URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLI MAJ 1970 Nr 5

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLI MAJ 1970 Nr 5

CZASOPISMO WYDAWANE Z ZASIŁKU POLSKIEJ AKADEMII NAUK. ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (DZ. URZ. MIN. OŚW. NR 14 Z 1966 ROKU, W-WA 5. 11. 66).

SPIS TREŚCI

Magdalena Sroczyńska — Wiatr słoneczny.

Marek Abramowicz — O ruchu peryhelium Merkurego (II).

Kronika: Badania próbek księżycowych — Jak pierwotne Słońce utraciło swój moment pędu? — Allende, największy znany chondryt węglisty — Satelity na orbicie.

Obserwacje: Aktywność Słońca w r. 1969 (Jan Mergentaler) — Kometa Tago — Sato — Kosaka (Irena Janos).

Kalendarzyk astronomiczny.

ZARZĄD GŁÓWNY PTMA, Kraków, Solskiego 30/8, tel. 538-92, konto **PKO I OM w Krakowie Nr 4-9-5227.** Biuro czynne od 7 do 15, w soboty do 13.

Zwyczaj żartów primaaprilisowych powstał we Francji po r. 1564, kiedy Karol IX zarządził przeniesienie Nowego Roku z 1 kwietnia na 1 stycznia. Tematem żartów były podarunki noworoczne.

Urania kultywuje ten zwyczaj od dawna. W tym roku „udał" nam się jednak kawał nie zamierzony. Na pierwszej stronie, we wspomnieniu o Einsteinie czytamy, że dla wyjaśnienia ruchów Browna zastosował on mechanikę kwantową. W pierwotnym tekście maszynopisu, który był później dopasowywany dla uzyskania objętości 40 wierszy, dotyczyło to drugiej pracy Einsteina — o zjawisku fotoelektrycznym.

Należy zatem w wydrukowanym tekście po słowie „Browna" postawić kropkę i resztę zdania, aż do następnej kropki — skreślić.

Nie udał nam się natomiast następny żart. Nie wiadomo dlaczego nie wydrukowano informacji, że podpis Autora notatki „Numerologiczne ciekawostki lotu Apollo 11" składa się z 11 liter...

To jednak, że Czytelnicy otrzymali Uranię w dniu 1 kwietnia — nie jest żartem! A może uda nam się to kultywować przez cały rok?

Pierwsza strona okładki: Dwaj pierwsi ludzie na Księżycu w dniu 21 lipca 1969 r. W osłonie hełmu Edwina Aldrina odbija się Neil Armstrong wykonujący to zdjęcie) a także pojazd księżycowy, kamera telewizyjna oraz część aparatury badawczej.

Druga strona okładki: Surveyor 3 na zboczu krateru, gdzie wylądował dnia 20 kwietnia 1967 r., widziany w kamerze załogi Apollo 12.

Czwarta strona okładki: Zdjęcie komety Tago — Sato — Kosaka (1969 g), odkrytej przez trzech japońskich miłośników astronomii, wykonane 1 stycznia 1970 r. przez Barrie Warda w Nowej Zelandii za pomocą 35 mm kamery. Kometa znajdowała się w gwiazdozbiorze Teleskop. Długość warkocza wynosi około 6 stopni.

MAGDALENA SROCZYŃSKA — Warszawa

WIATR SŁONECZNY

„Obyś żył w ciekawych czasach"

Trudno chyba nie przyznać, że żyjemy w czasach bardzo ciekawych. A czy czymś za to „płacimy"? Sądzę, że tak. Cały bowiem świat entuzjazmuje się zdobyczami nauki i techniki: dzień po operacji wiemy kto komu przeszczepił serce, latamy ponaddźwiękowymi samolotami pasażerskimi, korzystamy z komputerów. Od wypuszczenia pierwszego sputnika upłynęło zaledwie trzynaście lat, a ludzkości udało się już wysłać swoich przedstawicieli na naszego najbliższego kosmicznego sąsiada — na Księżyc. Wiadomo, że we wrześniu 1977 roku wystrzelony zostanie z Ziemi pojazd kosmiczny, który minie Jowisza w 1979 roku, Saturna w 1980, Urana w 1984, Neptuna w 1986. I tak ściśle podany program badania dalekich rejonów naszego układu słonecznego wcale nas nie zaskakuje. Tego rodzaju informacje stały się nieomal częścią zwykłej porcji codziennych wiadomości. W rezultacie każdy przeciętny śmiertelnik operuje w potocznej nawet rozmowie fachowymi terminami z rozmaitych dziedzin: medycyny, fizyki, chemii. Czy to źle? Na pewno nie, ale... zawsze się znajdzie jakieś „ale". Po prostu nie nadążamy za wszystkimi tymi zmianami, nie mamy czasu się z nimi oswoić. Wprowadzamy do swojego słownika nowe wyrazy nie zawsze dokładnie rozumiejąc co one oznaczają. Co to np. znaczy, że organizm odrzucił przeszczep? Dlaczego tak się dzieje?

Oczywiście w *Uranii* nie przeszczepy będą tematem naszych rozważań. Spróbujmy zająć się sprawą bardziej astronomiczną a mianowicie wiatrem słonecznym. Termin z całą pewnością znany, do znudzenia powtarzany przy transmisjach z lotów i lądowań statków „Apollo" („...lunonauci przywiozą folię aluminiową, którą wystawili na działanie wiatru słonecznego", „...zostawiono przyrządy do pomiarów wiatru słonecznego"). Termin bliski sercu i intuicji, bo co to jest wiatr wie każdy, a słoneczny? Na pewno coś ma wspólnego ze Słońcem, ale co?

Zaczniemy, choć to może się wyda paradoksalne, od rozmyślań na temat... czajnika, stojącego na gazie. Oczywistym jest fakt, że palnik dostarcza wodzie pewną ilość ciepła, ogólniej rzecz biorąc — energii. I dokąd woda jest zimna — nic ciekawego się nie dzieje. Ale w pewnej chwili woda zaczyna

wrzeć tzn. obserwujemy gwałtowne parowanie, ucieczkę cząsteczek wody w górę. A przecież na te cząsteczki działa w dół siła przyciągania Ziemi! Oczywiście każdy wie dlaczego tak się dzieje — po prostu nadwyżka energii cieplnej pozwala przezwyciężyć grawitację i uciec.

Zupełnie podobnie ma się rzecz z wiatrem słonecznym. Olbrzymim „czajnikiem" jest oczywiście samo Słońce, podgrzewającym „palnikiem gazowym" — zachodzące w jego wnętrzu reakcje termojądrowe a „parującą wodą" — uciekające zewnętrzne warstwy Słońca tzw. korona słoneczna. I to jest właśnie ów wiatr słoneczny, wiatr wiejący ze Słońca.

Zanim przejdziemy do bardziej szczegółowych rozważań na ten temat, chciałabym rozproszyć nasuwające się być może niektórym obawy, iż Słońce „wyparuje". Na szczęście analogia z czajnikiem wody nie jest pełna. Jak bowiem pokazały dane z sond kosmicznych na odległości od Słońca równej odległości Ziemi obserwuje się strumień masy $\Phi = 5\times10^8$ protonów/cm^{2}s. Odległość Ziemi od Słońca równa się $r = 15\times10^7$ km wobec tego, żeby obliczyć strumień masy przepływający przez powierzchnię całej sfery o promieniu r, musimy pomnożyć to, co przepływa przez cm^2, przez powierzchnię całej sfery, czyli:

$$\Phi\times4\pi r^2=1{,}4\times10^{36} \text{ protonów/s.}$$

Pamiętając, że masa protonu jest 1.7×10^{-24} g i że rok ma około 31×10^6s otrzymujemy:

$$\text{masa wypływająca} = 24\times10^{11} \text{ g/s} = 74\times10^{18} \text{ g/rok.}$$

W ciągu roku ucieka więc ze Słońca 74 miliony milionów ton materii. Dla nas — niewyobrażalnie dużo, a dla Słońca? Jego masa jest równa 2×10^{33} g. Stąd wniosek, iż „parując" w dzisiejszym tempie starczy mu materii na

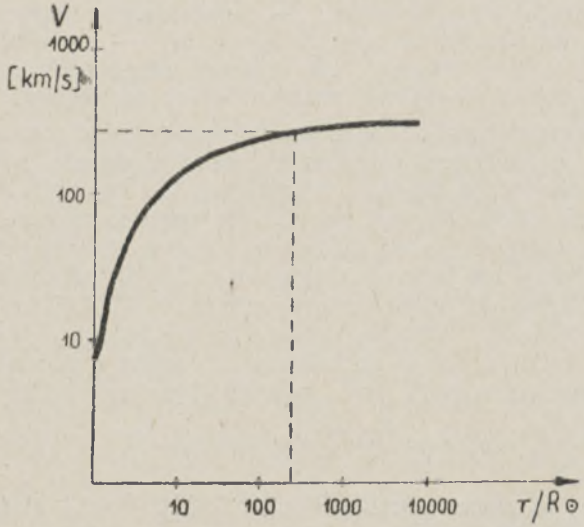
$$\frac{2\times10^{33}\text{ g}}{74\times10^{18}\text{ g/rok}}=2{,}7\times10^{13} \text{ lat}$$

czyli na okres czasu około 5400 razy dłuższy niż czas istnienia Ziemi (ten ostatni szacuje się na 5×10^9 lat).

Przytoczone rachunki jasno chyba pokazują, że jeśli grozi nam katastrofa kosmiczna, to nie dlatego, iż Słońce traci materię wydmuchując w przestrzeń międzyplanetarną strumienie cząstek (czyli właśnie wiatr słoneczny).

Modele wiatru słonecznego

Dlaczego modele a nie model? Przecież wiatr jest jeden! Znów zaczniemy od przykładu z życia codziennego. Jeśli małe dziecko chce się pobawić „samochodem" — wystarczy mu nieraz po prostu pudełko od zapałek. Trochę starsze dorobi pudełku kółka. Potem dobuduje budkę, zrobi w środku fote-



Rys. 1. Zależność prędkości wiatru słonecznego od odległości od środka Słońca (odległość podana w promieniach Słońca). Linią przerywaną zaznaczona jest odległość Ziemi (214 R) i prędkość wiatru słonecznego na tej odległości (250 km/s).

liki, czasem wsadzi lalkę na miejsce szofera. Wszystko to są modele prawdziwego samochodu. Modele uwzględniające coraz więcej szczegółów pierwowzoru. Ale tylko modele — mniej lub bardziej dokładne „echo" rzeczywistości.

Podobnie modeluje się rozmaite zjawiska fizyczne, chociaż modele te powstają wyłącznie w wyobraźni czy — jak kto woli — na papierze w postaci rachunków.

Pierwszym historycznie i oczywiście najprostszym modelem wiatru słonecznego był model P a r k e r a. Budując go autor założył, że jest to zjawisko stacjonarne (tzn. w każdej chwili obserwuje się to samo, zdjęcie wiejącego wiatru byłoby takie samo bez względu na moment jego zrobienia) i sferycznie symetryczne (tzn. nie istnieje żaden wyróżniony kierunek, wszy-

stkie wielkości zależą tylko od odległości od środka Słońca). Przy tych założeniach, uwzględniając fakt, iż na koronę słoneczną działa siła grawitacji a w przeciwnym kierunku ciśnienie, Parker otrzymał zależność prędkości wiatru słonecznego od odległości od środka Słońca. Rozwiązanie to przedstawia rys. 1. Widać z niego, iż wiejąc od Słońca wiatr rozpędza się aż w końcu jego prędkość osiąga pewną stałą wartość. Dzieje się tak dlatego, że dostatecznie daleko cząstki praktycznie nie czują działania żadnej z wymienionych sił i zgodnie z prawem Newtona poruszają się ruchem jednostajnym.

