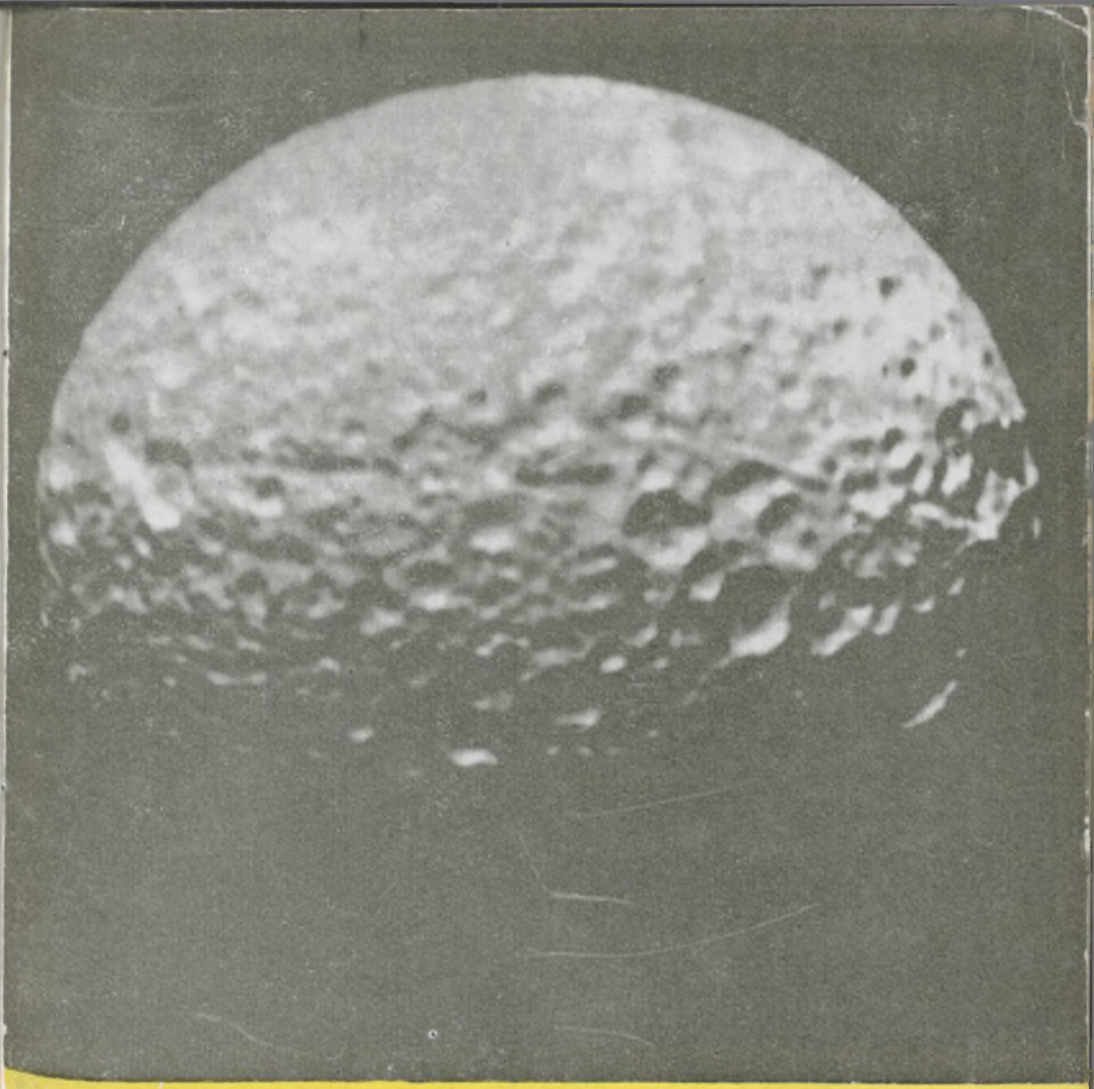


URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LII LIPIEC 1981 Nr 7

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

ISSN-0042-07-94

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LII LIPIEC 1981 Nr 7

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).

Zakrycia gwiazd przez planety należą do zjawisk niezmiernie rzadkich. Toteż gorąco zachęcamy naszych obserwatorów do skorzystania z okazji, która zdarzy się w dniu 17 listopada br. Będzie to zakrycie jasnej gwiazdy w gwiazdozbiorze Strzelca przez Wenus tuż po zachodzie Słońca. Szczegóły wewnątrz numeru.

Sensacyjne zdjęcie Saturna oraz opis międzyplanetarnej wyprawy sondy Pioneer 11 wysuwają się jednak na pierwszy plan, usuwając w cień może bardziej doniosłe odkrycie z dziedziny radioastronomii, o którym mowa w drugim odcinku artykułu dr. hab. Jerzego Machalskiego.

Interesującym się astroarcheologią polecamy kolejny odcinek artykułu na temat Kręgów Kamiennych w Odrach.

SPIS TREŚCI

Tomasz Kwast — Saturn — najwyższa planeta dawnej astronomii.

Jerzy Machalski — Radioźródła pozagalaktyczne.

Mirosław Kubiak — Astroarcheologia: dalsze uwagi i hipotezy na temat powstania Kręgów Kamiennych w Odrach.

Obserwacje: Zakrycie gwiazdy σ Sgr przez Wenus w 1981 r.

Astronomia w szkole: Pierwsza konferencja poświęcona metodyce nauczania astronomii. Czy powinniśmy dyskutować w sprawie nauczania astronomii?

Kronika historyczna: Jan Kanty Steczkowski.

Kalendarzyk astronomiczny.

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie satelity Saturna Mimasa wykonane 12 listopada 1980 roku za pomocą sondy kosmicznej Voyager 1 z odległości około 208 tys. km. Średnice najmniejszych z widocznych kraterów są rzędu 5 km.

Druga strona okładki: Dwa zdjęcia jedenastego satelity Saturna, którego rozmiary wynoszą około 135 na 70 km, wykonane za pomocą sondy Voyager 1 z odległości około 177 tys. km. Porównanie obu tych zdjęć wykonanych w odstępie 13 minut pozwala dostrzec przesuwający się po powierzchni satelity cień prawdopodobnie wąskiego pierścienia Saturna znajdującego się w odległości kilku tysięcy km od satelity.

Trzecia strona okładki: U góry — fragment północnej półkuli Saturna na zdjęciu wykonanym 5 listopada 1980 roku za pomocą sondy Voyager 1 z odległości około 9 mln km. Najmniejsze twory widoczne na powierzchni planety mają rozmiary rzędu 175 km. U dołu — fragment zdjęcia południowego bieguna Saturna, które zostało wykonane 12 listopada 1980 roku za pomocą sondy Voyager 1 z odległości około 442 tys. km.

Czwarta strona okładki: Powiększenie fragmentu zdjęcia powierzchni Saturna wykonanego 10 listopada 1980 roku za pomocą sondy Voyager 1 z odległości około 3 mln km. Najmniejsze twory widoczne na zdjęciu mają rozmiary rzędu 60 km.

TOMASZ KWAST — Warszawa

SATURN — NAJWYŻSZA PLANETA DAWNEJ ASTRONOMII

Tak właśnie, najwyższa planeta, nazywany był Saturn jeszcze przez Galileusza. Nazwa ta wynikała ze znanego od starożytności faktu, że Saturn porusza się po niebie najwolniej ze wszystkich „gwiazd błądzących" i oznaczała, że jest najdalszą spośród nich. Krótko mówiąc, Saturn do czasów Galileusza, czyli do wynalezienia teleskopu, stanowił nie tylko kraniec Układu Słonecznego, ale wręcz kraniec Wszechświata dostępnego sensownym obserwacjom.

1 września 1979 r. ten kraniec starożytnego Wszechświata osiągnięty został przez pierwszy przyrząd zbudowany ręką ludzką — pamiętamy, że przyrządem tym była amerykańska sonda Pioneer 11, wysłana w tę daleką podróż w kwietniu 1973 r. Program obserwacji Saturna i jego otoczenia przez aparaturę Pioneera 11 był zbliżony do programu realizowanego w pobliżu Jowisza. Najefektywniejszym wynikiem obserwacji są i w tym przypadku również zdjęcia powierzchni chmur planety, a szczególnie w odniesieniu do Saturna oczywiście obrazy jego pierścieni. Zauważmy, że uzyskanie tych wyników zawdzięczamy temu, że Pioneer 11 w ogóle przetrwał ponad sześcioletnią podróż do Saturna, nie doznał szwanku podczas przelotu przez potężną magnetosferę Jowisza, nic mu się nie przytrafiło przy ryzykownym dwukrotnym przecinaniu płaszczyzny pierścieni Saturna i jeszcze był w stanie przekazywać informacje na Ziemię w nadspodziewanie dużym tempie, pomimo małej mocy nadajnika i zakłóceń przez aktywność Słońca.

Zachęcona tym grupa naukowców sterująca Pioneerem postanowiła jeszcze na koniec skierować jego aparaturę na Tytana, największego satelitę Saturna. Ten eksperyment powiódł się już tylko częściowo. Sygnały akurat niemal zanikły, prawdopodobnie wskutek oddziaływania Słońca, a nawet włączył się pewien radziecki satelita, gdyż NASA zaniedbała powiadomić ZSRR o planowanym czasie spotkania sondy z Saturnem. Z trudem otrzymano obraz Tytana z odległości 370 000 km, wykonano pomiar jego średniej temperatury i czujnik nadfioletu zarejestrował wodorową otoczkę satelity rozciągającą się na część jego orbity.

Tak czy inaczej, wyczyn Pioneera 11 jest już historią, jako

że w zeszłym roku byliśmy świadkami następnego eksperymentu kosmicznego związanego z Saturnem. Mianowicie 12 listopada 1980 r. Voyager 1 przeleciał w odległości 124 000 km od powierzchni chmur Saturna, a ponieważ wyposażony był m. in. w potężne kamery telewizyjne, to obrazy planety, pierścieni i satelitów są bez porównania lepsze, niż otrzymane z Pioneera 11. O pierścieniach i ich obserwacjach przez obie sondy pisaliśmy w poprzednim zeszycie *Uranii*.

Ogólnie rzecz biorąc, glob Saturna jest niewątpliwie podobny do Jowisza. Na powierzchni, tzn. na górnej powierzchni warstwy chmur, widać analogiczne równoleżnikowe ciemniejsze pasy i jaśniejsze strefy, z tym, że kontrast między nimi jest bardzo niewielki. Tradycyjnie wyróżniano na Saturnie podobne formacje chmur, jak na Jowiszu, i tak wzdłuż równika ciągnie się bardzo słabo widoczne ciemne pasmo równikowe (Equatorial Band), a po jego obu stronach jasna strefa równikowa (Equatorial Zone). W wyższych szerokościach planetograficznych mamy symetrycznie rozmieszczone pasy równikowe (North i South Equatorial Belt), dalej strefy umiarkowane (North i South Temperate Zone), w których można dopatrzeć się drobniejszych struktur, a poza nimi już do biegunów rozpościerają się obszary polarne (North i South Polar Region). Oczywiście obrazy uzyskane przez Voyagera 1 ukazują strukturę pasów i stref znacznie bardziej skomplikowaną, lecz widać ją dopiero na specjalnie elektronicznie opracowanych zdjęciach ze wzmocnionymi barwami. W świetle widzialnym, jak powiedzieliśmy, powierzchnia planety jest bardzo słabo zróżnicowana. Zbliżenia poszczególnych fragmentów ukazują, podobnie jak na Jowiszu, zawirowania w atmosferze (zdjęcia na 3 i 4 stronie okładki), a nawet znaleziono odpowiednik Wielkiej Czerwonej Plamy. Leży ona w szerokości —55°, ma tylko 6000 km średnicy i, prawdę powiedziawszy, nie jest łatwo ją zauważyć.

To, co obecnie wiemy o Saturnie, wydaje się być w zgodzie z sugerowanym od dawna modelem planety. Podobnie jak Jowisz, Saturn zbudowany jest z wodoru i helu w proporcjach 9 : 1. Pod wpływem wysokiego ciśnienia atmosfera w swych dolnych warstwach przechodzi w ciecz i być może głęboko w ciało stałe. W samym centrum planety prawdopodobnie jest niewielkie jądro krzemianowe. Masa Saturna wynosi $5{,}685 \times 10^{26}$ kg, promień równikowy 60 000 km (gęstość mniejsza od gęstości wody), okres obrotu 10^h15^m, wielka półoś orbity 9,575 jednostki astronomicznej.

Saturn, również jak Jowisz, emituje więcej promieniowania niż otrzymuje go od Słońca, aczkolwiek tym razem ten nadmiar jest stosunkowo nieduży. Słabsze wydzielenie energii ze zrozumiałych względów powoduje słabszą turbulencję w atmosferze, zaś rozciągająca się ponad chmurami warstwa rozrzedzonego amoniaku przesłania niżej położone chmury, wygładzając tym samym kontrasty na tarczy planety. Również dużo słabsze niż u Jowisza pole magnetyczne nie wydaje się mieć specjalnie wielkiego wpływu na otoczenie planety, a w każdym razie procesy magnetohydrodynamiczne przebiegają tam w miarę spokojnie.

Poza obserwacjami samego Saturna w przypadku Voyagera 1 na uwagę zasługują pionierskie obserwacje wielu satelitów. Mniej może istotne jest, że odkryto wiele nowych małych (patrz np. zdjęcie na drugiej stronie okładki), choć jak wiemy, najprawdopodobniej niektóre z nich wpływają na budowę pierścieni. Ilość naprawdę odkrytych satelitów z pewnością jest mniejsza, gdyż rozmaite obserwacje mogą dotyczyć tego samego obiektu. Ciekawsze są „geofizyczne" obserwacje satelitów.

