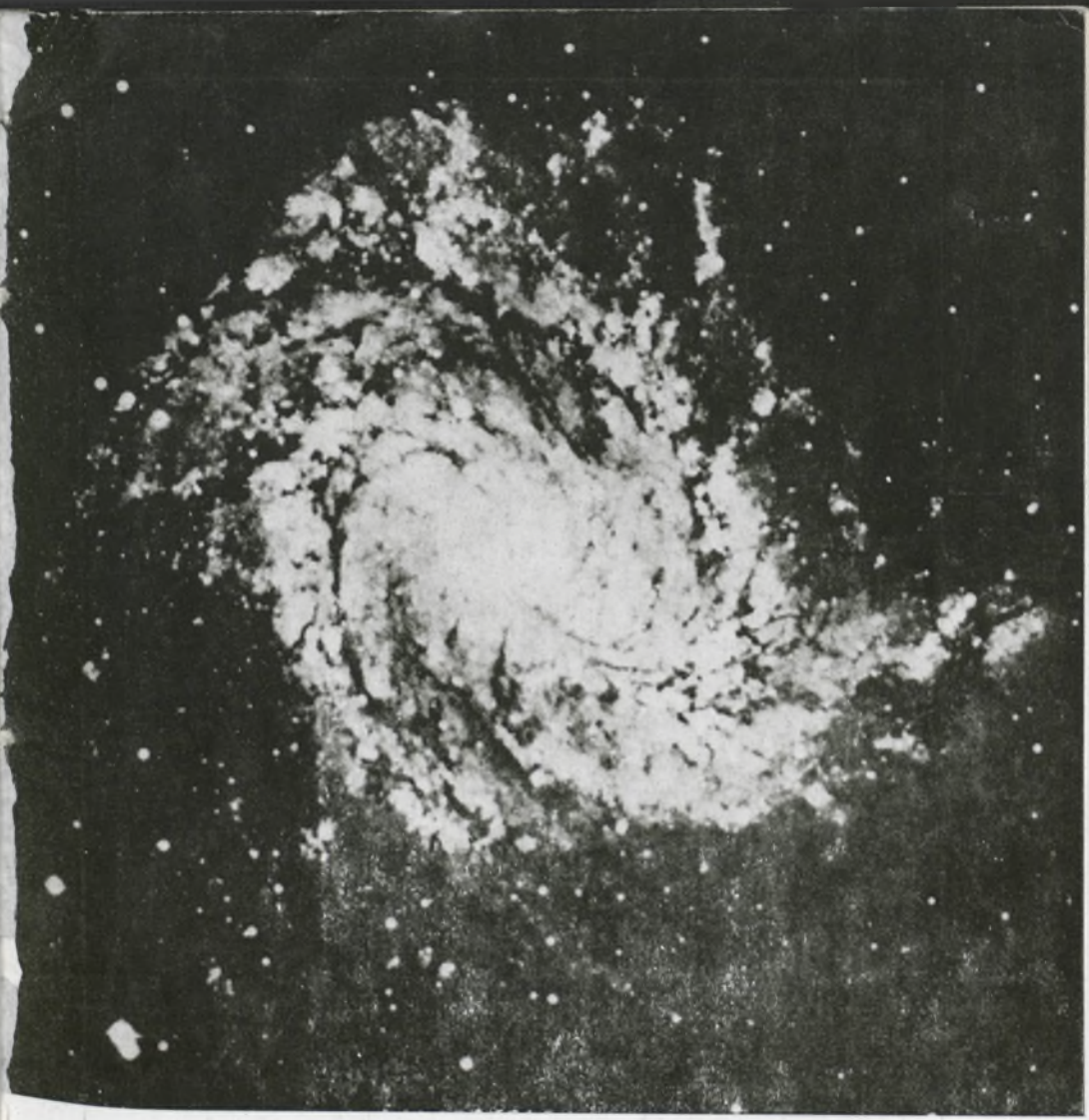
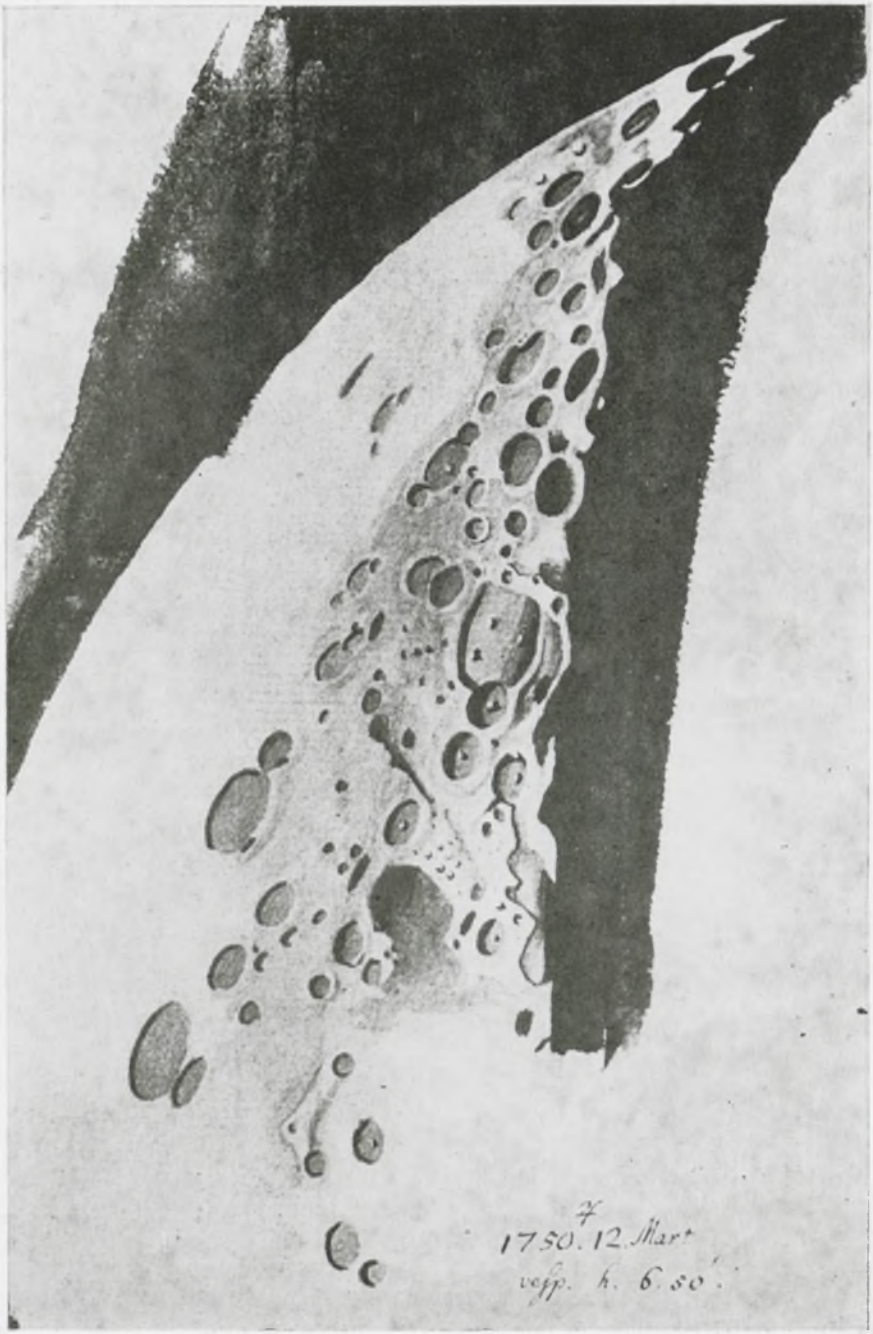


# URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
ROK LX MAJ 1989 Nr 5 (568)
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIBLIOTEKA
w Toruniu


1750. 12 Mart
vesp. h. 6. 30'.

# URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LX MAJ 1989 Nr 5 (568)

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

PL ISSN 0042-07-94


*Kontynuując refleksje o kosmologii współczesnej Krzysztof MAŚLANKA rozpoczyna ten numer od prezntacji tzw. zasady antropicznej czyli „atrakcyjnej hipotezy, która tłumaczy w nietypowy sposób wiele istotnych cech naszego Wszechświata i która wywołała wiele emocji..." jak czytaliśmy już we wstępie do całego cyklu.*

*Po wskazówkach dotyczących miłośniczych obserwacji Słońca oraz planet (a głównie Jowisza), opublikowanych w ubiegłym roku w numerach 3, 4, 7 i 10, Stanisław R. BRZOSTKIEWICZ wprowadza obecnie adeptów astronomii w tajniki amatorskich obserwacji Księżyca. Jak trafnie zauważa na początku swego artykułu, mogą one dostarczyć podobnej radości i satysfakcji, jak znojne zdobywanie szczytów górskich. Dodajmy, że w innym miejscu podkreśla, iż proste obserwacje nieba rodzą ciekawość, pobudzają do refleksji, zmuszają do stawiania pytań.*

*W drugiej połowie numeru sporo do czytania znajdą nauczyciele. W szczególności polecamy im ciekawy reportaż Cecylii IWANISZEWSKIEJ o działalności Międzynarodowej Unii Astronomicznej w zakresie nauczania i popularyzacji astronomii oraz uwagi doświadczonego pedagoga Juliusza DOMAŃSKIEGO o sposobie wprowadzenia treści astronomicznych na lekcjach fizyki w liceum ogólnokształcącym.*

## SPIS TREŚCI


**Krzysztof Maślanka** — Refleksje o kosmologii współczesnej: antropiczna zasada kosmologiczna (130).

**Stanisław R. Brzostkiewicz** — Miłośnicze obserwacje Księżyca (135). (145)

**Kronika:** Okres pulsacji Betelgeuze (145) — Radioteleskopowe obserwacje Merkurego (146) — Co w przyszłości czeka Ziemię? (147).

**Konferencje i Zjazdy:** Problemy nauczania i popularyzacji astronomii w działalności Międzynarodowej Unii Astronomicznej (148).

**Z korespondencji:** Lekcje wprowadzające do działu „Astrofizyka" (153).

**Nowości Wydawnicze:** *T. Z. Dworak, K. Rudnicki,* Swiat planet (156).

**Kalendarzyk Astronomiczny** (157).


Pierwsza strona okładki: Zdjęcie galaktyki spiralnej M83 wykonane za pomocą 3.6 m teleskopu w Europejskim Obserwatorium Południowym w La Silla (Chile).

Druga strona okładki: Rysunek fragmentu powierzchni Księżyca wykonany 12 marca 1750 r. przez Tobiasza Mayera (na rysunku widać południowy sierp Księżyca w wieku około 4 dni) (patrz artykuł S. R. Brzostkiewicza).

*KRZYSZTOF MAŚLANKA — Kraków*

# REFLEKSJE O KOSMOLOGII WSPÓŁCZESNEJ: ANTROPICZNA ZASADA KOSMOLOGICZNA

— Dlaczego biedronka jest mała?
— Nie nudź.
— Dlaczego?!!
— Bo gdyby była duża, to by cię zjadła i nie zadawałabyś więcej takich głupich pytań!

*(Bajka dla dzieci z antropicznym morałem)*

Wyobraźmy sobie pewną modelową sytuację, którą każdy z pewnością nieraz (choć może w różnych kontekstach) już przeżył. Oto zbliżamy się do upragnionego celu. Gdy jesteśmy już niedaleko, niespodziewanie wyłania się bariera. Nie można iść dalej. Naturalną reakcją jest protest, ale bariera nie ustępuje. Tym razem nasza reakcja jest już bardziej przemyślana. Rozumiemy, że bariera jest zabezpieczona prawnie i zadajemy pytanie: *dlaczego* nie można iść dalej. Odpowiedź pojawia się lub nie. Rzadko jednak jest przekonująca. Często brzmi po prostu: „gdyby wszyscy chcieli tu przyjść, to co wtedy?" W ten sposób zamiast zrozumienia, rodzi się doświadczenie. Trzeba ustąpić. Finałem wydarzenia — w zależności od tego, kogo ono spotkało — może być płacz lub gniew. Ale znacznie gorszy jest niedosyt, który pozostaje.

Poszukiwania naukowe można również rozpatrywać w kategoriach pytań o przyczyny i sens różnych ograniczeń: praw, zasad, zakazów, reguł wyboru. Wszystkie one przenikają rzeczywistość przyrody, nieomylnie i nieodwołalnie przeprowadzając selekcję w tym, co tylko możemy sobie pomyśleć: to jest możliwe, tamto wykluczone.

Codzienność nauki zwykle także daleka jest od gładkich i zadowalających odpowiedzi, za którymi by szły oczywiste konkluzje. Zapewne tylko na kartkach podręczników wszystko jest jasne i proste. Podręczniki nie dopuszczają żadnych wątpliwości.

Z powyższego, modelowego i dość pospolitego przykładu, wynika jednak niezbicie jeden pocieszający wniosek: z faktu naszej obecności w jakimś miejscu, mogą wynikać dla tego miejsca bardzo poważne konsekwencje. Spróbujmy teraz, korzystając z tego, że wyobraźni nikt — jak dotąd — nie zdo-

łał stworzyć żadnych barier, zastanowić się, jakie konsekwencje wynikają z niewątpliwego faktu naszej egzystencji we Wszechświecie dla Wszechświata jako całości.

Najrozsądniejsza odpowiedź wydaje się brzmieć: żadne. Istnienie nieprzekraczalnej bariery prędkości światła oraz olbrzymich odległości w zestawieniu z tym, że historia ludzkiej cywilizacji jest czymś bardzo krótkim w porównaniu z wiekiem Wszechświata — wszystko to czyni tę cywilizację czymś, co jeśli może mieć jakieś znaczenie, to z pewnością nie dla globalnej struktury Wszechświata.

