URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
ROK XXXV GRUDZIEŃ 1964 Nr. 12

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXXV GRUDZIEŃ 1964 Nr 12

SPIS TREŚCI

Bronisław Kuchowicz — Powstanie pierwiastków chemicznych w gwiazdach (I).
Andrzej Marks — Galaktyki karłowate.
Kronika: Aktywność Słońca w miocenie. — Nowe ciała niebieskie. — Najlepsze fotografie Księżyca. — Nowa propozycja „akcji Pluton". — Pierścień komet poza orbitą Neptuna. — Jasność zaćmienia Księżyca z 25 czerwca 1964 r. — Pomiar średnicy Wegi. — U węgierskich miłośników astronomii. — Identyfikacja związków chemicznych w widmie Jowisza. — Moment pędu gwiazd wizualnych podwójnych.
Z historii astronomii: „Uranographia" Jana Heweliusza.
To i owo.
Kalendarzyk astronomiczny.

ILUSTRACJE NA OKŁADCE

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie powierzchni Księżyca wykonane przez „Rangera 7" z wysokości 13 km. Widoczny jest obszar o powierzchni około 5,5 km kwadratowych. Najmniejsze kratery mają po 8 m średnicy.

Druga strona okładki: Mapa nieba północnego z dzieła Jana Heweliusza *„Prodromus astronomiae cum Catalogo fixarum et firmamentum Sobiescianum sive Uranographia"*, Gdańsk, 1690 (mapę rytował Karol Haye). Należy zwrócić uwagę, że współrzędne na mapie nie są podane w układzie równikowym, lecz w układzie ekliptycznym.

Trzecia strona okładki: Mapa nieba południowego wg Jana Heweliusza. Patrz objaśnienia wyżej oraz w notatce „Uranographia" w Kronice.

Czwarta strona okładki: Galaktyka karłowata typu nieregularnego w gwiazdozbiorze Panny. Jej średnica wynosi prawdopodobnie tylko kilkaset lat świetlnych. Odległość i średnica tej galaktyki nie są jeszcze dokładnie poznane. Fotografia została wykonana za pomocą 305 cm reflektora w obserwatorium Licka.

W dalszym ciągu wykładu o pochodzeniu pierwiastków chemicznych mgr B. KUCHOWICZ omawia reakcje jądrowe „spalania" wodoru we wnętrzu gwiazd.

Mgr. A. MARKS pisze o bardzo ciekawych tworach niebieskich — galaktykach karłowatych. Niedawno odkryte, przypuszczalnie przeważają one wśród galaktyk, tak jak karły — wśród gwiazd.

Bieżący numer „Uranii" przynosi dwa dalsze zdjęcia powierzchni Księżyca wykonane z najbliższej odległości przez kamery na pokładzie „Rangera 7".

Przypominając o KONKURSIE z poprzedniego numeru „Uranii" komunikujemy, że nagrody czekają.

Kończąc swą pracę dotychczasowy zespół redakcyjny „Uranii" składa wszystkim Autorom i Czytelnikom podziękowania za pomoc w redagowaniu czasopisma.

UWAGA Członkowie PTMA i Prenumeratorzy — Administracja URANII prosi o dokonywanie wpłat tyt. prenumeraty na rok 1965, na konto Zarządu Głównego PTMA, Kraków, ul. Solskiego 30/8, PKO nr 4-9-5227. Prenumerata roczna wynosi: 72.— zł, dla Członków PTMA: 60.— zł.

BRONISŁAW KUCHOWICZ — Warszawa

POWSTAWANIE PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH W GWIAZDACH (I)

Pierwsza faza: spalanie wodoru

W artykule „Powstanie pierwiastków chemicznych we wszechświecie", który ukazał się w poprzednim numerze *Uranii*, spróbowałem naszkicować zarys rozwoju nowego działu astronomii — astrofizyki jądrowej, ze szczególnym zwróceniem uwagi na to, jak udaje się wytłumaczyć dane obserwacyjne dotyczące rozpowszechnienia pierwiastków we wszechświecie. W przedstawieniu teorii syntezy kosmicznej pierwiastków zatrzymałem się na 1957 roku, który stanowi datę dość istotnego przełomu w naszych wyobrażeniach o powstawaniu pierwiastków. Wysuwane do tego czasu teorie próbowały objaśnić wytworzenie pierwiastków chemicznych za pomocą jednego mechanizmu, jednego rodzaju procesu, co spotkało się z niepowodzeniem. Nie znaleziono jakiegoś takiego jednego procesu, w wyniku którego mogłyby powstać wszystkie znane dziś rodzaje pierwiastków, w stosunkach ilościowych zgodnych z danymi obserwacyjnymi. W poprzednim artykule przedstawiłem bardziej szczegółowo trudności, jakie wyłoniły się przed owymi teoriami tzw. kosmicznej syntezy pierwiastków. Można się zapytać, dlaczego użyłem tu przymiotnika „kosmicznej". Wynika to stąd, że wszystkie te teorie miały pewną cechę wspólną — przyjmowały proces powstawania pierwiastków jako coś nie wiążącego się z występowaniem tych pierwiastków w konkretnych ciałach niebieskich — przesuwały proces ten na jakiś wcześniejszy etap istnienia wszechświata, kiedy pierwiastki powstawały w wyniku przemian jądrowych w bryle „pramaterii". Reakcje jądrowe odgrywały tu istotną rolę, ale nie miały one nic wspólnego z tymi procesami jądrowymi, które przebiegają stale we wnętrzach gwiazd i są ich źródłem energii. Teorie te usiłowały wytłumaczyć jeden zespół faktów — rozpowszechnienie pierwiastków w ciałach niebieskich — za pomocą jednego mechanizmu. Odwoływanie się do jakiegoś pierwotnego, rzekomo odmiennego od dzisiejszego stanu materii, stanowiło niesprawdzalną hipotezę. Można by się ostatecznie i z tym zgodzić, gdyby przynajmniej obliczone teoretycznie wartości rozpowszechnienia pierwiastków odpowiadały wielkościom zaobserwowanym. Tak jednak nie było i to ostatecznie zadecydowało o konieczności szukania innych sposobów wytłumaczenia, dla-

czego rozpowszechnienie pierwiastków jest takie a nie inne. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na pewną słabą stronę teorii powstawania pierwiastków chemicznych w rozszerzającym się Wszechświecie. Rozszerzanie się wszechświata uniemożliwia z czasem zachodzenie reakcji jądrowych w rozszerzającej się bryłce pierwotnej materii, w wyniku jego bowiem następuje stałe obniżenie temperatury i gęstości materii. Tymczasem w procesie syntezy pierwiastków powstawać mają pierwiastki o coraz to większych liczbach porządkowych. Jądra ich będą coraz cięższe i o coraz większym ładunku elektrycznym i siły odpychania elektrycznego będą coraz silniej oddziaływały między nimi. Jeśli więc mają kolejno powstawać coraz to dalsze pierwiastki chemiczne, niezbędne jest, by reagujące ze sobą cząsteczki jądrowe miały coraz to większą energię, tak by mogły pokonywać rosnące bariery odpychania wzajemnego. Możliwe to będzie wtedy, gdy w miarę upływu czasu procesowi powstawania wciąż cięższych i cięższych jąder towarzyszyć będzie wzrost temperatury i gęstości materii — odwrotnie niż to zachodzi w rozszerzającej się bryłce pramaterii.

Warunki powyższe nie są wcale trudne do spełnienia. Tak jest właśnie, jeśli przyjąć, że pierwiastki chemiczne powstają w gwiazdach. Już od kilkudziesięciu lat wiadomo o procesach jądrowych, które stanowią źródło energii ciał niebieskich i tłumaczą ich ewolucję, dopiero jednak stosunkowo niedawno udało się powiązać powstawanie pierwiastków chemicznych w wspólną całość z tymi właśnie procesami. Synteza pierwiastków w gwiazdach zachodzi w wyniku szeregu kolejno działających procesów. Każdy z nich wymaga określonej temperatury i gęstości, powstają w nim inne grupy pierwiastków. Teoria ta, dla wyjaśnienia aktualnego rozpowszechnienia pierwiastków we Wszechświecie, nie wymaga istnienia jakiegoś szczególnego, przedgwiezdnego stanu Wszechświata. Proces powstawania pierwiastków chemicznych odbywa się we wszystkich fazach rozwojowych gwiazd w ścisłym powiązaniu z reakcjami jądrowymi, które decydują o jasności gwiazd, ich składzie chemicznym i ewolucji. Proces ten zachodzi na przestrzeni całego czasu istnienia Wszechświata, jako proces regularny — i trwa dziś nadal.

Wprawdzie pewne próby stworzenia teorii powstawania pierwiastków chemicznych w reakcjach jądrowych we wnętrzach gwiazd datują się jeszcze z lat trzydziestych, śmiało można jednak za twórcę tej teorii uważać angielskiego astrofizyka F. Hoyle'a. Wraz z małżonkami Burbidge'ami i W. A.

Fowlerem ogłosił on w 1957 roku w amerykańskim kwartalniku *„Reviews of Modern Physics"* obszerny monograficzny przegląd problemu powstawania pierwiastków chemicznych w gwiazdach. Obszerna ta praca stanowi do dziś podstawę dalszego rozwoju astrofizyki jądrowej, ukazanie jej zaś znamionuje datę przełomową, od której hipoteza o powstawaniu pierwiastków chemicznych nie w jakimś jednym procesie, lecz w całym ciągu procesów, wiążących się jak najściślej z ewolucją gwiazd, zyskała pełne prawo obywatelstwa we współczesnej nauce. (Przezornie nie wymieniłem tutaj gałęzi nauki: fizyki względnie astronomii, jesteśmy bowiem i w tym przypadku świadkami spełnienia się żywej tendencji wiedzy współczesnej: bujnego rozrostu dyscyplin pogranicznych, przenoszenia zdobyczy jednej gałęzi, mam tu na myśli fizykę jądrową, do drugiej — astronomii).

Teoria powstawania pierwiastków w gwiazdach opiera się na uznanym już dziś powszechnie fakcie realizowania się reakcji jądrowych we wnętrzach gwiazd. Reakcje te, w których uwalniana jest energia jądrowa w olbrzymich ilościach, dostarczają gwiazdom energii do świecenia, a zarazem powodują przemianę zawartych w niej jąder atomowych w jądra trwalsze. Z fizyki jądrowej wiadomo, że jądrami atomowymi, w których ich części składowe — nukleony (neutrony i protony) związane są najsilniej, są jądra pierwiastków, położonych w tablicy Mendelejewa w pobliżu żelaza. Nie dziwmy się zatem, jeśli z doświadczenia wynika dość duże rozpowszechnienie tych jąder.

Jaki jest punkt wyjściowy teorii syntezy pierwiastków w gwiazdach? Dane obserwacyjne dowodzą, że najstarsze gwiazdy, które jeszcze dziś jesteśmy w stanie obserwować, zawierają w swoich otoczkach prawie czysty wodór, z domieszką co najwyżej 0,1 do 1% tej ilości pierwiastków cięższych, którą stwierdzamy w układzie słonecznym. Co najwyżej jest tam może trochę helu, ale trudno go wykryć na drodze spektroskopowej i zresztą nie zmieni to i tak ogólnej tendencji rozpowszechnienia. Wydaje się, że najsłuszniej jest przyjąć jako hipotezę roboczą, że pierwotna materia Galaktyki składała się z czystego wodoru. Za chwilę zobaczymy, że proste to założenie wyjściowe w niczym nie ogranicza dalszej teorii. Hoyle, Fowler i Burbidge'owie unikają odwoływania się do konkretnego modelu, kosmologicznego — teoria ich wydaje się w zasadniczych swych rysach pozostawać słuszną niezależnie od tego, jaką kosmologię przyjmiemy. Jeśli bowiem przyjąć kosmologię stacjonarnego wszechświata, wtedy można przyjąć, że pierwot-

ny wodór jest to właśnie owa stwarzana stale w tej kosmologii materia. Jeśli z kolei, przyjąć w fazie początkowej wybuch, wtedy wskazane już w poprzednim artykule przy omawianiu teorii Alphera, Gamowa i Bethego trudności uniemożliwiają wytworzenie pierwiastków cięższych w jakichkolwiek znaczniejszych ilościach w tej fazie. Wydaje się, że jeśli nawet nastąpiła eksplozja jakiegoś neutronowego „ylemu", wtedy podczas rozszerzania jego następowały po prostu rozpady neutronów i tworzenie neutralnych atomów wodoru. Dopiero w wyniku dalszych procesów nastąpiła istotna zmiana składu chemicznego materii. Teoria, którą zamierzam w dalszym ciągu przedstawić, nie może w żadnym wypadku stanowić jakiejś próby podbudowy którejkolwiek z kosmologii. Teoria ta jest teorią jak najbardziej fenomenologiczną, opartą na ostatnich osiągnięciach fizyki jądrowej, w szczególności fizyki reakcji jądrowych, drugą zaś jej podstawę stanowią obserwacje astrofizyczne, spektroskopia w różnych zakresach fal, ostatnio wykraczająca nawet poza badanie widma fal elektromagnetycznych i usiłująca badać inne rodzaje promieniowania gwiazd (promieniowanie neutrinowe i korpuskularne, o którym będzie mowa w jednym z najbliższych numerów).

