królu Indii „Jahangirze"; wydaje się, jak gdyby autor nie dostrzegł, iż chodzi tu o tę samą postać. Rzeka Adycza ze str. 327 tłumaczenia nosi w oryginale, nie wiadomo na jakiej podstawie, nazwę Adachi.

Na zakończenie sprawa nieprzyjemna, choć może i drobna. Egzemplarz wydania polskiego, trzymany przeze mnie w ręku, przypomina przekładaniec świąteczny: strony 1—80, 129—192, 305—320, 413—428 są

na papierze białym, pozostałe — na papierze kremowym. Nie widać dla tego żadnego uzasadnienia. Jeśli nie wystarczyło papieru w jednakowej tonacji dla całego nakładu, można było część nakładu wydrukować na papierze białym, część na kremowym, ale przy oprawianiu należało pamiętać o tym, że strony w jednym egzemplarzu nie powinny różnić się odcieniem papieru. To po prostu niechlujstwo!

B. KUCHOWICZ

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Grudzień 1970 r.**

Rankiem nad południowo-wschodnim horyzontem odnajdziemy trzy planety: najjaśniej świeci Wenus (—4.3 wielkości), słabszego Jowisza (—1.3 wielkości) musimy szukać najniżej nad horyzontem, a najsłabszy Mars widoczny jest w gwiazdozbiorze Panny jako czerwona gwiazda około +1.8 wielkości.

W połowie miesiąca można próbować odszukać Merkurego. Świeci jak gwiazda około zerowej wielkości wieczorem, nisko nad południowo-zachodnim horyzontem. Saturn widoczny jest prawie całą noc w gwiazdozbiorze Barana jako gwiazda około zerowej wielkości. Nad ranem widoczny jest już Uran w gwiazdozbiorze Panny jako gwiazdka 6 wielkości i Pluton w Warkoczu Bereniki, dostępny tylko przez duże teleskopy wśród gwiazd około 14 wielkości. Neptun jest niewidoczny.

Możemy także odszukać dwie planetoidy około 8 wielkości gwiazdowej: Ceres widoczną w pierwszej połowie nocy na granicy gwiazdozbiorów Wieloryba i Ryb oraz Juno widoczną prawie całą noc na granicy gwiazdozbiorów Erydanu i Byka.

W grudniu promieniują też dwa znane roje meteorów: Geminidy w dniach od 7 do 15 i Ursydy od 17 do 24. Bliższe dane dotyczące tych rojów i ich aktywności podane są w Kalendarzyku dla dat odpowiadających maksimum aktywności.

10^d Saturn w złączeniu z Księżycem w odległości 8° o 15^h. O 24^h Merkury znajdzie się w największym wschodnim odchyleniu od Słońca w odległości 21°.

13^d Promieniują Geminidy (maksimum aktywności tego roju). Radiant meteorów znajduje się w gwiazdozbiorze Bliźniąt i ma współrzędne: rekt. 7^h28^m, dekl. + 32°. Powinniśmy zaobserwować wiele jasnych meteorów, jakkolwiek warunki obserwacji są w tym roku niekorzystne.

$14^d13^h14^m$ Heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°. Jest to początek 1569 rotacji Słońca wg numeracji Carringtona.

16^d15^h Wenus osiąga maksimum swego blasku; świeci pięknym blaskiem jako Gwiazda Poranna.

18^d10^h Planetoida Ceres nieruchoma w rektascensji. O 12^h bliskie, lecz niewidoczne złączenie Księżyca z Regulusem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Południowej Ameryce.

19^d3^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

$21/22^d$ Promieniują Ursydy. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy i ma współrzędne: rekt. 14^h28^m, dekl. +78°.

22^d O 7^h Uran w złączeniu z Księżycem w odległości 5°. Rankiem nad wschodnim horyzontem odnajdziemy Urana na północ od wąskiego sierpa Księżyca. O 7^h36^m Słońce wstępuje w znak Koziorożca; mamy początek zimy astronomicznej na półkuli północnej.

23^d21^h Planetoida Juno nieruchoma w rektascensji.

24^d14^h Mars w złączeniu z Księżycem w odległości 6°.

25^d Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z dwiema planetami: o 6^h z Wenus i o 16^h z Jowiszem. Tego ranka nad południowo-wschodnim horyzontem obserwujemy Wenus i Jowisza w pięknej konfiguracji z wąskim sierpem Księżyca na trzy dni przed nowiem.

