# Urania

## Postępy Astronomii

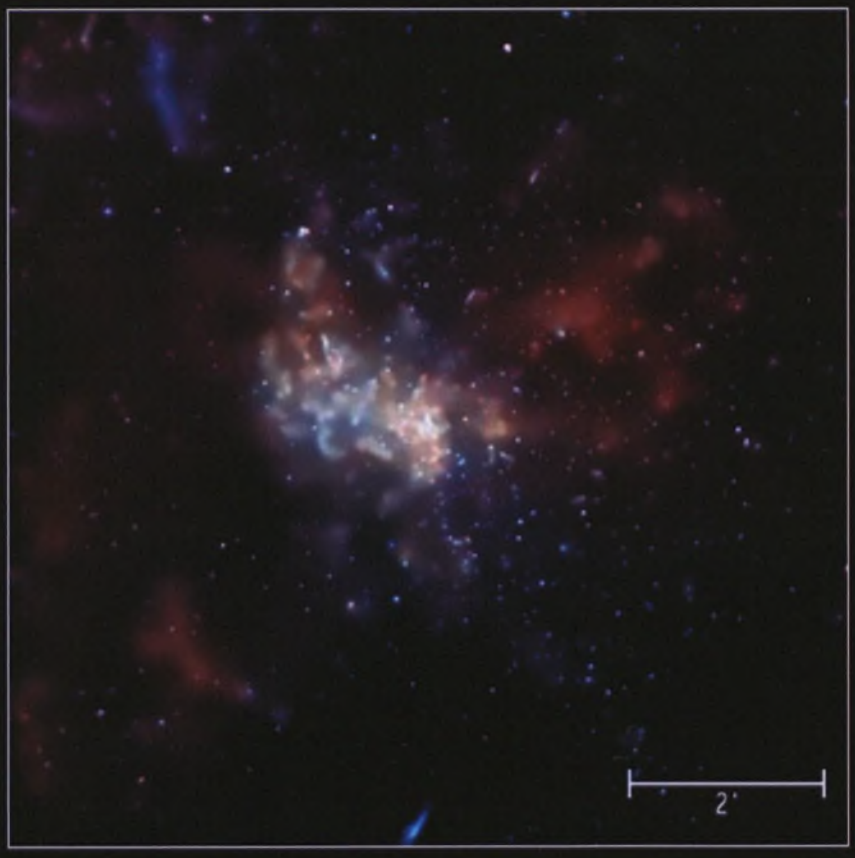
6/2006 (726)

tom LXXVII

listopad—grudzień

- Profesor Bohdan Paczyński doktorem *honoris causa* Uniwersytetu Mikołaja Kopernika
- Czarne dziury (pierwotne i nie tylko)
- Z kart historii astronomii polskiej

# Supermasywna czarna dziura w centrum naszej Drogi Mlecznej




Rentgenowski obraz centrum naszej Galaktyki uzyskany przy pomocy teleskopu kosmicznego Chandra pokazuje okolice radioźródła Sagitarius A*, gdzie można się doliczyć przeszło 2000 źródeł promieniowania X. W ciągu 2 tygodni, gdy trwały obserwacje tego obszaru, źródło Sgr A* rozbłyskało nagle w promieniach rentgena ok. 6-8 razy. Natura tych rozbłysków nie jest znana, ale tempo, w jakim następował wzrost jasności i potem jej zanik, wskazuje, że zachodzą one w pobliżu horyzontu zdarzeń wokół czarnej dziury. Autorzy oceniają, że Sgr A* ma masę ok. 3 mln mas Słońca.

Powyższy obraz został uzyskany w okresie od 21 września 1999 r. do 4 czerwca 2002 r. w 11 sesjach obserwacyjnych w łącznym czasie obserwacji 164 godz. Odległość do centrum Galaktyki wynosi ok. 26 tys. lat św.

Fot. NASA

# Przegląd pobliskich czarnych dziur

Satelita Swift, aczkolwiek zbudowany dla obserwacji wybuchów gamma, obserwuje również obiekty, które promieniują w promieniach X. Jednymi z najsilniejszych źródeł promieniowania rentgenowskiego są właśnie supermasywne czarne dziury. Według dotychczasowych danych zespół Swifta ocenia, że w promieniu 400 min lat św. wokół Ziemi znajduje się ok. 200 supermasywnych czarnych dziur. Ich aktywność objawia się również w postaci obiektów nazywanych Aktywnymi Jądrami Galaktyk (AGN).