Jeszcze raz pragnę podkreślić, że wiele danych obserwacyjnych podtrzymuje hipotezę o tym, iż Galaktyka powstała z praktycznie czystego wodoru. Była to z pewnością pierwotnie wirująca masa gazowego wodoru, poruszającego się ruchem turbulentnym. Pod wpływem sił grawitacyjnych i fluktuacji statystycznych w obszarach większej gęstości powstały gwiazdy. W miarę zagęszczania materii gwiezdnej (znów pod wpływem grawitacji) nastąpiło rozgrzanie wnętrza gwiazd. Cząstki atomowe — jądra wodoru — uzyskały teraz tak dużą energię kinetyczną ruchu cieplnego, że możliwe stało się rozpoczęcie egzoenergetycznych reakcji jądrowych. Pierwszym z tego rodzaju procesów był proces przemiany wodoru w hel — z towarzyszącym temu wydzieleniem olbrzymiej ilości energii, potem nastąpiły dalsze procesy, w których powstawały coraz to cięższe pierwiastki. Proces przemiany jednego rodzaju jąder w drugie trwa na ogół aż do wyczerpania jąder, stanowiących paliwo. Jednocześnie ciśnienie wewnętrzne układu jąder atomowych obdarzonych dość dużą energią zabezpiecza gwiazdę przed dalszym kurczeniem grawitacyjnym. Proces zachodzący w gwieździe nazywa się dość krótko spalaniem, trzeba jednak pamiętać, że jest to spalanie jądrowe, a nie to spalanie chemiczne, do którego przywykliśmy na Ziemi.

Procesu takiego nie udało się w praktyce zrealizować w ziemskich warunkach laboratoryjnych, mimo wielkiego wysiłku uczonych szeregu krajów, pracujących nad tzw. kontrolowanymi reakcjami termonuklearnymi. Proces ten realizuje się jedynie jako błyskawiczny wybuch w postaci bomby wodorowej (gdzie zresztą znikoma tylko ilość paliwa ulega zużyciu, reszta zostaje rozproszona). Podstawową trudność stanowi tutaj utrzymanie rozżarzonego do wysokiej temperatury gazu, tzw. „plazmy", w określonej objętości, w której chcemy reakcję syntezy termojądrowej realizować. Cząstki obdarzone dużą energią termiczną rozbiegają się na wszystkie strony, toteż próbuje się je utrzymać za pomocą odpowiedniego pola magnetycznego. Tak ustabilizowaną plazmę udało się uczonym radzieckim utrzymać w określonej objętości przez czas rzędu setnych części sekundy. Jest to wiele z punktu widzenia prób laboratoryjnych, mało jednak w porównaniu z przyrodą. Wszak w gwiazdach stan stabilny, w którym w plaźmie zachodzą reakcje termonuklearne, trwać może miliardy lat. Możliwe jest to dzięki temu, że kwestia niestabilności dla układów o olbrzymiej masie rzędu masy Słońca właściwie nie istnieje. To grawitacja stabilizuje gwiezdną plazmę. Gwiazdy nie są niczym innym, jak tylko gigantycznymi reaktorami termonuklearnymi, w których energia wydzielana powstaje kosztem przemiany jednego rodzaju jąder w inne.

W miarę odbywania się coraz to nowych procesów jądrowych zmienia się skład chemiczny gwiazdy, co pociąga za sobą zmianę jej struktury i przejawiającą się na zewnątrz zmianę jasności i typu widma. Trwa ewolucja gwiazdy. W późnej fazie ewolucji jądro gwiazdy ulega silnemu skurczeniu, stan ten jest nietrwały i dochodzi do wybuchu. Gwiazda rozpada się i przynajmniej część jej materii, wyrzucona w przestrzeń kosmiczną, zostaje wymieszana ze znajdującym się tam wodorem. A przecież wyrzucona z gwiazdy materia zawiera już sporo zsyntetyzowanych w jej wnętrzu pierwiastków. Z tej materii, która teraz już od samego początku zawiera domieszkę pierwiastków cięższych, powstają przez kondensację nowe gwiazdy, które już w początkowej fazie swego rozwoju zawierają pierwiastki cięższe od wodoru. Gwiazdy następnej z kolei generacji zawierają w swej pierwszej fazie rozwojowej jeszcze więcej pierwiastków ciężkich, ewolucja ich potoczy się więc trochę odmiennie. Dane obserwacyjne wydają się wspierać podane tu rozróżnienie pomiędzy gwiazdami starymi i nowymi, wiążące się z różnicami w ich składzie chemicznym.

Przy okazji warto zwrócić uwagę na pewien dość istotny szczegół: wymianę materii pomiędzy gwiazdami a ośrodkiem międzygwiezdnym. Jest to wymiana stała: gwiazdy w drodze silnych eksplozji (jak Nowe i Supernowe) czy też po prostu łagodniejszych procesów (jak czerwone olbrzymy, mgławice planetarne, a nawet nasze poczciwe Słońce) odrzucają w przestrzeń sporą część materii, która z reguły zawiera więcej pierwiastków cięższych niż to ma miejsce w materii międzygwiazdowej. Z tej materii powstają nowe gwiazdy. Wskazują na to pośrednio pewne dane astrofizyczne. Otóż pewne gwiazdy są tak jasne w stosunku do swej masy, że nawet przy założeniu procesów jądrowych jako źródła ich energii nie można przyjąć, iż świeciły dłużej niż od paru milionów lat. Gwiazdy te znajdują się w tych obszarach Galaktyki, w których dużo jest gazu międzygwiezdnego. Nie wydaje się więc bezpodstawnym przypuszczenie, że powstały one z materii międzygwiezdnej. Mało jasnych gwiazd znajduje się natomiast w obszarach, w których brak gazu i pyłu kosmicznego. Występują tam jedynie gwiazdy o niewielkiej masie, niskiej temperaturze w środku i wynikającej stąd bardzo niskiej szybkości przebiegu reakcji jądrowych w ich wnętrzu. Są to ci „outsiderzy" z pierwszej generacji gwiazd, którzy jeszcze nie zdążyli wypalić paliwa jądrowego i zakończyć swej ewolucji.

Powyższe wiąże się z przynależnością gwiazd do populacji. Gwiazdy należące do populacji II (podsystemu kulistego) zawierają bardzo niewiele pierwiastków cięższych, ilość ta jest większa w gwiazdach podsystemu płaskiego, zwłaszcza tych, które znajdują się w ramionach spiralnych. Ze względu na to, że tam właśnie rodzą się nowe gwiazdy, nie dziwi to w ramach przedstawianej tu teorii syntezy pierwiastków w gwiazdach.

Podstawową przemianę jądrową, od której zależy ewolucja wszystkich gwiazd, stanowi przemiana wodoru w hel. Z tego też powodu omówię w tym artykule te reakcje jądrowe, dzięki którym przemiana ta następuje. Okazuje się, że większą część swego życia gwiazda przebywa w fazie spalania wodoru. Z punktu widzenia wydajności energetycznej na jednostkę masy proces ten jest najbardziej wydajnym procesem jądrowym. Wszystkie inne procesy egzotermiczne, choć mogą odgrywać poważną rolę z uwagi na powstawanie pierwiastków chemicznych, nie dorównują mu w charakterze źródła energii. Proces ten rozpoczyna się w zagęszczającej się masie pragwiazdy z chwilą, gdy w jej wnętrzu gęstość i temperatura doszły do wartości, przy której proces ten może się już samorzutnie roz-

począć. Proces ten rozpoczyna się oczywiście w środku gwiazdy, gdzie gęstość i temperatura są najwyższe. Zmniejszają się one zwolna ku powierzchni gwiazdy, jak to widać na rys. 1. Gdy temperatura w środku dojdzie do 10^7 stopni, gęstość zaś osiągnie wartość 100 g/cm^3, wtedy jądra wodoru mają dostatecznie wysoką energię, by mogły zderzając się wytwarzać ciężki wodór — deuter ^2D w reakcji:

$$^1H + {}^1H \rightarrow {}^2D + e^+ + \nu \qquad (R)$$

Tutaj symbol ^1H oznacza wodór, ^2D — deuter, e^+ — pozyton, ν — neutrino. Następnie w wyniku zderzenia deuteru z wodorem zwykłym powstaje izotop helu ^3He i kwant gamma γ, a w końcu w zderzeniu dwóch jąder ^3He powstaje trwałe jądro ^4He i dwa protony (jądra wodoru); można to zapisać następująco:

I.

$$^2D + {}^1H \rightarrow {}^3He + \gamma$$
$$^3He + {}^3He \rightarrow {}^4He + 2\,{}^1H$$

W procesie, złożonym z reakcji (R) i I., następuje synteza jednego jądra helu-4 z czterech jąder wodoru oraz wydzielona zostaje energia 26,21 MeV *).

Oprócz powyższego możliwe są jeszcze dwa inne mechanizmy przemiany czystego wodoru w hel. Oba rozpoczynają się od reakcji (R). Pierwszy mechanizm polega na tym, że jako przejściowy produkt spalania wodoru powstaje jądro izotopu litu ^7Li (zawierającego 7 nukleonów):

II.

$$^2D + {}^1H \rightarrow {}^3He + \gamma$$
$$^3He + {}^4He \rightarrow {}^7Be + \gamma$$
$$^7Be + e^- \rightarrow {}^7Li + \nu + \gamma$$
$$^7Li + {}^1H \rightarrow {}^4He + {}^4He$$

Proces ten może odbywać się już tylko w środowisku, w którym powstało nieco helu-4. Energia wydzielona na tej drodze podczas syntezy helu z wodoru wynosi 25,65 MeV.

Jest wreszcie trzeci mechanizm powstawania helu z wodoru, możliwy również w środowisku, w którym poprzez proces I. wytworzona została pewna ilość helu-4. Po reakcji (R) następuje cykl przemian:

---

*) Megaelektronowolt (MeV) jest jednostką energii stosowaną w fizyce jądrowej i związany jest z innymi jednostkami: 1 MeV = $1{,}6 \times 10^{-13}$ dżul = $4{,}45 \times 10^{-20}$ kWh.

III.

$$^{2}D + {}^{1}H \rightarrow {}^{3}He + \gamma$$
$$^{3}He + {}^{4}He \rightarrow {}^{7}Be + \gamma$$
$$^{7}Be + {}^{1}H \rightarrow {}^{8}B + \gamma$$
$$^{8}B \rightarrow {}^{8}Be^{*} + e^{+} + \nu$$
$$^{8}Be^{*} \rightarrow {}^{4}He + {}^{4}He$$

Cykl ten charakteryzuje się tym, że jednym z etapów przejściowych jest wytworzenie nietrwałego, promieniotwórczego izotopu berylu-8. Dane jądrowe wskazują na to, że jądro to nie może istnieć w stanie podstawowym (tj. w stanie o najniższej energii), tylko co najwyżej w stanie wzbudzonym, o energii wyższej, który oznaczyliśmy gwiazdką. W stanie tym istnieje ono i tak nadzwyczaj krótko, około 10^{-21} sekundy. Energia wydzielona w powyższym procesie wynosi 19,1 MeV. Wszystkie trzy procesy syntezy helu różnią się między sobą nie tylko wartością wydzielonej energii, lecz także ułamkiem jej, który zostaje stracony dla gwiazdy i uchodzi z niej natychmiast pod postacią neutrin ν. Cząstki te, najsłabiej oddziałujące z materią spośród wszystkich znanych cząstek elementarnych, nie muszą powoli przedzierać się ku powierzchni gwiazdy jak promieniowanie elektromagnetyczne — wprost przeciwnie, nie doznając ani oddziaływań elektromagnetycznych (gdyż nie niosą ładunku elektrycznego ani pola elektromagnetycznego jak fotony), ani jądrowych i mając masę spoczynkową równą zeru, niemal natychmiast po powstaniu przedostają się na powierzchnię gwiazdy i opuszczają ją. Ilość energii utraconej bezpowrotnie przez gwiazdę w ten sposób wynosi około 2% w procesie I (wraz z (R)), 4% — w procesie II i 29% w procesie III.

Zwróćmy teraz uwagę na temperatury gwiazd. Proces I. możliwy staje się już przy temperaturze w środku około 10^{7} stopni. W miarę ewolucji gwiazdy rośnie nieznacznie temperatura, znacznie zaś rośnie stężenie wytworzonego helu-4 w rdzeniu gwiazdy. Jeśli temperatura przekroczy teraz wartość $1{,}3 \cdot 10^{7}$ stopni, wtedy mogą już przebiegać procesy II i III (ten drugi jest mniej prawdopodobny). Pierwsze dwie reakcje obu tych procesów są wspólne. Powstaje jądro berylu-7, które przy niższych temperaturach wychwytuje jeden z wielu swobodnych elektronów, tworząc lit-7, ten zaś z kolei w reakcji z protonem (jądrem wodoru) daje dwa jądra helu-4. Jedno z nich jest to właściwie odtworzone jądro helu, które w drugiej reakcji procesu wkroczyło do niego, drugie jądro — powstało kosztem czterech jąder wodorowych. Można powiedzieć, że hel-4 ode-

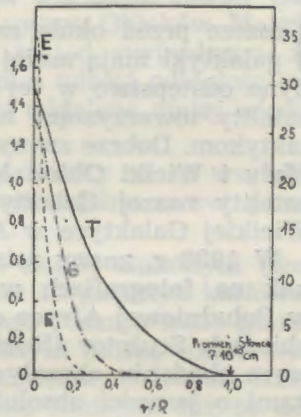
grał w tym procesie rolę katalizatora. Analogia z reakcjami chemicznymi nie jest oczywiście pełna, ale określenie roli helu-4 wydaje się dość trafne.

