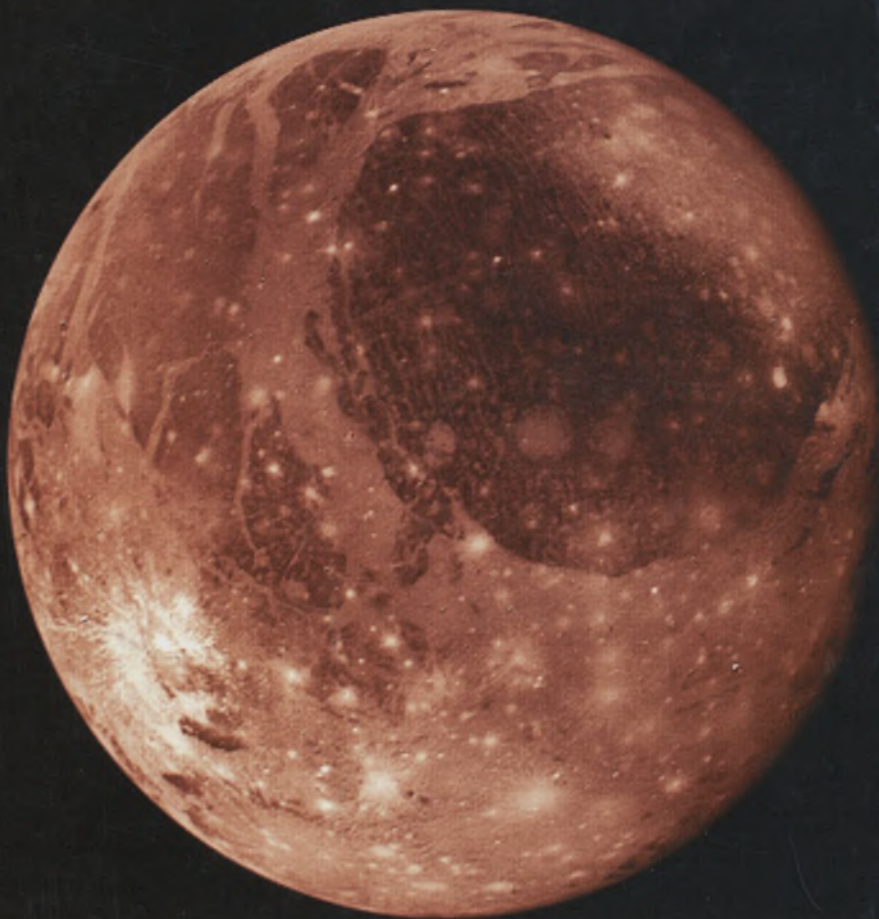


# URANIA

MIESIĘCZNIK  
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

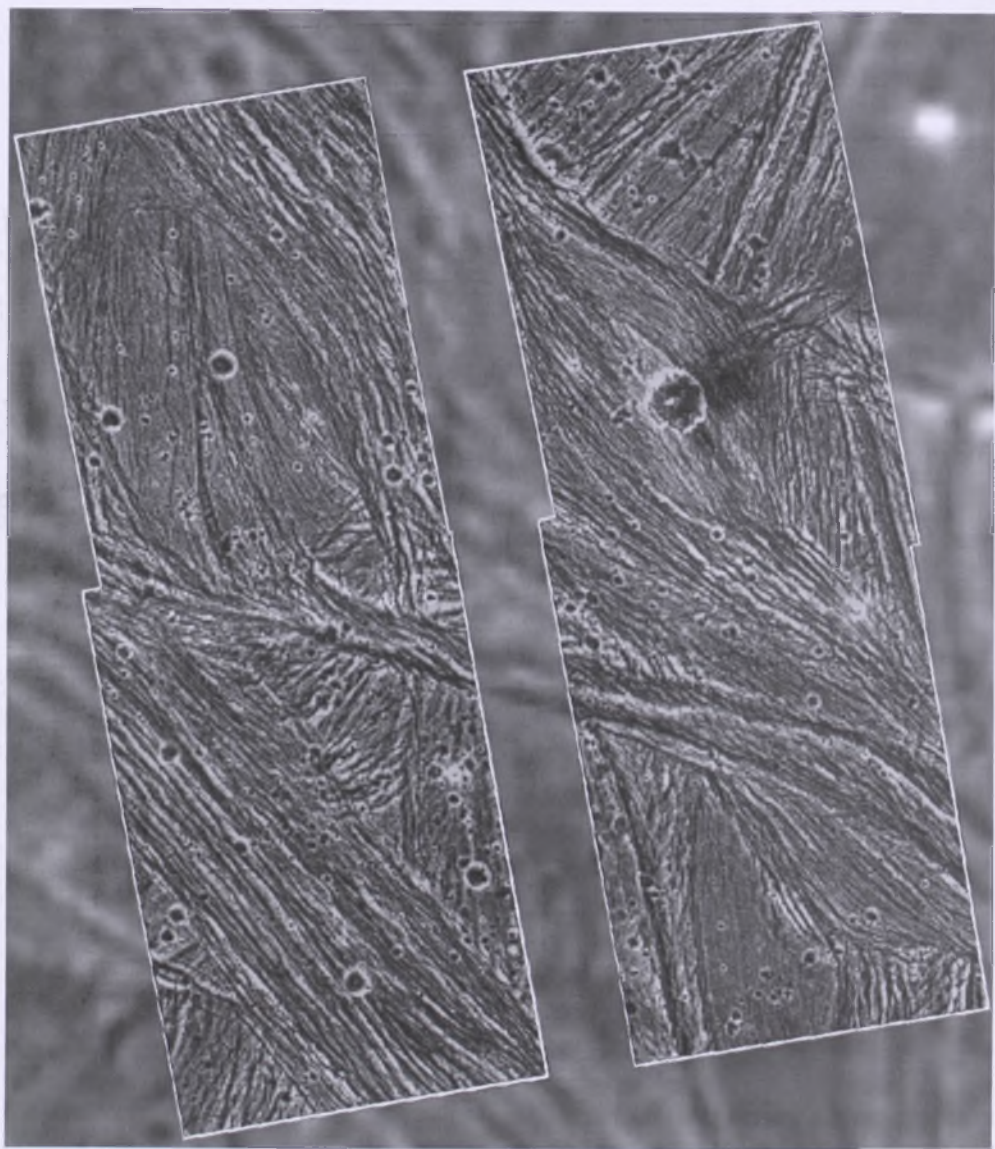


ROK LXVII

PAŹDZIERNIK 1996

BIBLIOTEKA  
UNIwersytecka  
w Toruniu

NR 10 (658)



# MIESIĘCZNIK URANIA

**POLSKIEGO TOWARZYSTWA  
MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII**

Rok LXVII Październik 1996 Nr 10 (658)

ZESZYT TEN WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWA KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH, 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, 5.11.1966).

## SPIS TREŚCI

<b>Stanisław R. Brzostkiewicz</b>	
Atmosfery planet i księżyców (I).....	258
<b>Konrad Rudnicki</b>	
Prahinduskie poglądy na Wszechświat....	267
<b>Kronika:</b>	
Ślady życia na Marsie .....	271
Pierwsze zbliżenie sondy Galileo do księżyców galileuszowych Jowisza .....	274
C/1995 O1 Hale-Bopp .....	277
Uroczystość nadania ks. prof. Michałowi Hellerowi doktoratu <i>honoris causa</i> Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie .....	279
<b>Poradnik Obserwatora:</b>	
„Rozkład jazdy” komety Hale’a-Boppa ..	281
Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych.....	281
<b>Nowości Wydawnicze:</b>	
Monografia o zasadach kosmologicznych.....	282
<b>Elementarz Uranii:</b>	
Komety .....	284
<b>Kalendarzyk Astronomiczny.....</b>	<b>286</b>

Zdjęcia na okładce tego numeru oraz teksty w **Kronice** dotyczą dwóch chyba najbardziej spektakularnych doniesień naukowych, o których głośno było tegorocznego lata. Odkrycie śladów prymitywnego życia na Marsie sprzed kilku miliardów lat w meteorycie pochodzącym z czerwonej planety nie tylko wzbudziło wielkie emocje lecz przede wszystkim dostarczyło niebagatelnych argumentów przemawiających za słusznością planów eksploracji Marsa, a nawet potrzebą ich intensyfikacji. Problem istnienia życia pozaziemskiego jest zagadnieniem przyrodniczym, ale ma także ważne implikacje filozoficzne. Nic więc dziwnego, że od dawna intryguje bardzo wielu ludzi. Sonda Galileo rozpoczęła już, można powiedzieć, rutynowe badania Jowisza i jego satelitów. Pierwsze zdjęcia powierzchni Ganimedesa, wykonane z niewielkiej odległości, oraz dotychczas zebrane informacje o Io i Europie, przyniosły sporo nowych wiadomości, które już teraz wskazują na konieczność poważnej weryfikacji obecnych wyobrażeń o księżycach największej planety, a w konsekwencji o powstaniu świata jowiszowego i w ogóle naszego Układu Słonecznego. W świetle najnowszych odkryć planet pozasłonecznych wiedza o tym nabiera dużo większego znaczenia niż mogliśmy przypuszczać. Cieszy więc tak szybko rosnące tempo jej pomnażania.

Prof. Grzegorz SITARSKI, jeden z najdłużej współpracujących z **Uraniami** autorów, zakończył – rozpoczęte w 1960 roku – opracowywanie **Kalendarzyka Astronomicznego**. Serdecznie dziękujemy mu za wytrwałość i trud, który licznym miłośnikom astronomii przybliżył niebo, zachęcił ich do rozumnego patrzenia na nie i z pewnością wiele nauczył. Mamy nadzieję, że – mimo przeniesienia się z Warszawy do Białegostoku – prof. SitarSKI nadal będzie służył czytelnikom **Uranii** swą wiedzą i doświadczeniem.



Stanisław R. Brzostkiewicz – *Dąbrowa Górnicza*

## ATMOSFERY PLANET I KSIĘŻYCÓW (I)

Wszystkie planety i kilka większych księżyców Układu Słonecznego posiadają atmosfery. Jednakże, od razu trzeba wyjaśnić, że atmosfera atmosfery nie jest równa, że występują między nimi kolosalne różnice i dotyczy one nie tylko składu chemicznego, ale przede wszystkim gęstości, budowy i pochodzenia. Tak z grubsza atmosfery można podzielić na trzy grupy, przy czym do pierwszej zaliczamy atmosfery pierwotne, powstałe już w początkowym okresie formowania się dużych ciał Układu Słonecznego, które w prawie nienaruszonym stanie zachowały tylko cztery największe planety (Jowisz, Saturn, Uran i Neptun). Drugą grupę tworzą atmosfery wtórne, pojawiające się podczas późniejszych ewolucji poszczególnych planet, głównie jako następstwo ich aktywności geologicznej i takie atmosfery mają jedynie trzy planety ziemskiej grupy (Wenus, Ziemia i Mars) oraz największy księżyc Saturna (Tytan). No i wreszcie do trzeciej grupy zaliczamy atmosfery śladowe, a więc bardzo rzadkie, niekiedy występujące tylko sezonowo w następstwie intensywniejszego nasłonecznienia (Merkury, Pluton) lub w wyniku oddziaływań pływowych (Io, Europa, Ganimedes, Tryton). Ale więcej danych na ten temat podamy przy omawianiu atmosfery danej planety lub księżyca.

### Merkury

Przegląd rozpoczynamy od nieco problematycznej atmosfery Merkurego. Po prostu jest ona bardzo rzadka i właściwie nie ma większego znaczenia praktycznego, toteż w tych rozważaniach możnaby ją całkowicie pominąć, lecz nie byłoby to zgodne z prawdą. Ale to jeszcze nie wszystko – stan ten bowiem utrzymuje się co najmniej od trzech

miliardów lat, kiedy to planety i księżyce były intensywnie bombardowane meteorytami różnej wielkości, a więc kiedy na ich powierzchniach tworzyły się liczne krateru uderzeniowe. Pokryty nimi również jest Merkury, co doskonale widać na obrazach, które w roku 1974 otrzymano za pomocą sondy Mariner 10. Pokazują one, że tamtejsze krateru do dziś zachowały się prawie w nienaruszonym stanie i pod względem wyglądu właściwie do złudzenia przypominają krateru na powierzchni Księżyca, gdzie także nie widać niszczącego działania atmosfery, bo nasz najbliższy sąsiad kosmiczny dość wcześniej ją utracił. Najwidoczniej i Merkury już we wczesnym etapie swego rozwoju pozbył się otoczki gazowej, co zresztą nie powinno nikogo dziwić, gdyż ze wszystkich planet krąży najbliżej Słońca i otrzymuje od niego najwięcej promieniowania. W danym przypadku – jak się przekonamy – duże znaczenie ma promieniowanie nadfioletowe i korpuskularne, potocznie zwane “wiatrem słonecznym”.

A jednak – o czym już na wstępie wspomnieliśmy – Merkury posiada nietrwałą i niezmiernie rzadką otoczkę gazową. Jest ona oczywiście bardzo cienka i ma tak małą gęstość, że właściwie możemy mówić o jakiejś namiastce atmosfery, składającej się głównie z wodoru, helu, tlenu, potasu i sodu. Trzy pierwsze składniki odkryto za pomocą wspomnianej już sondy Mariner 10, dwa dalsze zidentyfikowano dziewięć lat później na podstawie naziemnych obserwacji teleskopowych. Ich źródłem może być zarówno wiatr słoneczny, jak też rozpad radioaktywny i odparowanie spadłych na powierzchnię Merkurego meteorytów. Najprawdopodobniej dostarczają one jeszcze innych składni-

ków, a w każdym razie mamy podstawy sądzić, iż w tamtejszej atmosferze występują również niewielkie ilości pary wodnej. Jedno nie ulega wątpliwości – atmosfera Merkurego nie jest stabilna, do ucieczki jej składników przyczynia się wiatr słoneczny, usuwający z niej jony powstałe w wyniku oddziaływania nadfioletowego promieniowania Słońca. Po prostu temu destrukcyjnemu działaniu nie może zapobiec zbyt słabe pole magnetyczne planety.

### Wenus

Na temat atmosfery Wenus długo nie było nic pewnego wiadomo i to umożliwiło snucie najbardziej fantastycznych pomysłów. Wyobrażano sobie na przykład, że na tej planecie obecnie panują takie same warunki, jakie na Ziemi występowały parę miliardów lat temu, kiedy rozdziły się zalążki ziemskiego życia. Najwięksi optymiści mieli właśnie nadzieję, iż coś podobnego aktualnie dzieje się na Wenus i że dzięki temu będziemy mogli dowiedzieć się czegoś konkretnego o naszej przeszłości. Spotkał ich jednak srogi zawód, wenusjańska atmosfera okazała się być zupełnie inna niż dawniej sądzono i absolutnie nie spełnia tych oczekiwań. W każdym razie jest całkiem nieprzydatna dla najprymitywniejszych nawet form życia, co do tego zaś nie mamy dziś najmniejszej wątpliwości, wynika to z danych otrzymanych za pomocą sond kosmicznych. Niektórzy uczeni już zresztą przedtem przypuszczali, że Wenus ma dość gęstą atmosferę i że najprawdopodobniej składa się ona głównie z dwutlenku węgla, toteż – jak słusznie sądzono – musi tam być dużo wyższa temperatura niż na Ziemi. Lecz te ostrożne wnioski nie były przez wszystkich poważnie traktowane i dlatego autorzy owych fantastycznych pomysłów musieli doznać przykrego rozczarowania.

Wenus – planeta pod względem rozmiarów i masy niewiele ustępująca Ziemi – okazała się być obiektem o wiele bardziej egzotycznym niż to wynikało z przewidywań opartych o naziemne obserwacje teleskopowe. Sprawia to przede wszystkim jej atmosfera, pod każdym względem znacznie różniąca się od atmosfery ziemskiej, mająca od niej o wiele większą gęstość i zupełnie odmienny skład chemiczny, a przy tym całkiem inną strukturę i dynamikę. Za przykład może służyć ruch wirowy globu ziemskiego i otulającej go otoczki gazowej, gdyż w jednym i drugim przypadku odbywa się on nie tylko w tym samym kierunku, lecz i z jednakową prędkością kątową. Nie można tego powiedzieć o Wenus, bo stała jej powierzchnia i górna warstwa temtejszej atmosfery obrotują się z różnymi prędkościami kątowymi, czego na razie uczeni nie potrafią wyjaśnić, a z czego niegdyś wyciągano mylne wnioski. Po prostu astronomowie od czasu do czasu dostrzegali na tarczy planety jakieś szczegóły i nieświadomie traktowali je za twory topograficzne, toteż w oparciu o te obserwacje usiłowali wyznaczyć okres jej rotacji. Któż mógł przypuszczać, że wenusjańska atmosfera jest tak gęsta i zupełnie nieprzezroczysta dla światła, że w widzialnej części widma na powierzchni Wenus nie można dostrzec żadnych utworów topograficznych i to nie tylko z Ziemi, ale i z krążących wokół niej sond kosmicznych. Wszelkie wysiłki w tym kierunku były daremne i oparte o takie obserwacje okresy nie dotyczyły rotacji globu planety, ale jedynie górnych warstw jej atmosfery. Ta superrotacja – jak niekiedy planetolodzy określają ten niezależny obrót warstwy wenusjańskich obłoków – wyraźnie przejawia się w cyrkulacji tamtejszego powietrza, o czym będzie jeszcze mowa w dalszej części niniejszego artykułu. Wpierw bowiem musimy zapoznać się ze strukturą atmosfery Wenus i z jej fizycz-

nymi właściwościami.

