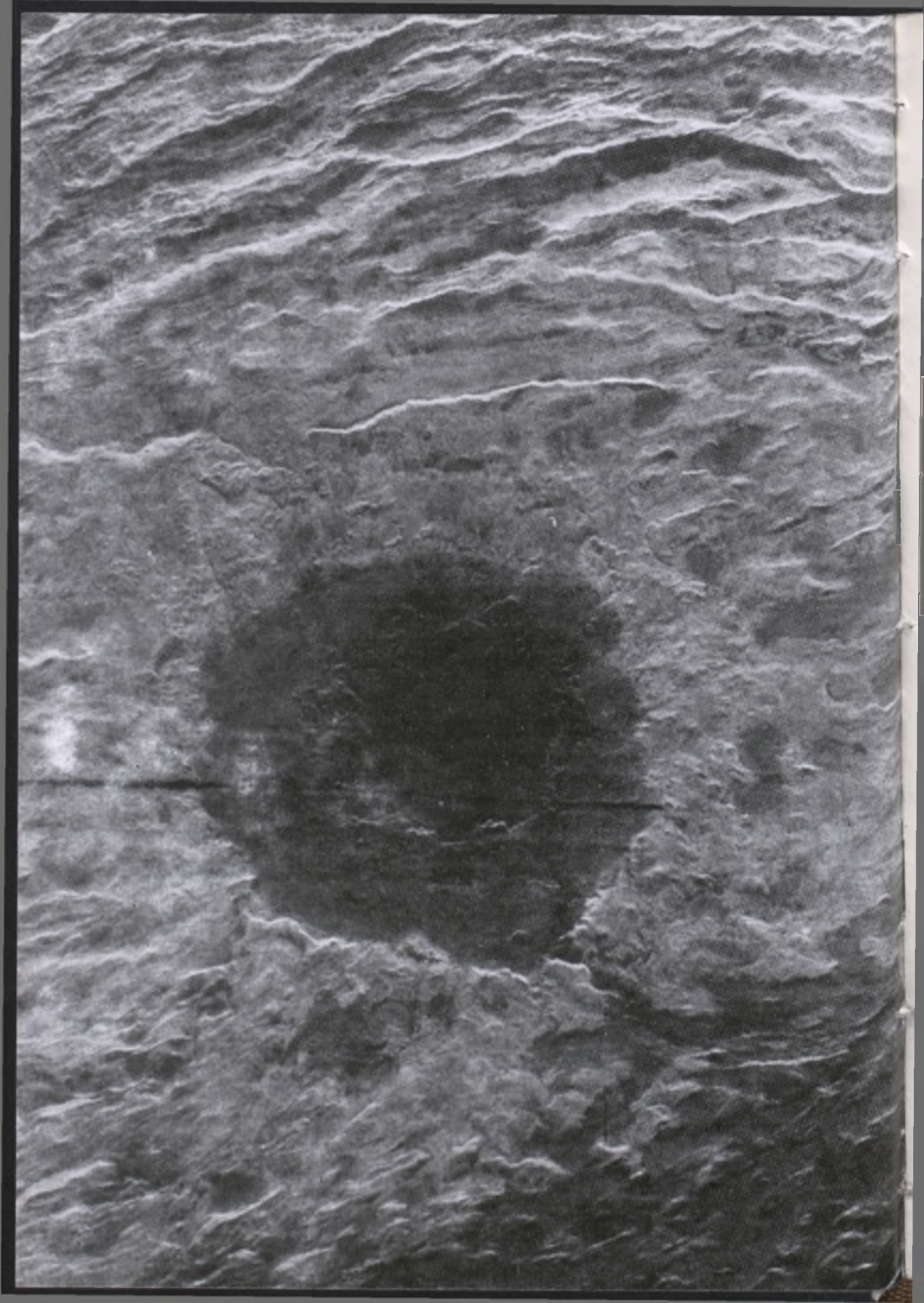
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXII WRZESIEŃ 1991 NR 9 (596)



URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

PL ISSN–0042–0794

ROK LXII WRZESIEŃ 1991 NR 9(596)

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH I 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).

SPIS TREŚCI

Tadeusz Jarzębowski
Promieniowanie grawitacyjne 226

Stanisław R. Brzostkiewicz
Krakowski okres studiów Kopernika 234

Kronika:
Planeta poza Układem Słonecznym 241
Roentgenowski obraz Księżyca 242

Kronika Historyczna:
Kim był Jean Philippe Lovs de Chéseaux's? 243

Poradnik Obserwatora:
Radioteleskop dla amatorskich rejestracji promieniowania radiowego Słońca 245

Obserwacje:
Komunikat nr 4/91 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA 249

Nowości Wydawnicze:
R. Kerrod, Układ Słoneczny 250

To i owo:
Sprawozdanie z obozu stypendystów Krajowego Funduszu na Rzecz Dzieci 251

Kalendarzyk astronomiczny 252

W dniach od 10 do 13 września 1991 r. odbędzie się w Krakowie XXV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Wybór miejsca jubileuszowego Zjazdu PTA ma na celu uczczenie przypadających w tym roku rocznic ważnych dla polskiej astronomii i Krakowa: 500–lecia rozpoczęcia przez M. Kopernika studiów w Akademii Krakowskiej i 200–lecia wykonania przez J. Śniadeckiego pierwszych obserwacji w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Już po raz piąty podczas otwarcia Zjazdu PTA zostanie wręczony Medal im. Włodzimierza Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie. Tegorocznym laureatem tego odznaczenia zostali Edith i Andrzej PILSCY, niestrudzeni krzewiciele astronomii w Muzeum Kopernika i Planetarium we Fromborku. Dysponując bardzo skromnymi środkami i ograniczonymi możliwościami doprowadzili do zbudowania i uruchomienia obserwatorium Astronomicznego na Żurawiej Górze. Z Obserwatorium tym jest związana liczna grupa młodzieży, która prowadząc obserwacje dostępne dla zainstalowanych w nim instrumentów (teleskopy o średnicach 30, 15 i 10 cm) uczy się astronomii w najwłaściwszy i najbardziej efektywny sposób – poprzez aktywne jej uprawianie. E. i A. Pilscy są twórcami i organizatorami akcji „Wakacje w Planetarium", która przyciąga młodych ludzi do astronomii i umożliwia im odkrywanie gwiaździstego nieba oraz rozbudzanie zainteresowań Wszechświatem.

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie zaćmienia Księżyca w dniu 9 lutego 1990 r. wykonane przez Janusza Ślusarczyka z Niepołomic.

Druga strona okładki: Obraz krateru meteorowego Kleopatra na powierzchni Wenus uzyskany za pomocą sondy kosmicznej Magellan; jego średnica wynosi około 100 km, a głębokość 2.5 km.

Trzecia strona okładki: Obraz fragmentu powierzchni Wenus uzyskany za pomocą sondy Magellan obejmujący obszar około 90×120 km na Ziemi Isztar.

Czwarta strona okładki: Sonda kosmiczna Ulysses, która 6 października 1990 r., wyniesiona za pomocą promu kosmicznego Discovery, rozpoczęła lot dla zbadania biegunowych obszarów otoczenia Słońca.

Tadeusz Jarzębowski – Słupsk

PROMIENIOWANIE GRAWITACYJNE

Warunkiem poznania otaczającego nas świata jest otrzymywanie stamtąd jakichś informacji. Gdy chodzi o ciała niebieskie, to jeszcze do niedawna tymi jedynymi w zasadzie nośnikami informacji były fale świetlne. Do pierwszej połowy naszego stulecia cała wiedza o Wszechświecie, jaką dysponowała astronomia, opierała się na tym, co „opowiedziały" te fale.

Wiemy, że fale świetlne – tj. te, na które reaguje nasze oko – to tylko wąziutki fragment bardzo obszernego widma promieniowania elektromagnetycznego. W miarę rozwoju technik obserwacyjnych i możliwości obserwacji w innych długościach fal, nasze horyzonty badawcze rozszerzały się – powstawały takie działy jak astronomia radiowa, rentgenowska czy też gamma. Niezależnie od tego, informacji o Wszechświecie dostarczały cząstki promieniowania kosmicznego, czy też docierające do nas z wnętrz gwiazd neutrina; mówi się już dziś o nowym dziale astronomii, o astronomii neutrinowej.

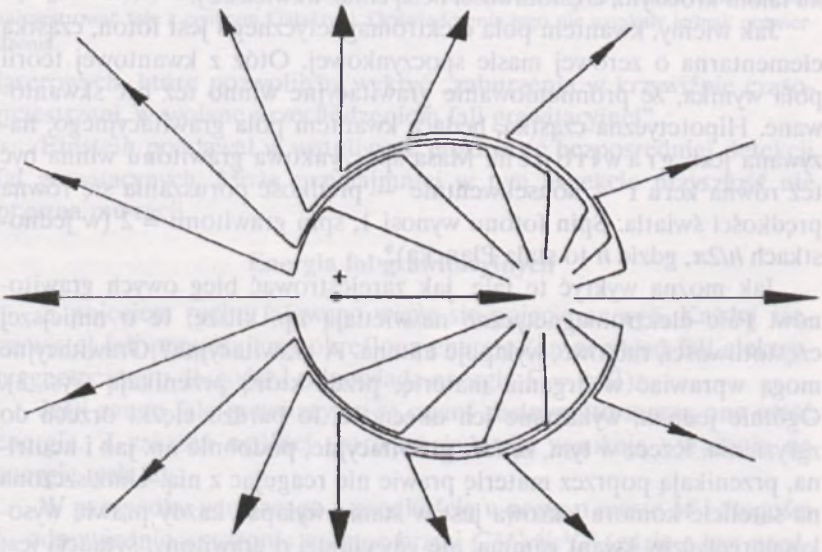
Ale wróćmy do fal. Otóż po ogłoszeniu przez A. Einsteina ogólnej teorii względności (zwanej też teorią grawitacji), na łamach czasopism fizycznych pojawiło się pojęcie innych, nie znanych dotąd fal, tzw. fal grawitacyjnych. Fale te nie stanowią jakiegoś nowego zakresu w widmie elektromagnetycznym; jest to obszerne widmo promieniowania innego zupełnie typu. Promieniowanie to przybywając do nas od ciał niebieskich stanowić więc może nowy, niezależny nośnik informacji na temat tego, co się dzieje we Wszechświecie. Jeszcze do niedawna wyrażano wątpliwości co do realności istnienia tych fal, ale mamy już obserwacyjny dowód na to, że jednak istnieją. Podręczniki astronomii XXI wieku wzbogacą się chyba o jeszcze jeden rozdział: astronomia fal grawitacyjnych.

Co to takiego?

Einstein, wysuwając w roku 1918 hipotezę o możliwości istnienia fal grawitacyjnych, sugerował się analogią między polem elektromagnetycznym i grawitacyjnym. Rzeczywiście, wystarczy spojrzeć na prawo Coulomba i prawo Newtona: tu w liczniku mamy iloczyn mas, a obie siły – elektrostatyczna i grawitacyjna – analogicznie maleją z kwadratem odległości. Ale są i różnice. Ta, w naszym przypadku najistotniejsza,

dotyczy wielkości oddziaływania. Wstawiając bowiem do wzoru Newtona wartość masy protonu i elektronu, stwierdzimy, że oddziaływanie grawitacyjne jest prawie 10^{40} razy słabsze niż wynikające z prawa Coulomba oddziaływanie elektrostatyczne.

Od czasów Maxwella wiadomo, że poruszająca się ruchem przyspieszonym cząstka naładowana jest źródłem fali elektromagnetycznej. Spójrzmy na rysunek 1. Cząstka naładowana wytwarza wokół siebie pole elektryczne. Przesunięcie jej spowoduje zaburzenie pierwotnego pola, które to zaburzenie rozchodzić się będzie z prędkością światła w postaci fali elektromagnetycznej.



Rys. 1. Przesuwając ciało obdarzone ładunkiem elektrycznym, powodujemy zaburzenie wytwarzanego przez ten ładunek pola; zaburzenie to rozchodzi się jako fala elektromagnetyczna. W myśl ogólnej teorii względności, analogiczne zjawisko wystąpi w przypadku nagłego przesunięcia jakiejś masy — co pociągnie za sobą powstanie fali grawitacyjnej.

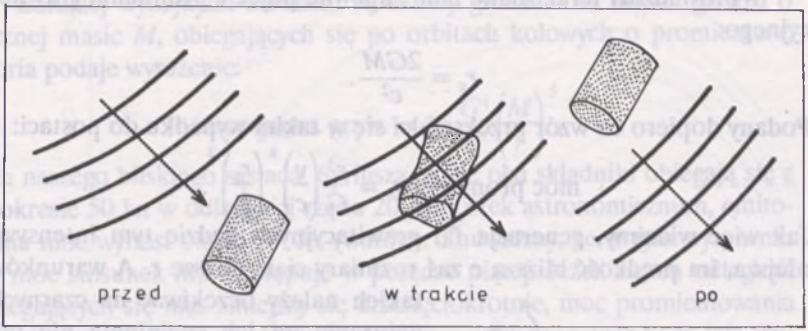
Otóż w oddziaływaniu grawitacyjnym rolę ładunków przejmują masy. W myśl zatem wspomnianej analogii, należałoby oczekiwać, że poruszające się ruchem przyspieszonym ciało, obdarzone masą, winno też być źródłem fali. Jest to logiczne: z masą związane jest pole grawitacyjne i przesunięcie masy wywoła zaburzenie w tym polu. Zaburzenie to winno rozchodzić się z prędkością światła i to byłaby właśnie fala grawitacyjna. Używając zaś języka relatywistycznego, powiedzielibyśmy, że są to zafalowania własności geometrycznych czasoprzestrzeni.

Mówiąc o falach chciałoby się wyobrazić ich długość czy też częstotliwość. Otóż widmo jest tu dość szerokie; różne źródła będą emitowały promieniowanie o różnych długościach fal. Rozpatruje się częstotliwości od kilohertów do mikro czy nawet nanohertów. Fale grawitacyjne możemy więc sobie wyobrażać jako znacznie dłuższe w porównaniu z elektromagnetycznymi („okno" radiowe to już są mega i gigahertz, a idąc ku falom krótszym, częstotliwości będą coraz to większe).

