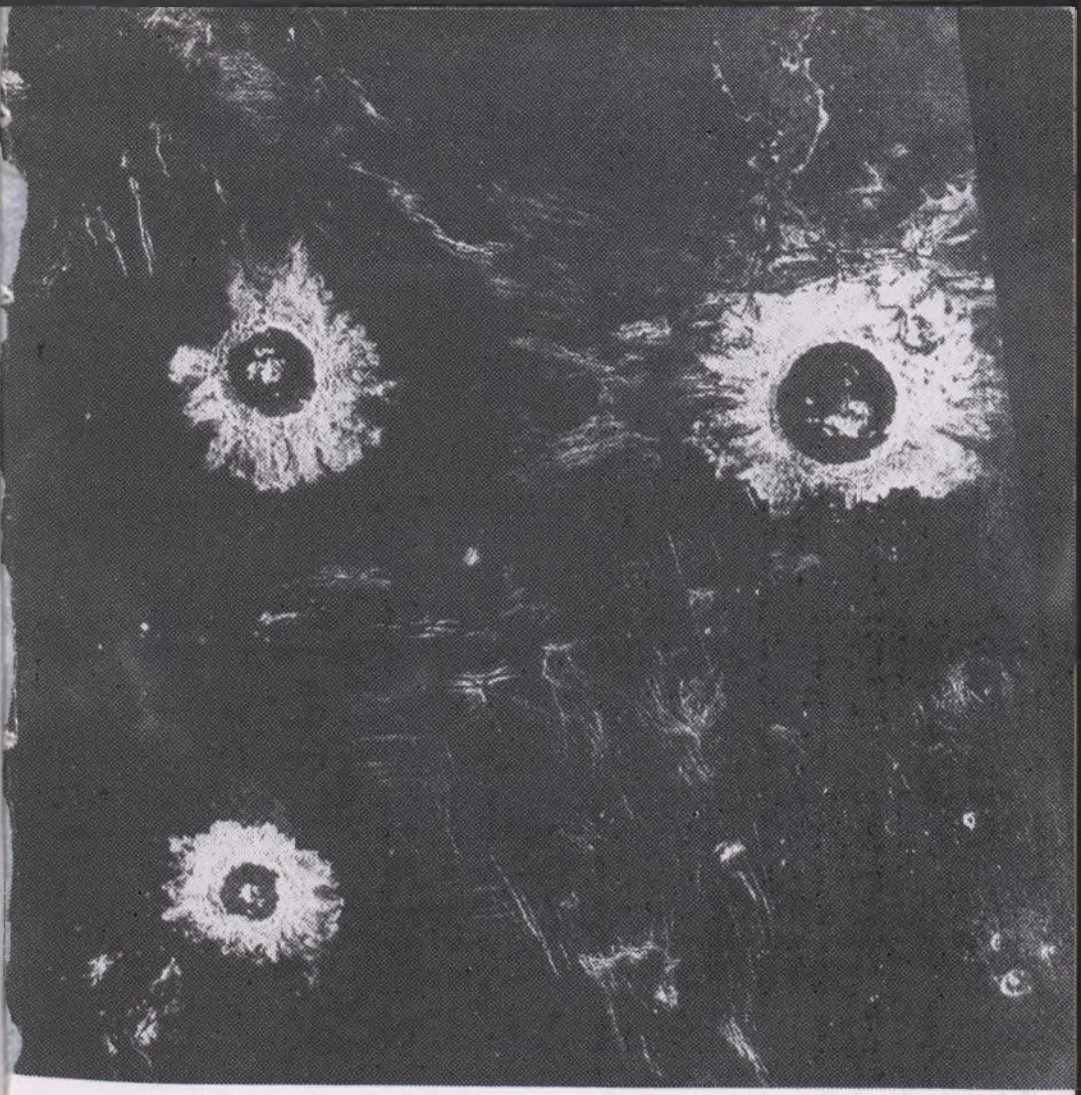
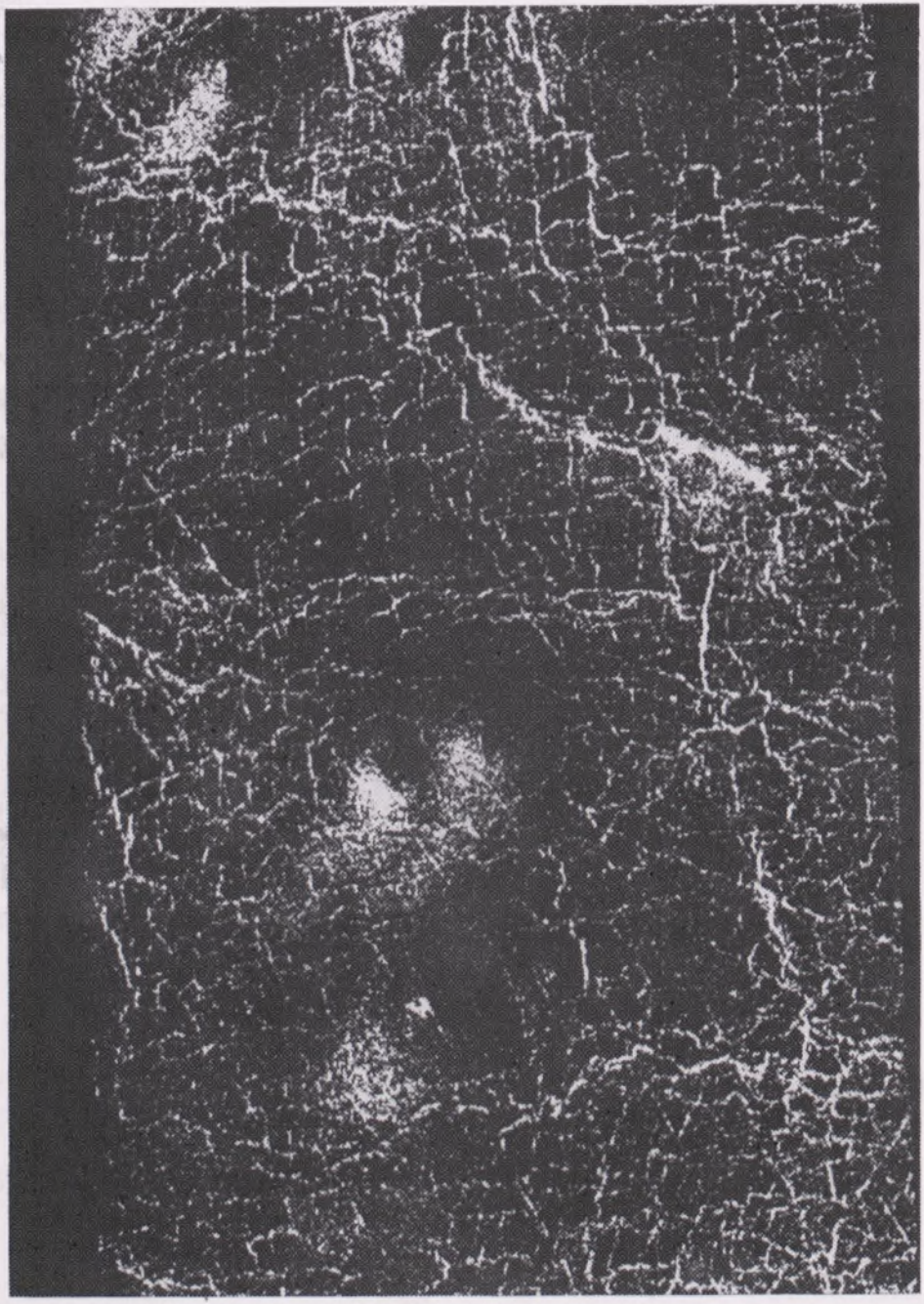


URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXII MAJ 1991 NR 5 (592)



PL ISSN 0042-07-94

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXII MAJ 1991 Nr 5 (592)

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

SPIS TREŚCI

Stanisław R. Brzostkiewicz — Pierwsze wyniki misji Magellan (130).

Marek Zawilski — Historyczne obserwacje zjawisk zaćmieniowych (IX). Obserwacje polskie (134).

Kronika: Czy jesteśmy sami? (146).

Kącik Olimpijczyka: Synteza helu we wczesnym Wszechświecie (150).

Obserwacje: Komunikat nr 12/1990 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA ((156) — Obozy astronomiczne we Fromborku (156).

Nowości Wydawnicze: *R. Kerrod* — Gwiazdy i galaktyki (157).

Z korespondencji (157).

Kalendarzyk Astronomiczny (158).

W tym miesiącu sonda kosmiczna Magellan zakończy główną część swojej misji. Jej wynikiem będą obrazy radarowe co najmniej 82% powierzchni Wenus, wykonane podczas prawie 2000 okrążeń palnety po orbicie biegunowej w czasie mniej więcej jednej doby wenusjańskiej. Przypomnijmy, że Magellan wystrzelony został z Ziemi 5 maja 1989 r., a od 10 sierpnia 1990 r. jest sztucznym satelitą Wenus. Według słów jednego z kierowników naukowych programu sonda ta może być uważana za prototyp międzyplanetarnych robotów przyszłości: ocenia się, że do marca tego roku przekazała na Ziemię tak wielką ilość danych, że można ją porównać z sumą informacji uzyskanych za pomocą wszystkich obiektów amerykańskich misji Voyager, Viking i Mariner razem wziętych. Ukazane na okładce niniejszego numeru pierwsze wyniki tego niezwykłego przedsięwzięcia omawia Stanisław R. BRZOSTKIEWICZ we wstępnym artykule. Jego lekturę warto poprzedzić przypomnieniem sobie ogólnych wiadomości o misji Magellan zawartych w nr 11/1989.

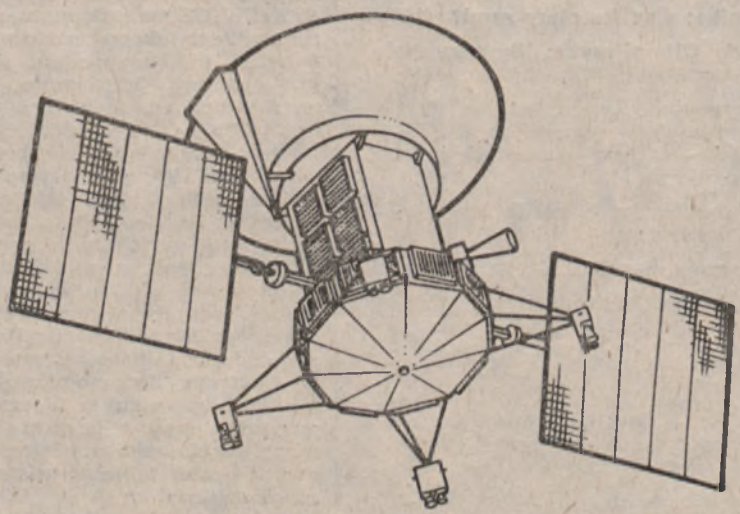
Przeciwwagą dla łatwych w odbiorze tekstów pierwszej połowy tego zeszytu jest zadanie w **Kąciku Olimpijczyka**, *które — podobnie jak opublikowane już w nr 12/1990 — otrzymali do rozwiązania stypendyści Krajowego Funduszu na Rzecz Dzieci odbywający trzydniowe warsztaty w Centrum Astronomicznym im. M. Kopernika w Warszawie. Będziemy wdzięczni za uwagi o celowości zamieszczania w* **Uranii** *takich trudniejszych materiałów.*

Ilustracje na okładce są obrazami powierzchni Wenus przekazywanymi przez sondę kosmiczną Magellan w jesieni 1990 r. Szczegółowe ich omówienie zawiera wstępny artykuł S. R. Brzostkiewicza.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ — Dąbrowa Górnicza

PIERWSZE WYNIKI MISJI MAGELLAN

Współczesny popularyzator astronomii ma o wiele łatwiejsze zadanie od swych poprzedników sprzed wieku. W każdym razie na brak interesujących tematów nie może narzekać, gdyż te pojawiają się niczym „grzyby po deszczu", w czym szczególnie dużą zasługę ma astronautyka. Dotyczy to zwłaszcza astronomii Układu Słonecznego, bo to głównie dzięki badaniom astronautycznym coraz więcej wiemy o naturze bliższych i dalszych planet, o obiegających je księżycach i o ich rzeczywistej liczbie. Niedawno na przykład wielu nadzwyczaj ciekawych informacji o odległym układzie Neptuna dostarczyła nam aparatura zainstalowana na pokładzie sondy Voyager-2, obecnie zaś możemy podziwiać rewelacyjne obrazy radarowe różnych utworów topograficznych Wenus, dokoła której od 10 sierpnia 1990 roku krąży amerykańska sonda kosmiczna Magellan. Obrazy te mają posłużyć do opracowania dokładnej mapy planety (przekazane do końca stycznia 1991 roku przez sondę obrazy radarowe pokrywają już więcej niż połowę globu wenusjańskiego).



Rys. 1. Schemat sondy Magellan.