Naziemni obserwatorzy – jak już wspomniano – mogli jedynie podziwiać piękno żółtawych obłoków Wenus. Bliższych o nich danych dostarczyły nam bowiem dopiero sondy kosmiczne, które przelatywały w pobliżu planety, krążyły wokół niej lub nawet lądowały na jej powierzchni. Z uzyskanego w ten sposób materiału wynika, iż główna powłoka wenusjańskich chmur, mająca około 20 km grubości, zalega względem powierzchni planety na wysokości od 45 – 50 km do 65 – 70 km. Mamy tu do czynienia z niejednorodną warstwą, występujące w niej obłoki mają postać długich i delikatnych smug, przypominających ziemskie cirrusy. Zastaniają one całkowicie powierzchnię Wenus, gdzieś na wysokości 60 km ponad powierzchnią planety tarcza Słońca przestaje być widoczna, ginie w rozproszonym, mlecznym świetle. Tamtejsze chmury są już dostatecznie gęste, tworzą je mgły i aerozole, przede wszystkim mikroskopijne kropelki kwasu siarkowego. Stwierdzono w nich też obecność niewielkiej ilości cząstek kwasu solnego i fluorowodorowego, toteż są podstawy sądzić, że kwas siarkowy reagując z tym ostatnim tworzy kwas fluorosiarkowy. Jest to jeden z najsilniejszych kwasów nieorganicznych, który może rozpuścić prawie każdą substancję i którego oddziaływanie być może występuje na powierzchni Wenus. Od czasu do czasu mogą przecież opadać na nią kropelki tego kwasu i rozpuszczać tamtejsze skały.

Gdzieś na wysokości 90 km nad powierzchnią Wenus znajduje się cienka i rzadka warstwa mgły. Również pod opisaną wyżej główną powłoką wenusjańskich chmur rozciąga się warstwa mgieł i aerozoli, ale chociaż jej gęstość jest dużo większa, to jednak widoczność znacznie się poprawia i na wysokości około 30 km dochodzi w poziomie do 80 km. Potem widoczność znowu spada,

cząstki dwutlenku węgla silnie rozpraszają światło słoneczne, na powierzchni planety panuje półmrok przypominający pochmurny, listopadowy dzień na Ziemi. Ale to jeszcze nie wszystko, ogólna masa wenusjańskiej atmosfery ( $5 \times 10^{20}$  kg) jest dużo większa od ogólnej masy ziemskiej atmosfery ( $5 \times 10^{18}$  kg), toteż – jak wyliczono – słup tamtejszego powietrza o przekroju  $1 \text{ cm}^2$  ma masę około 100 kg (masa analogicznego słupa ziemskiego powietrza wynosi niewiele ponad 1 kg). Już to samo jednoznacznie dowodzi, że przy powierzchni Wenus musi być ogromne ciśnienie, a w każdym razie prawie sto razy większe niż przy powierzchni Ziemi (zmierzone oczywiście na poziomie morza). A zatem człowiek, który zapragnąłby się tam znaleźć, musiałby korzystać z batyskafu i to specjalnie do tego celu zbudowanego. Przede wszystkim powinien on być wytrzymały na wielkie ciśnienie, równe w zasadzie ciśnieniu panującemu w ziemskich oceanach mniej więcej na głębokości około tysiąca metrów. Ponadto do jego budowy należałoby użyć materiału odpornego na bardzo wysokie temperatury, gdyż na Wenus jest potwornie gorąco i to niezależnie od tego, czy wylądujemy na dziennej lub nocnej półkuli, w obszarach równikowych lub w okolicach podbiegunowych. Gdy w roku 1956 astronom amerykański C.H. Mayer, opierając się na radioastronomicznych pomiarach, tamtejszą temperaturę określił na około 625 kelwinów, to mało kto wierzył w poprawność tego zaniżonego jak dziś wiemy – wyniku. Liczono się wprawdzie z tym, że Wenus krąży bliżej Słońca niż Ziemia i otrzymuje od niego więcej promieniowania, toteż na jej powierzchni powinno być cieplej niż na powierzchni globu ziemskiego. Ale żeby temperatury tych dwóch bliźniaczych planet tak bardzo się miały różnić i dlaczego właściwie na Wenus miałyby być aż tak gorąco?

Po raz pierwszy odpowiedzi na powyższe pytania udzielił w roku 1960 Carl Sagan. Na podstawie rozważań teoretycznych ten słynny astronom amerykański doszedł do wniosku, iż odpowiedzialny jest za to bardzo wydajny efekt cieplarniany, co wkrótce potwierdziły badania przeprowadzone za pomocą sond kosmicznych. Co więcej – gdyby nie wspomniany efekt, wówczas temperatura powierzchni Wenus nie przekraczałaby 228 kelwinów, czyli byłaby niższa niż na powierzchni Ziemi. I w twierdzeniu tym nie należy dopatrywać się jakiejś przesady, bo wprawdzie nasza sąsiadka kosmiczna – jak już wyżej wspomniano – otrzymuje więcej promieniowania słonecznego, to jednak ma bardzo duże albedo (0,72), znacznie większe od albedo Ziemi (0,39). Tak więc prawie trzy czwarte padającego na Wenus promieniowania zostaje od razu rozproszone w przestrzeń międzyplanetarną, pewną jego część pochłania wenusjańska atmosfera, a reszta przenika do powierzchni planety i ją ogrzewa. Nagrzana powierzchnia oddaje oczywiście to promieniowanie, ale już w postaci promieniowania podczerwonego, dla którego tamtejsza atmosfera nie jest przezroczysta. Po prostu pochłania to promieniowanie, w wyniku czego rośnie jej temperatura, wzrasta tym samym temperatura powierzchni planety. Na tym właśnie polega efekt cieplarniany, do powstawania którego przyczynia się przede wszystkim dwutlenek węgla, występujący na Wenus w wyjątkowej obfitości. To dzięki niemu wenusjańska atmosfera działa na podobieństwo szklanego dachu ogrodniczej cieplarni, przepuszczając światło i nadfioletowe promieniowanie Słońca, a zatrzymując promieniowanie podczerwone. Jest to stosunkowo prosty mechanizm i – jak o tym świadczy temperatura powierzchni Wenus – bardzo skuteczny.

A teraz – zgodnie zresztą z zapowiedzią – wypada nieco uwagi poświęcić cyrkulacji atmosfery Wenus. Na jej przebieg nie mały wpływ ma powolna rotacja planety (doła gwiazdowa trwa tam 243 ziemskie dni) i ustawienie osi rotacyjnej, która jest nachylna względem płaszczyzny orbity pod kątem  $87^\circ$ , czyli ogrzewa atmosferę w obszarach równikowych, słabiej zaś w okolicach biegunowych. Mimo to wenusjańska atmosfera wypromieniowuje prawie jednakowe ilości ciepła na wszystkich szerokościach, z czego jednoznacznie wynika, iż między równikiem a biegunami muszą występować wydajne prądy powietrza. Z czymś podobnym spotykamy się również na Ziemi, bo jej powierzchnia w pasie równikowym też otrzymuje więcej ciepła niż może wypromieniować i jego nadmiar jest przenoszony ku okolicom podbiegunowym. Główną rolę w tym procesie odgrywa południkowy, konwekcyjny ruch atmosfery w skali całej planety, znany jako ogólna jej cyrkulacja. Nagrzane powietrze w obszarach równikowych wznosi się do góry, następnie górą odbywa wędrówkę ku biegunom, gdzie się ochładza i sphywa ku powierzchni, po czym wraca ku równikowi. Podany tu schemat cyrkulacji ziemskiej atmosfery został naturalnie znacznie uproszczony i w rzeczywistości jest bardziej skomplikowany. Wiadomo przecież, że powierzchnia Ziemi ma różną zdolność pochłaniania energii promieniowania Słońca (ląd, oceany, lody podbiegunowe), a przy tym jej glob dość szybko obraca się dokoła własnej osi, co wyraźnie wpływa na ruch powietrza wędrującego od równika do biegunów i z powrotem. W strefach od równika do szerokości około  $35^\circ$  na obu półkulach naszej planety występują w dolnej troposferze wiatry o stałych kierunkach: na półkuli z kierunków północno-wschodnich (pasat NE) oraz na południowej z kierunków południowo-wschodnich (pasat SE). Natomiast w górnej

części troposfery kierunki wiatrów stałych będą na półkuli północnej z południowego-zachodu (antypasat SW), na południowej z północnego-zachodu (antypasat NW). Strefy te, w których występują wiatry stałe, noszą nazwę "stref Hadleya"\*.

Nie bez powodu tak dużo miejsca poświęciliśmy cyrkulacji ziemskiej atmosfery przy okazji omawiania atmosfery Wenus. Powinno to jednak ułatwić zrozumienie procesów, jakie przebiegają w wenusjańskiej atmosferze, która wprawdzie nie przypomina atmosfery Ziemi, ale w której także występują dwie strefy Hadleya. Ale cyrkulacja w nich odbywa się nieco inaczej, na co niemały wpływ ma powolny obrót Wenus wokół własnej osi oraz fakt, że górne warstwy tamtejszej atmosfery okrążają glob planety w ciągu około 4 ziemskich dni. Ponieważ zaś główna powłoka wenusjańskich chmur najsilniej pochłania promieniowanie słoneczne, to właśnie w niej usadowiły się strefy Hadleya, lecz prędkość wiatru nie przekracza w nich paru metrów na sekundę. Jego strumienie krzyżują się z o wiele silniejszymi prądami powietrza, wywołanymi wspomnianym wyżej ruchem obrotowym górnych warstw atmosfery naszej sąsiadki kosmicznej. Powstały w ten sposób wiatr osiąga na wysokości około 70 km prędkość dochodzącą do 150 m/s, lecz w miarę obniżania się coraz bardziej słabnie i nad samą powierzchnią Wenus ta "atmosferyczna rzeka" wlece się niczym przysłowiowy ślimak, bo zaledwie z prędkością 1 m/s. Widzimy zatem, że nie tylko panuje tam wieczny półmrok i zawsze są straszliwe upały, to w dodatku jest stale bezwietrznie. Tyle możemy powiedzieć o wenusjańskim klimacie, co oczywiście nie znaczy wcale, że już nic więcej o tym nie można powiedzieć lub że już wszystko na ten temat wiemy. Do rozwiązania bowiem

pozostało jeszcze wiele problemów dotyczących atmosfery Wenus i w ogóle tamtejszego klimatu.

## Ziemia

A jednak Ziemia – planeta jakże wygodna dla powstania i rozwoju złożonych form życia – wciąż uchodzi za bliźniaczą siostrę Wenus. Co więcej – w jakimś stopniu wydaje się to być uzasadnione, bo przecież około 4,6 miliarda lat temu, kiedy dopiero formowały się poszczególne ciała Układu Słonecznego, zarodki tych dwóch planet najprawdopodobniej mało różniły się od siebie. Powstawały bowiem niemal w tym samym obszarze protoplanetarnej mgławicy i chociaż na skład chemiczny tworzących się tam planetezymal pewien wpływ zapewne miała ich różna odległość od Słońca, to jednak w danym przypadku nie był on aż tak wielki, a w każdym razie za słaby na to, by występowały jakieś większe różnice w składzie chemicznym pierwotnych atmosfer tych planet. Według wszelkich "znaków na ziemi i niebie" protoatmosfery te, tworzone z gazów uwalnianych podczas wulkanicznych procesów i w wyniku upadku brył meteorytowych, przypuszczalnie mało się od siebie różniły. Zawierały więc przede wszystkim tlenek węgla, parę wodną, azot i różne węglowodory.

Dlaczego zatem te dwie atmosfery i w ogóle atmosfery planet ziemskiej grupy dziś tak bardzo się między sobą różnią? Na tak zadane pytanie nie łatwo odpowiedzieć w krótkim artykule, ale nie popełnimy chyba większego błędu dowodząc, iż dalszy rozwój atmosfer był w dużym stopniu zależny od masy tej lub innej planety. Tak małe ciała, jak nasz Księżyc i Merkury z uwagi na zbyt słabe grawitacje, nie potrafiły utrzymać żadnego składnika swych pierwotnych atmosfer

\* Nazwa pochodzi od Johna Hadleya, astronoma brytyjskiego, działającego w pierwszej połowie XVIII wieku.

i dość szybko je całkowicie utraciły. Natomiast posiadający nieco większą masę Mars zachowa – jak się przekonamy – część swej pierwotnej atmosfery, choć i on pozbył się lżejszych składników. Odpowiednio zaś duże planety, a takimi są niewątpliwie Wenus i Ziemia, zachowały stosunkowo rozległe atmosfery. Ale one także w wyniku późniejszej ewolucji zostały znacznie zmienione i efekt tych przeobrażeń jest taki, że dwutlenek węgla stanowi najistotniejszy składnik wenusjańskiej atmosfery, a azot i tlen są głównymi składnikami ziemskiej atmosfery. Wprawdzie pierwszy z tych gazów nie decyduje o wyjątkowości atmosfery naszej planety, ponieważ takie same lub podobne ilości azotu występują w atmosferze Wenus, choć w stosunku do dwutlenku węgla stanowi on tam nikły procent. Ziemską atmosferę wyróżnia przede wszystkim tlen, którego w tak dużych ilościach nie znajdziemy na żadnej innej planecie i wobec tego warto się zastanowić nad czynnikiem, któremu to zawdzięczamy. Na szczęście w danym przypadku wszystko jest jasne, w stosunku do naszej planety Matka Natura była wyjątkowo chojna, bo przecież tlen to bezcenny podarunek od biosfery. Prymitywne życie na Ziemi – jak tego dowodzą badania paleontologiczne – istniało już 3,7 miliarda lat temu, a może nawet narodziło się jeszcze wcześniej. Do egzystencji pierwszych mikroorganizmów nie był potrzebny tlen, lecz około 2 miliardy lat temu na Ziemi pojawiły się rośliny, które z atmosfery pochłaniają dwutlenek węgla, do swych potrzeb życiowych wykorzystują węgiel, a zbędny im tlen wydają z powrotem do atmosfery. W ten oto sposób na naszej planecie powstały warunki do rozwoju wyższych form życia łączące z człowiekiem.

Czy słuszne są jednak ostrzeżenia ze strony uczonych o niebezpieczeństwach czyhających na ziemską biosferę? Jak najbardziej,

bo gdy nadal w takim tempie będziemy rozwijać naszą cywilizację i bezmyślnie niszczyć przyrodę, wówczas tlenu w atmosferze zacznie coraz więcej ubywać i w końcu może go całkowicie zabraknąć. Natomiast znacznie stopniowo wzrastać zawartość tlenu węgla, efekt cieplarniany stanie się coraz bardziej wydajny i powoli Ziemia będzie się upodabniać do Wenus. Nie są to zaś wcale jakieś wymaginowane pogroźki, bo wprawdzie Matka Natura stworzyła pewien mechanizm, który nie dopuszcza do nadmiernego wzrostu dwutlenku węgla w ziemskiej atmosferze, lecz pewnego dnia może już temu zadaniu nie podołać. Wtedy rzeczywiście moglibyśmy znaleźć się w sytuacji, o jakiej dziś chętnie piszą autorzy utworów fantastyczno-naukowych, a czego symbolem ma być ów “płaczący Marsjanin”. Czy nie lepiej zapobiec takiemu biegowi wypadków chroniąc przyrodę naszej planety?