Jak wiemy, kwantem pola elektromagnetycznego jest foton, cząstka elementarna o zerowej masie spoczynkowej. Otóż z kwantowej teorii pola wynika, że promieniowanie grawitacyjne winno też być skwantowane. Hipotetyczna cząstka, będąca kwantem pola grawitacyjnego, nazywana jest g r a w i t o n e m. Masa spoczynkowa grawitonu winna być też równa zeru i — konsekwentnie — prędkość poruszania się równa prędkości światła. Spin fotonu wynosi 1, spin grawitonu = 2 (w jednostkach $h/2\pi$, gdzie h to stała Plancka)*.

Jak można wykryć te fale, jak zarejestrować bieg owych grawitonów. Fale elektromagnetyczne naświetlają np. kliszę; te o mniejszej częstotliwości, radiowe, wyłapuje antena. A grawitacyjne? Grawitacyjne mogą wprawiać w drgania materię, przez którą przenikają (rys. 2). Ogólnie jednak, wykazanie ich obecności to bardzo ciężki orzech do zgryzienia. Rzecz w tym, że fale grawitacyjne, podobnie np. jak i neutrina, przenikają poprzez materię prawie nie reagując z nią. Umieszczona na satelicie komora iskrowa jest w stanie wyłapać każdy prawie wysokoenergetyczny kwant gamma, ale gdy chodzi o grawitony, sytuacja jest diametralnie różna: przy dzisiejszych możliwościach dałoby się złapać jednego z nich na.... 10^{23}. Niemniej fizycy pracują nad projektowaniem aparatury do wykrywania fal grawitacyjnych. Na łamach czasopism fizycznych sporo czyta się ostatnio na temat interferometrycznych detektorów

* Po bliższe szczegóły odsyłamy do wydanej niedawno *Ilustrowanej encyklopedii dla wszystkich — Fizyka*.



Rys. 2. Fala grawitacyjna przenikając przez metalowy cylinder może wprawić go w drgania. Gdyby te drgania dało się dostrzec, byłby to odbiornik tych fal — powiedzmy „teleskop" grawitacyjny. Bazując na tej koncepcji, *J. Weber* z Uniwersytetu w Maryland usiłował zarejestrować fale z centrum Galaktyki. Doświadczenia jego nie uzyskały jednak potwierdzenia.

laserowych, które pozwoliłyby wykryć „zaburzenia w krzywiźnie czasoprzestrzeni, wywołane przechodzeniem fali grawitacyjnej".

Einstein poddawał w wątpliwość możliwość bezpośredniej detekcji fal grawitacynych. Może przynajmniej w tym aspekcie przyszłość nie przyzna mu racji.

Energia fal grawitacyjnych

Z pojęciem ruchu falowego wiąże się pojęcie energii. Każdej rzeczywistej fali przypisujemy określoną energię (na przykład fali elektromagnetycznej o długości λ odpowiada energia $E = hc/\lambda$).

Jeśli zatem fale grawitacyjne są czymś realnym, to muszą one nieść energię. Z założeń ogólnej teorii względności wynikają wyrażenia na energię tych fal.

W przypadku wirujacego z prędkością v pręta o masie M i długości L, odpowiednie wyrażenie na moc brzmi GM^2v^6/c^5L^2 (gdzie c jest prędkością światła, G stałą grawitacji).

Jeżeli jest to metalowy pręt o masie 100 tysięcy ton, wykonujący jeden obrót na sekundę, to takie gigantyczne urządzenie emitowałoby promieniowanie o mocy.... 10^{-24} J/s (watów). Jest to zatem moc wręcz znikoma. Przykład ten ilustruje, iż wydajność procesów generujących te fale jest niesłychanie mała; jest to konsekwencją wspomnianej przez nas słabości oddziaływań grawitacyjnych.

Wprowadźmy teraz znane nam zapewne pojęcie promienia grawitacyjnego:

$$r_g = \frac{2GM}{c^2}.$$

Podany dopiero co wzór przekształci się w takim wypadku do postaci:

$$\text{moc prom. graw.} = \frac{c^5}{G}\left(\frac{v}{c}\right)^6\left(\frac{r_g}{L}\right)^2.$$

Jak więc widzimy, generacja fal grawitacyjnych będzie tym intensywniejsza, im prędkość bliższa c zaś rozmiary ciała bliższe r. A warunków takich należy oczekiwać na czarnych dziurach; od ich spełnienia nie tak dalekie są też gwiazdy neutronowe.

Spójrzmy raz jeszcze na ten wzór. Wynika z niego, że gdy $L \to r_g$ zaś $v \to c$, emitowana moc promieniowania grawitacyjnego zdąża do c^5/G, a to jest wartość olbrzymia, około 10^{52} J/s (dla porównania, Słońce emituje pod postacią promieniowania elektomagnetycznego 4×10^{26} J/s).

Stąd też obiekty skondensowane, a zwłaszcza czarne dziury, są tymi miejscami we Wszechświecie, skąd promieniowanie grawitacyjne mogłoby być emitowane najintensywniej. Wymienić tu można takie procesy jak zapadanie się obiektu do czarnej dziury, hipotetyczne zderzanie się czarnych dziur, czy też spadanie ciał na czarną dziurę. (rys. 3).

Rys. 3. Ciało, spadając na czarną dziurę, staje się silnym źródłem fal grawitacyjnych. W miarę jednak jak odległość tego ciała zbliża się do r, częstotliwość i energia fal maleją z uwagi na zjawisko tzw. poczerwienienia grawitacyjnego.

Promieniowanie grawitacyjne z układów podwójnych

Zgodnie z teorią, dwie obiegające się masy winny stanowić źródło fal grawitacyjnych. Częstotliwość tych fal wynosi 1/okres obiegu. Fale o częstotliwości 10^{-7} Hz emituje zatem obiegająca Słońce Ziemia, emitują fale inne planety. Najintensywniej grawitacyjnie „świeci" największa planeta, Jowisz, emitując energię o mocy 450 watów (niewiele to – tyle pobiera np. żelazko elektryczne).

Bardziej wydajnymi źródłami są układy gwiazd. Dla dwóch gwiazd o łącznej masie M, obiegających się po orbitach kołowych o promieniu r, teoria podaje wyrażenie:

$$\text{moc prom. graw.} = 13\,\frac{G^4}{c^5}\left(\frac{M}{r}\right)^5 .$$

Dla naszego bliskiego sąsiada, Syriusza, gdzie oba składniki obiegają się z w okresie 50 lat w odległości rzędu 20 jednostek astronomicznych, emitowana moc wynosi około 10^8 J/s (watów). Zauważmy, że w tym wyrażeniu na moc stosunek M/r występuje w potędze piątej. Jeżeli zatem odległość obiegających się mas zmiejszy się dziesięciokrotnie, moc promieniowania wzrośnie sto tysięcy razy. Najintensywniej produkować więc będą fale grawitacyjne układy ciasne.

A teraz pytanie o zasadniczym znaczeniu dla tematyki fal grawitacyjnych z układów podwójnych. Na koszt czego emitowane jest to promieniowanie? Odpowiedź może być tylko jedna: na koszt energii ruchu orbitalnego. Emitując fale grawitacyjne, potencjalna energia układu maleje. A z tego wynikają dla układu wnioski niewesołe. Oznacza to bowiem, że orbita kurczy się, składniki zbliżają się do siebie, okres obiegu jest coraz to krótszy – i musi nadejść taka chwila, kiedy to układ przestanie istnieć. (Historia taka jak ze sztucznym satelitą, który krążył zbyt nisko, wytracał energię na skutek tarcia o atmosferę i zakończył żywot wpadając w jej gęste warstwy).

Ów czas życia układu, τ, można obliczyć; będzie on równy stosunkowi energii ruchu orbitalnego układu do mocy promieniowania grawitacyjnego i wynosi

$$\tau = 0{,}04\frac{c^5\ r^4}{G^3M^3} \approx \frac{c^5P^{8/3}}{(GM)^{5/3}} ,$$

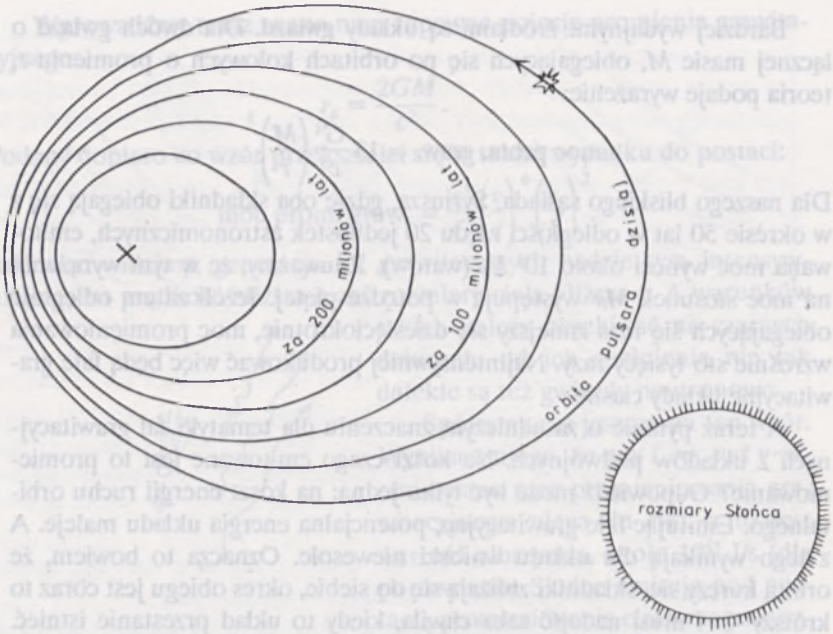
gdzie P jest okresem obiegu.

Zanim planety naszego Układu Słonecznego wytracą swą energię w następstwie emisji fal grawitacyjnych, minie 10^{23} lat. Układ podwójny Syriusza istnieć jeszcze będzie przez 10^{22} lat.

Nie ma więc powodów do niepokoju. Ale poznaliśmy właśnie jeden układ podwójny, gdzie sytuacja nie przedstawia się już tak różowo.

Fale grawitacyjne z układu podwójnego PSR 1913+16

Ktokolwiek interesuje się astronomią, o tym układzie zapewne słyszał. Odkryty w roku 1974, jest chyba gwiazdą pierwszej wielkości na firmamencie astronomicznych sensacji. To dwie gwiazdy neutronowe, obiegające się w

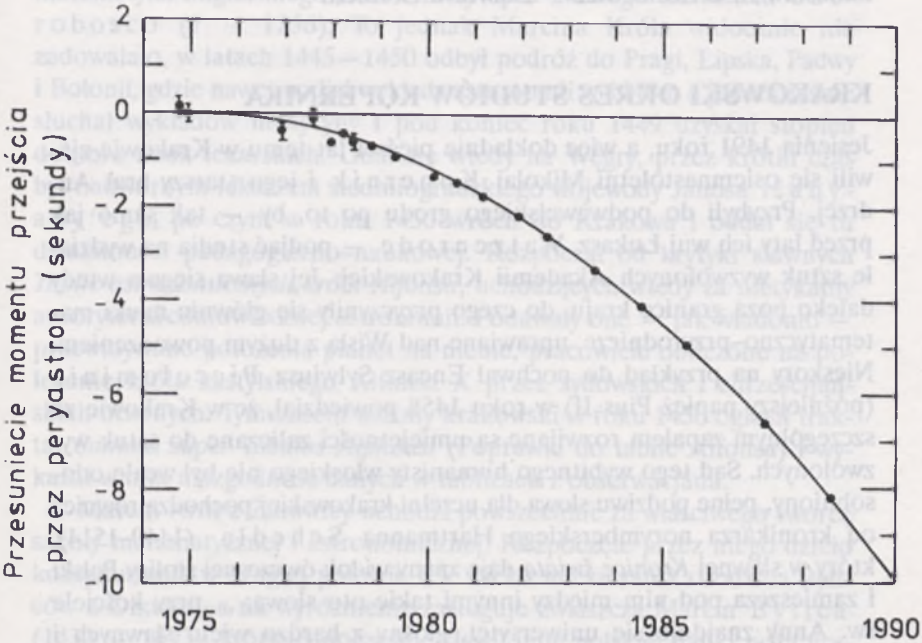


Rys. 4. W następstwie emisji fal grawitacyjnych potencjalna energia układu PSR 1913+16 maleje i orbita kurczy się. Na rysunku naszkicowano rozmiary orbity po każdych kolejnych 50 milionach lat. Dla porównania podano rozmiary Słońca w tej samej skali.

okresie 7 godzin i 45 minut. Jedna z nich jest pulsarem o okresie 0,0590299979299 sekundy. Obecność pulsara pozwoliła na wszechstronne badanie występujących tu efektów relatywistycznych, w szczególności na wykrycie skutków emisji promieniowania grawitacyjnego.

Jak na dwie gwiazdy, jest to układ ciasny. Odległość obu tych gwiazd neutronowych zmienia się w trakcie obiegu od około 800 tysięcy do ponad 3 milionów kilometrów (niewiele to, pamiętajmy, że średnica Słońca wynosi 1,4 miliona km – rys. 4). Moc emitowanego promieniowania grawitacyjnego winna być zatem znaczna i energia ruchu orbitalnego winna dość szybko maleć. Podstawiając odpowiednie dane do wzoru na τ, obliczymy, że czas życia tego układu winien wynosić 300 mln lat.

Z obliczeń wynika, że w następstwie emisji fal grawitacyjnych orbita pulsara winna w ciągu każdego roku skurczyć się o 3,5 metra (rys. 4), natomiast okres obiegu po każdym roku winien być krótszy o $7{,}2\times10^{-5}$ sekundy. Otóż obserwacje potwierdzają to skracanie się okresu; zgodność teorii z obserwacjami jest w granicach 1%.



Rys. 5. Konsekwencją emisji fal grawitacyjnych przez układ PSR 1913+16 jest skracanie się okresu orbitalnego. Fakt ten wywołuje narastające szybko z czasem różnice w momentach przejścia przez peryastron. Punkty na wykresie to dane obserwacyjne; linia krzywa natomiast odpowiada przebiegowi tego zjawiska w myśl przewidywań ogólnej teorii względności. Zgodność teorii z obserwacjami jest, jak widać z wykresu, znakomita.