Model Parkera powstał w 1958 roku. Tymczasem obserwacyjne potwierdzenie istnienia wiatru słonecznego przyniosły dopiero dane ze sputników radzieckich z 1960 roku, a pierwsze jego pomiary zrobiła sonda Mariner 2 w roku 1962. Dużym sukcesem było to, że teoria Parkera potrafiła wytłumaczyć obserwowaną bardzo dużą prędkość wiatru (patrz Tabela).

Dane charakteryzujące wiatr słoneczny w okolicach Ziemi

Prędkość	250—500 km/s
Strumień materii	$3—5 \times 10^8$ protonów/cm^{2}s
Natężenie pola magnetycznego	$3—8 \times 10^{-5}$ gaussa
Odchylenie pola magnetycznego od kierunku radialnego	$\varphi = 50°$
Temperatura	2×10^5°K

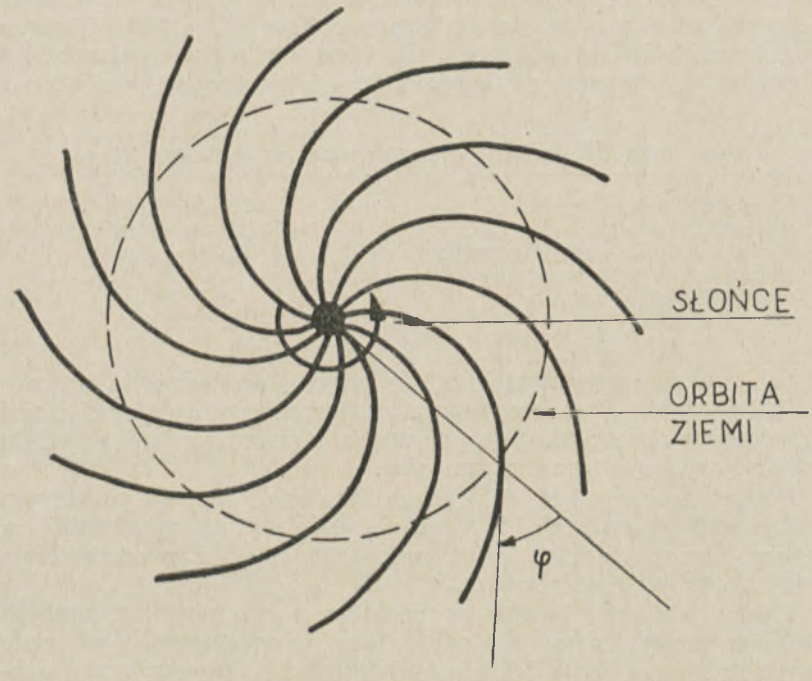
Od tamtej pory powstało wiele innych, dokładniejszych modeli. Ich celem jest oczywiście wytłumaczenie większej ilości szczegółów obserwowanego zjawiska z uwzględnieniem wielu oddziaływujących nań czynników.

Powiedzieliśmy już, że Parker zbudował model, w którym uwzględnił grawitację i ciśnienie. Ale w rzeczywistości są jeszcze inne czynniki, które pomagają czy też przeszkadzają wiać wiatrowi słonecznemu.

Takim istotnym bardzo czynnikiem, mogącym w znacznym stopniu modyfikować wianie wiatru słonecznego, jest pole magnetyczne. Gdyby korona składała się z neutralnych atomów — moglibyśmy ten czynnik pominąć. Ale, jak wykazują obserwacje, temperatura korony jest bardzo wysoka ($1—2 \times 10^6$°K). W tak wysokiej temperaturze materia jonizuje się, tzn. elektrony odrywają się od jąder atomów, i mamy do czynienia z mieszaniną dodatnio i ujemnie naładowanych cząstek. Takie naładowane cząstki w polu magnetycznym mogą poruszać się tylko po liniach sił pola magnetycznego (tzn. po

liniach, wzdłuż których działają siły pochodzenia magnetycznego). Mamy więc podobną sytuację jak z koralikami na nitce. Koralik nawleczony na nitkę może poruszać się tylko po niej. Co więcej, ruchy koralika i nitki nie są od siebie niezależne. Pociągnięcie bowiem koralika powoduje pociągnięcie nitki i na odwrót. Jeśli teraz zastąpimy koraliki naładowanymi cząstkami, a nitkę — linią sił pola magnetycznego, to opisany obraz przedstawia tzw. wmrożenie pola magnetycznego. „Wmrożenie", bo cząstki są na sztywno przymocowane do linii sił.

Z obserwacji wiadomo, że Słońce posiada pole magnetyczne. Pole to jest więc wmrożone w zjonizowaną materię ko-



Rys. 2. Zawijanie linii sił pola magnetycznego przez obrót Słońca.

ronalną. Oczywiście tam, gdzie ono jest silne, determinuje ruch cząstek (koralik na bardzo grubej lince „nie ma siły" nią poruszyć), a tam gdzie jest słabe daje się cząstkom unosić (cieniutka nitka zachowuje się tak, jak chcą tego koraliki). Ta ostatnia sytuacja jest typowa dla przestrzeni międzyplanetar-

nej, bo właśnie tam, dostatecznie daleko od Słońca, jego pole jest słabe czyli jego struktura zależy od tego jak wieje wiatr.

Na ruch wiatru słonecznego może także mieć wpływ rotacja Słońca. Wiadomo bowiem, że podobnie jak Ziemia tak i Słońce obraca się dookoła swojej osi. Tam, gdzie obrót jest najszybszy (a więc w okolicy równika słonecznego) cząstkom będzie najłatwiej się „urwać". Można więc rotację zaliczyć do czynników ułatwiających wianie wiatru.

Skoro powiedzieliśmy już o polu magnetycznym i o rotacji Słońca warto zauważyć jaki będzie wynik działania obu tych czynników jednocześnie. Jeżeli wyobrazimy sobie linie sił pola magnetycznego jako niteczki, czy — żeby było zabawniej — „włoski wystające z głowy Słońca", to obrót będzie oczywiście powodował ich nawijanie (patrz rys. 2). W rezultacie w okolicy Ziemi pole magnetyczne będzie odchylone od kierunku radialnego. Fakt ten potwierdziły dane satelitarne (patrz Tabela).

Przytoczone powyżej przykłady modeli wiatru słonecznego dają się stosunkowo łatwo „wyczuć" bez wgłębiania się w zawiłe rozważania matematyczne. Wielu jednak ludzi zajmuje się o wiele bardziej skomplikowanymi modelami, modelami uwzględniającymi różne nie wymienione tu efekty, wymagającymi wielu godzin obliczeń wykonywanych przez maszyny liczące. I tu pojawia się pytanie...

Po co w ogóle zajmować się wiatrem słonecznym?

Wiatr słoneczny odpowiedzialny jest za wiele zjawisk, które — od dawna znane — dopiero teraz znalazły wytłumaczenie: np. zorze polarne, burze magnetyczne, to, że ogony komet zawsze skierowane są od Słońca. Pamiętać także należy, iż wysyła się w przestrzeń międzyplanetarną nie tylko sondy, ale i ludzi. Trzeba więc możliwie dokładnie przewidzieć jakie tam panują warunki. A te warunki determinuje właśnie wiatr słoneczny! Stąd powstają ciągle nowe jego modele. Ale...

Miernikiem dobroci każdej teorii jest zawsze zgodność z obserwacjami. Jak więc przedstawia się ta zgodność w przypadku wiatru słonecznego? Niestety, bardzo różnie. Budując bowiem modele zawsze idealizujemy zjawisko, nakładamy na rozwiązania pewne warunki. A Słońce wcale nie ma ochoty ich spełniać! Co więcej, nie wiemy do tej pory jakie czynniki mają decydujący wpływ na wiatr słoneczny, jakie są do zaniedbania. I właśnie po to, by te i inne sprawy zrozumieć do końca zajmujemy się wiatrem słonecznym.

MAREK ABRAMOWICZ — Warszawa

O RUCHU PERYHELIUM MERKUREGO

Część II. Teoria relatywistyczna

Artykuł jest przeznaczony dla nieco już zaawansowanych w teorii względności Czytelników, w szczególności dla szkolnych kółek astronomicznych. Pierwsza jego część (Teoria klasyczna) zamieszczona była w nr 2 „Uranii" w lutym br. Prosimy o nadsyłanie uwag na temat tej formy popularyzacji trudnych zagadnień. *Redakcja*

Albert Einstein, poproszony kiedyś przez piękną dziewczynę o wytłumaczenie jej ogólnej teorii względności („ale bez matematyki, bo ja matematyki nie lubię"), opowiedział taką historię:

Niewidomego spytano, czy nie napiłby się gorącego mleka?

— Wiem, co znaczy „gorące" — odparł niewidomy — nie wiem jednak, co znaczy wyraz „mleko".

— To taki biały płyn, który...

— Rozumiem słowo „płyn" — przerwał niewidomy — lecz nie rozumiem słowa „biały".

— Biel jest kolorem łabędzich piór...

— Wiem, co to pióra, ale nie wiem, co to takiego łabędź.

— Łabędź jest wielkim ptakiem z cudownie wygiętą szyją.

— Rozumiem słowo „szyja", nie wiem jednak co oznacza słowo „wygięta".

Wówczas rozmówca niewidomego ujął jego rękę i zgiął ją w łokciu:

— Teraz pańska ręka jest wygięta.

— Dziękuję — ucieszył się niewidomy — już wiem co to znaczy mleko.

Ogólna teoria względności jest niewątpliwie jedną z najpiękniejszych rzeczy stworzonych przez naszą cywilizację. Odczuwa to każdy, kto ją studiuje. Do studiowania ogólnej teorii względności potrzebna jest jednak głęboka znajomość pewnych działów wyższej matematyki. W „prawdziwej" teorii względności rozwiązanie zadania o ruchu planety wokół Słońca sprowadza się do rozpisania tylko dwóch wzorów:

$$R_{ik}=0; \qquad u_{i/k}=0$$

Jak uczy doświadczenie, wyjaśnienie znaczenia tych wzorów komuś, kto zna tylko szkolną matematykę (zakładając dodatkowo, że ten ktoś jest raczej uzdolniony) wymaga przynajmniej dwóch lat a zwykle trwa cztery lata. Fakt, że c a ł a teoria

względności (a więc także poprzednie dwa wzory jako szczególny przypadek) daje się zapisać w jednym wierszu: $G_{ik} = -KT_{ik}$; $u_{ilk} = 0$, jest z pewnością zdumiewający i piękny. Niestety, z powodów o których już mówiliśmy, nie możemy ani wyjaśnić co oznaczają symbole występujące w tych formułach, ani pokazać jak można z nich wywieść równanie opisujące tor planety wokół Słońca. Do równania opisującego tor planety dojdziemy więc inną drogą, niezupełnie ścisłą z punktu widzenia ogólnej teorii względności. Metoda przez nas przyjęta opierać będzie się o:

1. Szczególną teorię względności,
2. Newtonowską teorię grawitacji,
3. Zasadę równoważności (niżej wyjaśnimy co to znaczy).

Okazuje się, że powyższe założenia pozwalają na wyprowadzenie formuł, które różnią się od dokładnych wzorów ogólnej teorii względności o wyrazy b a r d z o m a ł e, typu (*coś*)/(*prędkość światła*)^4. Aby z tych wzorów, które umiemy otrzymać za pomocą szkolnej matematyki, otrzymywać wzory jakie występują w prawdziwej teorii względności, będziemy w różnych miejscach naszych wzorów dodawać lub odejmować wyrazy typu (coś)/(*prędkość światła*)^4, n i e z g o d n i e z regułami algebry. Ale ponieważ dodawane przez nas wyrazy są — z powodu ogromnej prędkości światła — niewyobrażalnie małe, przeto z bardzo wielką dokładnością możemy przyjąć *0* = (*coś*)/(*prędkość światła*)^4.

A przecież z e r o można dodawać do dowolnego fragmentu dowolnego równania, nie naruszając jego prawdziwości.