Ale porzućmy te ponure myśli i zapoznajmy się bliżej z mechanizmem regulującym poziom stężenia dwutlenku węgla w atmosferze. Tym cudownym mechanizmem jest cykl węglowy, w którym niezmiernie ważną rolę odgrywa woda skupiona w morzach i oceanach. Gdy bowiem zwiększa się ilość dwutlenku węgla w atmosferze, wówczas efekt cieplarniany staje się wydajniejszy, a tym samym wzrasta temperatura naszej planety. W takim przypadku do głosu dochodzi zawarta w morzach i oceanach woda, która silnie paruje i unosząc się w powietrzu wychwytuje znajdujące się tu molekuly dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ), zamieniając je w molekuly kwasu węglowego ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Te wraz z deszczem spadają na ląd, łączą się chemicznie ze skałami wapienno-krzemowymi i potem w postaci węglowodorów spływają rzekami do oceanów, gdzie zostają pochłaniane przez plankton i inne żywe organizmy, zużywające go do budowy swych ochronnych skorup i muszli. Ze szczątków tych organi-

zmów na dnach oceanów gromadzą się osady wapienne, by z czasem przez nacierające na siebie płyty litosferyczne być niejako wciśnięte do skorupy naszej planety. Tu osady wapienne topią się i chemicznie rozkładają na poszczególne składniki, a podczas erupcji wulkanicznych molekuly dwutlenku węgla ponownie dostają się do atmosfery. Widzimy zatem, że mamy tu do czynienia z cyklem zamkniętym i że tlenek węgla to istotnie nadzwyczaj czuły regulator ciepła na Ziemi. Wprawdzie do powstawania efektu cieplarnianego przyczynia się również para wodna, ale działa raczej w jednym kierunku. Po prostu wzrost koncentracji pary wodnej w atmosferze powoduje, że równocześnie z tym rośnie temperatura naszej planety, toteż parowanie wody z mórz i oceanów staje się jeszcze bardziej intensywne, a więc wzrasta także wydajność efektu cieplarnianego. Na szczęście dla nas ten destabilizujący mechanizm odgrywa drugorzędą rolę w kształtowaniu klimatu globu ziemskiego.

Tak czy inaczej przyjazne dla biosfery stosunki klimatyczne na Ziemi w jakimś stopniu zapewnia opisany wyżej cykl węglowy. Jest to przy tym mechanizm niezawodny i gdyby na przykład z jakiegoś powodu stężenie dwutlenku węgla w atmosferze nadmiernie wzrosło i gdyby temperatura naszej planety odpowiednio do tego stężenia się podniosła, wówczas intensywność parowania wody w morzach i oceanach też by wzrosła, ale jednocześnie zwiększyłyby się opady deszczu i w rezultacie ten nadmiar dwutlenku węgla zostałby z atmosfery "wyflukany". Spadek jego koncentracji w atmosferze osłabiłby efekt cieplarniany, klimat Ziemi ochłodziłby się i powoli wszystko wróciłoby do stanu wyjściowego. Ale wyobraźmy sobie taką sytuację, że temperatura globu ziemskiego z jakiegoś powodu znacznie się obniżyła, w związku z czym zamarzała woda w morzach i oceanach, też o opadach deszczu

nie możnaby było nawet marzyć. Procesy wulkaniczne przebiegałyby bez zmian, do atmosfery wciąż dostawałyby się takie same ilości dwutlenku węgla i za ileś tam milionów lat jego koncentracja w atmosferze osiągnęłaby taki poziom, że efekt cieplarniany stałby się bardzo wydajny i po jakimś czasie temperatura na Ziemi znacznie by wzrosła. Roztopiłyby się zatem morza i oceany, powróciłyby opady deszczu, stosunki klimatyczne na naszej planecie ponownie byłyby przyjazne dla biosfery. Mogłoby się więc wydawać, że tlenku węgla nie musimy się bać i że ostrzeżenia uczonych są nieuzasadnione. Jest to jednak błędne rozumowanie, bo wprawdzie przyroda niejako automatycznie reaguje na wszelkie zmiany, lecz efekty jej działania mogą się dla nas okazać już mocno spóźnione. A zatem w żadnym wypadku nie wolno nam dopuścić do zniszczenia tak przyjaznego człowiekowi środowiska i dotyczy to zarówno atmosfery, jak i hydrosfery. Dobrze – pewnie ktoś zapyta – ale skąd się wzięły te ogromne zasoby wody na Ziemi i dlaczego tego życiodajnego związku chemicznego nie ma na Wenus?

Z odpowiedzią na pierwszą część zadane-go pytania nie ma właściwie większego problemu. Dobrze bowiem wiadomo, że woda to dość pospolity związek chemiczny we Wszechświecie, w postaci kryształków lodu występuje – co stwierdzono na podstawie obserwacji radioastronomicznych – nawet w obłokach międzygwiazdowych. Duże jej ilości zawierały również planetezymale, w których znajdowała się w postaci lodu lub w uwodnionych minerałach, zwanych hydratami lub wprost wodzianami. Gdy więc we wnętrzu dopiero formującej się Ziemi temperatura odpowiednio wzrosła, ze znajdujących się tam skał zaczęła się uwalniać woda i powoli wypływała na powierzchnię naszej planety. Na szczęście już wtedy Ziemia musiała być otoczona dość gęstą otoczką gazo-

wą, bo o ile atmosfera może z powodzeniem obejść się bez hydrosfery, to odwrotna sytuacja – jak nam wiadomo – nie jest możliwa. Ciekła woda może bowiem istnieć jedynie na planecie posiadającej odpowiednio gęstą atmosferę i na podstawie tego należałoby sądzić, że Wenus dość wcześnie pozbyła się pierwotnej atmosfery i być może właśnie dlatego nigdy nie pojawiła się na niej hydrosfera. W każdym razie aktualna atmosfera naszej sąsiadki kosmicznej to najprawdopodobniej skutki jej późniejszej aktywności wulkanicznej.

## Mars

Mars pod względem rozmiarów i masy znacznie ustępuje naszej planecie. Na pierwszy rzut oka nie wydaje się być w ogóle do niej podobny, bo wprawdzie ma atmosferę, ale bardzo rzadką i składającą się głównie z dwutlenku węgla. Gdy jednak bardziej mu się przyjrzymy i lepiej go poznamy, wówczas zwrócimy uwagę na pewne jego cechy, w jakimś stopniu tę niewielką planetę upodabniające do Ziemi. Przede wszystkim równie szybko wiruje wokół swej osi, a ponadto oś ta jest nachylona względem płaszczyzny orbity niemal pod takim samym kątem jak oś rotacyjna globu ziemskiego względem płaszczyzny ekliptyki. W rezultacie tego i na Marsie występują analogiczne jak u nas pory roku, chociaż są one prawie dwa razy dłuższe od ziemskich, gdyż dłuższy jest także rok marsjański. Co więcej – tamtejsza atmosfera zachowuje się podobnie jak ziemska; obie przepuszczają mniej więcej jednakowo promieniowanie słoneczne i obie ogrzewane są od spodu, czyli ciepłem wypromieniowywanym przez nagrzane powierzchnie. A ponieważ i na Marsie najczęściej ciepła otrzymują obszary równikowe, to

i tam istnieją dwie strefy Hadleya zabezpieczające południkową cyrkulację powietrza między równikiem a średnimi szerokościami areograficznymi. Nie odbywa się to jednak bez zakłóceń, siła Coriolisa\* odchyła te prądy atmosferyczne w prawo na północnej półkuli, w lewo zaś na półkuli południowej. A zatem i na Marsie mamy do czynienia z pasatami i antypasatami.

Nie wszystkie zjawiska w marsjańskiej atmosferze przebiegają dokładnie tak samo jak analogiczne zjawiska w ziemskiej atmosferze. I tak na przykład tamtejsze cyklony i antycyklony, przenoszące – podobnie jak strefy Hadleya – nadmiar ciepła z obszarów równikowych ku biegunom, wykazują dużą regularność i ich przebieg – w przeciwieństwie do ziemskich zjawisk tego typu – można przewidywać. Nieco inaczej odbywa się też zmiana cyrkulacji marsjańskiej atmosfery w ciągu tamtejszego roku, co – podobnie jak na Ziemi – wywołane jest wspomnianym nachyleniem osi rotacyjnej. Po prostu na Marsie nie ma mórz i oceanów, które pełniłyby rolę naturalnych kondensatorów ciepła, a to nie może pozostać bez wpływu na konfigurację stref Hadleya. Wznosząca się część takiej strefy zawsze powstaje nad najbardziej ogrzonym obszarem planety, lecz marsjańska gleba nadzwyczaj szybko reaguje na wszelkie zmiany nasłonecznienia, to zaś zależne jest od aktualnego położenia Słońca na tamtejszym niebie. A przecież i tam – podobnie jak na ziemskim niebie – przemieszcza się ono w pasie leżącym między zwrotnikami, toteż i najlepiej ogrzane obszary na powierzchni Marsa też wędrują w takim samym zakresie. Podczas przesilenia letniego Słońce świeci w zenicie nad 25° północnej szerokości areograficznej, podczas przesilenia zimowego – nad 25° południowej szeroko-

\* Nazwa pochodzi od Gasparda Gustave Coriolisa, inżyniera i matematyka francuskiego, działającego w pierwszej połowie XIX wieku

Dane o atmosferach planet ziemskiej grupy

	Merkury	Wenus	Ziemia	Mars
Średnia temperatura powierzchni (K)	700 (dzień) 100 (noc)	730	288 – 293	240 (dzień) 180 (noc)
Masa atmosfery o przekroju 1 m <sup>2</sup> (kg)	~0	10 <sup>6</sup>	10 360	160
Ciśnienie przy powierzchni (Pa)	<10 <sup>-7</sup>	9,3·10 <sup>6</sup>	9,8·10 <sup>4</sup>	(6 – 10)·10 <sup>2</sup>
Główne składniki atmosfery (w nawiasie procent zawartości)	—	CO <sub>2</sub> (96,5) N <sub>2</sub> (3,5)	N <sub>2</sub> (78,1) O <sub>2</sub> (20,9) Ar (0,9)	CO <sub>2</sub> (95) N <sub>2</sub> (2,7) Ar (1,6)
Śladowe składniki atmosfery	O, Na, Ha, K, H	H <sub>2</sub> O, Ar, H <sub>2</sub> S, CO, COS, Ne, H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , HCl, Kr, SO <sub>2</sub> .	H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , Ne, He, CH <sub>4</sub> , Kr, SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> O, Xe, Kr, Ne

kości areograficznej. W tych dwóch okresach – jak dowodzą rozważania teoretyczne – dwie marsjańskie strefy Hadleya łączą się z sobą i tworzą jedną taką strefę, która pokrywa cały obszar równikowy. Do podobnej sytuacji nie może dojść na Ziemi, gdyż uniemożliwia to woda zawarta w morzach i oceanach, bo wprawdzie trudniej się ona ogrzewa niż lądy, ale też wolniej od nich oddaje ciepło. Marsjańska gleba nie ma takich właściwości, co nie pozostaje bez wpływu na pogodę średnich szerokości areograficznych, gdzie wiatry wieją z tym większymi prędkościami, im występują większe różnice temperatur między poszczególnymi strefami klimatycznymi. I na Marsie pod koniec zimy i na początku wiosny powietrze szybko się nagrzewa, w związku z czym dochodzi tam do dużych kontrastów temperatury między czapą polarną, a obnażonymi już wokół niej obszarami, toteż powstający tu wiatr uzyskuje dużą siłę. O ile jednak na Ziemi coś podobnego trwa cały rok, to na Marsie jest zjawiskiem sezonowym i wraz z nadejściem lata prawie całkiem zanika.

Cyrkulacja i gęstość marsjańskiej atmosfery zmieniają się wraz ze zmianą tamtejszych pór roku. W okresie zimy temperatura znacznie spada na danej półkuli Marsa, toteż

atmosferyczny dwutlenek węgla szybko zamarza i w postaci "suchego śniegu" opada w okolicy jednego lub drugiego bieguna planety, tworząc tam czapę polarną. Wraz z nadejściem wiosny sytuacja się odwraca, zamrożony dwutlenek węgla sublimuje, gęstość atmosfery ponownie wzrasta. W tym nieustannym procesie bierze udział znaczna część marsjańskiej atmosfery, bo – jak się ocenia – około jedna piąta jej zawartości, w wyniku czego ciśnienie atmosferyczne waha się w ciągu roku od 600 do 1000 Pa. Należy przy tym dodać, że ilość pary wodnej w tamtejszej atmosferze też się zmienia i największa jej koncentracja występuje w okresie lata na północnej półkuli Marsa. W tym bowiem czasie północna czapa polarna zanika niemal zupełnie i wtedy najprawdopodobniej zostaje odsłonięty prastary lodowiec wodny, który pod wpływem promieni słonecznych zaczyna sublimować i przez jakiś czas powstawała para wodna unosi się w atmosferze. Nie trwa to jednak długo, pod wpływem nadfioletowego promieniowania Słońca jej molekuly rozpadają się na podstawowe składniki i lekki wodór umyka w przestrzeń międzplanetarną. W ten sposób zasoby lodu wodnego zalegającego w okolicy północnego bieguna planety wciąż się zmniejszają, co jednak nie

dotyczy lodowca zalegającego przypuszczalnie w rejonie południowego bieguna Marsa, gdyż tu sublimacja jest słabsza lub w ogóle nie występuje. Po prostu zimy na tej półkuli są dużo ostrzejsze i tamtejsza czapa polarna prawie nigdy nie znika do końca.

Od czasu do czasu w atmosferze Marsa pojawiają się obłoki przypominające ziemskie chmury typu "cirrus". Najprawdopodobniej tworzą je kryształki lodu, przy czym jedne z nich powstają na nocnej stronie planety, drugie po zawiętrznej stronie tamtejszych gór. Pierwsze są bardzo nietrwałe, można je obserwować jedynie zaraz po wschodzie Słońca, a wkrótce potem całkowicie znikają. Znacznie dłużej utrzymują się te drugie, zwłaszcza pojawiające się nad wulkanem Olympus Mons, które z Ziemi wi-

doczne są nawet przez mniejsze teleskopy, o czym świadczą dawne mapy Marsa (biała plama Nix Olympica to właśnie tego rodzaju obłok). Natomiast z tworami tymi nic wspólnego nie mają ciemne obłoki, przez astronomów określane jako "żółte obłoki". Najczęściej pojawiają się one w rejonie równika, choć niekiedy unoszą się nad całym globem "czerwonej planety" lub przynajmniej nad jedną jej półkulą. Nie są to obłoki w dosłownym tego słowa znaczeniu, lecz ogromne tumany drobnego pyłu zwiewanego przez silne wiatry z marsjańskich pustyń, często dość długo utrzymujące się nad powierzchnią Marsa. Mamy tu do czynienia jakby z burzami piaszkowymi o niespotykanej na Ziemi sile.

Konrad Rudnicki – *Kraków*

## PRAHINDUSKIE POGLĄDY NA WSZECHŚWIAT

Niezależnie od tego, czy sądzimy że Wszechświat jest skończony, czy nieskończony, uważamy dziś, że Ziemia jest tylko niewielkim pyłkiem w porównaniu z jego całością. I czasem się nam wydaje, że taki pogląd jest czymś nowym, że to dopiero po Koperniku, który usunął Ziemię z centrum Wszechświata, pomału ludzkość dochodziła do przekonania o istnieniu innych ziem, innych słońc i ich wielkich układów – galaktyk, gromad galaktyk... Myśląc o dawnych poglądach na Wszechświat mimo woli zatrzymujemy się nad średniowiecznymi lub antycznymi modelami z Ziemią otoczoną kołami lub sferami unoszącymi planety i dużą, ale ograniczoną sferą gwiazd stałych, za którą już się mieszczą tylko dziedziny bytów niematerialnych i sądzimy, że takie były pierwotne wyobrażenia o budowie Wszechświata.

Tak, jak się czasem dziwimy, gdy wykopaliska odkrywają nam piękne, bynajmniej nie prymitywne dzieła architektury, rzeźby czy malarstwa sprzed tysiącleci, tak ze zdziwieniem możemy odkryć, że długo już przed nami Wszechświat był uważany za nieskończony, nie mający środka ani końca. Tak właśnie opisują Kosmos najstarsze dokumenty kosmologiczne ludzkości jakie pozostawiła nam kultura prahinduska. Mam tu na myśli kulturę wcześniejszą od okresu wojen na południu Półwyspu Hinduskiego. Była to epoka rozkwitu ducha narodu hinduskiego, gdy żył on pełen pokoju na północy kraju zwanego dziś Indiami. Uważa się, że owa epoka skończyła się wiele tysiącleci przed Chrystusem. Czasem się ją nazywa epoką Wielkich Riszich – wielkich hinduskich mędrców. Nie ma jednolitego poglądu z jakiego wielku pochodzą te poglądy. Niektórzy

umiejscawiają je aż w minus dziewiątym tysiącleciu, niedługo po wielkiej katastrofie, która się zachowała w pamięci ludzkości jako potop. Wyobrażamy sobie, że odnawiająca się przyroda była wtedy przyjazna dla ludzi żyjących w niewielkich osiedlach rozmieszczonych po całym kraju. Nastrój duszy tych ludzi był całkiem różny od współczesnego i musimy sobie z tego zdać sprawę, jeśli chcemy te najdawniejsze znane poglądy pojąć. Starożytni Hindusi uważali to wszystko, co jest dostępne zmysłom za złudę za 'maję'. Dążyli natomiast do ducha, którego pragnęli osiągnąć i pojąć przez bezpośrednie doświadczenie; nie rozumem (logika jeszcze nie istniała!) lecz przez żarliwe uczucie, wczucie się w rzeczywistość bytu.