Na początku może warto przypomnieć, że niewątpliwych i nazwanych satelitów Saturn ma dziewięć. W kolejności wzrastającej odległości od planety są to: Mimas (zdjęcie na 1 stronie okładki), Enceladus, Tetyda, Dione Rhea, Tytan, Hyperion, Iapetus i Phoebe. Pierwszych pięć skupia się dość blisko Saturna (promień orbity Rhei wynosi nieco ponad pół miliona km) i obiega go niemal w jednej płaszczyźnie. Następne dwa (Tytan i Hyperion) poruszają się również w tej samej płaszczyźnie, ale w odległości znacznie większej: odpowiednio około 1,2 i 1,5 miliona km, a ponadto ich orbity są wyraźnie eliptyczne. Z kolei Iapetus również porusza się po orbicie eliptycznej o wielkiej półosi około 3,5 miliona km, ale o dużym nachyleniu wynoszącym 15°, a najdalszy Phoebe (promień orbity prawie 13 milionów km) jest satelitą o ruchu wstecznym (nachylenie orbity około 150°). Wszystkie z wyjątkiem Phoebe są satelitami synchronicznymi, tzn. zwrócone są ku swojej macierzystej planecie stale tą samą stroną. W związku z tym u wielu satelitów zauważono wyraźne różnice jasności pomiędzy półkulami zwróconymi w kierunku ruchu i w kierunku przeciwnym, ale np. u Dione przednia półkula jest jaśniejsza, a u Iapetusa ciemniejsza. Zjawisko to nie jest dotychczas wyjaśnione.

Tetyda i Enceladus obserwowane były przez Voyagera 1

z odległości ponad 200 000 km, z dużo mniejszej — Mimas, Dione i Rhea, zaś co się tyczy Tytana, to sonda przeleciała zaledwie 4000 km nad jego warstwą chmur. W wyniku tych obserwacji powstały mapy lepiej poznanych satelitów, obejmujące nie całą wprawdzie powierzchnię danego satelity, ale znaczną lub większą jej część. Oczywiście nie powstała mapa Tytana, gdyż jego powierzchnia skryta jest pod nieprzezroczystą warstwą chmur. Analiza zdjęć dowodzi, że pięć wewnętrznych satelitów są dość do siebie podobne pod względem struktury powierzchni, mianowicie są to usiane kraterami globy pokryte warstwą lodu lub lodu ze skałami. Wyjątkiem wydaje się tu być Enceladus, jako obiekt podejrzanie gładki, aczkolwiek być może duża odległość, z jakiej był obserwowany, uniemożliwia właściwe rozpoznania.

Z ciekawostek warto wspomnieć, że na Mimasie wykryto krater o średnicy 135 km, co stanowi około 1/3 średnicy całego satelity (390 km), przy czym dno krateru leży około 10 km poniżej krawędzi (patrz zdjęcie na drugiej stronie okładki numeru 3/1981 *Uranii*). Byłby to zatem najgłębszy znany obecnie krater w Układzie Słonecznym. Na Tetydzie najprawdopodobniej znaleziono formację podobną do Caloris Basin na Merkurym, tzn. duży krater i nieregularnie ukształtowany teren po przeciwnej stronie globu, co mogłoby być skutkiem zogniskowania tam fali sejsmicznej powstałej przy uderzeniu dużego meteoroidu w miejscu krateru. Na Dione znaleziono kilka białych smug, będących przypuszczalnie lodem widocznym w pęknięciach warstw skał lub rozpryśniętym przy uderzeniu dużych meteoroidów (patrz zdjęcie na pierwszej stronie okładki poprzedniego numeru *Uranii*). Z kolei widoczne na Rhei nieregularne kratery sugerowały, że powierzchnia tego satelity po okresie bombardowania podlegała pewnego rodzaju ruchom tektonicznym (patrz zdjęcie na pierwszej stronie numeru 3/1981 i czwartej stronie poprzedniego numeru *Uranii*). Wreszcie Hyperion i Phoebe mają prawdopodobnie powierzchnię, jeśli nie wyłącznie, to w każdym razie w większości skalną, zaś na Iapetusie zauważono coś w rodzaju czap polarnych.

Osobną zagadką jest Tytan. Od jakiegoś czasu krążyły już całkiem fantastyczne pogłoski o domniemanym życiu na Tytanie, gdyż od dawna było wiadome, że satelita ten otoczony jest dość gęstą atmosferą zawierającą związki organiczne. G. P. Kuiper odkrył tam metan na przełomie lat 1943/44, a dalsze obserwacje spektroskopowe doprowadziły do odkry-

cia takich związków, jak etan, etylen czy acetylen. Stale jednak nie było pełnej jasności co do ogólnego składu atmosfery Tytana. Ostatnio wysunięto hipotezę, że obserwowane ciśnieniowe poszerzenie linii widmowych metanu wymaga przyjęcia istnienia w atmosferze jeszcze innego gazu i to w dużych ilościach. Gazem tym mógłby być azot, gdyż miałby prawo być nieobserwowany z Ziemi. I rzeczywiście — nadfioletowe widma Tytana uzyskane przez Voyagera 1 ukazują wyraźne linie azotu. Stworzony na podstawie tych obserwacji model atmosfery przewiduje, że głównym jej składnikiem jest azot (99%). Temperatura na powierzchni satelity wynosi około 100 K (a więc ocean płynnego azotu jest raczej wykluczony. Wyżej zachowuje się ona podobnie jak na Ziemi, tzn. najpierw maleje z wysokością (byłby to jakby odpowiednik ziemskiej troposfery), a następnie rośnie do wartości w przybliżeniu tej samej (jak w ziemskiej stratosferze). Ciśnienie na powierzchni Tytana wynosi około 1,5 atm. Na wysokości około 50 km (temperatura około 70 K) znajduje się główna warstwa chmur, składających się prawdopodobnie z kropel azotu. Odkryto również drobne ilości bardziej skomplikowanych związków chemicznych, np. pewne połączenia węgla, wodoru i azotu, a wśród nich tak niesympatyczną substancję, jak cyjanowodór. Należy więc już chyba pożegnać się z myślą o znalezieniu pozaziemskiego życia w Układzie Słonecznym — przynajmniej życia w rozumieniu ziemskim.

Około roku 1990 Voyager 1 osiągnie odległość 40 jednostek astronomicznych od Słońca, czyli dotrze do krańców Układu Słonecznego, a zarazem do granicy obszaru, w którym dominuje słoneczne pole magnetyczne. Naukowcy mają nadzieję, że jeszcze wtedy po przekroczeniu tej granicy sonda prześle na Ziemię informacje dotyczące materii już naprawdę międzygwiazdowej.

JERZY MACHALSKI — Kraków

RADIOŹRÓDŁA POZAGALAKTYCZNE
(Część II)

W I-szej części artykułu (URANIA, nr 6/1981) zwróciłem uwagę na pewne niezmiernie ważne zjawiska astrofizyczne i kosmologiczne, których odkrycie zawdzięczamy badaniom radioźródeł pozagalaktycznych. Głównym celem tego artykułu jest

zapoznanie czytelnika z podstawami obserwacyjnymi tych zjawisk, a zwłaszcza ze sposobami wyznaczania bądź oceny podstawowych parametrów radioźródeł, takich jak ich odległość i rozmiary, struktura przestrzenna, moc promieniowania, rozkład energii w widmie, czas życia, itp. W szczególności, w poprzedniej części naszkicowano zasadę działania *mechanizmu synchrotronowego* promieniowania elektromagnetycznego (EM), który to mechanizm głównie lub częściowo jest odpowiedzialny za radiopromieniowanie źródeł pozagalaktycznych. Omówiono charakterystyczny rozkład energii w widmie radioźródeł oraz przypuszczalną ewolucję widma w czasie. Zwrócono uwagę, że całkowita energia wypromieniowana przez radioźródło w ciągu jego życia (do momentu obserwacji) może być oceniona, obliczając energię która musi być zawarta w cząstkach relatywistycznych, ażeby źródło wysyłało obserwowany strumień promieniowania. Wynik ten zależy również od natężenia pola magnetycznego, którego bezpośrednio nie można zmierzyć. Dlatego też zakłada się równowagę *(ekwipartycję)* pomiędzy energią cząstek i energią pola. Założenie takie jest uzasadnione obserwacjami zjawisk w przyrodzie. Mechanizmy wszystkich zjawisk przyrodniczych jakie znamy, działają z najwyższą możliwą sprawnością. Maksymalna sprawność wiąże się z minimalną, konieczną do wydatkowania energią. Omówiono również budowę przestrzenną i rozmiary radioźródeł. Zobaczmy teraz, jąki jest prawdopodobny czas życia, o czym nam mówi obserwowana zmienność promieniowania w czasie, i wreszcie — skąd się bierze energia radioźródeł pozagalaktycznych.

3. Czas życia, zmienność promieniowania i problemy energetyczne radioźródeł

Wyznaczenie wielu parametrów fizycznych radioźródeł zależy od znajomości ich odległości. Ponieważ radioźródła pozagalaktyczne są na ogół obiektami bardzo oddalonymi, odległości do nich wyznacza się na podstawie *przesunięcia ku czerwieni* lini w widmie optycznym (tzw. „redshift"). Zakłada się, że przesunięcie to wynika całkowicie z efektu Dopplera. Wówczas odległość obiektu od nas zależy od szybkości ekspansji Wszechświata, czyli od *stałej Hubble'a* H_0 oraz od geometrii przestrzeni Wszechświata. Ponieważ geometria przestrzeni do tej pory pozostaje nieznana, możemy przyjąć, że różnica odległości, która wynikałaby z faktu takiej czy innej geometrii,

jest nieistotna przy stosunkowo małych przesunięciach z. Wówczas tzw. *odległość fotometryczną* można najprościej wyrazić wzorem

$$R(z) = (c/H_0)\, z \ [\mathrm{Mpc}]. *$$

Rozmiar liniowy źródła, którego odpowiedni rozmiar kątowy wynosi Θ radianów, jest

$$D(z) = \Theta\, R(z)/(1+z)^2 \ [\mathrm{Mpc}].$$

Rozmiar liniowy D mówi nam o minimalnym czasie życia radioźródał. Czas ten, mianowicie, stanowi iloraz $D/2$ przez prędkość światła c

$$t_{\min} = D/2c \ [\mathrm{s}]. **$$

Z drugiej strony, można oszacować również maksymalny czas jego życia dzieląc całkowitą energię wypromieniowaną przez radioźródło, ε_{tot}, przez obserwowaną moc promieniowania, L. Jest rzeczą oczywistą, że dla wyznaczenia mocy nieodzowna jest znajomość odległości źródła, R. Wówczas

$$t_{\max} = \varepsilon_{tot}/L \ [\mathrm{s}].$$

Oceniony w ten sposób przedział możliwego czasu życia danego radioźródła jest bardzo szeroki. Jest mało prawdopodobne, żeby źródło rozszerzało się z prędkością światła. Realny czas życia powinien być bardziej zbliżony do $t_{\max}$. Weźmy, dla przykładu, klasyczne radioźródło podwójne, radiogalaktykę 3C452, której mapa struktury pokazana była w Części I. Przesunięcie ku czerwieni tej galaktyki wynosi $z = 0.811$. Odległość 3C452 wynosi więc (przyjmując stałą Hubble'a $H_0 = 50$ km/s Mpc) $R = 486$ Mpc. Z mapy struktury i symetrii wiązek promieniowania wynika, że oś tego radioźródła jest prawie prostopadła do kierunku widzenia, oraz że jej największy rozmiar kątowy wynosi około 270 sekund łuku. W tej sytuacji na rozmiar liniowy radiogalaktyki otrzymujemy 544 kpc. Minimalny czas jej życia wynosi przeto $2.8 \cdot 10^{13}$ s, czyli niecały milion lat. Całkowita energia radioźródeł o rozciągłych podwójnych wiązkach promieniowania ze zwartymi „gorącymi plamami" na czele wiązek osiąga 10^{60}—10^{62} erg. Takim źródłem jest właśnie galaktyka 3C452. Jej moc radiowa wynosi $3 \cdot 10^{43}$

---

* Jest to najprostsza postać bardziej ogólnego wzoru, w przypadku gdy parametr deceleracji $q_0 = +1$.