Proces III wreszcie staje się bardziej prawdopodobny przy wyższych temperaturach, rzędu $2 \cdot 10^7$ stopni. Jądra wodoru mają już teraz większą energię kinetyczną i łatwiej trafiają w jądro berylu, tworząc nietrwałe jądro boru-8 (o czasie życia około pół sekundy), z którego w drodze dwóch kolejnych rozpadów powstają dwa jądra helu-4. Proces ten, odgrywający rolę przy wyższych temperaturach, sprawia, że gwiazda traci wtedy więcej energii pod postacią neutrin. Do kwestii tej powrócę jeszcze pod koniec cyklu artykułów o syntezie pierwiastków i wskażę na pewne interesujące konsekwencje. Będą one związane z bezpośrednim pomiarem neutrinowego promieniowania wysyłanego przez Słońce.

W miejscu tym warto dodać, że wszystkie przedstawione tutaj reakcje zostały zrealizowane na skalę laboratoryjną i przebadane przez fizyków — z wyjątkiem jednej. Właśnie z wyjątkiem tej reakcji podstawowej (R), od której rozpoczynają się wszystkie procesy. Nie dziwmy się jednak temu. Jest to reakcja nadzwyczaj mało prawdopodobna. Wytworzenie ciężkiego wodoru w wyniku zderzenia dwóch jąder wodoru zwykłego jest zjawiskiem bardzo mało prawdopodobnym w porównaniu do normalnego zjawiska rozproszenia protonu na protonie. Zderzenia protonów nie są czymś rzadkim we wnętrzach gwiazd przy temperaturze i gęstości tego rzędu, jak przedstawiliśmy wyżej — prawie wszystkie one jednak podobne są do zderzeń sprężystych kulek bilardowych. Obliczenia teoretyczne oparte na analogii z innymi, już zaobserwowanymi procesami, pozwalają przewidzieć wystarczającą szybkość reakcji tworzenia deuteru (R) we wnętrzach gwiazd przy wskazanej wysokiej temperaturze i gęstości. To powolne powstawanie deuteru jest przyczyną powolnej ewolucji np. Słońca. Dzięki temu Słońce już od około 4,5 miliarda lat wytwarza energię w sposób stacjonarny w procesie spalania wodoru i na pewno jeszcze drugie tyle czasu upłynie, zanim to źródło energii słonecznej ulegnie wyczerpaniu, ilość zaś wytwarzanej energii wynosi obecnie około $3{,}8 \cdot 10^{33}$ erg/sek.

Szybkość spalania wodoru we wnętrzu gwiazdy zależy od temperatury i gęstości. Widać to choćby z rys. 1, na którym przedstawiłem zależność zmiennych wewnętrznych w gwieździe od odległości od środka. Przebieg jest słuszny dla gwiazd zbliżonych do Słońca. Na osi odciętych znajduje się wielkość

bezwymiarowa — stosunek odległości od środka gwiazdy do jej promienia. Wielkość ta może się oczywiście zmieniać tylko od 0 do 1. Skala na osi rzędnych z lewej strony podaje tem-



Rys. 1. Zależność zmiennych wewnętrznych gwiazdy od odległości od jej środka. Objaśnienia odnoszące się do skal podane są w tekście. Krzywa E (przerywana) — energia wytwarzana w erg/g • sek, odnosi się do skali z prawej strony, Krzywe: T (ciągła, temperatura w 10^7 stopni) i G (gęstość w jednostkach 100 g/cm³) odnoszą się do skali z lewej strony.

peraturę wyrażoną w jednostkach 10^7 stopni i gęstość wyrażoną w jednostkach 100 g/cm³. Rzędna z prawej strony podaje wytwarzaną energię w ciągu sekundy na 1 g substancji (w ergach). Przyjęto, że początkowe stężenie wodoru wynosiło 80%. Podobny charakter miałyby oczywiście wykresy przedstawione dla innych wartości początkowego stężenia wodoru.

Na uwagę zasługuje to, że energia wytwarzana jest w niewielkim obszarze środkowym, stanowiącym zaledwie parę procent całkowitej objętości gwiazdy. Temperatura w otoczce jest zbyt niska na to, by reakcje jądrowe mogły się w niej rozwijać.

Przedstawiłem tutaj pokrótce spalanie wodoru w gwieździe, w której temperatura początkowo jest na tyle niska, że inne procesy nie są w stanie odgrywać roli. W następnym artykule, w którym przedstawię kolejny etap ewolucji gwiazdy, kiedy to następuje „spalanie" helu i powstają kolejne pierwiastki lekkie, wskażę na jeszcze jeden proces, w wyniku którego spala się wodór — ale w obecności niektórych pierwiastków lekkich, spełniających rolę katalizatora. Na koniec pragnę dodać, że izotopy takie jak ^2D, ^3He, ^7Li, które stanowią produkty pośrednie w procesie spalania wodoru, mają tak małe stężenie w przypadku, gdy proces przebiega w sposób stacjonarny, że praktycznie nie wnosi to żadnego wkładu do ich rozpowszechnienia.

ANDRZEJ MARKS — Warszawa

GALAKTYKI KARŁOWATE

Jeszcze przed około czterdziestu laty uważano, że wszystkie galaktyki mają mniej więcej te same rozmiary i masę, a jedyne odstępstwo w tej dziedzinie stanowią małe galaktyki — satelity towarzyszące niektórym „normalnym" — dużym galaktykom. Dobrze znanymi obiektami tego ostatniego typu były Mały i Wielki Obłok Magellana stanowiące pewnego rodzaju satelity naszej Galaktyki i dwa podobne obiekty towarzące Wielkiej Galaktyce w Andromedzie.

W 1938 r. znany astronom Harlow Shapley odkrył jednak na fotografiach wykonanych w Obserwatorium Boyden w Południowej Afryce dwa obiekty znajdujące się w gwiazdozbiorach Sculptor (Rzeźbiarz) i Fornax (Piec), które po bliższym zbadaniu okazały się regularnymi eliptycznymi galaktykami o jasności absolutnej tysiące razy mniejszej jednak od jasności dotychczas znanych „normalnych" galaktyk. Nie udało się od razu dokładnie zmierzyć ich odległości od nas, niemniej jednak stwierdzono, że znajdują się one blisko naszej Galaktyki i że ich rozmiary są znacznie mniejsze od rozmiarów „normalnych" galaktyk. Obiekty te można więc nazwać „galaktykami karłowatymi".

Z chwilą gdy do eksploatacji weszły nowe wielkie teleskopy, podjęto intensywne badania tych obiektów, a jednocześnie zaczęto odkrywać dalsze obiekty tego typu. Szczególnie owocne były obserwacje przeprowadzone za pomocą uruchomionego w 1948 r. największego wówczas na świecie 122 centymetrowego teleskopu typu Schmidta, który został ustawiony w Obserwatorium na Palomar Mountain. Jak wiadomo, pierwszym przedsięwzięciem naukowym przeprowadzonym za pomocą tego teleskopu było sfotografowanie całego nieba dostępnego do obserwacji z miejsca ustawienia tego teleskopu. Po raz pierwszy uzyskano wówczas kompletny obraz północnego nieba przy użyciu tak wielkiego instrumentu obserwacyjnego. Nic więc dziwnego, iż na tych fotografiach odkryto bardzo wiele nowych interesujących obiektów, a między nimi R. H. Harrington i G. Wilson odkryli cztery nowe galaktyki karłowate, które od nazw gwiazdozbiorów w jakich je znaleziono nazwano: Leo (Lew) I, Leo II, Draco (Smok) i Ursa Minor (Mała Niedźwiedzica). Zwiększyło to liczbę znanych w 1948 r. obiektów tego typu do 10.

Za pomocą fotometru fotoelektrycznego zainstalowanego na największym teleskopie świata Walter Baade i Henrietta H. Swope wyznaczyli, że odległość galaktyki karłowatej Draco od naszej Galaktyki wynosi tylko 330 000 lat świetlnych. Stwierdzono więc, że jest to najbliższa względem naszej Galaktyki galaktyka (o ile nie brać pod uwagę Obłoków Magellana). Przy użyciu mniej dokładnych metod stwierdzono, że obiekt Ursa Minor jest w tej samej mniej więcej odległości od naszej Galaktyki, a obiekty Leo I i II są oddalone mniej więcej o 750 000 lat świetlnych.

Mimo tak bardzo małego oddalenia, obiekty te ze względu na małą jasność z trudem tylko są dostrzegalne nawet przez wielkie teleskopy.

Odkrycie w najbliższym sąsiedztwie naszej Galaktyki (według „galaktycznej" miary odległości) aż 10 galaktyk karłowatych zmusiło do uznania, że właśnie tego rodzaju małe galaktyki, a nie „normalne" — wielkie galaktyki muszą dominować we wszechświecie. Jednocześnie należało uznać, iż średnie odległości międzygalaktyczne są kilkakrotnie mniejsze niż to dotychczas przyjmowano.

Co prawda początkowo nie było wiadomo, czy nie jest to przypadkiem cecha szczególna tylko dla tej gromady galaktyk, w której znajduje się nasza Galaktyka.

W 1950 r. Gibson Reaves z Obserwatorium Licka odkrył jednak wielką liczbę galaktyk karłowatych w najbliższej w stosunku do nas gromadzie galaktyk w gwiazdozbiorze Panny. Jak się wydaje więc, galaktyki karłowate dominują w całym wszechświecie nad „normalnymi" galaktykami, tym bardziej, że w 1956 r. podobne odkrycie dokonano w gromadzie galaktyk w gwiazdozbiorze Fornax. (Odkryta w 1938 r. przez Shapleya w tym gwiazdozbiorze galaktyka karłowata nie należy oczywiście do tej gromady galaktyk dlatego, że znajduje się bardzo blisko naszej Galaktyki). Ponieważ stosunek ilości galaktyk karłowatych do galaktyk „normalnych" wynosi w gromadzie galaktyk Fornax aż 5 : 1, wymownie świadczy to o roli galaktyk karłowatych we wszechświecie.

Szczegółowsze badania tych obiektów doprowadziły do odkrycia, że istnieją dwa podstawowe ich typy: jeden stanowiący twory o bardzo regularnym eliptycznym kształcie i zawierający tylko gwiazdy stare i drugi stanowiący twory o kształcie nieregularnym zawierający gwiazdy różnego wieku, głównie jednak jasne i młode. Jak się zdaje, mamy tutaj do czynienia nie

tylko z obiektami o różnym wieku, ale także z obiektami, których powstanie i ewolucja różnią się od siebie.

Stosunkowo dobrze zbadanym przedstawicielem pierwszej grupy galaktyk karłowatych jest obiekt Ursa Minor. Dokładne jego badania wykazały, że ma on bardzo regularny eliptyczny kształt, przy czym gęstość przestrzenna gwiazd regularnie maleje w miarę oddalania się od środka obiektu. Nawet w środku obiektu gęstość ta jest jednak bardzo mała, gdyż wynosi mniej więcej jedną gwiazdę w obszarze przestrzeni o objętości miliarda sześciennych lat świetlnych, czyli jest tysiące razy mniejsza od gęstości przestrzennej gwiazd w otoczeniu Słońca. Wiek gwiazd w tej galaktyce karłowatej wynosi mniej więcej 10 miliardów lat, czyli jest to obiekt stosunkowo stary.

Biorąc jako punkt wyjścia wielką regularność kształtu tego obiektu okazuje się jednak, iż jego wiek winien być znacznie większy, gdyż winien on wynosić około 10 bilionów lat; dopiero po tak długim okresie czasu wewnętrzne oddziaływanie grawitacyjne między gwiazdami w galaktyce mogłoby bowiem wytworzyć obiekt o tak regularnym kształcie. Ponieważ stoi to w wyraźnej sprzeczności z uprzednio oszacowanym wiekiem gwiazd w tej galaktyce karłowatej i w ogóle naszymi poglądami na wiek gwiazd, więc przyjmuje się, iż galaktyka ta ewoluowała najpierw przez bardzo długi okres czasu jako obłok gazu i pyłu, a dopiero po podzieleniu się tego wielkiego nieregularnego początkowo obłoku mającego masę około milion razy większą niż masa Słońca, na szereg mniejszych obłoków (przy czym zachodzące między nimi oddziaływania grawitacyjne i zderzenia doprowadziły do ich regularnego rozmieszczenia w przestrzeni) nastąpiło szybkie powstanie w nim gwiazd, po czym nastąpił końcowy etap ewolucji galaktyki mającej już regularną postać. W związku z tym, iż prawie cała materia gazowo-pyłowa została zużyta w tym krótkim „gwiazdotwórczym" okresie rozwoju galaktyki, dalsze gwiazdy nie mogły już później powstawać i dlatego wszystkie gwiazdy w galaktykach karłowatych tego regularnego typu mają ten sam wiek.