Swift został wprowadzony na orbitę w listopadzie 2004 r. Jest wspólnym dziełem NASA i agencji kosmicznych Włoch i Wielkiej Brytanii. Załączona ilustracja jest artystyczną spekulacją autorów o supermasywnej czarnej dziurze

## *Szanowni i Drodzy Czytelnicy,*

fot. A. Deuksza-Wiśniewska

*Dzielimy się z Wami dwiema miłymi informacjami. Po pierwsze nasz Kolega, znakomity astrofizyk, którego „rewolucyjne idee znacznie rozwinęły astronomię XX wieku", jak mówi sentencja jednej z nagród, którą otrzymał, został doktorem honorowym Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Jesteśmy przekonami, że kopernikowska uczelnia po wsze czasy będzie dumna, że posiada w swym gronie tak wspaniałego Uczonego i Człowieka.*

*Po drugie cieszymy się bardzo, że tegoroczna Nagroda Nobla w dziedzinie fizyki przypadła astronomom. Otrzymali ją po połowie prof John C. Mather z Centrum Lotów Kosmicznych w Greenbelt i George F.Smoot z Uniwersytetu w Berkeley za zbudowanie satelity COBE i dokonanie pomiarów reliktowego promieniowania mikrofalowego Wszechświata. Laureaci, wraz ze swymi współpracownikami, stwierdzili już na początku lat 1990., że promieniowanie, które mierzą, ma charakter promieniowania termicznego, że jest to promieniowanie ciała o temperaturze 2,7 K i że w promieniowaniu tym istnieją drobne różnice „temperatury". To wszystko doskonale pasowało do koncepcji Wielkiego Wybuchu jako sposobu narodzin Wszechświata i tę teorię potwierdzało.*

*W bieżącym numerze wiele miejsca poświęcamy czarnym dziurom. Prof. Marek Abramowicz z Göteborga przy pomocy ułożonych przez siebie pytań opowiada o naturze i istocie czarnych dziur, a Agnieszka Janiuk z CAMK-u zastanawia się, czy czarne dziury powstały w czasie narodzin Wszechświata. Jeśli tak, to jakie one musiały mieć własności, jakie mają związki z promieniowaniem kosmicznym czy promieniowaniem gamma?*

*Czas płynie bardzo szybko — właśnie mija 40. rocznica śmierci dr. Jana Gadomskiego i 100-lecie urodzin doc. Macieja Bielickiego. Przypominamy więc te obie ważne postacie polskiej astronomii XX wieku.*

*Podróże, a zwłaszcza zagraniczne, kształcą. Nasi koledzy nauczyciele odwiedzili w tym roku Stragerię, miejsce urodzenia Arystotelesa. Zachwycili się arystotelesowskim „parkiem", gdzie na wolnym powietrzu, wśród różnych „zabawek" i sentencji wyjętych wprost z dzieł Arystotelesa mogli przybliżyć sobie dzieje narodzin fizyki. I teraz dzielą się swymi przeżyciami z Czytelnikami „Uranii". Dzieli się z nami też prof. Juliusz Domański swymi pomysłami, jak w prosty i przemawiający do uczniów sposób wyjaśniać niektóre zjawiska fizyczne.*

*Bogate było ostatnio nasze życie astronomiczne. W Węglówce odbyła się konferencja naukowa związana z 70-leciem odkrycia komety Lisa na Lubomirze. Przy okazji wmurowano kamień węgielny pod nowe obserwatorium na miejscu dawnej stacji obserwacyjnej. Częstochowska Akademia Jana Długosza zainagurowała nowe planetarium z cyfrowym systemem projekcyjnym. Odbył się Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA i Seminarium dla Nauczycieli w CAMK-u. O tych imprezach piszemy w tym zeszycie. Było też międzynarodowe sympozjum Europejskiej Sieci VLBI i otwarcie Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Opolskiego, ale o tym opowiemy w następnym numerze.*

*W tym numerze nie zabrakło kalendarzyka astronomicznego, galerii mgławic NGC, wskazania interesujących obiektów, interesujących stron internetowych, felietonu muzycznego itd.*

*Życzymy Państwu pożytecznej lektury i pogodnego nieba.*

*Toruń, w październiku 2006 r.*

Szanowny Panie Redaktorze

Mam obowiązek odnieść się do rzeczowej i życzliwej polemiki ze mną znanego miłośnika astronomii Jerzego Speila w numerze piątym „Uranii–PA" (tam przeczytałem też jego wnikliwy artykuł o zaćmieniu Słońca w Turcji).