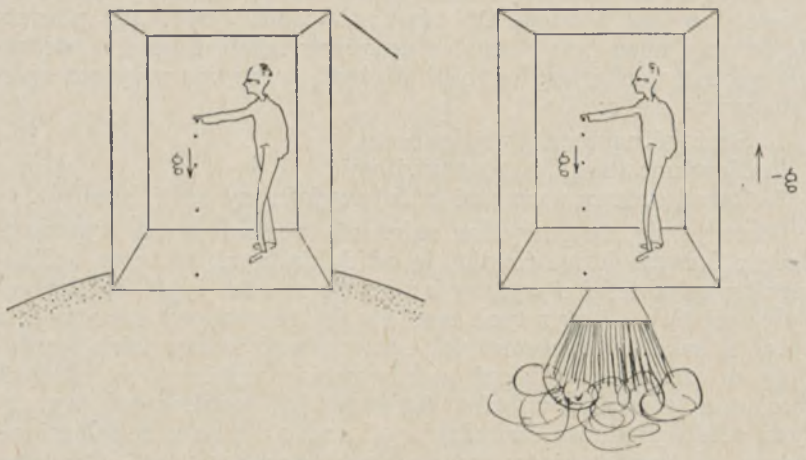
Zamknijmy dwóch fizyków (rys. 1) w małych szczelnych kabinach i jedną z nich umieśćmy na powierzchni gwiazdy a drugą z dala od gwiazdy w rakiecie z włączonym silnikiem. Wyregulujmy tak siłę ciągu, aby równa była sile ciążenia na powierzchni gwiazdy. Po tym wszystkim powiedzmy fizykom:

— Uwaga, chłopcy. Jeden z was jest w rakiecie, a drugi na powierzchni gwiazdy. P r z y ś p i e s z e n i a s ą r ó w n e. Waszym zadaniem jest odgadnięcie, gdzie każdy z was jest. W kabinach znajdziecie linijki, zegary itd.

Gdybyśmy zamknęli w kabinach prawdziwych fizyków, prawdopodobnie usłyszelibyśmy odpowiedź:

— Nic z tego nie będzie, szefie. Takie odróżnienie jest sprzeczne z zasadą równoważności. Nie możemy wykonać wewnątrz kabiny żadnego eksperymentu, który by rozstrzygnął czy kabina porusza się ruchem przyśpieszonym, czy też znajduje się w polu grawitacyjnym gwiazdy.

Moglibyśmy w to nie uwierzyć i kazać wykonywać uwięzionym w kabinach fizykom najprzeróżniejsze doświadczenia. Okazałoby się wtedy, że fizycy mieli rację: wszystkie doświadczenia wykonywane w rakiecie i na powierzchni gwiazdy mają



Rys. 1. Zasada równoważności: doświadczenia nad swobodnym spadkiem ciał dają w rakiecie i na powierzchni gwiazdy te same wyniki. Dzieje się tak dlatego, że pole grawitacyjne ma bardzo ważną własność: wszystkie ciała, niezależnie od ich masy, składu chemicznego, budowy itp. poruszają się w nim dokładnie tak samo (oczywiście nie bierzemy pod uwagę różnych czynników zakłócających: oporu powietrza etc.). Jeżeli rozpatrujemy tylko bardzo małą część pola grawitacyjnego wewnątrz kabiny, to ponieważ można je uważać za jednorodne, „prawem ruchu" dla wszystkich ciał w kabinie jest ruch z jednakowym przyśpieszeniem. W nieobecności pola grawitacyjnego wszystkie ciała poruszają się po liniach prostych ze stałą prędkością. Dlatego przelatujący obok nich fizyk (w przyśpieszonej rakiecie) odnosi wrażenie, że wszystkie ciała w jego otoczeniu poruszają się ruchem jednostajnie przyśpieszonym. Stąd, choć fizyk na powierzchni gwiazdy i fizyk w rakiecie „obiektywnie" znajdują się w różnych sytuacjach, to jednak odbierane przez nich wrażenia świata są identyczne.

dokładnie taki sam przebieg. Widocznie więc efekty wywoływane polem ciężkości i nieinercjalnością układu odniesienia (poruszająca się ruchem przyśpieszonym rakieta jest przecież nieinercjalnym układem odniesienia) są dokładnie takie same — przynajmniej w małych obszarach przestrzeni.

Oczywiście, prawdziwi fizycy nie zamykają się w małych szczelnych kabinach, aby sprawdzić słuszność zasady. Wszyst-

kie równoważne doświadczenia, jakich wiele już wykonano, prowadzą jednak do wniosku, że: Działanie pola grawitacyjnego jest w małym obszarze przestrzeni równoważne nieinercjalności układu odniesienia.

Obecnie zastosujemy zasadę równoważności do porównania wyników pomiarów, jakie wykonuje fizyk w polu grawitacyjnym gwiazdy, z pomiarami wykonywanymi przez inercjalnego obserwatora. Będziemy robili to tak:

1. Najpierw zastosujemy znane ze szczególnej teorii względności formuły na skrócenie ciał w kierunku ruchu i dylatację czasu *) dla określenia jak wiążą się pomiary długości ciał i czasu wykonywane przez fizyka w rakiecie i przez inercjalnego obserwatora.

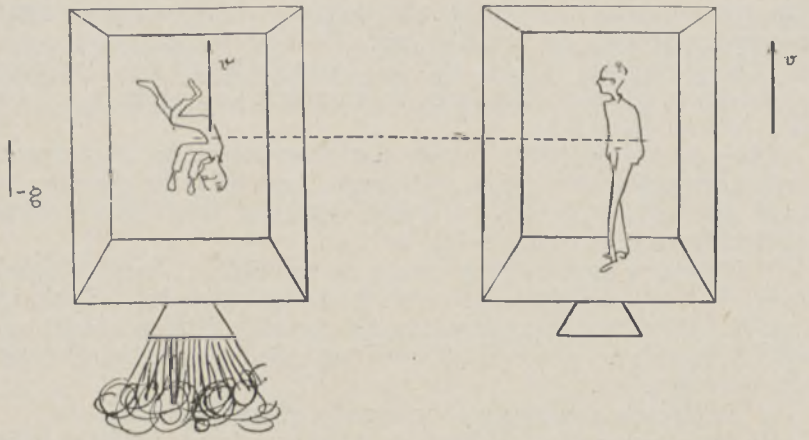
2. Następnie skorzystamy z zasady równoważności.

Wyobraźmy sobie, że fizyk znajdujący się w rakiecie narysował na ścianie swojej kabiny podziałkę zgodną z posiadaną linijką oraz, że na różnych wysokościach na ścianie umieścił jednakowe zegary. Obserwując różne zjawiska fizyczne (np. mierząc prędkość przelatującej przez kabinę cząstki) będzie on używał tej podziałki i zegarów. Czy jednak jego pomiary będą „godne zaufania", czy — mówiąc innymi słowami — będą zgodne z pomiarami inercjalnego obserwatora? Z całą pewnością nie. Aby się o tym naocznie przekonać każmy naszemu fizykowi wejść na sufit kabiny i skoczyć w dół (dalej zakładamy, że fizyk skacze w dół z zerową prędkością względem kabiny).

Wyobraźmy sobie dalej, że obok rakiety porusza się w przestrzeni inercjalny obserwator, którego prędkość jest taka jak prędkość rakiety w momencie, gdy fizyk skoczył w dół z sufitu. Oczywiście dla tego inercjalnego obserwatora fizyk podczas skoku będzie obiektem nieruchomym. (Rys. 2) Ponieważ jednak ktoś nieruchomy względem inercjalnego obserwatora sam jest obserwatorem inercjalnym, więc: obserwator swobodnie spadający (w polu grawitacyjnym lub w nieinercjalnym układzie) jest obserwatorem inercjalnym.

Ponieważ łatwo możemy obliczyć z jaką prędkością porusza się względem kabiny spadający fizyk (prędkość ta wynosi $v=\sqrt{2hg}$, gdzie h jest odległością od sufitu kabiny), możemy także stwierdzić, że każdy fizyk związany w sztywny sposób

*) Dylatacja = rozszerzanie się czasu, czyli zwalnianie zegara.



Rys. 2. Aby być inercjalnym obserwatorem w poruszającej się z przyśpieszeniem rakiecie trzeba zdecydować się na skok z sufitu kabiny. Skaczący fizyk przez krótki moment, nim osiągnie podłogę kabiny, ma dla zewnętrznego, inercjalnego obserwatora stałą prędkość. Jest tak dlatego, że na ciało, które w żaden sposób nie styka się z kabiną, nie działają żadne siły. Prawa dynamiki powiadają, że ciało, na które nie działają siły, porusza się ze stałą prędkością. Można (tak jak na rysunku) dobrać tak prędkość inercjalnego obserwatora, aby była dokładnie równa prędkości fizyka. Fizyk w rakiecie z wyłączonym silnikiem stoi na podłodze kabiny, ale równie dobrze mógłby stać np. na ścianie, ponieważ w jego kabinie nie ma ciążenia.

z przyśpieszoną rakietą porusza się względem pewnego inercjalnego obserwatora z prędkością:

$$v=\sqrt{2gh}$$

Wiemy, że wskazania poruszającego zegara poprawić trzeba o czynnik **):

$$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

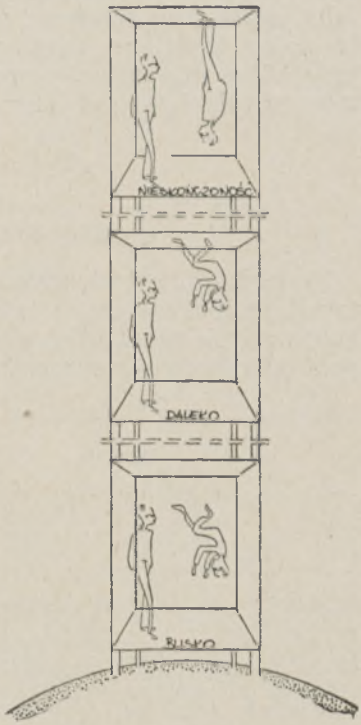
gdzie v jest prędkością zegara, aby otrzymać wskazania zegara nieruchomego. Skorzystamy teraz z naszej algebry, pozwala-

**) Zakładamy, że czytelnik zna trochę szczególną teorię względności. Wszystkie potrzebne do zrozumienia tego artykułu wzory, których nie wyprowadzamy lecz piszemy od razu w gotowej formie, były omówione w artykule Andrzeja Zięby o związkach teorii względności z astronomią (nr 11 i 12 z 1969 r. i nr 1 z 1970 r.).

jącej na dodawanie w różnych miejscach wyrazów typu (coś)/(*prędkość światła*) [4], aby ten poprawiający czynnik zapisać w nieco odmiennej postaci. (Nieprawidłowo z punktu widzenia algebry dodany wyraz napisany jest tłustym drukiem)

$$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}=\sqrt{1-\frac{2gh}{c^2}}=\sqrt{1-\frac{2gh}{c^2}+\frac{(gh)^2}{c^4}}=1-\frac{gh}{c^2}$$

Dokonamy teraz najważniejszego kroku w naszych rozważaniach i skorzystamy z zasady równoważności o której była



Rys. 3. Fizycy unieruchomieni w różnych punktach pola grawitacyjnego porównują wyniki swoich pomiarów z pomiarami prawie-inercjalnych obserwatorów. W nieskończenie wielkiej odległości od gwiazdy pole grawitacyjne jest równe zeru i dlatego fizyk nie spada z sufitu kabiny. Oczywiście w kabinie nieskończenie odległej od gwiazdy obaj fizycy są obserwatorami inercjalnymi. W każdej innej kabinie jeden z fizyków jest obserwatorem nieinercjalnym (ten, który stoi na podłodze kabiny).