Jest rzeczą interesującą, że pogląd dokłanie przeciwny, tj. stwierdzający, że Wszechświat jest właśnie taki, jaki jest, ponieważ istnieją w nim rozumni obserwatorzy szczególnego typu — zrobił ostatnio sporą karierę i wywołał wiele kontrowersyjnych opinii. W każdym razie awansowany został do rangi tzw. *zasady antropicznej*. Idea ta wywodzi się z pewnej dość technicznej pracy Hawkinga i Collinsa w *Astrophysical Journal* (1973 r.); rozwinięta została później przez B. Cartera oraz J. Barrowa.

Na początku warto uświadomić sobie, że Wszechświat, w którym żyjemy jest dość nietypowy, w tym sensie, że w zbiorze wszelkich możliwych do pomyślenia modeli kosmologicznych (tj. w pewnej klasie rozwiązań równań Einsteina) jest modelem o bardzo wysokiej symetrii. Nietypowość — w przeciwieństwie do przeciętności — wymaga wyjaśnień, podania przyczyn, zaproponowania mechanizmów, które od dowolnego niesymetrycznego wszechświata, zaprowadzą do naszego obserwowanego. Obciążenie odpowiedzialnością za taki stan rzeczy ślepego przypadku jest w oczywisty sposób niezadowalające.

Dlaczego zatem żyjemy w mało prawdopodobnym, a nie typowym Wszechświecie? Z drugiej strony przecież, nietypowości tej zawdzięczamy w jakimś sensie swe własne istnienie. Lista warunków, które należy koniecznie spełnić, aby zapoczątkować i utrzymać przez dostatecznie długi czas kruche i delikatne komórki biologiczne — jest bardzo obszerna. Nasz szczególny Wszechświat spełnił je wszystkie. Gdyby był inny (np. bardzo chaotyczny, lub z materią jednostajnie rozmazaną po całej przestrzeni, albo o nieco tylko innym składzie chemicznym), wtedy nie byłoby też istot rozumnych, a zatem nie byłoby całego problemu: po prostu nie miałby go kto postawić!

Czy jednak w związku z tym, że jeden fakt sprzyja zajściu drugiego, upoważania, aby bez wahania postawić między nimi znak logicznego wynikania?

Zwolennicy tego rozumowania wskazują na jego prostotę i oczywistość. Przeciwnicy nazywają je nienaukowym. Istotnie, jakkolwiek proste, wyjaśnienie to nie implikuje niczego, żadnego sprawdzalnego wniosku. Ponadto jest w pewnym sensie dość kategoryczne i zwalnia od wszelkich dalszych pytań. Przejawia też niebezpieczną tendencję do tego, by w ten sam sposób wyjaśniać wszystko, za każdym razem przywołując tylko oczywisty fakt naszego istnienia. Krótko mówiąc, dlaczego jest tak, jak jest? Bo gdyby było inaczej — nie byłoby nas. Spróbujmy jednak przyjrzeć się temu bliżej.

Organizmy żywe wymagają przede wszystkim energii dawkowanej w stałych porcjach. Duża stabilność Słońca jako źródła energii oraz kołowość orbity Ziemi sprawia, że tzw. stała słoneczna na powierzchni naszej planety jest rzeczywiście stała. Ponadto podstawowe znaczenie mają pierwiastki chemiczne, z których zbudowane są komórki żywe. Część pierwiastków lekkich (głównie izotopy helu i lit) powstała w nukleosyntezie pierwotnej, niedługo po Wielkim Wybuchu, inne powstały we wnętrzu jakiejś gwiazdy, która wybuchła później jako supernowa i rozproszyła je po kosmicznej pustce. Zatem powiedzenie, że życie ludzkie wywodzi się z wnętrza gwiazdy, choć brzmi jak dość tania sensacja, ma jednak swój dobrze określony sens.

Na koniec, zauważmy, że Wszechświat, w którym żyjemy, musi rozszerzać się w ściśle określonym tempie. Gdyby bowiem rozszerzał się choć trochę wolniej — dawno już zapadłby się; gdyby rozszerzał się odrobinę szybciej — od dawna byłby niezmiernie rozrzedzony, protony nie spotkałyby się z elektronami, nie powstałby wodór, galaktyki, gwiazdy, planety. W każdym z tych przypadków nie mógłby zaistnieć człowiek. Jednak człowiek istnieje, stąd Wszechświat musiał ewoluować w bardzo szczególny sposób.

Nie będziemy tu próbowali wymienić nawet tych najważniejszych wymagań, bez których nie moglibyśmy istnieć. Poprzestaniemy na stwierdzeniu: wszystkie one — choć bardzo szczególne — zostały spełnione. Czy to przypadek?

Można zadowolić się odpowiedzią, że Wszechświat został po prostu tak stworzony. W fachowym żargonie, zapożyczonym z teorii równań różniczkowych, można powiedzieć, że *warunki początkowe* dla Wszechświata, które jednoznacznie ukształto-

wały jego dalszą historię, były niezmiernie szczególne. Odpowiedź taka, jakkolwiek wyjaśnia problem, zwalnia jednak od wszelkich dalszych pytań; nie zbliża nas też do *zrozumienia*.

Istnieje jednak gorszy i subtelniejszy aspekt „wyjaśniania" danego stanu faktycznego poprzez zrzucenie odpowiedzialności na jakieś szczególne warunki początkowe. Aby to zrozumieć, zrobimy najpierw pewną dygresję na temat stabilności.

Pojęcie stabilności wywodzi się także z teorii równań różniczkowych i dotyczy ich rozwiązań. W fizyce zrobiło szczególną karierę, bowiem konkretny obiekt (w modelu matematycznym jest nim właśnie rozwiązanie jakiegoś równania różniczkowego) nie istnieje nigdy w warunkach „cieplarnianych", ale poddany jest ustawicznie przeróżnym *zaburzeniom* — mniej lub bardziej kontrolowanym, lub choćby czysto statystycznym, albo kwantowym. Jest rzeczą oczywistą, że przetrwać w danej postaci mogą jedynie twory odporne na owe zaburzenia, w tym sensie, że zaburzone (niewiele) powrócą zawsze do stanu swej równowagi.

Jest także rzeczą sensowną pytać, czy coś jest stabilne *ze względu na swe warunki początkowe*. Mówiąc obrazowo, czy podobnie nastawione mechanizmy zakończą swe ewolucje w podobnych, czy radykalnie różnych miejscach?

Okazuje się, że dla Wszechświata „naszego" typu, odpowiedź na ostatnie pytanie jest *negatywna*. Konsekwencją tego jest następujący fakt: aby uzyskać nasz obserwowany szczególny Wszechświat, należy w erze Plancka ($10^{-43}$ sekundy po Wielkim Wybuchu) „nastawić" tempo jego ekspansji z dokładnością do kilkudziesięciu cyfr znaczących! To właśnie niepokoi kosmologów, którzy woleliby otrzymać obecny Wszechświat jako wynik końcowy „dużej" (tj. nie miary zero) klasy warunków początkowych. Taka przyjęła się już metodologia w kosmologii: jeśli zbiór warunków początkowych, prowadzących do faktycznie obserwowanego stanu końcowego, jest duży, wtedy nie trzeba odwoływać się do subtelnych „dostrojeń" (ang. *fine tunning*). Te ostatnie — choć przecież nie oznaczają jeszcze sprzeczności — nie są lubiane: nie prowadzą nigdy do zrozumienia.

Oryginalne podejście do problemu wyjaśnienia, dlaczego żyjemy w bardzo nietypowym Wszechświecie, zaproponował już kilkadziesiąt lat temu Ludwig Boltzmann. Według Boltzmanna, nieskończony w czasie Wszechświat przechodzi przez wszystkie możliwe stany, by kiedyś natrafić na jakiś szcze-

gólny: dokładnie tak, jak w tasowanej talii kart, wśród wszelkich możliwych ułożeń, *w końcu* nastąpi (i to nieskończenie wiele razy) sekwencja z idealnym uporządkowaniem.

W ten sposób wyłania się następujący obraz, którym jest przeraźliwie długi ciąg kadrów przesuwających się w czasie. Są wśród nich wszelkie możliwe wszechświaty, a większość z nich to te najbardziej prawdopodobne, jednostajnie gładkie lub bardzo chaotyczne — pozbawione życia. Te nie wymagają pytań o przyczyny powstania szczególnych tworów o niskim poziomie entropii; zresztą któż miałby te pytania stawiać?

Niejako „obok" tego wszystkiego trwa cierpliwa, a jednocześnie wymagająca i kapryśna idea życia — oczekująca „swego" Wszechświata. Jak przeniesione przez wiatr ziarno zboża z drzemiącą wewnątrz informacją, oczekujące cierpliwie przez tysiąclecia na przebudzenie w odpowiedniej temperaturze i wilgotności.

W końcu jednak, prędzej czy później pojawia się ów wybrany: gigantyczna, nieprawdopodobna fluktuacja o niskiej entropii; uporządkowana i bogata w energię, a z czasem także w struktury. Dla idei życia następuje czas działania i rozkwitu — nagroda za cierpliwość w czekaniu.

Współczesna kosmologia, zdominowana od kilku już lat przez ideę inflacji (o której będzie mowa w następnym numerze), nie odrzuciła tego scenariusza, jednak istotnie go zmodyfikowała. Nie ma tu już nieskończonego *w czasie* Wszechświata, przechodzącego przez różne fazy swych przeobrażeń, jest natomiast nieskończony *przestrzennie* Metawszechświat. Różne wszechświaty, które według powyżej przedstawionej koncepcji kolejno następowały po sobie w czasie — teraz powstają w różnych punktach Metawszechświata *jednocześnie*, jako pewne rozłączne obszary. Niektóre z nich puchną potem gwałtownie, zgodnie z teorią inflacji, i stają się tak duże, że tracą kontakt przyczynowy z pozostałymi. Od tej pory nie istnieją już one dla niego. W fachowej terminologii mówimy, że znikają poza horyzontem zdarzeń. Zgodnie z taką koncepcją, żyjemy w określonym, dość szczególnym i nietypowym „mini-wszechświecie" nie dlatego, by był to jedyny z możliwych wszechświatów, ale dlatego, że w takim właśnie Wszechświecie życie „naszego" typu znalazło dogodne warunki do rozwoju. Pozostałe wszechświaty, posiadające inne cechy (inne wymiary i typy złamań symetrii, patrz rozdział 1) okazały się zapewne niegościnne dla rozwoju życia opartego na węglu i tlenie. Być może przed ponownym zapadnięciem się do osobliwości nie

zdążyły rozszerzyć (a zatem ochłodzić) się na tyle, by nastąpiło w nich zróżnicowanie oddziaływań, powstanie gwiazd, pierwiastków, życia. Praktyczne zweryfikowanie tego faktu jest jednak — z zasady — zupełnie niemożliwe. W ten sposób pewien element metafizyki w nieoczekiwany sposób wtargnął nie proszony do współczesnej nauki o Wszechświecie.

Zasada antropiczna, mimo swej kontrowersyjności, pozostaje atrakcyjnym i popularnym wyjaśnieniem faktu wysokiego stopnia symetrii obserwowanego Wszechświata. Oczywiście, nie jest to wyjaśnienie jedyne. Ostatnio (1988 r.) John Barrow, astronom z Uniwersytetu w Sussex, w swej książce *Świat wewnątrz świata* (*The World within the World*) stawia dość niezwykłą hipotezę o bezpośrednim powiązaniu globalnej symetrii Wszechświata ze skwantowaniem poziomów energii w mikroświecie. Barrow precyzuje swą hipotezę: gdyby elektrony poruszały się wokół protonów na wiele różnych sposobów tak, iż atomy wodoru różniłyby się od siebie, wtedy też — jak pisze — „jednostajność Przyrody byłaby nierealną idealizacją". W ten sposób, wysoka symetria całego (obserwowanego) Wszechświata byłaby m. in. odbiciem tego faktu, że wszystkie atomy wodoru są absolutnie identyczne.

*STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ — Dąbrowa Górnicza*

## MIŁOŚNICZE OBSERWACJE KSIĘŻYCA

Czy na dwanaście lat przed spotkaniem z XXI wiekiem jest sens pisać o miłośniczych obserwacjach Księżyca? Oto pytanie, które zaraz na wstępie koniecznie trzeba postawić, a na które wbrew pozorom trudno tak wprost odpowiedzieć. Wiele przecież zależy od tego, co ktoś rozumie pod pojęciem „obserwacji miłośniczych" i przede wszystkim — czego od nich oczekuje. Nie mam chyba potrzeby przypominać, iż dawno minęły owe romantyczne czasy, kiedy to dysponujący zazwyczaj niewielkim przyrządem miłośnik astronomii mógł na Księżycu dokonać mniej lub bardziej ważnego odkrycia. Jeżeli więc komuś o to głównie chodzi, to nie powinien w ogóle zabierać się do obserwacji naszego sąsiada kosmicznego, bo raczej na nic takiego liczyć nie może i dozna jedynie rozczarowania. Czy jednak w Tatry lub Bieszczady wybieramy się tylko po to, by odkrywać tam coś nowego? Nie, chcemy przede wszystkim nasycić oczy pięknymi widokami, poznać trud wspinaczki na ten lub inny szczyt, przez kontakt z przyrodą ukoić nadszarpnięte

codzienną szarzyzną nerwy. I właśnie czegoś podobnego można również doznać podczas „wędrówki" lunetą po Srebrnym Globie.

