



URANIA

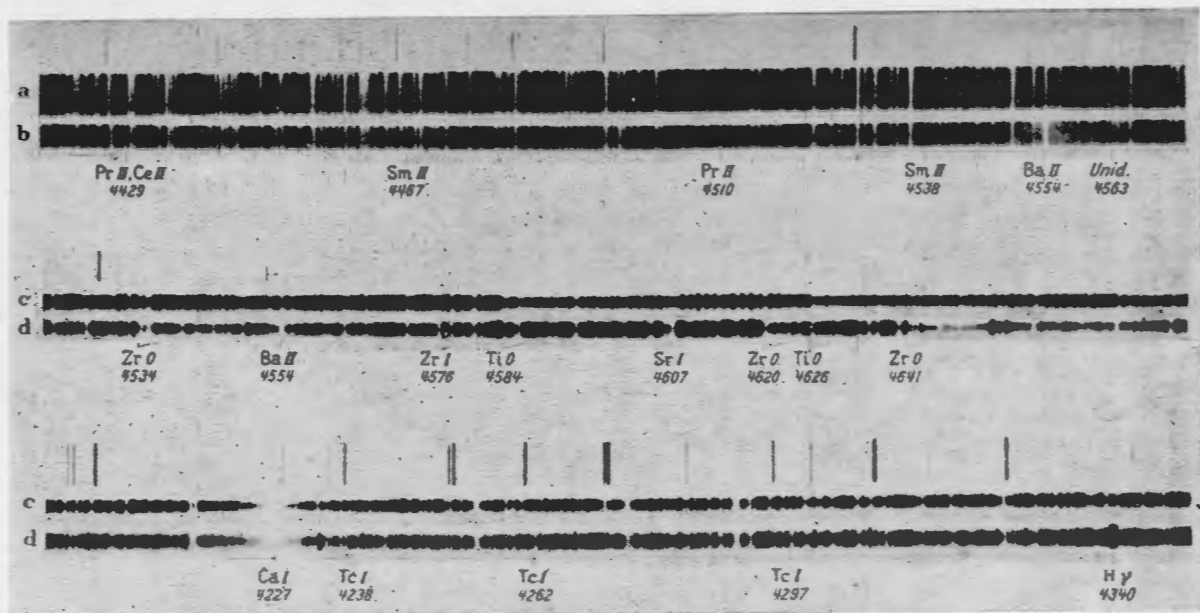
MIESIĘCZNIK

POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXXVI

KWIECIEŃ 1965

Nr 4



Fragmenty widm gwiazd, wskazujące na występowanie procesu s

Pas górny, a — gwiazda normalna klasy G (η Geminorum) oraz b — gwiazda klasy Ba II (HD46407) z wyraźnie zaznaczonymi liniami powstającego w procesie s baru i niektórych lantanowców.

Pas środkowy, c — gwiazda klasy M (56 Leonis) z liniami TiO oraz d — gwiazda klasy S (R. Andromedae). Pasma ZrO zastępują tu pasma TiO, a linie SrI, ZrI i BaII są tu wyraźnie zaznaczone.

Pas dolny, c — inny fragment widma gwiazdy klasy M — 56 Leonis (Linie Tc I są bądź osłabione, bądź nie występują) oraz d — gwiazda R Andromedae z wyraźnie zaznaczonymi liniami Tc I, nie występującego w stanie naturalnym na Ziemi technetu.

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA
MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXXVI KWIECIEŃ 1965 Nr 4

SPIS TREŚCI

Włodzimierz Zonn — Nauka o przestrzeni (II).

Bronisław Kuchowicz — Powstawanie pierwiastków chemicznych w gwiazdach (V).

Krzysztof Ziolkowski — Współczesne koncepcje kosmologiczne.

Kronika: Jubileusz dr Lucjana Orłkiszca. — Promieniowanie roentgenowskie jądra galaktycznego. — Czy uda się naśladować gwiazdy na Ziemi? — Badania nad promieniowaniem kosmicznym w Łodzi. — Indianie, Chłirczyce i Supernowa z r. 1054.

Obserwacje: Bolid nad Polską w dniu 14 stycznia 1965 r.

Kalendarzyk historyczny.

To i owo: Dowcipne potknięcia na egzaminach. — Precyzyjnie nawiazanie wskazań zegarów przy użyciu satelity Teistar.

Kalendarzyk astronomiczny.

ILUSTRACJE NA OKŁADCE

Pierwsza strona okładki: Jasne młode gwiazdy w Monocerosie oświetlające materię pozostałą po ich utworzeniu (zdjęcie wykonane w Obserwatorium Mount Wilson i Palomar).

Druga strona okładki: Fragmenty widm gwiazd, wskazujące na występowanie procesu s (do artykułu Br. Kuchowicza).

Trzecia strona okładki: Rysunek skalny w Kanionie Navajo w stanie Arizona, przedstawiający sierp Księżycy i Supernową z roku 1054, wykonany przez Indian Pueblo (patrz Kronika).

Czwarta strona okładki: Rakietą Saturn-I przed startem w Przylądka Kennedy w marcu 1963 r.

Kolejny odcinek z cyklu pt. „Nauka o przestrzeni” prof. dra W. ZONNA poświęcony jest podstawowym problemom astronomii — nauki technicznej, która tak ściśle współpracuje z nauką o przestrzeni, że omawianie tej ostatniej bez wyłożenia elementarnych przynajmniej wiadomości z astronomii, byłoby chyba czymś niezmiernie niekompletnym.

Piąty odcinek z serii o powstawaniu pierwiastków chemicznych w gwiazdach ilustrujemy fotografiami widm kilku gwiazd, w których zachodzą omawiane procesy.

„Teoria naukowa jest tym lepsza, im łatwiej ją obalić” — tymi słowami rozpoczyna swój artykuł o współczesnych koncepcjach kosmologicznych mgr K. ZIOLKOWSKI. Można by tu jeszcze dodać, że — według Schopenhauera — każda teoria przechodzi trzy stadia: kiedy się z niej śmieją, kiedy na jej temat dyskutują i kiedy traktują ją jak coś od dawna uznanego.

Wśród dalszych doniesień kwietniowego numeru „Uranii” znajdują Czytelnicy i takie, z których można się tylko śmiać i takie, które mogą jeszcze wywołać dyskusje. Nie przejdą one zapewne nigdy jednak do trzeciego schopenhauerowskiego stadium.

„OBROTOWA MAPA NIEBA” — nowe przerobione wydanie popularnej mapy, ułatwiającej orientację na niebie, jest do nabycia w Zarządzie Głównym PTMA, Kraków, ul. Solskiego 30/8, w cenie zł 20.—

WŁODZIMIERZ ZONN — Warszawa

NAUKA O PRZESTRZENI (II)

Fizyka lotów kosmicznych

Technika lotów kosmicznych opiera się na bardzo prostej i — co dziwniejsze — od dawna znanej zasadzie mechaniki, zwanej potocznie „odrzutem”, w języku zaś fizyki — zasadą zachowania środka masy. W zasadzie tej — jak w wielu zagadnieniach fizyki — rozpatruje się tzw. *układ odosobniony*: grupę ciał, na które działają wyłącznie siły wewnętrzne. Jest to wprawdzie pewnego rodzaju fikcja, ponieważ natura nie zna granic oddzielających jeden zespół ciał od drugiego, jednak fikcja ta odgrywa rolę czynnika upraszczającego rozpatrywanie danego zagadnienia i dlatego często się ją wprowadza, zwłaszcza w fizyce. Ruch rzuconego ręką chłopca kamienia odbywa się wprawdzie pod wpływem sił przyciągania wszystkich w zasadzie ciał niebieskich, jeśli jednak potraktujemy kamień i Ziemię jako układ odosobniony będziemy tak bliscy prawdy, że żadne obserwacje nie wykryją błędu popełnionego przez wprowadzenie takiego uproszczenia.

Zasada zachowania środka masy głosi, że w układzie odosobnionym ruch poszczególnych jego części składowych nie zmienia położenia jego środka masy. Jeśli więc jakaś część układu z jakichś przyczyn zaczyna się tak czy inaczej poruszać, pozostałe będą się poruszały tak, by środek masy całości zachował swe pierwotne położenie lub pierwotny ruch, jeśli nie pozostał przed tym w stanie spoczynku.

Jakiż związek ma ta zasada z odrzutem? Aby to wyjaśnić, rozpatrzmy dla przykładu karabin w chwili oddania wystrzału. Wiemy wszyscy, że następuje wtedy odrzut. Ów odrzut jest wynikiem słuszności wspomnianej zasady: pewna część układu odosobnionego (karabin — pocisk) zaczęła się nagle poruszać w jednym kierunku; aby środek masy zachował swoje położenie pierwotne, pozostała część — karabin — musi się poruszać w stronę przeciwną. Gdyby karabin znajdował się gdzieś w ośrodku nie stawiającym żadnego oporu i pozbawionym tarcia, ruch karabinu ku tyłowi trwałby tak długo, jak trwa ruch pocisku i gazów, które go wyrzucają.

Mimoходом wyjaśnimy, dlaczego przy nauce strzelania każe się przyciskać karabin do ramienia i dlaczego odrzut jest wtedy

tak bolesny. Sprawa jest prosta: przyciskanie karabinu do ciała czyni z tych dwóch przedmiotów jeden układ, o znacznie większej masie niż sam karabin. Zatem działanie odrzutu maleje, ponieważ masa części wylatującej z karabinu (pocisk plus gazy) jest znacznie mniejsza niż masa ciała ludzkiego. Oparcie zaś ciała o Ziemię włącza tę ostatnią w układ i wtedy odrzutowi ulega jeszcze cała Ziemia o masie miliardy razy większej niż masa pocisku. Odrzut jest więc tak słaby, że żadne instrumenty nie potrafią go odkryć.

Wróćmy jednak do silników odrzutowych. Otóż modelem jego mógłby być właśnie karabin strzelający bez przerwy, nie kulami jednak, lecz wyłącznie samym gazem powstającym przy spalaniu prochu. Rzecz jasna, karabin taki pozostawiony swobodnie, będzie się poruszał w kierunku przeciwnym do wylotu gazów; i to właśnie się dzieje z każdym pojazdem o silniku odrzutowym — z samolotem lub rakieta kosmiczną. Tę właśnie zasadę wykorzystuje się od niedawna w artylerii a dawniej w raketach i ogniach sztucznych. Wszędzie tam mamy silny strumień gazów, których ruch wywołuje posuwanie się pojazdu w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu gazów, tym szybszy, im szybszy jest ruch gazu ku tyłowi i im większa masa tych gazów wylatuje w ciągu sekundy z dyszy pojazdu. Dysza spełnia tu tylko rolę pomocniczą, służy do kierowania gazu wąskim strumieniem w ściśle określonym kierunku.

Zauważmy od razu, że taki sposób napędzania pojazdów nie jest wcale najekonomiczniejszy. Gdybyśmy tę samą ilość paliwa zużyli jednorazowo — wystrzelivując pojazd w ciągu ułamka sekundy z czegoś w rodzaju olbrzymiego działa — zasięg pojazdu byłby znacznie większy niż przy stopniowym spalaniu. Jest to dość oczywiste gdy zwrócimy uwagę, że w tym drugim przypadku pojazd porusza się przez długi czas ze stopniowo zmniejszającym się zapasem paliwa; tracimy zatem pewną ilość energii wyłącznie na transport samego paliwa. Oto przyczyna, dla której artylerzyści przez długi czas wzbraniali się przed stosowaniem napędu odrzutowego do pocisków, wystrzelivując je z większych lub mniejszych dział. Ostatnio jednak względy ekonomiczne ustąpiły miejsca innym względom — chociażby temu, że w artylerii raketowej budowa kosztownych i pracochłonnych dział stała się zbędną. Dla uzyskania zasięgu setek kilometrów trzeba by było konstruować działa tak olbrzymie i tak wobec ich szybkiego zużywania się kosztowne, że przestało się to opłacać. Doświadczyli to już Niemcy w czasie pierwszej wojny światowej, kiedy to przysłowiowe „grube Berty”

musiano po kilkunastu strzałach oddawać do remontu, nie mówiąc już o szalonych trudnościach, związanych z ich przewożeniem z miejsca na miejsce. Dlatego też w czasie drugiej wojny zastosowali słynne V1 i V2, będące prototypami dzisiejszych rakiet kosmicznych. Nie pierwszy to raz wojna przynosi nowe wynalazki i udoskonalenia techniczne. Nie mówmy lepiej o tym, jaką cenę za nie się płaci, fakt ten jest jednak bezsporny.

Kluczowym problemem rakiet kosmicznych jest prędkość wylotu gazów z dyszy silnika raketowego, która decyduje o osiągnięciu takiej czy innej szybkości rakiety. Masy gazów wylatujących nie można zwiększyć chociażby dlatego, że zwiększa to masę startową rakiety i ogromnie utrudnia ów start. Pozostaje tylko sprawa zwiększenia szybkości wylotu gazów, nad którą głowili się i głowią, i długo jeszcze będą się głowili fizyko-chemicy. Trzeba bowiem wiedzieć, że jak dotąd rakiety i samoloty są napędzane wyłącznie gazami powstającymi w wyniku pewnych reakcji chemicznych. W tej chwili nie ma jeszcze mowy o napędzie atomowym czy jądrowym, o którym marzą nasi inżynierowie. Obecne prace idą zatem w kierunku wynalezienia takich substancji, które reagując ze sobą wytwarzałyby maksimum energii na jednostkę masy i to energii w formie nadającej się do bezpośredniego zastosowania — w gazach o niezbyt wysokiej temperaturze (by nie zniszczyły rakiety) i olbrzymiej prężności.

Wydaje się, że w tej chwili uzyskano już prędkość wylotu gazów z dyszy silnika raketowego rzędu 1,5 km/sek. Co będzie za lat kilka — tego oczywiście nie wiemy.