Inna jest charakterystyka nieregularnych galaktyk karłowatych i inaczej prawdopodobnie przebiegała ich ewolucja.

Stosunkowo dobrze zbadanym ich przedstawicielem jest obiekt nazwany IC 1613. (Nazwa IC stanowi skrót słów „Index Catalogue" stanowiącego uzupełnienie dobrze znanego katalogu NGC). Obiekt ten był szczególnie intensywnie badany w ciągu kilku lat przez wybitnego astronoma Baadego. Obiekt ten zawiera gwiazdy o różnym wieku, a w tym wiele gwiazd bardzo

młodych o wieku zaledwie milionów lat, a także pewną ilość gwiazd starych o wieku sięgającym 10 miliardów lat.

Karłowate galaktyki nieregularnego typu początkowo rozwijały się prawdopodobnie w bardzo podobny sposób jak galaktyki karłowate typu regularnego, to znaczy powstawały one z nieregularnego obłoku materii gazowo-pyłowej, który dzielił się na szereg mniejszych obłoków. Tutaj jednak wystąpiła prawdopodobnie pierwsza różnica polegająca na tym, że obłoki były prawdopodobnie mniejsze niż w protogalaktykach regularnego typu. Z tych mniejszych obłoków powstawały następnie gwiazdy. Tutaj jednak wystąpiła druga istotna różnica polegająca na tym, że powstawanie gwiazd zachodziło sporadycznie w dużych odstępach czasu, a nie jak w przypadku karłowatych galaktyk regularnego typu — w przeciągu jednego krótkiego „gwiazdotwórczego" okresu czasu. Jak się jednak zdaje, szczegółowe przeanalizowanie procesu powstawania gwiazd w galaktykach karłowatych nieregularnego typu będzie możliwe dopiero po dokładnym zbadaniu charakterystyk dużej ilości oddzielnych gwiazd w tych galaktykach co aczkolwiek trudne, nie jest obecnie niemożliwe do przeprowadzenia.

Jak widać z tych kilku uwag badanie galaktyk karłowatych ma wielkie znaczenie dla astronomii dlatego, że pozwala rzucić wiele światła na zagadnienie powstawania i ewolucji gwiazd i zagadnienie powstawania i ewolucji galaktyk i to nie tylko karłowatych, ale także i „normalnych". Badanie galaktyk karłowatych daje jednak znacznie więcej bardzo istotnych, aczkolwiek w pierwszej chwili nieoczekiwanych korzyści.

Jak wiemy obecnie odkryto szereg galaktyk karłowatych w stosunkowo bardzo małej odległości od naszej Galaktyki, mniejszej niż jakichkolwiek innych obiektów pozagalaktycznych. Tym samym odkryto szereg obiektów znajdujących się w obszarze stosunkowo silnego oddziaływania grawitacyjnego naszej Galaktyki. Jednym z przejawów tego oddziaływania jest ograniczenie rozmiarów, jakie może osiągnąć w nim galaktyka karłowata. Badanie rozmiarów bliskich do naszej Galaktyki galaktyk karłowatych i ich odległości od naszej Galaktyki pozwala więc na wyznaczenie na zupełnie nowej drodze masy naszej Galaktyki. Aczkolwiek dokładność tych oszacowań nie jest narazie duża dlatego, że nie znamy jeszcze dokładniej odległości, rozmiarów i masy poszczególnych galaktyk karłowatych, niemniej jednak obliczenia wykonane przez J. G. Brandta z Obserwatorium Kitt Peak wykazują, że masa naszej Galaktyki jest prawdopodobnie dwa razy większa, niż to dotychczas

przyjmowano, to znaczy jest ona około 400 miliardów razy większa niż masa Słońca.

Obliczenia te wykonano oczywiście przy założeniu, że międzygalaktyczne oddziaływania grawitacyjne są zgodne z Prawem Newtona. To, że uzyskano zgodność między obliczoną i obserwowaną średnicą galaktyk karłowatych świadczy więc, że prawo to jest słuszne i dla tych wielkich odległości, chociaż uprzednio niejednokrotnie zastanawiano się nad tym czy w przypadku bardzo wielkich odległości oddziaływania grawitacyjne nie będą mieć innego charakteru lub też czy przy tych wielkich odległościach nie będzie odgrywać większej roli oddziaływanie siłowe innego — być może dotychczas nieznanego, rodzaju.

Badanie bliskich galaktyk karłowatych pozwoli także być może na określenie wzajemnej odległości galaktyk w minionych okresach czasu.

Jak widać, badania tych nowego rodzaju obiektów niebieskich, stosunkowo bardzo mało dotychczas poznanych, otwierają nowe perspektywy naukowe w astronomii. Badania te wymagają jednak zastosowania największych teleskopów i nie są łatwe. W pełni rozwiną się one zapewne dopiero po zastosowaniu pozaatmosferycznych urządzeń obserwacyjnych dlatego, że obiekty te znajdują się przeważnie na granicy widoczności w przypadku wykonywania obserwacji z powierzchni Ziemi.

KRONIKA

Aktywność Słońca w miocenie

Niezwykle ciekawe dane o aktywności Słońca w odległej przeszłości uzyskali uczeni węgierscy M. Baktai, I. Feyesh i A. Horvat. Zbadali oni szerokość słojów rocznego przyrostu na skamieniałym okazie sosny (Pinus tarnocienzica) pochodzącym sprzed około 25—30 milionów lat, z okresu geologicznego dolnego miocenu. Eksponat ten znajduje się w Węgierskim Muzeum Nauk Przyrodniczych.

Jak wiadomo, szerokość słojów rocznego przyrostu drzew jest bardzo dobrym wskaźnikiem poziomu aktywności Słońca. A. E. Douglass w swych pionierskich pracach, wykonywanych w latach trzydziestych wykazał, że roczny przyrost drzew jest większy w latach zwiększonej aktywności Słońca. Zestawione przez niego krzywe grubości rocznego przyrostu drzew znakomicie oddają charakter zmian liczb Wolfa. Aktywność Słońca wpływa na przyrost drzew oczywiście pośrednio, poprzez zmiany warunków klimatycznych (temperatura, opady, itd.).

Uczeni węgierscy przeprowadzili badania na oszlifowanym przekroju drzewa. Pomiary grubości słojów wykonano w 26 różnych kierunkach licząc od środka drzewa i wyniki uśredniono. Badany przekrój zawierał 41 słojów rocznego przyrostu. Krzywa zmian grubości słojów wyka-

zuje 4 maksima i 5 minimów. Najciekawsze, że maksima dzielą okresy 5, 7, 6 i 10 lat, a minima: 7, 7, 7, 8 i 9 lat. Gdyby więc przyjąć, że w miocenie wzrost drzew był z aktywnością Słońca związany tak samo silnie jak obecnie, to zachowany szczątek sosny jest świadectwem, że przed 30 milionami lat okres aktywności słonecznej wynosił około 7 lat, a nie około 11 lat, jak obecnie.

Autorzy zwracają się z apelem o poszukiwanie podobnych skamieniałych okazów drzew, które mogą się znajdować w muzeach. Badania tych okazów pozwoliłyby stwierdzić, czy rzeczywiście okres wahań aktywności Słońca w odległej przyszłości ulegał zmianom.

(wg *Astronomiczeskij Żurnal*, 1964 r., tom XLI, nr 2, str. 413)

A. Wróblewski

Nowe ciała niebieskie. Najlepsze fotografie Księżyca

W trzecim kwartale 1964 r. wprowadzono na orbity 23 sztuczne satelity, zwiększając dotychczasową liczbę lokat do 267. Oddano też jeden strzał do Księżyca. Statystyka wykazuje, że z liczby 249 sztucznych ciał niebieskich stworzonych do dnia 15 maja 1964 r. w tym dniu było jeszcze „na chodzie" — oprócz 10 niekontrolowanych sztucznych planetoid — 65 satelitów, tj. 23%. Reszta spłonęła w atmosferze ziemskiej. Do badań przestrzeni okołoziemskiej ZSRR włączył w okresie sprawozdawczym 13 Kosmosów (nr 33—46).

Z satelitów na szczególną uwagę zasługuje Syncom 3 z 19 sierpnia 1964 r. „zawieszony" na średniej wysokości 35250 km nad równikiem na przecięciu z nim linii zmiany dat. Został przeznaczony do telewizyjnych transmisji przebiegu Olimpiady w Tokio.

Rys. 1. Ostatnia fotografia powierzchni Księżyca dokonana z wysokości około 300 metrów przez „Rangera 7". Odpowiada to zbliżeniu 1200000 razy. Na zdjęciu obejmującym obszar 100×60 metrów widać mikrokratery o średnicy około 1 metra i głębokości 30 cm. Zdjęcie zostało przekazane na Ziemię tylko częściowo, gdyż rakieta podczas przekazywania rozbiła się o powierzchnię Księżyca.

W okresie sprawozdawczym przybyły cztery satelity „wieczne" (trzy Sentry 2 i jeden Syncom 3), przez co liczba ich wzrosła do 16.

Za nowość wprowadzoną przez starterów należy uważać odstrzał dwóch lub trzech satelitów przy pomocy jednej rakiety. W ten sposób wkroczyły na orbity 11 lipca 1964 r. dwa Elektrony, 17 lipca trzy Sentry, 18 sierpnia trzy Kosmosy oraz 22 sierpnia także trzy Kosmosy. Te ostatnie weszły na zasadniczo różniące się od siebie tory (apogeum 1079 i 39855 km).

Na czoło osiągnięć naukowych w okresie sprawozdawczym wysunął się Ranger 7, który wyposażony w 6 kamer telewizyjnych trafił w Księżyc, przesyłając przedtem na Ziemię w dniu 31 lipca 1964 r. w ciągu 16 minut 40 sekund ponad 4000 dobrych zdjęć naszego naturalnego satelity. „Najechał" on na północną połać Mare Nubium pod kątem 25°, dając pod koniec lotu szczegóły powierzchni 1000 razy mniejsze niż najlepsze dotychczasowe fotografie dokonane z Ziemi. Ujawnił całkiem nowe nieznane szczegóły rzeźby księżycowej, sięgając do kraterów o średnicy jednego metra. W jednym z nich widzieliśmy głaz metrowej średnicy, który ten krater stworzył. Ten osobliwy księżycowy film objaśniany przez jego twórcę W. Pickeringa był nielada przeżyciem dla astronomów na XV Kongresie Międzynarodowej Federacji Astronautycznej w Warszawie. Zdjęcia odebrał 26.5-metrowy paraboliczny radioteleskop ustawiony na pustyni Mojane w Kalifornii.

Jan Gadomski

Nowa propozycja „akcji Pluton"

Pluton, najdalsza znana planeta układu słonecznego, jest do dziś bardzo słabo poznana. Masa Plutona, wyznaczona z perturbacji ruchu Urana i Neptuna okazała się być rzędu masy Ziemi. W 1950 r. G. Kuiper zmierzył średnicę tarczy Plutona za pomocą pięciometrowego teleskopu i otrzymał na średnicę liniową planety wartość około 5800 km. Wynik ten przyjęto z niedowierzaniem, albowiem średnia gęstość Plutona wynosiłaby wówczas około 50 g/cm^3, co wydaje się niemożliwe. Albo więc masa Plutona została przeceniona (możliwość istnienia planety transplutonowej zakłócającej ruch Urana i Neptuna), albo średnica globu — niedoceniona. Na tę ostatnią możliwość zwracali już uwagę astronomowie amerykańscy (Alter i wsp., patrz *Urania*, 1954 r., nr 12); przeprowadzili oni szereg eksperymentów, w których mierzono przez teleskop wielkość kulek o różnie wypolerowanej powierzchni. Okazało się, że kulki o powierzchni lustrzanej wydawały się przy obserwacji znacznie mniejsze niż w rzeczywistości. Możnaby zatem sądzić, że — o ile Pluton ma połyskliwą powierzchnię, np. jest pokryty lodem — to jego średnica jest znacznie większa niż to wynika z pomiarów Kuipera. Nie ulega w każdym razie wątpliwości, że o masie i rozmiarach Plutona nie można w tej chwili nic pewnego powiedzieć.

T. Banachiewicz zaproponował kiedyś niezawodną metodę pomiaru średnicy Plutona. Pluton przesuwając się po niebie co pewien czas musi zakrywać jakąś gwiazdę. Średnicę tarczy planety można obliczyć ze znanej prędkości ruchu Plutona obserwując zakrycie co najmniej z dwu obserwatoriów. Proponowano też zmierzyć średnicę Plutona podczas jego przejścia na tle galaktyki NGC 3162 w marcu 1956 r. (*Urania*, 1956 r., str. 77).