Nowe obrazy radarowe niektórych utworów topograficznych Wenus zostały po raz pierwszy zaprezentowane 25 września 1990 roku na konferencji prasowej zorganizowanej przez kierownictwo Laboratorium Npędu Odrzutowego (Jet Propulsion Laboratory) w Pasadenie. Na obrazach tych, obejmujących wtedy zaledwie 1,5% ogólnej powierzchni planety, widać szczegóły o średnicy 120 metrów. Dla porównania warto przypomnieć, że za najlepsze dotąd uchodziły obrazy radarowe otrzymane zarówno za pomocą olbrzymiego radioteleskopu w Arecibo (Puerto Rico), jak też przekazane przez radzieckie sondy kosmiczne Wenera-15 i Wenera-16. Są one jednak dużo gorszej jakości i przede wszystkim mają prawie dziesięciokrotnie mniejszą zdolność rozdzielczą. Doskonale ilustruje to zaprezentowany na wspomnianej konferencji „fotomontaż", na którym przedstawiono wenusjański krater Golubkiny (nosi on nazwisko żyjącej w latach 1864—1927 rosyjskiej rzeźbiarki Anny Golubkiny). Dolna, lewa część owego fotomontażu przedstawia obraz uzyskany w roku 1980 za pomocą sondy Wenera, natomiast górną, prawą jego część tworzy obraz przekazany w roku 1990 przez aparaturę sondy Magellan. Ta część zawiera całe bogactwo szczegółów i jednocześnie definitywnie przekonuje nas o tym, iż leżący w podbiegunowych okolicach Wenus krater Golubkiny (współrzędne afrodytograficzne: 60,5° szerokości północnej i 286,5° długości wschodniej) jest tworem uderzeniowym, powstałym w wyniku upadku olbrzymiego meteorytu. Wyraźnie widać to zwłaszcza na wytworzonym za pomocą komputera „trójwymiarowym", perspektywicznym obrazie krateru, przypominającego do złudzenia krater Ciołkowskiego na odwrotnej stronie Księżyca. Wprawdzie krater Golubiny ma tylko 34 km średnicy (średnica wymienionego krateru księżycowego wynosi aż 240 km), to jednak on także posiada wyraźnie tarasowaty wał górski, otaczający ciemniejsze i gładkie dno, pośrodku którego wznosi się okazały masyw górski. To także przemawia za meteorytowym pochodzeniem opisanej struktury topograficznej Wenus.

Podobne, wielokilometrowe kratery meteorytowe nie należą na Wenus do rzadkości. Dowodzi tego chociażby przekazany przez aparaturę radarową Magellana obraz Równiny Lawinii (Lavinia Planitia), a ściślej mówiąc — północna część tej krainy (współrzędne afrodytograficzne środka omawianego obrazu: 27° szerokości południowej i 339° długości wschodniej, pierwsza strona okładki), gdzie znajdują się trzy okazałe, bezimienne na razie kratery meteorytowe (ich średnice mie-

rzą od 37 do 50 km). Brak tu natomiast — podobnie jak i w innych rejonach planety — mniejszych utworów tego typu, gdyż — jak się przynajmniej dziś tłumaczy — małe meteoryty nie mają tyle siły, aby przebić grubą i gęstą atmosferę Wenus. Atmosfera ta — zdaniem niektórych uczonych — powstała około 400 — 800 milionów lat temu w następstwie wzmożonej aktywności wulkanicznej, która być może jeszcze nie wygasła i przypuszczalnie do dziś utrzymuje się na dość wysokim poziomie. Zdają się o tym świadczyć liczne struktury topograficzne odkryte na powierzchni Wenus zarówno przez dawniejsze sondy kosmiczne, jak i przez aparaturę Magellana. Wystarczy dokładniej przyjrzeć się opisanemu wyżej obrazowi Równiny Lawinii, by w południowo-wschodniej części tej krainy (prawy, dolny róg obrazu) dostrzec liczne kopuły, z wyglądu do złudzenia przypominające ziemskie wulkany tarczowe. Te wenusjańskie mają od 1 do 12 km średnicy i typowe dla takich struktur „jamki" centralne.

Podobne struktury topograficzne odkryto na pograniczu Równiny Guinewry (Guinevere Planitia) a Krainą Eistly (Eistla Regio). Otrzymany za pomocą sondy Magellan obraz pokrywa obszar o rozmiarach 75 × 45 km (współrzędne afrodytograficzne środka obrazu: 25° szerokości północnej i 330,6° długości wschodniej), na którym znajduje się co najmniej tuzin tego typu struktur topograficznych (druga strona okładki). Ta okolica Wenus jest interesująca i z tego powodu, że pokrywa ją zawiła sieć „nitkowych" struktur, z „lotu ptaka" wyglądających niczym ogromna sieć pajęcza. O naturze tych przedziwnych tworów topograficznych na razie nie potrafimy nic pewnego powiedzieć nie mówiąc już o mechanizmie ich powstawania. Można jednak przyjąć, że mamy tu do czynienia z wylewem dużej ilości magmy, która po zastygnięciu popękała na skutek zapadnięcia się terenu. W tym przypadku tajemniczą „sieć pajęczą" tworzyłyby urwiska skalne, jaśniejsze od strony południowo-zachodniej, gdyż przypuszczalnie te ich fragmenty — podobnie jak południowo-zachodnie zbocza występujących tu kopuł wulkanicznych — nie są pokryte pyłem wulkanicznym, bo mógł on zostać „zdmuchnięty" przez wiatr wiejący od strony północno-wschodniej. Dziś oczywiście za wcześnie jeszcze na to, aby zdecydowanie opowiadać się za powyższą hipotezą. Po wnikliwej analizie obrazów otrzymanych za pomocą sondy Magellan może się przecież okazać, że zupełnie inny proces jest odpowiedzialny za powstanie tak interesujących tworów topograficznych. Ale zapewne dużo wię-

cej trudności przysporzy planetologom faktura powierzchni krainy leżącej na południe od Płaskowyżu Lakszmi (Lakshmi Planum), ściślej zaś mówiąc — pomiędzy Równiną Guinewry a Równiną Sedny (współrzędne afrodytograficzne środka obrazu omawianej tu krainy: 30° szerokości północnej i 333,3° długości wschodniej) (trzecia strona okładki). Widać tu dwie serie równoległych względem siebie tworów liniowych, przecinających się niemal dokładnie pod prostymi kątami. Szczególnie intrygujące są linie słabsze i przez to samo ledwo widoczne na obrazie przekazanym przez aparaturę sondy Magellan. Leżą one mniej więcej w jednakowych od siebie odstępach (około 1 km) i rozciągają się poza granicę obrazu, który pokrywa obszar mający 37 km szerokości i 80 km długości. Jaśniejsze, lepiej widoczne struktury zdają się być młodszymi tworami i jakby pokrywają linie słabsze, odstępy między nimi są mniejsze, nie wykazują przy tym takiej regularności, mają też różną długość. Na pierwszy rzut oka otrzymany za pomocą Magellana obraz może się komuś kojarzyć z fotografią potrzaskanej płyty zbrojonego betonu, ukazującej sieć starannie ułożonych prętów stalowych. Ludzie obdarzeni nadmiarem fantazji (a takich nie brakuje) gotowi są wątpić w naturalne pochodzenie rzeźby terenu tej krainy i zapewne uznają owe tajemnicze struktury za twory sztuczne, pozostawione przez wymarłą cywilizację wenusjańską. W każdym razie zwolennicy poglądów Ericha von Dänikena zyskają nowy argument...

Niewątpliwie równie ciekawy jest obraz powierzchni okolicy leżącej na pograniczu Krainy Asterii (Asteria Regio) i Krainy Feby (Phoebe Regio). Na powyższym obrazie, pokrywającym obszar mający około 40 km szerokości i około 600 km długości, widzimy cały kompleks zawiłych kanionów. Biegną one głównie z północnego wschodu na północny zachód (owe kaniony w przybliżeniu mają łukowate kształty), ich szerokość wynosi od 5 do 10 km, długość od 50 do 100 km, a otaczające je wały górskie wznoszą się o około 100 metrów ponad przyległy teren. Mechanizm powstawania tych niezwykłych formacji topograficznych Wenus też nie jest jeszcze znany, choć niektórzy dopatrują się w nich pęknięć skorupy planety, powstałych na skutek jej gwałtownego rozciągania. Być może i w tym przypadku, pewną rolę odegrała aktywność wulkaniczna, ślady takiej działalności tu także występują, świadczą o niej chociażby potoki świeżo, zdaje się, zastygłej lawy. Nie byłoby w tym nic nadzwyczajnego, twory pochodzenia wulkanicznego nie należą na Wenus do rzadkości, spotykamy się z nimi właś-

ciwie na każdym kroku. Na przykład na południowy wschód od Krainy Feby (współrzędne afrodytograficzne: 24° szerokości północnej i 292° długości wschodniej) odkryto dwie depresje nieregularnego kształtu, z których większa ma rozmiary 8 × × 3,6 km i przypomina ziemską kalderę wulkaniczną (podobne twory występują w wulkanach tarczowych typu hawajskiego). Już to samo mówi, że pod wieloma względami Wenus mimo wszystko podobna jest do Ziemi, a w każdym razie ma powierzchnię bardziej urozmaiconą niż dotąd sądzono. Jednakże coś więcej na ten temat będzie można powiedzieć dopiero po zakończeniu misji sondy Magellan i po wnikliwej analizie uzyskanego za jej pomocą materiału.

Pomocne w tych badaniach mogą okazać się materiały uzyskane za pomocą wysłanej 18 października 1989 roku ku Jowiszowi sondy Galileo. Bo chociaż jej głównym celem jest największa planeta Układu Słonecznego, to jednak porusza się ona po nadzwyczaj skomplikowanej trajektorii, zwanej przez uczonych w skrócie VEEGA (Venus-Earth-Earth Gravity Assist). Po prostu celem nadania sondzie odpowiedniej prędkości pomknęła ona najpierw ku Wenus (w dniu 9 lutego 1990 roku minęła planetę w odległości 14 700 km), następnie dwukrotnie przeleci obok Ziemi (8 grudnia 1990 roku w odległości 950 km i 8 grudnia 1992 roku w odległości 310 km) i dopiero po tym wyczynie uda się w kierunku docelowej planety, którą ma osiągnąć 7 grudnia 1995 roku. Tak więc niejako przy okazji sonda Galileo przyjrzała się Wenus i uzyskane wtedy materiały mogą wzbogacić dane przekazane przez sondę Magellan.

MAREK ZAWILSKI — Łódź

HISTORYCZNE OBSERWACJE ZJAWISK ZAĆMIENIOWYCH (IX). OBSERWACJE POLSKIE

Informacje o polskich obserwacjach zjawisk zaćmieniowych można podzielić na dwie grupy: starsze dane średniowieczne w zapisach kronikarskich oraz XV-wieczne obserwacje astronomów (M. Kopernika i jemu współczesnych). Dopiero wiek później Jan Heweliusz wykonywał następne, liczące się do dziś obserwacje zaćmień i zakryć *).

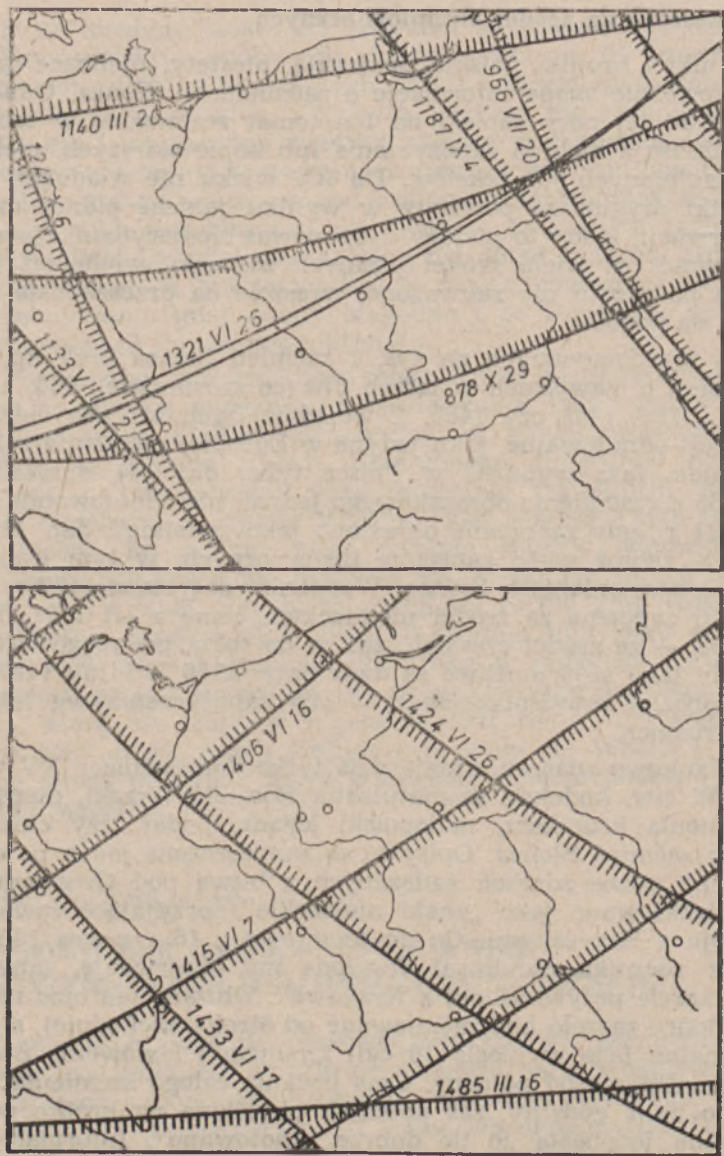
*) Obserwacje Heweliusza stanowią tak bogaty zbiór, że wymagają odrębnego omówienia w przyszłości.