Przyjmijmy więc na razie tę liczbę i zróbmy następujące obliczenie: gdyby masa paliwa wynosiła połowę masy całej rakiety, to po natychmiastowym wyrzuceniu całej masy gazów prędkość rakiety osiągnęłaby właśnie 1,5 km/sek. Gdyby jednak masa paliwa wyniosła nie połowę, lecz 10/11 masy rakiety wraz z paliwem, prędkość osiągnięta przez rakiety byłaby dziesięć razy większa, a więc około 15 km/sek. Ponieważ gazy nie wylatują przy jednorazowym wybuchu (rakietą nie jest armata) lecz stopniowo, osiągnięta prędkość rakiety będzie mniejsza, z grubsza — około 11 km/sek.

Prędkość ta — jak to za chwilę stwierdzimy — jest właśnie ową tzw. *drugą prędkością kosmiczną*, niezbędną dla „oderwania się” od Ziemi, stąd wniosek, że obecne statki kosmiczne mają teoretyczny stosunek masy paliwa do masy użytecznej mniej więcej równy 10 : 1, bez uwzględnienia strat spowodowanych oporem powietrza. W rzeczywistości stosunek ten jest

jeszcze mniej korzystny i wynosi około 20 : 1, aczkolwiek dokładne liczby nie są publikowane.

Tak czy inaczej, stosunek ten jest niekorzystny dla pojazdów raketowych. Aby go zmniejszyć do minimum, konstruuje się rakiety wielostopniowe. Część rakiety, zawierająca duży zasób paliwa, po jego zużyciu oddziela się od całości, aby nie stanowiła zbytecznego balastu. Część tę nazywamy zasobnikiem rakiety, to co pozostaje — pierwszym członem. Zazwyczaj buduje się właśnie rakiety dwustopniowe, czyli złożone z zasobnika i pierwszego członu, aczkolwiek są do pomyslenia rakiety trzy i więcej stopniowe, jak to w swoim czasie projektował słynny E. Ciołkowskij.

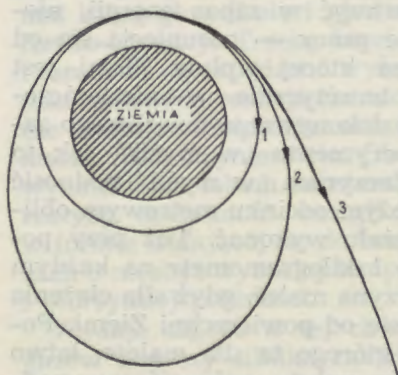
Spróbuję przedstawić sprawę obliczeń, z których wynika owa „druga prędkość kosmiczna” równa 11 km/sek. Każdą rakietę opuszczającą Ziemię trzeba zaopatrzyć w zapas energii, niezbędny do wykonania tej właśnie pracy — odsunięcia się od Ziemi na tak dużą odległość, na której wpływ Ziemi jest praktycznie biorąc równy zeru, teoretycznie w nieskończoność. Pracę tę można określić bez dokonywania uciążliwego zabiegu obliczania, dokonując eksperymentu „w myśli”, jak to często praktykuje się w fizyce. Zaczynam „w myśli” podnosić ciało o masie 1 kilograma i na każdym odcinku metrowym obliczam pracę, jaką przy tym należało wykonać. Tuż przy powierzchni Ziemi praca ta wynosi 1 kilogramometr na każdym metrze. Potem wielkość pracy zaczyna maleć, gdyż siła ciężenia zmniejsza się w miarę oddalania się od powierzchni Ziemi. Ponieważ znane jest prawo podług którego ta siła maleje, łatwo obliczyć kolejne porcje pracy, którą należy wykonać przy podnoszeniu naszego ciała na coraz to dalej od Ziemi położonych odcinkach metrowych. Tak postępując otrzymamy nieskończony ciąg liczb tak szybko malejących, że wkrótce już nie trzeba dalszych wyrazów w ogóle uwzględniać, będą one praktycznie biorąc równe zeru. Dodając do siebie wszystkie tak obliczone porcje pracy otrzymamy tyle kilogramometrów, ile wynosi promień Ziemi wyrażony w metrach, czyli około 6 400 kilogramokilometrów. Sprawdzenie słuszności otrzymanego wyniku pozostawiamy czytelnikowi, uprzedzając, że rachunek ścisły wymaga całkowania.

Otrzymana liczba 6 400 kilogramokilometrów pozwala obliczyć bez trudu „drugą prędkość kosmiczną” czyli prędkość „oderwania się” od Ziemi z wzoru $E = \frac{1}{2}mv^2$ przy $m = 1$ kg jako równą $v = 11,25$ km/sek.

Należy tu zauważyć, że prędkość ta nie zależy od masy ciała.

Jeżeli powyższy zabieg myślowy wykonamy nad ciałem o masie większej od 1 kg, to praca podnoszenia a więc i energia kinetyczna zwiększą się w tym samym stosunku co masa, to znaczy że obie strony równania zwiększą się w tym samym stosunku, i zawsze otrzymamy $v = 11,25$ km/sek.

Często się mówi o tzw. *pierwszej prędkości kosmicznej*, której sens jest inny. Jest to prędkość, jaką należy nadać ciału tuż przy powierzchni Ziemi, aby odbywało ono ruch kołowy podobnie jak Księżyc, z tym jednak, że Księżyc jest oddalony od środka Ziemi o 60 promieni ziemskich, gdy „nasze” ciało obiega ma Ziemię w odległości jednego promienia. Takie ciało nazywamy sztucznym satelitą Ziemi (lub sztucznym księżycem), prędkość zaś niezbędna do uczynienia z niego sztucznego satelity wynosi około 7 km/sek.



Rys. 1. Orbita ciała wyrzuczonego nad Ziemię poziomo z prędkością:
 $v = 7$ km/sek — koło (1)
 $7 < v < 11$ km/sek — elipsa (2)
 $v > 11$ km/sek — parabola (3)

Jeśli nadamy ciału prędkość większą od 7 km/sek a mniejszą od 11 km/sek — będzie się ono poruszało wokół Ziemi po mniej lub bardziej wydłużonej elipsie; taki właśnie ruch wykonuje ogromna większość sztucznych satelitów Ziemi (rys. 1).

Wszystko to są prędkości niezbyt duże w skali dzisiejszych możliwości techniki, nie o wiele większe od prędkości niektórych samolotów osiągających prędkości ponaddziesiętkowe. I nie w samym fakcie osiągnięcia dużych prędkości leży główna trudność techniczna kosmonautyki, lecz w tym, by prędkości te osiągnąć przede wszystkim nie

nagle, lecz stopniowo. Dopóki pojazd znajduje się w atmosferze, nie może poruszać się zbyt prędko, aby nie rozgrzał się zbyttno na skutek tarcia i nie spalił się na podobieństwo meteorów. Ważne jest to również ze względu na bezpieczeństwo instrumentów znajdujących się wewnątrz rakiety, dla których nagły „zryw” może być niebezpieczny. No i dla ludzi znajdujących się wewnątrz pojazdu, których nagłe przyspieszenie może po prostu zmiążdżyć.

Druga kapitalna trudność tkwi w końcowym etapie lotu, kiedy chcemy otrzymać z powrotem zawartość rakiety, lub ura-

tować ludzi powracających z lotu. Każda rakietą trafia do atmosfery z taką samą prędkością, z jaką ją opuszcza — jeśli specjalne urządzenia nie zahamują jej ruchu. Przy prędkości 11 km/sek kontakt rakiety z atmosferą wywołuje nieuniknione rozgrzanie się i stopienie co najmniej jej powłoki. Trzeba zatem stosować urządzenia specjalne, hamujące ruch rakiety w etapie końcowym (specjalne silniki), albo wprowadzić urządzenia wyrzucające zawartość rakiety na spadochronach.

Tyle o głównych trudnościach lotów kosmicznych. O innych możnaby pisać tomy całe, pozostawmy to jednak specjalistom, ponieważ naszym zadaniem było przedstawić tylko fizycznych zasad, nie techniki lotów, której zrozumienie wymagałoby olbrzymiej wiedzy fachowej.

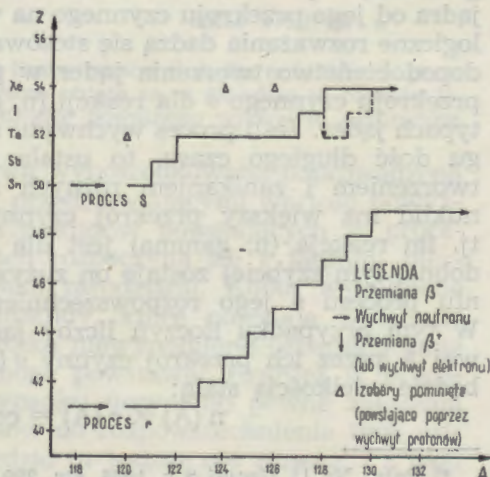
BRONISŁAW KUCHOWICZ — Warszawa

POWSTAWANIE PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH W GWIAZDACH (V)

Powstanie pierwiastków ciężkich w czerwonych olbrzymach

Łańcuchy syntezy w procesach s i r. Na rys. 1 przedstawiłem w inny nieco sposób schemat powstawania ciężkich pierwiastków w wyniku procesów wychwyty neutronów. Wprawdzie artykuł niniejszy poświęcony jest w głównej mierze procesowi syntezy w czerwonych olbrzymach, a więc powolnemu

Rys. 1 Schemat procesów s i r w zakresie liczb masowych od $A = 120$ do 130. Wykres daje się przedłużyć zarówno w lewo (do $A = 56$ — dla żelaza, jako nuklidu wyjściowego), jak i w prawo. Na uwagę zasługuje równoległy mniej więcej przebieg obu łańcuchów wychwyty neutronów: s i r. Linia przerywana wskazuje na niewielkie rozwidlenie w przebiegu procesu s dla ^{128}I 95% jąder tego nuklidu podlega bowiem przemianom β^- , a 5% — wychwyty elektronu (którego efekt okazuje się równoważny przemianom β^+ , tzn. ładunek jądra zmniejsza się o jednostkę).



wychwytowi neutronów, tym niemniej dla celów porównawczych warto na tym samym schemacie umieścić i proces r . Wtedy szczególnie wyraźne staną się różnice pomiędzy obu tymi procesami.

Sam łańcuch wychwytu neutronowego może się rozpocząć oczywiście o wiele wcześniej, niż to widać na rys. 1. Zazwyczaj przyjmuje się, że tymi jądrami-zarodkami, które mogą przyłączać neutrony i przemieniać się w jądra cięższe, będą jądra pierwiastków z grupy żelaza, czy też nawet izotopy magnezu, wapnia i pierwiastków zbliżonych. Sam łańcuch syntezy trwać może dość długo. Przechodzi on zazwyczaj przez jeden tylko izobar trwały dla danego A , z wyjątkiem takich przypadków, gdy wytworzony nietrwały nuklid promieniotwórczy może rozpadać się w dwa sposoby: bądź to pozbawiając się nadmiaru ładunku dodatniego, bądź też zwiększając swój ładunek o jedność. Przypadek taki ukazany jest właśnie na rys. 1. Trzeba od razu dodać, że zjawiska takie nie zmieniają w sposób istotny przebiegu łańcucha wychwytu neutronów.

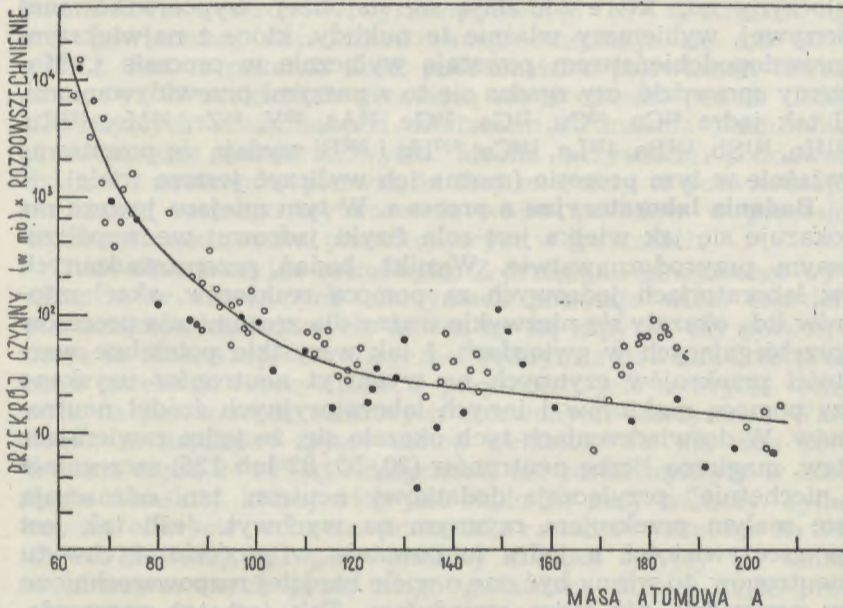
W następnym artykule, omawiając proces szybkiego wychwytu neutronów, powrócę jeszcze do problemu łańcuchów wychwytu i przedstawię pełny schemat powstawania ciężkich pierwiastków w procesach s i r .