26^d O 2^h Neptun znajdzie się w niewidocznym złączeniu z Księżycem w odległości 7°. O 13^h nastąpi bliskie złączenie Księżyca z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona (Niedźwiadka); zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Południowej Ameryce i Południowej Afryce.

28^d15^h Merkury w dolnym złączeniu ze Słońcem.

Minima Algola (beta Perseusza): grudzień $4^d6^h55^m$, $7^d3^h40^m$, $10^d0^h30^m$, $12^d21^h20^m$, $15^d18^h5^m$, $24^d8^h35^m$, $27^d5^h25^m$, $30^d2^h20^m$.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Odległości bliskich planet

Data	Wenus				Mars			
	od Słońca		od Ziemi		od Słońca		od Ziemi	
1970	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm
XI 28	0.721	107.8	0.308	46.1	1.649	246.7	2.264	338.6
XII 8	0.720	107.6	0.360	53.8	1.643	245.8	2.190	327.7
18	0.719	107.5	0.424	63.4	1.636	244.7	2.113	316.1
28	0.718	107.5	0.494	73.9	1.628	243.5	2.031	303.8

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

Data 1970	P	B_o	L_o	Data 1970	P	B_o	L_o
	°	°	°		°	°	°
XII 1	+16.08	+0.82	171.45	XII 17	+9.25	−1.23	320.62
3	+15.30	+0.56	145.09	19	+8.32	−1.48	294.27
5	+14.50	+0.30	118.73	21	+7.38	−1.73	267.92
7	+13.66	+0.04	92.38	23	+6.44	−1.98	241.58
9	+12.82	−0.20	66.02	25	+5.48	−2.23	215.23
11	+11.95	−0.46	39.67	27	+4.51	−2.47	188.89
13	+11.06	−0.72	13.32	29	+3.54	−2.71	162.55
15	+10.16	−0.98	346.97	31	+2.58	−2.95	136.20

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_o, L_o — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.

Data 1970	1h czasu środk.-europ. α	δ	Warszawa wsch.	zach.	1h czasu środk.-europ. α	δ	Warszawa wsch.	zach.
	MERKURY				WENUS			
	h m	°	h m	h m	h m	°	h m	h m
XI 27	17 20	−25.4	9 04	16 00	14 30	−15.1	5 05	14 20
XII 7	18 21	−25.7	9 27	16 20	14 34	−13.4	4 19	13 56
17	19 00	−23.7	9 11	16 34	14 51	−13.3	3 56	13 33
27	18 37	−21.2	7 52	15 50	15 18	−14.5	3 51	13 14
	W połowie miesiąca można próbować odnaleźć go wieczorem, nisko nad płd.-zach. horyzontem (około zerowej wielk. gwiazd.).				Widoczna jako Gwiazda Poranna —4.3 wielkości nad południowo-wschodnim horyzontem.			
	MARS				JOWISZ			
XI 27	13 30	− 8.3	3 27	13 58	15 13	−17.0	5 59	14 52
XII 7	13 54	−10.6	3 24	13 31	15 21	−17.6	5 31	14 18
17	14 18	−12.8	3 20	13 03	15 30	−18.1	5 04	13 43
27	14 43	−14.9	3 17	12 37	15 38	−18.5	4 35	13 10
	Widoczny rankiem nad płd.-wsch. horyzontem w gwiazdozbiorze Panny; +1.8 wielk. gwiazd.				Widoczny rankiem nisko nad płd.-wsch. horyzontem; —1.3 wielk. gwiazd.			
	SATURN				URAN			
XI 17	3 08	+15.0	+15.38	6 22	12 45	−4.1	3 00	14 16
XII 7	3 02	+14.6	+14.16	4 55	12 48	−4.4	1 46	12 58
27	2 57	+14.4	+12.54	3 29	12 50	−4.6	0 30	11 40
	Widoczny prawie całą noc w gwiazdozbiorze Barana; około zerowej wielk. gwiazd.				Widoczny nad ranem w gwiazdozbiorze Panny; około 5.8 wielk. gwiazd.			