Doniesienia ze źródeł średniowiecznych

Roczniki i kroniki polskie zawierają, niestety, nieliczne tylko i przeważnie skąpe informacje o zaćmieniach Słońca. Odnalezione do tej pory zapiski na ten temat zestawiono w tab. 1. Większość z nich to zapożyczenia lub kopie starszych, niekiedy zaginionych już tekstów. Do XV wieku nie wiadomo, czy notatki oryginalne powstały w wyniku jakichś planowanych obserwacji, kiedy to piszący dysponował efemerydami zjawisk. Zapewne też wiele źródeł pisanych zaginęło, wielu też zaćmień po prostu nie zauważono, wreszcie na przeszkodzie stanęła zła pogoda.

Z przedstawionych na rys. 1 zaćmień Słońca brak np. informacji o zjawiskach w latach 878 (co zrozumiałe), 966, 1140, 1241, 1290, 1409 czy 1485. Z wcześniejszych zapisów ciekawsze jest odnotowanie, jako jedyne w Europie, zaćmienia z 1167 r. (max. faza wyniosła w Polsce tylko ok. 0.4), doniesienia z 1263 r. (zaćmienia obrączkowego jednak nie odnotowano) oraz z 1321 r., gdy zaćmienie określono jako „wielkie". Jan Długosz zebrał wiele zapisków historycznych, w tym i informacje o zaćmieniach Słońcą. Wzmianka dotycząca 1178 r. pochodzi zapewne ze źródeł niemieckich, dane z lat 1191, 1310 i 1263 — ze źródeł czeskich, zaś co do roku, podanego w oryginale jako 1186 możliwe są dwie daty: 1185 V 1 lub 1187 IX 4 (bardziej prawdopodobna) — oba zapożyczenia wg latopisów ruskich.

Naukowe znaczenie mają dziś tylko doniesienia z XV wieku. W tzw. kodeksie szamotulskim Rocznika Traski, nieznany z imienia kronikarz, małopolski ksiądz, podał trzy ciekawe opisy zaćmień Słońca. Opisy te są zamieszczone jeden po drugim po opisie zdarzeń związanych z bitwą pod Grunwaldem i potraktowane jako „znaki niebieskie" sprzyjające zawarciu pokoju z Krzyżakami. Co do zaćmienia z 16 czerwca 1406 r. autor rocznika zacytował dostępną mu obserwację, zapisaną „na karcie przywiezionej z Krakowa". Dłuższy ten opis mówi, że Słońce zaczęło być zaćmiewane od strony zachodniej, a maksymalna faza wyniosła 10 cali („puncta") i wówczas Słońce było zaćmione od północy. Czas trwania całego zaćmienia oceniono na 2 godziny, zaś początek określono na krótko przed godziną jedenastą „o ile dobrze zanotowano". Informacje te są zgodne z rzeczywistym przebiegiem zjawiska (por. tab. 2). Opis zawiera dalej także dane o rozmieszczeniu planet w tym dniu. Zaraz potem następuje opis następnego zjawiska, które



Rys. 1. Przebiegi pasów centralnych zaćmień Słońca na ziemiach polskich w średniowieczu. Oprócz zaćmienia z 1321 r. wszystkie pozostałe były całkowite. Nie zaznaczono kilku pasów zaćmień obrączkowych.

Tabela 1. Informacje o zaćmieniach Słońca, zawarte w źródłach średniowiecznych spisywanych na ziemiach polskich

Lp.	Data	Typ	Źródło	Ocena	Data oryg.
1	961 (V 17)	C	Rocznik Kapituły Krakowskiej	ZZ	
		C	Rocznik Wielkopolski	ZZ	
2	1167 (IV 21)	C	Rocznik Kujawski II	KOP	
		B	Rocznik Świętokrzyski	KOP?	
3	1178 IX 13	C	*Historia* Jana Długosza	ZZ	1177
4	1187 (IX 4)?	C	*Historia* Jana Długosza	ZZ	1186
5	1191 VI 23	C	*Historia* Jana Długosza	ZZ	1191 V 23
6	1263 VIII 5	B	Rocznik Sędziwoja	KOP	1262
		B	Rocznik Wielkopolski	KOP	
		C	*Historia* Jana Długosza	KOP	
		C	Kalendarz Katedry Krakowskiej	ORG	
		C	Rocznik Traski	KOP	
		C	Rocznik Małopolski	KOP	
7	1267 V 25	C	Rocznik Traski	ORG?	
		C	Rocznik Małopolski	KOP	
8	1310 I 31	C	*Historia* Jana Długosza	ZZ	
9	3121 VI 26	B	Rocznik Miechowski	KOP	
		C	*Historia* Jana Długosza	KOP	
10	1339 VII 7	C	Rocznik Miechowski	KOP	1338 VII 7
		C	Kalendarz Katedry Krakowskiej	ORG	
11	1386 I 1	C	Kalendarz Katedry Krakowskiej	KOP?	1376 I 1
12	1406 VI 16	A	Rocznik Traski, Kodeks Szamot.	ORG	
13	1415 VI 7	A	*Historia* Jana Długosza	ORG	
		A	*Kronika* Zygmunta Rosicza	KOP	
		B	Rocznik Traski, Kodeks Szamot.	OGR	1417 VI 16
		C	Rkp. 14 Bibl.Kapit. Kieleckiej	ORG	
14	1424 VI 26	B	Rocznik Traski, Kodeks Szamot.	ORG	
		B	*Historia* Jana Długosza	ORG	
15	1431 II 12	B	*Historia* Jana Długosza	ORG	

Oznaczenia:
Typ notatki: A — dłuższy opis, B — krótszy opis, C — wzmianka
Ocena: ZZ — zapożyczenie ze źródła zagranicznego
KOP — kopia ze źródła krajowego
ORG — zapis oryginalny

Tabela 2. Obliczone dane dla momentów maksymalnych faz niektórych zaćmień Słońca

Lp	Data	Miejsce	CSE	f_{max}	$A_{\odot}$	$h_{\odot}$
1	1263 VIII 5	Kraków	15:27	0.97A	+73°	33°
2	1321 VI 26	Miechów	6:18	0.95P	-99	23
3	1406 VI 16	Kraków	7:04	0.90	-90	31
4	1415 VI 7	Wrocław	7:10	1.01	-91	30
		Kraków	7:09	1.01	-89	32
		(Białoruś)*	7:16	1.03	-81	36
5	1424 VI 26	Kraków	16:30	0.99	+92	29
6	1431 II 12	Kraków	15:42	0.90	+57	12

*) w miejscu o współrzędnych: $\lambda = 25°$ E, $\varphi = 53°$ N
A — zaćmienie obrączkowe, P — zaćmienie częściowe

zdarzyło się o tej samej godzinie dnia, zaś autora kroniki, odprawiającego właśnie poranną mszę, wprawiło w wielki strach. Data zjawiska jest jednak podana błędnie (rok jako 1417 a dzień taki, jak dla 1406 r.). Było to zapewne skutkiem pisania na ten temat z pamięci po kilku latach (około 1424—26), a chodziło o zaćmienie z 7 czerwca 1415 r.

Wreszcie o zaćmieniu z 26 czerwca 1424 r. jest powiedziane, że nastąpiło, gdy Słońce znajdowało się już na zachodniej stronie nieba i trwało niedługo. Ostatnie słowa odnoszą się zapewne do fazy całkowitej. Niestety, wielka szkoda, iż rocznik nie podaje żadnych informacji, co do miejsca jego spisywania. Jest on zaliczany do roczników małopolskich, chociaż interesująca nas część została później skopiowana dla Piotra z Szamotuł (stąd pochodzi obecna nazwa). Jan Długosz, być może za źródłami krakowskimi podał tylko, że zaćmienie z r. 1424 było znaczne i trwało trzy godziny. Przypuszczalnie zatem w Krakowie nie doszło do zaćmienia całkowitego, a więc autor trzech poprzednich opisów mieszkał na północ lub na wschód od Krakowa, w miejscowości, która w 1424 r., a może i w 1415 r. znalazła się w zasięgu pasa zaćmienia całkowitego.

Zaćmienie z 7 czerwca 1415 r. przyniosło najciekawsze doniesienia pisane. Zygmunt Rosicz, kanonik i dziekan kapituły wrocławskiej, w swej kronice, powstałej ok. lat 1460—70, pod r. 1415 zapisał, że „po Oktawie Bożego Ciała, o dwunastej godzinie dnia (od zach. Słońca), w czasie, gdy pojawia się młody Księżyc, zdarzyło się całkowite zaćmienie Słońca przed godzinami południowymi, wywołując strach i bojaźń u ludzi". Chociaż opis ten jest skopiowany z jakichś starszych kronik, może być uznany za wiarygodny (sąsiednie notatki z marca i sierpnia odnoszą się do zdarzeń we Wrocławiu).

Oddajmy jeszcze raz głos Janowi Długoszowi, który w swej *Historii* pod r. 1415 podał najpełniejszy ze wszystkich opis zaćmienia Słońca. Miało ono miejsce podczas podróży króla Jagiełły z Krakowa przez Krzemieniec na Litwę. „Kiedy (Król Władysław) jechał z Kobrynia do Myta, w Piątek po Oktawie Bożego Ciała, o trzeciej godzinie dnia (w godzinie pacierzy tercją zwanych), wielkie zaćmienie słońca się objawiło, które, jako (zjawisko) niespodziewane i nieznane, Króla Władysława i wszystkich, którzy z nim jechali, wpierw w wielkie zdumienie, a potem w bojaźń zabobonną wprawiło. Tak

Rys. 2. W drodze na Litwę, między Kobryniem a Mytem, orszak króla Władysława Jagiełły znalazł się w pasie całkowitego zaćmienia Słońca. Zjawisko zdarzyło się w godzinach rannych 7 czerwca 1415 r. Na lewo od Słońca — Wenus.

bowiem było wielkie, że ptaki nagłą ćmą przestraszone na ziemi osiadły, a gwiazdy świeciły jak w nocy; tenże Król Władysław z powodu ciemności zmuszony był się zatrzymać i nie wcześniej mógł ruszyć naprzód, aż zaćmienie Słońca nie minęło". Choć zdarzenie to miało miejsce w roku narodzin Długosza, powyższy opis jest unikatowy i zgodny z prawdą — na odcinku między Kobryniem a Mytem wszędzie zaćmienie było całkowite i trwało kilka minut. Informację o zjawisku i jego okolicznościach otrzymał Długosz zapewne osobiście od Zbigniewa Oleśnickiego lub Stanisława Ciołka, mógł też skorzystać z ich notatek. Dlatego też w tab. 1 ten i dalsze opisy są oznaczone jako oryginalne.

Zaćmienia z lat 1424 i 1431 są w *Historii* określone jako „znaczne". Natomiast o zaćmieniu z 17 czerwca 1433 r. mowa tylko przy okazji małego traktatu astrologicznego, związanego z przewidywaniem śmierci Jagiełły (1434). Informację o zaćmieniach Słońca i Księżyca w 1433 r. otrzymano od astrologa Krystiana z Pragi, ale o samych obserwacjach Długosz nie wspomina. Aż do śmierci w 1480 r. nie podaje zresztą już w swym dziele żadnych informacji o zaćmieniach.

Co do innych źródeł średniowiecznych, związanych z Polską, można wymienić skąpe dane z kronik krzyżackich (tylko opis zaćmienia Słońca z 16 lipca 1330 r. Wiganda z Marburga), wzmiankę z r. 1406 z Gdańska. Szczególnie zastanawiające jest nieodnotowanie zaćmień: z 1415 r. przez kroniki śląskie oraz z 1424 r. przez inne kroniki polskie. Być może wpływ na to miała pogoda — podawano bowiem, że po zaćmieniu w 1415 r. nastąpiły długotrwałe deszcze. Brak też informacji o obserwowaniu zaćmienia z 1409 r. (obrączkowego w Polsce północnej), którego efemerydę obliczono w Krakowie w 1407 r. Do dziś jednak nie możemy mieć całkowitej pewności, czy odnalezione zostały wszystkie zachowane zapiski średniowieczne. Zastanawiający jest też zupełny brak odnotowanych zaćmień Księżyca (dwie informacje z lat 1433 i 1468 u Długosza są prognostykami astrologicznymi) oraz zakryć.