Powstawanie jąder w procesie s a przekroje czynne na wychwyt neutronów. Już w artykule o powstawaniu pierwiastków chemicznych we Wszechświecie, omawiając teorię alfa-beta-gamma,^{*)} wspomniałem o zależności rozpowszechnienia jakiegoś jądra od jego przekroju czynnego na wychwyt neutronów. Analogiczne rozważania dadzą się stosować w tym wypadku. Prawdopodobieństwo tworzenia jąder w procesie s zależy tylko od przekroju czynnego σ dla reakcji (n, gamma) na poszczególnych typach jąder. Jeśli proces wychwytu neutronów zachodzi w ciągu dość długiego czasu, to ustala się równowaga pomiędzy tworzeniem i zanikaniem różnych rodzajów jąder. Im jakiś nuklid ma większy przekrój czynny na wychwyt neutronu, tj. im reakcja (n, gamma) jest dla niego bardziej prawdopodobna, tym szybciej zostaje on zużywany, a więc po zakończeniu procesu s jego rozpowszechnienie będzie tym mniejsze. W tym przypadku iloczyn liczby jąder $n(A)$ o liczbie masowej A przez ich przekrój czynny $\sigma(A)$ na reakcję (n, gamma) będzie wielkością stałą:

$$n(A) \times \sigma(A) = \text{constans}$$

^{*)} Patrz Nr 11 *Uranii* z r. 1964, str. 299.

W oparciu o tę zależność można stwierdzić, że dla nuklidów powstałych w procesie s iloczyn σ_0 winien być w przybliżeniu stały dla poszczególnych odcinków krzywej rozpowszechnienia. Na rys. 2 przedstawiony jest w sposób nieco schematyczny przebieg zależności iloczynu σ_0 od liczby masowej A w zakre-



Rys. 2. Zależność iloczynu σ_0 od liczby masowej A dla nuklidów w przedziale od $A = 63$ do 209. Wykresem objęte są w zasadzie te rodzaje jąder, które mogą powstawać w drodze powolnego wychwytu neutronów.

się od $A = 63$ do 209. Krzywa wypośredkowana poprowadzona została pomiędzy punktami, przedstawiającymi wartość powyższego iloczynu dla różnych nuklidów powstających w procesie s. Przyjęto, że proces ten rozpoczyna się z jądrami pierwiastków z grupy żelaza jako zarodkami. Kółka wypełnione oznaczają na rysunku te nuklidy, które powstają wyłącznie w procesie s, podczas gdy kółka niewypełnione oznaczają dane dla tych nuklidów, które mogą powstawać również w procesie r. W tym ostatnim przypadku uczyniono pewne założenia odnośnie wkładu obu procesów do rozpowszechnienia tych nuklidów. Być może, trzeba będzie tu jeszcze coś zmienić i z tego powodu wartości te są tylko z grubsza słuszne. Duży rozrzut

punktów utrudnił przeprowadzenie wypośredkowanej krzywej dla $A > 170$. Coraz lepsza z każdym rokiem znajomość przekrojów czynnych na wychwyty neutronów jak również rozpowszechnienia poszczególnych nuklidów umożliwiła coraz dokładniejsze sprawdzanie przedstawionej zależności. Wybierając te iloczyny $\sigma\sigma$, które układają się najbliżej wypośredkowanej krzywej, wybieramy właśnie te nuklidy, które z największym prawdopodobieństwem powstają wyłącznie w procesie s. Możemy sprawdzić, czy zgadza się to z naszymi przewidywaniami. I tak jądra ^{63}Cu , ^{65}Cu , ^{71}Ga , ^{74}Ge , ^{76}As , ^{89}Y , ^{94}Zr , ^{98}Mo , ^{102}Ru , ^{115}In , ^{121}Sb , ^{138}Ba , ^{139}La , ^{140}Ce , ^{202}Hg i ^{209}Bi wydają się powstawać właśnie w tym procesie (można ich wyliczyć jeszcze wiele).

Badania laboratoryjne a proces s. W tym miejscu jeszcze raz okazuje się jak wielką rolę fizyki jądrowej we współczesnym przyrodoznawstwie. Wyniki badań, przeprowadzanych w laboratoriach jądrowych za pomocą reaktorów, akceleratorów itd., okazały się niezwykle ważne dla zrozumienia procesów przebiegających w gwiazdach. I tak wszystkie potrzebne wartości przekrojów czynnych na wychwyty neutronów uzyskano za pomocą reaktorów i innych laboratoryjnych źródeł neutronów. W doświadczeniach tych okazało się, że jądra zawierające tzw. magiczną liczbę neutronów (20, 50, 82 lub 126) szczególnie „niechętnie” przyłączają dodatkowy neutron, tzn. odznaczają się małym przekrojem czynnym na wychwyty. Jeśli tak jest w rzeczywistości, a jądra te powstały w procesie wychwyty neutronów, to winny być one o wiele bardziej rozpowszechnione w przyrodzie niż jądra sąsiadujące. Tak jest też naprawdę. Weźmy dla przykładu rozpowszechnienie izotopów baru. Izotopy najlżejsze ^{130}Ba i ^{132}Ba , które nie mogą powstać w procesach s ani w r, są dość rzadkie. Wartości ich względnego rozpowszechnienia wynoszą odpowiednio 0,101 i 0,097%. Wskazuje to na rzadkość procesu przyłączania protonów, o czym będzie jeszcze mowa w następnym artykule. Oto stosunek wartości rozpowszechnienia następujących izotopów trwałych, występujących w przyrodzie: $^{134}\text{Ba} : ^{135}\text{Ba} : ^{136}\text{Ba} : ^{137}\text{Ba} : ^{138}\text{Ba} = 2,42 : 6,59 : 7,81 : 11,32 : 71,66$. Powstającemu kolejno zwiększaniu rozpowszechnienia odpowiada zmniejszanie przekroju czynnego dla reakcji (n, gamma). W końcu dochodzi się do szczególnie rozpowszechnionego izotopu baru ^{138}Ba o liczbie magicznej neutronów 82. Nuklid ten, mając zapełnioną powłokę neutronową, z trudem dołącza następny neutron i odznacza się bardzo niskim przekrojem czynnym na wychwyty.

W laboratoriach prowadzone są obecnie badania nad proces-

sami kolejnego wychwyty neutronów. Napromieniowując w reaktorze jądrowym izotop uranu ^{238}U silnym strumieniem neutronów udało się otrzymać szereg pierwiastków transuranowych. Jeśli do reaktora włożyć 348 mg sztucznie wytworzonego izotopu plutonu ^{239}Pu , wtedy po napromienieniu całkowitym strumieniem neutronów, wynoszącym $1,46 \cdot 10^{22}$ neutronów na cm^2 powierzchni napromieniowanej, otrzymuje się $4,6 \cdot 10^{-9}$ g ^{252}Cf . Jest to pokaźna ilość, jeśli chodzi o pierwiastek transuranowy. W reaktorach gromadzą się z czasem pewne ilości powstających sztucznie pod działaniem strumienia neutronów pierwiastków transuranowych. Można oczywiście poddawać działaniu neutronów pierwiastki lżejsze. Fakty te potwierdzają możliwość realnego wytwarzania wielu nuklidów w procesie wychwyty neutronów, przebiegającym w gwiazdach.

Dane obserwacyjne astrofizyki. Z przeglądu powyższego wynika, że w czerwonych olbrzymach powstaje wiele ciężkich pierwiastków chemicznych. Można by się zapytać, czy potwierdzają to obserwacje astrofizyczne. Jednym z dowodów, że proces s przebiega rzeczywiście w przyrodzie, jest wykrycie technetu na powierzchni niektórych czerwonych olbrzymów. Wiadomo, że najdłużej żyjący izotop technetu, ^{99}Tc , ma czas półtrwania rzędu $2 \cdot 10^5$ lat i dotychczas nie został wykryty w skorupie ziemskiej, której wiek jest około 10^4 razy większy. Tymczasem odkrycie technetu przez Merrilla wskazuje na to, że nie dawniej, niż przynajmniej kilkaset tysięcy lat temu, w obserwowanych przez niego gwiazdach musiał zajść proces s (i to na taką skalę, że jeszcze teraz możemy obserwować wytworzony wtedy technet), a może proces ten trwa do dziś.

Innego dowodu astrofizycznego dostarczają osobliwe olbrzymy klasy S. Większość czerwonych olbrzymów należy do klasy K i M i ma skład zbliżony do składu chemicznego Słońca. Widma olbrzymów klasy S odznaczają się jednak dość silnymi liniami pierwiastków: strontu, itru, cyrkonu, baru, lantanu, ceru, praeodymu oraz neodymu i samaru. Pierwiastki te znajdują się właśnie w maksimach krzywej rozpowszechnienia (w pobliżu $A \sim 90$ i 138). Mają one izotopy o zamkniętych powłokach neutronowych (50 i 82 neutrony). Przypuszczalnie duże ich rozpowszechnienie spowodowane jest silnym wytwarzaniem tych izotopów w procesie s w owych olbrzymach klasy S. Proces ten z pewnością przebiega również w olbrzymach klasy K i M. Olbrzymy klasy S są jednak chyba tym rzadkim przypadkiem, w którym produkty syntezy jądrowej we wnętrzu wniesione zostały w jakiś sposób na powierzchnię gwiazdy.

KRZYSZTOF ZIOLKOWSKI — Warszawa

WSPÓLCZESNE KONCEPCJE KOSMOLOGICZNE

Teoria naukowa jest tym lepsza im łatwiej ją obalić. To sprzeczne na pozór twierdzenie, które wypowiedział filozof niemiecki Karl Popper, leży u podstaw współczesnych metod badań stosowanych w naukach ścisłych, a do nich zalicza się już dzisiaj również i kosmologię, będącą do niedawna jedynie domeną filozofów. Zrodzoną w umyśle naukowca hipotezę, na powstanie której poważnie wpłynęło między innymi wiele czynników ubocznych (np. wyobrażenia), potwierdzić może szereg doświadczeń i obserwacji. Niezależnie jednak od ich ilości nigdy nie możemy powiedzieć, że jest ona absolutnie słuszna. Jediną rzeczą, którą stwierdzić można z całą pewnością jest to, że nie zostało przeprowadzone doświadczenie, które by ją obaliło. Wykrycie natomiast jednego choćby faktu przeczącego bodaj teorii utwierdzi nas w przekonaniu o jej niesłuszności. Parafrazując więc cytowane na początku zdanie Poppera — im więcej da się przeprowadzić eksperymentów mogących doprowadzić do obalenia hipotezy, tym łatwiej jest ona sprawdzalna, czyli potencjalnie istnieje większe prawdopodobieństwo udowodnienia jej prawdziwości.

Najważniejszym więc zadaniem każdej teorii kosmologicznej jest sugerowanie obserwacji, za pomocą których można ją obalić. Jest to zadanie niezmiernie trudne zważywszy, że kosmologia zajmuje się ekstrapolacją znanych praw fizyki na zjawiska, których skala jest o wiele większa. Trudność tę potęguje ponadto wątpliwość, czy zjawiska fizyczne przebiegają we wszechświecie w podobny sposób jak w naszym bliskim sąsiedztwie i czy rzeczywiście znany przebieg procesów fizycznych w czasie można ekstrapolować na większą skalę czasową całego wszechświata. Istniejące obecnie koncepcje kosmologiczne różnią się u podstaw podejściem do owego problemu jednorodności przestrzennej i czasowej wszechświata. Modele zakładające jednolitość czasowo — przestrzenną znane są pod ogólną nazwą teorii wszechświata w stanie trwałym; odmienne stanowisko reprezentuje tzw. kosmologia relatywistyczna.

Podstawy obserwacyjne teorii kosmologicznych

Fundamentalnym zjawiskiem, będącym punktem wyjścia niemal wszystkich modeli kosmologicznych, jest tzw. rozszerzanie się wszechświata. Jak je zaobserwowano? Przed około czterdziestu laty zauważono, że ciemne linie w widmach galaktyk* znajdują się w nieco innym położeniu niż przewidywane teoretycznie lub np. w takim jak w widmie Słońca. Co więcej, z reguły są one przesunięte w kierunku czerwieni czyli w stronę fal dłuższych. Dalej stwierdzono, że wielkość tego przesunięcia ściśle wiąże się z jasnością galaktyki, przy czym słabszym obiektom odpowiada większe przesunięcie niż jaśniejszym. Jak się okazało, przyczyną tych faktów jest oddalanie się źródła promieniowania od obserwatora. W przypadku fal świetlnych zjawisko to jest rzadkie, często spotykamy się z nim natomiast w dziedzinie zjawisk dźwiękowych. Słyszymy np. jak znacznie maleje wysokość tonu gwizdka pociągu w chwili gdy nas on mija. Stopień tego obniżenia zależy od stosunku prędkości pociągu do prędkości rozchodzenia się dźwięku. Podobnie w wypadku fali świetlnej przesunięcie się prążków widmowych ku

*) powstają one w wyniku pochłaniania pewnych części promieniowania na drodze do obserwatora.

czerwieni oznacza oddalanie się źródła światła z prędkością, której stosunek do prędkości światła jest miarą przesunięcia. Mierząc więc w widmach galaktyk wielkość tego przesunięcia, znaleźć możemy szybkość ekspansji poszczególnych obiektów. O ich odległości zaś wnosimy z jasności przyjmując, że widoczne rozmiary galaktyk maleją wraz z jasnością. Podstawowym wnioskiem z obserwacji wymienionych tu zjawisk jest twierdzenie, że prędkość oddalania się galaktyki jest proporcjonalna do ich odległości. Dzieląc zatem odległość jakiejś galaktyki przez prędkość jej oddalania się otrzymamy zawsze tę samą liczbę, niezależnie od tego, dla której galaktyki przeprowadzimy ten rachunek. Ta charakteryzująca cały wszechświat w jakiś nieznanый jeszcze dziś sposób liczba oznacza czas i według ostatnich obliczeń wynosi około 10 miliardów lat.