Niedawno astronom kanadyjski I. Halliday z Dominion Observatory w Ottawie przypomniał pomysł śledzenia zakryć gwiazd przez Plu-

tona. Zwrócił on uwagę, że przy obecnej technice fotoelektrycznych pomiarów jasności można wyznaczać czas trwania zakrycia nawet bardzo słabych gwiazd. Przy zbliżaniu się Plutona do gwiazdy oba obiekty staną się dla fotometru nierozróżnialne, będzie on mierzył sumaryczne natężenie światła „Pluton + gwiazda"; w momencie kontaktu jasność obserwowana nagle spadnie. Ta sama historia w odwrotnej kolejności powtórzy się przy końcu zakrycia. Na przykład zakrycie gwiazdy $18^m,2$ przez Plutona ($14^m,90$) spowoduje skok jasności od $14^m,85$ do $14^m,90$, co jest możliwe do wykrycia przy użyciu współczesnych fotometrów.

W celu oceny częstości zakryć gwiazd przez Plutona Halliday przeprowadził pomiary liczby gwiazd na niebie w okolicy pozycji Plutona w 1963 r., korzystając z Palomarskiego Atlasu Nieba. Okazało się, że Pluton powinien zakrywać gwiazdę jaśniejszą od 14^m średnio raz na 6 lat, gwiazdę jaśniejszą od 15^m — średnio raz na 3 lata..., wreszcie gwiazdę jaśniejszą od 18^m — średnio raz na rok. Oczywiście tę przewidywaną częstość zakryć należy zmniejszyć kilka razy, aby uwzględnić niemożliwość obserwacji w złą pogodę, podczas koniunkcji Plutona ze Słońcem, czy też ze względu na niekorzystne położenie obserwatorium na kuli ziemskiej, ale wydaje się, że w ciągu 3—5 lat powinna się udać obserwacja jakiegoś zakrycia gwiazdy jaśniejszej od 18^m.

Autor proponuje współpracę kilku obserwatoriów dysponujących dostatecznie silnymi teleskopami. Praca polegałaby na stałym śledzeniu ruchu Plutona, obliczaniu poprawek do efemerydy i przewidywaniu momentów zakryć. Jednoczesna obserwacja zakrycia w kilku obserwatoriach pozwoliłaby wreszcie rozstrzygnąć zagadkę rozmiarów Plutona. Warto dodać, że w tym właśnie celu ruch Plutona śledzi się od kilku lat w Obserwatorium Astronomicznym U. J. (Halliday nic o tym w swoim artykule nie wspomina).

(*Journal Roy. Astr. Soc. Canada*, 1963 r., nr 4)

A. Wróblewski

Pierścień komet poza orbitą Neptuna

Znany astronom amerykański F. I. Whipple wysunął ostatnio hipotezę istnienia poza orbitą Neptuna wielkiego pierścienia komet. We współczesnych teriach kosmogonicznych przyjmuje się na ogół, że planety utworzyły się jako kondensacje w pierwotnej mgławicy otaczającej Słońce. Na krańcach tej mgławicy gęstość materii była już na tyle niewielka, że żadne wielkie kondensacje planetarne nie mogły się utworzyć i materiał pierwotnej mgławicy pozostał rozproszony w małych porcjach tworząc wielki pierścień okołosłoneczny w płaszczyźnie ekliptyki poza orbitą Neptuna. Skład tej materii powinien być podobny do składu dalekich planet: Urana, Neptuna i Plutona, o których sądzi się, że są złożone z zestalonego amoniaku, metanu i wody. Taki skład również mają według obecnych poglądów głowy komet.

Whipple ocenia, że pierścień komet może mieć całkowitą masę około 10—20 mas Ziemi. Jeśli jednak największe ze skupionych tam brył mają średnicę poniżej 200 km, to ich jasność wynosi poniżej 22^m i nie są one dostrzegalne z Ziemi przez największe nawet teleskopy.

Można natomiast sądzić, że pierścień kometarny o tak znacznej masie wprowadza duże zakłócenia do ruchu Neptuna. Dotychczas przyjmuje się, że wszystkie te zakłócenia są powodowane przez Plutona, który musiałby mieć w tym wypadku masę rzędu ziemskiej (por. notatkę

poprzednią w Kronice). Pośrednią odpowiedź na temat słuszności hipotezy Whipple'a mogą więc przynieść dokładne pomiary średnicy Plutona i wynikające z nich oceny jego masy.

(*Scientific American*, Aug. 1964 r., str. 43)

A. Wróblewski

Jasność zaćmienia Księżyca z 25 czerwca 1964 r.

Bardzo ciemne zaćmienia Księżyca, w czasie których jego tarcza przestaje być widoczna, są stosunkowo rzadkim zjawiskiem. Do tego rodzaju zjawisk należy zaliczyć zaćmienie Księżyca z 24/25 czerwca 1964 r. Było to bardzo ciemne zaćmienie i w największej fazie zjawiska tarcza Księżyca nie była widoczna gołym okiem ani też w lunecie. Pomiary fotometryczne wykonane przez J. Bouškę, P. Mayera i A. Mrkosa (Instytut Astronomiczny w Ondrzejowie) wykazały, że w czasie największej fazy zaćmienia tarcza Księżyca była 10 000 razy słabiej oświetlona, aniżeli podczas pełni.

Interesujące jest, że zaćmienie Księżyca z 30 grudnia 1963 r. było bardzo ciemne. Zagadnieniem tym zainteresował się E. M. Broks (Amerykańskie Towarzystwo Geofizyczne) i doszedł do ciekawego wniosku. Po prostu zjawisko to wyjaśnia obecnością pyłu wulkanicznego w atmosferze ziemskiej, który dostał się tam po wybuchu wulkanu Mt Agung na wyspie Bali. Jak pamiętamy, ten straszliwy w skutkach wybuch nastąpił na początku 1963 r. Pył z wybuchu Mt Agung obecny będzie w atmosferze przez jeszcze jakiś okres czasu i dlatego należy oczekiwać, że najbliższe zaćmienie Księżyca, które nastąpi 19 grudnia 1964 r., będzie również bardzo ciemne. Przemawia za tym i ta okoliczność, że według statystyki A. Danjona i G. de Vaucouleursa (*Urania*, 1963, nr 7/8, str. 212—214), zaćmienia Księżyca w okresie minimum aktywności słonecznej są najciemniejsze.

(Wg *Říše hvězd*, 1964, nr 10)

St. R. Brzostkiewicz

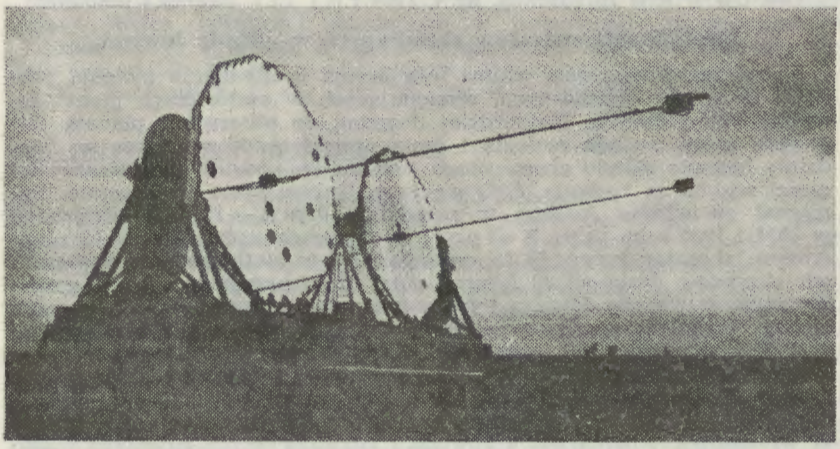
Pomiar średnicy Wegi

Pomiary średnic gwiazd są zagadnieniem bardzo trudnym. Bezpośredni pomiar za pomocą interferometru Michelsona udało się wykonać tylko dla kilkunastu największych i blisko położonych gwiazd. Zrzadka udaje się zmierzyć rozmiary gwiazd leżących w pasie ekliptycznym obserwując ich zakrycia przez Księżyc. Znamy również na ogół rozmiary gwiazd — składników układów zaćmieniowych (*Urania*, 1955 r., str. 307; 1960 r., str. 334; 1961 r., str. 198). Dla przeważającej większości gwiazd rozmiary ocenia się na podstawie ich jasności i typu widmowego.

Niedawno astronomowie australijscy R. Hanbury Brown, C. Hazard, J. Davis i L. Allen opracowali nową metodę pomiarową, która umożliwia pomiar średnic większych od 0,0005 sekund kątowych (dla porównania: za pomocą interferometru Michelsona można mierzyć średnice rzędu setnej części sekundy łuku).

Aparatura ustawiona w Narrabri Observatory koło Sydney składa się z dwóch dużych teleskopów „tafelkowych" o średnicy 6,7 metra. Lustro każdego z nich jest zbudowane z odpowiednio ustawionych 250 sześciokątnych lusterek. W metodzie pomiaru nie jest konieczna dokładnie paraboliczna powierzchnia luster, przez to budowa teleskopu „tafelkowego" jest uproszczona. Oba teleskopy są ustawione na szynach,

po których można je rozsuwać aż do odległości około 190 m. W ognisku teleskopów są umieszczone fotopowielacze. Światło gwiazdy, na którą są wycelowane teleskopy, jest ogniskowane na fotopowielaczach, w których powstają prądy elektryczne. Fluktuacje tych prądów przy danej odległości teleskopów pozwalają obliczyć rozmiary źródła światła, jakim jest gwiazda.



Rys. 1. Układ teleskopów australijskich służących do pomiaru rozmiarów gwiazd.

Pierwszy pomiar przeprowadzono dla Wegi. Na jej średnicę otrzymano wartość 0",0037. Ponieważ odległość Wegi jest znana, można stąd obliczyć, że średnica liniowa Wegi jest 3,2 razy większa od średnicy Słońca.

(*Nature*, 1964 r., nr 4924, str. 1111) *A. Wróblewski*

U węgierskich miłośników astronomii

W Budapeszcie z inicjatywy astronoma prof. dr Gyorge Kulina powstało w 1947 r. planetarium „Urania", ośrodek popularyzacji astronomii w społeczeństwie Węgier.

Lunety astronomiczne tego planetarium często są wystawiane na uczęszczane place miasta. Wykorzystuje się każdą okazję, by pokazać niebo gwiaździste; np. na Budapeszteńskich targach przemysłowych wystawiano 30 cm reflektor, przez który w ciągu 10 dni podziwiało piękno nieba około 10 000 zwiedzających.

Stara twierdza na szczycie góry Gellertberg jest osobliwością Budapesztu, tu obok cytadeli ustawiane są lunety, którymi w dzień można podziwiać plamy na Słońcu, a nocą niebo gwiaździste.

W licznych fabrykach i zakładach pracy tworzą się kółka miłośników astronomii, a ich kierownicy w ciągu 2—3 miesięcy zdobywają w planetarium najniezbędniejsze wiadomości z astronomii. W czasie wakacji szkolnych młodzież licznie odwiedza planetarium i odbywa tam praktyczne przeszkolenie w zakresie astronomii. Dla tych, którzy pragną posiadać własny instrument do obserwacji planetarium urządza kurs szlifowania luster oraz udziela fachowych porad co do budowy lunet ama-

torskich. Jako pomoc podręcznikową dla budujących lunety amatorów prof. Kulin napisał książkę „O sporządzaniu taniego teleskopu", która cieszy się dużym powodzeniem.

W epoce lotów kosmicznych wzrasta coraz bardziej w społeczeństwie Węgier zainteresowanie astronomią, czego dowodem są liczne grupy ludzi odwiedzających planetarium „Urania".

(wg *Ungarische Rundschau*, nr 4, 1964 r.) *Jerzy Ułanowicz*

Identyfikacja związków chemicznych w widmie Jowisza

W podczerwonej części widma leżą pasma pochłaniania molekuł prostych związków chemicznych, występujących w atmosferach planet zewnętrznych i dużych. Najbardziej dogodną do obserwacji planetą jest Jowisz, który posiada rozległą i gęstą atmosferę. Nową pracą w dziedzinie badania składu chemicznego Jowisza na podstawie podczerwonej części widma są badania T. Owena z Uniwersytetu w Arizonie. Porównał on widma Jowisza w przedziale 9000 Å — 10100 Å otrzymane w 1954 i 1955 roku przez Kuipera w Obserwatorium McDonald z widmami laboratoryjnymi. W laboratorium użyto siatkowego spektrografu odbiciowego o dyspersji 20 Å/mm i rury, którą napełniano gazem poszukiwanym w widmie Jowisza i przez którą fotografowano źródło światła białego. Promień świetlny wielokrotnie przechodził długość rury, tak że przy jej geometrycznych rozmiarach 2 metry otrzymano drogę optyczną promienia 80 metrów. Oprócz tego zmieniając ciśnienie i temperaturę gazu w rurze można było tak zmieniać warunki wzbudzenia cząstek gazu, że zmieniała się też pozornie długość drogi promienia świetlnego. W wyniku porównania widm Jowisza i laboratoryjnych zidentyfikowano następujące związki:

związek	pasmo	obfitość
CH_3NH_2	9950 A	8 m
C_2H_4	8715 A	2 m
C_2H_6	9060 A	4 m
SiH_4	9738 A	20 m
CH_3D	9936 A	30 m
HD	7377, 7464 A	500 m

Minimalną ilość gazu wyrażono w metrach drogi optycznej w warunkach laboratoryjnych pod ciśnieniem jednej atmosfery. Pozwala to wyznaczyć względną obfitość gazów w atmosferze Jowisza.