Obserwacje Mikołaja Kopernika i jemu współczesnych

Pod koniec XV wieku astronomowie polscy skupieni wokół Uniwersytetu Jagiellońskiego wykonywali obserwacje zjawisk zaćmieniowych, a wiele ich notatek przetrwało do dziś. Sprzed 1500 r. zachowało się tylko kilka efemeryd zaćmień i wzmianek o obserwacjach z lat 1460—1490. Nie wiadomo do końca,

Tabela 3. Obserwacje zaćmień Słońca wykonane przez astronomów polskich

Lp	Data	Miejsce	Obserwator	T_{obs}	SP	UT_o	UT_c	f_o	f_c
1.	1502 X 1	Krakow	M. Biem	p. 13:15	ZS	5:21	5:35		
				s. 14:24	ZS	6:30	6:52	$<11^d$	0.902
				k. 15:29	ZS	7:35	8:15		
2.	1518 VI 8	Olkusz	M. Biem	p. 9:15	ZS	4:09	4:04		
				s. 10:30	ZS	5:24	5:08	$\approx 10^d$	0.873
				k. –		–	6:18		
			-"-	p. 71:91	GS				
				s. 18:26	GS			$\approx 10^d$	0.873
				k. 19:34	GS				
		Kraków	M. Kopernik	k. HS 32°	HS	6:15	6:17		
3.	1530 III 29	Kraków	M. Biem	p. 11.30	ZS	4:40	4:38		
				s. 12:15	ZS	5:35	5:31	$>7^d$	0.671
				k. 13:08	ZS	6:28	6:27		
		Warmia	M. Kopernik	p. 17.58	GS	4:42	4:44		
				s. 18:54	GS	5:38	5:39	8^d	0.719
				k. 19:50	GS	6:34	6:36		
4.	1536 VI 18	Frombork	M. Kopernik	p. –	–	–	11:59		
				s. –	–	–	13:28	$\approx 9^d$	0.873
				k. –	–	–	14:48		
5.	1539 IV 18	Frombork	M. Kopernik	p. –	–	–			
				s. –	–	–		–	0.529
				k. 18:40	GS	16:22	16:27		
6.	1549 IV 7	Warmia	M. Kopernik	p. –			3:47		
				s. –			4:43	11^d	0.958
				k. 18:40	GS	5:21	5:42		
7.	1541 VII 2	Frombork	M. Kopernik	p. –					
				s. –				$<4.5^d$	0.461
				k. 2.24	GS	13:05	13:00		

Oznaczenia:

p, s, k — początek, środek i koniec zaćmienia
T_{obs} — moment, podany przez obserwatora
SP — sposób podawania czasu: ZS — od zachodu Słońca, GS — od górowania Słońca, HS — wg zmierzonej wysokości Słońca
UT_o — moment obserwowany w czasie uniwersalnym
UT_c — moment obliczony w czasie uniwersalnym
f_o — obserwowana wielkość max. fazy (w calach)
f_c — obliczona wielkość max. fazy (liniowa)

Tabela 4. Obserwacje zaćmień Księżyca, wykonane przez astronomów polskich

Lp	Data	Miejsce	Obserwator	T_{obs}	SP	UT_o	UT_c	f	f_c	UW
1.	1500 XI 6	Rzym	M. Kopernik	s. 14:14	GS	1:39				RCE
				s. 2	P+	0:55	0:40	10	0.86	REV
2.	1511 X 6/7	Frombork	M. Kopernik	p. 1 1/8	P-	21:19	21:0			REE
				s. 7/12	P+	23:02	22:36	>12	1.05	
				k. 2+1/3	P+	0:47	0:1			
3.	1522 IX 5/6	Frombork	M. Kopernik	p. 11+1/2	GS	22:06				SCR
				s. 13:14	GS	23:50	23:4	-	1.0	
				k. 14:58	GS	1:34	1:28			
4	1522 IX 5/6	Krakow	Mikołaj z Szadka	s. 6:23	ZS	23:20	23:4	-	1.0	
5.	1523 VII 26	Frombork	M. Kopernik	p. 14:14	GS	0.54	1:0			SCR
				s. 4-1/12	P+	2:35	2:50	-	1.20	
				p. 2+4/5	P+	1:28	1:0			REV
				s. 4+5/12	P+	3:05	2:50	>12	1.20	
6.	1525 XII 29	Warmia	M. Kopernik	k. 10:24	GS	23:13	23:0			SCR
7.	1525 XII 29	Krakow	Mikołaj z Szadka	p. 4:42	ZS	19:39	19:3			
				s. 6:26	ZS	21:23	21:2	>12	1.1	(a)
				k. 8:10	ZS	23:07	23:06			
8.	1526 XII 18	Krakow	Mikołaj z Szadka	p. 5:13	ZS	19:58	19:2			
				s. 7	ZS	21:45	21:21	>12	1.28	(b)
				k. 8:49	SZ	23:34	23:1			
9.	1527 XII 7	Kraków	Mikołaj z Szadka	s. -	-	-	21:2	3	0.0	
10.	1530 X 6/7	Warmia	M. Kopernik	s. 12:15	GS	22:42	22:4	-	1.48	
				k. 14:04	GS	0.31	0:2			
11.	1534 I 29/30	Kraków	M. Kopernik	p. 12:47	GS	23:42	23:46			SCR
				s. 14:31	GS	1:26	1:2	-	1.2	(c)
				k. 16:15	GS	3:12	3:12			
12.	1536 XI 27	Frombork	M. Kopernik	s. 6:33	GS	17:07	17:0		0.8	(d)

Oznaczenia:

T_{obs} — moment obserwowany (w godzinach)

SP — sposób podawania czasu: ZS — od zachodu Słońca, GS — od górowania Słońca, P — przed północą, P+ — po północy prawdziwej

Inne oznaczenia jak w tabeli 3.

UW — uwagi:

REV — wg *De Revolutionibus*, SCR — wg notatek w *Calendarium Romanum Magnum*

RCE — wg *Regiomontani Calendarium*

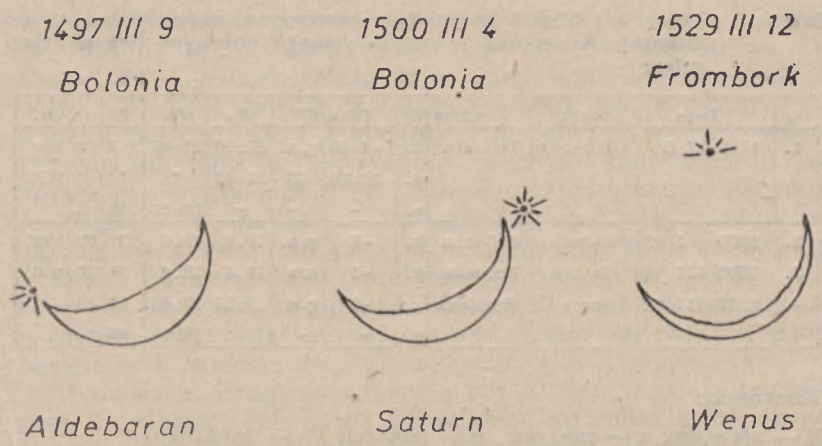
a — czas trwania zaćmienia całkowitego prawie 3/4 godziny

b — czas trwania zaćmienia całkowitego ponad 1 godzina

c — wysokość Księżyca 29°

d — wysokość Księżyca 30° (?)

Miejsce „Warmia" potraktowano jako Frombork.



Rys. 3. Obliczone przebiegi zakryć i koniunkcji księżycowych, obserwowanych przez Mikołaja Kopernika.

czy nie podawano po prostu momentów obliczeń zaćmień. Pewna jest obserwacja zaćmienia Księżyca, jaką wykonał 2 czerwca 1490 r. Marcin Bylica, będąc w Bratysławie, jednak oprócz rysunku zjawiska z efemerydy nic bliższego o tej obserwacji nie wiadomo.

W pozostawionych notatkach zarówno Kopernik jak i astronomowie krakowscy zapisali sporo obserwacji zaćmień (tab. 3 i 4). Szczególnie obserwacje Kopernika wyróżniają się systematycznością i dokładnością. Ich wyniki znajdują się w trzech miejscach: W *De Revolutionibus* i na marginesach dwóch kalendarzy. Niektóre z zaćmień Księżyca są w ten sposób zanotowane na dwa różne sposoby (tab. 4), podczas, gdy wyniki obserwacji zaćmień Słońca można zobaczyć tylko na marginesach *Calendarium Romanum Magnum Stoefflera (SCR)*, który to kalendarz, wywieziony wraz z całą biblioteką Kopernika w r. 1626 do Szwecji, znajduje się obecnie w Uppsali. Część zjawisk, jak widać, była obserwowana przez kilku astronomów, niewykluczone, że po wcześniejszym uzgodnieniu. Niektóre z zaćmień nie były obserwowane, prawdopodobnie z powodu złej pogody.

Wartość wyników jest różna — bezsprzecznie najlepiej jednak obserwował Kopernik. Nie ma dokładnych informacji o metodach obserwowania, szczególnie w przypadku zaćmień Słońca. Znając jednak inne techniki obserwacji astronomicznych oraz używane przyrządy, można sądzić, że obraz Słońca był

Tabela 5. Zakrycia i bliskie koniunkcje księżycowe, obserwowane przez Mikołaja Kopernika w świetle danych obecnych (wg obliczeń autora)

Lp	Data	Obiekt	Miejsce	Zj	T_{obs}	SP	UT_o	UT_c	A	h	UW
1.	1497 XI 6	Aldebaran	Bolonia	z.	~4:45	g.n.	22:10	21:46	103	9	Rev
				z.	10:20	GS	21:43	"	"	"	SCR
				o.	–	–	–	22:00	106	6	
2.	1500 I 9	Saturn	Bolonia	k.	~2	g.n.	17.8	19.6	37	55	k38'
3.	1500 III 4	Saturn	Bolonia	k.	~1	g.n	18.4	18.4	74	36	k 6'
4.	1529 III 12	Wenus	Frombork	z.	~1	g.n	17:34	17:45	83	23	
				o.	–	–		18:34	93	16	

Oznaczenia:

Zj — zjawisko: z — zakrycie, o — odkrycie, k — koniunkcja

T_{obs} — moment obserwowany, w godzinach

SP — sposób podawania czasu: g.n. — godziny nocy (od zachodu Słońca)

GS — od górowania Słońca

UT_o, UT_c — obserwowany i obliczony moment w czasie uniwersalnym

A, h — azymut i wysokość obiektu; UW — uwagi

Podano obliczoną odległość Saturna od brzegu Księżyca w minutach łuku. Koniunkcja z 9 stycznia 1500 r. była być może tylko obliczana. Koniunkcję z 4 marca Kopernik obserwował, podając wysokość Księżyca nad horyzontem 35° i pisząc, iż Saturn był powyżej niego (rys. 3).

oglądany albo przez okopcone szkło lub w naczyniu z wodą, albo też, co zapewne dotyczy Kopernika — przez rzutowanie obrazu na ścianę metodą *camera obscura*. Sposób ten zapewniał największą dokładność, a także umożliwiał bezpośredni pomiar fazy zaćmienia. Co do służby czasu w grę mogły wchodzić trzy możliwości określania momentów kontaktów: pomiar astrolabium, pomiar wysokości ciał niebieskich oraz stosowanie zegara. Dwie ostatnie metody były wzmiankowane w niektórych raportach z obserwacji zaćmień. Stosowanie zegara uwidacznia się też w notowaniu momentów z dokładnością do 1 minuty. Sam Kopernik, jak się sądzi, mógł używać zegara we Fromborku. Często jednak minutowa dokładność notowania momentów bywała wynikiem podawania w notatkach danych z efemerydy, a nie z obserwacji. Toteż analiza zapisków astronomów musi być wyjątkowo wnikliwa.

Mikołaj Kopernik, jako jedyny w tym czasie, wykonał także obserwacje zakryć. Mimo, iż są one na ogół znane, warto poświęcić im nieco miejsca. Historyczną już obserwację za-

krycia Aldebarana przez Księżyc, wykonaną w Bolonii 9 marca 1497 r. opisał wyczerpująco w *De Revolutionibus, IV, Rozdz. 27*. Zjawisko miało zajść „pod koniec piątej godziny nocy". W *SCR* jednak ten sam moment jest zapisany ręką Kopernika, jako 10 1/3 godziny (od południa prawdziwego). Porównajmy oba te notowania z obecnymi obliczeniami (tab. 5, rys. 3). Wynik z *SCR* jest bliższy prawdy, drugi zaś jakby zaokrąglony. Jednakże, oprócz tego kąt pozycyjny niezupełnie zgadza się z tym, który określił Kopernik. Miał on bowiem zobaczyć gwiazdę bliżej południowego rogu, o ok. 1/3 średnicy Księżyca od niego. Tymczasem zakrycie w Bolonii było niemal brzegowe... Wypada przyjąć, że obserwator nie widział Aldebarana w momencie samego zakrycia, a krótko przedtem.

Świadkiem drugiego zakrycia był Kopernik wiele lat później, 12 marca 1529 r. we Fromborku. Moment zakrycia został oceniony na godzinę po zachodzie Słońca, w zgodzie z obecnymi obliczeniami, choć niestety za mało dokładnie, aby można tę obserwację uznać za cenną dzisiaj. Albo został nią Kopernik zaskoczony, albo nie zależało mu na dużej dokładności, gdyż nie mógłby wykorzystać rezultatu tak dokładnie, jak w przypadku gwiazdy. Warto jeszcze dodać, że zakrycie Wenus dostrzeżono też w rejonie Gdańska, o czym świadczy zapisek w *Rocznikach Oliwskich* („gwiazda najjaśniejsza widoczna w kręgu Księżyca").

Oprócz dwu zakryć, wiadomo też o zanotowaniu przez Kopernika dwu bliskich koniunkcji Księżyca z Saturnem. Obie notatki pochodzą z okresu pobytu w Bolonii i dotyczą zbliżeń Księżyca do Saturna 9 stycznia i 4 marca 1500 r. Informacja o tych zjawiskach znajduje się w tzw. *Raptularzyku Uppsalskim*. Pozostaje jednak faktem, że druga w ogóle i ostatnia znana obserwacja Kopernika (tj. z roku 1497 i 1541) dotyczyła zjawiska zakryciowego...

Do czego posłużyły obserwacje zakryciowe?