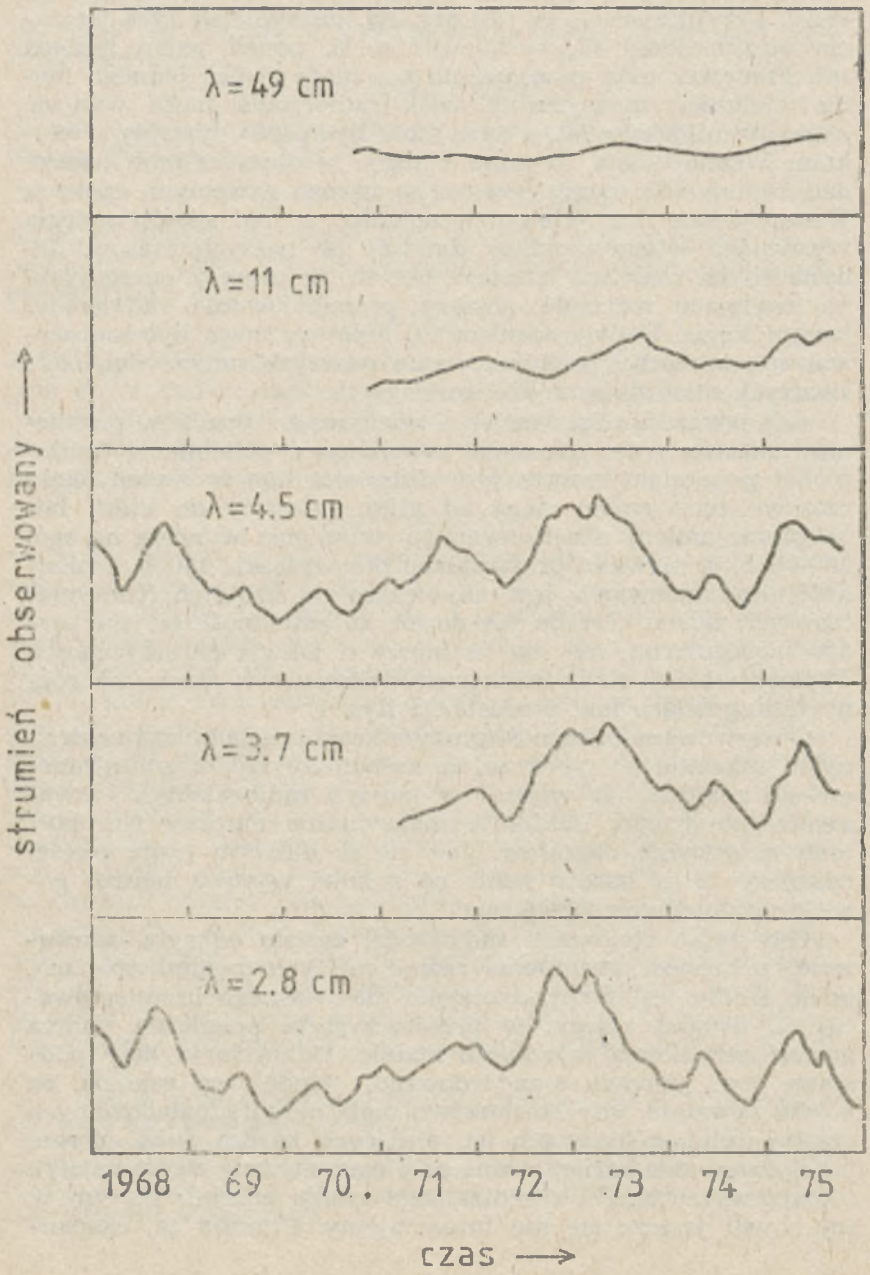
** Ażeby efektywnie obliczyć $t_{\min}$, trzeba oczywiście wszystkie wielkości wyrazić w tych samych jednostkach. Ponieważ D jest w Mpc a c w km/s, wyrażenie trzeba pomnożyć przez $3.086 \cdot 10^{19}$ km/Mpc, aby czas otrzymać w sekundach.

erg/s. Przyjmując $\varepsilon_{tot} = 10^{60}$ erg, na maksymalny czas jej życia otrzymujemy $t_{max} = 3.3 \cdot 10^{16}$ s, tj. ponad jeden miliard lat. Ponieważ błąd oszacowania ε_{tot} może sięgać jednego rzędu wielkości, maksymalny wiek radioźródła może wynosić około 10 miliardów lat, a więc może być porównywalny z wiekiem Wszechświata. Wynika z tego, że obserwowane jeszcze dziś radioźródła mogły powstać w bardzo wczesnych epokach Wszechświata. Jest olbrzymią zagadką, w jaki sposób energia wyzwolona wtedy mogłaby dotrwać do naszych czasów. Jedyną chyba rozsądną hipotezą jest ta, że procesy energetyczne zasilające rozciągłe obszary promieniowania radioźródeł trwają ciągle. Potwierdzeniem tej hipotezy mogą być zaobserwowane własności promieniowania zwartych radioźródeł, bądź zwartych składników źródeł rozciągłych.

Jak pokazują obserwacje, w większości wypadków promieniowanie radiowe zwartych centralnych składników radioźródeł pozagalaktycznych jest silnie zmienne w czasie. Skala czasowa tych zmian sięga od kilku miesięcy do kilku lat. Względne zmiany obserwowanego strumienia wynoszą na ogół 20—50%, w niewielu przypadkach przewyższają 100%. Zmienność promieniowania jest największa na krótkich (centymetrowych) falach. Trzeba też dodać, że zmienność ta jest bardzo nieregularna, nie ma tu mowy o jakiejś periodyczności. Typowe zmiany strumienia promieniowania w czasie, na różnych długościach fali, przedstawia Rys. 1.

Obserwowana zmienność promieniowania składników centralnych wskazuje po pierwsze, że zasadnicze źródła emitowanej energii znajdują się właśnie w jądrach radiogalaktyk i kwazarów; po drugie, implikuje maksymalne możliwe rozmiary tych aktywnych obszarów. Jak się w dalszym ciągu okaże, rozmiary te są bardzo małe, co z kolei wysuwa bardzo poważne problemy energetyczne.

Gdy tylko zmienność radioźródeł została odkryta, zauważono, że gęstość strumienia rośnie na tych częstotliwościach, gdzie źródło jest nieprzezroczyste dla własnego promieniowania. Z drugiej strony, w przezroczystym przedziale widma gęstość strumienia zasadniczo maleje. Odkrycia te dały podstawę tzw. „modelu standardowego". Model ten zakłada, że źródło powstaje, gdy stosunkowo mała chmura naładowanych cząstek relatywistycznych (tj. niosących bardzo dużą energię kinetyczną) oraz zorientowane pole magnetyczne wypływają(?), zostają wyrzucone(?) z centralnego źródła energii, którym w tej chwili jeszcze się nie interesujemy. Chmura ta, ekspan-


λ = 49 cm
λ = 11 cm
λ = 4.5 cm
λ = 3.7 cm
λ = 2.8 cm
strumień obserwowany
1968 69 70 71 72 73 74 75
czas

dując w przestrzeń, powoduje, że natężenie pola magnetycznego i energia cząstek maleją w czasie, co właśnie musi wywoływać wzrost strumienia dla $\nu < \nu_m$, a spadek dla $\nu > \nu_m$

$$s(\nu) \propto t^{-3} \text{ dla } \nu < \nu_m \text{ tj. gdy } \tau \gg 1,$$
$$s(\nu) \propto t^{-2\gamma} \text{ dla } \nu > \nu_m \text{ tj. gdy } \tau \ll 1,$$

gdzie: ν_m — częstotliwość na której występuje załamanie się widma wskutek samoabsorpcji, τ — głębokość optyczna chmury, γ — wykładnik potęgowy w widmie energetycznym (porównaj Część I). Jak już wiemy, częstotliwość krytyczna ν_m przesuwa się w czasie do coraz dłuższych fal, tak więc na danej częstotliwości obserwacji ν_o, po początkowym wzroście, nastąpi spadek obserwowanego strumienia gdy ν_o stanie się większa od aktualnej wartości ν_m. Historia powtarza się po ponownym wyrzucie z jądra nowych cząstek, co obserwuje się co kilka miesięcy do kilku lat.

Obserwacje zmienności promieniowania centralnych składników radioźródeł rzucają więc sporo światła na pochodzenie i sposób wyzwalania energii różnych obiektów pozagalaktycznych. Energia ta wyzwalana jest w tzw. *obszarach aktywnych*. W szczególności wysoką aktywnością charakteryzują się kwazary.

Ze skali czasowej zmian strumienia można wnioskować o rozmiarach obszarów aktywnych. Rozmiar liniowy obszaru, mierzony czasem światła, nie może być większy niż obserwowany przedział czasowy zmian jasności, gdyż inaczej informacja o tej zmianie nigdy by nie dotarła do zewnętrznego obserwatora. Również bezpośrednie pomiary średnic kątowych tych obszarów metodą interferometrii międzykontynentalnej, potwierdzają niewiarygodnie małe rozmiary obszarów aktywnych. Z pomiarów interferometrycznych wynika, że obszary te są nie większe niż 0.3 — 3 pc. Nierzadko jednak zmienność promieniowania w dziedzinie optycznej i rentgenowskiej ze skalą czasową rzędu dni a nawet godzin, sugeruje, że większość promieniowania na tak wysokich częstotliwościach pochodzi z obszarów jeszcze około 10^4 mniejszych, a więc posiadających rozmiar do 0.00003 pc, tj. około 10^{14}—10^{15} cm. Jest to rozmiar niewiele większy od średnicy naszego

Rys. 1. Typowe zmiany strumienia promieniowania radiowego w czasie na kilku różnych długościach fali, na przykładzie bardzo aktywnej radiogalaktyki 3C120, charakteryzującej się niezwykle jasnym i zwartym (średnica 5 kpc) jądrem, co stawia ją na pograniczu pomiędzy zwykłymi radiogalaktykami a kwazarami.

Układu Planetarnego, a równocześnie odpowiadający *promieniowi grawitacyjnemu* * (Schwarzschilda) dla masy $\mathfrak{M} \approx 10^8 \mathfrak{M}_\odot$.

Produkcja olbrzymich ilości energii, dochodzących do 10^{46} erg/s, w tak małej objętości przestrzeni, wydawała się początkowo niemożliwa fizycznie. Tak efektywnych procesów energetycznych dotychczas nie znano. Trzeba tu zauważyć, że wydajność tych nieznanych źródeł energii musiałaby znacznie przewyższać wydajność znanych procesów syntezy lekkich pierwiastków, tj. źródeł energii promieniowania gwiazd (również i bomby „wodorowej"). Zrozumiałą więc reakcją szeregu astronomów i astrofizyków było zwątpienie w poprawność wyznacznia *skali odległości* we Wszechświecie, a zwłaszcza zwątpienie w poprawną interpretację przesunięcia ku czerwieni, jako wyłącznie efektu dopplerowskiego. Chodziło o to, czy naprawdę obiekty pozagalaktyczne o dużych przesunięciach ku czerwieni są tak odległe, jak wynikało z przesunięć linii widmowych. Jeżeli w rzeczywistości byłyby one znacznie bliżej, energia emitowana przez nie byłaby odpowiednio mniejsza. Dotykamy tu bardzo kontrowersyjnego przed dziesięcioma laty problemu tzw. „kosmologiczności" bądź „lokalności" kwazarów. Dlatego kwazarów, gdyż one charakteryzują się, niejako z definicji, największymi obserwowanymi „redshiftami". Problem ten był bardzo intensywnie badany i dziś uważa się, że zdecydowana część przesunięcia ku czerwieni jest skutkiem rzeczywistej *prędkości ucieczki* odległych obiektów kosmicznych. Problem energetyczny pozostał.

Możliwe mechanizmy wyzwalania energii w obszarach aktywnych galaktyk i kwazarów są jedną z głównych zagadek współczesnej astrofizyki. Z zupełnie prymitywnych obliczeń wynika już, że sprawność tych mechanizmów musi być zbliżona do maksymalnie możliwej sprawności, wyrażanej jako $1c^2$, tj. całkowitej anihilacji materii w nergię. Wiadomo doskonale, że w ogólnej teorii względności energia jest zwią-

---

* Promień grawitacyjny (w pojęciu fizyki klasycznej) łatwo zrozumieć, jeżeli zauważyć, że aby cząstka o masie m, będącej w polu grawitacyjnym o potencjale Ψ, oddalić do nieskończoności, trzeba jej nadać energię kinetyczną równą temu potencjałowi, tj. $\frac{1}{2} mv = G\mathfrak{M}/R$. Jeżeli $v \to c$, to

$$R_{graw} = \frac{2G}{c^2} = 3 \cdot 10^5 (\mathfrak{M}/\mathfrak{M}_\odot) \text{ [cm]}.$$

W ogólnej teorii względności potencjał grawitacyjny $\Psi \to \infty$, jeżeli $R \to R_{graw}$. W konsekwencji nawet foton w odległości R_{graw} od centrum masy nie może pokonać bariery potencjału, a więc z obszaru wewnątrz promienia grawitacyjnego nie może wyjść żadna informacja.

zana z masą słynnym równaniem $\varepsilon = mc^2$. Załóżmy, że aktywne jądro galaktyki czy kwazara, którego niewielki rozmiar jest niepodważalnie obserwowany, zawiera masę $10^7\mathfrak{M}_\odot$. Ponieważ oszacowaliśmy, że jądro to może produkować energię w ciągu miliarda lat (10^9 lat), anihilacja masy rzędu $0.1\mathfrak{M}_\odot$ rok zapewniłaby potrzebną ilość energii, gdyż

$$(\varepsilon = 0.01\mathfrak{M}_\odot c^2)/\text{rok} = 0.01 \cdot 1.99 \cdot 10^{33}\ \text{g}\ (3 \cdot 10^{10}\ \text{cm/s})^2/\text{rok} = 18 \cdot 10^{51}\ \text{erg/rok} = 5.67 \cdot 10^{44}\ \text{erg/s}.$$

Czy tak wysokosprawne procesy produkcji energii mogą istnieć we Wszechświecie? W wyniku najnowszych badań, głównie teoretycznych, uważa się, że tak.

4. Prawdopodobny mechanizm produkcji energii i model radioźródła

Ażeby zapewnić obserwowane promieniowanie radioźródeł, w aktywnych, centralnych obszarach radiogalaktyk i kwazarów musi być wyzwalana **energia grawitacyjna** olbrzymich mas materii, niewyobrażalnie zagęszczonej pod wpływem swej potężnej grawitacji. Teoretycznie jest możliwe, że odpowiednio duża masa materii, przy równoczesnym braku czynników przeciwdziałających nieuniknionemu procesowi zapadania się grawitacyjnego** (np. ciśnienie promieniowania), utworzy ekstremalnie gęste ciało o bardzo małych rozmiarach. Jeżeli potencjał grawitacyjny na powierzchni takiego ciała osiągnie wartość nieskończoną, co zależy od masy początkowej kolapsującej materii, utworzy się tzw. „czarna dziura". Nazwa pochodzi stąd, że nic, nawet promieniowanie nie może wyjść z czarnej dziury na zewnątrz, tzn. nawet foton (o zerowej przecież masie spoczynkowej) nie może pokonać bariery nieskończenie wielkiego potencjału grawitacyjnego.