	α	δ	w południku	α	δ	w południku
	NEPTUN			PLUTON		
	h m	° ′	h m	h m s	° ′	h m
XI 18	15 54.5	−18 38	11 42	12 21 17	+14 47.4	8 11
XII 8	15 57.5	−18 49	10 26	12 22 58	+14 47.5	6 54
28	16 00.4	−18 57	9 11	12 23 53	+14 53.6	5 36
	Niewidoczny.			Widoczny nad ranem w Warkoczu Berenikl; około 14 wielk. gwiazd.		
	PLANETOIDA CERES			PLANETOIDA PALLAS		
XI 27	1 44.6	−0 13	20 56	3 27.6	−4 46	22 43
XII 7	1 40.6	+0 18	20 13	3 21.6	−4 56	21 53
17	1 39.1	+1 04	19 32	3 18.1	−4 28	21 11
27	1 39.9	+2 02	18 54	3 17.5	−3 30	20 31
	Około 8 wielk. gwiazd. Widoczna w pierwszej połowie nocy na granicy gwiazdozbiorów Wieloryba i Ryb.			Około 8 wielk. gwiazd. Widoczna prawie całą noc na granicy gwiazdozbiorów Erydanu i Byka.		

Planetoidy rozpoznajemy po ich ruchu wśród gwiazd, porównując rysunki z kilku nocy okolicy nieba według podanych wyżej współrzędnych (epoka 1950.0).

Data	1^h czasu środk.-europ.			Szczecin		Poznań		Wrocław		Gdańsk		Kraków		Warszawa		Rzeszów		Białystok	
	r. czasu	α	δ	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
	m	h m	°	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
XI 27	+12.3	16 09	−21.0	7 48	15 51	7 33	15 46	7 27	15 52	7 36	15 29	7 11	15 44	7 16	15 31	7 03	15 36	7 11	15 18
XII 7	+ 8.5	16 52	−22.5	8 03	15 44	7 47	15 39	7 41	15 46	7 51	15 22	7 24	15 39	7 30	15 24	7 16	15 31	7 27	15 11
17	+ 4.3	17 36	−23.3	8 13	15 43	7 57	15 39	7 50	15 46	7 33	15 20	8 01	15 39	7 40	15 24	7 25	15 31	7 36	15 10
27	− 0.7	18 21	−23.4	8 18	15 48	8 02	15 44	7 55	15 51	7 38	15 26	8 05	15 44	7 45	15 29	7 30	15 36	7 41	15 15

KSIĘŻYC

Data 1970	1^h czasu środk.-europ.		Warszawa		Data 1970	1^h czasu środk.-europ.		Warszawa		Data 1970	1^h czasu środk.-europ.		Warszawa	
	α	δ	wsch.	zach.		α	δ	wsch.	zach.		α	δ	wsch.	zach.
	h m	°	h m	h m		h m	°	h m	h m		h m	°	h m	h m
XII 1	18 23	−27.3	10 26	17 24	XII 11	3 26	+23.9	13 42	6 21	XII 21	11 55	− 2.7	—	11 25
2	19 24	−25.1	11 01	18 49	12	4 25	+26.6	14 23	7 39	22	12 38	− 8.1	0 56	11 35
3	20 23	−21.4	11 26	20 19	13	5 24	+27.7	15 19	8 43	23	13 23	−13.4	2 10	11 48
4	21 19	−16.5	11 44	21 47	14	6 23	+27.2	16 27	9 30	24	14 10	−18.3	3 27	12 04
5	22 12	−10.7	11 58	23 13	15	7 19	+25.3	17 42	10 03	25	15 02	−22.5	4 47	12 28
6	23 03	− 4.3	12 11	—	16	8 12	+22.2	18 59	10 26	26	15 57	−25.6	6 07	13 02
7	23 53	+ 2.3	12 23	0 38	17	9 01	+18.1	20 13	10 42	27	16 57	−27.5	7 20	13 52
8	0 44	+ 8.7	12 36	2 03	18	9 47	+13.4	21 25	10 55	28	18 00	−27.6	8 18	15 02
9	1 35	+14.7	12 52	3 29	19	10 31	+ 8.3	22 36	11 05	29	19 03	−26.0	9 00	16 27
10	2 29	+19.9	13 13	4 56	20	11 13	+ 2.9	23 45	11 15	30	20 05	−22.6	9 29	17 58
										31	21 03	−17.9	9 49	19 30

Fazy Księżyca

	d h
Nów	XI 28 22
Pierwsza kwadra	XII 5 22
Pełnia	XII 12 22
Ostatnia kwadra	XII 20 22
Nów	XII 28 12