To prawda, że ta epoka nie zostawiła po sobie pisanych dokumentów, lecz zostawiła ustną tradycję, zapisaną znacznie później. Hindusi byli (a niektorzy są do dziś) mistrzami w uczeniu się tekstów na pamięć. Przekazywane przez tysiąclecia ustnie i trwające w pamięci uczone traktaty i dzieła literatury pięknej zostały spisane potem i to bardzo późno, często już po Chrystusie, ale zawartość tych dzieł i język – sanskryt, nie używany w życiu codziennym od tysiącleci świadczą o ich starożytnym pochodzeniu. Wiele tak zapisanych dokumentów dotyczących poglądów na Wszechświat zawartych w Księgach Wedy pozostaje dla dzisiejszego, logicznie myślącego człowieka zupełnie niezrozumiałymi. Mity o Ziemi, Słońcu i planetach należą raczej do „literatury popularnej”, a ponadto mówią tylko o najbliższym otoczeniu Ziemi. Szczególnie dogodnym źródłem wiedzy o prahinduskich poglądach na Kosmos jest XI rozdział poematu Bhagawad Gita. Sam poemat powstał stosunkowo późno, zaledwie kilka stuleci – może dwa, a nie więcej niż sześć – przed Chry-

stusem, zaś zapisany został jeszcze później, lecz wspomniany rozdział zawiera najstarszą znaną koncepcję budowy Wszechświata. Można powiedzieć, że autor tego poematu opracował tu pradawne wedyjskie treści w taki sposób, aby mogły być zrozumiałe właśnie dla współczesnego kosmologa. Oto kilka wyjątków z jedenastego rozdziału w tłumaczeniu Wandy Dynowskiej\* przedstawiające rozmowę Kriszny uosabiającego Boga ze swoim uczniem Ardżuną:

Oglądaj więc dziś, Ardżuno, Wszechświat ten cały i wszelki ruchomy i nieruchomy twór, co jako jedno w Moim kształcie trwa; oglądaj wszystko cokolwiek zapragnąć byś mógł.

...

I oto Wszechświat cały w nim ujrzął Ardżuna, mnogość Jego niezmierną, wielość niepojętą, co w łonie Boga bogów jako jedność trwa.

Olśniony, podziwem zdziety niezmiernym, Ardżuna w przerażeniu świętym na twarz pada przed Panem i ręce składając we czci, woła w uniesieniu:

Ardżuna:  
Widzę oto, widzę o Panie  
w Twym łonie wszystkość światów całą

...

Nieogarniona Twa postać,  
początku niema'ż ni końca,  
ni środka, ni źródła żadnego;  
niezmierny, bezkresny,  
w nieskończoność rozszerza się  
Twój kosmiczny kształt.

...

Bez początku, ni środka, ni końca,  
niezliczone Twe ramiona szerokie,  
niepojęta Twa moc;

...

\* *Bhagawad Gita – Pieśń Pana*, przekład Wandy Dynowskiej, Biblioteka polsko-Indyjska – Madras 1956.

i potęgą swego płomienia  
 światy wszystkie swym blaskiem spopiela.

...

Tyś nieogarnionym wszechbytem,  
 w Tobie zawarte światów miliony,  
 Twój kształt ogromny w bezmiar rozpostarty

Można wypisać tych wersetów więcej, ale już te przytoczone dają możliwość *odczucia*, czym w tradycji hinduskiej był Wszechświat. Był on rozumiany jako zewnętrzny przejaw – ciało najwyższej, nieskończonej istoty duchowej – Boga i posiadał niektóre z jego właściwości. Jeśli odczucia zwarte w Bhagawad Gicie zechcemy przetłumaczyć na współczesny, suchy i logiczny język naukowy, to dochodzimy do sformułowania tzw. prahinduskiej zasady kosmologicznej: **Wszechświat jest nieskończony w czasie i przestrzeni i nieskończenie różnorodny.** To oznacza zarazem, że nasza Ziemia nie jest jedynym, wyjątkowym ciałem niebieskim. Nie ma uprzywilejowanego położenia w czasie ani w przestrzeni. Wiele takich „ziem” (te najstarsze kosmologiczne rozważania nie odwołują się do jakiejś klasyfikacji ciał niebieskich) poprzedzało naszą Ziemię w czasie i wiele nastąpi po niej. I obecnie istnieje wiele innych „ziem” o takim samym znaczeniu dla Wszechświata jak nasza. Ale Ziemia nie jest też niczym przeciętnym ani w sensie położenia w przestrzeni czy w czasie, ani w sensie jej wewnętrznych jakości. Nie da się mówić o wartości średniej gdy różnice między obiektami dążą do nieskończoności.

O ile istnieją dawne hinduskie „modele” okolic Ziemi (np. słynny wielki żółw Zimie podtrzymujący), o tyle nie znamy żadnego konkretnego hinduskiego modelu Wszechświata jako całości. Jeśli weźmiemy pod uwagę treść prahinduskiej zasady kosmologicznej, to dostrzeżemy, że nie jest to przypadkowe. Nawet i dziś nie potrafimy skon-

struować matematycznego modelu Wszechświata opartego o tę kosmologiczną zasadę, gdyż matematyka nie dopracowała się (jeszcze?) pojęć odzwierciedlających nieskończoną różnorodność. Wprawdzie rozwijająca się teoria fraktali zdążyła w kierunku ujęcia niekończonej różnorodności, ale jest jeszcze zbyt prymitywna, aby dać matematyczne sformułowanie prahinduskiej zasady. Kosmologiczne teorie oparte o strukturę fraktalną (a istnieje nawet tzw. fraktalna zasada kosmologiczna!) są stale bardzo odległe od poglądów starohinduskich. Dawny hinduski mędrzec mógłby chyba powiedzieć: Wszechświat jest zbyt skomplikowany, aby się zamknąć w waszych prymitywnych, matematycznych formułach.

Może dalszy rozwój matematyki pozwoli kiedyś policzyć, choćby dla ciekawości, model Wszechświata oparty o prahinduską zasadę, ale tymczasem, nie uciekając się do ścisłych obliczeń możemy sobie przedstawić obraz, a raczej wiele różnych obrazów prahinduskiego Wszechświata, Wszechświata nieskończenie różnorodnego w każdym swoim punkcie. Wszystko możliwe da się w nim gdzieś spotkać. Ale mimo wielkiej różnorodności jest to Kosmos nie Chaos, panuje w nim najwyższy porządek i ład.

Z tekstu Bhagawad Gity wynika, że Wszechświat, jako ciało Boga jest nieskończony zarówno w przestrzeni jak i w czasie. Użyty w jednym z wersetów wyraz 'wieczny' odnosi się zarówno do najwyższego Bóstwa jak i do Jego zewnętrznego przejawu – Wszechświata. Istnieją jednak inne teksty hinduskie mówiące o Bogu, jako o tym, który bytował, gdy nie było ani istnienia, ani nieistnienia. Można więc stąd wyciągnąć wniosek że przynajmniej niektórzy Hindusi uznawali czasowy początek świata. Sprawa jest jeszcze bardziej skomplikowana, gdyż pewne teksty mówią znów o rytmicznym, wieczystym boskim wdechu i wydechu.

Przy wdechu Wszechświat się objawia zewnątrz jest w stanie 'manwantary', przy wdechu istnieje tylko w Bożym łonie – w stanie 'pralai'. Można by długo roztrząsać problem czy w takim razie w pojęciu Hinduśców istniał jeden początek Wszechświata, czy może wiele początków. Można też mieć różne opinie co do tego, czy Wszechświat w czasie pralai przestaje istnieć, czy też przeciwnie istnieje w bardziej wysublimowany sposób. Ponadto jeśli w czasowym istnieniu świata ma się odbijać nieskończona różnorodność, to nie można się dziwić, że czasem przybiera on stan nieistnienia. Dochodzimy tu do skomplikowanych problemów ontologicznych. Jeśli jednak wolno uważać, że istniały w starożytnych Indiach przekonania o czasowym początku Wszechświata, to nie były one jedyne. Sformułowana wyżej zasada kosmologiczna oddaje w każdym razie główny nurt pojmowania Wszechświata przez starożytnych Hinduśców.

Prahinduska zasada kosmologiczna jest przykładem kilku historycznych kosmologicznych zasad znanych dziesiętej nauce.

I jest to przykład zasady, która nie pozostała bez śladu w późniejszym rozwoju kosmologii. Można przynajmniej przypuszczać, jeśli nie udowodnić, że pewne reminiscencje tej zasady odbiły się w niektórych nietypowych poglądach astronomów dawnej Grecji. A gdy Mikołaj z Kuzy (1401-1464) wyraża pogląd, że struktura Wszechświata posiada środek wszędzie, a brzegu – nigdzie, nie wiemy czy to uważać za echo poglądów prahinduskich, czy może za przebłytek obecnego, kopernikańskiego poglądu na świat, a może raczej jednocześnie za jedno i drugie. A już mało kto wie, że prahinduska zasada kosmologiczna niespodziewanie powróciła we współczesnym obrazie tzw. *Wszechświata domenowego*, to jest takiego, który w różnych swych miejscach posiada różne właściwości. Według tego obrazu, od nas aż do

kosmologicznego horyzontu, i zapewne dalej jeszcze, mamy czterowymiarową czasoprzestrzeń, wyraźną strzałkę czasu, znane stałe fizyczne i prawa fizyki, ale poza horyzontem jest dość miejsca na domeny o zupełnie innej budowie, o nieokreślonej strzałce czasu, o innych prawach fizycznych, innej liczbie współrzędnych czasowych i przestrzennych, może nawet o innych prawach logiki. Wszechświat domenowy jest raczej ciekawostką niż poważnie przyjmowaną hipotezą. Zwalczał ten pomysł, jako niedorzeczny, sam wielki H a w k i n g, ale jak widać poglądy dawnych Hinduśców są atrakcyjne i dziś.

I właśnie ta ich atrakcyjność stanowi pułapkę, której chcę poświęcić kilka końcowych zdań. Niektórzy ludzie sobie wyobrażają, że jeśli pewne wyniki wiedzy prahinduskiej trwają we współczesnej nauce, to można dziś również stosować to, co by się dało nazwać „metodyką prahinduskiej wiedzy”. Mędrzec starohinduski nie myślał o świecie w terminach logicznych. Jego podejściem nie było również to, co nazwalibyśmy postawą czysto uczuciową, jeśli wyraz 'uczuciowy' będziemy rozumieli współcześnie. Należałoby powiedzieć, że on „uczestniczył w bycie świata przez wewnętrzne i zewnętrzne postrzeganie”. Po tym niezmiernie starym podejściu do wiedzy następowały kolejno inne, każde związane z pewnym etapem ewolucji ludzkości.

Współczesny sposób podejścia do rzeczywistości zwany naukowym sięga korzeniami greckich matematyków takich jak Euklides (306-283 przed Chrystusem), lecz zaczął rozkwitać dopiero w okresie odrodzenia. Często się za jego ojca uważa Galileusza (1564-1642). Stopniowo ludzie się uczyli pojmować świat logicznym myśleniem kontrolowanym samoświadomością (taki jest kierunek, ale nie twierdzą, że wszyscy naukowcy już ten stopień osiągnęli).

Każda epoka ma swoje podejście do poznawania rzeczywistości i wnosi własne wyniki do skarbnicy ludzkości. Nie byłoby współczesnej nauki w jej obecnym kształcie gdyby ongiś nie istnieli Wielcy Riszi starożytnych Indii, gdyby dawni uczeni perscy, egipscy, chaldejscy, greccy i średniowieczni nie wnieśli swoich ważnych przyczynków do wiedzy. Często zapominamy, że takie pojęcia jak 'planeta', 'sfera niebieska', 'oś świata', 'zenit', 'nadir' i wiele innych, bez których nie sposób i dziś uprawiać wiedzy o Wszechświecie, są wynikiem żmudnych dociekań dawnych epok.

Istotne wyniki pozostają, style epok ulegają zmianie. Oczywiście przy wielkim wysiłku można nie tylko zrozumieć świadomość wielkich dawnych mędrców, ale nawet spróbować ją naśladować, próbować ich metodami dochodzić prawdy. Takie usiłowania niejednokrotnie bywają dziś podejmowane, a ulubioną epoką do naśladowania jest właśnie epoka starohinduska. Kto tak postępuje, może conajwyżej odtworzyć dawne wyniki, ale nie może wnieść do wiedzy niczego nowego.

Jest bezsensowne zastanawianie się, która epoka ewolucji ludzkości była lepsza i która

w istotniejszy sposób ujmowała rzeczywistość. Nie chcę się kłócić, że właśnie obecny styl pracy naukowej wyjawia i wyjaśnia ważniejsze aspekty tej rzeczywistości niż to czyniła epoka prahinduska. Jestem również daleki od twierdzenia, że dzisiejsze podejście do wiedzy jest ostateczne i będzie trwało aż do końca ewolucji ludzkości. Jestem tylko przekonany, że nie można uzyskać żadnych wyników istotnych dla współczesnej nauki stosując metody dawnych Indii lub dawnego Egiptu. Kto nie jest zadowolony ze współczesnych idei, ma pełne prawo odnawiać poglądy starożytne i naśladować starożytne metody, ale niech nie sądzi, że uprawia naukę.

Te uwagi są trywialne, ale chyba potrzebne. Niektórzy miłośnicy astronomii i inni amatorzy nauki stosując metody dawnych, minionych epok (a częściej wyobrażając sobie, że takie metody stosują) ślą listy do obserwatoriów, instytutów i towarzystw naukowych z własnymi wynikami badań i przemyśleń. W swoim życiu miałem okazję recenzować około setki takich prac – w jakimś sensie naukowych. Często nie można im było niczego innego zarzucić jak to, że są spóźnione o wiele tysiącleci.

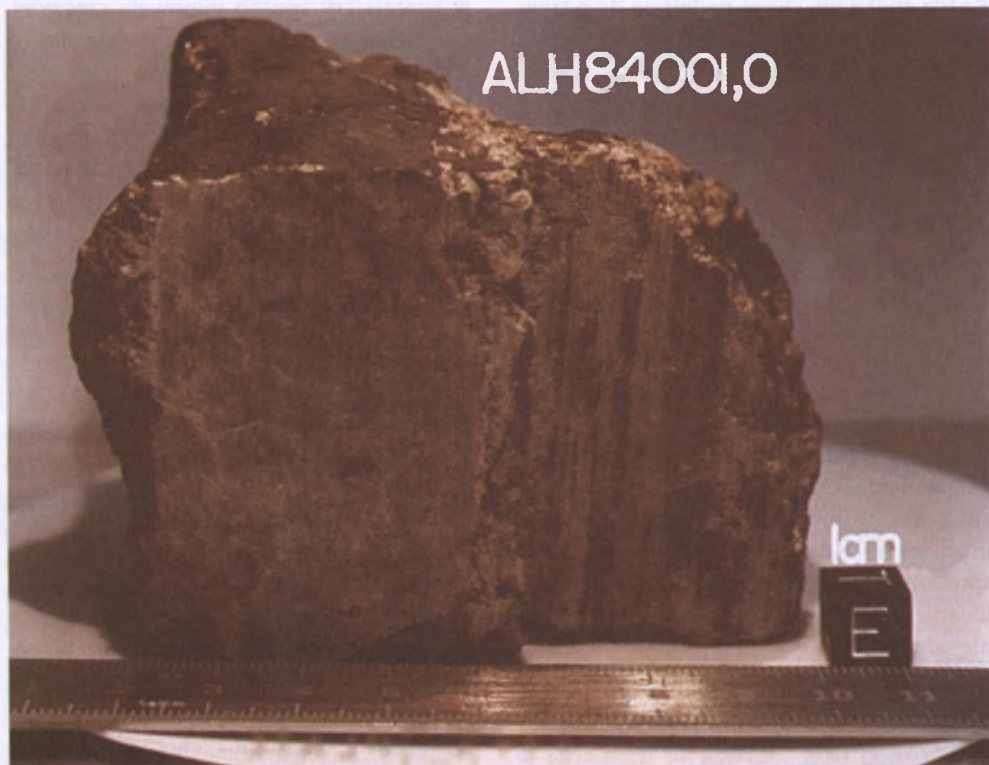
---

## KRONIKA

### Ślady życia na Marsie

Na początku sierpnia tego roku świat obiegła sensacyjna wiadomość, że w pochodzącym z Marsa meteorycie znaleziono ślady prymitywnych form życia sprzed ponad 3 miliardów lat. Najpierw było to oświadczenie dyrektora amerykańskiej agencji kosmicznej NASA Daniela S. Goldina ogłoszone 6 sierpnia, dzień później odbyła się w Waszyngtonie konferencja prasowa na ten temat, w której uczestniczyli główni autorzy

odkrycia, a także został opublikowany oficjalny komunikat NASA i wreszcie 16 sierpnia ukazał się w tygodniku *Science* siedmiostronicowy artykuł naukowy zatytułowany "Search for Past Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001", którego autorami są następujący naukowcy amerykańscy: D.S. McKay, E.K. Gibson Jr., K.L. Thomas-Keprta, H. Vali, C.S. Romanek, S.J. Clementt, X.D.F. Chillier, C.R. Maechling, R.N. Zare. Pociągnięto to za sobą lawinę artykułów i komenta-



Fot. 1 Meteoryt marsjański ALH84001 znaleziony w 1984 roku w lodach Allan Hills na Antarktydzie, w którym odkryto prawdopodobne ślady prymitywnego życia na Marsie (fot. NASA).

rzy od entuzjastycznie proklamujących odkrycie życia pozaziemskiego po bardzo sceptycznie traktujące te doniesienia krytyki. Zrekapitulujmy krótko czego ta cała wrzawa dotyczy.