Czarne dziury są, jak narazie, obiektami teoretycznymi, będącymi konsekwencją ujęcia grawitacji w ogólnej teorii względności. Niemniej jednak, w wyniku najnowszych badań, zarówno teoretycznych jak i obserwacyjnych, wydaje się że obiekty takie mogą istnieć realnie. Czarne dziury stanowić mogą właśnie ciało centralne w aktywnych jądrach galaktyk i kwazarów.

Jednym z możliwych mechanizmów wyzwalania energii grawitacyjnej jest tzw. „akrecja" materii na bardzo masywne

** Zjawisko to nazywa się *kolapsem grawitacyjnym*.

ciało centralne (np. czarną dziurę). Akrecja oznacza gwałtowne spadanie grawitacyjne. Jeżeli spadająca materia stanowi dowolny gaz, to spadając na czarną dziurę będzie się bardzo silnie ogrzewał i promieniował w przybliżeniu jak ciało doskonale czarne. Akrecja jest więc z zasady procesem termicznym. W rzeczywistości jednak, spadający gaz może unosić ze sobą np. pole magnetyczne. Wówczas akrecja prowadzić będzie do takich efektów nietermicznych jak przyspieszenie naładowanych cząstek, rozbłyski, itp.

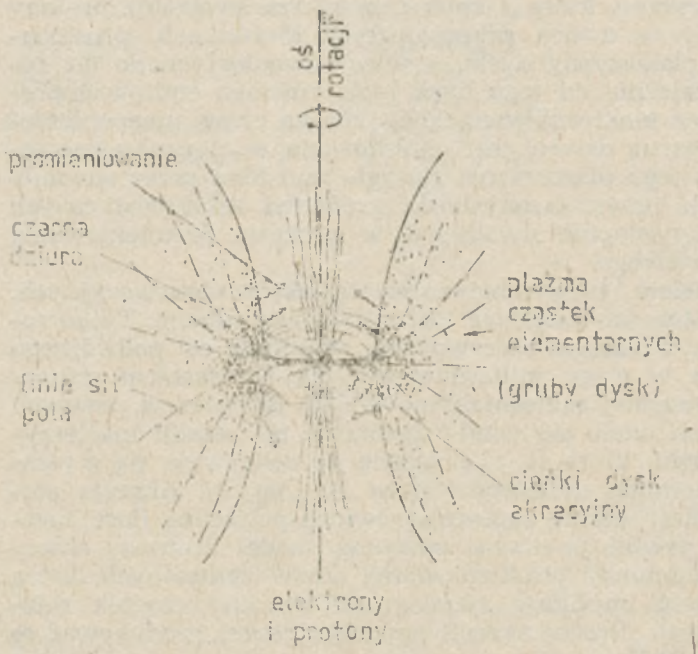
Wszystko to, co zostało wyżej napisane, stanowi jedynie daleko idące domysły. Dzieje się tak dlatego, iż nie obserwujemy bezpośrednio procesów fizycznych wewnątrz centralnego jądra, lecz tylko promieniowanie, które może być rezultatem wielu różnorakich procesów, wywoływanych jeden przez drugi. Badanie domniemanych procesów fizycznych odbywa się w ten sposób, że konstruuje się pewien model teoretyczny. W modelu tym przyjmuje się szereg warunków początkowych oraz różnych założeń, które muszą być zgodne ze znanymi prawami fizyki. Następnie oblicza się, jakie procesy i jak powinny przebiegać, oraz jakie skutki powinno się obserwować przy danych założeniach. Jeżeli skutki przewidywane teoretycznie pokrywają się z obserwowanymi, model ten może oddawać rzeczywistość.

Jak więc wygląda prawdopodobny model silnego, rozciągłego radioźródła? Problem można rozłożyć na dwa zagadnienia: (1) jak wygląda centralne źródło energii w aktywnym jądrze i jaki jest mechanizm jej wyzwalania? (2) jak działa mechanizm transportu energii na duże odległości do dwóch skolimowanych obszarów promieniowania radiowego?

Rys. 2 przedstawia jeden z możliwych modeli źródła centralnego.

Bardzo masywna czarna dziura (o masie rzędu $10^8 \mathfrak{M}_\odot$) znajdująca się w centrum radiogalaktyki lub kwazara, otoczona jest wirującym wokół niej dyskiem akrecyjnym. Dysk ten tworzy się z plazmy, lub jak niektórzy bardziej obrazowo mówią, „zupy" cząstek elementarnych, które w warunkach bardzo wysokiej ich temperatury kinetycznej, wytwarzającej się pod działaniem potężnej siły grawitacyjnej czarnej dziury, nie mogą być połączone nawet w najprostsze atomy. Cząstki obdarzone ładunkiem elektrycznym, a więc protony i elektrony oraz ewentualnie ich antycząsteczki orbitujące w dysku kreują pole elektryczne skoncentrowane w obszarze, gdzie dysk akrecyjny staje się bardzo cienki. Na Rys. 2 widać, że prze-

krój poprzeczny dysku tworzy jak gdyby „lejek", będący przejściem od grubego stosunkowo dysku do płaskiego strumienia. Przez lejek ten materia „wlewa" się do czarnej dziury z prędkością ponaddźwiękową. Nie jest to oczywiście lejek



Rys. 2. Model centralnego źródła energii radiogalaktyk i kwazarów. Namagnetyzowany rotujący dysk akrecyjny, utworzony z naładowanych cząstek elementarnych spadających grawitacyjnie na masywną czarną dziurę, działa jak gigantyczne dynamo elektryczne. Wytworzone pole elektryczne rozpędza swobodne elektrony i protony, wyrzucając je w dwóch współliniowych kierunkach prostopadłych do płaszczyzny dysku. Dysk emituje również promieniowanie EM.

w potocznym tego słowa brzmieniu, gdyż „wlew" nie następuje w konkretnym miejscu, lecz wzdłuż całej płaszczyzny dysku. Bardzo podobne zjawisko fizyczne lecz właśnie w jednym wymiarze, każdy może zaobserwować we własnej łazience, gdy woda z wanny wylewa się gwałtownie przez otwór odpływowy. Powierzchnia wody tworzy wtedy na ogół pewien „lejek" z osią skierowaną w środek odpływu, czyli w kierunku działania siły grawitacyjnej przyciągającej wypływającą wodę. Jeżeli na powierzchni wody znajdują się jakieś

widoczne drobinki, łatwo zauważyć jak prędkość rotacji cząstek wody gwałtownie wzrasta w pobliżu „lejka".

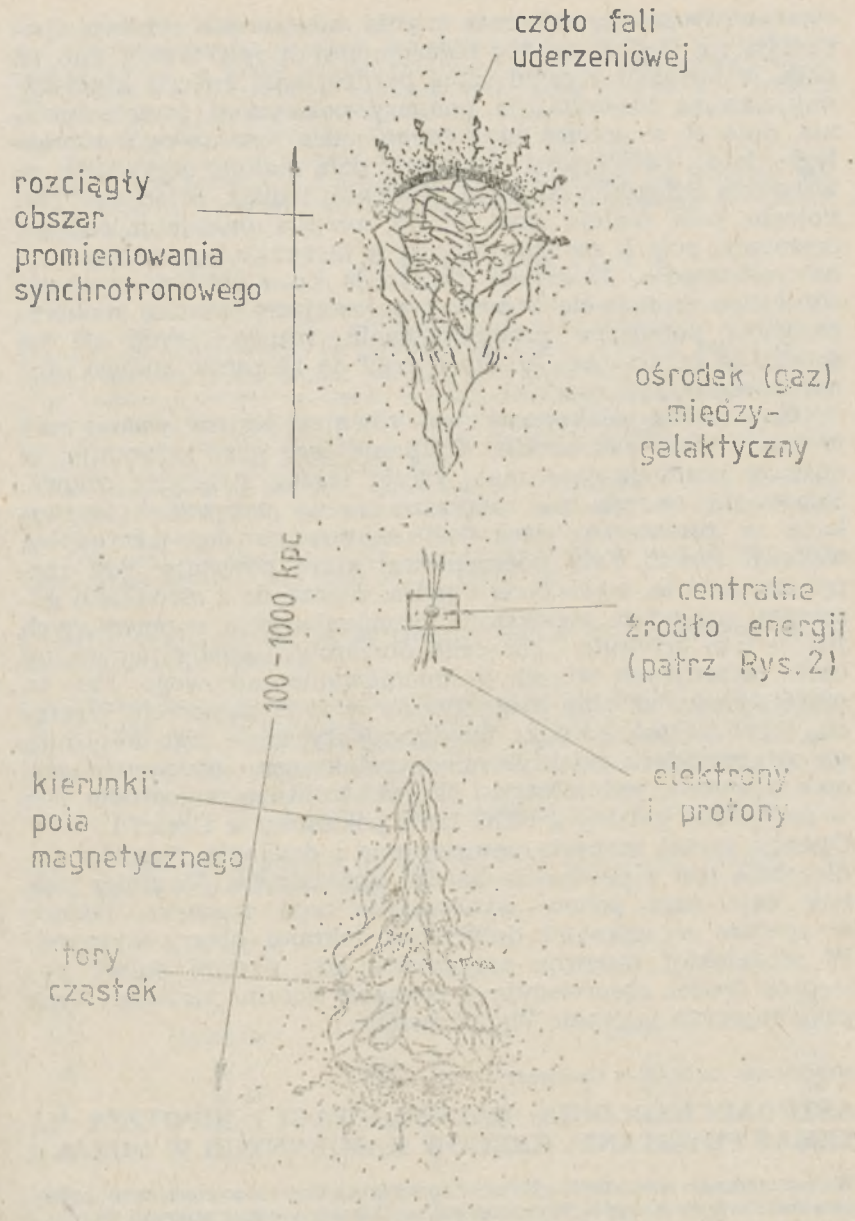
Dysk akrecyjny wokół czarnej dziury tworzy więc rodzaj gigantycznego dynama elektrycznego, wytwarzającego silne pole elektryczne, które z kolei przyspiesza swobodne protony i elektrony w dwóch przeciwległych kierunkach, prostopadłych do płaszczyzny dysku a więc równoległych do osi rotacji. Niezależnie od tego dysk musi również emitować promieniowanie elektromagnetyczne, którego część, niepochłonięta przez czarną dziurę, jest ogniskowana w kierunku prostopadłym do jego płaszczyzny. Energia unoszona przez strumienie cząstek przyspieszonych do prędkości relatywistycznych może być następnie uwalniana w procesie promieniowania synchrotronowego.

Za modelem tym przemawia szereg faktów obserwacyjnych. Bardzo ważną rolę odgrywa tu postulowana rotacja. Tylko rotacja może tłumaczyć obserwowaną stabilność osi podwójnego radioźródła w ciągu miliardów lat, jak to niezbicie stwierdzono w potężnej radiogalaktyce 3C236. Również w pewnych przypadkach udało się ustalić położenie osi rotacji macierzystej galaktyki, które to osie prawie że pokrywają się z osiami odpowiednich radioźródeł *(Cen A, Cyg A)*. Akrecja materii na czarną dziurę zapewnia również potrzebną ilość energii. Mniej pewnie natomiast powyższy model tłumaczy obserwowaną zmienność promieniowania źródeł centralnych, która to zmienność implikuje sporadyczne wyrzuty cząstek relatywistycznych. Proces akrecji powinien raczej produkować te cząstki w sposób ciągły.

Transport wyprodukowanej energii do odległych obszarów promieniowania synchrotronowego zapewniają dwa czynniki. Po pierwsze, orientacja i natężenie pól magnetycznych, po drugie, obecność i oddziaływanie środka międzygalaktycznego. Rola pola magnetycznego *H* jest zasadnicza. Jeżeli pole *H* jest równoległe do kierunku wyrzutu naładowanych cząstek

---

Rys. 3. Model zasilania energią rozciągłych obszarów promieniowania synchrotronowego. Strumień cząstek relatywistycznych, wyrzuconych z centralnego źródła energii, tworzy dwa wąskie tunele wskutek oddziaływania (ciśnienia) ośrodka międzygalaktycznego. Pole magnetyczne, początkowo równoległe do osi radioźródła, powoduje, że cząstki tracą mało swej energii. W dużych odległościach od źródła centralnego pole skręca bardziej w kierunku poprzecznym, co powoduje silne promieniowanie synchrotronowe cząstek. Fala uderzeniowa powstająca na czele wiązek promieniowania wskutek zgęszczenia ośrodka, wzmacnia pole magnetyczne, wywołując bardzo silne promieniowanie „gorących plam".


czoło fali
uderzeniowej
rozciągły
obszar
promieniowania
synchrotronowego
ośrodek (gaz)
między-
galaktyczny
100-1000 kpc
centralne
źródło energii
(patrz Rys.2)
elektrony
i protony
kierunki
pola
magnetycznego
tory
cząstek

relatywistycznych, wówczas cząstki nieznacznie orbitują (poruszają się wzdłuż bardzo rozciągniętej spirali) wokół linii sił pola, w związku z czym tracą bardzo mało energii kinetycznej. Jak na to wskazują pomiary polaryzacji promieniowania, pole *H* w pobliżu aktywnego jądra jest na ogół równoległe do osi radioźródła. Natężenie pola maleje, oczywiście, ze wzrostem odległości od jądra. Niemniej jednak, składowa równoległa pola maleje szybciej od miejsca produkcji energii, orientacja pola *H* zaczyna skręcać w kierunku poprzecznym do osi radioźródła. Elektrony zaczynają promieniować znacznie silniej, co objawia się w postaci wzrastającej jasności powierzchniowej pomostów promieniowania, rozciągających się na drodze od centralnego źródła energii do obszarów silnego promieniowania radiowego.