Do miłośniczych obserwacji Księżyca nadaje się każda bez wyjątku luneta. Jest oczywiście całkiem zrozumiałe, że im będzie ona miała obiektyw o więszej średnicy i dłuższej ogniskowej, tym drobniejsze szczegóły uda się nam tam dostrzec. Za szczyt marzeń można uznać teleskop ze zwierciadłem o średnicy 150 mm, który umożliwia już wnikliwe studia topografii Księżyca, pozwala na ułożenie tak ambitnego programu obserwacyjnego, że realizując go poznamy w jakimś stopniu atmosferę towarzyszącą pracy selenografów z ubiegłych stuleci. I oni przecież w porównaniu z dzisiejszymi astronomami dysponowali niewielkimi instrumentami, a mimo to osiągnęli wyniki, które wciąż budzą wielki podziw. Wystarczy wspomnieć o sławnym dziele Jana Heweliusza (1611—1687), o rysunkach powierzchni Księżyca wykonanych przez Tobiasza J. Mayera (1723—1762) lub o mapie opracowanej przez Wilhelma G. Lohrmanna (1796—1840). Przykłady powyższe niezbicie dowodzą, iż ziemski satelita może być wdzięcznym obiektem do obserwacji także przez współczesnego miłośnika astronomii. Nie powinny nas zniechęcać piękne fotografie, które uzyskano za pomocą wielkich teleskopów i na których widać bardzo delikatne szczegóły księżycowej powierzchni. Przewaga fotografii nad obserwacjami wizualnymi polega głównie na tym, że warstwa światłoczuła może przez dłuższy czas gromadzić kwanty światła, toteż na kliszy fotograficznej mogą być zarejestrowane nawet bardzo słabe gwiazdy i obiekty mgławicowe. Na fotografii nie ujrzymy jednak wszystkich szczegółów, które za pomocą danego przyrządu można dostrzec na powierzchni Księżyca. Na przykład Georg W. Ritchey (1864—1945) pisał, iż za pomocą metrowego refraktora Obserwatorium Yerkesa przy powiększeniu 2400 razy dostrzegał kratery o średnicy 0,15 sekund kątowych, podczas gdy na fotografii uzyskanej w tym samym czasie i za pomocą tego samego instrumentu najmniejsze kratery mają 1,1 sekundy kątowej średnicy, czyli są prawie dziesięć razy większe. Krótko mówiąc — w dobrych warunkach atmosferycznych teleskopem o średnicy 150 mm ujrzymy na powierzchni Księżyca tyle samo szczegółów, ile można zobaczyć na fotografii uzyskanej w ognisku dwu i półmetrowego teleskopu. A przy tym najlepsza nawet fotografia nie ukaże nam zmian powstałych na skutek zmiany oświetlenia danej okolicy księżycowego globu.

Na początku swej działalności miłośnik astronomii powinien dobrze zapoznać się z ogólnym wyglądem powierzchni Księżyca. Studia takie można w zasadzie rozpocząć w dowolnym czasie, gdy tylko dopisuje pogoda i oczywiście gdy nasz sąsiad kosmiczny znajduje się nad horyzontem miejsca obserwacji. Jeżeli jednak chcemy to robić w sposób bardziej systematyczny, obserwacje takie zaczynamy dokonywać na dwa — trzy dni po nowiu i prowadzimy je z dnia na dzień co najmniej do pełni Księżyca. Wiadomo bowiem, że utwory księżycowe najlepiej są widoczne przy ukośnym oświetleniu, a więc leżące podczas obserwacji blisko terminatora. Ale ponieważ ten nieustannie przesuwa się ze wschodu na zachód, w korzystnym oświetleniu znajdują się coraz to inne formacje i wystarczy około 14 dni, aby dokonać przeglądu całej powierzchni widocznej z Ziemi półkuli Księżyca. Żeby ją jednak dobrze poznać, obserwacji takich należy dokonywać w każdym czasie, gdy tylko — jak już wspomnieliśmy — wierny towarzysz Ziemi widoczny jest na niebie. Rzadko się przecież zdarza, aby przez okres dwóch tygodni była dobra pogoda i nic nam nie przeszkadzało w obserwacjach. Ponadto wygląd tej lub innej krainy księżycowej w dużym stopniu zależy nie tylko od kąta, ale i od kierunku padania promienii słonecznych. Dobrze zatem byłoby obserwować każdą krainę zarówno w czasie wschodu Słońca, jak i podczas jego zachodu. Toteż obserwacji należy dokonywać także w czasie ubywającego Księżyca.

Ciekawych obserwacji można dokonać również podczas pełni Księżyca. Wprawdzie w tej fazie jego powierzchnia ma najmniej plastyczny wygląd, większość formacji topograficznych po prostu znika nam z oczu na skutek pionowego oświetlenia i niemal zupełnego braku cieni, ale za to wówczas pojawiają się utwory, których w innej fazie w ogóle nie można zobaczyć lub widać bardzo źle. Ponadto w czasie pełni Księżyca mamy dobrą okazję poznać kontury i rozkład ciemnych obszarów, zwanych morzami i zatokami. Jednak uwagę obserwatora zwrócą wtedy przede wszystkim jasne smugi, które wybiegają spod wałów wielu kraterów i rozpościerają się wokół nich promieniście. Na widocznej z Ziemi półkuli Księżyca najokazalsze systemy jasnych smug mają kratery Kopernika i Tychona. Jedna ze smug tego drugiego dochodzi do wschodniego brzegu Morza Nektaru, druga jest jeszcze dłuższa, biegnie obok kraterów Albategniusa, Hipparcha, Godina i Menelausa, następnie staje się chwilowo niewidoczna, lecz pojawia się znowu na Morzu Jasności, przechodzi przez krater Bessela i zni-

ka dopiero w pobliżu wschodnich rubieży Morza Zimna. Można ją dobrze obserwować nawet przez małą lunetę, toteż od dawna była znana i została naniesiona na najstarsze mapy Księżyca. Mimo to smuga ta, podobnie zresztą jak pozostałe smugi, zaliczana była do najbardziej tajemniczych tworów księżycowych. Natura smug długo nie była znana, bo chociaż na ten temat wysuwano przeróżne hipotezy, to jednak wszystkie okazały się mylne. Dopiero zdjęcia uzyskanie z bliska za pomocą sond kosmicznych ujawniły, iż twory te są w rzeczywistości obszarami o dużej koncentracji maleńkich kraterów. Po prostu obszar gęsto nimi zryty ma większą powierzchnię od obszaru gładkiego, wobec czego więcej odbija promieni słonecznych i dlatego podczas pełni smuga staje się jaśniejsza od otaczającego ją terenu. Skąd się jednak wzięły owe skupiska małych kraterów i dlaczego układają się wzdłuż linii wybiegającej od tego lub innego krateru? Nie trudno odpowiedzieć na to pytanie, dobrze przecież wiemy, że kratery księżycowe powstały w wyniku uderzeń meteorytów. Cała masa ciała pędzącego z prędkością kosmiczną przy zderzeniu z powierzchnią Księżyca zamieniała się w gorący obłok gazu. Jego rozprężenie powdowało wybuch i w rezultacie powstawał krater, lecz podczas tego procesu z wnętrza krateru zostały wyrzucone ogromne ilości mniejszych i większych brył skalnych. Bryły te opadały oczywiście na powierzchnię Księżyca i wokół nowopowstałego krateru wybijały tysiące maleńkich kraterów. Im więc spadający meteoryt był większy, miał większą masę i pędził z większą prędkością, tym więcej materii wyrywał z księżycowej skorupy i tym okazalszy powstawał system jasnych smug. W miarę jednak upływu czasu skupiska kraterków wtórnych są niwelowane przez nowe upadki meteorytów, toteż dziś jasne smugi obserwujemy jedynie przy młodych kraterach. Do takich właśnie można zaliczyć kratery Kopernika i Tychona.

Obserwacje jasnych smug polecić należy przede wszystkim początkującym obserwatorom. Podczas pełni można jednak zauważyć również wyraźną różnicę w zabarwieniu poszczególnych struktur topograficznych Księżyca, co może być przedmiotem interesujących studiów, które raczej polecić wypadałoby bardziej doświadczonym obserwatorom. Przy ustalaniu barwy tego lub innego utworu księżycowego musimy bowiem być bardzo ostrożni i koniecznie trzeba zwrócić uwagę, czy zaobserwowana przez nas barwa nie powstaje na skutek wady chromatycznej optyki lunety. Z tego właśnie względu do wy-

znaczania barw utworów księżycowych lepiej nadają się teleskopy zwierciadlane, a w każdym razie mają one przewagę nad refraktorami, gdyż są prawie zupełnie pozbawione wymienionej wyżej wady. Do ustalania zabarwienia tego lub innego utworu na Księżycu możemy zastosować skalę, którą w ubiegłym stuleciu opracował i z powodzeniem posługiwał się Johann F. J. Schmidt (1825—1884). A oto zaproponowana przez niego skala barw utworów księżycowych:

0 — czarna
1 — szara czerń
2 — ciemnoszara
3 — szara
4 — żółtoszara
5 — jasnoszara
6 — szara biel
7 — biel
8 — czysta biel
9 — błyszcząca biel
10 — olśniewająca biel

Po ogólnym rozpoznaniu topografii widocznej z Ziemi półkuli Księżyca możemy przystąpić do wnikliwszych studiów interesującej nas krainy. W tym celu jej aktualny wygląd nanosimy na rysunek, co oczywiście nie jest takie łatwe ze względu na dużą liczbę widocznych szczegółów. Wymaga to nieco zdolności rysunkowych, a przede wszystkim wprawy, którą można nabyć drogą odpowiednich ćwiczeń. Na przykład Johann Philipp H. Fauth (1867—1941) radzi początkującym obserwatorom, aby przed przystąpieniem do właściwych obserwacji nauczyli się nanosić na rysunek wszystkie detale, jakie za pomocą danej lunety widzą w tej lub innej okolicy Księżyca. Takim doskonałym obiektem ćwiczebnym jest — jego zdaniem — mur pokryty chropowatym tynkiem (popularnie zwany „barankiem"), który oświetlają ukośnie padające promienie słoneczne. Kierujemy naszą lunetę na taki mur, ustawiamy ostrość obrazu i nanosimy na rysunek wszystkie widoczne w polu widzenia nierówności. Nie dbamy o piękno rysunku, ale staramy się o poprawne rozmieszczenie obserwowanych „utworów", o możliwie wierne oddanie ich kształtów i o właściwą intensywność rzucanych przez nie cieni. Nabyta w ten sposób wprawa przyda się przy obserwowaniu tej lub innej okolicy Księżyca, co jest znacznie trudniejsze ze względu na to, że obraz nam ucieka z pola widzenia i że rysujemy przy bardzo słabym oświetleniu. Studia takie najlepiej zacząć w chwili, gdy interesujący nas utwór księżycowy wynurza się z cienia, a potem w miarę możliwości obserwujemy go przy

różnym oświetleniu, czyli od wschodu aż do zachodu Słońca nad daną okolicą Księżyca.

Rysunek powinien obejmować tylko niewielki fragment powierzchni Księżyca. Jego format może być właściwie dowolny, lecz najodpowiedniejszy wydaje się 5 × 5 cm dla jakiegoś szczegółu, a 10 × 15 cm dla ogólnego przedstawienia obserwowanej okolicy. Na szkic wykonany w mniejszej skali nanosimy schematycznie dwa lub trzy najbliższe utwory, aby później narysowany w szczegółach detal łatwiej było można zidentyfikować na mapie. A przy tym powinniśmy sobie zdawać sprawę z tego, że obserwowane zmiany w wyglądzie tej lub innej okolicy Księżyca powstają jedynie na skutek zmiany oświetlenia, a te zachodzą dość wolno i dlatego nie musimy się spieszyć z ukończeniem rysunku. Nie dotyczy to jednak utworów, które dopiero co wynurzyły się z cienia i w chwili obserwacji znajdują się jeszcze bardzo blisko terminatora. Wygląd takiego utworu stosunkowo szybko się zmienia, toteż wykonanie jego rysunku nie powinno trwać dłużej niż kilkanaście minut. Dobrze byłoby, gdyby obserwator sporządził sobie coś w rodzaju kartoteki obiektów, które zamierza obserwować i na podstawie kalendarza astronomicznego ustalił, w których dniach ta lub inna kraina dostępna będzie do obserwacji. Wystarczy bowiem wyznaczyć wiek Księżyca, czyli czas upływający od ostatniego nowiu, aby przy pomocy załączonej obok tabeli wyznaczyć przybliżoną długość selenograficzną terminatora. Mając te dane i mapę z siatką współrzędnych selenograficznych bez trudu ustalimy, obok których utworów w danym czasie przebiegał będzie terminator i kiedy najkorzystniej obserwować interesujące nas obiekty. Pamiętać przy tym należy, że przy obserwacjach Księżyca obowiązują te same zasady, co przy obserwacjach planet. Trzeba zatem używać takiego powiększenia, aby w pełni wykorzystać zdolność rozdzielczą danej lunety (*Urania* Nr 7/1988, str. 199). Przy spokojnym i przezroczystym powietrzu możemy użyć nieco większego powiększenia, zwłaszcza gdy obserwujemy Księżyc w fazie bliskiej pełni, gdyż wtedy spadnie jasność obrazu i łatwiej dostrzeżemy jakieś szczegóły na jego powierzchni. Z tego też względu dobrze jest zastosować niekiedy odpowiedniej gęstości filtr neutralny, żółty lub pomarańczowy. Ale w zasadzie należy unikać bardzo dużych powiększeń, przed czym już na początku XIX wieku przestrzegał Joseph Fraunhofer (1787—1826). Uczony ten twierdził po prostu, że „duże powiększenia stosują tylko źli obserwatorzy".