Do opisanych obserwacji przywiązywano, jak widać, dużą wagę. Jednym z celów ich prowadzenia była zapewne chęć lepszego poznania ruchów ciał niebieskich. Jednak poszczególne zjawiska wykorzystywano przede wszystkim „wybiórczo" w innych celach. I tak dzięki notowaniu kontaktów zaćmień Księżyca, udawało się ustalać różnice długości geograficznych miejsc obserwacji. Czynił tak Marcin Biem wg obserwacji zaćmień z lat 1515 i nieznanego sprzed r. 1513, określając różnicę długości Rzymu i Krakowa na $30^m = 7^\circ 5$, a dalej, być

może, Wojciech z Krainy w 1516 r., wreszcie i sam Kopernik (*Rev., IV, Rozdz.* 7). Obserwacje zaćmienia z 6/7 października 1511 r. była umówiona między Kopernikiem (Frombork) i Biemem (Kraków); obserwacji Biema jednak nie mamy.

Co do zaćmień Słońca — rzecz charakterystyczna — obserwacji brak w ogóle w *De Revolutionibus*. Mogłyby one posłużyć do dokładniejszego określenia paralaksy Słońca metodą podobną do użytej jeszcze przez Hipparcha. Zapewne jednak Kopernik nie dysponował równoległymi obserwacjami z odleglejszych krajów i swoich notowań nie wykorzystał, przyjmując „starą" wartość paralaksy równą 3′.

Na koniec powróćmy jeszcze do zakrycia Aldebarana. Nie sposób tutaj przytaczać całego obliczenia „redukcyjnego", jakie Kopernik przeprowadził. Tok obliczeń był mniej więcej następujący; znana jest pozycja gwiazdy jako $\lambda = 2°52'$ i $\beta = -5°10'$; w momencie zakrycia środek Księżyca miał pozycję w długości mniejszą o jego promień (16′), czyli 2°36′, a szerokość większą o ok. 4′ (z analizy kąta pozycyjnego zakrycia); pozycja „prawdziwa Księżyca" wg rachunków z tablic to $\lambda = 3°24'$, $\beta = 4°35'$; odległość zenitalna była (wg Kopernika) równa 84°; stąd dalej, wykorzystując proste prawa astronomii sferycznej, określił Kopernik paralaksę Księżyca na 51′ w λ i 30′ w β. Cały wywód, jak wiadomo, posłużył mu do udowodnienia, że odległość Księżyca od Ziemi w czasie kwadr nie różni się od odległości w czasie syzygiów, a zatem, że Ptolemeuszowa teoria Księżyca jest nieprawdziwa. Rachunki Kopernika były krytykowane (w 1984 r. M. M. Swierdłow i O. Neugebauer). Oprócz tego, że pozycja gwiazdy była przez Kopernika przyjęta z błędem (poprawna wartość λ wynosiła 3°02′), wykazano, że całe opracowanie obserwacji nie mogło bezpośrednio służyć jako dowód przeciw teorii Ptolemeusza. Dla samego Kopernika jednak wysnute stąd wnioski miały bardzo ważne znaczenie.

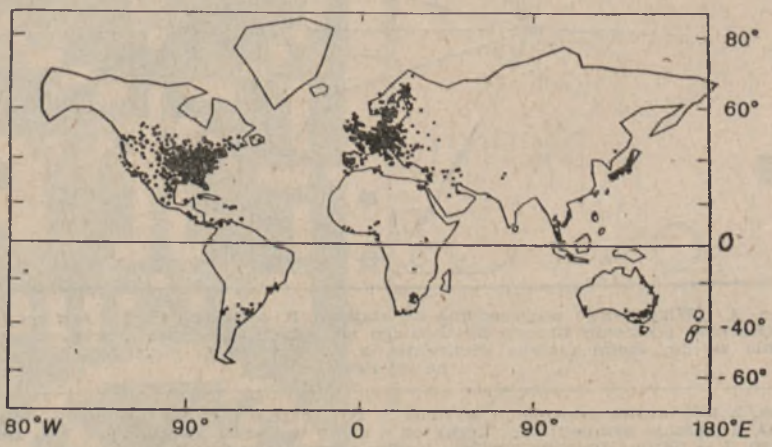
KRONIKA

Czy jesteśmy sami?

W 1959 r., podczas jednego ze swoich wykładów, doktor Otto Struve, dyrektor obserwatorium Yerkesa w Williams Bay, powiedział: „W ciągu ostatnich czterystu lat astronomia przeżyła trzy wielkie rewolucje. Pierwszą z nich była rewolucja kopernikowska, która usunęła Ziemię ze środka Układu Słonecznego i umieściła ją w odległości 150 mln km od niego. Druga wydarzyła się pomiędzy rokiem 1920 a 1930, kiedy —

w wyniku badań H. Shapleya i R. J. Trumplera — zdaliśmy sobie sprawę, że Układ Słoneczny nie znajduje się w środku Drogi Mlecznej, ale w odległości około 30 tys. lat świetlnych od niego, w jednym ze stosunkowo nikłych ramion spiralnych naszej Galaktyki. Trzecia trwa obecnie... Rewolucja ta sprowadza się do pytania: Czy jesteśmy we Wszechświecie samotni?" Pytanie to intryguje do dziś nie tylko twórców science-fiction ale i naukowców. W znanych ośrodkach powstają programy badawcze, których celem jest poszukiwanie we Wszechświecie nie tylko śladów życia ale i istot rozumnych. W jaki sposób próbuje się nawiązać kontakt z Obcymi? Przede wszystkim „wsłuchujemy się" w sygnały przychodzące do nas, co umożliwiają coraz lepsze odbiorniki. Poza tym wysyłamy informacje o nas np. za pośrednictwem coraz lepszych pojazdów kosmicznych. W obu przypadkach niezmiernie istotną sprawą są ogromne odległości, z jakimi mamy do czynienia. Sygnał odbierany na Ziemi, a pochodzący od „Nich", mógł zostać wysłany przed setkami a nawet tysiącami lat. Podobnie nasze informacje i pytania dotrą do ewentualnego celu po bardzo długim czasie. A kiedy można spodziewać się odpowiedzi? To już chyba zadanie dla przyszłych pokoleń.

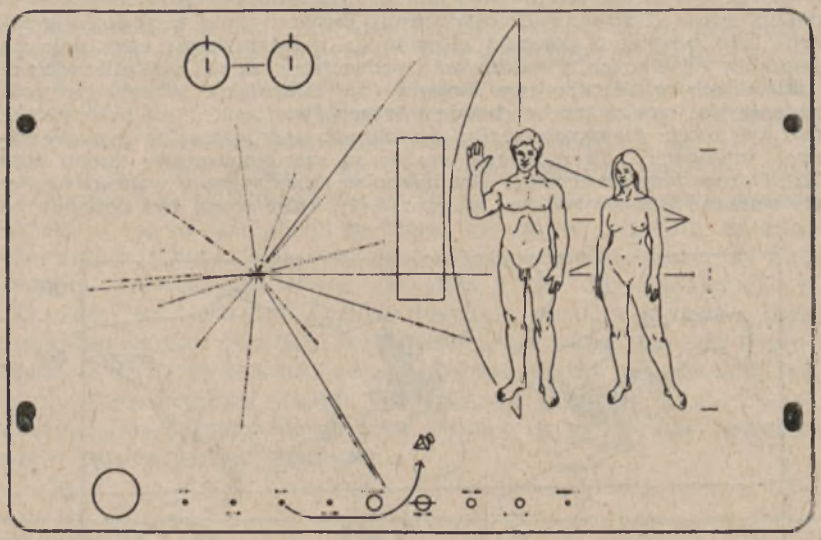
W październiku 1982 roku utworzono w NASA specjalny program badawczy — SETI (ang. Searching for Extraterrestial Inteligence — poszukiwanie pozaziemskich cywilizacji). Eksperymenty wchodzące w zakres tego programu polegają głównie na nasłuchiwaniu ewentualnych sygnałów od Obcych. Poszukiwania prowadzone są na częstotliwościach zakłócanych w nieznacznym stopniu (np. mikrofale). Wbrew pozorom zadanie jest bardzo trudne, bowiem Wszechświat pełen jest naturalnych fal, być może wielokrotnie silniejszych niż przypuszczalne sygnały innych inteligencji. Te naturalne emisje są szerokopasmowe (rzędu 1000 Hz). Oprócz tego obserwacje utrudnione są przez sygnały wąskopasmowe wytwarzane przez człowieka (patrz rys. 1), które mogą być podobne do



Rys. 1. Ewentualne sygnały pochodzące od Obcych zanikałyby, zagłuszone przez olbrzymie ilości wąskopasmowych transmisji telewizyjnych. Na mapce zaznaczono 2200 stacji telewizyjnych o mocy większej niż 50 kW.

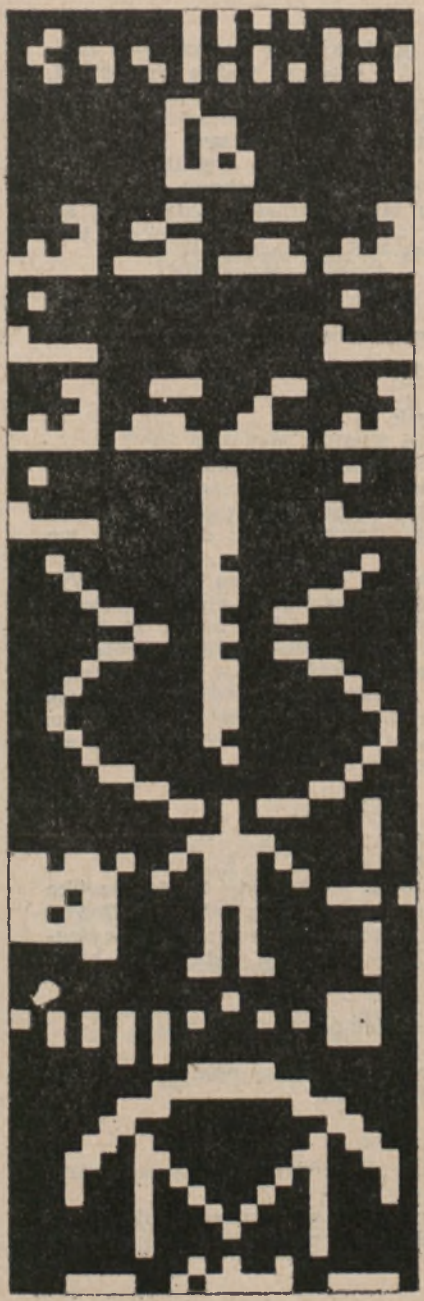
sygnałów Obcych. Aby te ostatnie zidentyfikować należy od sygnału otrzymywanego z radioteleskopu odfiltrować zakłócające „śmieci". Na tym skoncentrowano się obecnie w eksperymencie NASA — SETI. Pierwszym urządzeniem służącym tym celom jest wielokanałowy analizator widma MCSA 1.0 (ang. Multi-Chanel Spectrum Analyser) skonstruowany w 1985 roku na uniwersytecie w Stanford. Analiza sygnału prowadzona jest w 144 kanałach z rozdzielczością 576 Hz lub 74000 kanałów z rozdzielczością 0.5 Hz. Nad pracą całości czuwa komputer VAX 11/750. MCSA może być podłączony do każdego radioteleskopu. W latach 1985—87 był testowany w Deep Space Communication Complex w Goldstone w Kalifornii. Później został zamontowany na 300 m radioteleskopie w Arecibo w Puerto Rico. Dowodem na skuteczność urządzenia jest wykrycie i odfiltrowanie sygnału sondy Pioneer 10 o mocy 1 W dochodzącego z odległości 5.3 miliarda kilometrów. Obecnie trwają prace nad nowocześniejszym MCSA 2.0. Ma on zostać uruchomiony w 1992 roku.

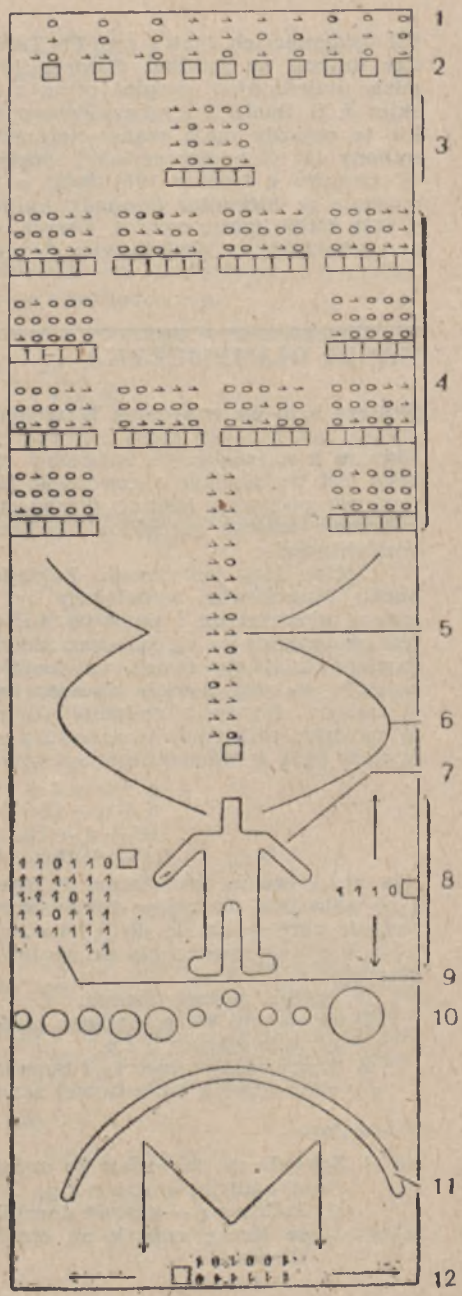
Oczywiście nie tylko słuchamy, ale i sami próbujemy poinformować ciekawych naszego istnienia. W tym celu statki opuszczające Układ Słoneczny zaopatruje się w ziemskie wizytówki. Zawierają one informacje o położeniu Ziemi we Wszechświecie, wyglądzie ludzi, a także



Rys. 2. „Wizytówka" przyczepiona do statków Pioneer 10 i 11. Jest na niej zaznaczone położenie Układu Słonecznego względem 14 pulsarów, schemat położenia w nim Ziemi i trasy Pioneerów, a także sylwetki mężczyzny i kobiety na tle statku.