Drugim zasadniczym faktem obserwacyjnym leżącym u podstaw teorii kosmologicznych jest jednorodność rozmieszczenia galaktyk we wszystkich kierunkach w przestrzeni. Oznacza to, że podobni nam obserwatorzy na innych galaktykach widzą w tym samym momencie zasadniczo ten sam obraz wszechświata co my. Nie ma w tym żadnej sprzeczności z omówioną wyżej ekspansją wszechświata. Pogodzenie jego ruchu z jednorodnością realizowane jest na mocy wypowiedzianego już prawa proporcjonalności szybkości rozszerzania się do odległości. Jedynie taki rodzaj ruchu usprawiedliwia bowiem założenie jednorodności, co z kolei wynika również wprost z obserwacji. Oczywiście nie uwzględniamy przy tym lokalnych nieregularności oraz rozpatrujemy wszechświat jedynie w dużej skali. Warto jeszcze podkreślić, że zarówno ekspansja wszechświata jak też i założenie o jego jednorodności, mimo pozorów, nie czynią bynajmniej wyróżnionym we wszechświecie naszego miejsca obserwacji (układu słonecznego lub nawet całej galaktyki).

I wreszcie trzecie zjawisko obserwowane niemal codziennie przez każdego, a do niedawna jeszcze będące zagadką dla astronomów — ciemne tło nieba nocnego. Przyjmując istnienie nieskończonego wielu gwiazd o jednakowej w całym wszechświecie jasności i równomiernym w zasadzie rozmieszczeniu w przestrzeni oraz zakładając statyczność wszechświata Olbers (pierwsza połowa XIX w.) obliczył, że do Ziemi winien dochodzić ze wszystkich kierunków strumień światła o natężeniu 50 tysięcy razy silniejszym niż natężenie promieniowania słonecznego *). Temperatura powierzchni naszej planety dochodziłaby wówczas do 6000°C. Jak wytłumaczyć ten oczywisty paradoks? Ratunku początko szukać w absorpcyjnym działaniu odkrytej niedawno materii międzygwiazdowej. Okazało się jednak, że pochłonięcie tak wielkich ilości energii promienistej rozgrzałoby do tego stopnia gaz i pył międzygwiazdowy, że musiałby on sam zacząć emitować podobne ilości energii. Materia międzygwiazdowa przestałaby więc spełniać rolę przesłony.

Jeśli jednak podważyć założenie Olbersa o statyczności wszechświata i przyjąć jego rozszerzanie się, wtedy — na mocy faktu zmniejszania się natężenia promieniowania przez oddalające się od obserwatora źródła — jesteśmy w stanie dowieść niesłuszności paradoksu Olbersa. Bowiem światło wysyłane z odległych części wszechświata na skutek ich wielkiej szybkości oddalania się ulega praktycznie całkowitemu

*) O zjawisku tym znanym pod nazwą paradoksu Olbersa jest mowa w artykule K. Ziolkowskiego pt. „Czy Wszechświat jest nieskończony” *Urania* nr 6 z 1962 r.

osłabieniu. Tak więc, najbardziej oczywista obserwacja astronomiczna — to, że niebo jest ciemne — prowadzi wprost do wykrytego na innej drodze faktu ekspansji wszechświata — zjawiska chyba najbardziej niezwykłego i tajemniczego a jednocześnie stanowiącego najmocniejszy fundament współczesnych koncepcji kosmologicznych.

Teorie wszechświata stałego

Przyjęcie założenia o jednorodności czasowo-przestrzennej wszechświata wydaje się możliwością tak prostą, iż — zdaniem jego zwolenników — zanim się rozpatrzy ewentualności bardziej skomplikowane, należy podjąć próbę udowodnienia jego niesłuszności. Rozumowanie to, którego autorem jest angielski astronom i matematyk H. Bondi prowadzi do modeli wszechświata w „stanie trwałym”. Mogą być one sprawdzone doświadczalnie, ponieważ zakładają niezmiennosc znanych nam praw fizycznych w całym wszechświecie.

Na pierwszy rzut oka założeniu jednorodności czasowo-przestrzennej wszechświata, czyli jak się często mówi „doskonałej zasadzie kosmologicznej”, przeczy podstawowy fakt obserwacyjny rozszerzania się wszechświata. Ponieważ powoduje ono stałe zwiększanie się wzajemnych odległości między galaktykami, przeto średnia gęstość materii we wszechświecie musi się zmniejszać oraz średnia odległość między galaktykami — zwiększać. Bowiem ta sama ilość materii wskutek ekspansji po upływie pewnego czasu zajmuje większy obszar przestrzeni niż pierwotnie. Pogodzenie tego oczywistego wniosku z obserwacji z postulatem o zasadniczej niezmienności można przeprowadzić jedynie na drodze założenia, że istnieje ciągle proces powstawania materii dążącej do kondensacji w galaktykach. Tylko przez powstawanie nowych galaktyk średnia odległość między nimi, a przez to i średnia gęstość materii w nich skupionej, może pozostać niezmienną, chociaż skutkiem ekspansji wszechświata odległości między już istniejącymi galaktykami stale wzrastają.

Model wszechświata w stanie trwałym wymaga ponadto stałości przeciętnego wieku galaktyk, który określony jest z kolei średnim wiekiem ich członków czyli poszczególnych gwiazd. Wiemy, że każda gwiazda przechodząc wiele stadiów ewolucyjnych jak gdyby starzeje się; ponieważ jednak powstają ciągle nowe gwiazdy również i ten warunek stałości jest spełniony. Przedstawiony w ten sposób obraz wszechświata często porównuje się do ustabilizowanej pod względem przyrostu naturalnego grupy ludności określonego obszaru kuli ziemskiej. Poszczególni członkowie tej grupy rodzą się, dorastają, starzeją i wreszcie umierają, ale przeciętna wieku ludności pozostaje niezmienną. Analogicznie w świecie galaktyk: śmierć starych następująca jednocześnie z oddalaniem się ich w obszary, w których są coraz to mniej widoczne, jest jak gdyby kompensowana powstawaniem nowych w rejonach dostępnych obserwacji.

Istotnym rezultatem przyjęcia doskonałej zasady kosmologicznej jako fundamentu koncepcji wszechświata w stanie trwałym jest, jak pokazano wyżej, poważne przekroczenie jednego z podstawowych praw fizyki — zasady zachowania masy i energii. Czy jednak rzeczywiście przekroczenie? Dowiedziono, że ciągle powstawanie materii, wymagane przez teorię wszechświata stałego, odbywa się z „szybkością” jednego atomu wodoru w przestrzeni o wymiarach przeciętnego pokoju mieszkalnego w ciągu kilku milionów lat. Oczywiście doświadczalnie nie jesteśmy tego w stanie stwierdzić przy obecnych możliwościach eksperymenta-

torskich. A przecież prawa zachowania masy i energii są jedynie wnioskami z obserwacji. A więc proces tworzenia materii nie jest w niczym sprzeczny z doświadczeniami, na których opierają się zasady zachowania. Czy wobec tego można mówić, że przeczy samym zasadom?

Ciekawym przykładem modelu wszechświata opartego na założeniach sprzecznych z zasadami zachowania jest tzw. elektryczny wszechświat^{*)}. Istotną rolę odgrywa tu nadwyżka ładunku elektrycznego protonu nad ładunkiem elektronu, co niezgodne jest z prawem zachowania ładunku. Wprawdzie wiemy, że ładunki protonu i elektronu są sobie równe z dokładnością do jednej części w 10^{16} , jednakże gdyby poniżej tej granicy istniała pewna rozbieżność, przyjmując ją za podstawę, można by było zbudować model całkiem dobrze tłumaczący obserwowaną rzeczywistość. Podobnie niezauważalny dziś proces tworzenia materii może stanowić punkt wyjścia naszych dociekań nad strukturą wszechświata, nie stojąc w sprzeczności z przyjętymi w warunkach ziemskich tzw. prawami natury.

Relatywistyczne teorie wszechświata

U podstaw koncepcji relatywistycznych wszechświata leży po pierwsze tzw. zwykła zasada kosmologiczna stwierdzająca jednorodność przestrzenną wszechświata i po drugie ogólna teoria względności Einsteina — najlepsza ze znanych dziś teorii grawitacji. Wszystkie modele kosmologii relatywistycznej przedstawiają wszechświat ewoluujący, tzn. zmieniający się jako całość w czasie. Ze względu na charakter tych zmian dzieli się je na zasadnicze dwie grupy:

— do pierwszej zalicza się te modele, które przewidują, że rozszerzanie się wszechświata trwać będzie zawsze a wobec tego średnia gęstość materii we wszechświecie będzie się stale zmniejszać;

— druga grupa łączy modele, które przyjmują, że prędkość rozszerzania się wszechświata szybko maleje, by z czasem przejść w proces odwrotny — kurczenie się. Odpowiadałoby to nie oddalaniu się, lecz zbliżaniu do obserwatora wszystkich galaktyk, czyli przesunięciu prążków widmowych nie ku czerwieni, lecz w stronę fal krótszych, a więc ku fioletowi.

W modelach obu grup przyjmuje się ponadto, że rozszerzanie się wszechświata rozpoczęło się około osiem miliardów lat temu.

Wśród teorii pierwszej grupy na czoło wysuwa się zaproponowany przez Belga, księdza Lemaitre'a, model wszechświata skończonego i nieograniczonego^{**)}. Zakłada on, że przed około 40 miliardami lat cała materia wszechświata skupiona była w jakiejś stosunkowo niewielkiej objętości, posiadała więc ogromną gęstość i bardzo wysoką temperaturę. Wskutek ekspansji najprawdopodobniej jądrowej, o której jednak nic nie wiemy, materia ta poczęła się gwałtownie rozszerzać. Tę ekspansję autor hipotezy dzieli na zasadnicze trzy okresy:

— pierwszy, w którym siły grawitacyjne rozszerzającej się materii przewyższają siły odpychania wprowadzone przez Einsteina w ogólnej

^{*)} Patrz artykuł K. Ziolkowskiego pt. „Elektryczny Wszechświat” *Urania* nr 7 z 1962 r.

^{**)} Znaczenia tych pojęć omówione są szerzej w artykule K. Ziolkowskiego pt. „O podstawowych pojęciach kosmologii” *Urania* nr 9 z 1963 r. teorii względności, które rosną gdy odległości poszczególnych cząstek materii wzajemnie wzrastają;

— okres drugi odpowiada sytuacji, gdy wszechświat tak się już rozszerzył, że siła grawitacyjna zrównoważyła siłę odpychania, co wytworzyło pewien stan niemal równowagi;

— ponieważ jednak ekspansja istniała nadal, w pewnym momencie nastąpiła zdecydowana przewaga sił odpychania, co odpowiada początkowi trzeciego okresu, w którym wszechświat rozszerza się dalej ze stałe wzrastającym przyspieszeniem.

Okres drugi, odpowiadający stanowi bliskiemu równowagi, charakteryzuje tendencja skupiania się dostatecznie już po eksplozji oziębionej materii w gwiazdy, galaktyki, gromady galaktyk itd. Niezrozumiałymi w tym modelu wydają się być stany wszechświata, które moglibyśmy nazwać pierwotnym i końcowym, w których średnia gęstość materii jest odpowiednio nieskończenie wielka i nieskończenie mała.

Nieco odmienne stanowisko reprezentuje druga grupa teorii relatywistycznych. Ich ogólną cechą jest założenie, że gdy wszechświat w czasie swej ewolucji zbliża się do takiego punktu osobliwego, w którym średnia gęstość materii jest nieskończenie wielka lub mała, zaczyna działać jakiś mechanizm powodujący odwrócenie zjawiska czyli rozszerzanie przechodzi w kurczenie się i na odwrót. W ten sposób historia naszego wszechświata byłaby niekończącą się serią oscylacji. Lecz jaki mechanizm może być za to odpowiedzialny? Istnieje kilka propozycji; przykładowo podamy tu hipotezę Heckmanna z Hamburga. Zakłada on, że materia we wszechświecie ma pewien ruch obrotowy. Siła odśrodkowa tej rotacji może być wystarczająca do tego, by odwrócić kurczenie się materii, gdy jej gęstość dostatecznie wzrośnie przy końcu jednego z cykli oscylacji. Wprawdzie takiego ruchu obrotowego do dziś nie zaobserwowano, jednak autor tej teorii dowiódł, iż nawet tak mała obecnie nie wykrywalna rotacja wystarcza, by nie dopuścić do stanu, w którym gęstość materii byłaby nieskończenie wielka.

Wszystkie relatywistyczne teorie wszechświata należące do jednej z dwu omówionych grup modeli są w zasadzie po prostu różnymi rozwiązaniami einsteinowskich równań pola. Każde z takich rozwiązań, a w zagadnieniach kosmologicznych jest ich wiele, reprezentuje inny model wszechświata. Wspólną ich wszystkich cechą jest natomiast to, że niektóre wielkości w podstawowych równaniach przyjmują w pewnych warunkach wartości nieskończone; mówimy wtedy, że równanie w jakimś punkcie dopuszcza osobliwość. Jest to sytuacja analogiczna do np. dzielenia przez zero co też jest w pewnym sensie osobliwością matematyki. Występowanie osobliwości w równaniach opisujących jakieś zjawisko lub proces fizyczny jest zwykle oznaką niedostateczności teorii. Wydaje się więc, że obecne modele kosmologii relatywistycznej są niewystarczające gdy ekstrapoluje się je na około osiem miliardów lat wstecz, co nie znaczy oczywiście, że opisują nieadekwatnie najbliższą przeszłość i przyszłość.

Która teoria jest prawdziwa?

Niestety jednoznacznej odpowiedzi na to pytanie dziś jeszcze nauka dać nie potrafi. Nie znaczy to, że nie możemy wskazać wielu testów, których rzetelne przeprowadzenie może potwierdzić lub obalić pewne z założeń ewentualnie wniosków obu teorii lub poszczególnych modeli. Zgodnie z tym co mówiliśmy we wstępie, im więcej dla danej hipotezy można zaproponować takich testów, tym lepszą wydaje się ona dla

nauki. Wspomnimy tu krótko o kilku programach obserwacyjnych, których idea jest w zasadzie prosta. Nie będziemy natomiast wnikać w trudności, które pojawiają się przy ich realizacji.