Podziwiał to zjawisko w śródziemnomorskim kąpielisku Sida (Zatoka Antalya w Turcji). Ja byłem wtedy kilkanaście kilometrów ku zachodowi, na plaży niemieckiego hotelu Seher, tuż nad morzem. Otóż Autor uwag recenzyjnych stwierdza: „P. Trepka pisze: ‚...29 marca 2006 r. zaskoczył mnie zupełny brak korony słonecznej...' Nieprawda! Korona słoneczna była piękna i efektowna..."

Choć Autor popiera wywód dwoma zdjęciami, których autentyczności, jak też wiarygodności tego, co naocznie oglądał, nie śmiałbym podważyć — wykrzyknik „Nieprawda!" w kwestii mego tekstu odebrałem jako zbyt apodyktyczny; a jest bezzasadny. W moim miejscu obserwacji gołym okiem nie było **ani śladu** tej otoczki naszej dziennej gwiazdy. Również na zdjęciach, zrobionych kilkaset kilometrów dalej przez mego syna Andrzeja zwykłym aparatem fotograficznym korona się nie ujawniła. Nie przeoczyłbym jej: podziwiałem ją dwukrotnie.

Podczas ostatniego zaćmienia nader wyrazista była jaskrawopomarańczowa chromosfera. Podkreślam, że przez cały czas całkowitości zaćmienia niebo wyróżniała idealna przezroczystość powietrza. Potwierdził to mój syn. Drugim szokiem — prócz braku korony — było błyskawiczne (podkreślone i przez Speila) ochłodzenie aż do 10°C.

Kwestię braku korony konsultowałem z serdecznie zaprzyjaźnionym wybitnym krakowskim astronomem, prof. T. Zbigniewem Dworakiem. Również on miał doniesienia znajomych zdumionych brakiem korony w Turcji. „Na gorąco" mówił mi, że zdarza się to bardzo rzadko — w okresie zupełnego braku plam słonecznych. Początkowo tłumaczył obecność korony w prasie zastosowaniem specjalnego typu zdjęć. Kiedy powtarzały się relacje obserwatorów, że widzieli ją gołym okiem — przyjął to na karb jakichś niezauważalnych zaburzeń w atmosferze.

Autor krytycznej wzmianki zarzucił mi niesłuszność stwierdzenia, że w pobliżu maksimum cyklu słonecznego korona bywa wydłużona, przy minimum zaś falująca kolista — podczas gdy jest odwrotnie. Prof. Dworak poparł tezę Speila, podając jako „okoliczność łagodzącą", że nie stanowi to sztywnej reguły. Za ów błąd szczerze przepraszam Redakcję i Czytelników.

*Andrzej Trepka*

**Tu może być reklama Twojej Firmy!**

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł
cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł
1/4 s.: 200,00 zł
1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł".

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

**Zapraszamy na nasze łamy!**

# Balonem do stratosfery

Leszek Urbański, informatyk z Warszawy, samodzielnie skonstruował balon stratosferyczny, który uzbroił w aparaturę elektroniczną do sterowania lotem i wykonywania pomiarów warunków fizycznych. Balon, nazwany Cygnus-2, wykonał swój lot 20 czerwca 2006 r. w okolicach Sierpca. Wzniósł się na maksymalną wysokość 28,8 km, a cała wyprawa trwała 102 min. Dzięki wyposażeniu balonu w dwa cyfrowe aparaty fotograficzne owocem tej wyprawy jest 250 zdjęć, na których m.in. można zobaczyć krzywiznę kuli ziemskiej prawie tak, jak na zdjęciach ze statków kosmicznych. O szczegółach technicznych, przygotowaniach i przebiegu tej niezwykłej przygody można poczytać na stronie internetowej: http://moo.pl/~tygrys/balloon/polish.html. Dwa przykładowe zdjęcia prezentujemy w naszej „Galerii Uranii", więcej zdjęć na stronie autora.