Ktoś zapyta, jak w ciągu kilkunastu lat można było wykryć zmiany okresu, które są rzędu jednej stutysięcznej sekundy na rok. Otóż tajemnica w tym, że zmiany okresu orbitalnego pociągają za sobą znacznie większe i narastające w czasie różnice w momentach przejść przez peryastron. W latach 1974—1989 te różnice doszły już do 8 sekund (rys. 5).

Faktu emisji fal grawitacyjnych przez układ PSR 1913+16 nikt już dziś nie kwestionuje. Rozstrzygnięta została tym samym trwająca od wielu lat debata na temat tego, czy fale grawitacyjne są fizyczną realnością, czy też może należy je traktować jako pewien formalizm matematyczny. Jeżeli są to rzeczywiste fale, to winny unosić ze sobą energię — i to zostało potwierdzone przez stwierdzenie skracania się okresu orbitalnego.

Obserwacyjne wykrycie fal grawitacyjnych jest też kolejnym argumentem potwierdzającym słuszność ogólnej teorii względności Einsteina.

Stanisław R. Brzostkiewicz – Dąbrowa Górnicza

KRAKOWSKI OKRES STUDIÓW KOPERNIKA

Jesienią 1491 roku, a więc dokładnie pięćset lat temu w Krakowie zjawili się osiemnastoletni Mikołaj Kopernik i jego starszy brat Andrzej. Przybyli do podwawelskiego grodu po to, by – tak samo jak przed laty ich wuj Łukasz Watzenrode – podjąć studia na wydziale sztuk wyzwolonych Akademii Krakowskiej. Jej sława sięgała wtedy daleko poza granicę kraju, do czego przyczyniły się głównie nauki matematyczno-przyrodnicze, uprawiane nad Wisłą z dużym powodzeniem. Nieskory na przykład do pochwał Eneasz Sylwiusz Piccolominii (późniejszy papież Pius II) w roku 1458 powiedział, że w Krakowie ze szczególnym zapałem rozwijane są umiejętności zaliczane do sztuk wyzwolonych. Sąd tego wybitnego humanisty włoskiego nie był wcale odosobniony, pełne podziwu słowa dla uczelni krakowskiej pochodzą również od kronikarza norymberskiego Hartmanna Schedla (1440–1514), który w sławnej *Kronice świata* daje znany widok ówczesnej stolicy Polski i zamieszcza pod nim między innymi takie oto słowa: „...przy kościele św. Anny znajduje się uniwersytet, głośny z bardzo wielu sławnych i uczonych mężów, w którym uprawiane są wszelkie umiejętności: nauka wymowy, poetyka, filozofia i fizyka. Najbardziej jednak kwitnie tam astronomia, a pod tym względem, jak to wiem od wielu osób, w całych Niemczech nie ma szkoły sławniejszej".

Czy autora zacytowanych powyżej słów można posądzać o stronniczą opinię na temat Akademii Krakowskiej? Chyba nie, oddaje ona raczej powszechną i w pełni zasłużoną ocenę, którą uczelnia krakowska cieszyła się w całej niemal Europie. Dotyczy to zwłaszcza nauki o niebie, od lat z powodzeniem uprawianej w podwawelskim grodzie. już bowiem na początku XV wieku istniała w Krakowie katedra astronomii i działało tu kilku wybitnych przedstawicieli tej dziedziny wiedzy. Jednym z nich był Marcin Król z Żurawicy pod Przemyślem (ok. 1422 – ok. 1453), wychowanek krakowskiej wszechnicy. Studia rozpoczął w roku 1438, by sześć lat później zostać bakałarzem, a w roku 1445 magistrem sztuk wyzwolonych. W tymże roku rozpoczął wykłady w Akademii Krakowskiej i ogłosił dziełko na temat arytmetyki liczb ułamkowych. Wkrótce potem opracował dwie rozprawy geometryczne, którymi w Krakowie długo się posługiwano, ceniąc je bardziej od podręcznika znanego

matematyka angielskiego Jana z Holywood zwanego też Janem Sacrobosco (? – 1256). To jednak Marcina Króla widocznie nie zadowalało, w latach 1445–1450 odbył podróż do Pragi, Lipska, Padwy i Bolonii, gdzie nawet podjął wykłady astronomii w 1448 r. a jednocześnie słuchał wykładów medycyny i pod koniec roku 1449 uzyskał stopień doktora nauk lekarskich. Udał się wtedy na Węgry, przez krótki czas był nadwornym lekarzem siedmiogradzkiego wojewody Jánosa Hunyady'ego, po czym w roku 1450 wrócił do Krakowa i oddał się tu działalności pedagogiczno–naukowej. Rozpoczął od krytyki sławnych *Tablic astronomicznych króla Alfonsa*, uchodzących wtedy za nietykalny autorytet średniowiecznej astronomii. Podawały one – jak wiadomo – przewidywane położenia planet na niebie, pracowicie obliczone na polecenie króla kastylskiego Alfonsa X przez żydowskich i chrześcijańskich uczonych. Tymczasem uczony krakowski w roku 1450 ogłosił traktat *Summa super Tabulas Alphonsi* (Poprawki do tablic Alfonsa) i wykazał w nim niezgodność danych w tablicach z obserwacjami.

Marcin Król z Żurawicy uchodzi powszechnie za właściwego twórcę szkoły matematycznej i astronomicznej. Rozpoczęte przez niego dzieło kontynuowała w drugiej połowie XV wieku mieszczańska rodzina Byliców z Olkusza, a na wyróżnienie zasługuje zwłaszcza Marcin Bylica (1433 – 1493), który jednocześnie sławił imię polskiej nauki poza granicami ojczystego kraju. Był on naturalnie wychowankiem Akademii Krakowskiej, gdzie w roku 1459 został magistrem sztuk wyzwolonych i nawet podjął wykłady. Jednakże około roku 1460 wyjechał do Włoch, w roku 1463 został profesorem astronomii uniwersytetu w Bolonii, a cztery lata później udał się do Rzymu i przez jakiś czas występował jako astrolog kardynała Pietro Barbo (późniejszy papież Paweł II). Poznał wówczas sławnego astronoma niemieckiego Jana Regiomontanusa (1436 – 1476), wraz z którym przeniósł się na Węgry i przypuszczalnie podjął wykłady w nowo utworzonym uniwersytecie w Bratysławie. W roku 1472 objął obowiązki nadwornego astrologa króla Marcina Korwina, później takie samo stanowisko pełnił przy królu Władysławie Jagiellończyku, a po roku 1470 – jak się sądzi – wykładał na uniwersytecie w Budzie. Do kraju już nie wrócił, zmarł na Węgrzech.

Pod koniec życia Marcin Bylica podarował Akademii Krakowskiej swoją bogatą bibliotekę oraz cztery przyrządy do obserwacji nieba, w tym astrolabium arabskie z roku 1054 i piękny globus nieba z roku 1480, jeden z najokazalszych tego typu przyrządów astronomicznych w Europie. Wiele wskazuje na to, że młody Kopernik o ile nie posługiwał

się ofiarowanymi przez Bylicę przyrządami, to przynajmniej je oglądał. Dziś stanowią one eksponaty Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego.

W okresie studiów Kopernika nauki matematyczno-przyrodnicze były w Akademii Krakowskiej wykładane przez liczne grono profesorów i ich współpracowników. To też w jakimś stopniu dowodzi, że przedmioty te bujnie się tam rozwijały i w związku z tym do podwawelskiego grodu ściągała młodzież z Czech, Węgier, Niemiec, Włoch, Anglii i innych krajów europejskich. Na przełomie XV i XVI wieku uczelnia krakowska ze względu na poziom i różnorodność uprawianych w niej nauk miała po prostu międzynarodowy charakter, działali w niej nie tylko polscy uczeni, ale także uczeni cudzoziemscy, głównie Włosi i Niemcy. Pociągały ich zwłaszcza nauki astronomiczne i astrologiczne, gdyż katedry obu tych dyscyplin były w Krakowie – jak już podkreślano – na najwyższym poziomie. Należy przy tym zaznaczyć, że poza nielicznymi wyjątkami zajmowali oni godną podziwu postawę wobec naszego kraju, gdyż z reguły Polskę uznawali za swą przybraną ojczyznę i byli lojalnymi jej obywatelami. Listę tych cudzoziemskich uczonych otwiera niewątpliwie Jan z Głogowa (ok. 1445 – 1507), który urodził się w mieszczańskiej rodzinie Schielingów i zapewne był Ślązakiem niemieckiego pochodzenia. Prawdopodobnie w swym rodzinnym Głogowie pobierał nauki początkowe, po czym wiosną 1462 roku zapisał się na wydział sztuk wyzwolonych Akademii Krakowskiej, uzyskując w roku 1465 stopień bakalarza, a w roku 1468 stopień magistra. Po promocji bezzwłocznie podjął wykłady na tymże wydziale i z krótką przerwą w latach 1487–1488 prowadził je aż przez 40 lat. Uprawiał niemal wszystkie gałęzie wiedzy wchodzące w skład ówczesnego programu Wydziału Filozoficznego (astronomia i astrologia, gramatyka, logika, filozofia i geografia), pozostawiając na ten temat ogromny, nie całkiem dotąd zbadany dorobek pisarski. Do ówczesnej stolicy Polski przylgnął całym sercem, bliska mu była zwłaszcza Akademia Krakowska, co podkreślał w swych dziełach. Tworzył je bowiem – jak sam pisze – „na większą cześć i chwałę naszego krakowskiego uniwersytetu" (Prosingulari Universitatis nostrae Cracoviensis fama et gloria).

Jan z Głogowa to bez wątpienia jeden z najwybitniejszych uczonych i pedagogów Akademii Krakowskiej z przełomu XV i XVI wieku. Wychował wielu znakomitych uczonych, do grona jego uczniów zaliczyć należy zarówno Stanisława Bylicę z Olkusza (ok. 1460 – 1514) i Jana ze Stobnicy (ok. 1470 – ok. 1518), jak też Marcina Biema z Olkusza (ok. 1470 – 1540) i Michała Falkenera z Wrocławia

(ok. 1460 – 1534). Ale najwybitniejszym uczniem Jana z Głogowa z całą pewnością był Wojciech z Brudzewa (1445 – 1495), który przerósł swego mistrza i zyskał europejską sławę. Był on znakomitym wykładowcą, znawcą astronomii starożytnej i średniwiecznej arabskiej i europejskiej. Dość powiedzieć, że w roku 1489 znany humanista niemiecki Konrad Celtes (1459 – 1508) przybył do Krakowa głównie po to, aby pod kierunkiem Wojciecha z Brudzewa studiować matematykę i astronomię. Ten wybitny poeta frankoński nie tylko słuchał wykładów krakowskiego uczonego, lecz z czasem zyskał sobie jego przyjaźń i nawet po opuszczeniu podwawelskiego grodu utrzymywał z nim korespondencję. Wyrazem zaś szacunku i szczerego uznania dla mistrza nauk astronomicznych jest oda Celtesa zaczynająca się od słów:

Brudzewski! światłym ty przenikasz duchem
Niebieskie sfery i liczysz świadomie
Gwiazdy, krążące wiekuistym ruchem
W świata ogromie.

O młodości Wojciecha z Brudzewa, zwanego niekiedy wprost Brudzewskim, właściwie nie mamy żadnych wiadomości. Niektórzy na przykład uważają, że urodził się on w położonej niedaleko Opoczna wsi Brudzewice (województwo piotrkowskie), drudzy natomiast za miejsce jego urodzenia przyjmują leżącą w pobliżu Słupcy wieś Brudzew (województwo konińskie) lub wieś tej samej nazwy pod Sławiszynem (województwo kaliskie). Jest jeszcze inna możliwość, która zdaje się być najbliższa prawdy i za którą opowiada się znany współczesny badacz Ryszard Palacz. Na podstawie analizy różnych dokumentów doszedł on bowiem do wniosku, że Wojciech z Brudzewa pochodził z położonej w niewielkiej odległości od Turka wsi Brudzew (województwo konińskie). Widzimy zatem, że nie ma jednomyślności wśród badaczy i że wsie o tej nazwie są dość pospolite w Polsce. Jedno nie ulega wątpliwości – przyszły uczony krakowski po ukończeniu jakiejś bliżej nie zidentyfikowanej szkoły parafialnej udał się do podwawelskiego grodu i 8 września 1468 roku zapisał się na wydział sztuk wyzwolonych Akademii Krakowskiej. Słuchał wykładów nie tylko Jana z Głogowa, ale między innymi także Walentyna z Zatora pod Oświęcimem i Jana Stercze z Kwejcza pod Świdnicą. Musiał być przy tym wyjątkowo zdolnym studentem, gdyż już w roku 1470 został bakalarzem, a dwa lata później uzyskał stopień magistra sztuk wyzwolonych, co nie zdarzało się zbyt często. Oczywiście

po ukończeniu studiów Wojciech z Brudzewa podjął wykłady z matematyki i astronomii w macierzystej uczelni.

W miarę upływu czasu Wojciech z Brudzewa zdobywał coraz większą popularność w całej niemal Europie. Duży rozgłos mieli także Jan z Głogowa i Michał z Wrocławia, lecz traktowano ich raczej jako znakomitych astrologów, gdyż więcej czasu poświęcali „sztuce wróżenia z gwiazd niż samej nauce o niebie. Brudzewski natomiast bardzo mało interesował się astrologią, chociaż podobnie jak prawie wszyscy ówcześni astronomowie — także trudnił się układaniem horoskopów i opracowywaniem prognostyków. Jednak prace jego dotyczą przede wszystkim nauki o niebie, najważniejszą zaś z nich jest rozprawa *Commentariolus super theorica novas planetarum Georgii Purbachii* (Komentarz do nowej teorii planet Jerzego Peurbacha), która w roku 1495 została ogłoszona drukiem w Mediolanie przez Jana Hermanna Uracensa, byłego ucznia krakowskiego profesora. Nasz uczony w swej rozprawie występuje z pewnymi wątpliwościami w stosunku do geocentrycznej teorii Ptolemeusza, choć — co należy podkreślić — w jej prawdziwość nigdy nie wątpił. Po prostu Brudzewski nie zgadzał się jedynie z pewnymi twierdzeniami aleksandryjskiego astronoma, niektóre ze spostrzeżeń krakowskiego uczonego były — jak na owe czasy — niemal rewelacyjne, bo po raz pierwszy zrywały ze „świętą i nienaruszalną" zasadą ruchu po kole. Dopuszczał on bowiem na przykład obieg Merkurego i Księżyca po liniach owalnych.