Znaczne zwiększenie naszej wiedzy o składzie chemicznym atmosfer planet przyniosą z pewnością wyniki obserwacji z orbitalnych obserwatoriów astronomicznych, bowiem dalsze przesuwanie się w daleką podczerwień ograniczone jest silnie przez pochłanianie atmosfery ziemskiej.

(Wg *Publications of the Astr. Society of the Pacific*, 75.445 str. 314)
Sławomir Ruciński

Moment pędu gwiazd wizualnie podwójnych

W 1962 r. Brosche (Astronomische Nachrichten, tom 286) podał na podstawie obserwacji, iż momenty pędu gwiazd podwójnych wizualnych są w przybliżeniu proporcjonalne do kwadratów mas gwiazd systemu. Wynik ten przeanalizował ostatnio Eggen, chcąc stwierdzić, jaki wpływ ma nań selekcja obserwacyjna w zakresie odległości składników, okresów obiegu, stosunku mas i stosunku promieni. Z rozważań rachunkowych otrzymał on, iż moment pędu jest proporcjonalny do czynnika

$(m_1+m_2)^{5/3}$ oraz że moment pędu wywołany rotacją składników stanowi nikły ułamek całkowitego momentu pędu. Nieoczekiwanym zupełnie wynikiem jest wyróżnianie się, wśród 42 zbadanych układów podwójnych, czterech oddzielnych maksimów, w które grupują się gwiazdy na histogramie iloczynu momentu pędu przez $(m_1+m_2)^{5/3}$. Wygląda to tak jakby iloczyn ten był „skwantowany", przy czym maksima występują dla wartości 0.42, 0.66, 0.90, 1.15, 1.4, jeśli wyrazimy masy gwiazd w jednostkach masy Słońca, odległości składników w jednostkach astronomicznych i okres obiegu w latach. Z zastrzeżeniem do selekcji obserwacyjnej wynik ten wydaje się być bardzo ciekawy i niespodziewany.

(Wg *Publications of the Astr. Society of the Pacific*, 75.445, str. 308)

Sławomir Ruciński

Z HISTORII ASTRONOMII

„Uranographia" Jana Heweliusza

Już po śmierci Jana Heweliusza wydano jego dzieło pt. „*Prodromus astronomiae cum Catalogo fixarum et firmamentum Sobiescianum*" (Gdańsk 1690), które zostało dedykowane królowi Janowi III. W dedykacji tego pośmiertnego dzieła gdańskiego astronoma czytamy: „*Serenissimo, et Potentissimo Principi ac Domino, Johanni III, Regi Poloniarum, Magno Duci Lithvaniae, Russiae, Prussiae, Masoviae, Samogitiae, Kioviae, Volhiniae, Podoliae, Podlachiae, Livoniae, Smolensciae, Severiae, Czernichoviaeque, Regi, ac Domino meo clementissimo*". Wydaniem dzieła zajęła się druga żona astronoma Elżbieta (z domu Koopman) oraz jego przyjaciel Jan Ernest Schmieden. Dzieło to składa się z trzech części, z których część druga obejmująca katalog gwiazd ma datę wydania 1687 r. Jest więc prawdopodobne, że drukiem tej części kierował jeszcze sam Heweliusz (zmarł 28 stycznia 1687 r.).

Pierwsza część dzieła nosi tytuł „*Prodromus astronomiae*" i obejmuje 142 strony in folio. Jest w niej mowa o sposobie wyznaczania odległości biegunowej ciał niebieskich, o instrumentach i sposobach obserwacji, o wyznaczaniu refrakcji słonecznej, o ruchach i refrakcji gwiazd, o nachyleniu ekliptyki itp. Prawdopodobnie jest to tylko część rękopisu, który zaginął podczas pożaru zabudowań Heweliusza w 1679 r.

Druga część dzieła ma tytuł „*Catalogus stellarum fixarum*", a obejmuje 234 strony in folio. Jak już z samego tytułu wynika jest to katalog gwiazd, który zawiera 1888 gwiazd podzielonych na 79 gwiazdozbiorów. W liczbie tej 950 gwiazd znana była już poprzednikom Heweliusza, a on obserwacjami potwierdził tylko ich pozycje. Natomiast pozycje 335 gwiazd nieba południowego pochodzą z obserwacji dokonanych na wyspie św. Heleny przez Edmunda Halleya (1656—1742), zaś 603 gwiazdy po raz pierwszy obserwował Heweliusz. Część tych gwiazd została przyłączona do istniejących już konstelacji, a z reszty utworzył 12 nowych gwiazdozbiorów, a to: Cerberus, Mons Maenalus, Triangulum Maius, Triangulum Minus, Lacerta, Asterion i Chara (Canes Venatici), Camelopardalis, Scutum Sobiesci, Coma Berenices, Leo Minor, Sextans Uraniae, Lupus (Cerber, Góra Menal, Trójkąt Większy, Trójkąt Mniejszy, Jaszczurka, Psy Gończe, Żyrafa, Tarcza Sobieskiego, Warkocz Bereniki, Lew Mały, Sekstans Uranii, Wilk[1]). Obserwacje do tego kata-

[1]) Do naszych czasów zachowały się nazwy następujących gwiazdozbiorów: Jaszczurka, Psy Gończe, Żyrafa, Tarcza, Warkocz Bereniki, Lew Mały, Sekstant, Trójkąt i Wilk.

logu prowadził Heweliusz od 1657 r. (pozycje gwiazd redukowane są do 1660 r.) i początkowo zamierzał zamieścić w nim 3000 gwiazd, o czym pisze w dziele pt. „*Machina Coelestis*" (część I, str. 62, Gdańsk 1673). O katalogu Heweliusza wspomina Jan B. J. Delambre (1749—1822) w dziele pt. „*Historie de l'astronomie*" (Paryż 1817—1827) i podaje, że jest lepszy od słynnego katalogu Tychona Brahe (1546—1601), który zawiera 1005 gwiazd, ale tylko 777 po raz pierwszy obserwowanych.

Wreszcie trzecia część dzieła Heweliusza nosi tytuł „*Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia*" i jest właściwie atlasem nieba. Tuż za kartą tytułową następuje piękna rycina przedstawiająca Uranię w otoczeniu 10 astronomów, a na pierwszym planie Heweliusza z tarczą Sobieskiego w ręku [2]). Chcąc bowiem uwieńczyć na niebie pamięć króla Jana III, który odwiedził go w 1677 r. w Gdańsku, a następnie obdarzył licznymi dobrodziejstwami, jeden z utworzonych gwiazdozbiorów nazwał Tarcza Sobieskiego. Wyobraża ona rodzinny herb króla Janinę, a składa się z gładkiej tarczy, do której Heweliusz dodał krzyż na pamiątkę zwycięstwa oręża polskiego w 1683 r. pod Wiedniem. Po tej rycinie idzie wstęp na 21 stronach, a następnie 54 przepysznie wykonanych map poszczególnych gwiazdozbiorów, które objęte są katalogiem gwiazd oraz dwie wielkie mapy przedstawiające obie półkule nieba. Mapy opatrzone są rzutami linii astronomicznych (ekliptyka, równik itp.), a ich miedzioryty wykonał Karol Haye.

Niestety, ostatnie dzieło Heweliusza mimo bardzo starannego wydania i wyposażenia w piękne mapy nieba, nie znalazło spodziewanego przyjęcia w ówczesnym świecie naukowym. Prawnuk gdańskiego astronoma Daniel Gottlieb Davisson w liście z 1778 r. skierowanym do Bernoulliego pisze, że matka jego posiada płyty z miedziorytami do „*Prodromusa*", ale zamyśla je sprzedać kotlarzowi, ponieważ uczeni lekceważą je sobie. Jednym z powodów tej obojętności był fakt, że Heweliusz jako jeden z ostatnich astronomów pozycje gwiazd wyznaczał za pomocą kwadrantu i sekstansu. Wiemy, że już Jan Flamsteed (1646—1719) do obserwacji tych stosował lunetę połączoną z sekstansem i w dziele pt. „*Historia coelestis britannica*" (Londyn 1725) zamieścił katalog 3310 gwiazd, na podstawie którego wydany został atlas pt. „*Atlas Coelestis*" (Londyn 1929). Należy jednak dodać, że różnica między pomiarami Flamsteeda a Heweliusza była niewielka i na osiem obserwacji kontrolnych tylko w jednym wypadku wyniosła 55″, a w pozostałych siedmiu zaledwie 15″.

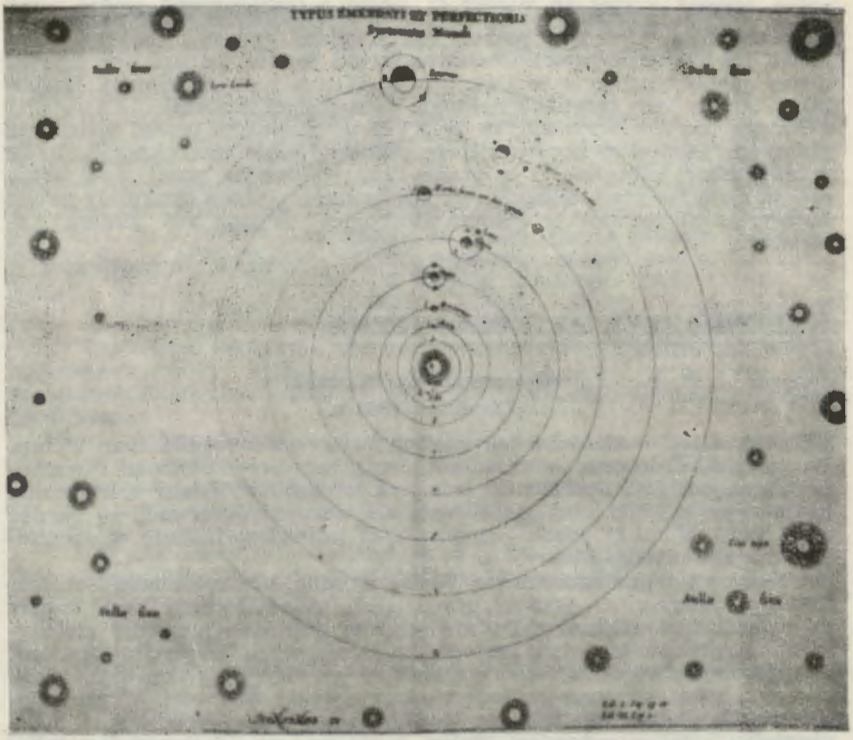
Stanisław R. Brzostkiewicz

TO I OWO

Plamy słoneczne jako „planety Burbonów"

W 1654 r. znany fizyk niemiecki Otton Guericke (1602—1686) odkrył półkule magdeburskie, które zapewne z ławy szkolnej znane są wszystkim Czytelnikom „*Uranii*". Do doświadczenia tego użył dwóch półkul o średnicy 42 cm, z których wypompował powietrze, a następnie do każdej z nich zaprzągł dwie pary koni. Półkule pozostały nie ro-

[2]) U dołu tej ryciny czytamy: „*Gedani Anno 1687*" (zob 3 strona okładki „*Uranii*" z 1962 r., nr 2). Wynika z tego, że i ta część dzieła była drukowana wcześniej od części pierwszej.



Rys. 1. Rysunek systemu kopernikowskiego z dzieła Ottona Guericke pt. *„Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio"* (Amsterdam 1672), na którym plamy słoneczne przedstawione są jako „planety Burbonów"

zerwane i to mimo tego, że były ze sobą tylko zetknięte. Zjawisko to tłumaczymy parciem powietrza atmosferycznego na zewnętrzne ściany półkuli, które nie zostało zrównoważone ciśnieniem od wnętrza.

Monografię tych półkul Guericke opublikował w dziele pt. *„Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio"* (Amsterdam 1672 *), którego znaczną część poświęcił propagandzie systemu kopernikowskiego. W dziele tym zamieszczony jest niezwykle ciekawy rysunek układu heliocentrycznego, bowiem widzimy na nim aż osiem planet. Wiadomo natomiast, że w owym czasie znano tylko sześć planet, ponieważ Uran i Neptun nie były jeszcze odkryte (Uran został odkryty w 1781 r. przez W. Herschela, a Neptun w 1846 r. przez J. G. Gal-

*) Prospekt tej monografii publikował Stanisław Lubieniecki w dziele pt. *„Theattrum cometicum"* (Amsterdam 1667).

lego według obliczeń U. J. Leverriera). Zresztą na rysunku tym zaznaczone są tylko trzy planety górne (Mars, Jowisz i Saturn), które znano już w starożytności. Ciekawostką zaś jest to, że widzimy tam aż cztery planety dolne, a to: Merkurego, Wenus i dwie „planety Burbonów" (orbity tych ostatnich położone są najbliżej Słońca).