Amerykańska ekspedycja dla poszukiwania meteorytów na Antarktydzie znalazła 27 grudnia 1984 roku obiekt o masie 1,9 kg, który oznaczono ALH84001 (fot. 1). Po wielu latach wnikliwych badań w 1993 roku ogłoszono, że meteoryt ten ponad wszelką wątpliwość pochodzi z Marsa. Nie wnikając w szczegóły, które doprowadziły do tego stwierdzenia (wiele informacji o tym, jak się dochodzi do wniosku skąd pochodzi meteoryt, można znaleźć w znakomitej książce H. Y. McSweena, Jr., *Od gwiazdznego pyłu do*

*planet*, wyd. Prószyński i S-ka, Warszawa 1996, która właśnie ukazała się na rynku księgarskim w doskonałym tłumaczeniu A.S. Piłskiego) wspomnijmy tylko, że identyfikacja ta stała się możliwa dzięki wynikom misji marsjańskiej Viking sprzed dwudziestu laty. Spośród 12 dotychczas znalezionych meteorytów pochodzących z Marsa ALH84001 jest najstarszym, a oszacowania jego wieku prowadzone różnymi metodami wskazują, że powstał około 4.5 mld lat temu czyli w okresie formowania się planety. Prawdopodobnie 16 mln lat temu meteoryt ten opuścił powierzchnię Marsa, w rezultacie być może jakiegoś uderzenia w nią planetoidy lub komety, a około 13 tys. lat temu spadł na Ziemię (o możliwości przelotu meteoroi-

dów z Marsa na Ziemię można przeczytać w artykule R. Gabryszewskiego opublikowanym w tegorocznym numerze majowym *Uranii*).

Dalsze badania meteorytu ALH84001 doprowadziły do odkrycia w nim obecności, po pierwsze, molekuł organicznych (czyli związków węgla stanowiących podstawę żywych organizmów), po drugie, minerałów charakterystycznych dla aktywności biologicznej (ich wiek oszacowano na 3.6 mld lat), których struktura i skład chemiczny wskazują, że mogą być produktem prymitywnych mikroorganizmów i wreszcie po trzecie, skamieniałości prawdopodobnie jednokomórkowych organizmów bakteriodobnych. Te wszystkie trzy odkrycia, dokonane we fragmencie meteorytu o rozmiarach nie przekraczających - jak obrazowo podano - 0.01 średnicy włosa ludzkiego, nie znajdują lepszej interpretacji niż przyjęcia, że są śladami prymitywnych form życia sprzed 3.6 mld lat. Jak podkreślają autorzy odkrycia, nie jest to oczywiście dowód istnienia życia na Marsie przed miliardami lat, a jedynie - używając określenia prawniczego - poszlaka wskazująca na kierunek i potrzebę dalszych badań i krytycznych analiz. I tylko ten sposób traktowania wszystkich doniesień na ten temat wydaje się uprawomocniony. Nie umniejsza to naturalnie rangi odkrycia, po raz pierwszy przecież znaleziono wiarygodne ślady prawdopodobnego życia poza Ziemią, trudno się więc dziwić entuzjazmowi i podnieceniu, z jakim się ono spotkało. Misja Viking, której jednym z celów było poszukiwanie życia na Marsie, nie przyniosła takiego wyniku.

Warto w tym miejscu zwrócić też uwagę, że jednym z niebagatelnych rezultatów ogromnego rozgłosu jaki powstał wokół odkrycia prawdopodobnych śladów dawnego życia na Marsie jest lepsze zrozumienie i docenienie przez różnych decydentów po-

trzeby zintensyfikowania eksploracji czerwonej planety oraz w ogóle badań kosmicznych. Przypomnijmy więc plany najbliższych misji marsjańskich. Już w końcu tego roku wystartują w kierunku Marsa trzy sondy kosmiczne. Prawdopodobnie 16 listopada rozpocznie się przygotowywana od wielu lat rosyjska misja MARS-96, w której programie naukowym uczestniczy wiele krajów europejskich, w tym także Polska. Od sondy, która 9 grudnia 1997 roku stanie się sztucznym satelitą Marsa, odłączy się dwa lądowiki i penetratory powierzchni planety. Start amerykańskiej sondy MGS (ang. Mars Global Surveyor) jest przewidziany 6 listopada, a przyłot do Marsa 11 września 1997 roku. Będzie to w zasadzie powtórzenie nieudanej misji Mars Observer z 1993 roku. Druga amerykańska sonda Mars Pathfinder (będąca drugim po sondzie NEAR, lecącej już do planetoidy Eros, projektem programu Discovery), której wystrzelenie jest przewidziane w dniu 2 grudnia, a lądowanie na Marsie 4 lipca 1997 roku, dostarczy na powierzchnię czerwonej planety niewielki pojazd, który być może zdoła się oddalić od lądownika na odległość kilkudziesięciu metrów badając przez kilka tygodni grunt marsjański i atmosferę planety.

Dodajmy w tym miejscu, że do końca 1998 roku NASA przewiduje zbudowanie ulepszanego pojazdu zdolnego przebyć po powierzchni Marsa 50 km, a do 2001 roku takiego, który będzie mógł pokonać dystans nawet 1000 km. Niedawno także i Rosja ogłosiła projekt wystania w 2001 roku "marsochoda". Trzeba też zaznaczyć, że oprócz tych przygotowań amerykańskich i rosyjskich również i Japonia włącza się do eksploracji czerwonej planety. W sierpniu 1998 roku przewidziany jest start japońskiej sondy Planet B dla badań górnych warstw atmosfery Marsa i środowiska plazmowego planety.

W końcu września tego roku NASA zapowiedziała ponadto, że do programu misji Mars Surveyor Lander '98, której start jest przewidziany na styczeń 1999 roku, zostanie włączone odstrzelenie w kierunku Marsa dwóch mikropróbników o masie 2 kg każdy, które z prędkością około 200 m/s wbiją się w powierzchnię planety w odległości około 200 km od głównego lądowiska misji. Ich najważniejszym, ale nie jedynym, zadaniem będzie poszukiwanie wody na Marsie, której obecność - jak się powszechnie uważa - jest zasadniczym warunkiem istnienia nawet najbardziej prymitywnych form życia. Oparta na zupełnie nowych technologiach budowa mikropróbników marsjańskich została włączona do prestiżowego programu NASA o nazwie Nowe Tysiąclecie.

Amerykanie planują co dwa lata (okna startowe powtarzają się mniej więcej co 26 miesięcy) wysyłanie w kierunku Marsa coraz doskonalszych aparatów tak, by w roku 2005 mogła rozpocząć się misja, której celem będzie dostarczenie na Ziemię próbek gruntu marsjańskiego. Do roku 2011 przewiduje się natomiast przygotowanie ekspedycji załogowej na Marsa. Te bardzo ambitne plany sformułowano podczas specjalnej narady różnych specjalistów NASA, która odbyła się w Houston w dniach 20-24 sierpnia, wkrótce po ogłoszeniu sensacyjnych wiadomości o odkryciu prawdopodobnych śladów życia na Marsie. Jej wynikiem było m.in. wyraźne stwierdzenie, że obecnie lot człowieka na Marsa jest już tylko problemem finansowym i politycznym, a nie technicznym.

W dniach 9-11 września znany ośrodek naukowy NASA, Ames Research Center w Moffett Field w Kalifornii, zorganizował natomiast pierwsze warsztaty astrobiologiczne. Sformułowano w ich trakcie pięć fundamentalnych pytań, które wydają się zakreślać obszar zainteresowań astrobiologii po

odkryciu pozazłonecznych planet i prawdopodobnych śladów życia na Marsie. Oto one:

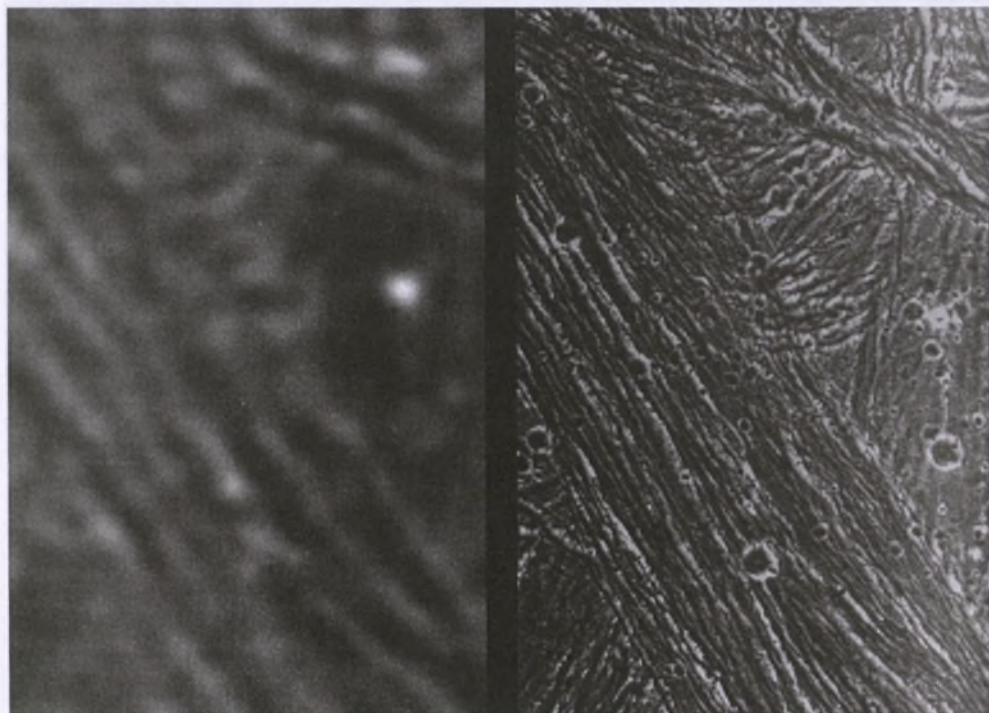
- ☛ Jak powstaje życie?
- ☛ Gdzie i jak się tworzą światy ożywione?
- ☛ Jak zmieniły się w czasie wzajemne zależności Ziemi i jej biosfery?
- ☛ Czy życie ziemskie może być przeniesione poza naszą planetę?
- ☛ Jak można rozszerzyć na Marsa obszar obecności człowieka?

Zdaniem H. McDonalda, dyrektora instytutu, który pierwszy podjął wyzwanie postawione ostatnimi odkryciami wielu dyscyplinom nauki, znalezienie odpowiedzi na te pytania spowoduje zapewne wstrząs podobny do tego, jaki na początku naszego stulecia przyniosła fizyce mechanika kwantowa.

*Krzysztof Ziolkowski*

### **Pierwsze zbliżenie sondy Galileo do księżyców galileuszowych Jowisza**

Po dramatycznym w dziejach misji Galileo dniu 7 grudnia 1995 roku - w którym nastąpiło decydujące o dalszych losach projektu wprowadzenie sondy na orbitę okołojowiszową oraz zanurzenie odłączonego od niej próbnika w atmosferze i warstwach powierzchniowych Jowisza, a także jedyne duże zbliżenie do satelity Io - nastąpił półroczny okres przekazywania na Ziemię dotychczas zebranych informacji o Jowiszu i jego otoczeniu oraz przygotowań do badań księżyców galileuszowych podczas bliskich przelotów koło nich sondy. W tym czasie jedynie dzień 14 marca 1996 roku był pełen napięcia i emocji: po raz trzeci i już ostatni włączono wtedy bowiem główny silnik sondy, który po 24 minutach pracy powiększył prędkość orbitalną Galileo o 377 m/s. Spowodowało to wzrost odległości peryjowium jego orbity ze 185 tys. do 786 tys. km, dzięki czemu sondzie nie grozi już przelot przez pasy radiacyjne Jowisza mogące stanowić



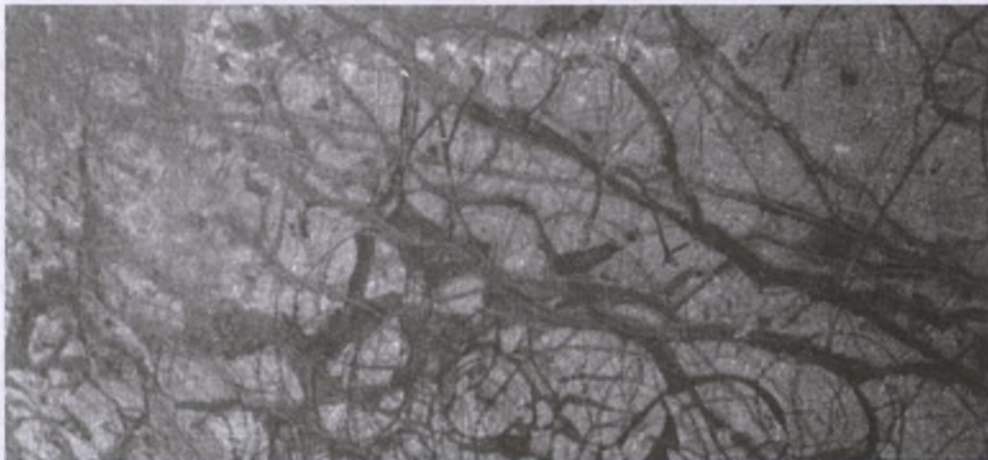
Fot. 1. Zdjęcia tego samego fragmentu powierzchni Ganimedesa obejmującego obszar  $35 \times 55$  km wykonane w 1979 roku przez sondę Voyager 2 (z lewej) i w 1996 roku przez sondę Galileo (z prawej) z około dwudziestokrotnie większą zdolnością rozdzielczą (fot. NASA).

niebezpieczeństwo dla jej urządzeń elektronicznych. Manewr szczęśliwie się udał i w dniu 27 czerwca 1996 roku o godzinie 6:29 UT Galileo zbliżył się do Ganimedesa mijając go ze względną prędkością 7.8 km/s w minimalnej odległości od powierzchni wynoszącej zaledwie 835 km.

Ganimedes jest nie tylko największym satelitą Jowisza, ale w ogóle największym księżycem w Układzie Słonecznym. Jest on oddalony od swej macierzystej planety o prawie 15 jej promieni (1070 tys. km), okrąża ją w okresie 7.15 doby i ma średnicę 5262 km (jest więc większy od Merkurego, którego średnica wynosi 4878 km). Jego gęstość ( $1.9 \text{ g/cm}^3$ ), wyraźnie mniejsza od gęstości bliższych Jowisza satelitów Io ( $3.6 \text{ g/cm}^3$ ) i Europy ( $3.0 \text{ g/cm}^3$ ), wydaje się wskazywać, że składa się on ze skalistego jądra otoczone-

go warstwą lodu wodnego o grubości mniej więcej 1/4 promienia globu, która jest pokryta cienką skorupą będącą mieszaniną lodu i materiałów skalnych. Temperatura jego powierzchni wynosi 100-120 K. Ze zdjęć wykonanych w 1979 roku za pomocą sond Voyager wynika, że na Ganimedesie – podobnie jak na naszym Księżycu – znajduje się wiele kraterów uderzeniowych; z gęstości ich rozkładu oszacowano wiek satelity na około 4 miliardy lat.