I tak np. jedną z najbardziej rzucających się w oczy możliwości sprawdzenia omówionych koncepcji jest badanie jakichkolwiek własności galaktyk znajdujących się w różnych od nas odległościach. Ponieważ bowiem jedyne o nich źródło informacji — promieniowanie świetlne galaktyk — dochodzi do obserwatora ze skończoną prędkością około 300 tysięcy km/sek, wobec tego, z uwagi na ogromne odległości we wszechświecie, przybywa do nas nieraz po upływie setek, tysięcy, milionów a nawet miliardów lat. Obserwator ziemski widzi więc galaktykę nie taką jaką jest obecnie, lecz jaką była w dalekiej przeszłości. Inaczej — patrząc w przestrzeń, patrzy jednocześnie w przeszłość. Jeśli zaobserwujemy dla dostatecznie dużej grupy galaktyk korelację jakiejś ich własności z odległością czyli zmianę tej własności w czasie życia galaktyki, świadczyć to będzie o fałszywości doskonałej zasady kosmologicznej leżącej u podstaw teorii wszechświata trwałego i zakładającej jednorodność czasowo-przestrzenną. Nie wykrycie natomiast jakichkolwiek zmian ewolucyjnych galaktyk nie będzie jeszcze upoważniać do odrzucenia modeli relatywistycznych, gdyż być może nasze możliwości obserwacyjne są jeszcze na razie niewystarczające dla ich odkrycia.

Podobnie również znalezienie jakichś zmienności liczebności gromad galaktyk z odległością, będzie dowodem niesłuszności teorii stanu trwałego. Jednak te — wiele obiecujące — badania są na razie bardzo niepewne, gdyż nie wiemy czy przypadkiem na wielkich odległościach nie widzi się np. jedynie gromad jakiegoś szczególnego typu, lub może liczbę członków gromad dalekich zlicza się w jakiś odmienny sposób niż gromad bliskich. Za teorią ewolucyjną przemawiać natomiast będzie ewentualnie wykryty fakt wzrostu ilości galaktyk wraz z odległością, gdyż według modeli tej teorii galaktyki formowały się we wczesnych stadiach ewolucji, gdy jeszcze odległości między nimi nie były tak wielkie jak byłyby obecnie na skutek ekspansji wszechświata (rozszerzanie się wszechświata odsuwa bowiem wzajemnie od siebie wszystkie galaktyki).

Warto może wreszcie podkreślić, że wszystkie poszukiwania zależności własności galaktyk od ich odległości są bardzo utrudnione, bowiem obiekty dalekie są dużo słabiej widoczne na kliszy fotograficznej niż obiekty bliskie. To powodować może niejednoznaczne interpretowanie obrazów galaktyk. Wydaje się, że w tej sytuacji metody radioastronomiczne mogą okazać się dużo bardziej skutecznymi w tego typu badaniach niż zwykle metody optyczne.

Następnym interesującym zagadnieniem mogącym w konsekwencji doprowadzić do obalenia którejś z koncepcji kosmologicznych jest problem mechanizmu powstawania galaktyk. Jego rozwiązanie, uzyskane raczej na drodze teoretycznej a nie obserwacyjnej, spodziewamy się, że odpowie na pytanie, czy tworzenie się galaktyki uwarunkowane jest istnieniem innych galaktyk, czy też nie. W myśl teorii relatywistycznych musi istnieć okres, w którym galaktyk w ogóle nie ma, jak więc mogły powstać te pierwsze? Teorie wszechświata stałego, zakładając jednorodność czasowo-przestrzenną, nie dopuszczają istnienia takiego okresu; jedne galaktyki powstają, inne giną a średnia gęstość materii nie ulega zmianom.

Innym jeszcze testem może być sprawa pochodzenia we wszechświecie pierwiastków ciężkich. Wiadomo, że najobficiej występuje w kosmosie najprostszy z pierwiastków — wodór. Dalej hel, który powstaje we wnętrzach gwiazd w wyniku syntezy wodoru. Zaś źródła pierwiastków bardziej złożonych, ze względu na konieczną do ich powstania ogromną temperaturę, długo na próżno poszukiwano. Zwolennicy modelu Lemaitre'a przypuszczali, że mogły one być wytworzone w początkowym stadium, gdy materia była bardzo gorąca i gęsta. Ponieważ jednak przeczyło to teoriom stanu trwałego, zwolennicy tych ostatnich rozpoczęli poszukiwania ich gdzie indziej twierdząc, że tak jak dawniej również i dzisiaj pierwiastki ciężkie muszą we wszechświecie gdzieś powstawać. Poszukiwania te uwieńczył sukces: znamy dziś zasadniczo dwa źródła pierwiastków ciężkich: wnętrza tzw. czerwonych olbrzymów — gwiazd wielokrotnie przewyższających rozmiarami Słońce oraz tzw. gwiazdy supernowe, tj. takie, których jasność, wskutek mało jeszcze dziś znanego mechanizmu jakiejś silnej eksplozji, nagle bardzo znacznie wzrosła przewyższając nieraz nawet miliardy razy jasność Słońca, by następnie wolno gasnąć.

Przykładowo tu podane testy kosmologiczne nie wyczerpują oczywiście pełnego obrazu możliwości sprawdzania koncepcji wszechświata. Podobnie jak nie stanowią one absolutnych kryteriów prawdziwości poszczególnych modeli. Wydaje się, że nie będzie bezpodstawnym twierdzenie, iż w chwili obecnej nauka nie jest w stanie dać wyczerpującej odpowiedzi na pasjonujące niewątpliwie pytanie: jak zbudowany jest wszechświat. Co więcej, nie wiemy czy będzie ją mogła kiedykolwiek w ogóle znaleźć. Ale odpowiedzi tej szukać musi. Stąd wielość różnych, nieraz całkiem przeciwstawnych, hipotez i dróg do ich obalenia.

Kończąc ów krótki i z konieczności fragmentaryczny przegląd współczesnych koncepcji kosmologicznych, warto jeszcze zwrócić uwagę, iż niezależnie od tego jakie będą ich przyszłe losy, stanowią one jak gdyby drogowskaz w poznawaniu Kosmosu. Wskazują kierunek, w którym winny zdążyć nasze próby przeniknięcia najtrudniej dostępnych tajemnic natury. Stanowią wreszcie chyba jakąś miarę z jednej strony potęgi, a z drugiej zaś kruchości maleńkiej cząstki Wszechświata, tu już najogólniej pojętego, będącej wytworem tejże natury i okrytej równie wielką tajemnicą — człowieka.

KRONIKA

Jubileusz Dr Lucjana Orkisz

W dniu 3 kwietnia mija 40 lat od chwili, gdy dr Lucjan Orkisz, ówczesny asystent Obserwatorium Krakowskiego, odkrył tuż przed wschodem Słońca na Stacji Astronomicznej Narodowego Instytutu Astronomicznego na szczycie Lysiny komętę 8-ej wielkości gwiazdowej. Wiadomość o odkryciu przesłał telegraficznie do Obserwatorium w Krakowie dopiero następnego dnia, po dokonaniu powtórnej obserwacji i upewnieniu się, że nie zachodzi pomyłka.

Na skutek opublikowania odkrycia przez centralę telegramów w Kiel liczne obserwatoria świata rozpoczęły systematyczne obserwacje komety, które trwały przez 13 miesięcy, tj. do 12 maja 1926 r. Pierwsze obserwacje komety — poza odkrywczymi na Lysinie — dokonano w Kopen-

hadze (5: IV), w Warszawie, Algerze i na Mount Hamilton (6. IV), ostatnią — w Obserwatorium Yerkesa za pomocą 24 calowego reflektora fotograficznego.

Kometa otrzymała nazwę **komety Orkisz (1925c)**. Jest to pierwsza kometa odkryta przez polskiego astronoma i członka naszego Towarzystwa od r. 1921, który w ten sposób zyskał trwałe miejsce w dziejach astronomii polskiej.

Sprawie komety Orkisz poświęćmy obszerniejszy artykuł w jednym z najbliższych numerów Uranii.

Promieniowanie rentgenowskie jądra galaktycznego

Za pomocą liczników Geigera umieszczonych na raketach udało się zarejestrować silne promieniowanie rentgenowskie, wydobywające się z obszaru w pobliżu centrum Galaktyki. Są to miękkie promienie rentgenowskie o długości fali od 3 do 3 Å. Tego typu promieniowania nie przepuszcza atmosfera ziemska i mogą je stwierdzić tylko przyrządy znajdujące się poza nią. Obecnie przedmiotem dyskusji naukowych jest kwestia mechanizmu powstawania promieniowania rentgenowskiego w jądrze Galaktyki.

(Wg *Scient. Amer.*, t. 209, nr 6, 1963)

B. Kuchowicz

Czy uda się naśladować gwiazdy na Ziemi?

Od szeregu lat w przodujących laboratoriach świata trwają prace nad realizacją najtańszego i najobfitszego źródła energii — reaktora termojądrowego. Energia była by w nim wyzwalana poprzez syntezę helu z ciężkiego wodoru, a więc w drodze procesu, który odbywa się właśnie we wnętrzach gwiazd. Do tego, by jądra ciężkiego izotopu wodoru — deuteru — zaczęły się łączyć ze sobą tworząc jądra helu, trzeba ogrzać je do temperatury przeszło 300 milionów stopni. Warunek ten jest spełniony we wnętrzu Słońca i innych gwiazd. Proces ten jest potężnym źródłem energii tych gwiazd i decyduje o ich świeceniu. Jest on w zasadzie procesem bardzo prostym, mimo to bardzo trudno zrealizować go w laboratoriach.

Trudność podstawowa tkwi w tym, że w warunkach laboratoryjnych brak czynnika stabilizującego plazmę w określonej objętości, podobnie jak to czyni pole grawitacyjne gwiazdy. Mimo olbrzymich temperatur (a co za tym idzie i energii kinetycznej) cząstki zjonizowanego gazu spalającego się w gwieździe nie rozbiegają się we wszystkich kierunkach, co prowadziłoby do gwałtownego spadku gęstości plazmy i zmniejszenia prawdopodobieństwa zderzeń cząstek gazu. Potężne siły przyciągania powodują utrzymanie plazmy w określonej objętości przy wysokiej temperaturze. W warunkach ziemskich uczeni z konieczności zajmują się tak niewielkimi co do masy ilościami plazmy, że nie ma co nawet wspominać o stabilizującej roli grawitacji. Z konieczności trzeba było się zwrócić do innego czynnika: pola magnetycznego. Nadając odpowiednie kształty liniom sił tego pola uczeni próbują zamknąć plazmę w sposób tak stabilny w określonej objętości, by nawet w razie podgrzania do temperatury, przy której może wystąpić reakcja termojądrowa, plazma ta nie uciekała. Dotychczasowe wyniki są jednak wciąż jeszcze niepomyślne. Już w temperaturze kilku milionów stopni plazma wymyka się z najwymyślniejszych pułapek magnetycznych. Największe

z dotychczasowych osiągnięć — to ogrzanie plazmy o gęstości 10 miliardów cząstek na cm^3 do temperatury 40 milionów stopni i utrzymanie jej w tych warunkach przez kilka setnych części sekundy. Gdyby udało się plazmę utrzymać w temperaturze kilkuset milionów stopni przez przynajmniej 1 sekundę, wystarczyłoby wydzielonej podczas syntezy energii do dalszego podtrzymania tej reakcji. Odtąd „ogień” termojądrowy mógłby już płonąć bez pomocy z zewnątrz. Czy uda się jednak plazmę w takim stanie utrzymać przez jedną sekundę?

Paliwo termojądrowe — deuter — jest tanie i występuje obficie na całej Ziemi. W jednym litrze wody znajduje się jedna trzydziesta grama deuteru. W ilości tej drzemie energia równoważna spalaniu 300 litrów benzyny. Wielu badaczy wątpi, czy jeszcze w bieżącym stuleciu uda się zbudować opłacalny reaktor termojądrowy. Charakterystyczną odpowiedź udzielił prof. L. Arcymowicz, radziecki specjalista z dziedziny badań termojądrowych:

„Uczni krzątają się około drzewa nauki i nigdy nie mogą przewidzieć, kiedy i na której gałęzi wyrośnie złote jabłko. Jednakże specjaliści w dziedzinie fizyki termojądrowej są pewni, że któregoś dnia takie jabłko złożą w darze ludzkości”.

(Na podstawie materiałów z III Konferencji Atomowej w Genewie, wrzesień 1964 r.)

Br. Kuchowicz

Badania nad promieniowaniem kosmicznym w Łodzi

W początku stycznia 1965 r. odbyło się w Łodzi międzynarodowe sympozjum naukowe na temat promieniowania kosmicznego. Organizatorem sympozjum był Oddział Łódzki Zakładu VI Instytutu Badań Jądrowych. Jest to jeden z największych tego rodzaju ośrodków badań w Europie. Kieruje nim prof. dr Aleksander Zawadzki, laureat nagrody Państwowej Rady do Spraw Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej za osiągnięcia w dziedzinie fizyki jądrowej. Ośrodek łódzki jest jedynym w kraju ośrodkiem, specjalizującym się w problematyce wielkich pęków promieniowania kosmicznego. Placówka ta liczy już kilkanaście lat i należy do czołówki europejskiej w tej dziedzinie. Prof. Zawadzki rozpoczął badania nad promieniowaniem kosmicznym jeszcze w latach czterdziestych na Uniwersytecie Łódzkim, a od dziesięciu lat prowadzi je również w kierowanym przez siebie Oddziale Łódzkim Zakładu Fizyki Wysokich Energii IBJ.