W wymienionym wyżej dziele Wojciecha z Brudzewa znaleźć można wiele innych ciekawych uwag. Przyjmuje na przykład za francuskim filozofem Janem Buridanem (ok. 1300 — 1358) i jego uczniem Mikołajem z Oresme (ok. 1320 — 1358), że zjawisko ruchu ma charakter względny, uzależniony od pozycji zajmowanej przez obserwatora, a jako przykład daje ruch łodzi po rzece. Z podobnym rozumowaniem — jak wiadomo — po latach wystąpił Kopernik, na podstawie czego można wnioskować, iż dzieło Brudzewskiego w znacznym stopniu wpłynęło na jego rozwój i na późniejszą twórczość naukową. Jest to rozumowanie całkiem uzasadnione, tradycja przekazała nam nawet, że Kopernik nie tylko czytał dzieła Wojciecha z Brudzewa, ale także słuchał jego wykładów. Wiadomość powyższą w roku 1625 podał Szymon Starowolski, za którym to samo powtarzali inni badacze. Dopiero w roku 1864 astronom krakowski Franciszek Karliński (1830 — 1906) zwrócił uwagę, że Brudzewski w okresie studiów Kopernika nie wykładał już astronomii i matematyki. Gdzieś w latach 1486 — 1487 podjął

studia na wydziale teologii, gdyż gwarantowały one lepsze uposażenie i osiągnięcie najwyżej wtedy cenionego stopnia naukowego. Stopień bakałarza teologii Wojciech z Brudzewa uzyskał 14 marca 1490 roku i został wówczas wybrany kanonikiem Św. Floriana. Wkrótce potem przystał na propozycję kardynała Fryderyka Jagiellończyka, aby objął stanowisko sekretarza u Wielkiego Księcia Litewskiego. W lutym 1494 roku istotnie opuścił Kraków i przeniósł się do Wilna, gdzie po rocznym zaledwie pobycie na dworze księcia Aleksandra zmarł.

Czy jednak Starowolski (pierwszy polski biograf Kopernika) tak bardzo się znowu mylił? Chyba nie, bo przecież wielki astronom musiał znać prace Wojciech z Brudzewa, studiował bowiem pod kierunkiem jego uczniów, którzy przyszłego odnowiciela astronomii dobrze zapoznali z tymi rozprawami, a przynajmniej z *Komentarzem do nowej teorii planet Jerzego Peurbacha*. Na ich to wykładach Kopernik – jak się przypuszcza – po raz pierwszy odczuł niedoskonałość teorii geocentrycznej Ptolemeusza, z upływem zaś czasu poczucie to mogło wzmóc się w nim jeszcze bardziej. Może właśnie już wtedy w jego myśli przemknął błysk intuicji, który powoli dojrzewał, aby po latach wnikliwych dociekań przybrać ostateczną postać. W każdym razie są podstawy sądzić, że to właśnie pod wpływem pism Wojciecha z Brudzewa zaczęły się kształtować poglądy Kopernika i – być może – pierwsze wątpliwości w stosunku do uznawanej w owym czasie koncepcji budowy świata. Pewien wpływ na to mogły także mieć wynurzenia Jana z Głogowa, bo wprawdzie i ten uczony zdecydowanie opowiadał się za teorią geocentryczną Ptolemeusza, to jednocześnie twierdził, co następuje: „Słońce jest najgodniejszą spośród planet, najbardziej wpływową, rządzącą – w jakiś niezrozumiały dziś dla nas sposób – ruchami wszystkich planet". Jeżeli zatem – mógł rozumować Kopernik – istnieją jakieś ukryte związki między ruchami Słońca i planet, warto się tym bliżej zainteresować i w miarę możliwości dokładnie to wyjaśnić.

W czasach Kopernika astronomowie krakowscy nie kwestionowali prawdziwości podstawowych założeń Ptolemeusza (jego teorię bezkrytycznie przyjmowali wtedy uczeni całej Europy). Wypowiadali jednak krytyczne uwagi do pewnych koncepcji aleksandryjskiego astronoma i w związku z tym – przynajmniej w świetle przedstawionych wyżej faktów – wszechnica krakowska przyczyniła się do narodzin jednej z największych myśli rewolucyjnej w dziejach nauki. Niestety, do naszych czasów nie zachowały się prawie żadne dokumenty o przebiegu studiów Kopernika w Akademii Krakowskiej i właściwie nic więcej na ten temat

nie potrafimy powiedzieć. Jedynie dzięki wytrwałym i wnikliwym dociekaniom prof. Ludwika Antoniego Birkenmajera (1855 – 1929) udało się zestawić plan wykładów z astronomii i matematyki w tych latach, w których wielki astronom studiował w Krakowie i przypuszczalnie musiał ich wysłuchać. Z planu tego wynika, iż były to wykłady bogate w treści i zawierały całokształt wiedzy matematyczno-astronomicznej. A oto tematy niektórych wykładów wygłoszonych na wydziale sztuk wyzwolonych Akademii Krakowskiej w okresie studiów Kopernika:

Rok 1491 (semestr zimowy) – wykład Wojciecha z Pniew „O sferze" (De Sphera) wg Jana Sacrobosco (wstęp do astronomii);

Rok 1492 (semestr zimowy) – wykład Bartłomieja z Lipnicy na temat „Geometrii Euklidesa";

Rok 1493 (semestr letni) – wykład Szymona z Sierpca na temat „Teoretyk planetarnych" (komentarz Wojciecha z Brudzewa);

Rok 1493 (semestr letni) – wykład Bernarda z Biskupiego na temat „Tablicy zaćmień";

Rok 1493 (semestr zimowy) – wykład Marcina z Olkusza na temat „Kalendarza Jana Regiomontanusa";

Rok 1493 (semestr zimowy) – wykład Michała z Wrocławia na temat tablic astronomicznych odniesionych do południka krakowskiego („Tabulae resolutae");

Rok 1494 (semestr letni) – wykład Wojciecha z Szamotuł na temat astrologii;

Rok 1494–1495 (semestr letni) – wykład Wojciecha z Szamotuł na temat czworoksięgu Ptolemeusza („Tetrabiblos").

Pewne pojęcie o przebiegu krakowskich studiów Kopernika możemy sobie również wyrobić na podstwie jego własnoręcznych notatek. Robił je na marginesach książek, które już wtedy posiadał i które potem zabrał do swej rezydencji we Fromborku, skąd wojska Gustawa Adolfa podczas najazdu w latach 1626 – 1629 zabrały je do Szwecji, żeby wzbogacić bibliotekę nowo założonego uniwersytetu w Uppsali. Na uwagę zasługują zwłaszcza notatki w egzemplarzu *Tablic astronomicznych króla Alfonsa*, nabytych – jak na to wszystko wskazuje – właśnie w Krakowie. Egzemplarz ten zawiera wyjątkowo dużo uwag i poprawek, robionych na marginesach ręką przyszłego odnowiciela astronomii. Niektóre z nich utwierdzają nas w przekonaniu, że podczas studiowania tego dzieła, czyli już w okresie krakowskich studiów Kopernikowi przychodziły do głowy myśli i spostrzeżenia, które później doprowadziły go do genialnego odkrycia. I chociaż już może w szkole parafialnej

wykazywał pewne zainteresowanie nauką o niebie, to dopiero w Krakowie w pełni go ona zafascynowała, gdyż tu właśnie trafił na ludzi całkowicie pochłoniętych badaniami astronomicznymi. Zapewne nigdzie w Europie warunki nie sprzyjały bardziej w utwierdzaniu jego przekonania, iż astronomia jest „królową nauk wyzwolonych, najdogodniejszą umiejętnością dla człowieka szlachetnie myślącego". Pewnym argumentem na rzecz tej tezy mogą być słowa, jakie profesor krakowskiej uczelni Wojciech Caprinus z Bukowa napisał do Biskupa Samuela Maciejowskiego w liście dedykacyjnym z 27 września 1542 roku. Czytamy w nim między innymi co następuje: „Mikołaj Kopernik (...) początki swych godnych podziwu prac matematycznych, które już napisał i które w większej jeszcze liczbie zamierzał ogłosić, z tego naszego uniwersytetu zaczerpnął, czemu nie tylko nie zaprzecza (...) lecz owszem wyznaje, że wszystko czym jest, zawdzięcza naszej akademii."

Kopernik studiował na Akademii Krakowskiej prawdopodobnie do roku 1495 i nie uzyskawszy tu żadnego stopnia naukowego wyjechał do Fromborka, gdyż wuj Lukasz Watzenrode postawił jego kandydaturę na opróżnioną kanonię kapituły warmińskiej. Stanowisko to otwierało przed nim widoki na prebendy kościelne, które miały mu zapewnić odpowiedni byt i możliwość pracy naukowej. Chciał też na koszt kapituły odbyć studia prawa kanonicznego i medycyny, lecz już pod słonecznym niebem Italii. Zapewne z żalem opuszczał Kraków, stolicę Królestwa Polskiego, miasto swych przodków ze strony ojca. Pozostawił tu przecież liczne grono przyjaciół i swych nauczycieli, którym zawdzięczał głęboką znajomość astronomii i matematyki. Nie bez powodu przyznawał później, że wiedzę i umiłowanie nauki o niebie zawdzięcza przede wszystkim krakowskiej wszechnicy. Toteż w chwilach dla siebie szczególnie wzniosłych nazywał ją „Matką Karmicielką".

KRONIKA

Planeta poza układem słonecznym

Astronomiczną sensacją lata 1991 było odkrycie planety krążącej wokół pulsara PSR 1829–10. Fakt ten stwierdzili M. Bailes, A. G. Lyne i S. L. Shemar z Jordell Bank po opracowaniu danych z pięciu lat obserwacji radiopulsów tej gwiazdy neutronowej. Zaczęło się od tego, że w 1985 roku 76–cio metrowy teleskop Lovella w Jordell Bank (podczas przeglądu nieba na częstościach 1400 i 1660 MHz) znalazł pulsar nazwany PSR 1829–10 o okresie 0,330353559543 sek. Od tamtej pory badano dochodzące do Ziemi pulsy, by zobaczyć jak zmienia się okres rotacji gwiazdy neutronowej (chodziło głównie o sprawdzenie tempa spowalniania obrotu na skutek straty energii przez promieniowanie gra-

witacyjne). Oczywiście odbierane sygnały są zaburzone ruchami Ziemi (ich częstość ulega dopplerowskiemu przesunięciu). Po uwzględnieniu jednak wszystkich poprawek okazało się, że częstości pulsara PSR 1829–10 (jako jedynego z kilkuset opracowywanych dokładnie tą samą metodą, a jednego z czterdziestu leżących w tym samym rejonie nieba) wykazują sinusoidalne zmiany z okresem około pół roku. Najprostszym wytłumaczeniem tego zjawiska jest przyjęcie, że nasza pulsująca gwiazda znajduje się w układzie podwójnym — żadna inna możliwość (a rozważano precesję pulsara i oscylacje jego wnętrza) nie dają stabilnych rozwiązań przez dłużej niż dwa–trzy cykle (a dotychczasowe obserwacje już pokrywają sześć). Autorzy odkrycia obliczyli, że obserwowane zmiany mogą być wywołane przez ciało:

a) o masie rzędu 10 mas Ziemi (prawdopodobieństwo, że masa jest mniejsza niż 12 mas Ziemi wynosi 1/2, a że jest większa od masy Jowisza — tylko 0,0005)
b) krążące w odległości około 100 milionów km od pulsara
c) po prawie kołowej orbicie.

Inaczej mówiąc — dla rozsądnego nachylenia płaszczyzny orbity pulsara i jego towarzysza — ten ostatni będzie miał masę rzędu masy planety i będzie obiegał gwiazdę w podobnej odległości jak Wenus Słońce. Wynik ten jest bardzo ekscytujący, bowiem konwencjonalne metody poszukiwania planet wokół innych gwiazd są prawie skazane na niepowodzenie. Po pierwsze jasność gwiazdy i planety różnić się będzie o wiele rzędów wielkości, po drugie będą to obiekty bardzo blisko siebie leżące, więc wymagać będą instrumentów o znakomitej zdolności rozdzielczej, po trzecie planety jako względnie lekkie nie będą wywoływać znaczącego przesunięcia dopplerowskiego linii atmosfer gwiazd. Tak więc obiekt planetopodobny znaleziony przy pulsarze wywołał zrozumiałe emocje.

Nie ma jednak róży bez kolców — jeśli odkrycie planety zostanie potwierdzone (o czym potem), to trzeba będzie odpowiedzieć na pojawiające się kłopotliwe pytania. Pulsary bowiem powstają w wyniku zapadania się jąder masywnych gwiazd — czemu towarzyszy wybuch supernowej i gwałtowny (5000 km/sek) wyrzut otoczki. Jak planeta mogła taki proces przetrwać? W dodatku na prawie kołowej orbicie? Jeśli zaś planeta powstała po wybuchu — trzeba wyjaśnić jej małą odległość od pulsara. Przede wszystkim jednak trzeba czekać na dalsze obserwacje. Mogą one potwierdzić odkrycie (a nawet „dorzucić" pulsarowi PSR 1829–10 jeszcze jedną planetę), ale może się też okazać, że zupełnie inny efekt wywołał zmiany częstości pulsów. Było już tyle błędnych interpretacji danych obserwacyjnych (zwłaszcza, gdy z odkryciem związane były duże emocje — jak w tym przypadku). Fanatykom cywilizacji pozaziemskich i lotów międzygwiezdnych warto tu jeszcze uświadomić, że gwiazda neutronowa PSR 1829–10 (a więc i jej domniemana planeta) znajduje się około 10 kpc od Słońca, czyli nawet światło biegnie do niej aż 30 tysięcy lat. Pozostaje mieć nadzieję, że czas szybko pokaże, czy odkrycie planety nie było wyłącznie rozdmuchaną w sezonie ogórkowym dziennikarską kaczką.