mowa wyżej. Zbudujmy wysoką wieżę od powierzchni gwiazdy aż do nieskończoności i poprzyczepiajmy do niej w różnych miejscach kabiny z fizykami (rys. 3). W ten sposób będziemy mieli w różnych punktach pola grawitacyjnego nieruchomych względem gwiazdy (nieinercjalnych) obserwatorów. Zapytamy teraz jak mają poprawiać wskazania swoich zegarów ci „nieinercjalni obserwatorzy", aby otrzymywać wskazania zegara

jednego konkretnego inercjalnego obserwatora? Jak zrobić to lokalnie, tzn. jak uzgodnić wskazania zegara prawie — inercjalnego ***) obserwatoraz zegarem nieinercjalnego obserwatora w tej samej kabinie już wiemy. Trzeba więc tylko uzgodnić wskazania zegarów wszystkich prawie — inercjalnych obserwatorów tak, aby chodziły jednakowo. Będą one, jak stąd wynika, chodziły tak, jak zegar spoczywający względem gwiazdy i położony w nieskończonej od niej odległości. Jest rzeczą zupełnie jasną, że aby takiego uzgodnienia dokonać, trzeba kazać skakać fizykom z sufitu z taką prędkością, jaką uzyskaliby spadając z samego szczytu wieży (z nieskończoności). Będziemy mogli więc napisać, że czynnik poprawiający wskazania zegarów spoczywających w punktach pola odpola odległych o r od centrum gwiazdy:

$$1-\frac{gh}{c^2}=1-\frac{kM}{rc^2}$$

M — masa gwiazdy; k — stała grawitacji

Posługując się podobnymi argumentami, możemy ułożyć taką tabelkę poprawiających czynników dla różnych pomiarów wykonywanych przez obserwatorów spoczywających w punktach pola odległych o r od centrum gwiazdy:

Pomiar	Poprawiający czynnik
czasu	$\left(1-\frac{kM}{rc^2}\right)$
długości w kierunku na centrum	$\left(1+\frac{kM}{rc^2}\right)$
długości w kierunku prostopadłym do kierunku na centrum	1

***) Piszemy „prawie-inercjalnego" a nie po prostu „inercjalnego", ponieważ spadający swobodnie fizyk ma własności inercjalnego obserwatora tylko wtedy, gdy jego (fizyka) rozmiary nie są zbyt duże. Gdyby spadający fizyk miał zbyt wielkie rozmiary, to na różne części jego ciała działałyby różne przyśpieszenia i opisana wyżej sztuka z zasadą równoważności nie mogłaby się udać: pole grawitacyjne można byłoby odróżnić od nieinercjalnego układu odniesienia. Nie jest to sprzeczne z zasadą równoważności, która wymaga jedynie, aby takie odróżnienie było niemożliwe w bardzo małym obszarze.

Ruch planety wokół Słońca odbywa się po pewnej płaszczyźnie. Aby obliczyć kwadrat prędkości planety, nieruchomy obserwator dodaje do siebie kwadrat prędkości radialnej i stycznej:

$$V_N^2=\left(\frac{\Delta r}{\Delta t}\right)^2+\left(\frac{r\Delta\varphi}{\Delta t}\right)^2, \qquad N=\text{nieinercjalny}$$

Aby otrzymać prędkość mierzoną przez obserwatora inercjalnego, trzeba skorzystać z naszej tabeli czynników poprawiających:

$$V^2=\frac{\left(1+\frac{kM}{rc^2}\right)^2}{\left(1-\frac{kM}{rc^2}\right)^2}\left(\frac{\Delta r}{\Delta t}\right)^2+\frac{1}{\left(1-\frac{kM}{rc^2}\right)}\left(\frac{r\Delta\varphi}{\Delta t}\right)^2$$

Ale ponieważ:

$$\left(1+\frac{kM}{rc^2}\right)^2=1+\frac{2kM}{rc^2}+\frac{(kM)^2}{r^2c^4}=1+\frac{2kM}{rc^2}$$

$$\left(1-\frac{kM}{rc^2}\right)^2=1-\frac{2kM}{rc^2}+\frac{(kM)^2}{r^2c^4}=1-\frac{2kM}{rc^2}$$

więc ostatecznie napiszemy:

$$V^2=\frac{1}{\left(1-\frac{2kM}{rc^2}\right)}\left[\left(1+\frac{2kM}{rc^2}\right)\left(\frac{\Delta r}{\Delta t}\right)^2+r^2\left(\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\right)^2\right] \qquad (1')$$

Z tego, co wiemy, wydedukowanie równań ruchu podobnych do newtonowskiego prawa ruchu: (siła) = (masa) · (przyśpieszenie) byłoby rzeczą bardzo trudną. Aby tę trudność ominąć, wykorzystamy zasady zachowania energii i momentu pędu planety. Energia planety jest równa:

E = (energia kinetyczna) + (energia potencjalna)

Wiemy, że w przypadku szczególnej teorii względności i newtonowskiej teorii grawitacji odpowiednie wzory są następujące:

(energia kinetyczna) = mc^2,
(energia potencjalna) = $-m\,k\,M/r$,

gdzie m oznacza masę planety. Ale jeżeli prędkość planety wynosi v, to jej masa:

$$m = m_0 c^2 (1 - v^2/c^2)^{-1/2},$$

m_0 jest masą spoczynkową

Łącząc cztery ostatnie wzory otrzymamy:

$$E = \frac{m_0 c^2 \left(1 - \frac{kM}{rc^2}\right)}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Pokazaliśmy jednak dawniej, że:

$$\left(1 - \frac{kM}{rc^2}\right)^2 = \left(1 - \frac{2kM}{rc^2}\right) \quad \text{czyli} \quad \left(1 - \frac{kM}{rc^2}\right) = \sqrt{1 - \frac{2kM}{rc^2}}$$

Pozwala to zapisać wyrażenie na energię w postaci:

$$E = \frac{m_0 c^2 \sqrt{1 - \frac{2kM}{rc^2}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \tag{2}$$

Moment pędu planety w jej ruchu wokół Słońca jest iloczynem odległości od Słońca, masy i składowej stycznej prędkości. Używając tabeli poprawiających czynników i wyrażenia na masę poruszającego się ciała łatwo znajdziemy, że

$$\mathfrak{M} = (\text{moment pędu}) = \frac{m_0 c r^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(\frac{\Delta \varphi}{\Delta t}\right) \tag{3}$$

Równania (1′), (2) i (3) stanowią rozwiązanie problemu. Nim jednak pokażemy jak wyprowadzić ostateczną formułę, przerobimy zgodnie z naszą konwencją jeden ze współczynników we wzorze (1′) tak, aby otrzymany rezultat był identyczny z dokładną teorią:

$$\left(1 + \frac{2kM}{rc^2}\right) = \frac{1 + \frac{2kM}{rc^2}}{1 - \frac{(2kM/r)^2}{c^4}} = \frac{1}{\left(1 - \frac{2kM}{rc^2}\right)}$$

i przepiszemy równanie (1′) w postaci:

$$V^2=\frac{1}{\left(1-\frac{2kM}{rc^2}\right)}\left[\frac{\left(\frac{\Delta r}{\Delta\varphi}\right)^2}{\left(1-\frac{2kM}{rc^2}\right)}+r^2\right]\frac{1}{\left(\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\right)^2} \qquad (1'')$$

Potraktujmy teraz równania (1″), (2), (3) jako układ z trzema niewiadomymi:

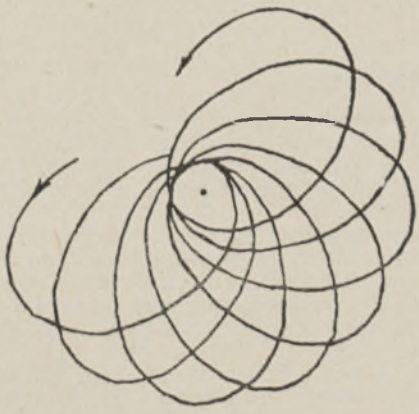
$$(\Delta r/\Delta\varphi);\quad (\Delta\varphi/\Delta t);\quad v.$$

Rozwiązując ten układ przekonamy się, że:

$$\frac{\Delta r}{\Delta\varphi}=\frac{r^2}{\mathfrak{M}}\sqrt{\frac{1}{c^2}E^2-\left(m_0c^2+\frac{\mathfrak{M}^2}{r^2}\right)\left(1-\frac{2kM}{rc^2}\right)} \qquad (4)$$

Ostatnie równanie zinterpretujemy następująco:

Równania (1″), (2), (3) (ze stałymi podczas ruchu wartościami energii i momentu pędu) pokazują jak zmieniają się współrzędna radialna r i kątowa φ planety w jej ruchu dookoła



Rys. 4.

Słońca, gdy czas przyrasta o Δt, określają one bowiem odpowiednie przyrosty Δr i $\Delta\varphi$.

Równanie (4) pokazuje natomiast jak zmieni się odległość planety od Słońca, gdy jej współrzędna kątowa φ przyrośnie o $\Delta\varphi$. Gdybyśmy mogli (i chcieli) dodawać do siebie pracowicie kolejne przyrosty współrzędnej radialnej, spowodowane kolej-

nymi bardzo małymi przyrostami kąta φ (w przypadku Merkurego, gdzie efekt ruchu peryhelium jest największy, kolejne przyrosty φ musiałyby być mniejsze niż 43″/100, aby efekt ten nie został zgubiony w procesie numerycznego całkowania — na pewno więc nie rozpoczniemy tych rachunków), zobaczylibyśmy, że tor planety wokół Słońca nie jest zamkniętą krzywą.

Wygląd toru planety wokół Słońca według ogólnej teorii względności przedstawia ostatni rysunek. Dodajmy, że zgodność teorii z obserwacjami jest zadziwiająco wielka:

Przesunięcie peryhelium orbity na sto lat

	Merkury	Wenus	Ziemia
teoria	43″03	8″60	3″80
obserwacja	43″11 ± 0″45	8″40 ± 4″8	5″0 ± 1″2

KRONIKA

Badanie próbek księżycowych

Niewątpliwie najważniejszym wynikiem naukowym pierwszej załogowej wyprawy na Księżyc było przetransportowanie do ziemskich laboratoriów 22 kg próbek mineralnych z Księżyca — pochodzących z Morza Spokoju (Mare Tranquillitatis), z rejonu o współrzędnych 0,°67 N i 23,°49 E.

W rejonie tym powierzchnia Księżyca składa się z nieokreślonego gruzu skalnego o rozmiarach cząstek od 0,8 m do tak drobnych, że nie rozróżnialnych gołym okiem, naturalnie z przewagą frakcji drobnych. Gruz ten tworzy porowatą warstwę — regolit księżycowy — bardzo słabo spoistą na powierzchni, bardziej spoistą w warstwach podpowierzchniowych.

Bryły skalne tego rejonu odznaczają się dużą różnorodnością kształtów, ale daje się zauważyć, że często ich górne powierzchnie są zaokrąglone, lub półzaokrąglone, a dolne — płaskie. Taki kształt częściej charakteryzuje przy tym miększe i kruchsze brekcje skalne, niż bryły twardsze. Kształt ten świadczy o istnieniu erozji kosmicznej. Występują też bryły kanciaste, lub o przekroju płytkowym. Część brył jest zagrzebana w gruncie, nawet całkowicie.

Próbki księżycowe zostały najpierw poddane rygorystycznej — 60 dniowej — kwarantannie biologicznej w Księżycowym Laboratorium Odbiorczym (Lunar Receiving Laboratory — LRL) w Houston w Teksasie. Choć bowiem prawdopodobieństwo istnienia w warunkach księżycowych jakichkolwiek form życia jest skrajnie małe, to jednak oczywiście wskazana była jak najdalej idąca ostrożność. Gdyby bowiem

istniały w gruncie Księżyca jakieś bakterie lub wirusy przystosowane do surowych warunków Księżyca, odznaczałyby się one taką witalnością, że stanowiłyby ogromne niebezpieczeństwo dla życia na Ziemi.