Dotychczas jeszcze nie udało się w przekonujący sposób wyjaśnić tajemnicy pochodzenia promieniowania kosmicznego. Zmudne doświadczenia prowadzone są od wielu lat w laboratoriach na całym świecie. Wszak dochodzące do nas z przestworzy cząstki niosą nieraz energie nawet milion razy wyższe niż to się nam udało osiągnąć w najpotężniejszych akceleratorach. Badaniami nad wielkimi pękami promieniowania kosmicznego zajmują się ośrodki w ZSRR, w Stanach Zjednoczonych, W. Brytanii, Francji, Japonii, Australii i Indii. Istnieje również mieszane, amerykańsko-japońskie laboratorium w Boliwi na wysokości 5000 metrów — na szczycie góry Chacaltaya. Ośrodek Łódzki współpracuje żywo z wieloma z tych laboratoriów. I tak, gdy w Łodzi dokonano odkrycia, że w promieniowaniu kosmicznym występują wysokoenergetyczne fotony, których się tam teoretycznie nie spodziewano, wyniki te zostały potwierdzone w laboratorium Chacaltaya. W dziedzinie badań nad fotonową składową promieniowania kosmicznego ośrodek łódzki zdecydowanie wysuwa się na czoło w skali światowej.

Do dyspozycji uczonych łódzkich stoi około 900 liczników Geigera i aparatura hodoskopowa, wyposażona w ok. 2500 lamp elektronowych. Na montaż czeka 2000 dalszych liczników oraz urządzenia, zawierające około 7000 tranzystorów i 12000 diod półprzewodnikowych. Aparatura ta znajduje się w wykańczanym obecnym laboratorium podziemnym o powierzchni ok. 90 metrów kwadratowych. Kilkunastometrowa warstwa ziemi nad laboratorium ma na celu wyeliminowanie tzw. składowej jądrowo-czynnej promieniowania, która zakłóca prowadzone tam pomiary. Liczniki pod ziemią odczytywać mają jedynie składową mionową.

Br. Kuchowicz

Indianie, Chińczycy i Supernowa z r. 1054

Sredniowieczni astronomowie chińscy byli pierwszymi, którzy dokonali pomiaru półokresu zaniku pierwiastka promieniotwórczego¹⁾ — wynika to z opinii niektórych astrofizyków amerykańskich, którzy twierdzą, że energia wyzwolona podczas rozszczepiania samorzutnego nietrwałego pierwiastka kalifornu — ^{254}Cf — decydowała o charakterystycznym przebiegu krzywej blasku gwiazdy supernowej, która wybuchła w roku 1054, a której pozostałością jest mgławica Krab²⁾.

Chińczycy zapisali dokładnie w swoich kronikach, kiedy po raz pierwszy zauważyli tę gwiazdę i z jaką jasnością świeciła. Astronomowie Mayal i Oort (patrz *Publ. Astr. Soc. Pac.* 54, 95, 1942) przeanalizowali pozostawione przez chińskich obserwatorów dane i udało im się ustalić dokładną datę rozbłysku tej gwiazdy według kalendarza gregoriańskiego na 4 lipca 1054 roku. W momencie tym gwiazda jaśniała za dnia podobnie jak Wenus. W oparciu o te dane Mayal i Oort stwierdzają, że jasność absolutna gwiazdy wynosiła wtedy $-16^m,5$. Według danych z kronik chińskich gwiazda była widziana za dnia jeszcze przez następnych 23 dni — stąd Mayal i Oort obliczyli, że jej jasność w dniu 27 lipca tegoż roku wynosiła -15^m . Czy okres ten nie był okresem ostygania?

W ciągu następnych 627 dni gwiazda była widoczna jedynie nocą. 17 kwietnia 1056 roku nie można jej już było dostrzec na niebie w ogóle — stąd wniosek, że jej jasność absolutna spadła do $-5^m,5$. Tak więc nastąpiła zmiana jasności o 9,5 wielkości, co odpowiada 12 półokresom zaniku izotopu promieniotwórczego. Ciekawe, że półokres zaniku izotopu kalifornu ^{254}Cf nie wiele się różni od półokresu otrzymanego z obserwacji Chińczyków: $627 : 12 \approx 52$ dni. Mamy więc powód, by sądzić, że w ten sposób Chińczycy pomierzyli półokres zaniku wytworzonego w dalekiej gwiazdzie nietrwałego pierwiastka pozauranowego.

Obserwacje Chińczyków zostały niedawno potwierdzone niespodziewanie przez obserwacje... Indian.

W. C. Miller (Obserwatorium Mount Wilson i Palomar) dokonał ciekawego odkrycia w Kanonie Navajo w północnej części stanu Arizona, gdzie w jedenastym stuleciu zamieszkiwali Indianie Pueblo. Znaleźliście Millera — rysunek na skalnej ścianie kanionu — przedstawia sierp Księżycyca a poniżej — duże koło (patrz ilustracja na 3 stronie

¹⁾ Patrz definicja na str. 89 *Uranii* nr 3 z r. 1964.

²⁾ O mgławicy Krab — patrz artykuł S. Grzędzielskiego w nr 7 *Uranii* z r. 1959.

naszej okładki). Można by sądzić, że Indianie usiłowali przedstawić coś jasnego na niebie, tuż poniżej tarczy Księżyca. Istotnie, na podstawie tablic astronomicznych Neugebauera Miller stwierdził, że wczesnym rankiem 5 lipca 1054 roku sierp Księżyca znajdował się dokładnie o 2 stopnie na północ od Supernowej, zauważonej poprzedniego dnia przez Chińczyków. Było to chyba wystarczająco osobliwym zjawiskiem i dlatego układ ten został wryty na skale przez Indian.

(Wg Modern Physics for the Engineer)

Br. Kuchowicz

OBSERWACJE

Bolid nad Polską w dniu 14 stycznia 1965 r.

W dniu 14 stycznia 1965 r. około 6^h30^m przeleciał nad Polską po jej „średnicy” w kierunku ENE-WSW jasny bolid („kula ognista”) i był obserwowany w wielu punktach naszego kraju i krajów sąsiednich. Już pierwsze relacje zgłoszone do Obserwatorium Astronomicznego U. W. na temat przelotu były tak ciekawe, że postanowiłem je specjalnymi metodami „konfrontacyjnymi” jak najbardziej uwiarygodnić. Nawiązałem więc ze świadkami przelotu bezpośredni kontakt, uzyskując możliwe dokładne i obiektywne dane na temat toru, czasu obserwacji, wyglądu itd. oraz „przekształcając” doraźnie te dane na „język” materiału liczbowego. Pierwsze dane obserwacyjne były dostarczone z terenu Warszawy i z jej okolic. Już z nich można było wyciągnąć wstępne wnioski na temat zjawiska. Poniżej zestawione są dane wyjściowe obserwacyjne oraz orientacyjne wyniki ujęcia matematycznego pierwszych pięciu użytych w ten sposób relacji, obliczone metodą opracowaną przeze mnie i stosowaną już w r. 1935:

Nr	Obserwator	Miejsce obserwacji	λ	φ
1	Teofil Mazur	Warszawa, Sadyba	21.07	52.19
2	Jakub Banach	Warszawa, Obs. Astr. U.W.	21.02	52.22
3	Longin Zieliński	Warszawa, Żerań	21.02	52.29
4	Janusz Steporowski	Zegrze	21.02	52.47
5	Hanna Gajewska	Warszawa, Pyry	21.02	52.13

Obserwowane współrzędne punktów toru i czas lotu:

Nr	Azymut	Wysokość	Czas	Nr	Azymut	Wysokość	Czas	
1.	92°	30°	0 ^s	3.	85°	30°	0 ^s	
	84	19	3		75	5	5	
	2.	250	20		0	4.	30	70
240		20	7	50	45		3	
230		40	12	60	20		5	
180		70	15	5.	100		45	0
90		30	20		90		25	3
80	10	30	80	5	10			

Stąd: współrzędne geograficzne dobranego normalnego punktu podmeteorowego $\lambda = 21^{\circ}.02$, $\varphi = 52^{\circ}.39$ z dokładnością $\pm 0^{\circ}.02$. W tym punkcie: czas — 1965 styczeń 14^d5h27m U. T. $\pm 1^m$, kierunek lotu $\alpha = 72^{\circ} \pm 3^{\circ}$, wysokość $49 \text{ km} \pm 2 \text{ km}$, prędkość 18 km/sek , w założeniu zaś lotu prawie poziomego i prostoliniowego (na co zdają się wskazywać obserwacje), długość toru obserwowanego około 780 km (280 km przed i 500 km po normalnym punkcie podmeteorowym). Bolid przebiegł trasę: Slonim (ZSRR), Brańsk, Radzymin, Sochaczew, Kalisz, Lubań, Saska Szwarzjcaria (NRD). Trasa powyższa ma charakter wybitnie orientacyjny i niepewność jej wzrasta w miarę odległości od punktu normalnego. Można sądzić, że składowa pionowa wektora prędkości bolidu na znacznej długości toru była równa zeru, co powodowało tak długi i długotrwały lot. Tzw. „głowa” bolidu o kształcie prawie kulistym miała średnicę około 300 metrów , warłocz zaś był długości rzędu 10 km ; zabarwienie ogólne — czerwone.

Z ogólnych okoliczności lotu można wnioskować, że Ziemia „dogoniła ukośnie” bolid w węzle zstępującym jego orbity heliocentrycznej, po przejściu bolidu przez perihelium, a prędkość heliocentryczna bolidu podczas spotkania z Ziemią wynosiła około 35 km/sek , co daje orbitę eliptyczną o półosi wielkiej równej 1.6 jedn. astr.

Są to oczywiście wyniki prowizoryczne, które ulegną niewątpliwie udokładnieniu po opracowaniu dalszego, jak już wiadomo licznego materiału obserwacyjnego.

Maciej Bielicki

KALENDARZYK HISTORYCZNY

14. IV. 1629 r. urodził się Christian Huygens

Wybitny astronom, fizyk, matematyk i mechanik, chociaż najpierw studiował prawo. Urodził się w Hadze (Holandia), zmarł tamże w r. 1695. W r. 1666 przesiedlił się na 15 lat do Paryża jako członek nowo założonej Akademii. Ogłosił pracę pt. *De ratiociniis in ludo aleae* (O wnioskach z gry w kości), w której wyłożył stworzone przez siebie podstawy rachunku prawdopodobieństwa.

Huygens zalicza się do najbystrzejszych i najaktywniejszych badaczy. Jako fizyk był twórcą falowej teorii światła (r. 1678), był badaczem siły odśrodkowej, figury Ziemi i astronomem-observedorem. Udoskonalił lunetę, osiągając długość ogniskowej obiektu 40 metrów . Przy pomocy takiej (nieachromatycznej) lunety wykrył właściwy kształt pierścieni Saturna i jego pierwszy księżyc (r. 1655). Korzystając z prac Galileusza nad izochronizmem wahadła, wprowadził je do budowy zegarów, podając ich teorię w słynnej pracy pt. *Horologium oscillatorium* (r. 1658). Zbudował pierwsze obserwatorium astronomiczne w Hadze.

Jan Gądomski

15. IV. 1793 r. urodził się Wilhelm Struve

W r. 1964 obchodziliśmy 100-letnią rocznicę zgonu Wilhelma Struve, wybitnego astronoma XIX w. Był on z pochodzenia Niemcem, ale powszechnie uważany jest za uczonego rosyjskiego.

Urodził się w Altonie pod Hamburgiem jako syn dyrektora gimnazjum. Studiował w Dorpacie, gdzie został później dyrektorem obserwatorium. W r. 1832 zostaje członkiem Akademii Nauk w Petersburgu, która dwa lata później powierzyła mu nadzór nad budową Obserwatorium w Pułkowie. Budowa tego słynnego obserwatorium została ukończona w r. 1839, a jego pierwszym dyrektorem został mianowany Wil-

helm Struve. Kierował tą placówką do r. 1858, kiedy to kierownictwo powierzono jego synowi, Ottonowi Struve.

Dał on początek znanej „dynastii” astronomów rosyjskich, bowiem astronomii poświęciło się także jego dwóch wnuków: Herman Struve był dyrektorem obserwatorium w Królewcu, a Ludwik Struve — w Char-kowie.

Prace Wilhelma Struvego dotyczą głównie astronomii gwiazd podwójnych; dokonał licznych pomiarów mikrometrycznych. Owocem tych badań był wielki katalog pt. *Catalogus novus stellarum duplicium et multiplicium* (Dorpat 1827), który obejmuje 312 gwiazd podwójnych, w większości nowo odkrytych. Drugą cenną pracą jest dzieło pt. *Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae* (Petersburg 1827), zawierające pomiary 2700 gwiazd podwójnych i wielokrotnych. Dalsze pomiary 2874 gwiazd podwójnych opublikował w dziele pt. *Stellarium fixarum imprimis duplicium et multiplicium positiones mediae pro epocha 1830,0* (Petersburg 1852). Dały one bogaty materiał do zbadania własnych ruchów gwiazd. Wiele obserwacji gwiazd podwójnych, które dokonał już wspólnie z synem Ottonem, ogłoszono w publikacji Obserwatorium Pułkowskiego pt. *Observationes de Poulkova* (1872). Na podstawie obserwacji w Dorpacie w latach 1835—1838 wyznaczył paralaksę α Lyrae (Wega), otrzymując wartość $1/4''$ (według nowszych pomiarów wynosi ona $0,12''$).

Wilhelm Struve był również czynny na polu geodezji i wspólnie z T. F. Schubertem kierował pracami triangulacyjnymi w Rosji do roku 1862.

St. R. Brzostkiewicz

16. IV. 1783 r. zmarł Christian Mayer

W czasach panowania elektora Karola Teodora, w mieście Mannheim — przy ujściu rzeki Neckar do Renu — kwitła nauka i kultura. W r. 1772 powstało tam z fundacji elektora obserwatorium astronomiczne, w którym pracował ceniony już astronom — jezuita i profesor Uniwersytetu w Heidelbergu — Christian Mayer.