Wg *Nature* 1991, 352, 278 i 311

Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska

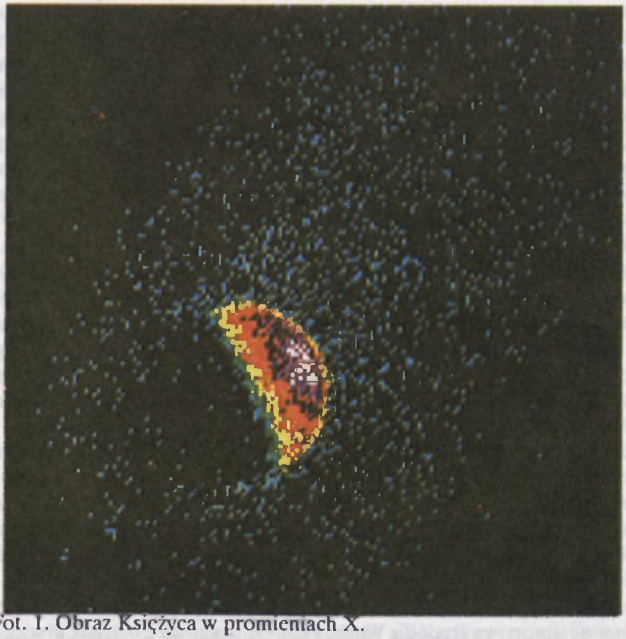
Roentgenowski obraz Księżyca

Na okładki różnych czasopism (m. in. *Nature* i *Postępy Astronomii*) trafiło ostatnio niezwykłe zdjęcie Księżyca. My też je tu reprodukujemy (fot. 1). Na czym polega jego niezwykłość? Jest to pierwszy obraz Księżyca w promieniach Roentgena wykonany za pomocą nowego satelity ROSAT, który został wystrzelony 1 czerwca 1990 roku i okrąża Ziemię po prawie kołowej orbicie w odległości około 580 km od jej powierzchni. Obraz

ten ukazuje oświetloną przez Słońce półkulę Księżyca dowodząc, że promieniowanie roentgenowskie naszego satelity pochodzi z rozproszonego na jego powierzchni roentgenowskiego promieniowania Słońca. Widoczna na tym obrazie nieoświetlona przez Słońce półkula Księżyca jest również ciemna w promieniach X i — co więcej — wyraźnie odznacza się na tle nieba. Świadczy to o tym, że tarcza Księżyca przesłania promieniowanie roentgenowskie tła nieba potwierdzając tym samym jego istnienie. Ale także i ciemna strona Księżyca wydaje się jednak świecić w promieniach X, chociaż znaczniej słabiej niż otaczające tło. Przypuszcza się, że emisja ta jest wywołana uderzeniami w powierzchnię Księżyca energetycznych elektronów wiatru słonecznego.

Wg *Nature*, 1991, 349, 583.

K. Z.



Fot. 1. Obraz Księżyca w promieniach X.

KRONIKA HISTORYCZNA

Kim był Jean Philippe Lovs de Chéseaux's?

Podczas wykładu na temat Halleya na Uniwersytecie Oksfordzkim, 16 maja 1962 r. Herman Bondi z Uniwersytetu Londyńskiego powiedział:*

„...przez krótki czas miałem bzika na punkcie ciemności nocnego nieba — prosty fakt, że jest ono ciemne w nocy, wydaje mi się dawać szczególną wskazówkę co do struktury świata. Wielu z was zna stary argument Olbersa, w którym sugeruje się, że jeżeli żyjemy w jednorodnym Wszechświecie, to liczba obiektów wewnątrz odległości *R* wzrasta

* Otto Struve, Thoughts on Olbers' Paradox, *Sky and Telescope*, Marzec 1963.

jak R^2. Intensywność światła otrzymana od każdego z nich zmniejsza się jak $1/R^2$ i dlatego z każdej cienkiej warstwy sferycznej powłoki otrzymujemy taką samą ilość światła; mogło to być zsumowane do nieskończonej liczby, albo gdy bylibyśmy bardzo ostrożni, możemy powiedzieć że, ilość światła zsumuje się do bardzo dużej skończonej liczby. Główną drogą wyjścia z tego paradoksu, dziś przyjmowaną, jest przypisywanie obecnego rezultatu ciemności nieba, ekspansji świata. Odległe źródła uciekają od nas z tak dużą szybkością, że zmniejsza to materialnie intensywność światła, które otrzymujemy. światło dochodzące do nas z odległego obiektu, zamiast rozpraszać się albo silnie skupiać w bardzo dużą sumę, w rzeczywistości skupia się słabo".

H. Bondi i inni astronomowie wielokrotnie zwracali uwagę na ważność paradoksu Olbersa dla współczesnej kosmologii. Już Henrich Wilhelm Olbers dowodził, że w jednorodnym, bezkresnym kosmosie, wypełnionym przez wieczne i niezmienne gwiazdy, możemy zobaczyć dowolnie wiele gwiazd. W ustalonym Wszechświecie równomiernie usianym gwiazdami, linia wzroku zawsze kończyłaby się na powierzchni gwiazdy i dlatego całe niebo powinno mieć jasność powierzchniową taką, jaką ma Słońce. Zakładając, że gwiazdy mogą zachodzić na siebie, niebo może jarzyć się tak jasno jak zewnętrzna powierzchnia przeciętnej gwiazdy. Powstaje zatem pytanie: dlaczego niebo nocne jest ciemne?

Ciemność nieba w nocy jest tak znana, że większości z nas nie przyszłoby nawet na myśl pytać o coś takiego, tymczasem pytanie to ma głęboki związek z budową Wszechświata.

Referat H. W. Olbersa „O przejrzystości przestrzeni Wszechświata" z 7 maja 1823 r, ukazał się w *J. E. Bode Jarbuch* w 1826 r. W 21 lat później szczególnie ciekawe były pewne komentarze F. G. W. Struvego w jego *Etudes d'astronomie stellaire* (St. Petesburg 1847). Struve zanotował tam, że dokładnie ten sam argument zaproponowany przez Olbersa w 1823 r. był już przedłożony przez szwajcarskiego astronoma Philippe'a Lovs de Chéseaux z Lozanny w dodatku do jego publikacji z 1744 r. Tytuł tej publikacji brzmi „Traité de la comete qui a paru en décembre 1743 et en janvier, février et mars 1744 Lozanna". Można się dziwić, że Olbers nie wspomina pracy de Chéseaux.

Według Struvego, Obserwatorium w Pułkowie kupiło księgozbiór Olbersa. Księgozbiór ten zawierał osobistą kopię książki szwajcarskiego astronoma. Książka była poświęcona słynnej komecie o sześciu warkoczach, której Chéseaux był odkrywcą. W książce znajdował się dodatek, w którym autor wyjaśniał rozprzestrzenianie się światła w eterze. Prawdopodobnie Olbers przeoczył dodatek Philippe de Chéseaux myśląc, na podstawie tytułu, że książka była poświęcona tylko słynnej komecie.

Kim był Philippe Louis de Chéseaux?* Krótki zarys jego życia podano w *Geschichte der Astronomie* autorstwa Rudolfa Wolfa. Philippe Louis de Chéseaux urodził się w 1718 r. jako syn bogatego właściciela ziemskiego koło Lozanny. Nazwisko Chéseaux pochodzi od nazwy posiadłości rodzinnej. Młody Filip był cudownym dzieckiem, które rozwinęło głębokie zainteresowanie astronomią. Jego dziadek Pierre de Crousaz (znany matematyk) pomógł mu w studiach i zachęcił go do pisania referatów dla Paryskiej Akademii. Referaty dotyczyły akustyki, wybuchowej siły prochu, a także innych tematów.

W *Philosophical Transactions* z okresu 1719–1733, zostały opublikowane dwie prace Halleya z 1720 r., poświęcone paradoksowi nocnego nieba. Jak się okaże, były to prace, które najprawdopodobniej skłoniły młodego astronoma Jean-Philippe Loys de Chéseaux, do ponownego zajęcia się tematem.

---

* Głównym źródłem dziejów życia i pracy Chéseaux jest anonimowa praca „Eloge historique" z marca 1752 r., wydrukowana w *Journal helvetique* (str. 243). Jej autorem był najprawdopodobniej G. Seigneur de Correvon z Lozanny.

Jako młodzieniec zbudował on małe prywatne obserwatorium w rodzinnej posiadłości i obserwował różne zjawiska astronomiczne. Wyposażenie tego obserwatorium składało się z teleskopu soczewkowego o ogniskowej 14 stóp, 18–calowego kwadrantu wykonanego przez Biona (o dokładności odpowiadającej 15 sek. łuku) i bardzo precyzyjnego zegara słonecznego i dobrego zegara wahadłowego.

Chéseaux utrzymywał aktywną korespondencję z Jakubem Cassinim, a jego obliczenia orbit komet były chwalone za ich dokładność przez astronoma z Genewy, G. L. Calandriniego. W dość wczesnym wieku Chéseaux otrzymał różne wyróżnienia naukowe. Został wybrany na członka zagranicznego Paryskiej Akademii Nauk, Królewskiego Towarzystwa i naukowych towarzystw Sztokholmu i Göttingen. Akademia w St. Petersburgu nie tylko zaoferowała mu członkostwo, ale zaprosiła do Rosji jako dyrektora tamtejszego obserwatorium. Zamiast tego pojechał on do Paryża w sierpniu 1751 r., aby zaprezentować Akademii wyniki swoich badań na temat ruchów Słońca i Księżyca oraz kształtu Ziemi. Wkrótce po powrocie do Lozanny ciężko rozchorował się i umarł 30 listpopada 1751 r. w wieku zaledwie 33 lat.

Dodatek do jego rozprawy z 1744 r. nosi tytuł „Na temat siły światła, jego rozprzestrzeniania się poprzez eter i na temat odległości gwiazd stałych". W celu wyjaśnienia ciemności nocnego nieba, Chéseaux uznał za potrzebne przyjęcie istnienia międzygwiezdnego płynu o nieznanym składzie, którego przezroczystość jest $3{,}3\times10^{17}$ razy większa niż przezroczystość wody. Chéseaux porównał jasność Marsa i Saturna z jasnością gwiazd pierwszej wielkości. Zakładając, że gwiazdy te mają taką samą wewnętrzną jasność jak Słońce, oszacował ich odległość na 240 000 jednostek astronomicznych. Umowna średnica takiej gwiazdy wynosiłaby około 2/125 sekundy łuku, gdyby gwiazda była tych samych rozmiarów co Słońce.

Oryginalność Chéseauxa, dotycząca paradoksu nocnego nieba, leży w jego próbie połączenia obliczenia stosunku absorbcji światła w międzygwiezdnej przestrzeni, do światła pewnych ciał niebieskich, z których kilka to gwiazdy pierwszej wielkości. Pod tym względem, jak również i w propozycji rozwiązania paradoksu przez odwołanie się do absorbcji, należy mu się pierwszeństwo. Cheseaux uważał, że, aby niebo było tak jasne jak Słońce, świat gwiazd nie musi być nieskończony. Jeżeli gwiazdy stałe byłyby jednorodnie rozrzucone w przestrzeni wewnątrz objętości równej 760 000 000 000 sześciennych jednostek astronomicznych, to cała sfera niebieska byłaby pokryta dyskami gwiazd i z półkuli nieba, znajdującej się ponad horyzontem, otrzymalibyśmy prawie 100 000 razy tyle światła i ciepła, ile otrzymujemy od Słońca.

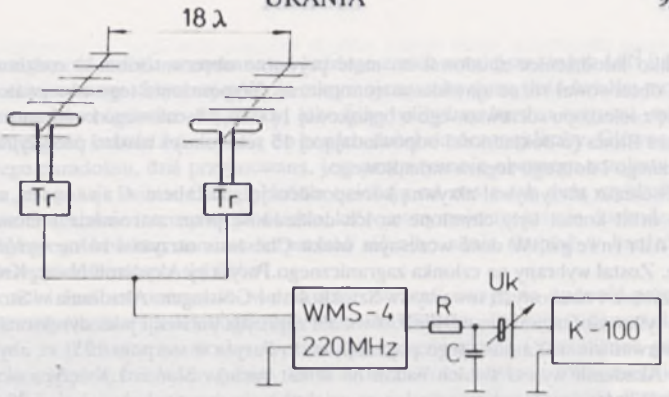
W latach 1740–tych termodynamika znajdowała się jeszcze w powijakach. Natomiast idea nieskończonego Kosmosu była dobrze zadomowiona w myśli XVIII wieku. Być może z tego powodu nie zwrócono większej uwagi na esej Chéseaux i na jego próbę wyjaśnienia faktu ciemnego nieba.

Stanisław Gil

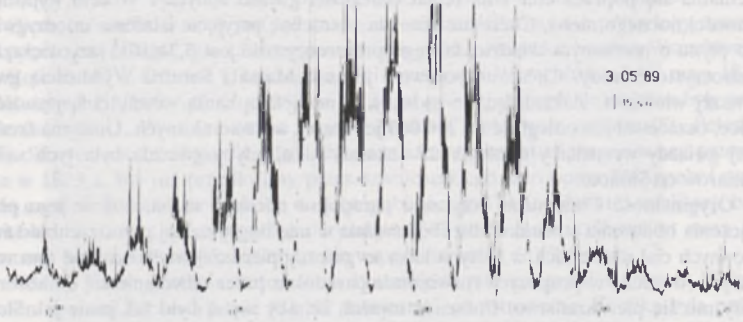
PORADNIK OBSERWATORA

Radioteleskop do amatorskich rejestracji promieniowania radiowego Słońca

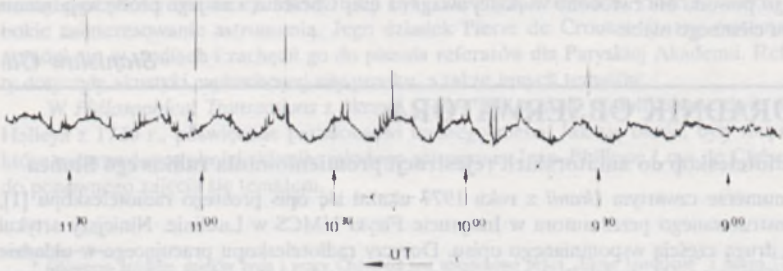
W numerze czwartym *Uranii* z roku 1977 ukazał się opis prostego radioteleskopu [1], skonstruowanego przez autora w Instytucie Fizyki UMCS w Lublinie. Niniejszy artykuł jest drugą częścią wspomnianego opisu. Dotyczy radioteleskopu pracującego w układzie interferometru. Radioteleskop ten jest przeznaczony do systematycznych rejestracji promieniowania radiowego Słońca na częstości 220 MHz.