Gaz międzygalaktyczny gra również bardzo ważną rolę w formowaniu radioźródła. Ciśnienie tego gazu powoduje, że obszary promieniujące mają raczej wąską strukturę osiową. Emitowana energia nie rozprasza się we wszystkich kierunkach w przestrzeni, lecz jest skierowana do, jak gdyby, wąskich tuneli. Fala uderzeniowa, która powstaje, gdy rozpylona materia, wyrzucona z jądra, zderza się z ośrodkiem gazowym, powoduje zwiększone promieniowanie wymienionych już w tym artykule, „gorących obszarów", występujących na czele podwójnych wiązek promieniowania radiowego. Fala ta może wzmacniać pole magnetyczne w tych obszarach. Wreszcie, jeżeli gęstość ośrodka międzygalaktycznego jest dość duża np. w gromadach galaktyk międzygalaktyczny gaz przedstawia opór dla ruchu orbitalnego i skręca strukturę radioźródła, jak w przypadku galaktyki NGC 1265, pokazanej w Części I.

Opisana wyżej sceneria powstawania i działania zjawiska radioźródła jest z pewnością bardzo uproszczona. Niemniej jednak daje nam pewne wyobrażenie tego zjawiska, będące w zgodzie ze znanymi dotychczas faktami obserwacyjnymi. W niedalekiej zapewne przyszłości, gdy nastąpi dalszy postęp na drodze obserwacyjnej, poznamy kolejne szczegóły tych pasjonujących tajemnic Wszechświata.

MIROSŁAW KUBIAK — Grudziądz

ASTROARCHEOLOGIA: DALSZE UWAGI I HIPOTEZY NA TEMAT POWSTANIA KRĘGÓW KAMIENNYCH W ODRACH

W poprzednich zeszytach „Uranii" przedstawiono astronomiczne próby ustalenia wieku Kręgów Kamiennych w Odrach według sugestii Stephana oraz Müllera. Tytuły tych artykułów podano w wykazie w końcu

niniejszego. Wyniki rozważań ujęto w postaci tabel; były one zachęcające dla poszukiwania dalszych kierunków mogących mieć interpretację astronomiczną. W pracy [1] zamieszczono także plan sytuacyjny kręgów Korzystano tu z azymutów pomierzonych przez Stephana i Müllera w 1913 r. jak i przez Rocha Peplińskiego i in. w trakcie obozu archeologicznego w sierpniu 1979 r. („Urania" nr 9 z 1980 r.).

Zaproponowana tu metoda nieco różni się od opisanej w [1] i może ułatwić dalsze badania nad astronomiczną intepretacją tej budowli. Metoda polega na matematycznych modelowaniach, posługując się wzorem z trygonometrii sferycznej

$$\sin \delta = \sin h \cdot \sin \varphi - \cos h \cdot \cos \varphi \cdot \cos A \qquad (1)$$

w którym $\varphi = 53°54'$ (szerokość geograficzna Odrów), A — azymut, zaś h — wartość wysokości ciała niebieskiego użyta w obliczeniu. Wartość ta jest na ogół znana tylko w przybliżeniu, zależy bowiem nie tylko od znanej średnicy tarczy Słońca lub Księżyca, paralaksy horyzontalnej, ale i od refrakcji, której ustalenie wymagałoby znajomości temperatury. Toteż modelowanie polega na zakładaniu kolejno różnych (bliskich sobie) wartości h. W wyniku obliczeń z wzoru (1) otrzymujemy wartość deklinacji δ, umożliwiającą określenie epoki.

W modelowaniu przyjęto założenie, że otrzymane wyniki powinny korespondować z datą powstania Kręgów ustaloną już na podstawie prac wykopaliskowych, a więc w pobliżu początku naszej ery.

Otrzymanych rezultatów nie należy oczywiście traktować jako ostateczną interpretację, lecz jako pewną próbę opisu.

1. Możliwości istnienia linii przesilenia letniego (PL) zaproponowanych przez Stephana i Müllera

Linia przesilenia letniego PL zaproponowana przez Stephana ma początek w kręgu I, przechodzi przez „celownik" w kręgu V i biegnie do linii horyzontu. Azymut tej linii pomierzony przez Stephana wynosi $A = 228°10'$. Według Müllera linia PL rozpoczyna się w kręgu III, biegnie przez ten sam „celownik" i dalej do horyzontu (por. rysunek w [1]). Azymut tej linii według pomiaru Peplińskiego wynosi $A = 228°42'$.

Tab. 1. Wartość deklinacji Słońca w dniu przesilenia letniego dla azymutów $A = 228°10'$ (Stephan) i $A = 228°42'$ (Müller)

$A = 228°10'$			228°42'		
h_s	δ	lata	h_s	δ	lata
46′	23°38′27″	400	1°00′	23°36′52″	700
48	40 28	200	02	38 52	400
50	42 30	—100	04	40 51	100
52	44 31	—400	06	42 50	—100
54	46 31	—700	08	44 49	—400

Obliczenia dotyczą sytuacji, gdy cała tarcza słoneczna wstaje ponad horyzontem. Przyjęto wartość pozornego promienia tarczy słonecznej $R = 15'45''$ oraz paralaksy horyzontalnej $\pi = 8'',66$ (dane z Rocznika).

Tabela 1 przedstawia wartości deklinacji Słońca w funkcji h_s obliczone według wzoru (1). Obecny układ terenu, w szczególności istnienie na liniach azymutu 228°42′ i 228°10′, lasu, uniemożliwia bezpośredni pomiar odległości kątowej między horyzontem astronomicznym a fizycznym, wobec czego modelowanie przeprowadzono bez uwzględnienia obniżenia pozornego horyzontu. Wartość popełnionego w ten sposób błędu mieści się w granicach ok. 2′ dla wysokości h. Istnieje zresztą możliwość poprawienia wartości h przy posłużeniu się dokładną mapą terenu, wówczas nieznacznie zmienią się wartości obliczonych deklinacji δ, a z nimi — epoki („lata").

2. O możliwości istnienia linii przesilenia zimowego (PZ) zaproponowanych przez Stephana i Müllera

Linia ta rozpoczyna się w środku kręgu VI, przechodzi przez środek kręgu IX i biegnie ku linii horyzontu. Hipoteza ta jest nieco kontrowersyjna, gdyż niektórzy wcześniejsi badacze podają, że w kręgu IX znajdowały się dwie stele środkowe, inni — że jedna. Trudno to dziś rozstrzygnąć, gdyż krąg ten nie posiada żadnej steli środkowej i jest najbardziej zdewastowany. Stephan w 1913 r. podaje, że w „dziewiątce" nie było żadnej steli środkowej. Dlatego też prowadzenie linii przechodzącej przez punkt w którym stała przypuszczalnie stela, wydaje się ryzykowne. Nie wchodząc w ocenę prawdopodobieństwa istnienia, takiej linii przyjmijmy za Stephanem wartość jej azymutu $A = 316°21'$ jako poprawny.

Jeżeli istniała jakaś zgodność w poprowadzeniu linii PL przez obu autorów, to w przypadku linii PZ Müller proponuje zupełnie inny jej przebieg. Według niego (por. rysunek w [1]) linia PZ rozpoczyna się w kręgu III, przechodzi przez „celownik" w kręgu II i dalej biegnie do horyzontu. Azymut tej linii wynosi $A = 318°02'$. Obliczone wartości deklinacji Słońca i odpowiadające im epoki („lata") podane są w Tab. 2.

Müller przyjął, że krąg III jest bazą do obserwacji Słońca, zauważył, że linia wychodząca ze środka „trójki" i przechodząca przez środek kręgu I i dalej, może być linią zachodu Słońca w dniu przesilenia zimowego. Pomierzony azymut tej linii wynosi $A = 45°35'$. Obliczone wartości deklinacji zamieszczono w Tab. 2.

Tab. 2. Wartości deklinacji Słońca w dniu przesilenia zimowego dla azymutów $A = 316°21'$ (Stephan), $A = 318°02'$ (Müller) i dla $A = 45°35'$ (Müller — hipoteza o zachodzie Słońca w dniu PZ). Deklinacja $\delta = -23°$ plus wartość podana w częściach stopnia.

$A = 316°21'$			318°02′			45°35′		
h_s	δ	lata	h_s	δ	lata	h_s	δ	lata
1°42′	46′41″	—700	2°28′	45′52″	—500	50′	46′15″	—600
44	44 43	—400	30	43 56	—300	52	44 12	—400
46	42 45	—100	32	42 01	—100	54	42 10	—100
48	40 48	100	34	40 05	200	56	40 01	200
50	38 50	400	36	38 10	400	58	38 07	400

Przyjęto: pozorny promień tarczy słonecznej $R = 16'17''$, wartość paralaksy horyzontalnej $\pi = 8'',85$ (dane z Rocznika).

3. O możliwości istnienia linii równonocy

Poszukując dalszych kierunków mogących mieć astronomiczną interpretację, natrafiamy na linię rozpoczynającą się w kręgu I, przechodzącą przez środek kręgu II i biegnącą dalej do linii horyzontu. Azymut jej podany przez Stephana wynosi $A = 270°08'$. Nie trudno zauważyć, że azymut taki może mieć wschodzące Słońce w dniach równonocy wiosennej i jesiennej. Oczywiście, gdyby obserwator stał w kręgu II i patrzył wzdłuż linii przechodzącej przez środek kręgu I i dalej ku linii horyzontu, widziałby na tej linii zachodzące Słońce w obu tych dniach.

Wartości deklinacji Słońca dla azymutu $A = 270°08'$ obliczono raz dla sytuacji kiedy cała tarcza słoneczna widoczna jest nad horyzontem i drugi raz — dla sytuacji kiedy widoczny jest jej górny skrawek. Wartości podano w Tab. 3. Przedstawiono tu jedynie przypadek równonocy wiosennej, kiedy pozorny promień tarczy słonecznej wynosi $R = 16'05''$. Aby otrzymać wartości deklinacji dla równonocy jesiennej (kiedy $R = 15'58''$) należy dla każdej obliczonej wartości dodać lub odjąć 6″, zależnie od tego czy dotyczy to przypadku „cała tarcza ponad" czy „cała tarcza pod" horyzontem, co w Tab. 3 oznaczono jako „$+R$" wzgl. „$-R$". Uwzględniono tu oczywiście wartość paralaksy horyzontalnej oraz refrakcję (średnią).

Wartości deklinacji Słońca w okolicach równonocy (według „Rocznika Astronomicznego" na rok 1979) wynoszą:

marzec 19	−52′43″,9	wrzesień 21	+61′34″,0
20	−29 00 ,9	22	+38 14 ,3
21	−05 18 ,2	23	+14 53 ,3
22	+18 24 ,9	24	−08 28 ,7
23	+42 05 ,1	25	−31 51 ,3

Tab. 3. Testowanie hipotezy równonocy

h_s	δ_{+R}	δ_{-R}	ΔA	δ
0′	−21′10″	−47′10″	+1°00′	−1° 12′29″
2	−19 10	45 10	0 40	−1 00 42
4	−17 10	43 10	30	−0 54 48
6	−15 11	41 11	20	−0 48 55
8	−13 12	39 12	+ 10	−0 43 01
10	−11 14	37 14	00	−0 37 14
12	− 9 16	35 16	− 10	−0 31 14
14	− 7 19	33 18	20	−0 25 21
16	− 5 22	31 21	30	−0 19 27
18	− 3 25	29 25	40	−0 13 34
20	− 1 29	27 29	−0 50	−0 07 40
22	+ 0 27	25 31	−1 00	−0 01 47

Azymut Słońca $A = 270°08'$, promień tarczy słonecznej $R = 16'05''$. Przypadek „$+R$" — cała tarcza słoneczna nad horyzontem, przypadek „$-R$" — widoczny tylko górny brzeg tarczy słonecznej. W ostatniej kolumnie wartości deklinacji dla wybranej wartości h_s i dla azymutów $A_0 + \Delta A$, gdzie $A_0 = 270°08'$.

Z „Rocznika" wynotujmy jeszcze godzinną przemianę deklinacji Słońca — jak wiadomo największą — wynoszącą 58″,4. Znajomość jej pozwala na obliczenie godzinnej zmiany azymutu, a mnożąc ją przez 24 otrzymamy wartość dobowej przemiany azymutu w okolicach równonocy. Jest ona największa w ciągu roku i wynosi ok. 40′. Wartość ta powiększona do 1° była daną wyjściową do obliczeń zmiany deklinacji w przedziale zmian azymutu od $A_0 + 1°$ do $A_0 - 1°$, gdzie $A_0 = 270°08'$. Wynik modelowania przedstawiono w Tab. 3.

Rozważania te sugerują fakt zaznaczenia linii równonocy, lecz nie wystarczają dla wykazania prawdopodobieństwa jej istnienia.

4. Inne kierunki

a) *Kierunek zachodu Capelli*

Kierunek ten zaproponował Stephan. Omówiony był w „Uranii' w pracach [2] i [3].

b) *Orientacja Kręgów według stron świata*

Jeżeli poprowadzimy linię przechodzącą przez środki kręgów VI i III (patrz rysunek w [1]), nie trudno się przekonać, że pokazuje ona kierunek ku północy. Azymut tej linii wynosi $A = 180°33'$. Ustalenie kierunku z błędem 33′ jest dokładne, tym bardziej że w okolicach bieguna w roku 0 nie było żadnej jasnej gwiazdy.