Okres kwarantanny nie był jednak okresem bezczynności, gdyż przez cały czas jej trwania prowadzono — z zachowaniem należytej ostrożności — badania materiału mineralnego. Należy sobie bowiem zdawać sprawę z tego, że materiał księżycowy, choć przechowywany w próżniowych zasobnikach, to jednak, wyizolowany z rodzimego środowiska księżycowego, podlegał przecież pewnym zmianom, zatracając swe pierwotne cechy (co prawda w bardzo małym stopniu), toteż z podjęciem badań nie należało zwlekać.

Zebrany przez Neila Armstronga i Edwina Aldrina materiał mineralny został podzielony w laboratorium na 4 zasadnicze kategorie:

A — drobno krystaliczną, pęcherzykowatą, skałę magmową

B — średnio krystaliczną, jamistą magmową skałę

C — brekcję — mieszaninę fragmentów rozmaitych typów skał, minerałów i substancji szklistych

D — miał — drobnicę — o wielkości ziaren mniejszej niż 1 cm.

Wyniki tych wstępnych badań można przedstawić w postaci 18 zasadniczych konkluzji, do jakich doszła grupa przeprowadzająca badania, nosząca nazwę PET (Preliminary Examination Team — Zespół Badań Wstępnych):

1) Badania budowy kamieni i ich składu mineralnego prowadzą do wniosku, że mamy do czynienia z:

a) Drobno- i średniokrystalicznymi skałami pochodzenia magmowego.

b) Brekcjami i o pochodzeniu złożonym.

2) Skały krystaliczne różnią się od wszelkich skał ziemskich i od meteorytów pod względem składu chemicznego i budowy mineralogicznej.

Powstały one wskutek magmatyzmu powierzchniowego lub wgłębnego. Obecność pirogennych zbiorów mineralnych i pęcherzyków gazowych wskazuje na krystalizację z materii stopionej.

Okazy typu A zawierają 15% porów (objętościowo), a po ich odliczeniu 53% klinopiroksenu, 27% plagioklazu, 8% ilmenitu, drugorzędnego troilitu, żelaza rodzimego i innych składników nieprzezroczystych, 2% składników przezroczystych, oraz oliwin, niekiedy przeobrażony w warstwie powierzchniowej w klinopiroksen. (Podległy temu ziarna o średnicy 0,5 mm, podczas gdy większość ziaren ma rozmiary 0,05—0,2 mm).

Ogólnie rzecz biorąc, księżycowa skała magmowa przypomina ziemski bazalt, zawierający oliwin i dużo składników nieprzezroczystych, względnie obfitych w żelazo i tytan.

3) Na powierzchni Księżyca istnieje zjawisko erozji (oczywiście nie wodnej i nie powietrznej), o czym świadczy fakt, że większość kamieni ma zaokrąglone krawędzie, a niektóre podległy procesowi podobnemu do tego, jaki powoduje na Ziemi powstawanie ze skał piasku. W przypadku brekcji na przykład, ich fragmenty wystające nad powierzchnię, mają grubsze ziarna, niż fragmenty zagłębione pod powierzchnię, co świadczy o tym, że z powierzchni wystających fragmentów odkruszyły się ziarna drobniejsze.

4) Obecność kompleksu żelazo — troilit — ilmenit, oraz brak jakichkolwiek postaci uwodnionych, wskazują, że skały krystaliczne tworzyły się w warunkach bardzo niskiego ciśnienia cząsteczkowego tlenu, pary wodnej i siarki.

5) Brak minerałów uwodnionych świadczy, że od czasu utworzenia się powierzchni Morza Spokoju nigdy nie było na nim wody w jakiejkolwiek postaci.

6) W próbkach księżycowych wyraźnie występują przejawy intensywnej metamorfizacji spowodowanej przez uderzenia meteorytów i towarzyszące temu zjawiska wtórne. Widoczne to jest zwłaszcza w materiale drobnym i brekcjach. W wewnętrznych zaś partiach materiału krystalicznego, choć są one spękane, przejawów tych na ogół nie widać.

7) Wszystkie kamienie mają na powierzchni różnej wielkości małe jamki, wypełnione szkliwem, wyraźnie widoczne są przy tym rozbryzgi tego szkliwa. Niewątpliwe są to ślady po uderzeniach mikrometeorytów.

8) W materiale miałkim i brekcji występują względnie duże ilości gazów szlachetnych, niewątpliwie pochodzących z wiatru słonecznego, na co wskazuje ich skład izotopowy — podobny do słonecznego (przy założeniu, że hel i neon łatwo się ulatniały). Dotyczy to nie tylko materiału z samej powierzchni, ale i z pewnej głębokości, co świadczy, że podlega on przemieszywaniu (choć powolnemu) na skutek różnych oddziaływań.*) W skałach magmowych gazów tych jest mniej, co wskazuje na utratę ich w czasie tworzenia się tych skał, bądź też świadczy to o tym, że skały były wystawione na wiatr słoneczny dopiero po całkowitym zastygnięciu.

9) Datowanie oparte na stosunku potasu 40 do argonu 40, wynikłego z przemian radioaktywnych, wskazuje na to, że skały magmowe utworzyły się na powierzchni Morza Spokoju $3{,}0 \pm 0{,}7$ mld lat temu, to znaczy tyle lat temu utworzyła się (zastygła) powierzchnia tego morza z magmy.

Jądra atomowe wytworzone w okazach skał przez oddziaływanie promieniowań jonizujących z przestrzeni kosmicznej wskazują, że okazy te powstawały w warstwie gruntu o grubości 1 m przez 20 do 160 mln lat.

10) Zawartość substancji organicznych jest niezwykle mała (0,2÷5,0 cz./mln) i może być przypisana zakażeniu przez substancje organiczne ziemskiego pochodzenia w czasie lądowania statku wyprawowego na Księżycu, w czasie transportu próbek, przechowywania i badania na Ziemi.

11) Analizy chemiczne 23 próbek świadczą, że na ogół skład chemiczny kamieni i miału jest bardzo jednolity.

12) Skład chemiczny skał księżycowych, zarówno jeżeli chodzi o składniki główne, jak i drugorzędne, jest podobny do składu ziemskich skał magnomowych i składu meteorytów. Występują jednak pewne zasadnicze różnice np.:

a) Więcej jest składników trudno topliwych (tytan (5% TiO_2), cyrkon, itr).

b) Mniej jest składników alkalicznych i składników lotnych. Jednolitość chemiczna próbek pod względem obecności zasadniczych pierwiastków (krzemu, glinu, tytanu, żelaza, wapnia, magnezu) jest duża, mniejsza drugorzędnych — do 0,5% ciężarowo — (sodu, chromu, manganu, cyrkonu), a nie występuje dla składników śladowych (zwłaszcza niklu, rubidu, potasu).

---

*) Przede wszystkim przez uderzenia meteorytów, ale zapewne też na skutek zjawisk termicznych i obsunięć gruntu.

Żelaza, manganu, niklu i kobaltu jest mniej niż w chondrytach, wapnia i glinu więcej. Cyrkonu, strontu, baru, itru i iterbu jest 10 do 100 razy więcej niż w chondrytach. Potasu i rubidu jest tyle samo.

Ołów, bizmut, tal są na ogół poniżej granicy wykrywalności przy pomocy metody spektroskopwej, zastosowanej w trakcie badań wstępnych. Nie wykryto też platyny, złota i srebra.

Stosunek ilości rubidu do strontu jest bardzo mały, zbliżony do zawartości w oceanicznych skałach bazaltowych. Bar występuje dość obficie — w podobnej ilości jak w ziemskich kontynentalnych skałach bazaltowych, sporo jest litu (10 cz./mln). Chromu i skandu jest więcej niż w ziemskich bazaltach, a wanadu mniej.

13) Nie zaobserwowano pierwiastków obficie występujących w meteorytach żelaznych (np. niklu, kobaltu, czy grupy platynowców).

14) Stwierdzono pośród 12 zidentyfikowanych izotopów promieniotwórczych dwa izotopy pochodzenia kosmogenicznego. Są to krótkookresowe izotopy mangan 52 (o okresie półrozpadu 5,7 dnia) i wanad (16,1 dnia).

15) Zawartość uranu i toru jest podobna jak w ziemskich bazaltach.

16) Zawartość glinu 26 jest zgodna z założeniem, że powstał on na skutek napromieniowania kosmicznego.

17) W próbkach nie stwierdzono ani śladu obecności jakichkolwiek substancji biologicznych. Nie stwierdzono też ani śladu obecności jakichkolwiek skamielin takich substancji. Próbki nie wykazują też chorobotwórczego oddziaływania na ziemskie organizmy.

18) Grunt w miejscu lądowania jest zasadniczo drobnoziarnisty, zgranulowany, mało spoisty i nieściśliwy. Na ogłębokości 15 cm jego twardość wyraźnie rośnie. Pod względem wyglądu i właściwości przypomina on grunt zbadany przez aparaty kosmiczne Surveyor.

Pobrano też próbki rdzeniowe. Nie wykazują one wyraźnego zróżnicowania wielkości ziaren. Rdzeń z rurki nr 2 ma na głębokości 6 cm warstwę jaśniejszą o grubości 2 do 5 mm, z wyraźną granicą górną, a rozmytą dolną.

W próbkach typu D jest wiele szklistych kuleczek, nieraz wtórnie zdeformowanych. Niewątpliwe powstają one na skutek uderzeń w powierzchnię Księżyca meteorytów. Występuje także obfitość plagioklazu, klinopiroksenu, ilmenitu i oliwinu.

Artykuł powyższy zawiera oczywiście przede wszystkim najważniejsze wstępnie ustalone fakty, bez usiłowania wysnuwania na ich podstawie hipotez (choć pewne wnioski już się nasuwają). Narazie jesteśmy na etapie gromadzenia niezwykłego bogactwa nowych i to bardzo dokładnych i drobiazgowych informacji, do których wiele doda analiza materiału dostarczonego przez wyprawę Apollo 12 — tym bardziej, że wylądowała ona na gruncie o innej budowie — na jasnej smudze krateru Kopernik. d.c.n.

ANDRZEJ MARKS

Jak pierwotne Słońce utraciło swój moment pędu?

Poważną trudność dla najrozmaitszych proponowanych teorii powstania układu słonecznego stanowi znany fakt obserwacyjny, że w układzie naszym Słońce posiada zaledwie 0,5% całkowitego momentu pędu, ogromną zaś jego część unoszą zewnętrzne planety: Jowisz, Saturn, Uran i Neptun. Ostatnie lata dostarczyły wielu informacji na temat wcze-

snych etapów ewolucji gwiazd. Japończyk Okamoto spróbował powiązać współczesne wyobrażenia na temat wczesnej ewolucji Słońca z wytłumaczeniem zagadkowego rozkładu momentu pędu w układzie słonecznym. Teoria jego stanowi próbę wyjaśnienia, dlaczego właśnie olbrzymie planety posiadają dziś niemal cały moment obrotowy układu słonecznego.

A oto szkic proponowanej teorii: Materia protogwiezdna ulega kontrakcji grawitacyjnej, przy czym w obszarach centralnych zachodzi całkowita konwekcja. W takich warunkach, jak się okazuje, w rezultacie oddziaływania magnetycznego moment pędu przekazywany jest nader łatwo materii, wyrzucanej podczas rozbłysków. Niezbędna dla tego wartość pola magnetycznego wynosi około 600 Oe (jest więc mniejsza od wartości przypisywanej dziś plamom słonecznym). W modelu przedstawionym przeważającą część momentu obrotowego kontrahującej protogwiazdy zostaje bezpowrotnie utracona przez powstające słońce, gdyż duża część wyrzuconej materii ma prędkość większą niż prędkość ucieczki.

Ewolucja powstającego układu zależy w sposób istotny od początkowego pola magnetycznego oraz od szybkości jego narastania w trakcie kontrakcji pra-Słońca. Jak się wydaje, model przedstawiony zdaje się zgadzać z takim faktem obserwacyjnym, jak duża aktywność młodych gwiazd typu T Tauri.

(*Publications Astron. Soc. Japan* 1969, **21**, 25).