Rys. 1. Schemat radiointerferometru. Tr — transformator dopasowujący, RC — obwód całkujący, Uk — obwód kompensacji napięcia pochodzącego z szumów aparaturowych, K-100 — samopis firmy Zeiss.



Rys. 2. Zapis z dnia 3.05.89 Słońca aktywnego. Średni strumień promieniowania radiowego wzrósł w tym dniu 13 krotnie wobec strumienia Słońca spokojnego (15 s. u.)



Rys. 3. Przykład zapisu promieniowania radiowego Słońca spokojnego.

Radioteleskop tego typu już był opisywany przez autora wielokrotnie [4, 5, 7] wydaje się jednak celowe przybliżenie również czytelnikom *Uranii* opisu jedynego w Polsce, nieprofesjonalnego radioteleskopu, z powodzeniem działającego już od wielu lat.

Opis radioteleskopu

Na rys. 1 przedstawiono schemat radioteleskopu. Dwie identyczne anteny są typu 9–elementowych anten Yagi [2]. Każda z anten składa się z reflektora, dipola pętlowego i siedmiu direktorów. Są to zwykłe anteny typu telewizyjnego z dodatkową, zwiększoną liczbą direktorów.

Długości elementów anten są obliczone dla wybranej w warunkach lubelskich częstości 220 MHz [3].

Do przekazania sygnału z anten do odbiornika użyto kabla koncentrycznego. Przejście z symetrycznego dipola do kabla uzyskano za pomocą specjalnego transformatora dopasowującego [1].

Elementy anteny są ustawione poziomo, odległość między antenami (określona rozmiarami dachu budynku) wynosi 24 m. Obie anteny są skierowane na południe, a pręty podtrzymujące elementy anten są nachylone do płaszczyzny horyzontu pod kątem równym wysokości Słońca podczas prawdziwego południa słonecznego.

Precyzja ustawienia anten nie jest istotna, ponieważ charakterystyki anten są szerokie. Co miesiąc dokonujemy jedynie korekty kąta wysokości anten odpowiednio do zmian wysokości Słońca podczas jego górowania.

Oba kable prowadzące sygnały od anten są połączone ze sobą za pomocą tzw. trójnika BNC i stąd trzeci odcinek kabla połączony jest z odbiornikiem radioteleskopu. Odbiornikiem tym jest mikrowoltomierz selektywny typu WMS–4, produkcji firmy INCO z Wrocławia. Dalsze części radioteleskopu są to: obwód RC, tzw. całkujący, obliczony na stałą czasową $\tau = RC = 2\,s$, obwód kompensacji napięcia na okładkach kondensatora. Napięcie to pochodzi z szumów własnych odbiornika. Obwód kompensacji to bateria 1,5 V oraz dekadowy dzielnik napięcia (można zastąpić potencjometrem tzw. liniowym 10 kΩ). Ostatnią cześcią jest samopis, pracujący najczęściej przy czułości 100 mV na całą szerokość taśmy, z prędkością przesuwu taśmy 12 cm/godz.

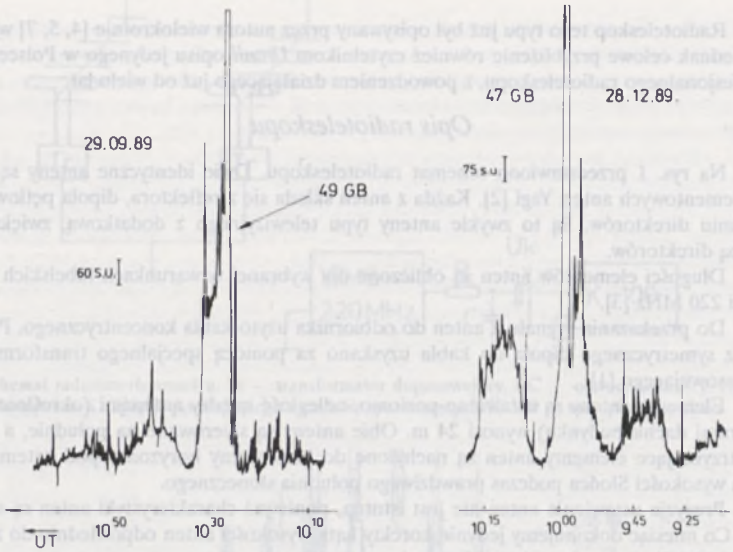
Mikrowoltomierz nastawiony jest na maksymalną szerokość pasma odbieranych częstości (120 kHz) i na maksymalną czułość.

Wyboru częstości, na której będziemy obserwowali Słońce należy dokonać w zależności od warunków lokalnych, panujących w „eterze", przesłuchując za pomocą głośnika, wbudowanego do mikrowoltomierza i poszukując wolnej częstości. Poszukiwania tej częstości należy przeprowadzić kilkakrotnie, o różnych porach dnia i nocy, ponieważ np. stacje telewizyjne rozpoczynają pracę na zarezerwowanych dla siebie częstościach w godzinach popołudniowych. Po dokonaniu wyboru częstości obliczamy elementy anten [2, 3].

Całodzienny zapis promieniowania radiowego Słońca ma postać dość złożoną (rys. 2):

1) W czasie pozornej wędrówki Słońca na sklepieniu niebieskim obserwujemy charakterystyczne maksima i minima interferencyjne, związane z dodawaniem się i wygaszaniem odbieranego sygnału, w zależności od położenia Słońca na niebie. Przy częstości 220 MHz i odległości anten 24 m to wygaszanie następuje co ok. 14 min.

2) Nieruchome anteny, skierowane na południe źle odbierają słoneczne fale radiowe podczas wschodu i zachodu Słońca. Poprawny odbiór zachodzi oczywiście podczas górowania Słońca. Wpływu położenia Słońca nie byłoby, gdyby układ anten poruszał się za wędrującym Słońcem.



Rys. 4. Potężne wybuchy zarejestrowane na falach radiowych (typy wybuchów — patrz np. [8]).

Dzięki specjalnemu cechowaniu i obliczeniu współczynników korekcyjnych [4] z wysokości każdego maksimum można znaleźć aktualne natężenie promieniowania radiowego.

Uzyskane wyniki

Radioteleskop posiada czułość 15 s.u./cm przy nastawionej czułości samopisu 50 mV na całą szerokość papierowej taśmy rejestratora (1 s.u. = 10^{-22} W/m Hz; (s.u. — jednostka słoneczna).

Całodzienne zapisy promieniowania radiowego Słońca przedstawione są na rys. 2 i 3.

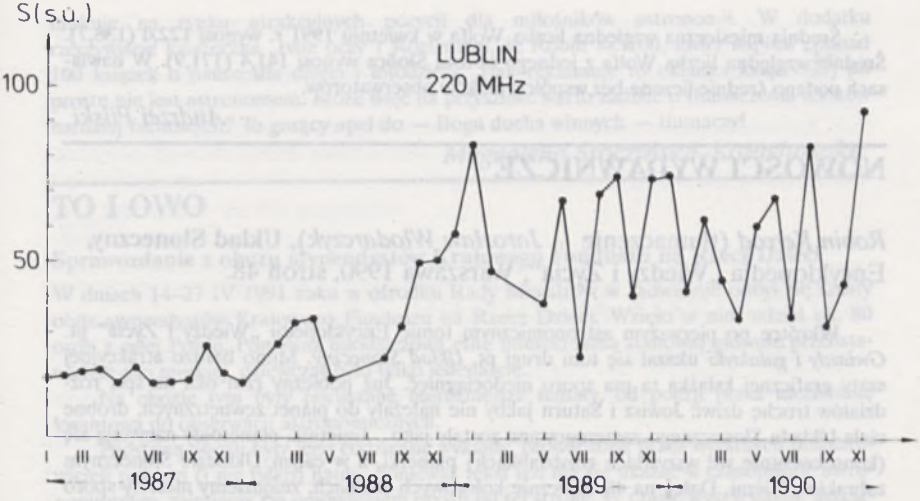
W czasie takich rejestracji zauważa się niekiedy gwałtowny wzrost natężenia, zaznaczający się na taśmie rejestratora w postaci krótkotrwałych wyskoków i wierzchołków, nieraz o bardzo złożonej strukturze.

W tych momentach najłatwiej jest zademonstrować szum słoneczny za pomocą włączonego głośnika. W okresie tzw. Słońca „spokojnego", dźwięki, które słyszymy w głośnikach radioteleskopów to tzw. szumy własne odbiornika. Tylko w okresie zwiększonej aktywności Słońca szum słoneczny przewyższa szum odbiornika.

Rejestracje promieniowania radiowego Słońca są przeprowadzane sporadycznie od roku 1979. Systematycznie prowadzone pomiary od roku 1985 umożliwiają wyliczenie średnich miesięcznych wielkości strumienia promieniowania radiowego Słońca i wykreślenie tych danych w postaci zbiorczego wykresu (rys. 5). Dane z lat 1985–86 można znaleźć w artykule autora, zamieszczonym w *Postępach Astronomii* [5].

Zasadę działania i pracę radioteleskopu demonstruje się podczas wykładów popularnonaukowych dla uczniów szkół średnich. Opisany radioteleskop i uzyskane zapisy na taśmach są obiektem ćwiczeń studenckich podczas zajęć z astrofizyki i dydaktyki astronomii.

Członkowie PTMA poznają pracę radioteleskopu słonecznego podczas spotkań i referatów na ten temat.



Rys. 5. Przebieg średnich miesięcznych natężenia promieniowania radiowego Słońca w latach 1987–1990

Interesującym aspektem naszych amatorskich badań są kilkakrotnie spostrzeżone korelacje pomiędzy znacznym wzrostem natężenia promieniowania radiowego Słońca a zorzami polarnymi. Obserwacje radiowe były sygnałem alarmowym dla Kolegów, którzy dobę później (lub czasami dwie), spoza Lublina z powodzeniem obserwowali i fotografowali zorze.

Bibliografia

[1] Gładyszewski L., *Urania*, Nr 4 (1977) 104–108.
[2] Bem D., *Anteny i rozchodzenie się fal radiowych*, WNT, Warszawa 1973.
[3] Bator J., *Anteny, teoria i praktyka*, WKL, 1974.
[4] Gładyszewski L., Usowicz B., *Annales UMCS*, sect. AAA, Vol. 36/37 (1981/82) 89–95.
[5] Gładyszewski L., *Postępy Astronomii*, T. 35 (1987) zesz. 4, 281–285.
[6] Borkowski K. M., *Postępy Astronomii*, T. 24, zesz. 1 (1976) 15–45.
[7] Gładyszewski L., *Fizyka w Szkole*, w druku.
[8] Borkowski K., *Urania*, Nr 10 (1975).

Longin Gładyszewski

OBSERWACJE

Komunikat nr 4/91 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Wyniki obserwacji Słońca w kwietniu 1991 r. przysłało 7 obserwatorów: Marcin Betlej, Longin Gargul, Janusz W. Kosiński, Anna Orłowska, Andrzej Pilski. Krzysztof Socha, Mieczysław Szulc. Łącznie wykonano 88 obserwacji w 29 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa w kwietniu 1991 r. wynoszą:

1. 86, 2. —, 3. 119, 4. 123, 5. 135, 6. 134, 7. 154, 8. 174, 9. 138, 10. 128, 11. 171, 12. 199, 13. 178, 14. 201, 15. 198, 16. 170, 17. 151, 18. 137, 19. 151, 20. 117, 21. 86, 22. 59, 23. 42, 24. 22, 25. 23, 26. 60, 27. 57, 28. 113, 29. 122, 30. 108.

Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w kwietniu 1991 r. wynosi 122,0 (138,7). Średnia względna liczba Wolfa z jednego obrotu Słońca wynosi 141,4 (171,9). W nawiasach podano średnie liczone bez współczynników obserwatorów.

Andrzej Pilski

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Robin Kerrod (tłumaczenie – *Jarosław Włodarczyk*), **Układ Słoneczny**, Encyklopedia „Wiedzy i Życia", Warszawa 1990, stron 48.

Wkrótce po pierwszym astronomicznym tomie Encyklopedii „Wiedzy i Życia" pt. *Gwiazdy i galaktyki* ukazał się tom drugi pt. *Układ Słoneczny*. Mimo bardzo atrakcyjnej szaty graficznej książka ta ma sporo niedociągnięć. Już pobieżny rzut oka na spis rozdziałów trochę dziwi: Jowisz i Saturn jakby nie należały do planet zewnętrznych, drobne ciała Układu Słonecznego zaszeregowane zostały jako... śmietnik, planetoidy nazywają się (konsekwentnie we wszystkich rozdzialikach) planetki, a w całym Układzie Słonecznym zabrakło... Ziemi. Dalej, na 48 bajecznie kolorowych stronach, znajdziemy niestety sporo nieścisłości i trochę niezręczności językowych: na str. 7 „...(Słońce) wysyła światło białe, chociaż astronomowie zaliczają je do żółtych karłów", „jęzory gazu" to powinny być protuberancje; na str. 8 „plamy pojawiają się w regularnym cyklu o długości mniej więcej 11 lat"; łatwo pomylić cząstki wyrzucane w rozbłyskach z wiatrem słonecznym; pasy Van Allena to nie są głównie cząstki schwytane; zorze powodują cząstki ze Słońca, a nie z pasów radiacji; na str. 9 z chromosfery wznoszą się włókna i protuberancje – tymczasem włókna, to rzut, „cień" protuberancji na tarczę słoneczną; na str. 10 „Słońce jest środkiem wszystkiego, a nie Ziemia"; z tekstu wynika, że księżyce krążą wokół... układów(?); podano, że „pozostali (po planetach i księżycach) członkowie rodziny Słońca są znacznie mniejsi" – a przecież wiele planetoid jest większych od wielu małych księżyców. Na str. 14 „Wenus jest po Księżycu najjaśniejszym obiektem naszego nieba" – powinno być „bywa". Jest też zdanie „Na Wenus panują zupełnie nieziemskie warunki" – co jest, na szczęście tylko wesołym, lapsusem tłumacza. Na str. 20 mamy „pięć zamarzniętych planet" (jednocześnie „cztery z nich są olbrzymimi kulami gazu"); Saturn ma 18, a nie 22 księżyce (stan w 1991, str. 24); na str. 28 jest tytuł „Planety zewnętrzne", ale nie są one nawet po kolei wyliczone; kometę Halleya obserwowano podczas każdego powrotu od 240 (a nie 87) roku przed Chrystusem (str. 30); na str. 32 asteroida „spudłowała nieznacznie"; nie wszystkie meteoryty kamienne to chondryty (str. 34). Fatalny błąd wkradł się do rysunku o fazach Księżyca (str. 37) – nów wygląda zupełnie jak pełnia! Dwukrotnie pokazane jest zdjęcie Fobosa (str. 31 i 40) – a wielu innych księżyców brakuje. W zamieszczonym na końcu książeczki słowniczku bardzo zawężone są definicje wielu pojęć: bieguny mogą być także magnetyczne, a orbita może być drogą niekoniecznie w polu grawitacyjnym; zawężone są definicje pływów; znów asteroida to planetka a nie planetoida; mylące są definicje koniunkcji, meteoru; plamy słoneczne nie pojawiają się w regularnych cyklach; promieniowanie kosmiczne to nie tylko cząstki z przestrzeni kosmicznej, bo istnieje też promieniowanie wtórne; rotacja związana to obrót synchroniczny; a pasy Van Allena zasilane są nie tylko przez cząstki wiatru słonecznego. Dość długa to lista zastrzeżeń jak na tak krótką książeczkę.