Odległość Księżyca od Ziemi	d h	Średnica tarczy
Najmn.	XII 5 7	32'.3
Najw.	XII 19 16	29.6
Najmn.	XII 31 11	32.7

CONTENTS

B. Kuchowicz — Cosmochemistry of interstellar medium.
S. R. Brzostkiewicz — Comet influence on atmospheric falls.
Chronicle: Quantum cosmology and galaxy origin — The comet Abe — The meteorite Oklahoma — The expedition of an automation for a sample of lunar ground — Investigation of lunar samples (5).
Historical chronicle: On the works by Dr T. Rakowiecki — Galileo or Harriot?
The PTMA chronicle: The Kopernik Seminar in Olsztyn — Reconstruction of the old astronomical instruments in Kalisz.
New books.
Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

В. Кухович — Космохимия межзвездного пространства.
С. Р. Бжосткевич — Влияние комет на отмосферные осадки.
Хроника: Квантовая космология и возникновение галактик — Комета Абе — Метеорит Оклахома — Экспедиция автомата за образцом лунной почвы — Исследование лунных образцов (5).
Историческая хроника: О работах др Т. Раковецкого — Галилей или Гарриот?
Хроника общества (PTMA): Коперниковский семинар в Ольштыне — Реконструкция старинных астрономических инструментов в Калише.
Издательские новости.
Астрономический календарь.

KOMUNIKAT

P. T. Członków Towarzystwa i prenumeratów miesięcznika „Urania" prosimy uprzejmie o dokonanie wpłat z tytułu składek członkowskich i opłat prenumeraty pisma na rok 1971 do dn. 31 grudnia 1970 r. Brak wpłaty w tym terminie spowoduje wstrzymanie dalszej wysyłki miesięcznika „Urania".

Wpłat można dokonywać w kasie Zarządu Gł. w Krakowie ul. Solskiego 30/8, w kasie właściwego Oddziału PTMA lub załączonym blankietem PKO. Wpłaty mogą być dokonywane także na okresy półroczne po 30 zł.

Zalegający z opłatami składek członkowskich i prenumeraty za rok bieżący proszeni są o niezwłoczne uregulowanie należności.

OGŁOSZENIE

Prowadzimy sprzedaż:

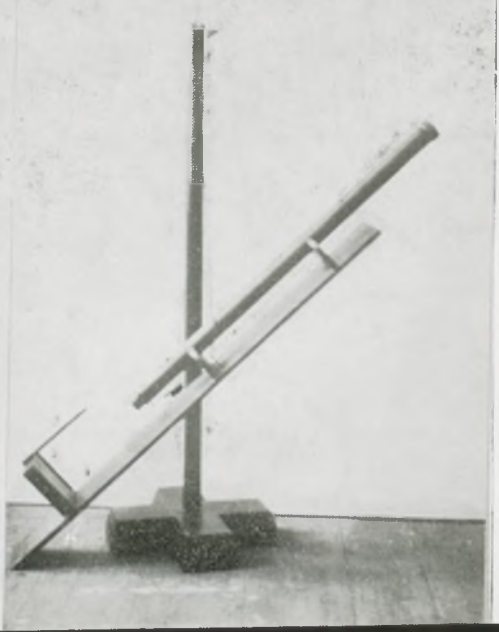
Odznaki członk. PTMA — emaliowane — dla członków zwyczajnych w cenie po 30.— zł, plus ewent. koszty wysyłki 5.— zł, razem 35.— zł.

Odznaki dla Członków MKA i SKA — srebrzone na brązie — po 20.— zł plus ewent. koszty wysyłki 5.— zł, razem 25.— zł.

Na zamówienie dostarczamy archiwalne egzemplarze mies. „Urania" z lat ubiegłych — pojedyncze i kompletne roczniki.

Administracja mies. „Urania" przyjmuje zamówienia na zamieszczanie ogłoszeń w tym miesięczniku. Ogłoszenia są płatne po 5.— zl za każde słowo.

Wszelkie zamówienia prosimy kierować na adres Zarządu Głównego PTMA w Krakowie ul. L. Solskiego 30/8.

Przewodn. Rady Redakcyjnej S. Piotrowski, red. nacz. L. Zajdler, sekr. K. Złotkowski, 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 Zakłady Graficzne RSW Prasa, Kraków, ul. Wielopole 1 — zam. 2005/70. Nakład 3000 egz. D-14