B. KUCHOWICZ

Allende — największy znany chondryt węglisty

Chondryty węgliste stanowią klasę meteorytów, która od szeregu lat skupia na sobie zainteresowanie badaczy różnych specjalności. Meteoryty te, zawierające w swej masie drobne, o wymiarze 1 mm lub większe, ziarenka zwane chondrami, stanowią około 60% ogółu meteorytów. Udział meteorytów węglistych w łącznej liczbie zarejestrowanych meteorytów nie przekracza 3%.

Szczególne zainteresowanie dla chondrytów węglistych pochodzi stąd, że zawierają one przyniesione z Kosmosu związki węgla. Dyskusja naukowa wokół pochodzenia i charakteru tych związków trwa już ponad sto lat — od czasu, gdy powód do tego dało badanie meteorytu Orgueil, który spadł we Francji w 1864 roku. Liczba znanych chondrytów węglistych wynosi 19, a wraz z meteorytem Allende 20.

Chondryt węglisty **Allende** spadł w dniu 8 lutego 1969 roku w prowincji Chihuahua w Meksyku. Jego masa została oszacowana na 1 tonę. Wyrażono przypuszczenie, że masa bolidu, z którego spadł ten meteoryt, wynosiła kilka, a być może nawet 20 ton. Pierwsze doniesienie o meteorycie Allende zostało przedstawione 50-temu zjazdowi Amerykańskiego Związku Geofizycznego. Pierwsza (prawdopodobnie) publikacja na jego temat została zamieszczona w czasopiśmie *Nature* we wrześniu ub. r.

Do cech znamiennych chondrytu Allende należy jego niejednorodność. Jego podstawowym składnikiem jest masa mineralna o zabarwieniu czarnym (60% objętości). W masie tej tkwią nieregularne białawe agregaty, o wymiarze od jednego do kilku milimetrów, (10% objętości). Pozostałe 30% objętości stanowią jednomilimetrowe chondry.

S. Durrani i C. Christodoulides z Katedry Fizyki Uniwersytetu w Birmingham (Anglia) zbadali metodą termoluminescencyjną

próbkę, dostarczoną im przez R. Clarke'a — badacza Allende — z Instytutu Smithsonian'skiego. Ustalili oni, że czas napromieniowania meteorytu, a więc czas, który upłynął od katastroficznego rozkruszenia ciała macierzystego meteorytu do spadku na Ziemię, wynosi 14,3±7,3 milionów lat.

Meteoryt Allende został sklasyfikowany jako chondryt typu III wg Wiika, co oznacza, że zawiera stosunkowo dużo metalu, mało węgla i bardzo mało wody. Ten typ meteorytu nazwany został przez amerykańskiego badacza B. Masona (1962) chondrytem oliwinowo-piżonitowym.

BRUNO LANG

Satelity na orbicie

Można powiedzieć, że codzienne niemal wystrzeliwanie kolejnego sztucznego satelity sprawia, iż trudno nam nie tylko bezbłędnie odpowiedzieć, ile ich właściwie krąży wokół Ziemi, ale nawet podać przybliżoną liczbę. Dlatego też warto przytoczyć kilka liczb z odpowiedzi brytyjskiego ministra do spraw techniki, udzielonej w parlamencie w dniu 25 lipca 1969 r. Otóż w dniu 24 lipca 1969 r. na orbicie wokół Ziemi znajdowało się 1750 obiektów, w tym 371 satelitów, pochodzących z następujących krajów: USA (291), ZSRR (67), Francja (5), Wielka Brytania (2), Kanada (3) i ESRO — organizacja krajów zachodnio-europejskich do spraw przestrzeni kosmicznej (3). W tej samej chwili sześć sond znajdowało się na orbicie dookoła Księżyca.

(Wg *Nature*, 1969, **223**, 444).

BR. KUCHOWICZ

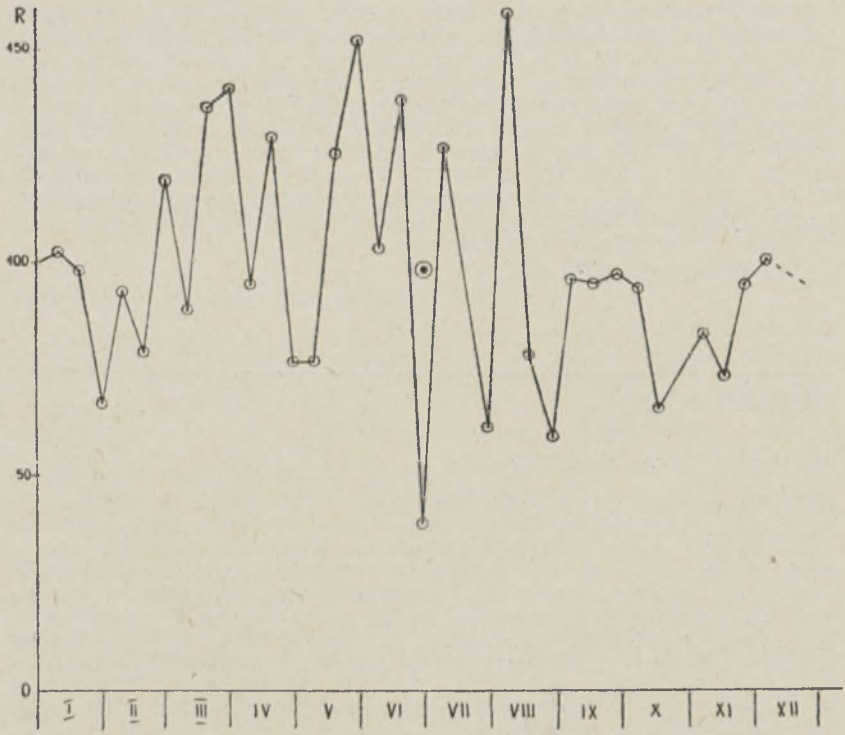
OBSERWACJE

Aktywność Słońca w r. 1969

Aktywność Słońca w roku 1969 była tylko niewiele większa niż w roku poprzednim. Średnia roczna liczba Wolfa wzrosła zaledwie o niecałe 2%, a więc wzrost był właściwie w granicach błędów obserwacji i znacznie mniejszy od wahań przypadkowych. Gromadzeniem obserwacji świadczących o tej aktywności, w szczególności wyznaczaniem liczb Wolfa zajmowało się 14 obserwatorów, a mianowicie: S. R. Brzostkiewicz, M. Siemieniako, Ł. Szymańska i W. Szymański — wszyscy z Dąbrowy Górniczej, T. Kalinowski z Myślenic, J. Kazimierowski z Kalisza, P. Madey, W. Rymko i B. Warwas z Wrocławia, Z. Pietroń z Tych, A. Sołdacik z Gdańska, J. Ułanowicz z Ostrowca Świętokrzyskiego i J. Wieczorek z Grodźca.

Największe ilości dni obserwacyjnych mieli P. Madey (177), J. Kazimierowski (172) i W. Rymko (169). Dni pogodnych, wykorzystanych do obserwacji było wogóle 296, a więc o 2 tygodnie więcej niż w roku poprzednim. Najgorszy, jak zwykle był grudzień, miesiąc w którym tylko 12 dni obserwacyjnych zanotowano. Jest rzeczą trochę pocieszającą, że nawet w międzynarodowej służbie Słońca w grudniu dwa dni znalazły się bez wyznaczonej liczby Wolfa, choć inne obserwacje robiono w tym czasie.

W rezultacie dość skromnej ilości dni obserwacyjnych podajemy wykres przebiegu liczb Wolfa dla średnich 10 dniowych, a nie dla wartości dziennych, które w miesiącach zimowych nie obrazowałyby dobrze rzeczywistego przebiegu zmian aktywności. Z wykresu widać, że wahania w zaplamieniu Słońca były ogromne, zwłaszcza silne w czerwcu, lipcu i sierpniu. W dniu 10 czerwca zanotowano liczbę Wolfa równą 182, a w dwa tygodnie później — 24 czerwca — tylko 38. Podobne skoki występowały jeszcze i w sierpniu, kiedy notowano liczby Wolfa 194 na początku miesiąca i zaledwie 22 w środku miesiąca. Wahania średnich 10 dniowych są naturalnie znacznie mniejsze, ale także bardzo wyraźne. Pod koniec roku Słońce jakby ustatkowało się na dość wysokim poziomie, nie wykazując tak silnych wahań w produkcji plam,



jak w pierwszej połowie roku. Największa średnia miesięczna równa 119,4 wypadła w marcu. Stąd niektórzy obserwatorowie wysnuwali, zapewne przedwczesny wniosek, że Słońce osiągnęło maksimum aktywności obecnego cyklu właśnie w początku roku 1969. Sądząc po tym, że w styczniu 1970 r. średnia miesięczna znowu dorównała prawie średniej marcowej z 1969 r., można przypuszczać, że albo maksimum wypadnie kiedy indziej, albo spadek aktywności będzie bardzo powolny.

Roczna średnia dla r. 1969 wypadła równa 98,4.

Jeżeli jednak przyjmiemy, że rok 1969 był rokiem maksimum, lub że będzie nim rok 1970, i poszukamy analogii z dawniejszymi cyklami, znajdziemy nieco podobną krzywą aktywności w 10 cyklu, który osiągnął maksimum w r. 1860, a więc ponad 100 lat temu. Nie bardzo to się zgadza z podejrzewanym 80-letnim okresem, ale naturalnie na bardziej pewne wnioski trzeba poczekać jeszcze parę lat, kiedy obecny cykl będzie już dobiegał końca.

Aktywność słoneczna może być mierzona także z pomocą ocen powierzchni grup plam. Największa średnia miesięczna według obserwacji prowadzonych w Rzymie pod kierunkiem prof. M. Cimino przypadła na marzec, podobnie jak średnia liczb Wolfa. W miesiącu tym wystąpiła też jedna z największych w roku grup plam o powierzchni przekraczającej 1800 milionowych części półkuli słonecznej. Ale znacznie mniejsza średnia powierzchnia plam w maju, prawie 3 krotnie mniejsza od średniej marcowej, nie wynikała z mniejszej ilości grup, ale z mniejszej powierzchni tych grup, gdyż liczba Wolfa w maju była prawie taka sama jak w marcu. Największa w r. 1969 grupa wystąpiła w połowie czerwca, osiągając powierzchnię 2100 milionowych półkuli słonecznej. Duże grupy wystąpiły także w końcu października i w końcu listopada. Odpowiedzialne za wzrost liczb Wolfa pod koniec grudnia były nie wielkie grupy plam, ale liczne niezbyt duże.

Pewną wskazówką mówiącą o tym, że być może wykraczamy już w okres, kiedy aktywność plamotwórcza zacznie maleć, jest to, że w dniu 8 marca r. 1970, a więc już w tym roku, obserwowano w Polsce piękną zorzę polarną. Zorze polarne o tak dalekim zasięgu na południe występują zwykle wtedy, kiedy wkrótce po maksimum plam słonecznych rozwijają się wielkie aktywne grupy, mające widać więcej miejsca na Słońcu na swobodny rozrost, niż wtedy, gdy grup tych jest dużo. Ale naturalnie wniosek ten jest tylko zupełnie dowolnym przypuszczeniem.

Pewną niespodzianką, jaką sprawiło Słońce w pierwszej połowie roku, było to, że nie wystąpiły wtedy silne protonowe rozbłyski jakich spodziewano się. Być może łączyło się to także z tym, że na ogół w samym maksimum Słońce mniej produkuje silnych rozbłysków niżby wynikało z zaplamienia. Być może zresztą, rolę odegrała pozycja plam, które mogłyby takie rozbłyski powodować. Jak wiadomo droga, po której pędzą protony z rozbłysku do Ziemi nie jest prostą, i Ziemia nie musi spotkać na swojej drodze każdego strumienia protonów lecących z widocznej na tarczy Słońca grupy plam.