Pierwsze zdjęcia powierzchni Ganimedesa, które Galileo przekazał na Ziemię obejmują fragmenty obszaru zwanego Galileo Regio (ciemna część z prawej strony u góry obrazu uzyskanego z Voyagerów, reprodukowanego na pierwszej stronie okładki) oraz Uruk Sulcus (jasny obszar na lewo od Galileo Regio). Na drugiej stronie okładki



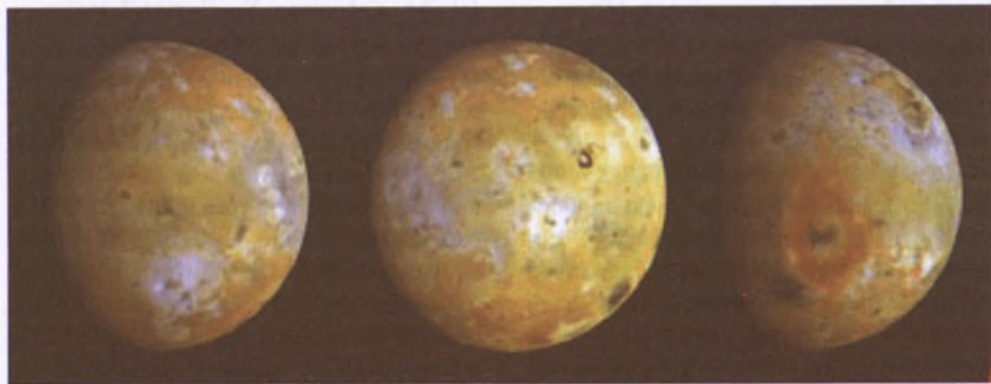
Fot. 2. Zdjęcie fragmentu powierzchni Europy wykonane z odległości 155 tys. km przez sondę Galileo w końcu czerwca 1996 roku (fot. NASA).

reprodukujemy mozaikę zdjęć fragmentu Uruk Sulcus wykonanych przez sondę Galileo (ze zdolnością rozdzielczą 74 m z odległości 7448 km) nałożonych na zdjęcie tego samego obszaru wykonane przez sondę Voyager 2 w 1979 roku (ze zdolnością rozdzielczą 1300 m); publikowane zdjęcie obejmuje obszar  $110 \times 120$  km. Porównanie jakości obrazów powierzchni Ganimedesa uzyskanych obecnie i 17 lat temu jeszcze wyraźniej pokazuje fot. 1. Na trzeciej stronie okładki reprodukujemy natomiast zdjęcie fragmentu Galileo Regio obejmującego obszar  $46 \times 64$  km, wykonane przez Galileo z odległości 7563 km ze zdolnością rozdzielczą 80 m. Rzucająca się w oczy różnorodność struktury obu obszarów odzwierciedla najprawdopodobniej ich wiek: ciemniejsze i obficiej pokryte kraterami fragmenty powierzchni wydają się starsze od jaśniejszych i ukazujących skutki działalności tektonicznej.

Ślady aktywności geologicznej pokazują również pierwsze zdjęcia powierzchni Europy wykonane w końcu czerwca przez sondę Galileo z odległości około 155 tys. km; fragment jednego z nich reprodukujemy na fot.2.

Liczne pęknięcia skorupy lodowej przypominają ziemskie kry arktyczne. Ciemniejsze zabarwienie powstałych szczelin jest prawdopodobnie wynikiem wypełnienia ich wodą zmieszaną z różnymi materiałami skalnymi pochodzącymi z głębszych warstw globu satelity. Przypuszcza się więc, że pod być może niezbyt grubą powierzchniową skorupą lodową znajduje się cieplejsze wnętrze wypełnione wodą w stanie płynnym. A to podejrzenie prowadzi do wniosku, że na Europie mogą istnieć prymitywne formy życia. Uświadomienie tego faktu rozbudziło wielkie emocje tym bardziej, że zbiegło się w czasie z odkryciem prawdopodobnych śladów dawnego życia na Marsie. Jednym z głównych celów badań Europy podczas dużych zbliżeń sondy do jej powierzchni będzie więc poszukiwanie bardziej wiarygodnych śladów istnienia wody w stanie płynnym. Najbliższy i pierwszy przelot Galileo nad Europą jest spodziewany 19 grudnia 1996 roku, a kolejne nastąpią 20 lutego i 6 listopada 1997 roku.

Przelatując w końcu czerwca w pobliżu Jowisza Galileo fotografował też satelitę Io (pierwsze z przekazanych na Ziemię zdjęć



Fot.3. Trzy zdjęcia satelity Io, wykonane w końcu czerwca 1996 roku za pomocą sondy Galileo, ukazujące w sumie około 75% powierzchni księżycy (fot. NASA).

było reprodukowane na czwartej stronie okładki poprzedniego numeru). Podczas dużego zbliżenia do Io w dniu 7 grudnia 1995 roku zdjęć nie zrobiono, gdyż w pokładowej pamięci sondy zabrakło już miejsca na ich przechowywanie; najważniejsze wtedy było przecież gromadzenie informacji nadchodzących z próbnika zanurzającego się w atmosferę i warstwy powierzchniowe Jowisza (przypomnijmy, że pierwotny program misji zakładał bezpośredni przekaz danych z próbnika poprzez sondę Galileo na Ziemię za pomocą dużej anteny, która – jak pamiętamy – nie otworzyła się). Zbliżenie do Io zaowocowało już jednak zdumiewającym odkryciem prawdopodobnie żelaznego jądra tego satelity, o czym donosiliśmy w poprzednim numerze. Obecnie publikujemy dalsze zdjęcia Io (fot.3), które przede wszystkim potwierdzają jego silną aktywność wulkaniczną. Porównanie zdjęć z Galileo ze zdjęciami wykonanymi 17 lat temu przez Voyagera wskazuje na bardzo duże zmiany wyglądu niektórych miejsc powierzchni satelity; dotyczy to w szczególności wulkanów o nazwach Ra Patera i Loki.

Ciekawym i nieoczekiwanym odkryciem Galileo podczas pierwszego zbliżenia do Ganimedesa było stwierdzenie obecności

poli magnetycznego tego księżycy, a więc i jego magnetosfery. Zwróćmy uwagę, że byłaby to magnetosfera satelity zanurzona w magnetosferze jego macierzystej planety, co wydaje się być szczególnie frapującym zagadnieniem badawczym. Ale odkrycie to przede wszystkim zmusza do weryfikacji dotychczasowych koncepcji budowy wnętrza Ganimedesa. Czyżby i ten księżyc Jowisza miał żelazne jądro i to w dodatku w stanie płynnym? Skąd w jego wnętrzu tyle ciepła? To tylko niektóre pytania zrodzone odkryciem magnetyzmu Ganimedesa. Odpowiedzi na nie będzie się zapewne poszukiwać podczas następnych zbliżeń Galileo. Przypomnijmy, że koło Ganimedesa sonda ponownie przelciała 6 września zbliżając się tym razem do jego powierzchni na odległość zaledwie 262 km, a 4 listopada minie Kallisto w odległości około 1100 km.

*Krzysztof Ziolkowski*

### **C/1995 O1 Hale – Bopp**

Na początku tego roku mieliśmy okazję podziwiać piękną i jasną kometę C/1996 B2 Hyakutake. Była to najjaśniejsza kometa widoczna gołym okiem od 20 lat. Jednak za rok odwiedzi nas kolejna kometa, odkryta 23 lipca 1995 roku jako niespotykane jasny

obiekt poza orbitą Jowisza. Odkrycia tego dokonali niezależnie Alan Hale i Thomas Bopp w USA. Szerzej na ten temat pisał S.R. Brzostkiewicz w numerze 4/1996 (str. 112).

Kometa została oznaczona jako C/1995 O1 i jest najdalej odkrytym obiektem w historii przez astronomów – amatorów. Obecnie wydaje się być 1000 razy jaśniejsza niż kometa Halleya obserwowana w tej samej odległości. Zazwyczaj komety znajdujące się tak daleko od Słońca nie są aktywne i przez to trudno je zaobserwować. Dopiero kiedy zbliżają się do Słońca na odległość ok. 2–3 j.a., ich jasność wzrasta. Dzieje się tak na skutek gwałtownego uwalniania się lodów wodnych, tlenku węgla i rzadziej dwutlenku węgla, a także innych związków, które ulegają sublimacji na skutek promieniowania słonecznego. Mówimy wówczas, że kometa zaczyna być aktywna. Jeżeli jasność komety nie spadnie, tak jak to było w przypadku komet Kohoutka czy Austina, kometa Hale'a – Boppa będzie jedną z najsilniej świejących obiektów na niebie na przełomie marca i kwietnia przyszłego roku (patrz **Poradnik Obserwatora**). Jej przejście przez perihelium spodziewane jest 1 kwietnia 1997.

Koma obiektu jest pochodzenia pyłowego. Tempo jego emisji jest najszybsze z obserwowanych do tej pory. Kampania obserwacyjna tego niezwykłego obiektu zaczęła się natychmiast po jego odkryciu. Zdołano już oszacować wielkość jądra komety. Prawdopodobnie ma średnicę rzędu 40 km. Zawiera bogate źródła tlenku węgla. Jest to obecnie główny składnik komy obok pyłu i cząstek zawierających wodór i tlen. Każdej sekundy z komety wydostaje się prawdopodobnie ok. 1000 kg tlenku węgla.

Pojawienie się tej komety stwarza rzadką możliwość prześledzenia procesów sublimacyjnych w jej jądrze. Zgodnie z przewidywa-

niami, udało się już zaobserwować rodniki OH. Na tak znacznej odległości obserwujemy ich wypływ: rzędu  $4.2 \times 10^{28}$  cząstek na sekundę. W kwietniu tego roku zaobserwowano także emisję innych molekuł takich jak HCN (w zeszłym roku zidentyfikowano rodniki CN powstające z rozpadu HCN). Także i tu kometa ta znów zaskakuje. Wskaźnik emisji metanolu do tlenku węgla jest ponad trzykrotnie większy niż w przypadku komety Hyakutake. Natomiast na początku maja wychwycono sublimację kolejnych cząstek węgla. Są one obserwowane w odległości ponad 700 tysięcy kilometrów od jądra. W połowie maja w odległości 4.36 j.a. od Słońca stwierdzono obecność komety w promieniowaniu podczerwonym i oszacowano temperaturę tego promieniowania na 224 K.

Na fotografii tej komety wykonanej z kosmicznego teleskopu Hubble'a i reprodukowanej na czwartej stronie okładki numeru 11/1995 *Uranii* widać strumień wyrzucanego pyłu. Jego spiralna struktura jest wynikiem okresowych wyrzutów materii pyłowej z jądra z tylko jednego, dużych rozmiarów, obszaru aktywnego umiejscowionego blisko równika komety. Owo charakterystyczne zakrzywienie strumienia spowodowane jest rotacją komety. Strata masy na skutek wyrzutu pyłów jest 15-krotnie większa niż na skutek emisji tlenku węgla, która powoduje ów wyrzut. Prawdopodobnie tę zaobserwowano również w przypadku komety Halleya. Obecnie uważa się, że taki stosunek ilości pyłów do gazów jest podobny dla całej populacji komet znajdujących się w dużych odległościach od Słońca.

Kometa Hale'a – Boppa będzie pierwszą znaczącą w historii kometa w erze obserwacji kamerami CCD. Kamery takie są używane od wielu lat przez astronomów. Z uwagi jednak na znaczne potaniecie tych urządzeń, są już dostępne dla amatorów. Rozwój technik CCD nie oznacza jednak upadku trady-

cyjnej fotografii. Z pewnością, tak jak w przypadku komety Hyakutake, rozpoczną się programy agencji kosmicznych: europejskiej i amerykańskiej, których celem jest gromadzenie obserwacji tej komety. Znako- mity większość z nich będzie dostępna przez internet. Już obecnie istnieją strony WWW poświęcone tylko temu obiektowi. Każdy posiadacz komputera, modemu i telefonu może dziś dostać się tam, przeczytać najno- wsze informacje dotyczące komety, obej- rzyć zdjęcia i zachować je w formie plików. Strony te uaktualniane są w miarę napływu nowych informacji. Oto adresy internetowe stron WWW, gdzie można zdobyć najno- wsze wiadomości dotyczące tego obiektu:

[http://encke.jpl.nasa.gov/hale.\\_bopp\\_info.h tml/](http://encke.jpl.nasa.gov/hale._bopp_info.h tml/)

<http://www.halebopp.com/>

<http://newproducts.jpl.nasa.gov/comet/>

Istnieje także możliwość wyszukiwania tematycznego wszystkich informacji zwią- zanych z astronomią i kosmosem, dostę- pnych na serwerze NASA:

<http://www.jpl.nasa.gov/index/>

*Ryszard Gabryszewski*

### **Uroczystość nadania ks. prof. Michałowi Hellerowi doktoratu *honoris causa* Akademii Górniczno-Hutniczej w Krakowie**

W dniu 26 kwietnia 1996 roku, w Auli Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie odbyła się niezwykła i podniosła uroczy- stość – nadanie księdzu profesorowi Micha- łowi Hellerowi tytułu doktora *honoris causa* AGH, najwyższego wyróżnienia, jakie po- siada szkoła wyższa. Ks. prof. Michał Heller jest fizykiem, kosmologiem, filozofem, teo- logiem i duszpasterzem – a w każdej z tych dziedzin wykazuje znakomite osiągnięcia.

Uroczystość otworzył JM Rektor AGH prof. Mirosław Handke takimi m.in. słowy:

“Może się wydawać zaskakujące, że Uczelnia Techniczna honoruje w ten sposób osobę duchowną, ale czy jest okolicznością typową, że ta osoba duchowna jest fizy- kiem? To, co może dziwić wielu, jest właś- nie powodem i istotą dzisiejszej uroczysto- ści.”

Nawiązując jeszcze do zaplanowanego wykładu Księdza Profesora pt. *Czy fizyka jest nauką humanistyczną?* JM Rektor stwierdził:

“Myślę, że nasz znakomity doktorant po- każe dzisiaj, że fizyka jest nauką humanisty- czną, ale czy tylko fizyka? Może także astro- nomia, chemia, biologia, a nawet nauki tech- niczne są humanistyczne, bo inaczej ich uprawianie traci sens.”

Wniosek o nadanie godności doktora *ho- noris causa* złożyło pięć Wydziałów AGH: Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Fizyki i Techniki Jądrowej, Metali Nieżelaznych, Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki, Paliw i Energii, a poparły go pozostałe wy- działy.

W imieniu wydziałów – wnioskodawców wystąpił Dziekan Wydziału Inżynierii Mate- riałowej i Ceramiki, prof. Wiesław Ptak, przedstawiając sylwetkę uczonego, którą i tu po krótko przypomnimy.

Michał Heller urodził się 12 marca 1936 roku w Mościcach koło Tarnowa. Wojnę ro- dzina Hellerów spędziła na Syberii powraca- jąc do kraju dopiero w 1946 r.

W 1953 r. Michał Heller zdał maturę i wstąpił do Wyższego Seminarium Duchow- nego w Tarnowie na studia filozoficzne i teologiczne. Święcenia kapłańskie przyjął w 1959 r. W tym samym roku uzyskał stopień magistra teologii na Katolickim Uniwersyte- cie Lubelskim. Tamże, w 1966 r., doktoryzo- wał się na podstawie rozprawy z kosmologii relatywistycznej, w której zaproponował tzw. koncepcję seryjnych modeli Wszech- świata. Habilitował się również na KUL-u w

Lublinie w 1969 r. na podstawie rozprawy poświęconej zasadzie Macha w kosmologii relatywistycznej.

Od roku 1972 objął stanowisko docenta na Papieskim Wydziale Teologicznym w Krakowie, który powstał z dawnego Wydziału Teologii Uniwersytetu Jagiellońskiego i który następnie przekształcił się w Papieską Akademię Teologiczną w Krakowie.

W latach siedemdziesiątych współpracował czynnie i owocnie z Obserwatorium Astronomicznym UJ, zwłaszcza podczas obchodów 500 rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika i Nadzwyczajnego Kongresu Międzynarodowej Unii Astronomicznej, a także na Konwersatorium Pozagalaktycznym Obserwatorium, wiele następnie publikując w nowo założonym czasopiśmie naukowym UJ *Acta Cosmologica*.

W 1985 r. Michał Heller został profesorem nadzwyczajnym Papieskiej Akademii Teologicznej, a od 1990 – profesorem zwyczajnym i do dziś jest kierownikiem Katedry Filozofii Przyrody oraz Ośrodka Badań Interdyscyplinarnych na Wydziale Filozoficznym PAT w Krakowie. Równolegle wykłada filozofię przyrody w Instytucie Teologicznym w Tarnowie, którego w tym roku został rektorem.