Linie przechodzące przez środki kręgów III i VI oraz przez I i II wytyczają cztery strony świata.

Od redakcji:

Już po zakwalifikowaniu powyższego artykułu do druku Autor nadesłał następny artykuł z serii „Astroarcheologia — hipotezy", który zamieszczamy dla zachowania ciągłości w tym samym numtrze „Uranii".

Czy w układzie Kręgów Kamiennych w Odrach zaznaczono linię wschodu Księżyca w jego ekstremalnym położeniu na horyzoncie?

Poprowadzenie takiej linii zaproponował Müller. Rozpoczyna się ona w środku kręgu III, przechodzi przez środek kręgu VIII i dalej biegnie do linii horyzontu. Azymut jej wynosi $A = 326°32'$.

Nieco dygresji. Płaszczyzna orbity Księżyca tworzy średnio kąt 5°09′ z płaszczyzną ekliptyki. Na skutek oddziaływania Słońca nachylenie tej orbity do ekliptyki zmienia się periodycznie w okresie 173 dni w granicach ±9′ (tzn. od $i = 5°00'$ do $i = 5°18'$). W wyniku zaś ruchu węzłów nachylenie orbity Księżyca zmienia się od $\varepsilon - i$ do $\varepsilon + i$, gdzie ε jest nachyleniem ekliptyki do równika. Gdy węzeł wstępujący drogi Księżyca przypadnie w punkcie równonocy wiosennej, wówczas nachylenie ekliptyki do równika i drogi Księżyca do ekliptyki dodają się, i droga ta tworzy z równikiem kąt $\varepsilon + i$. Wtedy w ciągu miesiąca deklinacja Księżyca będzie się zmieniała od $\varepsilon + i$ do $-\varepsilon - i$. Odrowtnie będzie dla węzła zstępującego, kiedy deklinacja będzie się zmieniała od $\varepsilon - i$ do $-\varepsilon + i$.

Czym kierował się Müller, zanim zaproponował poprowadzenie takiej linii? Przyjął on w swych założeniach, że krąg III jest bazą, z której prowadzono obserwacje astronomiczne — wschody i zachody Słońca w dniach letniego wzgl. zimowego przesilenia.

Po Słońcu drugim ciałem co do jasności na niebie jest Księżyc*.

* Trzecim mogłaby być Capella (przyp. red.).

Skoro w układzie kręgów zaznaczone są ekstremalne punkty wschodu Słońca, należy przypuszczać, że gdyby obserwowano także wschody Księżyca, to — przez „analogię" — zaznaczonoby ekstremalne punkty jego wschodu. Ponieważ maksymalna deklinacja Księżyca różni się od maksymalnej deklinacji Słońca o ok. 5°, więc azymut wschodzącego Księżyca powinien różnić się o ok. 8° od azymutu wschodzącego Słońca. Tym zapewne kierował się Müller w poszukiwaniu linii wschodzącego Księżyca.

Aby hipoteza o obserwacjach Księżyca w Odrach miała cechy prawdopodobieństwa, a wspomniana wyżej linia nie była przypadkowa, powinniśmy znaleźć i inne kierunki wschodu Księżyca. Niestety, nie stwierdzono żadnego poza odpowiadającego azymutowi 326°32′, co stawia hipotezę w nieco słabym świetle.

Załóżmy jednak, że linia ta nie jest przypadkowa. Skorzystajmy z metody przedstawionej w pracy [1], tzn. z modelowania przy użyciu wzoru (1), w którym $h = h_s - R☾ + \pi☾ - \varrho$. Tu $R☾$ — pozorny promień tarczy Księżyca, $\pi☾$ — paralaksa horyzontalna Księżyca, ϱ — średnia wartość refrakcji.

Tab. 4. Wartości deklinacji Księżyca w funkcji h_s obliczone wg wzoru (1) dla azymutu 326°32′ i dla Księżyca w perygeum

h_s	δ	data	h_s	δ	data
28′	—28°47′22″	—800	12′	—29°05′10″	—800
30	45 10	—500	14	02 55	—400
32	42 59	—200	16	00 40	—100
34	40 48	—100	18	—28 58 27	+200
36	38 37	—400	20	56 13	+400

Tab. 5. Wartości deklinacji Księżyca w funkcji h_s dla azymutu 326°32′ w apogeum. Daty, podobnie jak w Tab. 4 — orientacyjne.

h_s	δ	data	h_s	δ	data
34′	—28°45′55″	—600	16′	—29°05′47″	—800
36	43 44	—300	18	03 33	—500
38	41 34	0	20	01 20	—200
40	39 25	300	22	—28 59 01	+100
42	37 15	600	24	56 54	+400

Wyniki modelowania, zebrane w Tab. 4 i 5, dotyczą następujących sytuacji: gdy nachylenie orbity Księżyca tworzy kąt $i = 5°00'$ (lewa kolumna) oraz 5°18′ (prawa) z ekliptyką. Przyjęto wartości promieni i paralaks:

$R☾ = 16'46''$ $\pi☾ = 61'31'',4$ (Księżyc w perygeum)
14 40 53 54 ,6 (Księżyc w apogeum)

Przeprowadzone modelowanie nie rozstrzyga jednak, czy w układzie Kręgów Kamiennych zaznaczono linię wschodu Księżyca w jego ekstre-

małym położeniu na horyzoncie. Powodem jest m. in. niemożność wyznaczenia obniżenia horyzontu pozornego, o czym była też mowa w poprzednich pracach na ten temat.

Literatura:

[1] *Kubiak M.* Astronomiczne próby ustalenia wieku Kręgów Kamiennych w Odrach, „Urania" 1980, 11.

[2] *Zajdler L.* Tucholski „Stonehenge" a Capella — pomorski Syriusz, „Urania" 1980, 11.

[3] *Dworak T. Z. i Kubiak M.* O możliwości zaobserwowania heliakalnego zachodu Capelli w Kręgach Kamiennych w Odrach, „Urania" 1981, 6.

OBSERWACJE

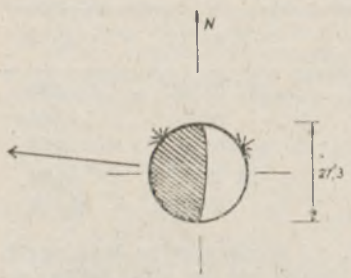
Zakrycie gwiazdy σ Sgr przez Wenus w dniu 17 listopada 1981 r.

Nieczęsto nadarza się okazja do zaobserwowania zakrycia gwiazdy przez tarczę planety, a już do rzadkości należą zakrycia gwiazd jasnych.

Zdarzyły się one m. in. 7 lipca 1959 r. (zakrycie Regulusa przez Wenus) i 8 kwietnia 1976 r. (zakrycie ε Gem przez Marsa).

W bieżącym roku dojdzie znowu do przesłonięcia jasnej gwiazdy przez planetę. Wieczorem 17 listopada, Wenus, świecąca jako Gwiazda Wieczorna, nisko nad płd.-zachodnim horyzontem, zakryje swą tarczą gwiazdę σ Sgr o jasności $+2^{m}1$.

Szczęśliwym zbiegiem okoliczności, zjawisko będzie widoczne w Polsce w potencjalnie bardzo korzystnych warunkach. Efemeryda przewiduje bowiem, że zakrycie nastąpi w przedziale czasowym $16^{h}27^{m}$ do $16^{h}38^{m}$ c.s.e., a więc w około godzinę po zachodzie Słońca i na półtorej godziny przed zachodem Wenus.



Rys. Schematyczny przebieg zakrycia gwiazdy σ Sgr przez Wenus w dn. 17 XI 1981 r., widocznego z terenu Polski.

Schematyczny przebieg zjawiska przedstawiono na rys. 1. Zakrycie będzie widoczne w Płd. Ameryce, Afryce, Europie i płd.-zach. Azji. Jednak najciekawszego jego przebiegu oczekuje się na linii zakrycia centralnego, która przebiega po zachodzie Słońca przez Etiopię i So-

malię. Przewiduje się, że może tam dojść do zaobserwowania tzw. błysku centralnego w momencie środka zakrycia. Zjawisko to, dostrzeżone podczas wspomnianego zakrycia ε Gem przez Marsa polega na ogniskowaniu światła gwiazdy przez górne warstwy atmosfery planety, działające jak gigantyczna soczewka. Nieoświetlony brzeg tarczy planety jest wówczas otoczony jasną obwódką. Być może jednak błysk centralny będzie przytłumiony silnym blaskiem Wenus, o jasności -4^m1.

Jeśli chodzi o możliwość dostrzeżenia samego zakrycia, to oczywiście, z uwagi na światło Wenus, można się pokusić tylko o obserwowanie znikania gwiazdy za ciemnym brzegiem planety. Konieczne jest duże powiększenie obrazu tarczy Wenus.

Dokładnych obserwacji miłośnicy astronomii raczej nie potrafią przeprowadzić (gwiazda będzie słabnąć stopniowo, a spadek jej blasku mierzy się fotoelektrycznie), ale mimo to zjawisko jest chyba godne oglądania. Tym bardziej, że zakrycie tak jasnej gwiazdy przez Wenus nie nastąpi wcześniej, niż w 2044 r., kiedy to ponownie ulegnie zakryciu Regulus.

MAREK ZAWILSKI

ASTRONOMIA W SZKOLE

Pierwsza konferencja poświęcona metodyce nauczania astronomii

W sierpniu ubiegłego roku przedstawiciele naszego Towarzystwa zostali zaproszeni na doroczną konferencję metodyczną nauczycieli fizyki, organizowaną przez Kuratorium Oświaty i Wychowania w Krakowie. W trakcie dyskusji po „oficjalnej części" okazało się, że nauczyciele astronomii — nota bene coraz częściej fizyki — nie mogą sobie poradzić z wieloma problemami (organizacja nauczania, pomoce, dostęp do wydawnictw). Dlatego też postanowiono organizować kilkudniowe spotkania w ciągu roku szkolnego poświęcone metodyce astronomii.

Pierwsze z tych spotkań — finansowane przez Instytut Kształcenia Nauczycieli i Badań Oświatowych w Krakowie — odbyło się od 2 do 4 lutego bieżącego roku w Nowym Sączu. Udział w kursie pn. „Obserwacje astronomiczne" wzięło 25 nauczycieli z liceów ogólnokształcących i szkół zawodowych wszystkich typów z województwa krakowskiego, oraz dwoje wizytatorów metodyków. Zajęcia — prowadzone przez doc. dr. hab. Jerzego M. Kreinera, dr. Jana Mietelskiego, mgr. Andrzeja Woszczynę i niżej podpisanego — obejmowały podstawowe zagadnienia z „astronomii szkolnej" i „nowinki". Na uwagę zasługuje fakt, że wszystkie tematy były zrealizowane „na życzenie". (W trakcie kursu prowadzący zrezygnowali z części swego planu, omawiając w to miejsce inne — zdaniem słuchaczy bardziej im potrzebne — tematy.) W ciągu dnia zademonstrowano sposoby obserwacji plam na Słońcu (lornetka!). Wieczorem i w nocy oglądano ciekawe („dydaktyczne") obiekty przy pomocy sprzętu przywiezionego z Krakowa.

Tyle z kronikarskiego obowiązku. A refleksje?

W trakcie kilkugodzinnej bardzo swobodnej dyskusji, padło wiele krytycznych uwag dotyczących, najogólniej ujmując, organizacji nauczania astronomii w szkole. Uwagi tym cenniejsze, że wypowiadane przez nauczycieli uczących przedmiotu — czasami z obowiązku (do-

pełnienie do pensum) — zaangażowanych w to co robią. Jednak trudności (zarówno te, które uczestnicy uznali za obiektywne, jak i te, które są w aktualnych warunkach dość szybko do pokonania) sprawiają, że bardzo często astronomia w szkole praktycznie przestaje istnieć .O skutkach niedoceniania w szkole nauk podstawowych można usłyszeć przy okazji ocen jakości kształcenia.

Jednym ze sposobów zaradzania temu zjawisku są specjalistyczne zajęcia dla nauczycieli. Na uwagę zasługuje fakt, że nauczyciele zgłosili się dobrowolnie, przeznaczyli swój wolny czas (ferie) i umówili się na następne tego typu (dłuższe!) spotkanie.

JAN KWAŚNIEWICZ

Czy powinniśmy dyskutować w sprawie nauczania astronomii?

Dyskusja dotycząca wyboru optymalnych form wprowadzenia w życie reformy naszego systemu oświatowego, powinna obecnie obejmować — moim zdaniem — także rozważania na temat unowocześnienia nauczania astronomii.

Elementy tej wiedzy są obecnie w szkole podstawowej włączone do programu geografii i fizyki. W czwartej klasie licealnej jest astronomia wyodrębnionym przedmiotem; poświęca się jej 30 godzin w szkołach ogólnokształcących o profilu podstawowym i 60 godzin w matematyczno-fizycznych.

W projektowanym programie szkoły dziesięcioletniej pozostawiono, jak dotychczas, elementy astronomii w geografii i fizyce, w niższych klasach — natomiast ogólny kurs tego przedmiotu, w wymiarze 30 godzin, włączono do programu fizyki, w dziesiątej klasie. Nie polemizując z liczbą lekcji, przeznaczonych astronomii w każdym z trzech wymienionych programów, można wyrażać kontrowersyjne opinie w sprawie słuszności wyodrębnienia astronomii, bądź też pozbawienia jej rangi oddzielnego przedmiotu nauczania.