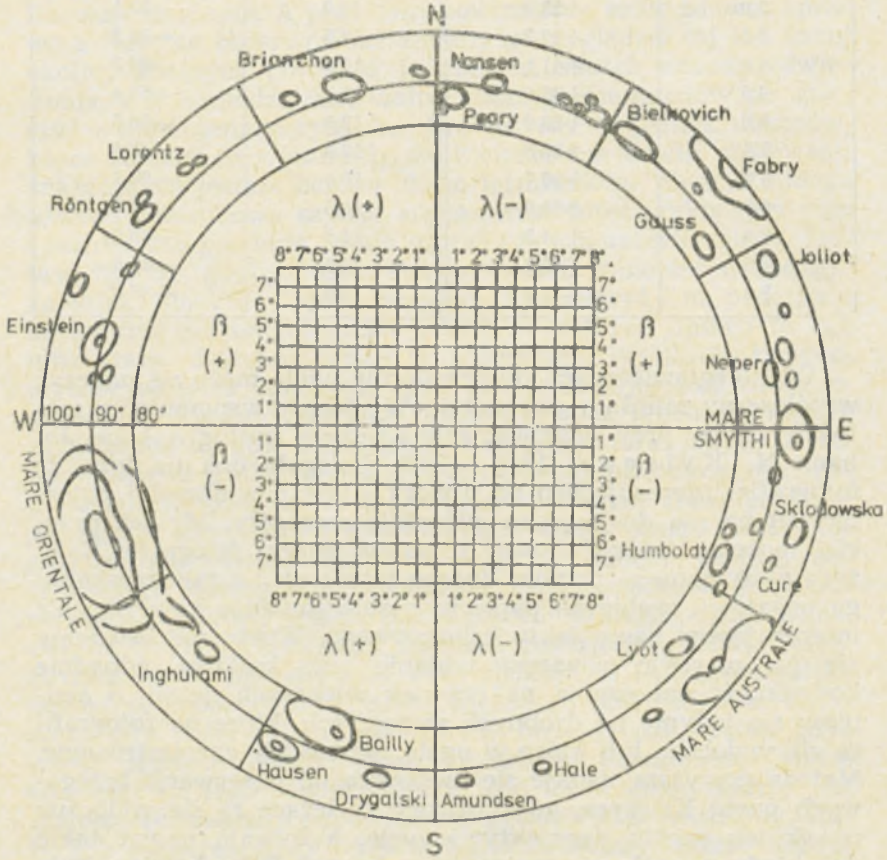
Tabela 1

Przybliżona długość selenograficzna terminatora w poszczególnych fazach Księżyca (jego wiek od nowiu liczony w dobach)

| Wiek (faza) Księżyca | Długość selenograficzna terminatora | Wiek (faza) Księżyca | Długość selenograficzna terminatora |
|---|---|---|---|
| 1,5 | +71,6° | 8,5 | —13,8° |
| 2,0 | +65,5 | 9,0 | —19,9 |
| 2,5 | +59,4 | 9,5 | —26,0 |
| 3,0 | +53,3 | 10,0 | —32,1 |
| 3,5 | +47,2 | 10,5 | —38,2 |
| 4,0 | +41,1 | 11,0 | —44,3 |
| 4,5 | +35,0 | 11,5 | —50,4 |
| 5,0 | +28,9 | 12,0 | —56,5 |
| 5,5 | +22,8 | 12,5 | —62,6 |
| 6,0 | +16,7 | 13,0 | —68,7 |
| 6,5 | +10,6 | 13,5 | —74,8 |
| 7,0 | + 4,5 | 14,0 | —80,0 |
| 7,5 | — 1,6 | 14,5 | —87,0 |
| 8,0 | — 7,7 | 15,0 | +86,9 |

Od ubiegłowiecznych obserwatorów wiele może się nauczyć współczesny miłośnik astronomii. Wystarczy wspomnieć o metodzie, którą przy obserwacjach Księżyca posługiwał się Johann N. Krieger (1865—1902). Polegała ona na tym, że fotografię interesującego go utworu silnie powiększał i potem nanosił na nią dostrzeżone wizualnie szczegóły. My też przecież możemy zreprodukować z jakiejś książki fotografię Księżyca otrzymaną za pomocą dużego teleskopu i z tak uzyskanego negatywu zrobić na papierze matowym duże powiększenie interesującego nas obiektu księżycowego. Wtedy nie będziemy się już martwić o wierne oddanie jego kształtu, odpadnie konieczność nanoszenia na rysunek większych detali, o skupimy się jedynie na drobnych szczegółach, które na fotografii są źle widoczne lub które w ogóle nie zostały zarejestrowane. Metoda powyższa nadaje się zwłaszcza do obserwacji brzegowych partii Księżyca, gdyż utwory tu leżące są źle widoczne na skutek skrótu perspektywicznego, a bywają nawet takie dni, kiedy w ogóle nie można ich zobaczyć. Żeby bowiem było to możliwe, trzeba wykorzystać okazję, gdy glob księżycowy w wyniku libracji odpowiednio się „nachyli" względem Ziemi. Musimy zatem zajrzeć do rocznika astronomicznego i na pod-

stawie odczytanych z niego współrzędnych selenograficznych środka tarczy Księżyca wywnioskować, które partie brzegowe będą w danym czasie najlepiej widoczne, w czym dużą pomoc może nam oddać mapka opracowana przez inż. Pawła Příhodę. Na mapce tej są zaznaczone wyłącznie utwory brzegowe widocznej z Ziemi półkuli Księżyca, czyli właśnie te jego okolice, które w wyniku libracji na przemian ukazują się nam i potem znikają. Na znajdującej się w centrum mapki siatce




Rys. 1. Opracowana przez Pawła Příhodę mapka pasa libracyjnego Księżyca ze znajdującą się po środku siatką współrzędnych (zaznaczamy na niej współrzędne selenograficzne środka księżycowej tarczy w momencie obserwacji i na tej podstawie możemy się dowiedzieć, które partie brzegowe będą w tym czasie korzystnie „nachylone" względem Ziemi).

prostokątnych współrzędnych zaznaczamy punkt odpowiadający współrzędnym wspomnianego środka tarczy księżycowej, a następnie środek mapki łączymy z tym punktem i linię tę przedłużamy w kierunku brzegu tarczy Księżyca. Będzie to właśnie brzeg „nachylony" w danym czasie ku Ziemi, toteż leżące tu utwory najlepiej wtedy widać. Ale najlepiej nie znaczy wcale dobrze, obserwacje brzegowych partii tarczy księżycowej są bardzo trudne i z tego już choćby powodu mogą być „podniecające". Nabyta zaś wprawa przyda się z pewnością przy obserwacjach Marsa i innych planet.

Księżyc wreszcie to najodpowiedniejszy obiekt do pierwszych kroków w amatorskiej fotografii astronomicznej. Dotyczy to zwłaszcza obserwatorów mieszkających w dużych miastach, gdzie nawet w czasie najlepszej pogody można na negatywie uchwycić jedynie jaśniejsze gwiazdy, gdyż dłuższe naświetlenie nie jest możliwe ze względu na miejskie światła i wywołane nimi sztuczne pojaśnienie nieba. Przy fotografowaniu Księżyca nie stanowi to większej przeszkody i co ważniejsze — nie potrzeba do tego żadnych specjalnych urządzeń. Musimy jedynie uwzględnić fakt, że średnica kątowa jego tarczy wynosi zaledwie około 0,5°, toteż w ognisku standardowego obiektywu aparatu małoobrazkowego będzie beznadziejnie mała i na otrzymanym obrazie nie ujrzymy żadnych szczegółów powierzchni. By je zarejestrować na niegatywie musimy koniecznie użyć teleobiektywu z możliwie najdłuższą ogniskową lub posłużyć się lunetą, która w danym przypadku spełniać będzie rolę właśnie długooniskowego teleobiektywu. Trzeba zatem wyjąć okular z wyciągu okularowego i zamiast niego za pomocą odpowiedniego uchwytu zamocować aparat fotograficzny bez obiektywu. Najlepiej do tego celu nadaje się lustrzanka jednoobiektywowa, gdyż w celowniku ujrzymy dokładnie taki sam obraz tarczy Księżyca, jaki w danym momencie projektowany jest na powierzchnię filmu. Ostrość obrazu uzyskujemy oczywiście przez wsunięcie lub wysunięcie wyciągu okularowego.

W ognisku lunety z obiektywem o ogniskowej 1000 mm obraz tarczy Księżyca będzie miał na negatywie niecałe 9 mm średnicy. Dobrze więc byłoby posłużyć się większą lunetą lub do fotografowania naszego sąsiada kosmicznego użyć soczewki Barlowa (*Urania* Nr 10/1985, str. 275), która odpowiednio wydłuży długość ogniskową obiektywu. Jeżeli zaś obserwator posiada aparat większego formatu i dysponuje montażem z mechanizmem zegarowym, to i mniejszą lunetą może uzyskać

dobre wyniki fotografując Księżyc w projekcji okularowej. W tym przypadku aparat fotograficzny bez obiektywu również mocujemy do wyciągu okularowego, ale okularu nie usuwamy. Im jest on silniejszy i im płaszczyzna filmu będzie się znajdować dalej od okularu, tym większy obraz Księżyca powstanie na negatywie. Musimy jednak pamiętać o tym, że wraz ze wzrostem obrazu zostaje zmniejszona jego jasność, toteż do fotografowania Księżyca w projekcji okularowej trzeba używać filmu o większej czułości i stosować dłuższe czasy naświetlania. A zatem luneta z przymocowanym do niej aparatem fotograficznym musi poruszać się zgodnie z ruchem sklepienia niebieskiego i z tego właśnie względu niezbędny staje się dobrze ustawiony montaż paralaktyczny z mechanizmem zegarowym. Światłosiłę takiego układu optycznego obliczamy w następujący sposób:

$$S = \frac{F \cdot L}{D \cdot f},$$

gdzie $S$ jest właśnie poszukiwaną wielkością, $F$ — odległością ogniskową obiektywu lunety, $L$ — odległością płaszczyzny filmu od okularu, a $f$ — odległością ogniskową okularu. Już na pierwszy rzut oka widać, że im większą wartość będą miały wielkości $F$ i $L$, a mniejszą wielkości $D$ i $f$, tym obraz Księżyca w projekcji będzie ciemniejszy i tym dłużej trzeba go będzie naświetlać. Jeżeli na przykład obraz tej samej wielkości co obiektyw naświetlamy 4 sekundy, to obraz dwa razy większy trzeba naświetlać 4 razy dłużej (16 sekund), a trzy razy większy — aż 9 razy dłużej (36 sekund). Odwrotnie postępujemy, gdy obraz Księżyca w projekcji ma mniejszą średnicę od

Tabela 2

Orientacyjne czasy naświetlania przy fotografowaniu Księżyca w ognisku obiektywu lunety

| Światłosiła obiektywu lunety | 1 : 6 | | 1 : 10 | | 1 : 20 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Czułość filmu | 21 DIN 100 ASA | 27 DIN 400 ASA | 21 DIN 100 ASA | 27 DIN 400 ASA | 21 DIN 100 ASA | 27 DIN 400 ASA |
| Księżyc 2 i 27 dni po nowiu | 1/30 | 1/125 | 1/10 | 1/60 | 1/2 | 1/10 |
| „ 5 i 24 „ „ „ | 1/60 | 1/250 | 1/30 | 1/125 | 1/5 | 1/30 |
| „ 7 i 21 „ „ „ | 1/125 | 1/500 | 1/60 | 1/250 | 1/10 | 1/60 |
| „ 10 i 19 „ „ „ | 1/250 | 1/1000 | 1/125 | 1/500 | 1/30 | 1/125 |
| Księżyc w pełni | 1/500 | — | 1/250 | 1/1000 | 1/60 | 1/250 |

średnicy obiektywu. Gdy na przykład wynosi ona 1/2 średnicy obiektywu, wystarczy naświetlać 1 sekundę, a w przypadku obrazu o średnicy wynoszącej 1/3 średnicy obiektywu — tylko 0,5 sekundy. Nie trzeba chyba dodawać, że przy fotografowaniu pierwszej i ostatniej kwadry czas naświetlania wydłużamy dwa lub nawet trzy razy w stosunku do czasu, który wystarczał do sfotografowania Księżyca w pełni. Przed pierwszą i po ostatniej kwadrze musimy go jeszcze bardziej wydłużyć.

Wiele oczywiście zależy także od materiału negatywowego i od sposobu jego opracowania. Najlepiej byłoby używać filmu o dużej zdolności rozdzielczej (na przykład o czułości 18 DIN), lecz jest on mało czuły i możemy go stosować jedynie do fotografowania Księżyca w ognisku lunety. Gdy jednak fotografujemy go w projekcji okularowej, to bezwzględnie trzeba użyć filmu o większej czułości (na przykład 20—27 DIN). Taki film wywołujemy naturalnie wywoływaczem drobnoziarnistym, gdyż częściowo wyrówna on dużą różnicę w zaczernieniu filmu, co spowodowane będzie różnicą w intensywności światła odbitego od obszarów Księżyca o różnym albedo. Nie bez znaczenia jest także proces pozytywowy, najlepszy bowiem wywoływacz nie potrafi wyrównać dużych kontrastów obrazu. Idzie tu zwłaszcza o utwory leżące w pobliżu terminatora, które na negatywie będą jaśniejsze niż reszta tarczy Księżyca i te partie obrazu musimy krócej naświetlać podczas wykonywania powiększenia. Robimy to za pomocą ciągle poruszanej ręki, bo w przeciwnym razie na pozytywie powstanie jaśniejsza plama. Wyraźne i o dobrej plastyce powiększenie uzyskamy na papierze twardym lub ekstratwardym, gdyż wtedy najciemniejsze partie obrazu będą czarne lub prawie czarne. Taka fotografia Księżyca da nam niewątpliwie dużo satysfakcji.