Niestety tak jak przy poprzednim tomie z przykrością znów trzeba zauważyć, że książkę „Układ Słoneczny" przyjemniej się ogląda niż czyta. Wielka to szkoda, bo stale

brakuje na rynku atrakcyjnych pozycji dla miłośników astronomii. W dodatku rzeczywiście książeczka „rwie oczy"! Rozumiem, że Robin Kerrod, który napisał „ponad 100 książek o nauce dla dzieci i młodzieży" (jak reklamuje to okładka książeczki) po prostu nie jest astronomem. Może więc na przyszłość warto zadbać o tłumaczenia tekstów bardziej fachowych? To gorący apel do — Bogu ducha winnych — tłumaczy!

Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska

TO I OWO

Sprawozdanie z obozu stypendystów Krajowego Funduszu na Rzecz Dzieci

W dniach 14–27 IV 1991 roku w ośrodku Rady Ministrów w Jadwisinie odbył się szósty obóz stypendystów Krajowego Funduszu na Rzecz Dzieci. Wzięło w nim udział ok. 80 osób z całej Polski. Ponieważ młodzieżową elitę intelektualną stanowią głównie przedstawiciele płci męskiej, dziewcząt było tylko jedenaście.

Na obozie tym były poruszane najróżniejsze tematy, od poezji przez mechanikę kwantową do obserwacji astronomicznych.

Podstawą obozu były jego codzienne wykłady, prowadzone przez wybitnych przedstawicieli polskiej (i nie tylko) nauki. Ponieważ tekst ten ma się ukazać w czasopiśmie astronomicznym, zajmiemy się omówieniem obozu od tej strony. W czasie jego trwania, uczestnicy mieli okazję wysłuchać dwóch wykładów właśnie astronomicznej treści. Pierwszy z nich prowadził doc. Andrzej Sołtan i dotyczył on rentgenowskiej astronomii pozagalektycznej. Planowo wykład miał trwać do godziny 15.45, ale jeszcze przez następne trzy godziny trwały rozmowy z wykazującym wiele cierpliwości i zrozumienia panem Sołtanem, za co serdecznie mu dziękujemy. Równie ciekawy był drugi wykład prowadzony przez doc. Janusza Ziółkowskiego. Opowiadał on o poszukiwaniach czarnych dziur w układach podwójnych. I tym razem nie skończyło się na samym wykładzie, rozmowy bowiem przeciągnęły się do podwieczorku i trwały jeszcze przez jakiś czas.

Poza słuchaniem wykładów obowiązkiem każdego uczestnika obozu było wykorzystywanie szarych komórek. Polegało ono na tym, że stypendyści mieli pracować nad problemami wybranymi spośród zaproponowanych im przez specjalistów z różnych dziedzin. Tematy tych warsztatów były różne. Chemicy zajmowali się mechaniką kwantową, fizycy nadprzewodnictwem, historycy analizowali kroniki Jana Długosza, a poza tym były jeszcze warsztaty matematyczne, biologiczne, elektroniczne, humanistyczne, informatyczne, twórczego myślenia i o rozwiązywaniu konfliktów.

Uważny czytelnik z pewnością zauważył, że w wyżej wymienionych tematach nie było astronomii. Ponieważ autorzy niniejszego tekstu nie mieli sumienia zdradzić swej miłości, wbrew przeciwnościom postanowili zorganizować warsztaty astronomiczne. Nie byłoby to możliwe gdyby nie owocna pomoc pani dr Magdaleny Sroczyńskiej-Kożuchowskiej, która, nieustannie nękana naszymi telefonami, zaopatrzyła nas w bogatą literaturę astronomiczną.

Początkowo zamierzaliśmy oprócz pracy teoretycznej prowadzić obserwacje (gwiazdy zmienne, meteory — Lirydy), ale z braku sprzętu, pogody i dogodnego miejsca do obserwacji plany te spaliły na panewce. Pozostało nam tylko zająć się pracą teoretyczną. Wykorzystując materiały dostarczone przez panią Kożuchowską i opierając się na własnych doświadczeniach obserwacyjnych zabraliśmy się do pracy.

Jej owocem były 37-stronicowe „dzieło" dotyczące miłośniczych obserwacji astronomicznych. Omówiliśmy w nim obserwacje gwiazd zmiennych, komet, meteorów, Słońca, Księżyca oraz planet i planetoid. Praca ta jest bogato ilustrowana (ponad 40 rysunków),

wykorzystano w niej również materiały Sekcji Obserwatorów Komet i Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA.

Ku naszej satysfacji „dzieło" to było jakościowym i ilościowym rekordem obozów Funduszu.

Rekompensując nam brak tematów astronomicznych, KFnRD organizuje we wrześniu br. warsztaty astronomiczne w Piwnicach koło Torunia. Mamy nadzieję, że i z nich będziemy mogli zdać relację czytelnikom *Uranii*.

Arkadiusz Olech – Pruszcz Gd.
Andrzej Adamski – Piotrków Tryb.

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Grudzień 1991 r.**

Słońce

W tym miesiącu osiąga najniższy punkt ekliptyki pod równikiem niebieskim wstępując 22 grudnia w znak Koziorożca. Mamy wtedy początek zimy astronomicznej oraz najdłuższą noc i najkrótszy dzień na naszej półkuli. W Warszawie 1 grudnia Słońce wschodzi o 7^h21^m, zachodzi o 15^h28^m, 22 grudnia wsch. o 7^h43^m, zach. o 15^h26^m, a 31 grudnia wsch. o 7^h45^m, ale zach. o 15^h32^m.

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

Data 1991	P	B_0	L_0	Data 1991	P	B_0	L_0
XII 1	+16°.12	+0°.86	96°.72	XII 17	+9°.30	−1°.18	245°.90
3	+15.34	+0.61	70.37	19	+8.38	−1.44	219.56
5	+14.53	+0.36	44.02	21	+7.44	−1.68	193.20
7	+13.70	+0.10	17.66	23	+6.49	−1.93	166.86
9	+12.86	−0.16	351.30	25	+5.54	−2.18	140.52
11	+12.00	−0.42	324.96	27	+4.58	−2.42	114.16
13	+11.11	−0.67	298.60	29	+3.61	−2.66	87.82
15	+10.22	−0.92	272.25	31	+2.64	−2.90	61.48

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$8^d21^h9^m$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Ciemne, bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w grudniu następująca: nów 6^d5^h, pierwsza kwadra 14^d11^h, pełnia 21^d11^h i ostatnia kwadra 28^d3^h. Najdalej od Ziemi Księżyc znajdzie się 10 grudnia, a najbliżej Ziemi 22 grudnia. W godzinach przedpołudniowych 21 grudnia zdarzy się częściowe zaćmienie Księżyca u nas niewidoczne. W grudniu tarcza Księżyca zakryje Urana i Neptuna, ale żadne z tych zjawisk nie będzie u nas widoczne.

Planety i planetoidy

Nad wschodnim horyzontem błyszczy Wenus jako Gwiazda Poranna −3.6 wielkości gwiazdowej, a w drugiej połowie miesiąca nisko nad wschodnim horyzontem odnajdziemy Merkurego (ok. zerowej wielkości). Jowisz świeci w pierwszej połowie nocy jako jasna gwiazda −1.8 wielkości w gwiazdozbiorze Lwa. Saturn widoczny jest wieczorem w gwiazdozbiorze Koziorożca (ok. +1 wielk. gwiazd.). Pozostałe planety są niewidoczne.

Meteory

W grudniu promieniują dwa stałe roje meteorów. Geminidy i Ursydy. Geminidy promieniują od 7 do 15 grudnia, a maksimum przypada na 14 grudnia, radniant leży w gwiazdozbiorze Bliźniąt i ma współrzędne: rekt. 7^h28^m, dekl. +32°; rój jest bogaty, a warunki obserwacji są w tym roku niezłe. Ursydy mają radiant w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy (rekt. 14^h28^m, dekl. +78°), promieniują od 14 do 24 grudnia, a maksimum przypada 22 grudnia; rój jest słaby, a warunki obserwacji są niestety niedobre (Księżyc w pełni).

* * *

1^d 0 2^h32^m na tarczy Jowisza pojawi się cień jego 2 księżyca, a sam księżyc 2 rozpocznie przejście na tle tarczy planety dopiero o 5^h1^m (cień będzie widoczny na tle tarczy do 5^h20^m).

2^d 0 15^h Wenus znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odl. 8°.0 2^h51^m. Księżyc 3 Jowisza rozpocznie przejście na tle tarczy planety.

3^d 2^h57^m początek zakrycia 2 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

4^d 0 2^h55^m obserwujemy początek zaćmienia 4 księżyca Jowisza.

5^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: cienia o 3^h40^m, a księżyca 1 o 4^h54^m.

6^d Księżyc 1 ukryty jest za tarczą Jowisza; o 4^h18^m obserwujemy koniec zakrycia.

8^d Księżyc znajdzie się w bliskim złączeniu z dwiema planetami: o 15^h z Uranem, a o 21^h z Neptunem. Zakrycie Urana przez tarczę Księżyca widoczne będzie w zachodniej i północnej Afryce, w Europie (ale w dzień!) i w Arabii Saudyjskiej. Zakrycie Neptuna widoczne będzie na Południowym Pacyfiku i w Ameryce Środkowej. O 16^h dolne złączenie Merkurego ze Słońcem.

9^d O 1^h47^m na tarczy Jowisza pojawi się cień jego 3 księżyca.

10^d11^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.

13^d O 2^h40^m początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza. O 17^h złączenie Merkurego z Marsem w odl. 3°.

14^d Po tarczy Jowisza wędruje cień jego 1 księżyca. Księżyc 1 rozpocznie przejście o 1^h15^m, a cień kończy przejście o 2^h18^m.

15^d23^h Merkury w złączeniu z Antaresem (w odl. 8°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona.

17^d O 2^h48^m obserwujemy koniec zaćmienia 2 księżyca Jowisza.

18^d13^h Merkury nieruchomy w rektanscensji.

20^d O 4^h10^m obserwujemy koniec zakrycia 3 księżyca Jowisza przez tarczę planety, a o 4^h33^m początek zaćmienia księżyca 1.

21^d Na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyc 1 wraz ze swym cieniem. Cień rozpocznie przejście o 1^h55^m, a księżyc 1 o 3^h6^m; o 4^h11^m obserwujemy jeszcze koniec przejścia

cienia. Księżyc 4 jest blisko brzegu tarczy planety i o 4^h23^m obserwujemy początek jego zakrycia. O 7^h Merkury w złączeniu z Antaresem w odl. 7°.

22^d Księżyc 1 ukryty jest za tarczą Jowisza, o 2^h30^m obserwujemy koniec zakrycia. O 8^h54^m Słońce wstępuje.w znak Koziorożca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 270°; mamy początek zimy astronomicznej.

26^d Po tarczy Jowisza wędruje cień jego 2 księżyca; sam księżyc 2 rozpocznie przejście o 1^h55^m, a cień kończy przejście o 2^h20^m. O 18^h złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 7°.

27^d O 3^h17^m obserwujemy koniec zaćmienia 3 księżyca Jowisza; księżyc ten pojawi się blisko prawego brzegu tarczy (w lunecie odwracającej), by o 4^h29^m skryć się za tarczą planety (początek zakrycia). O 22^h Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (22°).

28^d Księżyc 1 wraz ze swym cieniem przechodzi na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: o 3^h48^m cienia, a o 4^h57^m księżyca.

29^d O 1^h57^m na tarczy Jowisza pojawi się cień księżyca 4 i rozpocznie powolną wędrówkę na jej tle. Księżyc 1 ukryty był w cieniu planety, a potem za jej tarczą i o 4^h21^m obserwujemy koniec zakrycia tego księżyca.

30^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia: cienia o 0^h32^m i księżyca o 1^h39^m.

31^d13^h Jowisz nieruchomy w rektascencji.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo–europejskim.