Wydaje się, że warto — a nawet trzeba — przeprowadzić dyskusję, w wyniku której wykrystalizowałby się właściwy pogląd na temat celów, treści, form i środków technicznych nauczania tego przedmiotu w naszych szkołach. Traktując sprawy nauczania astronomii kompleksowo, wypada zapytać, które z wymienionych ogniw ma największy udział w kształtowaniu się końcowych rezultatów procesu nauczania. Czy warto formułować takie pytanie? Odpowiedzi na nie nie można poszukiwać w oderwaniu od rzeczywistości, jako podstawę rozważań należy wziąć pod uwagę obecny poziom nauczania astronomii, trudności napotykane przez nauczycieli tego przedmiotu — trzeba również krytycznie, lecz ze zrozumieniem ocenić realne materialne możliwości władz szkolnych w bieżącej sytuacji.

Cele nauczania astronomii w nowoczesnej szkole zostały przejrzyście sformułowane przez Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w uchwale opublikowanej w Postępach Astronomii, w 1975 r. Treści nauczania astronomii, podobnie jak każdego innego przedmiotu — są określone przez program. Można, oczywiście, próbować dociekać, jaki powinien być optymalny program nauczania astronomii. Warto jednak uzmysłowić sobie przed tym, że program nie jest newralgicznym ogniwem przesądzającym z góry wyniki procesu nauczania. Znacznie lepsze rezultaty osiągnie dobry nauczyciel realizujący przeciętny program — aniżeli odwrotnie. Ostateczny efekt szkolnej edukacji jest bowiem bardzo silnie uzależniony od osobowości nau-

czyciela i od ogólnego poziomu jego wiedzy zawodowej. Program — jakikolwiek on jest — powinien, a może lepiej powiedzieć: musi być; ułożony tak, aby można go zrealizować w każdej szkole. I w tym punkcie rozważań wyłania się problem, który należy rozstrzygnąć przed rozpoczęciem pracy nad szczegółami jakiegokolwiek programu astronomii. Pytanie: „Czy uczeń szkoły średniej powinien w czasie kursu astronomii odbyć obowiązkowe, przynajmniej elementarne obserwacje?" wymaga jednoznacznej odpowiedzi. Osoby kompetentne do udzielania takiej odpowiedzi stoją przed bardzo trudnym zadaniem. Jeśli przyjmiemy, że każdy uczeń powinien wykonać obowiązkowe obserwacje, choćby bardzo prymitywne, choćby nawet tylko nieuzbrojonym okiem — to wtedy musimy nie tylko wprowadzić te obserwacje do programu, ale również zapewnić warunki ich wykonywania; a następnie wymagać, aby nauczyciele je organizowali i rzeczywiście traktowali jako lekcje lub obowiązkowe zadania domowe.

W obecnym programie astronomii dla liceum o profilu podstawowym przewidziano obserwacje, które obejmują następujące ćwiczenia zbiorowe: obserwacje ruchu dziennego sfery niebieskiej, zmian obrazu nieba w różnych porach roku i obserwacje Księżyca w różnych jego fazach oraz planet, np. Jowisza, Wenus. Czy wymienione tematy obserwacji uważać za obowiązkowe, czy też mogą one być traktowane jako swoisty ozdobnik, dekoracja programu? Czy wykonanie tego programu obwiązuje każdego nauczyciela prowadzącego lekcje astronomii w liceum o profilu ogólnym? Czy wizytator metodyk, kontrolując jak nauczyciel realizuje program nauczania, ma obowiązek wglądać również w sprawę obserwacji? W ilu naszych szkołach obowiązuje ten program, a w ilu prowadzi się obserwacje? Jeśli nauczycielowi wolno pominąć obserwacje, to czy wolno mu również pominąć inny dział programu, a jeśli tak — to który? Skoro pracownicy nadzoru pedagogicznego nie ingerują w sprawę szkolnych obserwacji astronomicznych — czy mają prawo wyrazić milczącą zgodę na zrezygnowanie przez nauczyciela z prowadzenia jakichkolwiek doświadczeń fizycznych na lekcjach fizyki — czy chemicznych na lekcjach chemii? Jeśli nie — to zapytajmy, dlaczego astronomia jest traktowana jako przedmiot niższej rangi? Czy nauczyciela, który kosztem prywatnego czasu stara się jak najlepiej i najciekawiej przygotować lekcje astronomii, otacza taki sam splendor, jak dobrego matematyka czy fizyka? Dlaczego tak jest?

Postawiono tu szereg pytań na temat powinności nauczyciela astronomii, ale przecież nie można pominąć pytań dotyczących warunków, w jakich odbywa się realizacja programu astronomii w szkołach. Ile szkół posiada pracownię astronomiczną? Ile obecnie działa szkolnych obserwatoriów astronomicznych? Jakie ma być standardowe wyposażenie pracowni i obserwatorium astronomicznego w szkole? Ile szkół posiada lunety, lub chociażby lornetki? W ilu szkołach są atlasy nieba? Ilu nauczycieli czytuje *Uranię* i propaguje ją wśród uczniów? Ilu dyrektorów szkół sądzi, że wyjazd do planetarium ma oprócz walorów turystycznych ważne cele kształcące że planetarium jest dla nauczycieli astronomii przede wszystkim pracownią astronomiczną — i to taką, której brak odczuwa każda szkoła?

Jaki jest asortyment astronomicznych pomocy naukowych oferowanych przez CEZAS? Czy pracownicy nadzoru pedagogicznego mają rozeznane, ile jest w Polsce szkół, w których brak możliwości podjęcia jakichkolwiek obserwacji? Kto sprawdził, której wielkości gwiaz-

dy widać w pogodny wieczór ze śródmieścia Warszawy, Krakowa, Katowic i innych ruchliwych, wielkich miast? Jeśli nauczyciel miałby wyruszać z młodzieżą wieczorem za miasto — to jak zapewnić uczniom, zwłaszcza dojeżdżającym, bezpieczny powrót do domu, w godzinach nocnych, gdy komunikacja miejska jest mniej sprawna niż w ciągu dnia? Może wieczorną lekcję poświęconą obserwacjom powinni prowadzić dwaj nauczyciele? Czy, i jakie, osobne wynagrodzenie powinien otrzymywać nauczyciel za lekcje prowadzone wieczorem, na wolnym powietrzu? Jak układać program lekcji obserwacyjnych, skoro brak materiałów metodycznych? Czy każdy nauczyciel, któremu powierzono prowadzenie lekcji astronomii, został do tego zadania należycie przygotowany podczas studiów i czy ma realne możliwości systematycznego dokształcania się?

Przytoczone pytania — zresztą tylko te, które najczęściej formułują się — wskazują, że obecny system nauczania astronomii ma istotne wady, które koniecznie trzeba usunąć — trzeba zlikwidować pewne fikcje!

Czy — zapytajmy w dalszym ciągu — poprawi sytuację skreślenie z programu fikcyjnych obserwacji? Byłoby to rozwiązanie czysto formalne i połowiczne, poprawiłoby formalnie zgodność procesu dydaktycznego z programem nauczania, ale pozbawiłoby szkolną astronomię znamion nauki przyrodniczej, formułującej swe teorie w oparciu o fakty obserwacyjne. Które wyjście uznać za lepsze? Czy słusznie w programie dla liceum mat.-fiz. i dla szkoły dziesięcioletniej pomija się zupełnie obowiązkowe obserwacje? Czy wszyscy członkowie komisji programowej znają dogłębnie rzeczywiste warunki nauczania astronomii w naszych szkołach? Posłużyłam się przykładem obserwacji, ale Czytelnicy, którzy znają blaski i cienie naszej szkolnej astronomii, dodadzą z pewnością wiele inych problemów — by nie szukać daleko: brak podręcznika astronomii dla liceum matematyczno-fizycznego, mimo, iż program obowiązuje już od 10 lat?

* *
*

Wątpliwości, których część zawarłam w pytaniach, skłoniły mnie do wystąpienia, mającego unaocznić jak bardzo jest potrzebna rzeczowa dyskusja na temat reformy nauczania astronomii. Mam głębokie przekonanie, że polscy miłośnicy astronomii, w ich liczbie również liczni nauczyciele, wysuną takie propozycje, które pozwolą dopracować się form nauczania astronomii, godnych naszego ambitnego programu w tej dziedzinie.

MARIA PAŃKÓW

KRONIKA HISTORYCZNA

Jan Kanty Steczkowski (1800—1881)

W roku bieżącym mija 100 lat od śmierci Jana Kantego Steczkowskiego, astronoma i matematyka działającego w Uniwersytecie Jagiellońskim.

Steczkowski urodzony 20 października 1800 r. w Liszkach pod Krakowem ukończył studia w Uniwersytecie Krakowskim zyskując sobie podczas nich dobrą opinię u profesorów. Początki jego pracy w Obserwatorium Krakowskim wiązały się z objęciem w 1825 r. katedry astro-

nomii i kierownictwa Obserwatorium przez Maksymiliana Weissego. Z uwagi na to, że Weisse jako Austriak nie znał języka polskiego (zresztą nie opanował go nigdy, pomimo, że w Krakowie działał do 1861 r.), władze Uniwersytetu zaleciły zatrudnienie adiunkta władającego tym językiem. Zgodnie z ówczesnymi zwyczajami ogłoszono konkurs, do którego zresztą nie doszło, gdyż Steczkowski okazał się jedynym liczącym się kandydatem. Ostatecznie w kwietniu 1826 r. został on mianowany na razie tymczasowym zastępcą adiunkta, a w czerwcu roku następnego już stałym adiunktem. Być może, że ta druga nominacją była w pewien sposób związana z uzyskaniem przez niego doktoratu na podstawie rozprawy pt. „*De longitudine geographica Cracoviae*" (O długości geograficznej Krakowa). Rozprawa ta ukazała się drukiem w Krakowie w 1828 r. W rok później Steczkowski ogłosił, również w Krakowie, drugą rozprawę, tym razem dotyczącą wyznaczania czasu a noszącą tytuł „*Correctiones temporis ex altitudinibus correspondentibus*" (Poprawki czasu z odpowiadających wysokości).

Steczkowski brał też udział w pracach obliczeniowych Weissego. Pierwszymi z nich były wydane w 1829 r. w Krakowie efemerydy planet pt. „*Coordinatae Mercurii, Veneris, Martis, Iovis, Saturni et Uranii*" (Współrzędne Merkurego, Wenus, Marsa, Jowisza, Saturna i Urana). Drugą taką pracą, już znacznie większą, był wielki katalog gwiazdowy Weissego opracowany na podstawie obserwacji wykonanych przez F. W. Bessela (1784—1846) w Królewcu. Katalog ten, noszący długi tytuł „*Positiones mediae stellarum fixarum in zonis Regiomontanis a Besselio inter —15° et +15° declinationis observatarum, ad annum 1825 reductae et in catalogum ordinatae*". (Współrzędne średnie gwiazd stałych w strefach królewieckich przez Bessela między deklinacjami —15° i +15° obserwowanych, na rok 1825 zredukowane i w katalogu uporządkowane).

W samym Obserwatorium Steczkowski zajmował się obserwacjami astronomicznymi a przede wszystkim meteorologicznymi i magnetycznymi. Zestawił je potem w ogłoszonej w 1839 r. pracy pt. „*Resultate der an der Krakauer Sternwarte gemachten meteorologischen und astronomischen Beobachtungen*" (Wyniki obserwacji meteorologicznych i astronomicznych wykonanych w Obserwatorium Krakowskim). Warto zauważyć, że praca ta stała się podwaliną krakowskiej klimatologii.

W 1833 r. nastąpiły zmiany w statucie i w organizacji Uniwersytetu Krakowskiego. W ich wyniku połączono ze sobą katedry matematyki wyższej i astronomii. W tym układzie Steczkowskiemu powierzono wykłady matematyki. Wobec powyższego wystąpił on o przyznanie mu tytułu profesorskiego, co uzyskał w 1842 r. po długich staraniach i przy pozytywnej opinii Weissego.

Uzyskawszy stanowisko profesora Steczkowski odszedł z Obserwatorium, jednakże nie zerwał całkowicie z astronomią. W Towarzystwie Naukowym Krakowskim wygłosł parę referatów, które następnie zostały opublikowane w Rocznikach Towarzystwa. Nade wszystko zajął się w latach późniejszych popularyzacją astronomii ogłaszając szereg prac poświęconych tej tematyce, a mianowicie następujące: „Astronomija sposobem dla każdego dostępnym wyłożona" (Kraków 1861), „Pogadanki nauczyciela wiejskiej szkółki z gospodarzami tejże wsi o kulistości Ziemi, oraz jej dziennym i rocznym ruchu" (Cieszyn 1872), „Gwiazdy spadające, kule ogniste, aerolity i komety" (Warszawa 1874), „Świat widziany i świat powszechny" (Kraków 1875) oraz „Co sądzić należy o zamieszkaniu niezliczonych światów" (Kraków 1876). Oprócz tego pod koniec już życia opracował słownik astronomiczny, który przedłożył

w Krakowskiej Akademii Umiejętności. Słownik ten nie został jednak wydany.

Steczkowski zmarł w Krakowie 16 października 1881 r.

PRZEMYSŁAW RYBKA

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski Sierpień 1981 r.

Słońce

Deklinacja Słońca stale maleje, w związku z czym dni stają się coraz krótsze: w Warszawie 1 sierpnia Słońce wschodzi o 4^h56^m, zachodzi o 20^h27^m, a 31 sierpnia wschodzi o 5^h45^m, zachodzi o 19^h27^m. W sierpniu Słońce wstępuje w znak Panny.