Należy bowiem wyjaśnić, że w XVII w. niektórzy uczeni sądzili, iż plamy na Słońcu to poprostu małe planety. Miały one okrążać Słońce w niewielkiej odległości i w czasie licznych przejść przed jego tarczą dawać zjawisko plam słonecznych. Niefortunne planety otrzymały nawet nazwy: jedni nazwali je „Sidera Borbonica", a inni zaś „Sidera Austriaca".

St. R. Brzostkiewicz

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski
Grudzień 1964 r.

Rankiem nad wschodnim horyzontem świeci pięknym blaskiem Wenus. Wenus zbliża się jednak na niebie coraz bardziej do Słońca i wschodzi coraz później. Pod koniec miesiąca w pobliżu Wenus teoretycznie powinniśmy odnaleźć też Merkurego, ale warunki obserwacji są bardzo złe i słaby Merkury (około +1 wielkości gwiazdowej) ginie w promieniach wschodzącego Słońca.

Wieczorem w gwiazdozbiorze Wodnika odnajdziemy jeszcze Saturna. Także z wieczora i jeszcze prawie całą noc widoczny jest Jowisz w gwiazdozbiorze Barana. Podajemy dalej dokładne momenty ciekawszych zjawisk w układzie czterech galileuszowych księżyców Jowisza. Po północy łatwo odnajdziemy Marsa na granicy gwiazdozbiorów Lwa i Panny, jako czerwoną gwiazdę około pierwszej wielkości. W gwiazdozbiorze Lwa widoczny też jest Uran, którego możemy odszukać przez niewielką lunetkę, natomiast Pluton, także w Lwie, dostępny jest tylko przez wielkie teleskopy. Neptun przebywa jeszcze zbyt blisko Słońca na niebie i jest niewidoczny.

Przez większe lunety możemy też odnaleźć wśród gwiazd dwie planetoidy około 9 wielkości: Melpomenę w gwiazdozbiorze Oriona i Metis na granicy gwiazdozbiorów Bliźniąt, Byka, Woźnicy i Oriona. W połowie miesiąca obie planetoidy znajdą się w przeciwstawieniu ze Słońcem względem Ziemi, a w związku z tym widoczne są przez całą noc w dogodnych warunkach obserwacyjnych.

W tym miesiącu przypadają też dwa zaćmienia: niewidoczne w Polsce częściowe zaćmienie Słońca i **całkowite zaćmienie Księżyca** widoczne w Polsce po północy 18/19 grudnia. Szczegóły dotyczące obydwu zaćmień podane są dalej pod odpowiednią datą.

$1^{d}5^{h}$ Złączenie Wenus z Księżycem w odległości 2°. Rankiem nad wschodnim horyzontem obserwujemy piękną konfigurację Wenus i sierpa Księżyca.

1/2 Obserwujemy początek zakrycia i koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza oraz wędrówkę 3 księżyca i jego cienia na tle tarczy planety. Wieczorem obydwa księżyce zbliżają się z dwóch stron do brzegów tarczy Jowisza. O $19^{h}27^{m}$ księżyc 1 kryje się za brzegiem tarczy, a o $21^{h}33^{m}$ księżyc 3 znika na jej tle. Księżyc 1 przechodzi poza tarczą planety i ukazuje się nagle z jej cienia blisko prawego brzegu (patrząc

przez lunetę odwracającą) o 22^h5^m. O 23^h21^m na tarczy Jowisza pojawia się plamka cienia księżyca 3, a sam księżyc 3 kończy swoje przejście i ukazuje się znowu o 23^h27^m. Cień księżyca 3 wędruje po tarczy planety do 1^h32^m.

2^d3^h Niewidoczne złączenie Neptuna z Księżycem.

$2/3^d$ Tej nocy obserwujemy przejście dwóch księżyców i ich cieni na tle tarczy Jowisza. Po zachodzie Słońca nie widzimy w pobliżu Jowisza księżyca 1, który przechodzi na tle tarczy planety i jest niewidoczny; natomiast dostrzegamy na tarczy plamkę cienia tego księżyca, widoczną do 19^h13^m, podczas gdy sam księżyc 1 kończy swoje przejście wcześniej, bo o 18^h42^m. Tymczasem do brzegu tarczy planety zbliża się księżyc 2 i po północy obserwujemy wędrówkę plamki cienia tego księżyca po tarczy Jowisza. Księżyc 2 dociera do brzegu tarczy i znika na jej tle o 0^h36^m, jego cień pojawia się na niej o 1^h35^m; księżyc kończy swoje przejście o 2^h38^m, a jego cień o 4^h2^m.

$3/4^d$ Częściowe zaćmienie Słońca niewidoczne w Polsce. Zaćmienie widoczne będzie w północno-wschodniej części Azji, w skrajnej północno-zachodniej części Ameryki Północnej i w północnej części Oceanu Spokojnego.

$4^d22^h13^m$ Obserwujemy koniec zaćmienia 2 księżyca Jowisza. Księżyc ten skrył się za tarczą planety o 18^h43^m, potem przechodził przez strefę cienia zrzucanego przez Jowisza i pojawi się nagle z prawej strony tarczy (w lunecie odwracającej) w odległości równej promieniowi tarczy planety od jej brzegu.

5^d O 9^h złączenie Marsa z Uranem, a o 23^h bliskie złączenie Merkurego z Księżycem. Na północnej półkuli teoretycznie powinno być widoczne zakrycie Merkurego przez tarczę Księżyca.

$7/8^d$ Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Księżyc znika na tle tarczy planety o 23^h53^m, jego cień pojawi się na niej o 0^h29^m; księżyc 1 ukazuje się znowu o 2^h1^m, a jego cień opuszcza tarczę planety o 2^h39^m.

$8/9^d$ Obserwujemy początek zakrycia i koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza oraz wędrówkę księżyca 3 i jego cienia na tle tarczy planety. Księżyc 1 kryje się za brzegiem tarczy o 21^h12^m i dokładnie o północy pojawi się nagle z cienia planety blisko prawego brzegu jej tarczy. Natomiast księżyc 3 przejdzie na tle tarczy w godzinach od 0^h52^m do 2^h49^m, a dopiero o 3^h23^m na tarczy Jowisza pojawi się plamka cienia tego księżyca, widoczna aż do zachodu Jowisza w Polsce.

9^d7^h Merkury nieruchomy w rektascensji. Wieczorem obserwujemy przejście księżyca 1 i jego cienia na tle tarczy Jowisza. Początek przejścia księżyca o 18^h19^m, cienia o 18^h58^m; koniec przejścia księżyca o 20^h28^m, koniec wędrówki cienia o 21^h8^m.

10^d5^h Wenus w bliskim złączeniu z Neptunem w odległości około 0°.1. Rankiem możemy spróbować odszukać przez lunetę Neptuna jako słabą gwiazdkę około 8 wielkości na północ od jasnego dysku Wenus. Tego też dnia o 13^h nastąpi niewidoczne złączenie Saturna z Księżycem. Wieczorem o 18^h29^m obserwujemy też koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza; księżyc ten z wieczora niewidoczny pojawi się nagle z cienia planety blisko prawego brzegu jej tarczy.

$11/12^d$ Tej nocy będziemy świadkami początku zakrycia i końca zaćmienia 2 księżyca Jowisza. Księżyc ten skryje się za brzegiem tarczy planety o 20^h59^m, a pojawi się nagle z jej cienia o 0^h50^m w odległości równej promieniowi tarczy od jej prawego brzegu.

12^d Tego wieczora warto uważnie obserwować Jowisza zaraz po za-

chodzie Słońca. Otóż blisko prawego brzegu tarczy planety (w lunecie odwracającej) dostrzeżemy 3 księżyc Jowisza. Księżyc ten oddala się od brzegu tarczy i o 17^h32^m zniknie nagle w cieniu planety. Koniec zaćmienia nastąpi o 19^h44^m, kiedy to księżyc ten równie nagle wyjdzie ze strefy cienia planety w odległości równej prawie średnicy tarczy od jej prawego brzegu.

13^d Zaraz po zachodzie Słońca dostrzegamy w pobliżu Jowisza brak jego 2 księżyca, który przechodzi przed tarczą planety i ukaże się o 18^h25^m, natomiast plamka cienia tego księżyca widoczna jest na tarczy planety do 19^h58^m.

$15/16^d$ O 22^h58^m księżyc 1 Jowisza kryje się za tarczą planety, by o 1^h56^m pojawić się nagle z jej cienia blisko prawego brzegu tarczy.

16^d10^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odległości około 2°. Wieczorem obserwujemy wędrówkę 1 księżyca i jego cienia na tle tarczy Jowisza. Księżyc 1 znika na tle tarczy o 20^h5^m, a plamka cienia pojawia się na niej o 20^h53^m; księżyc kończy sweje przejście o 22^h14^m, a jego cień o 23^h3^m.

$17^d20^h25^m$ Koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza; księżyc ten pojawi się nagle z cienia planety blisko prawego brzegu jej tarczy.

18^d22^h Dolne złączenie Merkurego ze Słońcem. O 23^h18^m nastąpi też początek zakrycia 2 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

$18/19^d$ Tej nocy nastąpi całkowite zaćmienie Księżyca. Początek zaćmienia widoczny będzie w Ameryce, na Atlantyku, na Oceanie Lodowatym, w Europie, w zachodniej części Azji, w Afryce i w zachodniej części Oceanu Indyjskiego. Koniec zaćmienia widoczny jest we wschodniej części Pacyfiku, w Ameryce, na Atlantyku, na Oceanie Lodowatym, w Europie i w zachodniej części Afryki.

W Polsce całkowity przebieg zaćmienia widoczny będzie po północy. W Warszawie Księżyc wschodzi 18 grudnia o 14^h52^m, zachodzi 19 grudnia o 8^h3^m. Podajemy dokładne momenty poszczególnych faz zaćmienia (według *Rocznika Astronomicznego* Inst. Geodezji i Kartografii w Warszawie):

wejście Księżyca w półcień	1^h	$0^m.8$
początek zaćmienia częściowego	1	59.2
początek zaćmienia całkowitego	3	7.3
moment największej fazy	3	37.3
koniec zaćmienia całkowitego	4	7.3
koniec zaćmienia częściowego	5	15.3
wyjście Księżyca z półcienia	6	13.8

Obserwując zaćmienie Księżyca zwróćmy jednak na chwilę uwagę na Jowisza. O 3^h26^m zaobserwujemy koniec zaćmienia jego 2 księżyca, który pojawi się nagle z cienia planety w odległości równej prawie promieniowi tarczy od jej prawego brzegu.

19^d Wieczorem obserwujemy przebieg zakrycia i zaćmienia 3 księżyca Jowisza. Księżyc ten skryje się za brzegiem tarczy planety o 18^h5^m i pojawi się spoza niej z drugiej strony o 20^h10^m. Następnie oddalając się od brzegu tarczy księżyc 3 zniknie nagle w cieniu planety o 21^h33^m i równie nagle pojawi się znowu o 23^h46^m, ale już w odległości większej niż średnica tarczy od jej brzegu.

20^d15^h Uran nieruchomy w rektascensji. Wieczorem księżyc 2 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Początek przejścia księżyca nastąpi o 18^h23^m, przejście cienia o 20^h9^m; księżyc 2 ukończy swoje przejście o 20^h46^m, a jego cień o 22^h35^m.

$21^d20^h50^m$ Słońce wstępuje w znak Koziorożca i jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 270°. Mamy początek zimy astronomicznej na półkuli północnej.

$22/23^d$ O 0^h46^m księżyc 1 Jowisza kryje się za brzegiem tarczy planety, a o 3^h51^m pojawia się nagle ze strefy cienia.

23^d Księżyc 1 i jego cień wędruje na tle tarczy planety. Księżyc 1 rozpoczyna przejście o 21^h53^m, a jego cień o 22^h49^m; księżyc kończy wędrówkę o 24^h1^m, jego cień o 24^h58^m.

24^d O 7^h złączenie Księżyca z Uranem i o 20^h z Marsem. Wieczorem 1 księżyc Jowisza skryje się o 19^h12^m za brzegiem tarczy planety, a o 22^h20^m pojawi się ze strefy cienia blisko prawego brzegu tarczy.

25^d17^h Pluton nieruchomy w rektascensji.

26^d1^h Wenus w złączeniu z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona.

$26/27^d$ Ponownie obserwujemy całkowity przebieg zakrycia i zaćmienia 3 księżyca Jowisza (por. przebieg zjawiska 19 grudnia). Początek zakrycia nastąpi o 21^h34^m, koniec o 23^h43^m; początek zaćmienia o 1^h35^m, koniec o 3^h49^m.

$27/28^d$ Księżyc 2 Jowisza przechodzi wraz ze swym cieniem na tle tarczy planety. Początek przejścia księżyca o 20^h45^m, przejście cienia o 22^h46^m; koniec wędrówki księżyca o 23^h9^m, cienia o 1^h12^m.

29^d O 4^h Merkury nieruchomy w rektascensji, o 10^h Neptun w złączeniu z Księżycem.

$30/31^d$ Obserwujemy ostatnie w tym roku przejście księżyca 1 i jego cienia na tle tarczy Jowisza. Księżyc rozpoczyna swoje przejście o 23^h41^m, a jego cień pojawia się na tarczy planety o 0^h44^m; księżyc kończy swą wędrówkę o 1^h50^m, a jego cień o 2^h53^m.