Poczynając od 1981 r. został On członkiem stowarzyszonym Watykańskiego Obserwatorium Astronomicznego w Castel Gandolfo, a przed pięciu laty został wybrany członkiem zwyczajnym Papieskiej Akademii Nauk w Rzymie.

Na podstawie opinii i recenzji o dorobku naukowym i działalności ks. prof. dr hab. Michała Hellera – przedstawionych przez: Bp prof. Józefa Życińskiego z Papieskiej Akademii Teologicznej w Krakowie, prof. Andrzeja Staruszkiewicza z Instytutu Fizyki UJ w Krakowie i ks. prof. Zygmunta Hajduka z Wydziału Teologii

KUL w Lublinie – Senat AGH uchwałą z dnia 27.03.1996 r. “za ukazanie istotnych związków w ludzkiej kulturze pomiędzy racjonalnością typu naukowego a myślą teologiczną i wiarą, za osiągnięcia w kosmologii relatywistycznej i badaniu jej podstaw matematycznych oraz za osiągnięcia naukowo-filozoficzne i popularyzatorskie na najwyższym poziomie światowym humanistycznych wartości nauki” wystąpił o nadanie Mu tytułu *hdc* AGH. Promotorem w przewodzie doktorskim był zw. dr hab. inż. Zygmunt K o l e n d a, któremu też przypadł zaszczyt wygłoszenia laudacji na owym uroczystym posiedzeniu Senatu AGH. Po niej nastąpiło odczytanie uchwały Senatu i wręczenie dyplomu *doctora honoris causa* przez JM Rektora Akademii Górniczo-Hutniczej, prof. zw. dr hab. Mirosława H a n d k e g o. Uroczystość tę zaszczylił także swą obecnością Książd Kardynał Franciszek M a c h a r s k i.

Następnie – zgodnie z tradycją – nowo mianowany doktor honorowy wygłosił wspomniany już wykład okolicznościowy zatytułowany przewrotnie *Czy fizyka jest nauką humanistyczną?* w nawiązaniu klasycznego ujęcia zjawiska dwóch kultur: przyrodniczej i humanistycznej, zawartego w książce *Two Cultures* C.P. Snowa.

Bezpośrednio po uroczystości w Auli odbyła się część nieoficjalna, w trakcie której ks. prof. Michałowi Hellerowi odczytywano adresy od różnych instytucji naukowych i administracyjnych oraz składano serdeczne gratulacje.

Miłośnikom astronomii Michał Heller jest dobrze znany głównie dzięki Jego artykułom w *Uranii* oraz znakomitym książkom popularnonaukowym dotyczącym kosmologii, astronomii i filozofii przyrody – za które jesteśmy Mu bardzo wdzięczni.

T. Zbigniew Dworak

## PORADNIK OBSERWATORA

### “Rozkład jazdy” komety Hale’a-Boppa

Zainteresowanie “kometą stulecia” – jak niektórzy już dziś określają komety Hale’a – Boppa – wzrasta w miarę jej zbliżania się do Słońca. Ale w pełni chyba na to zasługuje, bo wprawdzie nie jest to jakiś dziewiczy obiekt, nie przychodzi do nas bezpośrednio z obłoku Oorta i najprawdopodobniej już kiedyś gościła na ziemskim niebie, gdyż okres jej obiegu wynosi około 2500 lat. Zapewne jednak nie sprawi nam zawodu, będzie przypuszczalnie wyjątkowo okazałym obiektem, może nawet najokazalszą kometą w tym stuleciu, a w każdym razie powinna być dobrze widoczna gołym okiem. Z kometami oczywiście nigdy nic nie wiadomo, uchodzą one przecież za najbardziej “kapryśne” ciała niebieskie i David Levy porównuje je do kotów, które – jak mówi – też mają ogony i robią tylko to, na co same mają ochotę. Są to mocne słowa, lecz – miejmy nadzieję – nie dotyczą komety Hale’a-Boppa, o czym zresztą w najbliższych miesiącach sami się przekonamy. Dotychczasowe zachowanie się komety świadczy raczej o trafności prognoz i dlatego warto zapoznać się choć pobieżnie z jej “rozkładem jazdy”:

**Grudzień 1996 r. – styczeń 1997 r.** – wprawdzie kometa wyraźnie zwiększa swą jasność, lecz od tarczy słonecznej dzieli ją zaledwie 40 minut łuku, toteż będzie trudna do obserwacji.

**Luty – początek marca 1997 r.** – kometa przechodzi przez gwiazdozbiory Orła, Łabędzia i Andromedy, ma być już dość jasnym obiektem, (ok. 1 mag.) lecz nie będzie zbyt łatwa do obserwacji z uwagi na zbyt niskie położenie względem horyzontu.

**9 marzec 1997 r.** – nastąpi całkowite zaćmienie Słońca widoczne z terytorium Mongolii i wschodniej Syberii, toteż w czasie

największej fazy tego zjawiska tamtejsi mieszkańcy winni dostrzec komety na tle dziennego nieba.

**23 marzec 1997 r.** – kometa zbliży się do Ziemi na odległość około 200 milionów kilometrów.

**Koniec marca – początek kwietnia 1997 r.** – kometa osiągnie największą jasność podczas tego powrotu (według najnowszych prognoz jej jasność maksymalna ma wahać się w granicach od 0 do -4 wielkości gwiazdowej).

**1 kwiecień 1997 r.** – kometa przechodzi przez peryhelium swej orbity i w tym czasie będzie oddalona od Słońca tylko o 0,914 j.a.

**23 marzec – 12 kwiecień 1997 r.** – kometa ma znajdować się około 20° nad południowo-zachodnim horyzontem i w tym okresie z naszych szerokości geograficznych winna być widoczna niemal przez całą noc.

**Koniec kwietnia – czerwiec 1997 r.** – kometa wolno wędruje na południe i stopniowo zmniejsza swą jasność.

**Lipiec – wrzesień 1997 r.** – kometa wyraźnie słabnie i można ją dostrzec jedynie pod koniec nocy, lecz przechodzi na południową półkulę nieba i w końcu staje się niedostępna do obserwacji dla mieszkańców północnej półkuli Ziemi.

*Stanisław R. Brzostkiewicz*

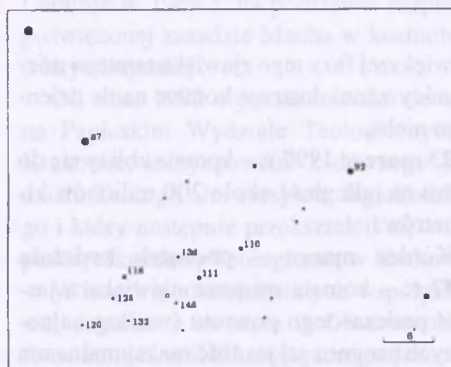
### Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych

TT Arietis (0101 + 14)

$\alpha = 2^{\text{h}}01^{\text{m}}.5$   $\delta = +14^{\circ}48'.2$  (1950)

A: 10m.2 – 14m.5 V Typ: Z Cam Sp. B

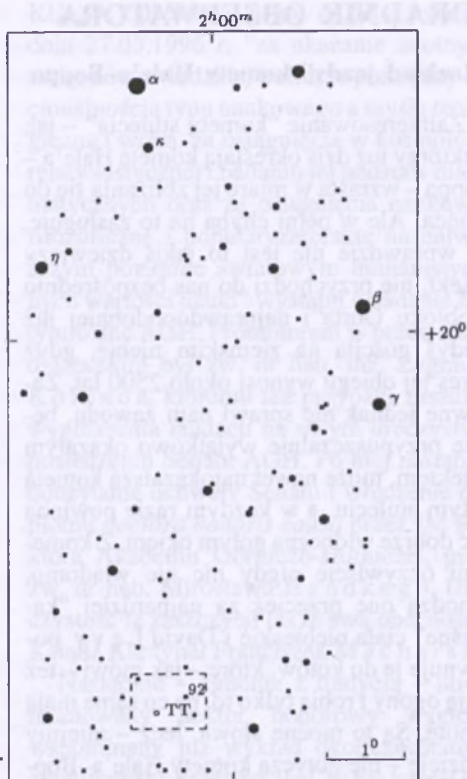
W gwiazdozbiornie Barana, osiem stopni na południe od alfy Barana (Hamal), leży jedna z jaśniejszych zmiennych kataklizmicznych – TT Arietis. Jasność gwiazdy zmienia się dosyć nieregularnie, najczęściej z amplitudą nieco przekraczającą jedną wielkość



TT Ari

gwiazdową. TT Ari jest układem podwójnym o okresie 3.3 godziny emitującym promieniowanie także w dziedzinie rentgenowskiej. W roku 1996 jej jasność wizualna utrzymywała się na poziomie około  $10.^m8$ . Najlepszym okresem do obserwacji tej gwiazdy są miesiące jesienno-zimowe.

Tomasz Krzyt



## NOWOŚCI WYDAWNICZE

### Monografia o zasadach kosmologicznych

Astronomia zajmuje się obserwowanymi ciałami niebieskimi, widzialną częścią Wszechświata. Kosmologia – całym Wszechświatem, a więc również jego obszarami leżącymi poza horyzontem kosmologicznym. Opis tych nieobserwowalnych bezpośrednio regionów wymaga ekstrapolacji, która nie jest bynajmniej zagadnieniem banalnym; wymaga pewnych dodatkowych założeń wynikających z ogólnego podejścia do zagadnień naukowych, a to się zmienia wraz z ogólną ewolucją filozoficznych poglądów na Wszechświat, na metody pracy naukowej... Te dodatkowe założenia zwane zasadami kosmologicznymi są podstawą współczesnych prac kosmologicznych, wiążą as-

tronomię z kosmologią. Najczęściej przyjmowaną zasadą jest założenie, że Wszechświat oglądamy z każdego miejsca i w każdym kierunku wygląda z grubsza tak samo. Nazywamy je *uogólnioną zasadą kosmologiczną Kopernika* lub *zasadą zwykłą*, albo *stałą*. Inną zasadą, ongiś również dość popularną jest zasada doskonała, zwana też *zasadą mocną*, na podłożu której zbudowano swojego czasu model Wszechświata stanu stacjonarnego (steady state). Inne, mniej znane zasady można znaleźć w poszczególnych pracach kosmologicznych i historycznych.

Przeważnie nie zdajemy sobie sprawy z wielości zasad kosmologicznych, a w literaturze światowej nie było dotąd dzieła im poświęconem. Napisana w języku angielskim

skim książka Konrada Rudnickiego\* jest więc pierwszą monografią w literaturze światowej poświęconą temu zagadnieniu i prezentuje około trzydziestu różnych zasad kosmologicznych, zarówno używanych w pracach współczesnych, jak i mających znaczenie historyczne. Najważniejszymi trzem zasadom współczesnym, mianowicie *uogólnionej zasadzie kopernikowskiej*, *zasadzie doskonałej* oraz *zasadzie antropicznej* poświęcone są oddzielne rozdziały. Podobnie szeroko zostały omówione trzy zasady historyczne: *prahinduska*, *antyczna* (ta odnosząca się do systemu świata Ptolemeusza) i *oryginalna zasada Kopernika*. Pozostałe omówione są szkicowo, krótko, odpowiednio do wagi, jaką zajmują lub zajmowały w kosmologii.

Już samo sporządzenie katalogu kilkudziesięciu zasad kosmologicznych, z dyskusją ich właściwości i podaniem przykładów modeli kosmologicznych na nich opartych, byłoby istotnym wkładem do kosmologii. Rudnicki nie poprzestaje jednak na tym. W książce są omówione szeroko cechy kulturowe poszczególnych epok, wynikające z nich przekonania filozoficzne, z których się rodzą ogólne poglądy na Wszechświat, będące właśnie zasadami kosmologicznymi. Omawia się też ograniczenia możliwych modeli kosmologicznych opartych o poszczególne zasady. Te rozważania z wnioskami dotyczącymi wpływu panujących światopoglądów i wyobrażeń na wyniki badań naukowych są niezależnym, ciekawym wątkiem książki.

Na końcu książki Rudnickiego znajdujemy rozważania na temat możliwości uprawiania kosmologii bez opierania się o zasady kosmologiczne, jak również krótki rozdział – przypis o tak zwanym goetheanistycznym, „bezzałożeniowym” podejściu do

problemów naukowych. Rozwinął je w połowie obecnego stulecia znany astrofizyk szwajcarsko-amerykański Fritz Zwicky i jest ono stosowane w pewnych kręgach badaczy. Odnośnie tej części pozostaje w pewnej rezerwie, bowiem wyznają pogląd odmienny, w którym *naukowy* opis świata nie jest w ogóle możliwy bez założeń. Minimalnie konieczne założenia nazywam metafizyką szczegółową. Mimo to i ten rozdział jest wart przeczytania i przedyskutowania.

Książka zawiera wiele nowych wniosków i przemyśleń autora i pobudza do własnych rozważań, które mogą być płodne zarówno dla badacza – kosmologa, jak i dla kogoś, kto tylko jako widz pragnie zrozumieć, co się dzieje we współczesnej kosmologii. Książka nie tylko skierowana jest do kosmologów uprawiających fizykę kosmosu i zajmujących się astronomią pozagalaktyczną, lecz także do kosmologów – filozofów, których tradycyjnym przedmiotem badań jest teoria bytu.

Dużym walorem książki Rudnickiego jest to, że mimo ścisłej treści, została ona napisana tak, aby mogła być czytana również przez humanistów. Gdzie trzeba, autor daje odsyłacze do prac oryginalnych, nigdzie jednak nie wypisuje wzorów matematycznych, a tam gdzie musi użyć mniej znanych wyrażeń specjalistycznych, przybliży ich sens wyrażeniami mowy potocznej. Książkę można więc polecić zarówno filozofom przyrody, metodologom nauki jak i miłośnikom astronomii znającym język angielski. Wydanie książki w tym właśnie języku jest zrozumiałe, gdyż z monografii będą na pewno korzystać przede wszystkim osoby nie znające języka polskiego. Ale chyba warto by pomyśleć w przyszłości o przetłumaczeniu książki również na język polski.

Teresa Grabińska

\* Konrad Rudnicki *The cosmological principles*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1995, stron 136.

## ELEMENTARZ URANII

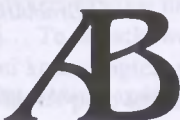
### Komety

Obecnie sądzi się, że komety są tymi resztkami tworzywa, z którego ponad cztery i pół miliarda lat temu powstał Układ Słoneczny, które uformowały się w obszarze kondensacji planet zewnętrznych i zostały odrzucone w odległe od Słońca rejony tworząc dziś tzw. obłok (chmurę) Oorta, oraz które są pozostałościami zewnętrznego skraju dysku protoplanetarnego i tworzą dziś tzw. pas Kuipera. Obłok Oorta, sferycznie okalający Słońce w odległościach do około 150 tys. j.a., jest tworem czysto hipotetycznym, podczas gdy istnienie pasa Kuipera, rozciągającego się od odległości mniej więcej 35 j.a. od Słońca, zostało ostatnio potwierdzone obserwacyjnie odkryciami już ponad 40 obiektów transneptunowych. Ocenia się, że obłok Oorta zawiera od  $10^{12}$  do  $10^{13}$  obiektów o łącznej masie około 10 mas Ziemi, a liczebność i masa pasa Kuipera są mniej więcej o rząd wielkości większe.

Powstając na ogół w temperaturach poniżej 100 K obiekty pasa Kuipera i obłoku Oorta są zbudowane głównie z zamrożonych gazów z dodatkiem substancji nielotnych złożonych przede wszystkim z tych pierwiastków, które najobficiej występowały w dysku protoplanetarnym (H-wodór, O-tlen, C-węgiel, N-azot oraz w znacznie mniejszych ilościach: Si-krzem, S-siarka, Fe-żelazo, Na-sód, Al-glin i inne). Działające na te obiekty różne siły (np. wpływy grawitacyjne gwiazd lub masywnych obłoków materii międzygwiazdowej przechodzących blisko Słońca oraz oddziaływania pływowe Galaktyki w przypadku obiektów obłoku Oorta oraz wie-

kowe perturbacje planetarne i wzajemne zderzenia w przypadku obiektów pasa Kuipera) powodują, że niektóre z nich tak zmieniają swe prędkości i kierunki ruchu, że mogą się znaleźć w pobliżu Słońca. W miarę zbliżania się do niego są coraz silniej ogrzewane, co powoduje uwalnianie się gazów i pyłu z ich powierzchni. Wokół takiego obiektu tworzy się więc coraz większa chmura gazowo-pyłowa, z której promieniowanie Słońce powoduje wypływ strug materii. Dzięki rozproszeniu w niej światła słonecznego można czasem z Ziemi dostrzec na ciemnym tle nocnego nieba taki niezwykle twój przypominający wyglądem zamgloną gwiazdę z warkoczem; już starożytni Grecy nazwali to zjawisko kometa.