Rys. 3. 1679-bitowa informacja wysłana w 1974 roku w kierunku gromady kulistej M13. Znaczenia symboli: 1 — liczby od 1 do 10 w kodzie dwójkowym, 2 — znaki liczb, 3 — liczby atomowe wodoru, węgla, azotu, tlenu i fosforu, 4 — wzory chemiczne cukru i wiązań w nukleotydach DNA, 5 — liczba nukleotydów w DNA, 6 — podwójna spirala DNA, 7 — człowiek, 8 — wzrost człowieka, 9 — populacja ludzi na Ziemi, 10 — schemat radioteleskopu w Arecibo — nadawcy przekazu, 12 — średnica radioteleskopu.




1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

ich osiągnięciach (patrz rys. 2). Takie tabliczki były umieszczone między innymi na sondach Pioneer 10 i 11, oraz na statku Voyager 2, gdzie umieszczono również płytę z nagranym Koncertem Brandenburskim J. S. Bacha i wygrawerowaną instrukcją jej odtworzenia. Wszystkie te pojazdy mają szansę dolecieć do obcych cywilizacji dopiero za miliony lat. Znacznie szybciej mogłyby być odebrane sygnały radiowe. W związku z tym w 1974 roku za pomocą radioteleskopu w Arecibo wysłano w kierunku gromady kulistej M13 informację składającą się z 1679 bitów (patrz rys. 3). Ocenia się, że dotrze ona na miejsce „już" za około 25000 lat. Należy więc cierpliwie czekać i słuchać.

ŁUKASZ M. BŁĘCKI

KĄCIK OLIMPIJCZYKA

Synteza helu we wczesnym Wszechświecie

Jednym z największych sukcesów standardowego modelu kosmologicznego jest wyjaśnienie chemicznego składu materii, w szczególności wzajemnych proporcji lekkich pierwiastków. Celem tego zadania jest powtórzenie takiego rachunku i obliczenia stosunku helu do wodoru we Wszechświecie.

Ogólna idea jest prosta. Zakładamy, że wkrótce po Wielkim Wybuchu Wszechświat wypełniony był promieniowaniem elektromagnetycznym, elektronami i pozytronami, pewną liczbą neutrin (co najmniej trzema typami: ν_e, ν_μ, ν_τ) oraz niewielką ilością neutronów i protonów (barionów). Z obserwacji wiadomo, że liczba barionów na jednostkę objętości n_B jest o wiele mniejsza niż liczba fotonów n_γ ($n_B = 10^{-8} n_\gamma$). W miarę stygnięcia zmieniał się stosunek neutronów do protonów. W pewnym momencie temperatura spadła na tyle, że możliwa stała się synteza helu w łańcuchu reakcji jądrowych:

$$p + n \rightleftarrows d + \gamma\,,$$
$$d + d \rightarrow He^3 + n \rightleftarrows H^3 + p\,,$$
$$H^3 + d \rightarrow He^4 + n\,.$$

(d — deuter)

Dla uproszczenia zakładamy, że reakcje te przebiegały bardzo szybko i że wszystkie neutrony zostały zużyte na produkcję helu He^4. Zatem zadanie sprowadza się do wyznaczenia procentowej zawartości neutronów w chwili rozpoczęcia się syntezy. Zadanie można podzielić na kilka etapów:

1) skład i gęstość materii,
2) ekspansja Wszechświata: zależność temperatury od czasu,
3) reakcje między n i p,
4) wyznaczenie czasu t_N i temperatury T_N syntezy nuklearnej,
5) wyznaczenie procentowej zawartości helu.

Komentarz

ad 1) Zakładamy, że mamy do czynienia z γ, e^+ e^- i N typami neutrin i antyneutrin, oraz z n i p.

a) Policzyć ϱ — gęstość energii materii nie barionowej zakładając, że liczba cząstek na cm^3 jest dana rozkładem Plancka lub Diraca:

$$n(p)\,dp = \frac{8\pi}{h^3}\,\frac{p^2\,dp}{e^{E_\gamma/k_BT}-1},$$

$$n_e(p)\,dp = \frac{8\pi}{h^3}\,\frac{p^2\,dp}{e^{E_e/k_BT}+1},$$

$$n_\gamma(p) = dp\,\frac{4\pi}{h^3}\,\frac{p^2\,dp}{e^{E_i/k_BT}+1},$$

gdzie k_B — stała Boltzmana, T — temperatura (około 10^{10} K). Całki można znaleźć w tablicach (np. Gradshteyna i Ryzhika).

b) Policzyć gęstość energii n i p i porównać z ϱ.

ad 2) Korzystamy z równań Einsteina dla płaskiego Wszechświata:

$$\left(\frac{1}{R}\,\frac{dR}{dt}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3c^2}\,\varrho,$$

gdzie R to tzw. czynnik skali: dowolna skala długości zmienia się z biegiem czasu jak $R(t)$.

a) Pokaż, że $\varrho \sim R^{-4}$.

b) Przez proste całkowanie znajdź zależność temperatury od czasu.

ad 3) Rozważane reakcje:

$$n + \nu \to p + e^-, \qquad n + e^+ \to p + \nu, \qquad n \to p + e^- + \nu,$$
$$p + \nu \to n + e^+, \qquad p + e^- \to n + \nu.$$

Oznaczmy przez k moduł pędu neutrina, a przez p — pędu elektronu lub pozytronu. Liczba reakcji na jednostkę czasu i na nukleon zależy od pędów neutrin i elektronów. Dla pędów w przedziałach k, $k + dk$ i p, $p + dp$ liczba reakcji λ jest proporcjonalna:

$$\frac{d^2\lambda\,(n + \nu \to p + e^-)}{dk\,dp} \sim A\,k^2\,p^2,$$

gdzie:

$$A = \frac{g_V^2 + 3\,g_A^2}{2\,\pi^2\,\hbar^7}, \qquad g_V = 1.41 \times 10^{-49}\ \mathrm{erg\,cm^3}, \qquad g_A = 1.18\,g_V$$

i spełniony musi być warunek zachowania energii $Q + E_\nu - E_e = 0$, gdzie $Q = M_n - M_p$.

a) Aby obliczyć całkowitą liczbę reakcji λ należy przecałkować po wszystkich pędach k i p, biorąc pod uwagę prawdopodobieństwo znalezienia neutrina z pędem k oraz znalezienia miejsca dla elektronu z pędem p (zakaz Pauliego!). Warunek zachowania energii można uwzględnić mnożąc prawą stronę wzoru na $d^2\lambda/dk\,dp$ przez $\delta(Q + E_\nu - E_e)$ (tzw. delta Diraca). $\delta(x)$ ma proste własności:

$$\int_a^b \delta(x - x_0)\,dx = \begin{cases} 1 \text{ dla } a < x_0 < b, \\ 0 \text{ w innym wypadku}, \end{cases}$$

$$\int f(x)\,\delta(x - x_0)\,dx = f(x_0).$$

Podobnie dla pozostałych reakcji, z tym, że warunek zachowania energii może mieć inną postać.

b) Pokaż, że założenie o równowadze termodynamicznej w stanie początkowym jest poprawne. W tym celu należy obliczyć $\lambda(n \to p)$ dla $k_B T \gg Q$ i m_e. Równowaga termodynamiczna jest możliwa tak długo jak długo tempo reakcji λ jest większe od tempa ekspansji H,

$$H = \frac{1}{R}\frac{dR}{dt} \quad \text{czyli warunek ma postać} \quad \frac{\lambda}{H} > 1 .$$

Znajdź temperaturę i moment, w którym warunek równowagi nie jest już spełniony.

c) Od chwili $\lambda/H = 1$ reakcje $n \rightleftarrows p$ stają się nieistotne, X_n zmienia się wskutek rozpadu n. Jak?

ad 4) Reakcja $d + d \to He^3 + n$ wymaga odpowiedniej gęstości deuteru d. Deuter tworzony w reakcji $p + n \to d + \gamma$ jest niszczony w reakcji odwrotnej $\gamma + d \to p + n$ gdy temperatura promieniowania jest dostatecznie duża tzn. gdy jest dostatecznie dużo fotonów γ z energią większą niż energia wiązania deuteru. Zatem synteza rozpoczyna się dopiero wtedy, gdy takich fotonów jest mało, nie więcej niż 1 na nukleon. Mamy więc warunek:

$$n_B(T_N) \approx n_\gamma , \quad (E \geqslant 2\ \text{MeV}) .$$

Należy wykorzystać podaną w punkcie 1 funkcję n_γ aby znaleźć temperaturę i czas t_N gdy warunek ten jest spełniony. Dokładny rachunek daje $T_N \approx 0.8 \times 10^9$ K.

ad 5) Znając X_n w chwili gdy n i p przestały być w równowadze i znając t_N można obliczyć $X_n(t_N)$. Stąd już natychmiast wynika X_{He} jeśli założyć, że wszystkie neutrony zostały zużyte na syntezę helu. Jak zmieniłaby się odpowiedź gdyby było więcej neutrin? Jak zmieniłaby się odpowiedź gdyby równowaga termodynamiczna trwała aż do t_N ?

Rozwiązanie

1. Energia

a) Fotony

$$\varrho_\gamma = \frac{8\pi}{h^3}\int_0^\infty \frac{E\,p^2\,dp}{e^{E/k_BT} - 1} = \frac{8\pi (k_BT)^4}{(hc)^3}\int_0^\infty \frac{x^3\,dx}{e^x - 1} = \sigma T^4 ,$$

σ — stała Stefana — Boltzmana.

b) Elektrony

$$\varrho_e = \frac{8\pi}{h^3}\int_0^\infty \frac{E\,p^2\,dp}{e^{E/k_BT} + 1}$$

$$E = \sqrt{m^2 + p^2} \approx p \quad \text{dla} \quad m \ll kT ,$$

zatem:

$$\varrho_e = \frac{8\pi (k_BT)^4}{(hc)^3}\int_0^\infty \frac{x^3\,dx}{e^x + 1} = \frac{7}{8}\sigma T^4 .$$

Tak więc całkowita energia:

$$\varrho = \sigma T^4 \left(\underbrace{1}_{\gamma} + \underbrace{2 \times \frac{7}{8}}_{e^+ e^-} + \underbrace{2 \times N \times \frac{7}{16}}_{\nu, \bar{\nu} \times N} \right).$$

Dla $N = 3$:

$$\varrho = \frac{43}{8} \sigma T^4, \qquad T = 10^{10}\,\mathrm{K}, \qquad \varrho \approx 2.5 \times 10^{29} \quad \frac{\mathrm{GeV}}{\mathrm{cm}^3}$$

Dla $N = 2$:

$$\varrho = \frac{9}{2} \sigma T^4.$$

Napiszmy $\varrho = \alpha \sigma T^4$, gdzie $\alpha \approx 4$ zależy od N_ν.

c) Liczba fotonów:

$$N_\gamma = \int_0^\infty n(p)\,\mathrm{d}p = \frac{8\pi}{h^3} \int \frac{p^2\,\mathrm{d}p}{e^{E/k_B T} - 1} = \frac{8\pi (k_B T)^3}{(hc)^3} \int \frac{x^2\,\mathrm{d}x}{e^x - 1} =$$

$$= \frac{8\pi (k_B T)^3}{(hc)^3} \Gamma(3)\,\xi(3) = \frac{T^3}{k_B} \frac{8\pi k_B^4}{h^3 c^3} \Gamma(4)\,\xi(4) \frac{\Gamma(3)\,\xi(3)}{\Gamma(4)\,\xi(4)} =$$

$$= \frac{\sigma}{k_B} T^3 \frac{\Gamma(3)\,\xi(3)}{\Gamma(4)\,\xi(4)} = 0.4 \frac{\sigma}{k_B} T^3 \approx 10^{31}\,\mathrm{cm}^{-3}.$$

Liczba nukleonów:

$$N_B = 10^{-8} N_\gamma = 10^{23}\,\mathrm{cm}^{-3},$$
$$T \approx 10^{10}\,\mathrm{K} \approx 10^{-3}\,\mathrm{GeV},$$

zatem:

$$\varrho_B = m_B \times 10^{23}\,\mathrm{cm}^{-3} \approx 10^{23} \frac{\mathrm{GeV}}{\mathrm{cm}^3}$$

czyli rzeczywiście:

$$\varrho_B \ll \varrho.$$

2. Ekspansja:

a) Z pierwszej zasady termodynamiki:

$$\mathrm{d}(\varrho V) = -p\,\mathrm{d}V, \quad \text{więc} \quad \mathrm{d}(\varrho R^3) = -3 p R^2\,\mathrm{d}R.$$

Dla fotonów $p = \frac{1}{3}\varrho$, czyli $\mathrm{d}\varrho R^3 + 3 R^2 \varrho\,\mathrm{d}R = -\varrho R^2\,\mathrm{d}R$,

skąd:

$$\frac{\mathrm{d}\varrho}{\varrho} = -4 \frac{\mathrm{d}R}{R} \Rightarrow \varrho \sim \frac{1}{R^4}.$$

Fizycznie argumentując $V \sim R^3$, długość fali fotonu $\lambda \sim R$, zatem energia fotonu $E_\gamma \sim R^{-1}$, więc $\varrho \sim 1/R^4$.

b) Napiszmy $\varrho = \frac{B^2}{R^4}$, gdzie B — nieznana stała.