## KRONIKA

### Okres pulsacji Betelgeuze

Od czasu gdy w połowie ubiegłego wieku John Herschel opisał zmiany jasności Betelgeuze, charakter tego zjawiska pozostał przez długi czas nieznany. Niedawno astronomowie zawodowi ponownie zwrócili uwagę na tę gwiazdę. W tym przypadku wizualne obserwacje amatorskie są zbyt kłopotliwe, gdyż zmiany jasności Betelgeuze są małe (rzędu 1 mag. i mniejsze), a na dodatek w pobliżu nie ma żadnej gwiazdy porównania.

Pewien przełom nastąpił w roku 1987, gdy zespół kierowany przez amerykańskiego astronoma Andrea Dupree podał okres zmian jasności Betelgeuze wynoszący 420 dni. Wynik ten oparty jest między innymi na zmianach natężenia pewnych linii w widmie gwiazdy. Podobną wartość — 400 dni — uzyskali: Brian Patten, Myron Smith oraz Leo Goldberg. Oceny te oparte są na trwających 75 nocy obserwacjach zmian prędkości radialnej gwiazdy (badania prowadzono w latach 1984—1988). Zmiany te spowodowane są prawdopodobnie przez stopniowe rozszerzanie i kurczenie się jej powierzchni. Pulsacje te charakteryzują się zmienną amplitudą i niestałym okresem. Wcześniejsze badania nie wykluczały istnienia gwiazdy towarzyszącej, jako przyczyny zmian jasności Betelgeuze. W ostatecznym rozrachunku gwiazda ta pozostanie w katalogach taką, jaką była od pół wieku: czerwony nadolbrzym, półregularna gwiazda zmienna.

„Szukamy dowodów na istnienie periodyczności także w przypadku dwóch innych nadolbrzymów" — oświadczył w lipcu 1988 roku Myron Smith. Gwiazdy, o których mowa to: Antares (przypuszczalny okres zmian jasności — 260 dni) oraz α Herkulesa (350 dni). Smith uważa, że prawdopodobnie wszystkie nadolbrzymy typu M mieszczą się w kategorii gwiazd zmiennych.

Wg *Sky and Telescope* 1988, 76, 460

WŁADYSŁAW MADEJCZYK

**Radioteleskopowe obserwacje Merkurego**

Mimo, że od czasu gdy dzięki sondzie Mariner 10 ujrzeliśmy powierzchnię tej planety minęło kilkanaście lat, to wciąż jeszcze pozostało na niej wiele do odkrycia. Nadal prowadzone są z Ziemi badania Merkurego, zarówno w świetle widzialnym, jak i w zakresie fal radiowych. Należy jednak zauważyć, że obserwacje teleskopowe są dość kłopotliwe. Kątowa odległość pomiędzy Merkurym a Słońcem nie przekracza nigdy 28°. Jakby tego było mało, znajdując się najbliżej Ziemi (średnica kątowa tarczy Merkurego wynosi wtedy 13″), jest on zwrócony do niej stroną nieoświetloną. Oczywiście czasem bywa i tak, że Merkury zwrócony jest ku nam stroną oświetloną. Zdarza się to jednak wtedy, gdy jego odległość od Ziemi jest największa, a w związku z tym rozmiary kątowe tarczy są niewielkie — zaledwie 4″. W odległościach pośrednich oświetlona część Merkurego widziana z Ziemi ma kształt sierpa. No cóż, złośliwość rzeczy martwych.

W dużo lepszej sytuacji są astronomowie prowadzący badania w zakresie fal radiowych. W New Mexico (USA) zespół radioastronomów pod kierunkiem Jacka O. Burnsa wykonał za pomocą radioteleskopu Very Large Array pięciogodzinną obserwację Merkurego. Na podstawie tej obserwacji wspomniani uczeni wykonali pierwszą na świecie mapę Merkurego w zakresie mikrofal (długość fali od 0.03 mm do 1 m).

Zanim omówię obserwacje kilka słów o radioteleskopie Very Large Array. Nazywany jest on w skrócie VLA, jest to obecnie największy radioteleskop na świecie. Znajduje się 64 km na zachód od miasta Socorro w stanie New Mexico ($\lambda = -107°37{,}1'$ W; $\varphi = 34°04{,}7'$ N; 2124 m n.p.m.). VLA składa się z 27 ruchomych parabolicznych anten o średnicy 25 m, rozmieszczonych wzdłuż ramion w kształcie litery Y. Na ramionach tych — z których każde ma ok. 20 km długości — znajduje się po 9 takich anten. Zdolność rozdzielcza VLA wynosi 0.13″, co odpowiada zdolności rozdzielczej parabolicznej anteny o średnicy 27 km.

Dzięki temu urządzeniu naukowcy z New Mexico odkryli m. in., że promieniowanie o dł. fali 30 cm pochodzi z warstwy regolitu (gruzu skalnego) zalegającego powierzchnię Merkurego, a także z warstw leżących pod powierzchnią planety, do głębokości 70 cm. Tak więc w rzeczywistości radioastronomowie „widzieli" także to, co znajduje się pod powierzchnią Merkurego. Wstępne modele termicznych, elektrycznych i polaryzacyjnych właściwości regolitu, odkrytych przez naukowców z New Mexico, pasują do naszej dotychczasowej wiedzy.

Mimo, że obserwacja została dokonana wtedy gdy widziana z Ziemi tarcza Merkurego była w mniej niż 1/4 części oświetlona przez Słońce, Burns i jego współpracownicy odkryli gorący obszar w pobliżu centrum tarczy planety. Istnienie tego obiektu przewidziano teoretycznie już wcześniej, ale dopiero teraz udało się go zaobserwować. Na Merkurym znajdują się dwa takie gorące obszary.

Skąd się one biorą? Otóż ruch wirowy Merkurego jest tak skojarzony z jego ruchem orbitalnym, że na 3 obroty planety wokół osi przypadają dwa jej obiegi wokół Słońca. Wskutek tego dwa regiony położone w pobliżu równika — owe bieguny gorąca — są szczególnie silnie nasłonecznione. Wyniki badań uzyskane przez zespół Burnsa doskonale obywają się bez teorii, przemawiających za istnieniem wewnątrz Merkurego źródła ciepła w postaci gorącego jądra. Gdyby rzeczywiście coś takiego istniało to objawiłoby się to jako pewna nadwyżka energii w stosunku do promieniowania ciała doskonale czarnego za jakie, w pewnym przybliżeniu, można uważać Merkurego. Jednak uczeni z Nowego Meksyku nic takiego nie zaobserwowali.

Wg *Sky and Telescope* 1988, 76, 457

*WŁADYSŁAW MADEJCZYK*

**Co w przyszłości czeka Ziemię?**

Przyszłość naszej planety nie przedstawia się zbyt różowo... Nie należy oczywiście wpadać od razu w panikę z tego powodu, bo idzie tu o czasy tak odległe, że możemy spać spokojnie i robić najśmielsze plany nawet na XXI wiek. Ale przecież wcale nie zaszkodzi już dziś wiedzieć, co czeka Ziemię za pięć miliardów lat, gdy w jądrze Słońca wyczerpią się zapasy wodoru i — zgodnie ze współczesną teorią ewolucji gwiazd — przeobrazi się ono w czerwonego olbrzyma? Jakie to będzie miało następstwa dla naszej planety?

Tym właśnie zagadnieniem zajmował się niedawno astronom amerykański Joseph I. Goldstein. Przeprowadził on gruntowne badania w tym kierunku, w wyniku których doszedł do bardzo ciekawych, nieco zaskakujących wniosków. Studia te wykazały bowiem, że Słońce w fazie czerwonego olbrzyma bardziej się „rozdyma" niż dotąd sądzono, promień „dziennej gwiazdy" osiągnie wtedy aż 170 milionów km. Siłą rzeczy nasza planeta znajdzie się w zewnętrznych warstwach słonecznej atmosfery i chociaż gęstość tych warstw będzie bardzo mała, o istnieniu na Ziemi życia nie może już być wtedy mowy. Ale co się z ziemskim globem w ogóle wówczas stanie? Gdyby przetrwał stadium czerwonego olbrzyma, okrążałby przez wiele milionów lat białego karła, bo taki tylko może być końcowy produkt ewolucji gwiazdy o masie Słońca. Niestety, wnioski wyciągnięte przez Goldsteina mówią o zupełnie innym, tragicznym dla naszej planety scenariuszu. Wprawdzie temperatura zewnętrznych warstw Słońca w stadium czerwonego karła nie przekroczy 2000 K i trwać to może — jak wynika z rachun-

ków — najwyżej 100 milionów lat, to jednak Ziemia nie tylko pozbędzie się swej powłoki wodnej, ale prawdopodobnie poważnie naruszona zostanie także struktura jej skorupy. Lecz o wiele groźniejsze w skutkach okaże się siła przyciągania Słońca, bo przecież prędkość ruchu orbitalnego naszej planety będzie się gwałtownie zmniejszała, wobec czego zacznie ona krążyć po coraz ciaśniejszej orbicie i — jak dowodzą rozważania Goldsteina — już po upływie 270 lat od chwili zanurzenia się w atmosferę czerwonego olbrzyma zakończy swój kosmiczny żywot. Słońce po prostu zgotuje Ziemi mniej więcej taki sam los, jaki czeka sztucznego satelitę, gdy dostanie się do ziemskiej atmosfery. Co więcej — jest to nieunikniony los każdej planety o tak małej masie jak nasza. Nie trzeba chyba dodawać, że los Ziemi podzielą również Merkury i Wenus.

Wg *Sterne und Weltraum*, 1988, 27, 18

*STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ*

---

## KONFERENCJE I ZJAZDY

### Problemy nauczania i popularyzacji astronomii w działalności Międzynarodowej Unii Astronomicznej

Jedną z 40-tu roboczych Komisji Międzynarodoowej Unii Astronomicznej, założoną ponad 20 lat temu, jest Komisja Nr 46 „Nauczanie Astronomii". Działalność tej Komisji obejmuje:

1) organizowanie 2—3 tygodniowych Międzynarodowych Letnich Szkół dla Młodych Astronomów, w których bierze udział 30—50 osób z danego rejonu geograficznego i grupy językowej, słuchając wykładów i seminariów prowadzonych przez 6—10 wybitnych specjalistów; w 1989 roku Szkoła ma się odbyć na Kubie dla rejonu Ameryki Środkowej;

2) przygotowywanie programu „wizytujących profesorów", prowadzących kursowe zajęcia przez 1 semestr każdy, tak aby w ciągu paru lat w odwiedzanym uniwersytecie został przerobiony podstawowy program studiów astronomicznych; przeznaczony dla krajów rozwijających się, program jest obecnie prowadzony w Peru i Paragwaju;

3) opracowywanie przez reprezentantów każdego kraju — członka MUA trzyletnich sprawozdań z tego, co w dziedzinie nauczania astronomii wydarzyło się w danym kraju; sprawozdania te są wydawane drukiem przez Komisję;

4) publikowanie co 3 lata wykazu najważniejszych podręczników i pomocy naukowych astronomicznych w kilku grupach językowych;

5) wydawanie 2 razy w roku biuletynu Komisji, zawierającego krótkie artykuły i informacje dotyczące nauczania astronomii na całym świecie;

6) organizowanie spotkań astronomów z nauczycielami danego rejonu z okazji Kongresów MUA, umożliwiających wysłuchanie referatów, wymianę doświadczeń i dyskusje; spotkanie nauczycieli i pracowników planetariów odbyło się 1. 08. 1988 przed XX-tym Kongresem MUA w Baltimore;

7) przygotowanie „podróżującego teleskopu" wypożyczanego do celów dydaktycznych krajom rozwijającym się w powiązaniu ze szkołami letnimi; teleskop wyposażony jest w nowoczesny sprzęt do badań fotometrycznych i spektroskopowych;

8) planowanie i przygotowanie specjalnego (poza omawianiem spraw dotyczących wyżej wymienionej działalności) programu dla zebrań Komisji Nr 46 na kolejnych Kongresach MUA; w 1985 r. w Delhi omawiano szczegółowo pracę planetariów indyjskich, zaś w 1988 r. w Baltimore — programy studiów i wymagania do uzyskania stopni akademickich w kilku wybranych krajach z różnych części świata.

Członkowie Zarządu Komisji zajmują się poszczególnymi zadaniami wymienionymi wyżej, nad ich pracą czuwa Prezydent — obecnie A. Sandqvist z Obserwatorium Sztokholmskiego (Szwecja) i wiceprezydent — pani L. Gouguenheim z Obserwatorium Meudon (Francja).

Jak wynika ze sprawozdań w ostatnich 3 latach zanotować można szczególne ożywienie i zainteresowanie sprawami nauczania astronomii w środowiskach astronomów zawodowych, a niekiedy również administracji szkolnej. Trzeba tu koniecznie zaznaczyć, że astronomia pozostała odrębnym przedmiotem nauczania tylko w kilku krajach na świecie: w NRD i ZSRR, w Grecji i Urugwaju, wszędzie poza tym treści astronomiczne są wprowadzane na lekcjach przyrody, geografii, fizyki. Stąd też baczną uwagę zaczęto zwracać na przygotowanie nauczycieli. W NRD zmieniono ostatnio program astronomii, ale zawarte w nim treści są od dawna omawiane na konferencjach nauczycieli i publikowane w czasopiśmie *Astronomie in der Schule* (Astronomia w szkole). W ZSRR wydano eksperymentalnie 3 różne podręczniki szkolne z astronomii dla zbadania ich przydatności. Mówi się tam również o zmianie programu nauczania, a nawet o włączeniu astronomii do fizyki (jak w Polsce).