Główne zainteresowania jego zwrócone były na gwiazdy podwójne. Do obserwacji używał kwadrantu Johna Birda z Londynu z lunetką o powiększeniu 85-krotnym. Sposób poszukiwania gwiazd podwójnych polegał na tym, że obserwował systematycznie przejścia gwiazd przez południk i, jeśli zauważył dwie gwiazdy blisko siebie, notował położenie jednej względem drugiej. W ten to sposób powstał pierwszy katalog gwiazd podwójnych, wydrukowany w r. 1779 jako dodatek do dzieła pt. *De novis in caelo sidereo phaenomenis*. Katalog zawierał 56 par gwiazd, których odległości były rzędu 1 minuty.

Podwójną α Herkulesa Mayer obserwował w latach 1777—1779, dokonując ogółem 72 obserwacji; w tym samym czasie dokonał 102 obserwacji gwiazdy podwójnej β Labędzia.

Na uwagę zasługuje to, że Mayer pierwszy wyraził pogląd na istnienie wokół gwiazd ich satelitów — planet. Z tego powodu wywiązała się w owym czasie „burza” krytyki wokół prac Mayera, któremu zarzucano przewidzenia i wybujałą wyobraźnię. Tylko nieliczni astronomowie doceniali prace Mayera, m. in. J. E. Bode z Berlina, który zamieścił wykaz gwiazd podwójnych Mayera w roczniku „*Berliner Astronomisches Jahrbuch*” z r. 1784.

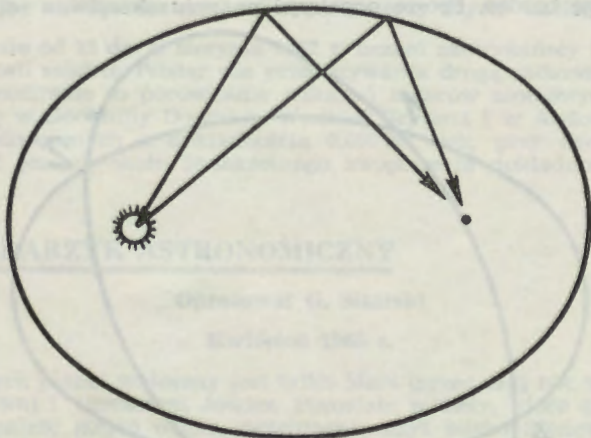
Christian Mayer zmarł w Mannheimie w wieku 73 lat.

Jerzy Ulanowicz — Ostrowiec

TO I OWO**Dowcipne potknięcia na egzaminach**

Asystując profesorom Wł. Zonnowi i S. Piotrowskiemu przy egzaminach uniwersyteckich, a później egzaminując sam studentów astronomii, fizyki, matematyki i geografii Uniwersytetu Warszawskiego z zakresu astronomii, spotykałem się niekiedy z odpowiedziami stanowiącymi niezamierzone, lecz znakomite dowcipy. Czasem były to śmieszne choć nie groźne „przejęzyczenia”, wynikiem ze zdenerwowania dobrze nawet przygotowanych studentów, czasem — nieprawdopodobne brednie, świadczące o zupełnym bigosie w głowie. Notowałem je. Oto autentyczne egzaminacyjne odpowiedzi studentów z mojego notatnika:

- Rok świetlny jest to długość promienia świetlnego.
- Kalendarz jest to zbiór reguł, którymi posługujemy się w życiu codziennym.
- Elipsoida ziemiska: pozorna droga Słońca w ruchu rocznym.
- Galaktyki dzielą się na spiralne i mgławicowe.
- Pierwsze prawo Keplera: Planeta porusza się po elipsie. W jednym ognisku elipsy znajduje się Słońce, którego promienie skupiają się w drugim ognisku w ten sposób:



- Warkocz stanowi siłę napędową komety.
- Paralaksa dzienna wyraża się wzorem $p = \frac{r}{d}$ gdzie d jest odległością danego ciała, a r — promieniem sfery niebieskiej.
- Gwiazda znajdująca się na równiku wykonuje skutek paralaksy rocznej drgania o amplitudzie równej zeru.
- Paralaksy dzielą się na spektroskopowe, sferyczne i hipotetyczne (sic!).
- Sfera niebieska jest tworem matematycznym, na którym znajdują się różne układy np. układ słoneczny i układ planetarny.
- Kąt godzinny jest to kąt jaki Słońce przebywa w ciągu godziny.
- Zaćmienia mogą występować w czasie pełni lub nowiu. Podczas

nowiu bywają zaćmienia całkowite, bo Księżycą w ogóle nie widać. Podczas pełni — częściowe.

— Paralaksa może być dzienna i nocna.

— Nutacja spowodowana jest tym, że Ziemia nie przylega ściśle do swojej osi.

— *Pytanie:* Czym różnią się gwiazdy od planet. *Odpowiedź:* Gwiazdy spadają, a planety nie.

Podobne lapsusy egzaminowe zbierał również profesor astronomii Uniwersytetu Moskiewskiego, P. P. Parenago. Wyjątki z jego kolekcji zostały opublikowane w nr nr 2 i 3 zjazdowego czasopisma „Kosmos”, wychodzącego w czasie X Kongresu Unii Astronomicznej w Moskwie w r. 1958. Przytaczamy je w tłumaczeniu:

Prof. P. K. Strenberg egzaminuje z astronomii ogólnej:

— Jaka jest deklinacja Słońca w czasie przesilenia letniego?

Student milczy.

— Największa co do wielkości bezwzględnej — podpowiada profesor.

— Aha! 360 stopni.

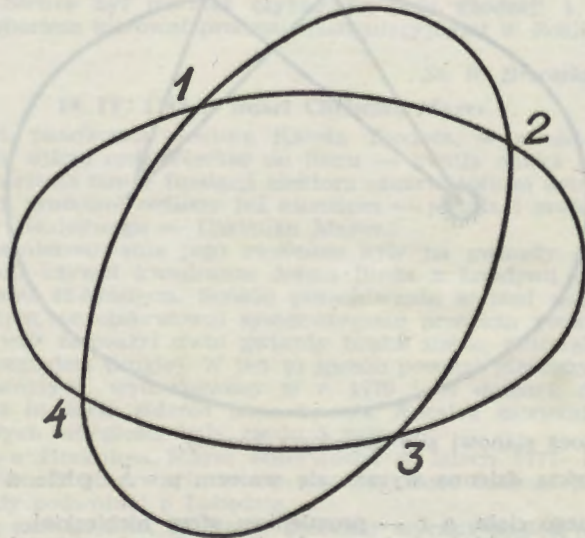
Prof. S. A. Kazakow egzaminuje z astronomii sferycznej:

— W ilu punktach przecinają się ze sobą dwa wielkie koła?

— W czterech.

— !?!?

— Proszę bardzo. Proszę popatrzeć na rysunek:



Prof. W. K. Ceraski pyta studenta na egzaminie:

— Jak długo trwa doba na biegunie?

— 24 godziny trwa dzień i 24 — noc.

Pytanie: Co to jest moment bezwładności? *Odpowiedź:* Jest to bezwładność w danym momencie.

Pytanie: Co to jest voltametr? *Odpowiedź:* Wielkość mierzona spadkiem jednego wolta z wysokości jednego metra.

Pytanie: Proszę wymienić planety Układu Słonecznego, poczynając od najdalszej. **Odpowiedź:** Platon, Newton, Saturn...

Pytanie: Jaka jest budowa Układu Słonecznego? **Odpowiedź:** Układ Słoneczny składa się z wielkiej liczby małych planet i z małej liczby wielkich planet.

Pytanie: Co się dzieje z ciałami przy ogrzewaniu? **Odpowiedź:** Ciała się pocią.

Numer 5 tegoż „Kosmosu” cytuje jeszcze takie dwie „perły” z odpowiedzi egzaminacyjnych:

— Linie w widmach gwiazd przesuwają się wskutek przyczyn zwanych „efektami”.

— Jeśli nie wymienię tej linii, panie profesorze, to tylko dlatego, że jest to linia wzbroniona.

I na zakończenie, przytoczone przez „Kosmos” już nie odpowiedź, ale pytanie studenta:

Panie profesorze, mówił pan, że gdy pocisk spotka się z jakąś przeszkodą, połowa wielkości mv^2 przekształca się w ciepło. A co się dzieje z drugą połową?

Konrad Rudnicki

Precyzyjne nawijanie wskazań zegarów przy użyciu satelity Teistar

W okresie od 25 do 27 sierpnia 1962 r. uczeni amerykańscy i brytyjscy wykorzystali satelitę Teistar dla przekazywania drogą radiową sygnałów czasu. Umożliwiło to porównanie wskazań zegarów atomowych znajdujących się w Goonhilly Downs w Wielkiej Brytanii i w Andover w Stanach Zjednoczonych z dokładnością 0,000 001 sek, przy czym istnieje możliwość jeszcze około 10-iokrotnego zwiększenia dokładności porównania.

A. Marks

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski

Kwiecień 1965 r.

Z jasnych planet widoczny jest tylko Mars (przez całą noc w gwiazdozbiornie Lwa) i wieczorem Jowisz. Pozostałe planety, które moglibyśmy łatwo odnaleźć gołym okiem, przebywają zbyt blisko Słońca i są niewidoczne. Natomiast przez lunetę możemy odszukać Urana w gwiazdozbiornie Lwa i Neptuna w gwiazdozbiornie Wagi (obie planety widoczne przez całą noc). Pluton przebywa także w Lwie, ale dostępny jest tylko przez wielkie teleskopy.

Przez większe lunety możemy też obserwować dwie planetoidy około 11 wielkości, Harmonię i Ausonię. W szczególności Harmonia, którą odnajdziemy wieczorem w gwiazdozbiornie Lwa w dogodnych warunkach obserwacyjnych, w połowie miesiąca zmienia kierunek swego pozornego ruchu na sklepieniu niebieskim. Zaznaczając zatem co noc położenia planetki na mapie nieba, wykreślimy fragment pętli, jaką ztoczy ona wśród gwiazd.

1^d kwietnia, Około południa czasu warszawskiego nastąpi niezwykle i pierwsze tego rodzaju w dziejach Kosmosu zjawisko: całkowite zaćmie-

nie Słońca przez tarczę Księżyca w pełni. Jak wiadomo, dotychczas zaćmienia Słońca mogły się zdarzać tylko w okresie nowiu księżycowego. Czym więc tłumaczyć nagłą zmianę ustalonego od wieków porządku w ruchach ciał niebieskich? Okazuje się, że występowanie różnych nieoczekiwanych zjawisk jest wynikiem nieodpowiedzialnej gospodarki Człowieka w Kosmosie. Nie dawno wysłano w kierunku Księżyca dwa statki kosmiczne (Ranger 7 i 8), które — jak się powiada — „ładowały” na powierzchni Srebrnego Globu. Wiadomo jednak, że lot wspomnianych pojazdów zakończył się po prostu brutalnym uderzeniem w powierzchnię Księżyca i roztrzaskaniem się statków na drobne kawałki (wrogom nie życzymy takiego lądowania!). Oczywiście nie mogło to pozostać bez wpływu na spokojny bieg Księżyca wokół Ziemi. Nie tylko ruch Księżyca na orbicie przyspieszył się nieco (nów miał przypaść na 2 kwietnia), ale też cały glob naszego Satelity zachwiał się wokół własnej osi i obrócił się do nas swoją oświetloną stroną, zwróconą pierwotnie w czasie nowiu do Słońca. Stąd też mamy nieoczekiwane zaćmienie i pełnię Księżyca w biały dzień. Niestety, z tego też powodu przebieg zaćmienia nie będzie zbyt efektowny, zciemni się niemal niedostrzegalnie, a jasnej tarczy Księżyca nie potrafimy odróżnić na tle tarczy Słońca. Czyżby piękne i groźne zjawisko całkowitego zaćmienia Słońca przeszło już na zawsze do historii?

2^d14^h Niewidoczne złączenie Księżyca z Merkurem. Wieczorem na tarczy Jowisza dostrzegamy cień jego 3 księżycy; plamka cienia pojawia się o 19^h48^m. Do brzegu tarczy planety zbliża się też księżyc 1 i rozpocznie swoje przejście na jej tle o 20^h5^m.

3^d1^h Złączenie Marsa z Uranem. Urana odnajdziemy przez lunetę w odległości około 2^o.5 na południe od czerwonego Marsa. Wieczorem obserwujemy początek przejścia 1 księżycy (o 19^h23^m) i jego cienia (o 20^h18^m) na tle tarczy Jowisza.

4^d Obserwujemy koniec zaćmień dwóch księżyców Jowisza. Księżycy te pojawiają się nagle z cienia planety w pewnej odległości od prawego brzegu jej tarczy (patrząc przez lunetę odwracającą), księżyc 2 o 19^h1^m i księżyc 1 o 19^h44^m.

5^d7^h Złączenie Jowisza z Księżycem.

8^d o 7^h nastąpi złączenie Merkurego z Wenus, a o 14^h dolne złączenie Merkurego ze Słońcem.

11^d20^h26^m Heliocentryczna długość środka tarczy Słońca wynosi 0^o (początek 1493 rotacji Słońca wg Carringtona). O 24^h Merkury znajdzie się najbliższej Ziemi (w odległości 86.6 miliona km).

12^d o 4^h nastąpi górne złączenie Wenus ze Słońcem, o 13^h niewidoczne złączenie Marsa z Księżycem i o 15^h złączenie Urana z Księżycem.

17^d19^h Złączenie Neptuna z Księżycem.

18^d Obserwujemy początek zakryć dwóch księżyców Jowisza przez tarczę planety: o 20^h20^m zakrycie księżycy 2 i o 20^h42^m zakrycie księżycy 1.

19^d Wieczorem w pobliżu Jowisza dostrzegamy brak jego 1 księżycy, który przechodzi właśnie na tle tarczy i jest niewidoczny, natomiast widać na tarczy planety cień tego księżycy. Księżyc 1 kończy swoje przejście o 20^h8^m, a jego cień o 20^h49^m. O 23^h Mars nieruchomy w rektascensji.