Z równania Einsteina:

$$R\,\mathrm{d}R = \sqrt{\frac{8\pi G}{3c^2}}\, B\,\mathrm{d}t.$$

Zatem

$$R \sim \sqrt{t} \Rightarrow \frac{\dot{R}}{R} = \frac{1}{2t}.$$

Wracając do równania Einsteina:

$$\left(\frac{1}{2t}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3c^2}\,\alpha\,\sigma\,T^4,$$

czyli:

$$t^2 T^4 = \frac{3c^2}{32\pi G\,\alpha\,\sigma}.$$

3. Reakcje:

a) Tempo reakcji zależy od liczby neutrin w odpowiednim przedziale pędów i od liczby stanów elektronów. Czynniki k^2 i p^2 pochodzą z liczenia tych stanów w fikcyjnym pudle. W opisie mamy:

$$\lambda(\mathrm{n}+\nu\to\mathrm{p}+\mathrm{e}) = A\int_0^\infty \underbrace{\frac{k^2\,dk}{e^{E_\nu/k_BT}+1}}_{\text{liczba neutrin z pędami } k} \times$$

$$\times\left(1-\underbrace{\frac{1}{e^{E_e/k_BT}+1}}_{\text{liczba nieobsadzonych stanów elektronów z pędami } p}\right) p^2\,dp\,\delta(Q+E_\nu-E_e)$$

(k — pęd neutrin, k_B — stała Boltzmana)

$E_\nu = k$, $E_e = \sqrt{m^2+p^2} \approx p$, $Q \ll T k_B$ więc można pominąć,

$$\lambda(\mathrm{n}+\nu\to\mathrm{p}+\mathrm{e}) = A\int \frac{\delta(k-p)\,k^2\,dk\,p^2\,dp\,e^{p/k_BT}}{(e^{k/k_BT}+1)(e^{p/kT}+1)}.$$

Z uwagi na $\delta(k-p)$ całkowanie po k jest trywialne ($k\to p$):

$$\lambda(\mathrm{n}+\nu\to\mathrm{p}+\mathrm{e}) = A\int_0^\infty \frac{p^4\,dp}{(e^{p/k_BT}+1)(e^{-p/k_B}+1)} =$$

$$= A(k_BT)^5\int_0^\infty \frac{x^4\,dx}{(e^x+1)(e^{-x}+1)}.$$

Dokładnie tak samo liczymy $\lambda(\mathrm{n}+\mathrm{e}^+\to\mathrm{p}+\nu)$ i dostajemy w rezultacie:

$$\lambda(n\to p) = A(k_BT)^5\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{x^4\,dx}{(e^x+1)(e^{-x}+1)} = \frac{7\pi^4}{15}\,A(k_BT)^5 = 0.36\,\frac{1}{S}\left(\frac{T}{10^{10}\,\mathrm{K}}\right)^5$$

b) Z 2b) wiemy, że $H = \dfrac{1}{2t}$

$$t = \sqrt{\frac{3\,c^2}{32\,\pi\,G\,\alpha\,\sigma\,T^4}} = \sqrt{\frac{3\,c^2}{32\,\pi\,G\,\alpha\,\sigma}\,\frac{1}{T^2}} = \frac{2.36}{\sqrt{\alpha}}\left(\frac{10^{10}\,\mathrm{K}}{T}\right)^2 S\,,$$

$$H = \frac{\sqrt{\alpha}}{4.7}\left(\frac{T}{10^{10}\,\mathrm{K}}\right)^2 S^{-1}\,,$$

$$\frac{\lambda}{H} = \frac{0.36 \times 4.7}{\sqrt{\alpha}}\left(\frac{T}{10^{10}\,\mathrm{K}}\right)^3 = \frac{1.7}{\sqrt{\alpha}}\left(\frac{T}{10^{10}\,\mathrm{K}}\right)^3.$$

Zatem równowaga termodynamiczna utrzymana jest dopóty, dopóki:

$$\left(\frac{T}{10^{10}}\right)^3 \geqslant \frac{\sqrt{\alpha}}{1.7}\,, \qquad T \geqslant 0.84 \times \alpha^{1/6}\,10^{10}\,\mathrm{K}\,.$$

Dla trzech neutrin

$$T \geqslant 1.11 \times 10^{10}\,\mathrm{K} = 0.95\,\mathrm{MeV}\,, \qquad t \leqslant 0.82\,\mathrm{s}\,.$$

c) W chwili utraty równowagi termodynamicznej:

$$X_n = \frac{1}{1 + e^{Q/k_B T}} = \frac{1}{1 + e^{1.29/0.95}} = 0.20\,,$$

później $X_n = 0.20\,e^{-\Delta t/1013}$, gdzie Δt — upływ czasu.

4. Synteza nuklearna:

Mamy warunek $n_B(T_N) = n_\gamma(E \geqslant 2\,\mathrm{MeV})$,

$$n_B(T_N) = 10^{-8}\,n_\gamma(T_N) = 10^{-8}\,0.4\,\frac{\sigma}{k}\,T_N^3,$$

$$n_\gamma(E > 2\,\mathrm{MeV}) = \frac{8\,\pi}{h^3}\int_{\frac{2\,\mathrm{MeV}}{kT_\gamma}}^{\infty}\frac{p^2\,\mathrm{d}p}{e^{p/kT} - 1} = \frac{8\,\pi\,(kT)^3}{h^3\,c^3}\int_{\frac{2\,\mathrm{MeV}}{kT_\gamma}}^{\infty}\frac{x^2\,\mathrm{d}x}{e^x - 1}\,,$$

kT_N musi być o wiele mniejsze niż 2 MeV by obciąć ogon rozkładu Maxwella, zatem $x_0 = \frac{2\,\mathrm{MeV}}{T_N} > 1$ i $e^x \gg 1$. Wobec tego mamy całkę:

$$\int_{x_0}^{\infty} x^2\,e^{-x}\,\mathrm{d}x = x_0^2\,e^{-x_0} + \text{małe wyrazy.}$$

Mamy zatem warunek:

$$0.4 \times 10^{-8}\,\frac{\sigma}{k}\,T_N^3 = \frac{8\,\pi\,k^3\,T_N^3}{h^3\,c^3}\left(\frac{2\,\mathrm{MeV}}{kT}\right)^2 e^{-\frac{2\,\mathrm{MeV}}{kT}}\,,$$

$$x = \frac{2\,\mathrm{MeV}}{kT}, \quad 2.59 \times 10^{-8} = x^2\,e^{-x}\,, \qquad x = 23.8\,,$$

$kT_N = 8.4 \times 10^{-2}\,\mathrm{MeV}$ $\quad T_N = 0.97 \times 10^9\,\mathrm{K}$ (no cóż, trochę za dużo).

$$t_N = \frac{2.36}{\sqrt{\alpha}}\left(\frac{10^{10}}{0.97 \times 10^9}\right)^2 \mathrm{s} = 108.2\,\mathrm{s}\,.$$

5. Zawartość helu:

Wobec tego $X_n = 0.20\, e^{-108/1013} = 0.18$. Ponieważ He^4 zawiera 2 neutrony, to na wagę hel stanowi $2\,X_n$ wszystkich pierwiastków, czyli:

$$Y = \text{proporcja wagowa helu} = 2\,X_n = 0.36\,.$$

Niestety odpowiedź jest wyraźnie gorsza niż oczekiwana. Na oko wydawało się, że powinniśmy otrzymać odpowiedź bliższą poprawnej tzn. $Y \approx 0.24$. Źródłem błędu jest niedokładność w wyznaczeniu chwili utraty równowagi termodynamicznej. Samo porównanie tempa ekspansji i reakcji nie jest wystarczająco dokładne. Należałoby dokładnie rozwiązać równanie na X_n:

$$\frac{d\,X_n}{dt} = -\lambda\,(n \to p)\,X_n + \lambda\,(p \to n)\,(1 - X_n)\,,$$

biorąc pod uwagę zmianę tempa reakcji λ i różnice temperatur neutrin i protonów. Pełne rachunki tego typu uwzględniają około 100 różnych reakcji jądrowych i dają poprawne wyniki dla pierwiastków z liczbą atomową A od 1 do 7.

PIOTR AMSTERDAMSKI

OBSERWACJE

Komunikat nr 12/90 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Wyniki obserwacji Słońca w grudniu 1990 r. przysłało 6 obserwatorów: Marcin Betlej, Janusz Kosiński, Jowita Lis, Maciej Piętka, Andrzej Pilski, Mieczysław Szulc. Łącznie wykonano 37 obserwacji w 18 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa w grudniu 1990 r. wynoszą:
1. 136, 2. 149, 3 ---, 4. 180, 5. 144, 6. 137, 7. ---, 8. ---, 9. 158, 10. ---, 11. 148, 12. ---, 13. ---, 14. ---, 15. ---, 16. ---, 17. 82, 18. 92, 19. ---, 20. ---, 21. 93, 22. 101, 23. 94, 24. 98, 25. 90, 26. 120, 27. ---, 28. 102, 29. ---, 30. 92, 31. 109.
Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w grudniu 1990 r. wynosi 120,4 (133,7). Średnia względna liczba Wolfa z jednego obrotu Słońca wynosi 128,0 (146,0). W nawiasach podano średnie liczone bez współczynników obserwatorów.

ANDRZEJ PILSKI

Obozy astronomiczne we Fromborku

W 1991 roku planowane są dwa: od 7 do 21 lipca zapraszamy zainteresowanych Układem Słonecznym, a od 28 lipca do 11 sierpnia planujemy obóz, częściowo wędrowny, dla zainteresowanych meteorami i meteorytami. Podane tematy są wiodącymi, ale nie jedynymi. Obozy są dostępne dla początkujących miłośników astronomii, ale zaawansowani też nie będą się nudzić. Od 12 do 14 sierpnia planowane jest także we Fromborku II Seminarium Meteorowo-Meteorytowe. Zainteresowanych obozami i seminarium proszę o zgłoszenia pod adresem: skr. poczt. 6, 14-530 Frombork.

ANDRZEJ PILSKI

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Robin Kerrod (tłumaczenie — *Jarosław Włodarczyk*): **Gwiazdy i galaktyki**. Encyklopedia „Wiedzy i Życia", Warszawa 1990, stron 48.

Przed samą gwiazdką pojawiła się na rynku księgarskim przepiękna, kolorowa książeczka dla miłośników astronomii. Błyszcząca okładka, znakomity papier, zwarte — jak na encyklopedię przystało — informacje o gwiazdach, galaktykach, kwazarach, same kolorowe ilustracje, króciutkie ich opisy. A przy tym wszystko podane wyjątkowo atrakcyjnie, bez suchości tradycyjnego encyklopedycznego stylu. Jest to niewątpliwie książka, którą z prawdziwą przyjemnością bierze się do ręki. Gorąco ją można polecić wszystkim: najmłodsi docenią tylko ilustracje, początkujący dostaną skondensowane podstawy astronomicznej wiedzy, obojętni zostaną zachęceni do astronomii, a pasjonaci nie oprą się przyjemności obejrzenia ślicznych wersji znanych sobie dobrze obrazków. Książeczka ta tak mi się podoba, że z prawdziwą przykrością muszę się wywiązać z obowiązku recenzenta i wytknąć kilka drobnych potknięć — przy następnym wydaniu (a chyba będzie, bo rozeszła się błyskawicznie) będziemy mieli ideał w ręku. Na str. 5 powinno być „szuka się dowodów na istnienie czarnych dziur", a nie „znajduje się dowody"; na str. 6 Proxima Centauri jest oddalona o około $4^1/_2$ zamiast $4^1/_4$ roku świetlnego; na str. 7 brak skal na obrazku pt. Nieskończony Wszechświat, a na sąsiednim gwiazdka widziana ze Słońca jest za wysoko; na str. 9 nie jest zaznaczony zenit, co jest mylące; na str. 12 nie wszystkie dane dadzą się odczytać ze „smug w świetle gwiazd". Zresztą na sąsiedniej stronie mówi się o widmie, więc można było od razu z tego korzystać. Na str. 13 gwiazdy „nawet przez teleskop pozostają mikroskopijnymi punktami" a potem jest pokazana tarcza Betelgezy; na str. 14 niefortunnie „odległość przyjmujemy za podstawę skali jasności"; układ podwójny i zaćmieniowy są fatalnie oznakowane na obrazku; mało czytelne jest wytłumaczenie nazw „olbrzymy" i „karły"; na str. 26 niejasno wytłumaczony jest pulsar; na str. 27 nie opisano świecenia plamy; na str. 34 — kwazary to nie są wybuchy w jądrach masywnych galaktyk. Poza tym tekst sugeruje, że świecą... czarne dziury. Na str. 36 powinno być „gromada" a nie „grupa" Panny. W sumie te drobne poprawki dadzą się łatwo uwzględnić. Na końcu książki znajduje się bardzo pożyteczny słowniczek (ale przez przeoczenie orbita jest zdefiniowana jako droga przebywana pod wpływem wyłącznie sił grawitacyjnych) oraz spis astronomicznej literatury popularno-naukowej dostępnej na polskim rynku. Myślę, że do kupowania tej właśnie książeczki nawet nie trzeba zachęcać, bo nie sposób przejść obok niej obojętnie — nawet albumowa cena (w Warszawie od 40 do 60 tysięcy złotych) nie odstraszy prawdziwego miłośnika astronomii. Co więcej lata moment ukaże się następny tom tej encyklopedii, a mianowicie *Układ Słoneczny*.