CONTENTS

T. Jarzębowski –
Gravitational Radiation 226

S. R. Brzostkiewicz –
The Cracow Period
of Copernicus' Studies 234

Chronicle:
A Planet outside the Solar System ...241
An X–ray Image of the Moon 242

Historical Chronicle:
Who Was Jean Philippe
Love de Chéseaux's? 243

Vade–Mecum
for Observers 245

Observations 249

New Books 250

Here and There 251

Astronomical
Calendar 252

СОДЕРЖАНИЕ

Т. Яжембовски —
Гравитационное излучение 226

С. Р. Бжосткевич —
Годы учёбы Коперника
в Кракове 234

Хроника:
Планета вне Солнечной системы 241
Рентгеновские изображение Луны 242

Историческая хроника:
Кем был Жан Филипп
Лов де Шесо 243

Справочник
Наблюдателя 245

Наблюдения 249

Новые книги 250

То и сё 251

Астрономический
календарь 252

KOMUNIKAT

Zarząd Główny PTMA uprzejmie informuje, że w dniach 18–21 września 1992 roku w Violau (Niemcy) odbędzie się pierwszy *Meeting of European (and International) Planetary and Cometary Observers,* czyli Europejskie i Międzynarodowe Spotkanie Obserwatorów Planet i Komet, zorganizowane przez **Arbeitskreis Planetenbeobachter** w ramach Międzynarodowego Roku Kosmicznego.

Całkowita opłata za udział w Spotkaniu będzie wynosiła około 200 DM włączając w to Materiały konferencyjne. Oficjalnym językiem spotkania będzie angielski.

Zainteresowani proszeni są o zgłaszanie swego udziału w Zarządzie Głównym PTMA, ul. Św. Tomasza 30/8, 31–027 Kraków.

Adresy Oddziałów PTMA

(1) Białostocki – Kolonia Księżyno, 15–601 Białystok,
(2) Częstochowski,
(3) Fromborski – Muzeum Kopernika, ul. Katedralna 8, (jest to również adres Sekcji Obserwatorów Słońca i Sekcji Obserwatorów Meteorów),
(4) Gdański,
(5) Gliwicki – ul. PKWN 23/1, 44–100 Gliwice,
(6) Grudziądzki – Planetarium, ul. Krasickiego 5, 86–300 Grudziądz,
(7) Jeleniogórski – Plac Piastowski 15, 58–560 Jelenia Góra,
(8) Kielecki,
(9) Krakowski – ZG PTMA, ul. Św. Tomasza 30/8, 31–027 Kraków, (tymczasowo należy traktować ten adres jako adres Sekcji Obserwacji Gwiazd Zmiennych),
(10) Krośnieński – Czajkowskiego 92, 38–400 Krosno,
(11) Lubelski – Instytut Fizyki, Plac M. Curie–Skłodowskiej p. 254 20–031 Lublin,
(12) Łódzki – Planetarium, ul. Pomorska 16, 91–416 Łódź, tel. 33–13–63 (jest to również Adres Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć),
(13) Niepołomicki – Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne, Niepołomice
(14) Nowosądecki – ul. Śniadeckich 6/10, 33–300 Nowy Sącz,
(15) Olsztyński – Obserwatorium, ul. Żołnierska 13, 10–558 Olsztyn,
(16) Opolski,
(17) Poznański – ul. Findera 37, 61–772 Poznań,
(18) Puławski – ul. Filtrowa 32, 24–100 Puławy,
(19) Radomski,
(20) Rzeszowski – ul. Paderewskiego 42, 35–528 Rzeszów,
(21) Szczeciński – D. K. „Hetman" ul. 9-go Maja 17, 70–136 Szczecin,
(22) Śląski – Planetarium Śląskie, skr. poczt. 10, 41–500 Chorzów,
(23) Toruński – ul. Kopernika 42, 87–100 Toruń, (jest to również adres Sekcji Obserwatorów Komet),
(24) Warszawski – CAMK, ul. Bartycka 18, 00–716 Warszawa, (jest to również adres Sekcji Instrumentalnej),
(25) Wrocławski,
(26) Zielonogórski – Zakład Astrofizyki WSP, ul. Lubuska 2, 65–069 Zielona Góra.

Adresy Sekcji Specjalistycznych PTMA

(1) Sekcja Obserwacji Pozycji i Zakryć — przy Oddziale Łódzkim
(2) Sekcja Obserwacji Komet — przy Oddziale Toruńskim
(3) Sekcja Obserwacji Gwiazd Zmiennych — czasowo przy Oddziale Krakowskim
(4) Sekcja Obserwacji Słońca — przy Oddziale Fromborskim
(5) Sekcja Obserwacji Meteorów — przy Oddziale Fromborskim

Informujemy członków i sympatyków, że powstał nowy Oddział PTMA w Niepołomicach. Siedzibą Oddziału jest Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne. Prezesem został dr Adam Michalec.

W dniach 9–18 lipca 1991 roku odbyła się ekspedycja naukowa do La Paz na Półwyspie Kalifornijskim w Meksyku w celu obserwacji całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 11 lipca 1991. Artykuł o zaćmieniu oraz ciekawe zdjęcia będą wkrótce opublikowane w *Uranii*. Obecnie w Krakowie w Centrum Młodzieżowym można oglądać wystawę fotogramów z wyprawy.

OGŁOSZENIA ZARZĄDU GŁÓWNEGO PTMA

Składka członkowska w 1992 roku wynosi 60.000,— zł, wpisowe 20.000,–zł, dla emerytów i rencistów oraz studentów, młodzieży i dzieci zniżka 30.000,— zł. Składkę można dzielić tylko na okresy półroczne. Komunikat w sprawie prenumeraty *Uranii* w 1992 roku podamy w następnym numerze.

Wysłamy następujące broszury, ceny wraz z opłatą pocztową:

Amatorski teleskop zwierciadlany (dla członków)	5.000,—	(dla niecztonków) 6.000,—
Najdalsze Planety Układu Słonecznego	7.000,—	8.000,—
Kosmologia Współczesna	10.000,—	12.000,—
Obrotowa Mapa Nieba	8.000,—	9.000,—
Kalendarz Miłośnika Astronomii (100 stron)	18.000,—	20.000,—
Książka (fantastyka)		
H. Korpikiewicz *Smutne niebo*	19.000,—	19.000,—

Poniższe pozycje dołączamy do przesyłek z innymi publikacjami, a jeśli są zamówione tylko one należy doliczyć dodatkowo 1.200,— zł na koszty przesyłki:

T. Banachiewicz – Twórca Krakowianów	2.000,—	2.000,—
O Arcologii czyli geologii Marsa	2.000,—	2.000,—
Pasek ze zdjęciami „W naszej Galaktyce"	1.500,—	2.000,—

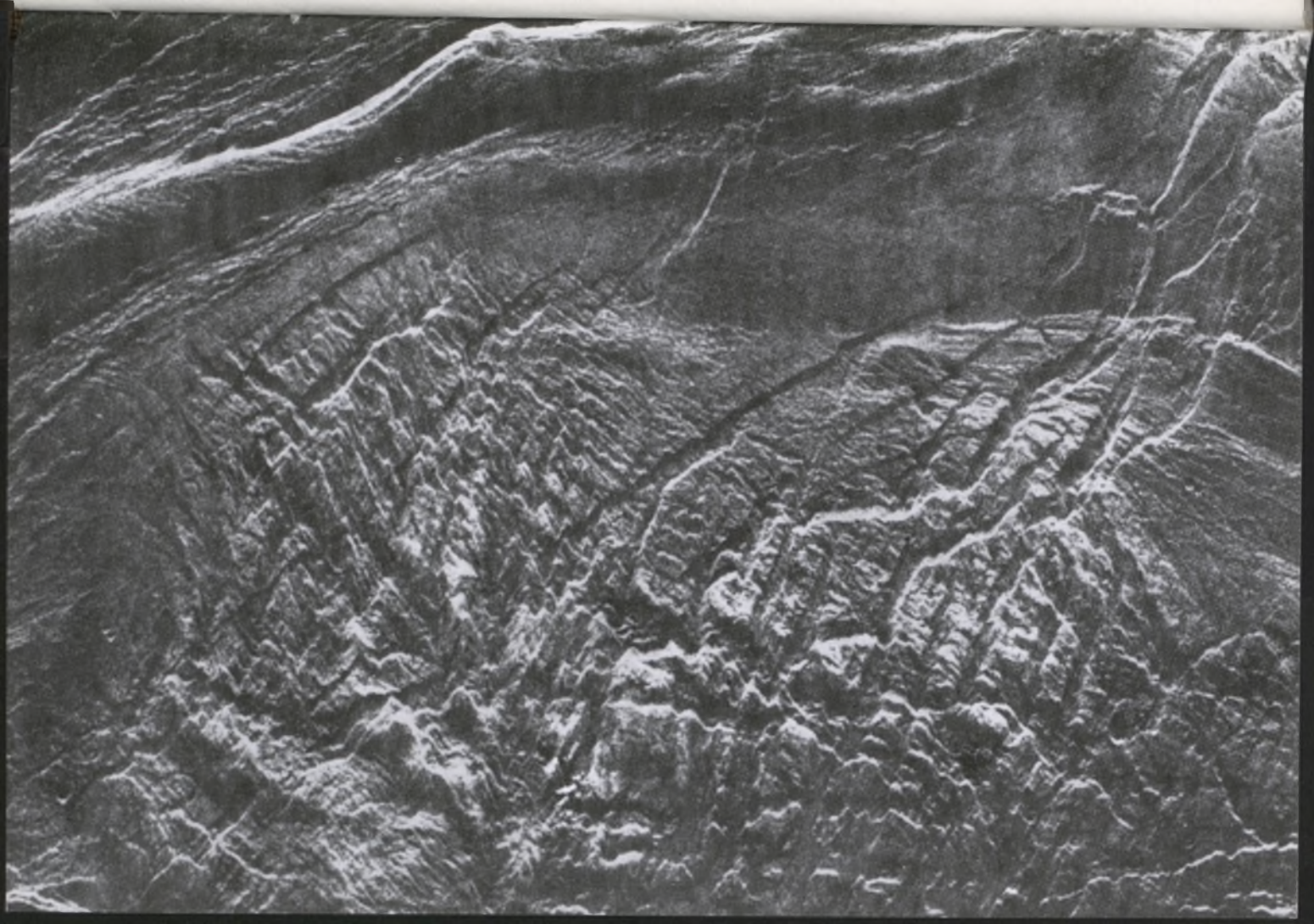
Odznakę członkowską wysyłamy za 16.000,— zł.

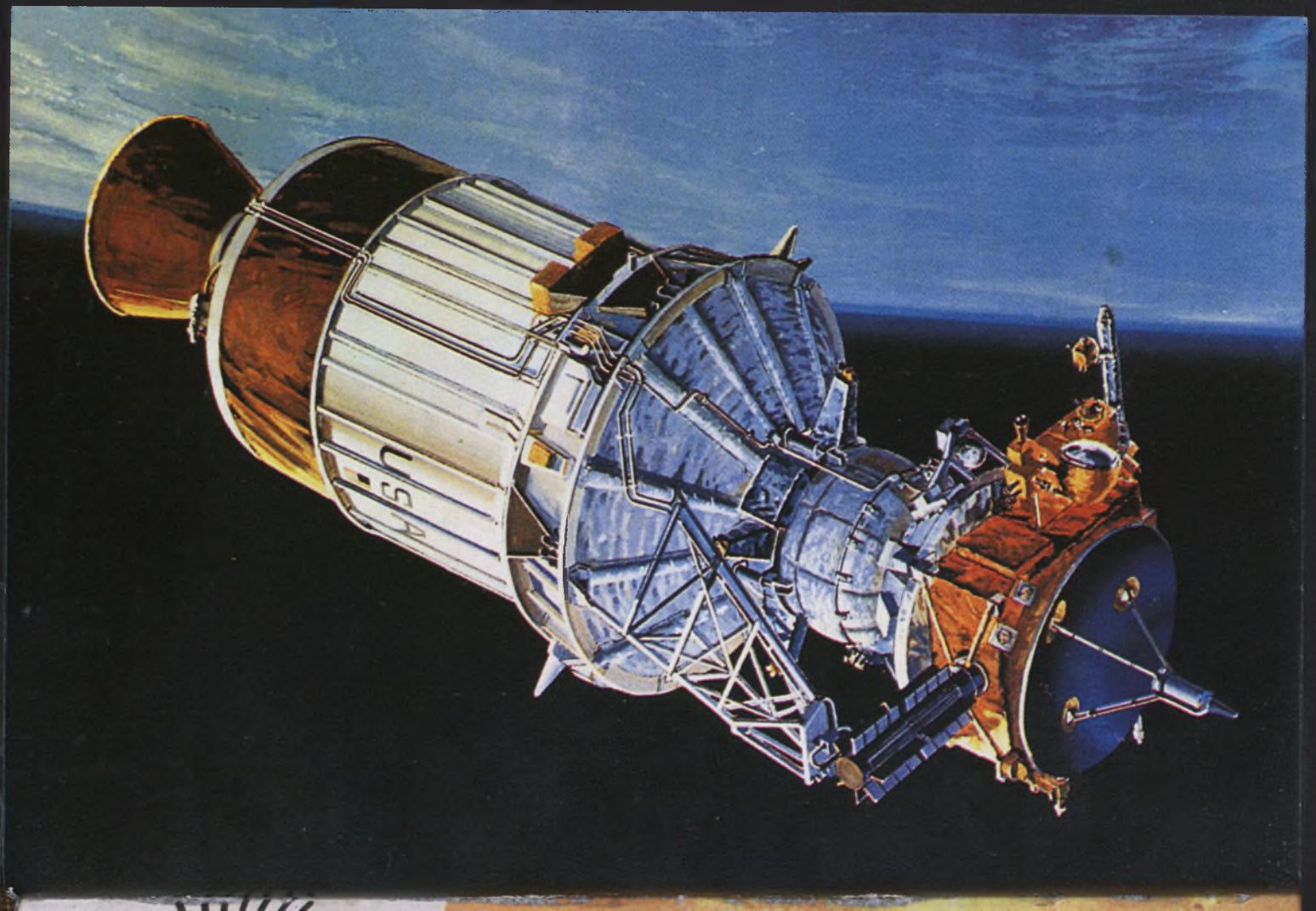
Kalendarze na rok 1992 (plakaty) są do kupienia w oddziałach PTMA.

Zarząd wysyła te kalendarze tylko do członków z opłaconymi składkami, którzy mieszkają w miejscowościach, gdzie nie ma oddziału PTMA, lub gdzie nie jest podany adres oddziału. Cena wraz z przesyłką 10.000,— zł. Pieniądze prosimy przesyłać przekazem pocztowym, a nie na konto (przyspiesza to bardzo operacje).

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.

Druk: Zakład Poligraficzny Wydawnictwa PLATAN, Kryspinów 189, 32–060 Liszki




USA