31^d15^h Wenus w bliskim złączeniu z Księżycem. Zakrycie Wenus przez tarczę Księżyca widoczne będzie na południowym Pacyfiku, w Ameryce Południowej i w południowej Afryce. O 23^h Merkury znajdzie się także w złączeniu z Księżycem w odległości 2^h. W Noc Sylwestrową prawdopodobnie nikt nie będzie obserwował Jowisza, odnotujmy jednak, że o 21^h1^m nastąpi początek zakrycia 1 księżyca przez tarczę planety, a o 24^h15^m koniec zaćmienia tego księżyca.

Minima Algola (beta Perseusza): grudzień 1^d19^h, 16^d3^h, 19^d0^h, 21^d21^h, 24^d18^h.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Odległości bliskich planet

Data 1964	WENUS				MARS			
	od Słońca		od Ziemi		od Słońca		od Ziemi	
	j. a.	mln km	j. a.	mln km	j. a.	mln km	j. a.	mln km
XI 27	0.719	107.5	1.320	197.3	1.641	245.3	1.411	210.9
XII 7	0.720	107.7	1.373	205.3	1.647	246.2	1.319	197.2
17	0.721	107.8	1.423	212.8	1.653	247.1	1.225	183.2
27	0.723	108.0	1.470	219.7	1.657	247.8	1.132	169.2

Grudzień 1964 r. PLANETY I PLANETOIDY

Data 1964	1h czasu środk.-europ. α	δ	Warszawa wsch.	zach.
	MERKURY			
	h m	°	h m	h m
XI 27	17 36	−25.8	9 24	16 15
XII 6	18 18	−25.0	9 21	16 24
16	18 03	−22.3	8 07	15 49
26	17 15	−20.0	6 24	14 39
	Niewidoczny.			
	MARS			
XI 26	10 49	+ 9.7	23 10	12 54
XII 6	11 06	+ 8.2	22 56	12 24
16	11 22	+ 6.8	22 40	11 52
26	11 35	+ 5.6	22 20	11 20
	Widoczny w drugiej połowie nocy jako czerwona gwiazda około +0.8 wielkości na granicy gwiazdozbiorów Lwa i Panny.			
	SATURN			
XI 16	22 05	−13.5	13 11	22 45
XII 6	22 08	−13.2	11 53	21 30
26	22 14	−12.7	10 31	20 21
	Widoczny jeszcze z wieczora w gwiazdozbiorze Wodnika (+1.1 wielk. gwiazd.).			

1h czasu środk.-europ. α	δ	Warszawa wsch.	zach.
WENUS			
h m	°	h m	h m
13 59	−10.2	4 08	14 19
14 46	−14.2	4 38	14 05
15 36	−17.8	5 10	13 53
16 27	−20.5	5 40	13 47
Widoczna jeszcze rankiem nisko nad wschodnim horyzontem, jako jasna gwiazda około −3.4 wielkości.			
JOWISZ			
3 09	+16.4	14 54	5 53
3 04	+16.1	14 11	5 08
3 00	+15 9	13 29	4 22
2 57	+15.7	12 48	3 39
Widoczny prawie całą noc w gwiazdozbiorze Barana (−2.3 wielkości gwiazd.).			
URAN			
11 03	+ 6.9	0 24	13 32
11 05	+ 6.7	23 03	12 15
11 05	+ 6.7	21 44	10 56
Widoczny prawie całą noc w gwiazdozbiorze Lwa (około 5.8 wielk. gwiazd.).			

	α	δ	w połud.
	NEPTUN		
	h m	°	h m
XI 17	15 03.4	−15 31′	10 53
XII 7	15 06.3	−15 42	9 38
27	15 08.9	−15 52	8 21
	Niewidoczny.		
	PLANETOIDA 18 MELPOMENA		
XI 21	5 31.7	+ 3 59	1 08
XII 1	5 22.6	+ 3 43	0 20
11	5 12.1	+ 3 55	23 25
21	5 02.1	+ 4 34	22 35
31	4 54.1	+ 5 37	21 48
	Około 9.3 wielk. gwiazd. Widoczna przez całą noc w gwiazdozbiorze Oriona. Opozycja 11 grudnia.		

α	δ	w połud.
PLUTON		
h m s	°	h m
11 30 34	+18 24.′3	7 22
11 31 42	+18 27.7	6 04
11 32 03	+18 36.4	4 46
Widoczny pod koniec nocy w gwiazdozbiorze Lwa, ale dostępny tylko przez wielkie teleskopy (14.5 wielk. gwiazd.).		
PLANETOIDA 9 METIS		
6 19.5	+24 58	1 56
6 13.2	+25 40	1 10
6 03.7	+26 22	0 21
5 52.5	+26 59	23 26
5 41.4	+27 27	22 35
Około 9.1 wielk. gwiazd. Widoczna przez całą noc na granicy gwiazdozbiorów Bliźniąt i Byka. Opozycja 20 grudnia.		

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

Grudzień 1964 r.

SŁOŃCE

Data	1h 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 26	+12.8	16 07	−20.9	7 50	15 52	7 32	15 46	7 26	15 52	7 34	15 30	7 09	15 45	7 15	15 31	7 01	15 37	7 10	15 18
XII 6	+ 9.1	16 50	−22.5	8 10	15 44	7 46	15 40	7 40	15 46	7 50	15 22	7 23	15 39	7 29	15 25	7 15	15 31	7 25	15 11
16	+ 4.5	17 34	−23.3	8 29	15 43	7 56	15 39	7 50	15 46	8 01	15 20	7 33	15 39	7 39	15 24	7 25	15 31	7 35	15 10
26	− 0.5	18 18	−23.4	8 46	15 47	8 03	15 43	7 55	15 50	8 07	15 25	7 38	15 43	7 45	15 28	7 30	15 35	7 41	15 14

KSIĘŻYC

Data	1h czasu środk.-europ.		Warszawa		Data	1h czasu środk.-europ.		Warszawa		Data	1h 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	14 16	− 9.4	4 12	14 32	XII 11	22 33	−14.3	12 17	22 32	XII 21	7 54	+23.8	18 11	10 06
2	15 02	−14.0	5 24	14 51	12	23 21	− 9.9	12 35	23 47	22	8 58	+21.3	19 34	10 45
3	15 50	−17.9	6 34	15 14	13	0 08	− 4.9	12 52	—	23	9 57	+17.5	20 59	11 13
4	16 40	−21.1	7 42	15 43	14	0 56	+ 0.6	13 07	1 03	24	10 52	+12.8	22 19	11 34
5	17 30	−23.3	8 46	16 19	15	1 46	+ 6.2	13 26	2 22	25	11 44	+ 7.5	23 37	11 52
6	18 22	−24.5	9 41	17 05	16	2 38	+11.7	13 47	3 44	26	12 32	+ 2.1	—	12 08
7	19 14	−24.5	10 28	17 59	17	3 35	+16.7	14 14	5 12	27	13 19	− 3.2	0 50	12 23
8	20 05	−23.5	11 03	19 03	18	4 36	+20.9	14 52	6 39	28	14 05	− 8.3	2 02	12 40
9	20 56	−21.4	11 35	20 10	19	5 40	+23.6	15 44	8 03	29	14 51	−12.9	3 13	12 57
10	21 45	−18.4	11 58	21 21	20	6 47	+24.6	16 51	9 14	30	15 38	−17.0	4 24	13 19
										31	16 27	−20.4	5 32	13 45

Fazy Księżyca:

		d	h
Ostatnia kw.	XI	26	8
Nów	XII	4	8
Pierwsza kw.	XII	12	2
Pełnia	XII	19	7
Ostatnia kw.	XII	25	20

	Odległość Księżyca od Ziemi	Średnica tarczy
	d h	
Najw. XI	6 13	29'.4
Najm. XI	19 12	33.5

CONTENTS

B. Kuchowicz — Origin of Elements in Stars (I).
A. Marks — Dwarf Galaxies.
Chronicle: Solar Activity in the Miocene Period. — New Cosmic Bodies. The Best Photographs of the Moon. — New Proposal of an „Action Pluto". — A Ring of Comets Beyond the Orbit of Neptune. — Brightness of the Lunar Eclipse of June 25, 1964. — Measurement of the Diameter of Vega. — Hungarian Amateurs of Astronomy. — Identification of Chemical Compounds in the Spectrum of Jupiter. — Angular Momentum of Visual Binary Systems.
History of Astronomy: „Uranographia" of Jan Heweliusz.
Here and There.
Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Б. Кухович — Возникновение элементов в звездах (I).
А. Маркс — Карликовые галактики.
Хроника: Солнечная активность в миоцене. — Новые небесные тела. Самые лучшие фотоснимки Луны. — Новое предложение „акции Плутон". — Кольцо комет вне орбиты Нептуна. — Яркость лунного затмения 25 июня 1964. — Измерение диаметра Веги. — У венгрийских любителей астрономии. — Идентификация химических соединений в спектре Юпитера. — Момент количества движения визуально двойных звезд.
Астрономический календарь.

ADRESY ODDZIAŁÓW PTMA

Biała Podlaska — Powiatowy Dom Kultury.
Białystok — ul. Kilińskiego 1, Zakład Fizyki Akademii Medycznej, tel. 55-91, wn. 61.
— Śląskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne.
Chorzów I, skr. poczt. 10, tel. 301-49.
Częstochowa — Al. Pokoju 4, m. 62.
Dąbrowa Górnicza — ul. Okrzei 15 (Zofia Piaskowska). Sekretariat: Cz. godz. 19—20.
Frombork — Wieża Wodna. Pokazy i sekr.: godz. 16—18. Zebrania w drugi czw. każdego m-ca.
Gdańsk — Ludowe Obserwatorium Astronomiczne, Gdańsk-Oliwa, ul. Piastowska 32, tel. 64-19. Sekretariat: Po. Czw. godz. 17—19.
Gdynia — Kamienna Góra, ul. Mickiewicza 5 m. 4.
Gliwice — ul. Marcina Strzody 2 gmach Biura Projektów Przemysłu Węglowego). Sekretariat: Czw. godz. 17—19. Pokazy nieba: Jan Kasza, Ruda Śląska 1, ul. Obrońców Wołgogradu 32, tel. Zabrze 33-01, wn. 155.
Jelenia Góra — ul. Obrońców Pokoju 10 (Szkoła Rzemiosł Budowlanych). Sekretariat: godz. 8—15. Pokazy nieba: Sob. godz. 20—22, ul. Mickiewicza 30/10.
Katowice — ul. Szopena 8, m. 3 (Cezary Janiszewski).
Kraków — ul. Solskiego 30, III p. Sekretariat: Pon. Pi. godz. 18—20.
Krosno n/W. — ul. Nowotki 1 I p. (Jan Winiarski).
Łódź — ul. Traugutta 18, pok. 412 tel. 250-02. Sekretariat: Czw. godz. 17—19.
Nowy Sącz — ul. Jagiellońska 50a, tel. 80-52. Sekretariat: Pon. Śr. Pi. 16—20.
Olsztyn — Muzeum Mazurskie I p., tel. 24-74 (W. Radziwinowicz).
Opole — ul. Strzelców Bytomskich 3, (Woj. Dom Kultury) pok. 43. Sekretariat: godz. 16—18.
Ostrowiec Świętokrzyski — Al. 1-go Maja II p. (Zakładowy Dom Kultury).
Oświęcim — ul. Wł. Jagiełły 12. Pokazy nieba: T. Szufa, ul. Młyńska 7.
Poznań — ul. Stary Rynek 9/10. Sekretariat: Wt. Czw. godz. 17—19.
Szczecin — Al. Piastów 19, pok. 206 (Katedra Fizyki Politechniki Szczecińskiej) tel. 470-91, wn. 276.
Szczecinek — ul. T. Kościuszki 10, m. 3, tel. 25—86.
Toruń — ul. Nowickiego 39/45 (Maria Kędzierska). Sekretariat: Czw. Sob. godz. 18—20. Odczyty: Pon. godz. 18 w Col. Max. UMK.
Warszawa — Al. Ujazdowskie 4. Sekretariat: Wt. Czw. Sob. godz. 18—21.
Wrocław — ul. Piotra Skargi 18a (Wzgórze Partyzantów), tel. 347-32. Sekretariat: godz. 9—11 oraz 18—19.

Red. nacz.: A. Wróblewski. **Sekr. Red.:** G. Sitarski. **Red. techn.:** A. Cichowicz. **Adres Redakcji:** Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. **Rada Redakcyjna:** J. Mergentaler, J. Gadomski, A. Piaskowski, K. Rudnicki, K. Serkowski, A. Słowik, A. Woszczyk. **Wydawca:** Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Główny. **Warunki prenumeraty** — roczna: 72 zł, półroczna: 36 zł, cena 1 egz. 6 zł, dla członków PTMA — w ramach składki: 60 zł rocznie. **Druk:** Krakowska Drukarnia Prasowa, Kraków, ul. Wielopole 1. — Zam. 2372/64. Nakład 3.300 egz. Ark. druku 2. G-43

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w TORUNIU