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

Data 1981	P	B_0	L_0	Data 1981	P	B_0	L_0
VIII 1	+10°99	+5°84	228°87	VIII 17	+16°82	+6°76	17°33
3	+11.78	+5.98	202.42	19	+17.47	+6.85	350.90
5	+12.55	+6.10	175.97	21	+18.10	+6.92	324.46
7	+13.30	+6.24	149.53	23	+18.71	+7.00	293.04
9	+14.04	+6.36	123.08	25	+19.30	+7.06	271.60
11	+14.76	+6.47	96.64	27	+19.87	+7.10	245.18
13	+15.47	+6.58	70.20	29	+20.42	+7.15	218.76
15	+16.16	+6.68	43.76	31	+20.94	+7.19	192.34

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy.
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$18^d21^h26^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

W pierwszym i ostatnim tygodniu sierpnia noce będą ciemne, bezksiężycowe, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra 7^d21^h, pełnia 15^d19^h, ostatnia kwadra 22^d16^h i nów 29^d17^h. Najbliżej Ziemi znajdzie się Księżyc 8 sierpnia, a najdalej od Ziemi 21 sierpnia.

Planety i planetoidy

Na wieczornym niebie coraz wyżej nad horyzontem i coraz jaśniej świeci Wenus. Wieczorem widoczne są także dwie jasne planety, Jowisz i Saturn. Pod koniec miesiąca Wenus, Jowisz i Saturn znajdą się na niebie blisko siebie, a odróżnimy je łatwo: Wenus świeci jasnym blaskiem gwiazdy —3.4 wielkości, Jowisz jak gwiazdy —1.3 wielkości, a Saturn wygląda jak żółtawa gwiazda tylko +1.2 wielkości. Wieczorem też widoczny jest Uran i Neptun: Uran w gwiazdozbiorze Wagi (6 wielk. gwiazd.), a Neptun nisko nad horyzontem w gwiazdozbiorze Wężownika (8 wielk. gwiazd.). Mars widoczny jest nad ranem w gwiazdozbiorze Bliźniąt jako czerwona gwiazda +1.8 wielkości. Pluton, ani żadna z jaśniejszych planetoid nie są już widoczne.

Meteory

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

* *
*

2^d15^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 2°. Wieczorem w pobliżu Jowisza dostrzegamy brak jego księżyca 3; koniec zaćmienia tego księżyca obserwujemy o 21^h47^m (pojawi się on nagle z cienia planety w odległości równej średnicy tarczy od jej prawego brzegu, patrząc przez lunetę odwracającą).

4^d O 14^h Księżyc znajdzie się w złączeniu z dwiema planetami: z Jowiszem w odl. 4° i z Saturnem w odl. 3°. O 15^h Uran nieruchomy w rektascensji. Wieczorem księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza i o 21^h50^m nastąpi początek jego zakrycia.

5^d Wieczorem na tarczy Jowisza widać cień jego 1 księżyca, a sam księżyc 1 przechodzi na tle tarczy i jest niewidoczny do 21^h15^m. W tym czasie księżyc 2 zbliża się do brzegu tarczy, by skryć się za nią o 22^h3^m.

7^d Do 21^h39^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 2 księżyca.

8^d17^h Uran w złączeniu z Księżycem w odl. 5°.

9^d Do 21^h59^m księżyc 3 Jowisza ukryty jest za tarczą planety.

10^d O 8^h górne złączenie Merkurego ze Słońcem. O 24^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odl. 2°.

12^d Księżyc 1 Jowisza zbliża się do brzegu tarczy planety, by o 21^h2^m rozpocząć przejście na jej tle.

13^d Księżyc 1 Jowisza przechodzi za tarczą i przez strefę cienia planety (koniec zaćmienia nastąpi o 21^h29^m).

14^d Księżyc 2 Jowisza przechodzi na tle tarczy planety i jest niewidoczny; cień tego księżyca pojawi się na tarczy dopiero o 21^h40^m).

20^d Od 20^h20^m księżyc 1 Jowisza ukryty jest za tarczą planety.

21^d Po zachodzie Słońca na tarczy Jowisza do 20^h32^m widoczny jest cień jego 1 księżyca.

23^d O 7^h25^m Słońce wstępuje w znak Panny; jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 150°. Wieczorem księżyc 2 Jowisza ukryty jest w cieniu planety aż do 21^h8^m, kiedy to nastąpi koniec zaćmienia tego księżyca. O 19^h nastąpi złączenie Marsa z Polluksem (w odl. 6°), jedną z dwóch jasnych gwiazd w gwiazdozbiorze Bliźniąt.

25^d24^h Wenus w złączeniu z Saturnem w odl. 2°.

26^d17^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 1°4.

27^d Do 20^h44^m księżyc 3 Jowisza przechodzi na tle tarczy planety, a od 20^h59^m widać na tarczy planety cień tego księżyca.

28^d O 3^h Wenus w złączeniu z Jowiszem w odl. 1°. Wieczorem na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyc 1 i jego cień; obserwujemy początek przejścia cienia (o 20^h15^m) i koniec przejścia księżyca (o 21^h44^m).

30^d Wieczorem księżyc 2 od 19^h41^m ukryty jest za tarczą Jowisza, a potem w cieniu planety.

31^d1^h Merkury w złączeniu z Księżycem w odl. 4°.

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

CONTENTS

T. Kwast — Saturn — the most superior planet of the ancient astronomy.

J. Machalski — Extragalactic radio sources.

M. Kubiak — Archeoastronomy: further remarks and hypotheses on the origin of the Megalithic Circles at Odry.

Observations: Occultation of the star σ Sgr by Venus in 1981.

Astronomy in school.

Historical chronicle: Jan Kanty Steczkowski.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Т. Квает — Сатурн — самая верхняя планета древней астрономии.

Е. Махальски — Внегалактические радиоисточники.

М. Кубяк — Астроархеология: дальнейшие замечания и гипотезы о возникновении Каменных Кругов в Одрах.

Наблюдения: Покрыте звёзды σ Sgr Венерой в 1981 г.

Астрономия в школе.

Историческая хроника: Ян Канты Стечковски.

Астрономический календарь.

KOMUNIKAT

II ZLOT OBSERWATORÓW NIEBA

Zarząd Główny PTMA — Sekcja Patrolowania Nieba — organizuje Zlot Obserwatorów Nieba w dniach 4—7 września 1981 roku w województwie piotrkowskim. Celem Zlotu jest przygotowanie młodzieży do prowadzenia samodzielnych obserwacji astronomicznych.

WARUNKI UCZESTNICTWA: w Zlocie mogą brać udział 3—5 osobowe grupy młodzieży z placówek wychowania pozaszkolnego i szkół oraz indywidualnie członkowie PTMA.

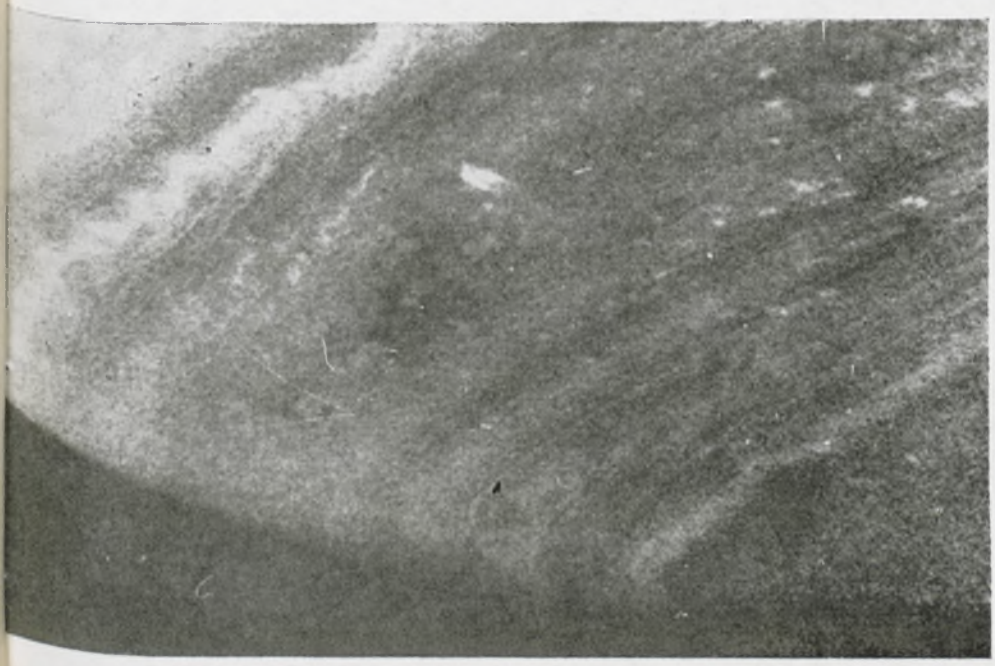
Zgłoszenia udziału w Zlocie prosimy kierować na adres Zarządu Głównego PTMA, ul. Solskiego 30, 31-027 Kraków, tel. 238-92.

Uczestnicy, po nadesłaniu zgłoszenia, otrzymają potwierdzenie przyjęcia i szczegółowy program Zlotu.

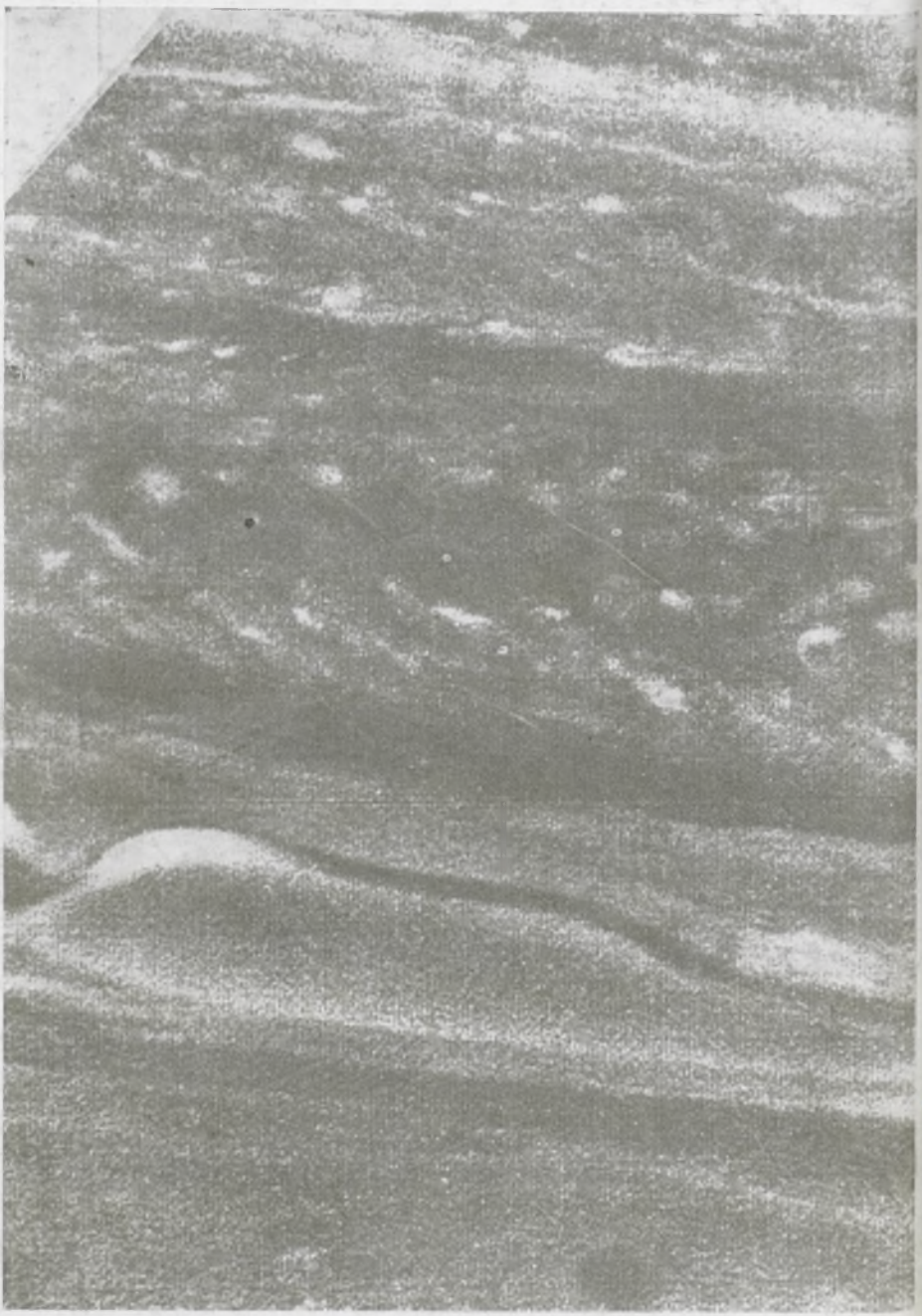
Redakcja i Administracja: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Gł., 31-027 Kraków, Solskiego 30/8, tel. 238-92; Nr k-ta PKO I OM 35510-16391-132. Red. nacz.: L. Zajdler, 02-590 Warszawa, ul. Drużynowa 3, tel. 44 49 35. Sekr. red.: K. Ziołkowski. Red. tech.: Z. Korczyńska. Przewodn. Rady Redakcyjnej: S. Piotrowski. Warunki prenumeraty: dla członków PTMA (25% zniżki) — zł 72,— (bez składki członkowskiej), cena 1 egz. — zł 8,—. Zgłoszenia w Redakcji, adres j.w.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław. Oddział w Krakowie, 1981. Nakład 3.500 egz. Objętość ark. wyd. 3, ark. druk. 2,25. Pap. druk. sat. kl. V, 65 g, 61×86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — Zam. 2046/81 — F-8 — 3400



Cena zł 8.—



Indeks 38001