W Czechosłowacji i na Węgrzech odbyły się w ostatnich latach metodyczne spotkania nauczycieli i astronomów, a w Bułgarii opracowuje się nowy program z ewentualnym powrotem do nauczania astronomii jako osobnego przedmiotu w szkole średniej. Włoskie Towarzystwo Astronomiczne organizuje konferencje z udziałem specjalistów zagranicznych dla wymiany doświadczeń i przekonania władz administracji szkolnej o konieczności systematycznego szkolenia nauczycieli. Hiszpania prowadzi specjalne seminarium szkolące nauczycieli na uniwersytecie w Barcelonie, zaś na tygodniowe kursy dla nauczycieli w Bawarii chętni muszą zapisywać się ze znacznym wyprzedzeniem.

Osobny przykład stanowi tu Francja, w której od Kongresu MUA w Grenoble w 1976 r. rozpoczęły się bliższe kontakty nauczycieli z astronomami. Zaowocowały one powstaniem Komitetu Współpracy Nauczycieli i Astronomów, który organizuje coroczne letnie szkoły (10 astronomów + 70 nauczycieli), kursy zimowe, wydaje kwartalnik *Les Cahiers Clairaut* (Zeszyty Clairauta), produkuje proste pomoce naukowe. Godny podkreślenia jest entuzjazm, z jakim do swej pracy podchodzą członkowie Komitetu. W dziedzinie współpracy międzynarodowej warto odnotować inicjatywę fizyków zrzeszonych w GIREP (Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique — Międzynarodowa grupa badań nad nauczaniem fizyki), którzy swą konferencję w Kopenhadze w 1986 r. poświęcili astronomii, jako przedmiotowi wykładanemu przez nauczycieli fizyki.

Ukoronowaniem różnych inicjatyw i stworzeniem możliwości szerokiej wymiany doświadczeń stało się zorganizowane przez Komisję Nr 46 specjalne Kolokwium MUA poświęcone wyłącznie sprawom nauczania astronomii. Odbyło się ono w dniach 26—30 lipca 1988 r. w Williams College w Williamstown, małym miasteczku w stanie Massachusetts, wśród lesistych wzgórz Berkshire, 260 km na północ od No-

wego Jorku. Nad przygotowaniem programu czuwał Komitet pod przewodnictwem prof. Johna Percy z Uniwersytetu w Toronto (Kanada) zarazem redaktora biuletynu Komisji i realizatora projektu „podróżującego teleskopu", nad pracami lokalnego Komitetu — prof. Jay Pasachoff z Williams College. W Kolokwium uczestniczyły 162 osoby z 31 krajów z całego świata, najliczniejsi byli przedstawiciele gospodarzy (88 osób), potem Wielkiej Brytanii (10), Kanady (9), po kilka osób z Indii, Francji, Meksyku, RFN, Włoch; z Polski — tylko 1 osoba. Na program składały się zaproszone wykłady, krótkie komunikaty, prezentowane plakaty, filmy i video-kasety.

Obawiając się zbytniego przeładowania programu Kolokwium przez pokazy używające wysoko wyspecjalizowanych środków technicznych, od początku próbowano zwrócić uwagę na cele naszego kształcenia, które można ująć w taki sposób:

*wprowadzając każdej następnej generacji treści astronomiczne, możemy pokazywać problemy najbardziej widowiskowe, interesujące, ale musimy przede wszystkim budować trwałe podstawy tej gałęzi wiedzy.*

Takimi podstawami były właśnie omawiane na Kolokwium koncepcje i metody nauczania na poziomie szkolnym, uniwersyteckim i metody popularyzacji. Nauczaniem zajmują się astronomowie zawodowi i nauczyciele, używają oni różnych podręczników i pomocy dydaktycznych, a także korzystają z pomocy planetarium. W każdej dziedzinie pomocy oczekują kraje rozwijające się, których przedstawiciele zabierali głos na różnych sesjach. Tak w skrócie wyglądał program 10 sesji Kolokwium. A oto nieco szczegółów.

Podejście i koncepcje przekazywania treści astronomicznych mogą być różne:

1) przyrodnicze, przez tłumaczenie małym dzieciom zjawisk dnia i nocy, pór roku, zapoznawanie z naszymi sąsiadami w Układzie Planetarnym;

2) historyczne, pokazujące ewolucję nauki, nie przez daty odkryć, lecz przez rolę myśli odkrywczej, tworzącej nowe idee naukowe;

3) kulturowe, związane z archeoastronomią, malarstwem, mitologią, a więc takie, w którym treści astronomiczne splatają się z rozwojem ogólnej kultury;

4) interdyscyplinarne, wykorzystujące np. literaturę fantastyczno-naukową, poezję, muzykę, a także geologię, fizykę, itp.

Dobrym przykładem tego ostatniego podejścia jest realizowany obecnie w Stanach Zjednoczonych projekt STAR (Science Teaching through its Astronomical Roots — nauczanie nauk ścisłych poprzez korzenie astronomiczne), w którym astronomowie z Centrum Astrofizycznego Harvard-Smithsonian w Cambridge (USA) organizują doszkalanie nauczycieli szkół średnich. Wykłady wzbogacane są licznymi doświadczeniami, baczną uwagę zwraca się na najbardziej rozpowszechnione wśród społeczeństwa błędne wyobrażenia i poglądy. Szereg uniwersytetów prowadzi różne formy szkolenia specjalnego, jak działający od 20 lat w Wielkiej Brytanii uniwersytet otwarty dla dorosłych, kursy korespondencyjne, kursy wakacyjne, wykłady astronomiczne dla przyszłych menadżerów przemysłu, wykłady w odległych szkołach prowadzone przez dojeżdżających profesorów — członków towarzystw naukowych.

A jeśli mowa o zainteresowaniach naukowych w społeczeństwie, to w sposób poglądowy przedstawił to przedstawiciel Japonii, S. Isobe.

Oto jak wygląda ta japońska piramida: $10^2$ osób produkuje prace o astronomicznym naukowym znaczeniu, $10^3$ osób — często wykonuje obserwacje astronomiczne, $10^4$ — czyta regularnie fachowe czasopisma astronomiczne, $10^5$ — uczęszcza na konferencje i wykłady, $10^6$ — wysłuchuje programów popularno-naukowych w radiu i telewizji, $10^7$ — czyta rubrykę naukową w prasie codziennej, $10^8$ osób nie interesuje się wcale rozwojem nauk ścisłych. A jakby taka piramida wyglądała u nas w Polsce?

Baczną uwagę zwracano na poglądowość nauczania. Oto 2 poważnych profesorów zostało nieco zaskoczonych, gdy „wywołano ich do tablicy", kazano nadmuchać 2 różnych rozmiarów baloniki, a potem ustawiać się w takiej odległości, aby baloniki przedstawiały kolejno układ Ziemia—Księżyc, Ziemia—Słońce. Gorzej było, gdy demonstrator przyniósł pudło pełne różnych części ubrania i dla zademonstrowania trudności dotyczącej skali, kazał profesorom dobierać komplet ubiorów dla dzieci w różnym wieku! Tu także znalazła się propozycja polska, związana z Toruniem, ale którą można łatwo przenieść do innego otoczenia. Jest to model Układu Planetarnego z serii: „Co by było, gdyby..." Otóż wyobraźmy sobie, że stajemy w Toruniu na Rynku Staromiejskim przy pomniku Kopernika i mamy wtedy przed sobą w perspektywie ulicy Żeglarskiej sylwetkę kościoła Św. Jana z XIV w. z potężną wieżą (około 53-metrowej wysokości). Powiadamy wtedy: „Co by było, gdyby Słońce miało średnicę tarczy równą wysokości wieży kościelnej?". Wtedy oczywiście wszystkie planety musiałyby mieć rozmiary centymetrowe lub metrowe, i ustawione byłyby w odpowiednich odległościach, na planie miasta, a potem na mapie Polski (oczywiście należy szukać odpowiednich odległości w linii prostej na mapie, nie według dróg czy linii kolejowych; również należy przyjąć orbity kołowe). W tym modelu Ziemia ma średnicę 51 cm, Księżyc — 12 cm, 5,7-metrowy Jowisz będzie mniej więcej w Inowrocławiu, Saturn — we Włocławku, Uran — w Kutnie, Neptun — w Warszawie, Pluton — we Wrocławiu. Rozmiary poszczególnych planet można porównywać z przedmiotami z otoczenia, czy piętrami budynku. Bowiem model ma ułatwić pokazanie skali rozmiarów Układu Planetarnego w otoczeniu dobrze znanym dla danego audytorium.

Bardzo interesująca i pouczająca była prelekcja Patryka Moore'a (W. Brytania), doświadczonego popularyzatora, autora stałych pogadanek astronomicznych w radiu i telewizji (podobno jednorazowe audytorium liczy kilka milionów słuchaczy!). Moore nie gromadzi przy mikrofonie zbyt wielu specjalistów na raz; pamięta też o tym, żeby dla audytorium wiele problemów dobrze wyjaśnić. Wspominał dalej o licznych listach, które dostaje. Na pytanie: „Jak zacząć zajmować się astronomią" — Moore odpowiada: „Należy przeczytać podstawowe podręczniki, obserwować niebo, ucząc się np. 1 gwiazdozbioru dziennie używając prostej lornetki, a nie drogiego teleskopu, nawiązać kontakt z amatorami". Na pytanie: „Jak zostać astronomem?" odpowiedź brzmi: „Zacząć jako amator i kontynuować studia uniwersyteckie". Wreszcie sporo listów kierowanych do Moore'a dotyczy nowych teorii astronomicznych układanych przez autorów tych listów. Tu Moore zawsze odpowiada: „Należy przygotować podstawy matematyczne proponowanej teorii, żadna bowiem teoria nie da się opisać bez wzorów!".

Wspomniano również o Kolokwium MUA Nr 98 z 1987 r., które było opisane w *Uranii* (nr 11/1987), rozważając wkład miłośników do nau-

czania astronomii. Podaję tu parę bardzo różnych form pracy. W Paragwaju wykorzystano umiejętnie szerokie zainteresowania kometą Halleya, by założyć Klub Astrofizyczny, towarzystwo miłośników w kraju, gdzie jest 1 astronom, a nie ma obserwatoriów ani studiów astronomicznych. Obecnie, po paru latach rozwoju zainteresowania astronomią, rozpoczęto na 2 uniwersytetach program „wizytujących profesorów" przygotowywany przez Komisję Nr 46. Na drugim krańcu Ziemi, w Finlandii, istnieje stowarzyszenie miłośników astronomii URSA, zrzeszające 7 tysięcy członków. Prowadzą oni ożywioną działalność wydawniczą, a ostatnio zafundowali każdej z 5 tysięcy szkół mapę nieba. Miejmy nadzieję, że w niektórych z tych szkół mapy będą wykorzystane!

Nad Morzem Śródziemnym, w Nicei, od szeregu lat działał szkolny klub „Plejady". Gdy powstał projekt budowy planetarium na własnym podwórku szkoły, młodzież z zapałem włączyła się do pracy. Oczywiście, trzeba było mieć fundusze na materiały i niezbędną pomoc fachowców, ale młodzież pracowała chętnie, poświęcając na pracę fizyczną wolne dni, część wakacji. Trwało to ponad 4 lata, więc pierwsi budowniczowie dawno opuścili szkołę, gdy budowa była ukończona. Pracowali zatem dla innych, młodszych kolegów z własnej szkoły, a także dalszego rejonu.

A oto przykład z innego kraju, gdzie każda przechadzka kojarzy się z pięknym widokiem, ze zdrowym powietrzem, dlaczegóż nie połączyć zdobywania zdrowia ze zdobywaniem wiedzy astronomicznej? Szwajcarscy amatorzy przygotowali „Promenady Układu Słonecznego" instalując w pięknym terenie plansze o odpowiednich rozmiarach i w odpowiednich odległościach, z informacjami o poszczególnych obiektach Układu Słonecznego. Odległość od Słońca do Plutona wynosi 6 km, więc przebycie takiej trasy to napewno „ścieżka zdrowia"! Wreszcie najbardziej masowa impreza, to popularyzacja astronomii w ciągu 2 tygodni w 16 stacjach paryskiego metra przez młodych entuzjastów. Korzystając z zainteresowania kometą Halleya, zainstalowali się w bardziej przestronnych korytarzach czy peronach z planszami, przezroczami, krótkimi filmami, aby choć na chwilę przyciągnąć uwagę spieszących przechodniów. I mieli powodzenie. Szkoda, że kometa Halleya pojawia się tak rzadko!

Bardzo długa była dyskusja na temat książek i podręczników i tu od razu ujawniły się trudności i kłopoty przedstawicieli krajów rozwijających się, odrębności lokalne, różnice kręgów kulturowych. Najlepiej oczywiście, aby każdy kraj mógł korzystać z własnych podręczników, ale wtedy nakłady są mniejsze, trzeba poszukiwać dobrych autorów i dobrych ilustracji. Dlatego też bardzo cenne są tu różne formy współpracy. I tak np. Julieta Fierro z Instytutu Astronomii Uniwersytetu w Meksyku i prof. Jayant Narlikar z Instytutu Badań Podstawowych w Bombaju będą wymieniać wydawnictwa popularne, produkowane dla dzieci (wspólnym językiem jest angielski). S. Isobe (Japonia) zapowiada współpracę w dziedzinie nauczania i wymiany nauczycieli astronomii dla krajów Azji południowo-wschodniej. I jeszcze jeden projekt. Za rok rozpocznie pracę Międzyuniwersyteckie Centrum Astronomiczne w Poona w Indiach, aby zapewnić zdobywanie stopni naukowych i kształcenie nie tylko mieszkańcom tego olbrzymiego kraju (dotychczas studia astronomiczne były tam tylko na 2 uniwersytetach), ale także mieszkańcom krajów sąsiednich. Umożliwi to zatem zdolnym młodym ludziom nie tylko zdobywanie wykształcenia mniej-

szym kosztem (dotychczas często wyjeżdżali do Europy lub Ameryki), ale również pozostawanie w tym samym kręgu kulturowym, co ma niebagatelne znaczenie.