JAN MERGENTALER

Kometa Tago — Sato — Kosaka (1969 g)

W dniu 10 października 1969 r. trzej astronomowie japońscy: Tago, Sato i Kosaka odkryli nową kometę. Była to z kolei siódma z odkrytych w tymże roku komet. Podobnie jak inne otrzymała ona nazwę od nazwisk swych odkrywców — Tago-Sato-Kosaka — i oznaczenie 1969 g, gdzie litera g oznacza kolejność odkrycia w roku 1969

Pierwsze elementy orbity komety obliczyli T. Seki i S. W. Milbourn na podstawie obserwacji w okresie od 13 do 31 października 1969 r. Dokładniejsze już elementy, bo na podstawie 27 obserwacji obejmujących dłuższy łuk orbity w okresie od 13 października do 26 grudnia, obliczył B. Mintz. Z obliczeń tych wynika, że przejście komety przez peryhelium nastąpiło w dniu 21 grudnia 1969 r. w odległości 0,47 jedn.

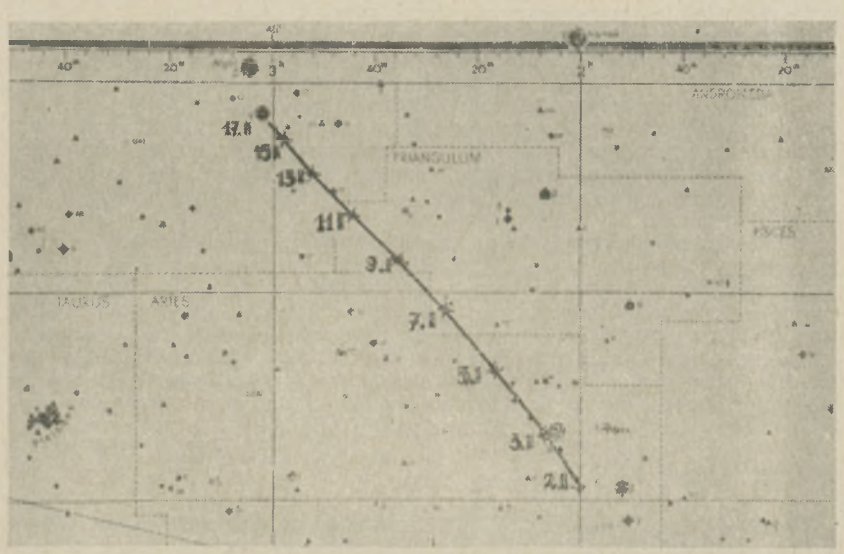
astr. od Słońca. Płaszczyzna orbity komety jest nachylona pod kątem 75,8° do płaszczyzny ekliptyki.

Kometa została odkryta na niebie południowym, gdzie widoczna była jako obiekt trzeciej wielkości gwiazdowej. W dniu 25 stycznia 1970 r. kometa przekroczyła równik, przechodząc na półkulę północną. Uważa się (Dr Z. Sekanina) za prawdopodobne, że około 1 lipca br. może być obserwowany rój meteorów związany z tą kometą, którego radiant jest następujący:

$$\alpha = 308^\circ\,(20^h 32^m), \quad \delta = +23^\circ.$$

W miarę oddalania się komety od Słońca i od Ziemi jej jasność bardzo maleje. W początku lutego jasność integralna komety wynosiła 5,5, w początku marca 8,5 wielkości gwiazdowej. Według obliczonej efemerydy (tabela) jasność komety w początku kwietnia spada do dziesiątej wielkości gwiazdowej (kolumna VI), a w początku czerwca osiągnie 13,4.

Załączona mapka przedstawia pozorną drogę, jaką kometa odbyła w okresie od 2 do 17 lutego br. W tym czasie kometa była obserwowana w Planetarium w Chorzowie. Ze względu na złe warunki atmosferyczne do dnia 10 lutego udało się ją zaobserwować tylko trzykrotnie, mianowicie w dniach 4, 5 i 7 lutego.*)



Kometa była widoczna w okularze refraktora (średnica obiektywu 30 cm, ogniskowa 450 cm), a nawet w celownicy refraktora (średnica obiektywu 6 cm, ogniskowa 75 cm). Za każdym razem obserwowano kometę jako okrągły, mglisty obiekt, przy czym warkocza nie zauważono. Podczas dwóch wieczorów (5 i 7 lutego) sfotografowano kometę za

*) Na 4 str. okładki podajemy zdjęcie komety Tago — Sato — Kosaka wykonane w dniu 1 stycznia 1970 r. w Nowej Zelandii, kiedy była jeszcze na niebie południowym (przyp. redakcji).

pomocą astrokamery (średnica obiektywu 20 cm, ogniskowa 100 cm), jednakże z powodu stale przechodzących chmur i zamglenia trzeba było stosować bardzo krótkie czasy ekspozycji, wobec czego nie uzyskano dobrych zdjęć.

Poniższa tabela zawiera efemerydę komety Tago-Sato-Kosaka na maj 1970 r.:

I	II	III	IV	V	VI
	h m	° ′			m
IV 24	5 39,04	+51 44,4	2,350	2,350	11,9
V 4	5 59,54	+52 15,7			
14	6 19,80	+52 39,9	3,181	2,627	12,7
24	6 39,80	+52 58,5			
VI 3	6 59,51	+53 12,8	3,587	2,894	13,4

W kolumnie II i III podane są współrzędne równikowe komety, w kolumnie IV i V jej odległości od Ziemi i Słońca w jednostkach astronomicznych, w ostatniej kolumnie — integralna jasność komety.

Kometa będzie dostępna jedynie dla posiadających lunety o średnicy obiektywu powyżej 15 cm.

IRENA JANOS

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Czerwiec 1970 r.**

Rankiem, nisko nad wschodnim horyzontem, możemy poszukiwać Merkurego, przy czym łatwiej odnajdziemy go w drugiej połowie czerwca, bowiem w ciągu miesiąca jasność planety wzrasta od +1 do —1 wielkości gwiazdowej.

Wenus nadal jest ozdobą wieczornego nieba i błyszczy pięknym blaskiem nad zachodnim horyzontem jak gwiazda —3.4 wielkości. Wieczorem też widoczny jest jeszcze Mars, ale odnaleźć go jest już coraz trudniej, bo zachodzi coraz wcześniej, a świeci nad zachodnim horyzontem w gwiazdozbiorze Byka zaledwie jak gwiazda +2 wielkości.

Jowisz widoczny jest w pierwszej połowie nocy jako jasna gwiazda około —1.8 wielkości w gwiazdozbiorze Panny. W tym też gwiazdozbiorze przebywa Uran, ale odnajdziemy go przez lornetkę jako gwiazdkę około 6 wielkości.

Saturn widoczny jest rankiem w gwiazdozbiorze Barana jako gwiazda +0.5 wielkości. Neptuna odnajdziemy przez lunetę wśród gwiazd 8 wielkości w gwiazdozbiorze Wagi i możemy go obserwować prawie całą noc. Pluton widoczny jest wieczorem w Warkoczu Bereniku, ale dostępny jest tylko przez wielkie teleskopy, bo świeci jak gwiazdka zaledwie 14 wielkości.

Możemy także obserwować dwie spośród czterech najjaśniejszych planetoid: Pallas i Westę. Pallas widoczna jest w ostatnich godzinach nocy w gwiazdozbiorze Pegaza, ale odnajdziemy ją za pomocą większej lunety jako gwiazdkę około 10 wielkości, natomiast ja-

śniejsza Westa (8 wielkości) widoczna jest jeszcze wieczorem w gwiazdozbiorze Lwa.

W tym miesiącu tarcza Księżyca zakryje dwie gwiazdy pierwszej wielkości, Regulusa i Antaresa, ale zjawiska te nie będą u nas widoczne.

2^d Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z dwiema planetami: o 5^h z Saturnem w odległości 7°, a o 9^h z Merkurym w odległości 9°; rankiem nad wschodnim horyzontem odnajdziemy obie planety poniżej wąskiego sierpa Księżyca. Wieczorem do brzegu tarczy Jowisza zbliża się jego księżyc 2; początek przejścia tego księżyca na tle tarczy planety obserwujemy o 23^h33^m.

3^d Obserwujemy zakrycie 3 księżyca Jowisza przez tarczę planety. Początek zjawiska o 21^h13^m, koniec o 23^h28^m.

4^d Księżyc 2 Jowisza ukryty jest w cieniu planety. O 23^h03^m obserwujemy koniec zaćmienia tego księżyca; pojawi się on nagle z prawej strony (patrząc przez lunetę odwracającą) tarczy planety w odległości nieco mniejszej niż średnica tarczy.

5^d O 4^h Merkury znajdzie się w największym zachodnim odchyleniu od Słońca; kąt tego odchylenia wynosi 24°. O 16^h Mars znajdzie się w niewidocznym złączeniu z Księżycem w odległości 4°.

6^d Wieczorem nad zachodnim horyzontem obserwujemy Wenus w pięknej konfiguracji z sierpem Księżyca; o 23^h Wenus znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odległości 2°. Tego też wieczora księżyc 1 Jowisza zbliża się do brzegu tarczy planety i o 23^h36^m rozpocznie przejście na jej tle.

7^d Księżyc 1 Jowisza jest niewidoczny (ukryty początkowo za tarczą planety, a potem w jej cieniu). O 23^h52^m nastąpi koniec zaćmienia tego księżyca i ukaże się on wówczas nagle w odległości równej prawie promieniowi tarczy planety od jej prawego brzegu (w lunecie odwracającej).

10^d10^h Księżyc w bliskim złączeniu z Regulusem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa. Zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie we Wschodniej Europie, w Azji oraz w północnej części Australii.

11^d10^h Wenus w niewidocznym złączeniu z Polluksem (w odległości 5°), jedną z dwóch jasnych gwiazd w gwiazdozbiorze Bliźniąt. Wieczorem księżyc 2 Jowisza zbliża się do brzegu tarczy planety i kryje się poza nią o 21^h1^m. O 22^h Pluton nieruchomy w rektascensji.

12^d19^h Uran nieruchomy w rektascensji.

13^d11^h Księżyc w niewidocznym złączeniu z Uranem w odległości 4°.

14^d Do 21^h15^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 3 księżyca. Jednocześnie do brzegu tarczy zbliża się księżyc 1 i początek jego zakrycia przez tarczę planety obserwujemy o 22^h31^m.

15^d6^h Księżyc w złączeniu z Jowiszem w odległości 6°. O 22^h2^m obserwujemy początek przejścia 1 księżyca Jowisza na tle tarczy planety; o 23^h6^m na tarczy Jowisza pojawi się cień 1 księżyca.

17^d15^h Neptun w niewidocznym złączeniu z Księżycem w odległości 7°.

18^d7^h Księżyc w bliskim złączeniu z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona (Niedźwiadka); zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Nowej Zelandii i w Południowej Ameryce.

19^d23^h Merkury w złączeniu z Aldebaranem (w odległości 4°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Byka.

20d Do 22h24m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 2 księżyca.

21d20h43m Słońce wstępuje w znak Raka, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 90°. Mamy *początek lata astronomicznego* na półkuli północnej.

22d Księżyc 1 Jowisza i jego cień przechodzą na tle tarczy planety. Obserwujemy początek przejścia: księżyca o 21h43m, cienia o 22h52m.

23d Księżyc 1 Jowisza ukryty jest w cieniu planety. O 22h10m obserwujemy koniec zaćmienia tego księżyca.

24d1h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

27d Księżyc 2 Jowisza przechodzi na tle tarczy planety. Cień tego księżyca ukazuje się na tarczy Jowisza o 22h27m, a sam księżyc kończy przejście (a więc staje się też widoczny) o 22h37m.

28d O 22h6m księżyc 3 Jowisza rozpoczyna przejście na tle tarczy planety.