20^d8^h20^m Słońce wstępuje w znak Byka, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 30^o. O 20^h18^m obserwujemy koniec zaćmienia 3 księżycy, a nad nim Saturna. Tego wieczora warto też zwrócić uwagę na

równiej średnicy tarczy od jej prawego brzegu (w lunecie odwracającej).

22^d5^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

26^d Obserwujemy początek przejścia 1 księżycy i jego cienia na tle tarczy Jowisza. Księżyc 1 rozpocznie przejście o 19^h59^m, a jego cień pojawi się na tarczy planety o 20^h33^m.

27^d4^h Złączenie Saturna z Księżycem w odległości około 3° 8. Raniem nad wschodnim horyzontem spróbujmy odnaleźć wąski sierp Księżycy, a nad nim Saturna. Tego wieczora warto też zwrócić uwagę na Jowisza. Po zachodzie Słońca w pobliżu Jowisza widzimy z dala od brzegu tarczy księżyc 4, a blisko tarczy księżyc 3. Księżyc 1 przechodzi poza tarczą Jowisza, a księżyc 2 jest niewidoczny na tle tarczy; dostrzegamy natomiast na tarczy planety cień księżycy 2. O 19^h39^m księżyc 3 kryje się za tarczą planety, widać więc w pobliżu Jowisza tylko jeden jego księżyc. O 19^h57^m pojawia się nagle z cienia planety księżyc 1, w pewnej odległości od prawego brzegu tarczy, a o 20^h24^m księżyc 2 kończy swoje przejście przed tarczą planety. Do zachodu Jowisza widać na tarczy planety cień księżycy 2.

29^d12^h Niewidoczne złączenie Merkurego z Księżycem.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Odległości bliskich planet

Data 1 9 8 5	W e n u s				M a r s			
	od Słońca		od Ziemi		od Słońca		od Ziemi	
	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm
III 31	0.726	108.6	1.721	257.3	1.653	247.1	0.706	105.6
IV 10	0.725	108.4	1.726	258.1	1.647	246.2	0.752	112.4
20	0.724	108.2	1.727	258.2	1.641	245.3	0.811	121.2
30	0.723	108.0	1.722	257.4	1.633	244.2	0.878	131.3
V 10	0.721	107.8	1.711	255.9	1.625	243.0	0.952	142.3

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

Data 1965	P	B ₀	L ₀	Data 1965	P	B ₀	L ₀
	o	o	o		o	o	o
IV 1	-26.24	-6.50	136.03	IV 17	-25.94	-5.38	284.83
3	-26.30	-6.38	109.64	19	-25.78	-5.22	258.41
5	-26.34	-6.26	83.25	21	-25.58	-5.04	232.00
7	-26.35	-6.13	56.86	23	-25.35	-4.86	205.58
9	-26.33	-5.98	30.46	25	-25.09	-4.68	179.15
11	-26.28	-5.80	4.06	27	-24.80	-4.48	152.73
13	-26.20	-5.70	337.65	29	-24.49	-4.29	126.30
15	-26.08	-5.55	311.24	V 1	-24.14	-4.09	99.87

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy (+ na wschód, — na zachód);

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.

Kwiecień 1965 r. PLANETY I PLANETOIDY

Data 1965	1 ^h czasu środk.-europ.		Warszawa		1 ^h czasu środk.-europ.		Warszawa	
	α	δ	wsch.	zach.	α	δ	wsch.	zach.
M E R K U R Y								
	h m	o	h m	h m				
IV 1	1 20	+12.0	5 14	19 20				
11	0 58	+ 8.3	4 34	17 58				
21	0 45	+ 3.9	4 05	16 43				
V 1	0 59	+ 3.4	3 42	16 14				
W pierwszych dniach miesiąca widoczny zaraz po zachodzie Słońca nisko nad horyzontem (poszukiwać przez lunetę).								
M A R S								
IV 1	10 55	+10.5	14 56	4 49				
12	10 48	+10.8	14 09	4 04				
21	10 45	+10.6	13 28	3 21				
V 1	10 47	+ 9.9	12 54	2 40				
Widoczny przez całą noc w gwiazdozbiornie Lwa, jako czerwona gwiazda około -0.5 wielkości.								
S A T U R N								
III 22	22 50	- 9.1	5 16	15 38				
IV 11	22 59	- 8.3	4 02	14 33				
V 1	23 06	- 7.6	2 46	13 25				
Pod koniec miesiąca wschodzi na krótko przed słońcem; praktycznie niewidoczny.								
U R A N								
10 55	+ 7.8	15 50	5 14					
10 52	+ 8.1	14 28	3 53					
10 50	+ 8.2	13 06	2 34					
Widoczny prawie całą noc w gwiazdozbiornie Lwa (5/7 wielk. gwiazd.).								
W E N U S								
	h m	o	h m	h m				
0 32	+ 2.0	5 20	17 38					
1 18	+ 6.9	5 01	18 11					
2 04	+11.6	4 42	18 44					
2 52	+15.9	4 26	19 16					
Niewidoczna.								
J O W I S Z								
3 33	+18.5	6 49	22 10					
3 41	+19.0	6 15	21 42					
3 50	+19.5	5 42	21 15					
4 00	+19.9	5 09	20 49					
Widoczny wieczorem w gwiazdozbiornie Byka (-1.6 wielk. gwiazd.).								
N E P T U N								
	α	δ	w połud.					
	h m	o	h m					
III 21	15 11.3	-16 00'	2 54					
IV 10	15 09.8	-15 50	1 33					
30	15 07.8	-15 42	0 13					
Widoczny przez całą noc w gwiazdozbiornie Wagi (około 8 wielk. gwiazd.).								
P L U T O N								
	α	δ	w połud.					
	h m s	o	h m					
11 26 22	+19 36'1	23 06						
11 24 33	+19 44.6	21 46						
11 23 09	+19 47.6	20 26						
Widoczny prawie całą noc w gwiazdozbiornie Lwa, tylko przez wielkie teleskopy (14.5 wielk. gwiazd.).								
PLANETOIDA 40 HARMONIA								
III 31	10 46.4	+15 01	21 45					
IV 10	10 41.5	+15 13	21 03					
20	10 39.4	+15 05	20 21					
30	10 40.2	+14 39	19 42					
V 10	10 43.7	+13 56	19 08					
Około 11.3 wielk. gwiazd. Widoczna prawie całą noc w gwiazdozbiornie Lwa.								
PLANETOIDA 63 AUSONIA								
12 15.3	- 7 11	23 14						
12 05.5	- 6 32	22 26						
11 57.3	- 5 56	21 38						
11 51.6	- 5 28	20 54						
11 48.9	- 5 13	20 12						
Około 11 wielk. gwiazd. Widoczna prawie całą noc na granicy gwiazdozbiornów Panny i Lwa.								

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

Kwiecień 1965 r.

SŁOŃCE

Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Szczecin		Poznań		Wrocław		Gdańsk		Kraków		Warszawa		Rzeszów		Białystok	
				wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
	l. czasu	α	δ																
IV 1	m	h m	o	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
11	- 4.1	0 41	+ 4.4	5 37	18 36	5 28	18 25	5 29	18 24	5 19	18 21	5 18	18 11	5 12	18 09	5 10	18 03	5 02	18 01
21	- 1.2	0 17	+ 8.1	5 13	18 55	5 04	18 43	5 06	18 41	4 54	18 40	4 56	18 27	4 49	18 26	4 48	18 19	4 38	18 19
V 1	+ 1.2	1 54	- 11.7	4 50	19 13	4 42	19 00	4 45	19 57	4 30	18 59	4 36	18 43	4 27	18 44	4 28	18 35	4 15	18 37
11	+ 2.9	2 32	- 14.9	4 28	19 31	4 22	19 17	4 26	19 13	4 08	19 17	4 17	18 58	4 06	19 01	4 09	18 50	3 54	18 55
	+ 3.7	3 10	- 17.8	4 09	19 49	4 03	19 35	4 08	19 29	3 48	19 36	4 00	19 13	3 48	19 18	3 52	19 05	3 36	19 12

KSIĘZYC

Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa		Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa		Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa	
				wsch.	zach.					wsch.	zach.					wsch.	zach.
	α	δ															
IV 1	h m	o	h m	h m	IV 11	h m	o	h m	h m	IV 21	h m	o	h m	h m			
2	0 03	- 5.0	5 32	17 24	11	9 23	+ 20.1	12 31	3 38	21	17 57	- 24.8	0 02	7 23			
3	0 51	+ 0.5	5 48	18 41	12	10 20	+ 15.7	13 55	4 03	22	18 50	- 25.3	0 57	8 10			
4	1 39	+ 6.1	6 03	20 00	13	11 13	+ 10.6	15 17	4 23	23	19 42	- 24.7	1 41	9 08			
5	2 30	+ 11.6	6 21	21 22	14	12 04	+ 4.9	16 38	4 39	24	20 33	- 22.9	2 15	10 12			
6	3 23	+ 16.5	6 43	22 45	15	12 54	- 0.9	17 56	4 55	25	21 23	- 20.2	2 42	11 22			
7	4 19	+ 20.6	7 12	-	16	13 43	- 6.6	19 15	5 12	26	22 12	- 16.5	3 05	12 34			
8	5 18	+ 23.5	7 50	0 05	17	14 32	- 11.9	20 32	5 29	27	22 59	- 12.1	3 22	13 47			
9	6 20	+ 25.0	8 43	1 18	18	15 22	- 16.5	21 47	5 48	28	23 46	- 7.1	3 38	15 03			
10	7 22	+ 24.9	9 49	2 19	19	16 13	- 20.3	22 58	6 13	29	0 33	- 1.6	3 54	16 19			
	8 24	+ 23.2	1 108	3 04	20	17 04	- 23.1	-	6 43	30	1 21	+ 4.1	4 08	17 38			

Fazy Księżyca

Ostatnia kw.	III 25d	3h
Nów	IV 2	1
Pierwsz. kw.	IV 9	2
Pełnia	IV 15	24
Ostatnia kw.	IV 23	22
Nów	V 1	13

Odległość Księżyca od Ziemi	Srednica tarczy
d h	
Najm. IV 9 12	32'3
Najw. IV 23 2	29.5

CONTENTS

- W. Zonn — Space science (II).
- B. Kuchowicz — Origin of chemical Elements in Stars (V).
- K. Ziolkowski — Contemporary cosmological theories.
- Chronicle: The Jubilee of Lucjan Orkisz. — X-ray radiation of the galaxy centre. — Is it possible to imitate stars on the Earth? — Studies on cosmic rays being performed in Lodz, Poland. — Indians, Chnmen and Supernova of 1054.
- Observations: Bolid over Poland on 14th of January 1965.
- Historical chronicle.
- Here and there: Witty lapses on examinations.
- Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

- В. Зонн — Наука о пространстве. (II).
- В. Кухович — Возникновение элементов в звездах. (V).
- К. Зёлковски — Современные космологические гипотезы.
- Хроника: Юбилей Лудяна Оркиша. — Можно ли подражать звездам на Земле? — Исследование по космическому излучению в Лодзи. — Индейцы, Китайцы и сверхновая 1054 года.
- Наблюдения: Бolid над Польшей 14 января 1965 г.
- Исторический календарь.
- По и сё.
- Астрономический Календарь.

ADRESY ODDZIAŁÓW PTMA

- Biała Podlaska — Powiatowy Dom Kultury.
- Białystok — ul. Kilińskiego 1, Zakład Fizyki Akademii Medycznej, tel. 55-91, wn. 61.
- Chorzów — 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. 18-20.
- Frombork — Wieża Wodna, Pokazy i sekr.: godz. 16-18.
- Gdańsk-Oliwa, ul. Sambora 8.
- Gdynia — Kamienna Góra, ul. Mickiewicza 8 m. 4.
- Gliwice — ul. Marcina Strzody 2 gmach Biura Projektów Przemysłu Węglowego), Sekretariat: Cz. 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. Pl. godz. 18-20.
- Krosno n/W. — ul. Nowotki 1 I p. (Jan Winiarski).

- Łódź — ul. Traugutta 18, pok. 412 tel. 250-02, Sekretariat: Cz. godz. 17-19.
- Nowy Sącz — ul. Jagiellońska 50a, tel. 80-52, Sekretariat: Pon. Śr. Pl. 16-20.
- Olsztyn — Muzeum Mazurskie I p., tel. 24-74 (W. Radziwiłowicz).
- Opole — ul. Strzelców Bytomskich 3; (Woj. Dom Kultury) pok. 45, 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 8/10, Sekretariat: Wt. Cz. 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: Cz. Sob. godz. 18-20, Odczyty: Pon. godz. 18 w Col. Max. UMK.
- Warszawa — Al. Ujazdowskie 4, Sekretariat: Wt. Cz. Sob. godz. 18-21.
- Wrocław — ul. Piotra Skargi 18a (Wzgórze Partyzantów), tel. 347-32, Sekretariat: godz. 8-11 oraz 18-19.

Rada Redakcyjna: S. Piotrowski (przewodn.), L. Cichowicz, R. Janiczek, J. Mergentaler, K. Rudnicki, E. Rybka, W. Zonn. Komitet Redakcyjny: L. Zajdler (Red. nacz.), K. Ziolkowski (sekr. Red.), A. Cichowicz (red. techn.), M. Bielicki, T. Jarzembowski, J. Kubikowski, J. Masowski, J. Mielicki, M. Pańków, A. Piaskowski, S. Ruciński, K. Rudnicki, A. Stowik, J. Smak, A. Woszczyk. Adres Redakcji: Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. Wydawca: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Główny, Kraków, ul. Solskiego 30/8. Warunki prenumeraty: roczna — 72 zł, półroczna — 36 zł, cena 1 egz. — 6 zł, dla członków PTMA — w ramach składki — 60 zł rocznie.