A wreszcie — planetaria, rozsiane po całym świecie placówki propagujące astronomię w najszerszym zakresie, choć przecież nie tylko przy użyciu samej aparatury. A więc można np. opuszczającej salę po seansie młodzieży rozdać arkusze „kontrolne" z pytaniami w rodzaju: „Gdzie będzie Księżyc za tydzień?" lub „Gdzie będzie Wielka Niedźwiedzica za godzinę?" i przekonać się, ile młodzież zrozumiała po seansie, jak to stosują w Westlake (USA). Można organizować dla określonej klasy kilka wizyt w roku, poprzedzając wykładem i ćwiczeniami, a kończąc rysunkami wykonanymi po seansie, jak w Lakeview (USA). Można objeżdżać szkoły w całym rejonie z przenośnym planetarium, jak to robią w Marsylii (Francja), lub włączać kukiełki lub żywych aktorów personifikujących obiekty astronomiczne do dialogu z młodocianą publicznością w czasie seansu (Bombaj, India). Niesłychanie pracowity mają dzień pracownicy planetarium w 4-milionowym Hyderabadzie (Indie), gdzie jest 9 seansów dziennie, na zmianę w 3 językach (lokalnym — telugu, hindi i angielskim) dla audytorium złożonego niekiedy z całych rodzin, dla których program trzeba układać specjalnie poglądowo. Zajmują się oni też prowadzeniem zajęć w „astroszkole" gromadzącej 25-osobowe grupy małych dzieci w małej szopce z miniplanetarium. W końcu zaś trzeba koniecznie wspomnieć o inicjatywie planetarium DOW w Montrealu (Kanada), przed którym od 1973 r. stoi pomnik Kopernika, wierna kopia pomnika warszawskiego. Otóż zorganizowano tam wystawę przyrodniczą dla niewidomych, plastykowe modele roślin i zwierząt, model Układu Planetarnego jako wypukłe planety na wyraźnie zaznaczonych orbitach okołosłonecznych, oczywiście wszystko uzupełnione napisami w języku Brailla. Ale to nie koniec. Dla zwiedzających osób widzących, przygotowano specjalne maski, aby przy zwiedzaniu musieli się posługiwać wyłącznie dotykiem.

Czego najbardziej potrzeba krajom rozwijającym się? „W kraju takim jak Meksyk, gdzie średnie wykształcenie to 4 klasy szkoły podstawowej, najbardziej potrzebni są ludzie wykształceni, ale potrzeba nam także uznania samego nauczania jako działalności wartościowej, pożytecznej" — powiedział Luis Rodriguez, były dyrektor Instytutu Astronomii w Meksyku. A pani prof. Mazlan Othman (Malezja) dodaje: „Astronomia jest przedmiotem marzeń i wzruszeń młodości. Jest to słuszne nie tylko dla krajów rozwijających się, lecz także dla innych krajów... Nasi młodzi interesują się astronomią i Kosmosem tak samo jak ich koledzy gdzie indziej. A kiedy wy w krajach rozwiniętych osiągniecie już wasze marzenia, my chcielibyśmy znaleźć się nie za daleko za wami..."

*CECYLIA IWANISZEWSKA*

## Z KORESPONDENCJI

### Lekcje wprowadzające do działu „astrofizyka" (w liceum ogólnokształcącym)

Od kilku lat realizację wybranych zagadnień z astrofizyki rozpoczynam w sposób dość niekonwencjonalny. Wstępem jest rozwiązanie serii zadań, nie tyle dostarczających uczniom podstawowych informacji o gwia-

zdach, co pokazujących, w jaki sposób z podstawowych danych obserwacyjnych i praw fizyki astronomowie te dane uzyskują. Jak widać z treści zadań, wcześniej zostały przerobione elementy mechaniki nieba i fotometria (w ramach lekcji fizyki łącznie omawiam fotometrię fizyczną i astronomiczną). Co prawda rozwiązując zadania muszę posłużyć się paroma pojęciami nie wyjaśnionymi wcześniej (typ widmowy, klasa jasności), za to następne lekcje, im właśnie poświęcone, cieszą się większym niż zwykle zainteresowaniem.

W zadaniach przyjęto następujące dane (nie wymieniane później) dotyczące Słońca:

$$m = 1{,}989 \cdot 10^{30}\ \mathrm{kg} \qquad m_{vis} = -26^{m},74$$
$$R = 6{,}96 \cdot 10^{8}\ \mathrm{m} \qquad m_{bol} = -26^{m},82$$
$$L = 3{,}826 \cdot 10^{26}\ \mathrm{W} \qquad M_{vis} = 4^{m},8$$
$$T_{ef} = 5770\ \mathrm{K}$$

1. Dwie gwiazdy tworzą układ podwójny. Wielka półoś ich względnej orbity jest równa $a$ AU, a okres obiegu $T$ lat. Oblicz sumę ich mas (w masach Słońca). Obliczenia przeprowadź dla układu podwójnego Syriusz A i B, gdzie $T = 49{,}9^{a}$, a wielka półoś jest widoczna z Ziemi pod kątem $\alpha = 7'',42$. Paralaksa Syriusza $\pi = 0'',378$.

$$\left.\begin{aligned} T^2 &= \frac{4\pi a^3}{G(m_A + m_B)} \\ T_{\oplus}^2 &= \frac{4\pi a_{\oplus}^3}{G m_{\odot}} \end{aligned}\right| \Rightarrow m_A + m_B = m_{\odot}\left(\frac{a}{a_{\oplus}}\right)^3 \left(\frac{T_{\oplus}}{T}\right)^2$$

biorąc $T_{\oplus} = 1^{a}$ i $a_{\oplus} = 1$ AU

$$m_A + m_B = m_{\odot}\frac{a^3}{T^2} = \frac{\left(\frac{7'',42}{0'',378}\right)^3}{49{,}9^2} m_{\odot} \approx 3{,}04\, m_{\odot}.$$

2. Stosunek półosi wielkich orbit Syriusza A i Syriusza B jest $a_B/a_A = 2{,}0147$. Jakie są masy Syriusza A i Syriusza B?

$$\left.\begin{aligned} \frac{m_B}{m_A} &= \frac{a_A}{a_B} \\ m_A + m_B &= 3{,}04\, m_{\odot} \end{aligned}\right| \Rightarrow m_A = 2{,}03\, m_{\odot},\ m_B = 1{,}01\, m_{\odot}.$$

3. Jasność obserwowana Syriusza A jest $-1^{m},47$, a jego typ widmowy $A_1V$, co odpowiada jasności absolutnej $1^{m},42$. Jaka jest odległość Syriusza?

$$M = m + 5 - 5\log r \Rightarrow \log r = \frac{1}{5}(m - M + 5),$$

$$\log r = \frac{1}{5}(-1{,}47 - 1{,}42 + 5) = 0{,}422,$$

$$r = 2{,}642\ \mathrm{ps} = 8{,}6\ \text{l. św.}$$

4. Jaką odległość otrzymasz wykorzystując podaną w zadaniu poprzednim paralaksę Syriusza?

$$r = \frac{a}{\pi} = 2{,}645\ \mathrm{ps}.$$

5. Znając jasność absolutną Syriusza A oblicz jego moc promieniowania (dzielność). Za jednostkę przyjmij moc Słońca.

$$M_A - M_\odot = -2{,}5 \log \frac{L_A}{L_\odot},$$

$$\log \frac{L_A}{L_\odot} = \frac{M_A - M_\odot}{-2{,}5} = 1.352 \Rightarrow L_A = 22{,}5\, L_\odot.$$

6. Typ widmowy Syriusza B trudniej jest precyzyjnie określić. Ale odległość Syriusza B jest praktycznie równa odległości Syriusza A. Jasność obserwowana składnika B jest $8^m{,}6$. Jaka jest zatem jasność absolutna Syriusza B?

$$M_B = m + 5 - 5 \log r = 11^m{,}5.$$

7. Jaka jest moc promieniowania Syriusza B?

Licząc analogicznie jak w zadaniu 5 mamy $L_B = 0{,}002\, L_\odot$.

8. Typ widmowy $A_1V$ odpowiada temperaturze powierzchniowej $T_A = 9600$ K. Wskaźnik barwy Syriusza B wskazuje na temperaturę powierzchniową $T_B = 8000$ K. Wykorzystując dodatkowe dane z zadań poprzednich oblicz promienie tych gwiazd.

$$L_A = 4\pi R_A^2 \sigma T_A^4 \Rightarrow R_A = \sqrt{\frac{L_A}{4\pi \sigma T_A^4}},$$

$$R_A = 1{,}18 \cdot 10^9 \text{ m} = 1{,}7\, R_\odot.$$

Analogicznie

$$R_B = 16\,200 \text{ km} = 0{,}023\, R_\odot.$$

Zadania tego typu można też rozwiązywać nieco inaczej:

$$\left.\begin{aligned} L &= 4\pi R^2 \sigma T^4 \\ L_\odot &= 4\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{L}{L_\odot} = \left(\frac{R}{R_\odot}\right)^2 \left(\frac{T}{T_\odot}\right)^4 \Rightarrow R = \sqrt{\frac{L}{L_\odot}} \left(\frac{T_\odot}{T}\right)^2 R_\odot.$$

9. Wykorzystując wyniki zadań poprzednich oblicz średnie gęstości tych gwiazd.

$$\varrho_A = \frac{\zeta m_A}{4\pi R_A^3} = 0{,}58 \text{ g/cm}^3,$$

analogicznie

$$\varrho_B = 113 \cdot 10^3 \text{ g/cm}^3.$$

Uzyskany wynik jest dla ucznia zaskakujący. Nic dziwnego, że po stwierdzeniu przez W. Adamsa w 1914 roku dużego podobieństwa widm Syriusza A i B Eddington napisał:

„Po rozszyfrowaniu komunikat z Syriusza brzmiał: 'Składam się z materii o gęstości 3000 razy przewyższającej wartości, które znaliście dotychczas. Tona mojej materii jest małą bryłą, którą moglibyście zamknąć w pudełku od zapałek'. Jaką odpowiedź można dać na taki komunikat? Odpowiedź, którą większość z nas dała w 1914 roku brzmiała — przestań bredzić!"

A. S. Eddington *Stars and Atoms*

Do wyniku tego warto też wrócić nieco później, jeśli w dziale elementy fizyki ciała stałego omawiać będziemy własności zdegenerowanego gazu elektronowego.

10. Zgodnie z OTW foton opuszczający pole grawitacyjne (wykonujący pracę przeciwko siłom tego pola) powinien stracić część energii, co jest równoważne zmniejszeniu częstotliwości (zwiększeniu długości fali). W połowie lat siedemdziesiątych udało się dla Syriusza B zmierzyć grawitacyjne przesunięcie ku czerwieni $z = \Delta\lambda/\lambda$. Wynosi ono około $10^{-5}$. Jaka jest masa Syriusza B?

Zgodnie z zasadą zachowania energii

$$\frac{GMm}{R} = h(\nu_0 - \nu).$$

Uwzględniając, że $m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu_0}{c^2}$ mamy:

$$\frac{GMh\nu_0}{Rc^2} = h(\nu_0 - \nu) \Rightarrow \nu = \nu_0\left(1 - \frac{GM}{Rc^2}\right).$$

Pamiętając, że $\nu = \frac{c}{\lambda}$ otrzymujemy łatwo

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{GM}{Rc^2}$$

Niekiedy wzór ten wygodniejszy jest w innej postaci. Dla fotonu opuszczającego Słońce mamy $z_\odot = \frac{GM_\odot}{R_\odot c^2} = 2{,}115 \cdot 10^{-6}$, skąd po prostych przekształceniach

$$z = 2{,}115 \cdot 10^{-6} \frac{\frac{M}{M_\odot}}{\frac{R}{R_\odot}}.$$

Szukana przez nas masa Syriusza B

$$M_B = \frac{z_\odot}{2{,}115 \cdot 10^{-6}} \frac{R}{R_\odot} M_\odot \approx 1{,}09\, M_\odot$$

co pozostaje w bardzo dobrej zgodności z wynikiem uzyskanym wcześniej inną metodą.

*JULIUSZ DOMAŃSKI*

---

## NOWOŚCI WYDAWNICZE

*T. Zbigniew Dworak, Konrad Rudnicki*, **Świat planet**. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Biblioteka Problemów, wydanie III, Warszawa 1988, nakład 10 000 egz., stron 312, cena 560 zł.