29d O 14h planetoida Pallas nieruchoma w rektascensji. O 17h Saturn w niewidocznym złączeniu z Księżycem w odległości 7°.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Odległości bliskich planet

Data	Wenus				Mars			
	od Słońca		od Ziemi		od Słońca		od Ziemi	
1970	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm
VI 1	0.719	107.5	1.357	203.0	1.597	238.9	2.521	377.1
11	0.719	107.6	1.295	193.7	1.608	240.5	2.558	382.7
21	0.720	107.7	1.229	183.9	1.617	241.9	2.590	387.5
VII 1	0.721	107.9	1.160	173.5	1.626	243.3	2.617	391.5

Dane dla obserwatorów Słońca

(na 13 h czasu środk.-europ.)

Data 1970	P	B_o	L_o	Data 1970	P	B_o	L_o
	°	°	°		°	°	°
VI 1	−15.43	−0.60	68.87	VI 17	−8.92	+1.32	217.10
3	−14.68	−0.36	42.40	19	−8.04	+1.56	190.63
5	−13.90	−0.18	15.94	21	−7.16	+1.79	164.16
7	−13.10	+0.12	349.47	23	−6.27	+2.02	137.68
9	−12.30	+0.36	323.00	25	−5.38	+2.26	111.21
11	−11.47	+0.60	296.52	27	−4.47	+2.48	84.73
13	−10.63	+0.84	270.05	29	−3.56	+2.70	58.26
15	− 9.78	+1.08	243.58	VII 1	−2.66	+2.92	31.79

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.

6 czerwca o 17h48m heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°; jest to początek 1562 rotacji Słońca wg numeracji Carringtona.

Data 1970	1h czasu środk.-europ.		Warszawa		1h czasu środk.-europ.		Warszawa	
	α	δ	wsch.	zach.	α	δ	wsch.	zach.
	MERKURY				WENUS			
	h m	°	h m	h m	h m	°	h m	h m
V 31	2 59	+13.0	2 53	17 09	6 44	+24.7	5 21	22 10
VI 10	3 35	+16.1	2 30	17 24	7 36	+23.5	5 43	22 12
20	4 35	+20.5	2 24	18 13	8 27	+21.2	6 11	22 08
30	5 58	+23.8	2 45	19 20	9 14	+17.9	6 41	21 54
	Można odszukać go rankiem, nisko nad wschodnim horyzontem (około zerowej wielk. gwiazd.).				Błyszczy pięknym blaskiem nad zachodnim horyzontem jako Gwiazda Wieczorna —3.4 wielkości.			
	MARS				JOWISZ			
V 31	5 53	+24.3	4 34	21 15	13 42	— 9.1	15 30	1 59
VI 10	6 22	+24.3	4 23	21 04	13 40	— 8.9	14 48	1 18
20	6 51	+23.9	4 16	20 52	13 39	— 8.8	14 08	0 38
30	7 19	+23.2	4 10	20 36	13 39	— 8.9	13 29	23 55
	Widoczny wieczorem w gwiazdozbiorze Byka (+1.9 wielk. gwiazd.).				Widoczny w pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Panny (—1.8 wielk. gwiazd.).			
	SATURN				URAN			
V 21	2 50	+14.1	3 16	17 47	12 19	—1.3	14 06	1 56
VI 10	3 00	+14.8	2 04	16 41	12 18	—1.2	12 46	0 36
30	3 09	+15.4	0 43	15 35	12 19	—1.3	11 29	23 15
	Widoczny rankiem w gwiazdozbiorze Barana (+0.5 wielk. gwiazd.).				Widoczny w pierwszych godzinach nocy w gwiazdozbiorze Panny (około 5.5 wielk. gwiazd.).			
	α	δ	w południku		α	δ	w południku	
	NEPTUN				PLUTON			
	h m	°	h m		h m s	°	h m	
V 22	15 50.8	—18 21′	23 26		12 05 49	+16 52.0	19 43	
VI 11	15 48.6	—18 14	22 05		12 05 24	+16 44.9	18 24	
VII 1	15 46.8	—18 09	20 45		12 05 46	+16 32.6	17 06	
	Widoczny prawie całą noc w gwiazdozbiorze Wagi (ok. 8 wielk. gwiazd.).				Widoczny wieczorem w Warkoczu Bereniki; dostępny tylko przez wielkie teleskopy (około 14 wielk. gwiazd.).			
	PLANETOIDA 2 PALLAS				PLANETOIDA 4 WESTA			
V 31	22 24.3	+10 51	5 28		9 52.2	+19 39	16 55	
VI 10	22 28.4	+11 25	4 53		10 06.1	+18 16	16 30	
20	22 30.9	+11 49	4 16		10 20.9	+16 46	16 05	
30	22 31.7	+12 01	3 37		10 36.3	+15 08	15 41	
VII 10	22 30.7	+11 56	2 57		10 52.3	+13 25	15 18	
	Około 10 wielk. gwiazd. Widoczna w ostatnich godzinach nocy w gwiazdozbiorze Pegaza.				Około 8 wielk. gwiazd. Widoczna wieczorem w gwiazdozbiorze Lwa.			

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

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
V 31	+2.6	4 29	+21.8	3 41	20 19	3 37	20 02	3 44	19 56	3 18	20 08	3 37	19 39	3 22	19 46	3 29	19 31	3 08	19 42
VI 10	+0.9	5 10	+22.9	3 35	20 28	3 31	20 12	3 38	20 05	3 11	20 18	3 31	19 48	3 16	19 55	3 23	19 40	3 02	19 51
20	−1.4	5 54	+23.4	3 33	20 34	3 29	20 18	3 36	20 10	3 09	20 24	3 29	19 53	3 14	20 00	3 21	19 45	3 00	19 57
30	−3.4	6 36	+23.2	3 37	20 34	3 33	20 18	3 40	20 10	3 13	20 24	3 33	19 54	3 18	20 01	3 25	19 46	3 04	19 57
VII 10	−5.2	7 15	+22.2	3 46	20 28	3 42	20 12	3 49	20 05	3 22	20 17	3 42	19 48	3 27	19 55	3 34	19 40	3 13	19 51

KSIĘŻYC

Data 1970	1h czasu środk.-europ.		Warszawa		Data 1970	1h czasu środk.-europ.		Warszawa		Data 1970	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
VI 1	1 54	+16.1	1 27	17 15	VI 11	10 34	+ 8.9	10 35	23 50	VI 21	19 27	−25.6	22 08	4 47
2	2 47	+21.0	1 46	18 38	12	11 17	+ 3.4	11 46	23 59	22	20 29	−21.7	22 29	6 24
3	3 42	+24.7	2 10	19 56	13	11 59	− 2.3	12 58	—	23	21 27	−16.5	22 45	7 55
4	4 38	+27.1	2 44	21 03	14	12 43	− 8.0	14 14	0 09	24	22 22	−10.3	22 58	9 25
5	5 35	+28.1	3 31	21 55	15	13 29	−13.5	15 33	0 21	25	23 13	− 3.8	23 09	10 51
6	6 32	+27.6	4 32	22 32	16	14 19	−18.7	16 57	0 36	26	0 03	+ 2.8	23 21	12 15
7	7 26	+25.7	5 42	22 57	17	15 13	−23.1	18 23	0 56	27	0 52	+ 9.2	23 34	13 39
8	8 17	+22.7	6 57	23 16	18	16 13	−26.3	19 44	1 27	28	1 42	+15.0	23 50	15 02
9	9 05	+18.7	8 11	23 29	19	17 16	−27.9	20 50	2 14	29	2 34	+20.0	—	16 25
10	9 51	+14.1	9 24	23 40	20	18 22	−27.7	21 36	3 21	30	3 27	+24.0	0 12	17 44

Fazy Księżyca

		d	h
Ostatnia kwadra	V	27	24
Nów	VI	4	3
Pierwsza kwadra	VI	12	5
Pełnia	VI	19	13
Ostatnia kwadra	VI	26	5
Nów	VII	3	16

	Odległość Księżyca od Ziemi			Średnica tarczy
		d	h	
Najw.	VI	9	21	29'.5
Najmn.	VI	21	19	32.9

CONTENTS

M. Sroczyńska — The Solar Wind.

M. Abramowicz — On the motion of the perihelion of Mercury (II).

Chronicle: Investigations of lunar samples — How did the primeval Sun lose its angular momentum — Allende, the largest known carbon chondrite — Satellites in orbit.

Observations: Solar activity in 1969 — Comet Tago-Sato-Kosaka.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

М. Срочиньска — Солнечный ветер.

М. Абрамович — О движении перигелия Меркурия.

Хроника: Исследование лунных образцов — Как первобытное Солнце утратило количество движения — Allende, самый большой известный углеродистый хондрит — Спутники на орбите.

Наблюдения: Активность Солнца в 1969 г. — Комета Таго-Сато-Косака.

Астрономический календарь.

OGŁOSZENIA

Prowadzimy sprzedaż i dostawę na zamówienie:

Odznaki Członkowskie PTMA — emaliowane — dla członków zwyczajnych w cenie a zł 30,— plus koszta wysyłki zł 5,— razem zł 35,—

Odznaki dla Członków MKA i SKA — srebrzone na brązie — w cenie a zł 20,— plus koszta wysyłki zł 5,— razem zł 25,—

„Obrotowa Mapa Nieba " — A. Słowika i M. Mazura — cena zł 25,— za egz. plus koszta opakowania i wysyłki zł 5,— razem zł 30,—. Dla członków PTMA cena zniżona zł 20,— plus koszta opakowania i wysyłki zł 5,— razem zł 25,—

„Urania" (archiwalne numery i roczniki oraz bieżące) — egz. archiwalne do 1964 r. włącznie w cenie zł 2,— za egzemplarz, od 1965 i bieżące w cenie katalogowej zł 6,— za egzemplarz.

Miesięcznik CSRS „Rise Hvězd" — pojedyncze egzemplarze z lat 1968—1969 i bieżące w cenie zł 6,— za egz. — roczniki kompl. zł 72,—

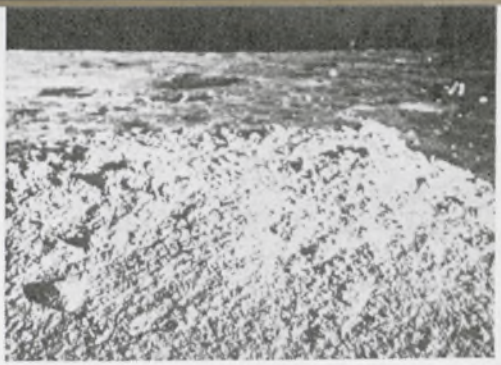
Zamówienia: Zarząd Główny PTMA Kraków, ul. Solskiego 30/8 — wpłaty: PKO I OM w Krakowie, konto nr 4-9-5227, z wyraźnym podaniem na blankiecie PKO imienia i nazwiska, adresu i celu wpłaty.

ERRATA

Autor sprawozdania z XIV Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Chorzowie (Urania, nr 3 z 1970 r., str. 87—90) przeprasza za przykre przeoczenie nazwiska jednej ze współautorek referatu dr B. Kołaczek i mgr inż. B. Stajszczak pt. „Wschody i zachody Słońca i planet na Księżycu".

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

Druk: Prasowe Zakłady Graficzne RSW Prasa, Kraków, ul. Wielopole 1 — zam. 597/70. Nakład 3000 egz. D-10



U góry dwa zdjęcia wykonane przez załogę Apollo 12 przedstawiają pagórki księżycowe. Pierwszy, wysokości czterech stóp (ok. 1,2 m), przypomina ruiny średniowiecznego ziemskiego zamku.

Poniżej dwa zdjęcia półcieniowego zaćmienia Księżyca w dniu 25.IX.1969 r. wykonane przez miłośnika astronomii, p. Mariana D u j n i č a (Spišská Nová Ves, Kollárova ul. 27, ČSSR) za pomocą małego teleskopu (średn. 70 mm, ogniskowa 1000 mm) przy ekspozycji 1/500 s na filmie ORWO — NP27. Zdjęcie pierwsze o 19h55m, drugie — 21h10m czasu środkowo-europejskiego w czasie największej fazy.