MAGDALENA SROCZYŃSKA-KOŻUCHOWSKA

Z KORESPONDENCJI

W ostatnich miesiącach niektórzy miłośnicy astronomii mieli okazję zetknąć się z nowym wydawnictwem astronomicznym — biuletynem *Sirius*. Od dłuższego już czasu dr Janusz W. Kosiński nosił się z po-

myślem wydawania Kwartalnika astronomicznego *Astronomia Amatorska*. Oba te periodyki miały mieć podoby charakter i podejmować tą samą tematykę. W tej sytuacji chyba dość rozsądną decyzję (odciążającą też kieszeń miłośników astronomii, do których miały być skierowane pisma), było połączenie oby wydawnictw w jeden kwartalnik o nazwie *Astronomia Amatorska*. W naszym czasopiśmie będziemy podejmować tematy interesujące miłośników astronomii, wobec czego łamy *AA* będą dla nich otwarte (co nie wyklucza druku tekstów zawodowych astronomów). Wychodząc z takiego założenia oczekujemy na współpracę — wyniki przemyśleń i obserwacji, artykuły, notatki, drobne ogłoszenia, etc. Oto adresy, gdzie można przesyłać artykuły i kierować wszystkie sprawy dotyczące prenumeraty:

DR JANUSZ W. KOSIŃSKI
skr. poczt. 6
14-530 Frombork

ARKADIUSZ OLECH
ul. Żwirki i Wigury 11/34
83-000 Pruszcz Gd.

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Sierpień 1991 r.**

Słońce

W sierpniu Słońce wstępuje w znak Panny i jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 150°. Dni są coraz krótsze: w Warszawie 1 sierpnia Słońca wschodzi o 4^h55^m zachodzi o 20^h28^m a 31 sierpnia wschodzi o 5^h44^m, zachodzi o 19^h28^m.

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

Data 1991	P	B_0	L_0	Data 1991	P	B_0	L_0
VIII 1	+10°81	+5°80	266°92	VIII 17	+16°68	+6°74	55°37
3	+11.60	+5.94	240.46	19	+17.33	+6.83	28.94
5	+12.38	+6.07	214.02	21	+17.96	+6.90	2.51
7	+13.14	+6.20	187.57	23	+18.57	+6.98	336.08
9	+13.88	+6.32	161.13	25	+19.16	+7.04	309.65
11	+14.60	+6.44	134.69	27	+19.74	+7.10	283.22
13	+15.32	+6.54	108.25	29	+20.29	+7.14	256.80
15	+16.00	+6.64	81.81	31	+20.82	+7.18	230.34

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$21^d18^h33^m$ — heligraficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca jest w sierpniu następująca: ostatnia kwadra 3^d13^h, nów 10^d4^h, pierwsza kwadra 17^d7^h i pełnia $25^d\ 11^h$; w związku z tym ciemne, bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej poło-

wie miesiąca. W perygeum Księżyc znajdzie się 8 sierpnia, a w apogeum 21 sierpnia. W sierpniu tarcza Księżyca zakryje Merkurego i Urana, przy czym zakrycie Merkurego będzie widoczne w Europie.

Planety i planetoidy

Nisko nad zachodnim horyzontem w pierwszej dekadzie świeci jeszcze Wenus jako Gwiazda Wieczorna —3.5 wielkości (pod woniec miesiąca możemy ją też próbować odnaleźć rankiem nad wschodnim horyzontem), a przez cały miesiąc wieczorem również nisko nad zachodnim horyzontem świeci Mars jako gwiazda +2 wielkości. Saturn widoczny jest prawie całą noc, ale nisko nad horyzontem w gwiazdozbiorze Koziorożca, a Uran i Neptun wieczorem w gwiazdozbiorze Strzelca (Saturn +0.4 wielk., Uran 6 wielk., a Neptun 8 wielk.). Pozostałe planety przebywają na niebie zbyt blisko Słońca i są niewidoczne.

Meteory

W pierwszej połowie sierpnia promieniują dwa roje meteorów: jota Akwarydy (maks. 6 sierpnia) i Perseidy (maks. 13 sierpnia). Akwarydy mają podwójny radiant w gwiazdozbiorze Wodnika: rekt. 22^h32^m, dekl. —15° i rekt. 22^h4^m, dekl. —6°. Rój nie jest obfity i możemy się spodziewać spadku zaldwie kilku meteorów w ciągu godziny. Natomiast Perseidy, których radiant leży w gwiazdozbiorze Perseusza i ma współrzędne: rekt. 3^h4^m, dekl. +58°, jest rojem znaczie bogatszym i możemy zaobserwować nawet kilkadziesiąt meteorów w ciągu godziny. Warunki obserwacji są w tym roku bardzo dobre (Księżyc około nowiu).

* *
*

2^d21^h Pluton nieruchomy w rektascensji.

7^d O 6^h Merkury nieruchomy w rektascensji, a o 8^h znnajdzie się w złączeniu z Wenus w odl. 2°.

11^d O 9^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 3°. O 10^h bliskie złączenie Merkurego z Księżycem; zakrycie Merkurego przez tarczę Księżyca widoczne będzie (u nas tylko przez lunety, bo w dzień) w Europie Środkowej, w Skandynawii, w zachodniej i środkowej części ZSRR, w Indiach, w Chinach i na Filipinach.

12^d10^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 6°.

17^d O 2^h Wenus w złączeniu z Regulusem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa (w odl. 9°). O 24^h złączenie Jowisza ze Słońcem.

21^d O 4^h Uran w bliskim złączeniu z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na półkuli południowej. O 12^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odl. 1°2. O 23^h dolne złączenie Merkurego ze Słońcem.

22^d22^h Dolne złączenie Wenus ze Słońcem.

23^d O 1^h złączenie Saturna z Księżycem w odl. 1°8. O 17^h Słońce wstępuje w znak Panny.

29^d7^h Wenus w złączeniu z Merkurym w odl. 6°.

30^d22^h Merkury nieruchomy w rektascencji.

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

CONTENTS

S. R. Brzostkiewicz — The First Results of the Magellan Mission.

M. Zawilski — Historical Observations of Eclipsing Phenomena (IX). Polish Observations.

Chronicle: Are We Alone?

Corner of an Astronomical Olympian.

Observations.

New Books.

From Correspondence.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

С. Р. Бжосткевич — Первые результаты полёта зонда Магеллан.

М. Завильски — Исторические наблюдения затменных явлений (IX). Польские наблюдения.

Хроника: Одни ли мы?

Уголок астрономического олимпийца.

Наблюдения.

Новые книги.

Из корреспонденции.

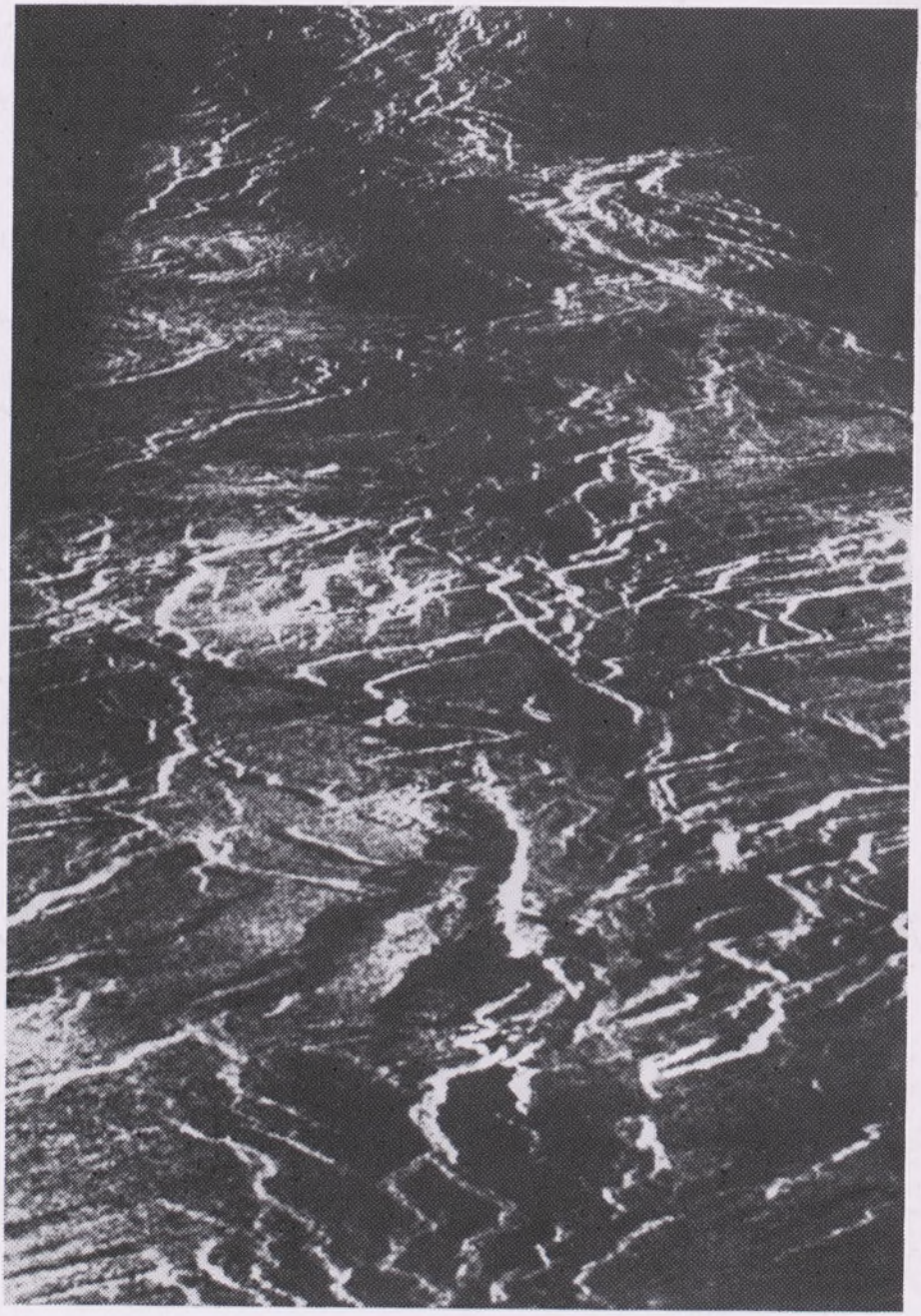
Астрономический календарь.

OGŁOSZENIE

Sprzedam nowy teleskop „Micar" Tal-1. Jerzy Piłat, ul. Mieszka I 7/3, 65-040 Zielona Góra, tel. 34-38.

INFORMACJE ZARZĄDU GŁÓWNEGO

Składka członkowska 1991 wynosi 24.000,— zł, dla emerytów i rencistów oraz studentów, młodzieży i dzieci zniżka 12.000,— zł. Składkę można dzielić tylko na okresy półroczne. Cena pojedynczego numeru Uranii 5.000,— zł (plus koszty przesyłki 1.200,— zł. W prenumeracie 5.000,— zł razy liczba miesięcy, na które zaprenumerowano Uranię, tzn. prenumerata roczna 60.000,— zł, półroczna 30.000,— zł. Dla członków PTMA, którzy opłacili składkę członkowską 4.000,— zł razy liczba miesięcy na które zaprenumerowano Uranię, tzn. prenumerata roczna 48.000,— zł, półroczna 24.000,— zł. Czytelnicy, którzy opłacili Uranię do 1 lutego są zwolnieni od dopłaty do kwot wymienionych powyżej (jednakowoż mogą dopłacić o ile tego sobie życzą, pozostawiamy to ich dobrej woli), natomiast wszystkie wpłaty, które wpłynęły po 1 lutego muszą być wyrównane do podanych wyżej kwot. Zeszyty Uranii z roku 1990 — 2.000,— zł za zeszyt plus koszty przesyłki, natomiast zeszyty starsze — 500,— zł plus koszty przesyłki. Wysyłamy je na zamówienie pod warunkiem, że te zeszyty znajdują się w PTMA i do przesyłek dołączamy kartkę ile wynosi należność za zeszyty i Uranię. Ponadto wysyłamy po otrzymaniu pieniędzy, następujące broszury ceny już z kosztami wysyłki: *Amatorski Teleskop Zwierciadlany* — 4.500,— zł dla członków i 5.000,— zł dla pozostałych. Ukazała się broszura Z. Dworaka *Najdalsze Planety Układu Słonecznego*, cena z przesyłką 6.800,— zł dla członków i 7.800,— zł dla pozostałych. Ponadto rozsyłamy broszurę *Tadeusz Banachiewicz — Twórca Krakowianów* — 2.000,— zł, Pasek ze zdjęciami Układu Planetarnego 600,— zł i dołączamy je do innych przesyłek, a jeśli otrzymamy dodatkowo 1.200,— zł to przesyłamy je w oddzielnej przesyłce. *Obrotowa Mapa Nieba* 6.800,— dla członków i 7.800,— zł dla pozostałych.

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. Adres redakcji: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres administracji: Zarząd Główny PTMA, ul. Św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Cena umowna.

Drukarnia Związkowa w Krakowie, Mikołajska 13 — Zam. 813/91 — Nakł. 2.600