O poczytności tej książki najlepiej świadczy fakt, że wciąż niezaspokojony rynek księgarski w naszym kraju skłonił Państwowe Wydawnictwo Naukowe do wznowienia jej po raz trzeci. Wprawdzie w niewielkim

nakładzie, który wydaje się niewspółmierny do potrzeb, ale i tak trzeba się cieszyć, że polscy miłośnicy astronomii otrzymali zbiór aktualnych wiadomości o planetach Układu Słonecznego. Poznanie naszego najbliższego sąsiedztwa we Wszechświecie rozwija się dziś tak szybko, że kilka lat, jakie minęły od poprzedniego wydania książki Dworaka i Rudnickiego, radykalnie zmieniły, a może ściślej — wzbogaciły, obraz niejednego obiektu, a także rozumienie pewnych zjawisk i procesów zachodzących w przestrzeni międzyplanetarnej. Do obecnego wydania Autorzy wprowadzili więc wiele zmian i uzupełnień, które nie tylko uaktualniły, ale również i uatrakcyjniły tę książkę. Można się spierać, czy nowy materiał został odpowiednio dobrany i właściwie wyważony (szczególnie „pokrzywdzony" wydaje się rozdział o planetoidach), niemniej jednak całość daje dobry pogląd na współczesny stan wiedzy o Układzie Planetarnym.

Świat planet przedstawiony został w książce Dworaka i Rudnickiego w postaci opisu przede wszystkim obserwowanych faktów i zjawisk. Znajdziemy więc w niej wiele wiadomości o strukturach powierzchni planet i ich satelitów, własnościach fizycznych i chemicznych globów planetarnych oraz ich otoczenia, charakterze ruchu itp. Wielu czytelników zaciekawią na pewno opowieści o tym, jak wygląda niebo z poszczególnych planet, czy też jak poszukiwano nieznanych obiektów. Cennym uzupełnieniem książki jest zarys kosmogonii Układu Słonecznego, a także informacja o hipotetycznych planetach wokół innych gwiazd. Pewien niedosyt pozostawia natomiast zbyt skromne potraktowanie zagadnień ewolucyjnych i odpowiedzi na nasuwające się często pytania „dlaczego", „z jakiego powodu", „dzięki jakim mechanizmom" itp. Jest to jednak nie tyle zarzut do Autorów, ile poniekąd odzwierciedlenie sytuacji nie nadążania prac interpretacyjnych i teoretycznych za obserwacyjnymi. Napływ nowych danych jest dziś tak duży, że ich przetworzenie i wszechstronne wykorzystanie stało się nie lada problemem.

Dającą się zauważyć troskę Wydawnictwa o stronę redakcyjną książki niweczy fatalna jakość reprodukowanych fotografii. Jakie to smutne, że stan naszej poligrafii uniemożliwia nawet odtworzenie tych rewelacyjnych nieraz obrazów, które sondy kosmiczne przysyłają na Ziemię z odległości miliardów kilometrów. Trzeba ponadto zwrócić uwagę na mylące niekiedy podpisy niektórych rycin (np. o numerach 13 na str. 57, 24 na str. 73, 77 na str. 174, 83 na str. 184, 117 na str. 249), które mogą sugerować, że chodzi o zdjęcie zjawiska, podczas gdy jest to tylko mniej lub bardziej wiarygodne wyobrażenie malarskie. Podkreślenie tego jest konieczne gdyż ryciny te znajdują się w otoczeniu wielu rzeczywiście wspaniałych fotografii.

*KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI*

---

## KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

**Opracował G. Sitarski** **Sierpień 1989 r.**

### Słońce

Deklinacja Słońca stale maleje, w związku z czym dni stają się coraz krótsze: w Warszawie 1 sierpnia Słońce wschodzi o $4^h56^m$, zachodzi o

$20^h27^m$, a 31 sierpnia wschodzi o $5^h45^m$, zachodzi o $19^h26^m$. W sierpniu Słońce wstępuje w znak Panny. Rankiem 31 sierpnia zdarzy się częściowe zaćmienie Słońca, u nas niewidoczne.

Dane dla obserwatorów Słońca (na $14^h$ czasu wschod.-europ.)

| Data 1989 | P | $B_0$ | $L_0$ | Data 1989 | P | $B_0$ | $L_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VIII 1 | +11°02 | +5°82 | 182°03 | VIII 17 | +16°84 | +6°75 | 330°49 |
| 3 | +11.80 | +5.94 | 155.58 | 19 | +17.49 | +6.83 | 304.06 |
| 5 | +12.57 | +6.09 | 129.13 | 21 | +18.12 | +6.91 | 277.62 |
| 7 | +13.32 | +6.22 | 102.69 | 23 | +18.72 | +6.98 | 251.20 |
| 9 | +14.06 | +6.34 | 76.24 | 25 | +19.32 | +7.04 | 224.76 |
| 11 | +14.78 | +6.45 | 49.80 | 27 | +19.88 | +7.09 | 198.34 |
| 13 | +15.49 | +6.56 | 23.36 | 29 | +20.42 | +7.13 | 171.92 |
| 15 | +16.18 | +6.66 | 356.92 | 31 | +20.95 | +7.17 | 145.50 |

$B_0$, $L_0$ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$15^d8^h24^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.
P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

**Księżyc**

Kolejność faz Księżyca będzie w sierpniu następująca: nów $1^d18^h$, pierwsza kwadra $9^d19^h$, pełnia $17^d5^h$, ostatnia kwadra $23^d21^h$ i jeszcze raz nów $31^d8^h$. Najdalej od Ziemi Księżyc znajdzie się 7 sierpnia, a najbliżej Ziemi 19 sierpnia. W sierpniu tarcza Księżyca zakryje dwie jasne gwiazdy, Regulusa i Antaresa, obydwa zakrycia u nas niewidoczne. Rankiem 17 sierpnia nastąpi całkowite zaćmienie Księżyca; u nas obserwujemy przed wschodem Słońca zachód zaćmionego Księżyca.

**Planety i planetoidy**

Nad zachodnim horyzontem pięknym blaskiem świeci Wenus jako Gwiazda Wieczorna —4 wielkości. Merkury przebywa na niebie zbyt blisko Słońca i jest praktycznie niewidoczny. Jowisz widoczny jest rankiem jako jasna gwiazda —2 wielkości nad wschodnim horyzontem. Saturn widoczny jest prawie całą noc jako gwiazda +0.3 wielkości w gwiazdozbiorze Strzelca. W Strzelcu też widoczny jest Uran (6 wielk. gwiazd.) i Neptun (8 wielk. gwiazd.). Pluton przebywa w gwiazdozbiorze Wagi i dostępny jest wieczorem, ale tylko przez duże instrumenty (ok. 14 wielk. gwiazd.). Mars zachodzi wieczorem i jest praktycznie niewidoczny.

W gwiazdozbiorze Strzelca przebywa też planetoida Westa i można ją poszukiwać jako gwiazdkę ok. 6 wielkości. Podajemy współrzędne równikowe planetki dla kilku dat: $1^d$: rekt. $17^h53^m5$, dekl. —23°52′; $11^d$: rekt. $17^h52^m8$, dekl. —24°28′; $21^d$: rekt. $17^h55^m7$, dekl. —24°58′; $31^d$: rekt. $18^h21^m7$, dekl. —25°24′.

**Meteory**

Od 25 lipca do 18 sierpnia promieniują słynne Perseidy, rój o najbardziej regularnej corocznej aktywności. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Perseusza i ma współrzędne: rekt. $3^h4^m$, dekl. $+58°$. Maksimum aktywności przypada około 13 sierpnia, ale w tym roku Księżyc bliski pełni może przeszkadzać w obserwacjach.

* *
*

$2^d18^h$ Mars w złączeniu z Regulusem (w odl. 0°7), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa.

$3^d$ Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z trzema ciałami niebieskimi. O $4^h$ złączenie Księżyca z Merkurym w odl. 1°6. O $9^h$ bliskie złączenie Księżyca z Regulusem; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Afryce, na Madagaskarze, na Oceanie Indyjskim i na Antarktydzie. O $10^h$ Mars znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odl. 1°6.

$4^d$ O $15^h$ Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 3°, a o $18^h$ złączenie Merkurego z Regulusem (w odl. 0°8).

$5^d$ Wieczorem nad zachodnim horyzontem powinniśmy odnaleźć Marsa i Merkurego bardzo blisko siebie (Merkury dużo jaśniejszy od Marsa!), bo o $24^h$ obie planety znajdą się w złączeniu w odl. 0°01.

$7^d$ Planetoida Westa o $21^h$ nieruchoma w rektascensji.

$11^d16^h$ Bliskie złączenie Księżyca z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Afryce Południowej, na Antarktydzie, na Tasmanii, na Nowej Zelandii i w Australii.

$13^d$ Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z trzema planetami: o $9^h$ z Uranem (w odl. 4°), o $20^h$ z Saturnem (w odl. 4°) i o $24^h$ z Neptunem (w odl. 5°).

$17^d$ Całkowite zaćmienie Księżyca, u nas widoczne nad ranem:

| | |
|---|---|
| wejście Księżyca w półcień Ziemi | $2^h23^m$ |
| wejście Księżyca w cień Ziemi | $3^h21^m$ |
| początek zaćmienia całkowitego | $4^h20^m$ |
| centralna faza zaćmienia | $5^h\ 8^m$ |
| koniec zaćmienia całkowitego | $5^h56^m$ |

$23^d5^h50^m$ Słońce wstępuje w znak Panny, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 150°.

$26^d9^h$ Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.

$29^d12^h$ Merkury w największym wschodnim odchyleniu od Słońca (27°).

$31^d$ Częściowe zaćmienie Słońca, u nas niewidoczne. Zaćmienie widoczne będzie na Grenlandii, w Ameryce Północnej i na Pacyfiku. Podczas największej fazy zaćmienia (o $7^h31^m$) 0.635 średnicy tarczy Słońca zakryte będzie przez tarczę Księżyca.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie wschodnio-europejskim (czasie letnim w Polsce).

CONTENTS

K. Maślanka — Reflections about the Modern Cosmology: The Anthropic Principle.

S. R. Brzostkiewicz — Amateur's Observations of the Moon.

Chronicle: The Period of Pulsation of Betelgeuze — Radio Telescopic Observations of Mercury. — What Will the Earth Expect in the Future?

Conferences and Meetings.

From Correspondence.

New Books.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

К. Масьлянка — Размышления о современной космологии: антропический космологический принцип.

С. Р. Бжосткевич — Любительские наблюдения Луны.

Хроника: Период пульсации Бетельгейзе — Радиотелескоповые наблюдения Меркурия — Что в будущем ожидает Землю?

Конференции и съезды.

Из корреспонденции.

Новые книги.

Астрономический календарь.

---

**Trzecia strona okładki:** U góry — sposób zamocowania aparatu fotograficznego do wyciągu okularowego lunety. U dołu — zdjęcie Księżyca otrzymane aparatem „Zenit" w ognisku lunety o średnicy obiektywu 60 mm i ogniskowej 800 mm (patrz artykuł S. R. Brzostkiewicza).

**Czwarta strona okładki:** Kometopodobny gęsty obłok międzygwiazdowy w gwiazdozbiorze Rufy.

---

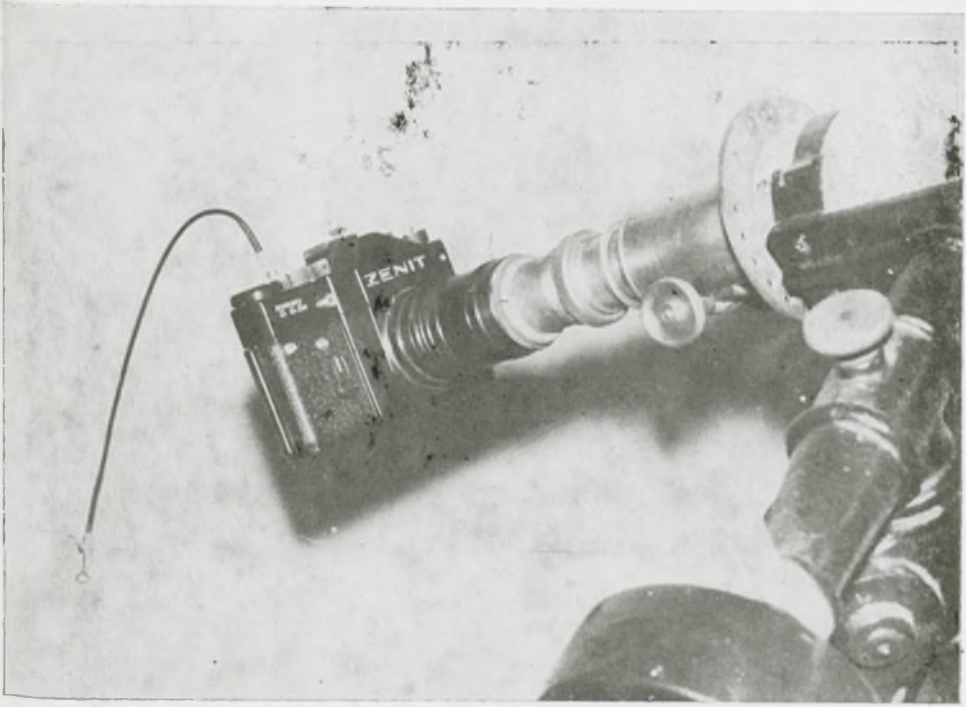
Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Krakowie uprzejmie informuje, że nie prowadzi sprzedaży i nie pośredniczy w zakupie książek, atlasów itp.

---

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. Adres redakcji: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres administracji: Zarząd Główny PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Warunki prenumeraty: roczna dla członków PTMA — 940 zł, dla osób niestowarzyszonych w PTMA — 1120 zł, cena pojedynczego egzemplarza — 60 zł, zgłoszenia w administracji, adres j.w.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław Oddział w Krakowie, 1989. Nakład 2667 egz. Obj. ark. wyd. 3,0, ark. druk. 2,0. Pap. druk. sat. kl. V, 55 g, 61×86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa w Krakowie — Zam. 1748/89 — O-20 — Nakład 2667 egz.


TTL
ZENIT

Cena zł 60.—

Indeks 38001