Do dziś zarejestrowano ponad 1500 pojawień się komet, które dotyczyły około 900 indywidualnych obiektów. Około 200 z nich to tzw. komety okresowe, które okrążają Słońce po torach eliptycznych wykonując jeden obieg w czasie krótszym niż (umownie) 200 lat; były lub mogą więc być obserwowane w kilku pojawieniach. Pozostałe to tzw. komety jednopojawieniowe, które poruszają się po torach w kształcie bądź to bardzo silnie spłaszczonej i wydłużonej elipsy bądź też hiperboli; mimośrody ich orbit są bliskie jedności. Orbity komet okresowych są na ogół położone w płaszczyznach nachylonych pod niewielkimi kątami do płaszczyzny ekliptyki (czyli płaszczyzny ruchu Ziemi wokół Słońca). Orbity komet jednopojawieniowych są natomiast dowolnie zorientowane w przestrzeni. Prowadzi to m.in. do wniosku, że źródłem komet okresowych mo-



**ASTRO-BIT**

Ireneusz Włodarczyk  
ul. Rewolucjonistów 15/13  
42-500 BĘDZIN

Programy komputerowe, algorytmy, katalogi  
i inne materiały astronomiczne  
KUPNO - SPRZEDAŻ

że być pas Kuipera, a jednopojawieniowych – obłok Oorta. Mechanizmy transportu komet z tych ich zbiorowisk do wnętrza Układu Słonecznego nie są jeszcze dobrze znane, ale wiadomo, że istotną rolę odgrywają tu oddziaływania grawitacyjne planet, które mogą zmieniać – czasem nawet dość znacznie – tory, po których poruszają się komety.

Jądra komet są bryłami o nieregularnych kształtach, które mają rozmiary rzędu kilku kilometrów i stanowią konglomerat lodów przede wszystkim wody (ocenia się, że od 50% do 80%), a także tlenku i dwutlenku węgla, metanu i amoniaku oraz cząstek krzemianów i metali. Gęstość materii jąder kometarnych jest prawdopodobnie wyraźnie mniejsza od gęstości wody, co wydaje się wskazywać na ich porowatą strukturę. Gdy taki obiekt znajdzie się w odległości kilku j.a. od Słońca rozpoczyna się sublimacja lodów z jego powierzchni (czyli bezpośrednie przejście ze stanu stałego do gazowego). Wyzwalane gazy porywają ze sobą cząstki pyłu i w ten sposób wokół jądra zaczyna tworzyć się otoczka gazowo-pyłowa zwana komą. Jądro i koma tworzą razem tzw. głowę komety, której rozmiary mogą dochodzić nawet do kilkuset tysięcy kilometrów. Sublimacja lodów wody, a następnie rozpad powstałych molekuł wskutek zderzeń (w pobliżu jądra) oraz pod wpływem promieniowania słonecznego (w bardziej zewnętrznych częściach komy) prowadzi do powstania wielu atomów wodoru, które rozprzestrzeniają się wokół komety tworząc ogromny obłok wodorowy o promieniu sięgającym nawet kilkudziesięciu milionów kilometrów. Gazy i pyły uwalniane z jądra są początkowo skierowane głównie ku Słońcu. Ale ciśnienie jego promieniowania oraz wiatr słoneczny (strumień naładowanych cząstek stale wypływających ze Słońca z prędkościami kilkuset km/s) jak gdyby zdmuchują część materii komy w kierunku

przeciwnym tworząc w ten sposób tzw. warkocz komety. Długości warkoczy kometarnych mogą dochodzić nawet do kilkuset milionów kilometrów, a średnia gęstość ich materii jest rzędu zaledwie 10 cząstek na  $\text{cm}^3$ .

Bombardowanie przez wiatr słoneczny cząsteczek gazu neutralnego w zewnętrznych warstwach głowy komety powoduje ich jonizację (głównym źródłem jonizacji gazu w wewnętrznych obszarach komy jest natomiast nadfioletowe promieniowanie Słońca). Lekkie molekuly zjonizowane są unoszone przez wiatr słoneczny i związane z nim pole magnetyczne tworząc wąski i prosto, radialnie skierowany od Słońca warkocz zwany jonowym lub plazmowym. Złożenie się prędkości wynikających z ruchu komety wokół Słońca i ze skierowanego od Słońca działania ciśnienia promieniowania na cząstki pyłu o różnych rozmiarach i masach, powoduje wachlarzowate rozproszenie i niewielkie zakrzywienie warkocza pyłowego w kierunku przeciwnym do ruchu komety.

Spotkanie plazmy kometarnej z plazmą wiatru słonecznego charakteryzują dwie podstawowe granice okalające od strony Słońca jądro komety. Pierwszą jest fala uderzeniowa, poza którą porusza się niezakłócona plazma wiatru słonecznego. Wewnątrz drugiej, zwanej powierzchnią kontaktową lub jonopauzą, która rozprzestrzenia się znacznie bliżej jądra niż fala uderzeniowa, znajduje się jedynie plazma kometarna. Przestrzeń między nimi wypełniona jest mieszaniną jonów kometarnych i pochodzących ze Słońca.

Większe cząstki pyłu oraz różne grudki materii, odkruszone od jądra komety podczas jej aktywności, zostają rozproszone wzdłuż orbity komety tworząc w przestrzeni tzw. strumień meteoroidów. Gdy orbita strumienia przecina się z orbitą Ziemi to wpadające do atmosfery ziemskiej meteoroidy

tworzą zjawisko meteoru. Dotychczas zdołano zidentyfikować strumienie około 10 komet okresowych. Jednak wśród znalezionych na Ziemi meteoroidów żaden nie wydaje się być pochodzenia kometarnego.

Zanik aktywności komety okresowej następuje wtedy gdy w jej jądrze wyczerpią się materiały lotne lub gdy całą powierzchnię jądra pokryje warstwa materii nielotnej. Przypuszcza się, że być może nawet połowa tzw. planetoid bliskich Ziemi stanowi takie wygasłe jądra komet. Kres życia komety może też nastąpić poprzez rozpad jej jądra, zderzenie z jakimś ciałem układu planetarnego, a także spadek na Słońce. Wszystkie takie wydarzenia były już obserwowane; spektakularnym przykładem było zderzenie komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem w 1994 roku.

Najbardziej znaną kometą jest kometa Halleya, która obiega Słońce średnio co 76 lat. Pierwsze jej udokumentowane obserwacje pochodzą z roku 240 przed Chr.; odtąd była już obserwowana we wszystkich 30 pojawieniach się. Podczas ostatniego powrotu do Słońca w 1986 roku była badana m.in. za pomocą sond kosmicznych, co ogromnie wzbogaciło wiedzę o kometach. Obecnie co roku odkrywa się kilkanaście, a może nawet kilkadziesiąt nowych komet. Wszystkie są pilnie śledzone przez profesjonalistów i miłośników astronomii nie tylko ze względu na niezwykłość swego wyglądu, ale przede wszystkim dlatego, że kryją w sobie wiele informacji o powstaniu i ewolucji naszego Układu Słonecznego.

KZ

## KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

### Styczeń 1997

W 1997 roku wystąpią dwa zaćmienia Słońca: całkowite 9 marca i częściowe 2 września, obydwie niewidoczne w Polsce, a także dwa zaćmienia Księżyca: częściowe 24 marca i całkowite 16 września, obydwie widoczne w Polsce.

W tym roku tarcza Księżyca pięciokrotnie zakryje najjaśniejszą gwiazdę w gwiazdozbiorze Byka, Aldebarana. 12 listopada dojdzie do zakrycia przez Księżyc planety Saturn, widocznego w Polsce.

W 1997 roku do Słońca zbliży się 10 znanych komet krótkookresowych, lecz wszystkie będą widoczne jedynie przez teleskopy. Gołym okiem powinna natomiast być widoczna kometa C/1995 O1 (Hale-Bopp), która pod koniec marca może osiągnąć zerową wielkość gwiazdową.

#### Słońce

Ziemia w swym ruchu po orbicie około słonecznej znajdzie się 2 stycznia najbliżej

Słońca, a zatem Słońce będzie wtedy w perygeum w odległości około 147 mln km. Dni stają się coraz dłuższe. W Warszawie 1 stycznia Słońce wschodzi o 7<sup>h</sup>45<sup>m</sup>, zachodzi o 15<sup>h</sup>34<sup>m</sup>, a 31 stycznia wschodzi o 7<sup>h</sup>18<sup>m</sup>, zachodzi o 16<sup>h</sup>21<sup>m</sup>. W styczniu Słońce wstępuje w znak Wodnika.

#### Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie stycznia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: now 9<sup>d</sup>5<sup>h</sup>, pierwsza kwadra 15<sup>d</sup>21<sup>h</sup>, pełnia 23<sup>d</sup>16<sup>h</sup>, ostatnia kwadra 31<sup>d</sup>21<sup>h</sup>. W perygeum Księżyc znajdzie się 10 stycznia, a w apogeum 25 stycznia.

#### Planety i planetoidy

W ostatniej dekadzie stycznia nad ranem, nisko nad wschodnim horyzontem możemy próbować odnaleźć Merkurego około zerowej wielkości, w swojej maksymalnej

Dane dla obserwatorów Słońca  
(na 1<sup>h</sup> czasu środk.-europ.)

Data 1997	$P$ [°]	$B_0$ [°]	$L_0$ [°]
1 1	2.02	-3.04	60.73
3	1.05	-3.27	34.39
5	0.08	-3.50	8.05
7	-0.89	-3.73	341.71
9	-1.85	-3.95	315.39
11	-2.81	-4.16	289.05
13	-3.76	-4.37	262.71
15	-4.70	-4.57	236.38
17	-5.63	-4.77	210.04
19	-6.56	-4.96	183.71
21	-7.46	-5.14	157.37
23	-8.36	-5.32	131.04
25	-9.24	-5.49	104.70
27	-10.11	-5.66	78.37
29	-10.96	-5.81	52.04
31	-11.79	-5.96	25.70

$P$  – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;  $B_0$ ,  $L_0$  – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy; 5<sup>d</sup>15<sup>h</sup>40<sup>m</sup> – heliograficzna długość środka tarczy

elongacji od Słońca. Także rano nisko nad wschodnim horyzontem widoczna jest *Wenus*, jako obiekt – 4 wielkości, zbliżająca się do koniunktacji ze Słońcem. W drugiej połowie nocy w gwiazdozbiornie Panny widoczny jest *Mars* jako gwiazda około zerowej wielkości. Jasność *Marsa* w ciągu miesiąca szybko rośnie w związku ze zbliżającą się marcową opozycją. W pierwszej połowie nocy można obserwować *Saturna* jako gwiazdę pierwszej wielkości na granicy gwiazdozbiornie Wieloryba i Ryb. Pozostałe planety przebywają na niebie zbyt blisko Słońca i są niewidoczne.

W styczniu możemy obserwować planetoidę (3)Juno, jako obiekt 9 wielkości poruszający się na granicy gwiazdozbiornie Wieloryba i Ryb.

Niewątpliwą atrakcją styczniowego nieba będzie kometa Hale-Boppa. Kometa będzie

się wznosić coraz wyżej nad wschodnim horyzontem jako rozmyty obiekt o jasności 2-3<sup>m</sup>

### Meteory

W dniach od 1 do 5 stycznia promieniują *Kwadrantydy*. Maksimum aktywności spodziewane jest 4 stycznia. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiornie Smoka i ma współrzędne rekt. 15<sup>h</sup>28<sup>m</sup>, dekl.+50. Nazwa roju pochodzi od nieistniejącego już na dzisiejszych mapach gwiazdozbiornie *Quadrans Muralis*, umieszczonego w początkach XIX w. na granicy gwiazdozbiornie Smoka, Herkulesa i Wolarza. Warunki obserwacji w tym roku są dobre w związku z Księżycem zbliżającym się do nowiu.

\* \* \*

- 1<sup>d</sup>5<sup>h</sup> Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 3°.
- 2<sup>d</sup>0<sup>h</sup> Ziemia w peryhelium na swej okołosłonecznej orbicie w odl. 147 mln km od Słońca.
- 2<sup>d</sup>2<sup>h</sup> Merkury w dolnym złączeniu ze Słońcem.
- 7<sup>d</sup>17<sup>h</sup> Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 5°.
- 8<sup>d</sup>7<sup>h</sup> Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 2°.
- 12<sup>d</sup>13<sup>h</sup> Złączenie Merkurego z Wenus w odl. 3°.
- 12<sup>d</sup>21<sup>h</sup> Merkury nieruchomy w rektascencji.
- 14<sup>d</sup>6<sup>h</sup> Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 2°.
- 16<sup>d</sup>9<sup>h</sup> Neptun w złączeniu ze Słońcem.
- 19<sup>d</sup>23<sup>h</sup> Jowisz w złączeniu ze Słońcem.
- 20<sup>d</sup>1<sup>h</sup>43<sup>m</sup> Słońce wstępuje w znak Wodnika, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 300°.
- 24<sup>d</sup>6<sup>h</sup> Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca w odl. 24°.
- 26<sup>d</sup>4<sup>h</sup> Uran w złączeniu ze Słońcem.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Opracował T. Ścieżor

## CONTENTS

S.R. Brzostkiewicz	
Atmospheres of planets (I)	258
K. Rudnicki	
Pre-hindi view of the Universe	267
Chronicle:	
Traces of life on Mars	271
First encounter of Galileo with the Galilean satellites	274
C/1995 O1 Hale-Bopp	277
Professor Rev. Michał Heller honoured with the honorary doctorate at the Metallurgical and Mining Academy in Cracow	279
Vade-mecum for Observers	281
New books	282
Astronomy Primer	284
Astronomical Calendar	286

## СОДЕРЖАНИЕ

С.Р. Бжосткевич	
Атмосферы планет и спутников (I)	258
К. Рудницки	
Праиндусские бзгяды на Вселенную	267
Хроника	
Следы жизни на Марсе	271
Первое сближение зонда Галилео к галилеутовым спутником Юпитера	274
C/1995 O1 Hall-Bopp	277
Проф. М. Хеллер доктором <i>honoris causa</i> Горной и Металлургической Академии в Кракове	279
Справочник наблюдателя	281
Издательские новости	282
Вукварь Урании	284
Астрономический календарь	286

## OBJAŚNIENIA ZDJĘĆ NA OKŁADCE:

**Pierwsza strona okładki:** Zdjęcie Ganimedesa, największego satelity Jowisza, wykonane 8 lipca 1979 roku za pomocą sondy kosmicznej Voyager 2 (patrz **Kronika**). Fot. NASA.

**Druga strona okładki:** Mozaika zdjęć fragmentu terytorium Uruk Sulcus na powierzchni Ganimedesa wykonanych za pomocą sondy Galileo 27 czerwca 1996 r. z odległości 7448 km nałożonych na zdjęcie tego samego terenu wykonane za pomocą Voyagera 2 w 1979 r.; obejmuje obszar o rozmiarach 110 × 120 km (fot. NASA).

**Trzecia strona okładki:** Zdjęcie fragmentu terytorium Galileo Regio na powierzchni Ganimedesa wykonane za pomocą sondy Galileo 27 czerwca 1996 roku z odległości 7563 km; obejmuje obszar o rozmiarach 46 × 64 km (fot. NASA).

**Czwarta strona okładki:** Powiększenie mikroskopowe kolistych minerałów charakterystycznych dla aktywności biologicznej znalezionych w meteorycie marsjańskim ALH84001 (patrz **Kronika**). Fot. NASA.

## OGŁOSZENIA ZARZĄDU GŁÓWNEGO PTMA

Ukazała się książka Tomasza Krzyta *Poradnik obserwatora gwiazd zmiennych*, Biblioteka Uranii nr 11 – wysyłamy za 8,00 zł. *Kalendarz astronomiczny na 1997 rok*, Biblioteka Uranii nr 15 – wysyłamy za 10 zł. Pieniądze prosimy wysłać przekazem pocztowym. **Nie przyjmujemy wpłat na PKO.** Warunki całorocznej prenumeratury na rok 1997 na załączonej ulotce.

URANIA – Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium: Krzysztof Ziolkowski – redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska – sekretarz redakcji. Adres redakcji: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres wydawcy: Zarząd Główny PTMA, ul. św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Koszt wytworzenia tego zeszytu 3,90 zł. *Uranie* rozprowadza się w ramach składki członkowskiej; w 1996 roku 42 zł (zniżka 36 zł). Cena poza PTMA 3,90 zł (39 000 starych złotych). Nr indeksu 380016.