Leszek Urbański przy odzyskanym Cygnusie-2

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączenia się **„Uranii"** — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i **„Postępów Astronomii"** — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez KBN.

Nakład: 1500 egz.

**Redaktor Naczelny:**
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

**Zespół Redakcyjny:**
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Krzysztof Rochowicz, OPiOA Olsztyn
Roman Schreiber, CBK PAN

**Opracowanie graficzne i skład komputerowy:**
Jacek Drążkowski

**Korekta:**
Bożena Wyrzykowska

**Adres Redakcji:**
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 621 93 81
**Poczta elektroniczna** (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl

**Adres WWW:**
http://urania.pta.edu.pl
http://urania.camk.edu.pl

**Druk:**
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

**Dystrybucja:**
Karolina Wojtkowska, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2006 kosztuje 54 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10 zł.

**Polskie Towarzystwo Astronomiczne**
**Zarząd Główny – Sekretariat**
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

**Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii**
**Zarząd Główny**
ul. Miodowa 13 m.35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

**Numer zamknięto w październiku roku 2006**

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

## W NUMERZE

**244** ***Profesor Bohdan Paczyński doktorem* honoris causa *Uniwersytetu Mikołaja Kopernika***
Andrzej Woszczyk
*Z najwyższymi honorami Uniwersytet Mikołaja Kopernika włączył do swej społeczności akademickiej jednego z najwybitniejszych astrofizyków świata, prof. Bohdana Paczyńskiego. Przytaczamy tu krótką relację z uroczystości przekazania dyplomu i insygniów doktorskich, które w imieniu doktoranta przyjęła Jego Siostra i pokrótce kreślimy sylwetkę tego wielce zasłużonego dla nauki i Polski Uczonego i Człowieka*

**246** ***Czarne dziury: rozmowa, której nie było***
Marek Abramowicz
*Wybitny specjalista w dziedzinie astrofizyki relatywistycznej i znakomity profesor odpowiada na postawione przez siebie pytania, wyjaśniając, co to są czarne dziury*

**251** ***Pierwotne czarne dziury***
Agnieszka Janiuk
*Czy czarne dziury powstały wraz z narodzinami Wszechświata? Jeśli tak, to jakie mogły mieć początkowe własności fizyczne? Jak mogły powstawać? Jaki mogą mieć związek z promieniowaniem kosmicznym? A czy promieniowanie gamma nie jest powiązane z pierwotnymi czarnymi dziurami?*

**256** ***Arystotelesowska Strageria — miejsce narodzin fizyki***
Elżbieta Nawrocka, Włodzimierz Nawrocki
*Strageria to miejsce urodzenia Arystotelesa, jednego z twórców podstaw nauk przyrodniczych, w tym fizyki i astronomii. Ciekawe, jak współczesna Strageria przybliża swym mieszkańcom i gościom dzieło swego Rodaka i Wielkiego Uczonego*

**258** ***Z kart historii astronomii polskiej***
Andrzej Woszczyk
*W roku 2006 przypadają okrągłe rocznice dwóch astronomów warszawskich: 40 rocznica śmierci dr. Jana Gadomskiego i setna rocznica urodzin doc. Macieja Bielickiego — przypominamy tu te ważne postacie polskiej astronomii XX w.*

**w kolorze:** Nowy podział Układu Słonecznego (wkł. II–III); Galeria Uranii (okł. III, wkł. IV); *Make Love, Not War!* (okł. IV)

255 **rozmaitości:** *O jedną planetę mniej* (*255*); *Xena, czyli Eris* (*255*); *Błękitne wampiry* (*278*); *Wnętrze kwazara* (*278*); *Trzej nowi Trojańczycy na orbicie Neptuna* (*278*)

264 **z kraju i ze świata:** *Nagroda Nobla w dziedzinie fizyki 2006 dla astronomów* (*264*); *Częstochowa ma planetarium* (*265*); *Konferencja astronomiczna w Węglówce* (*267*); *Szósty Obóz Szkoleniowo-Informacyjny PTMA* (*269*)

271 **astronomia w szkole:** *XIII Seminarium dla nauczycieli, CA PAN*

274 **galeria obiektów NGC:** *NGC 4026, NGC 4038, NGC 4039*

280 **kalendarz astronomiczny 2007:** *Styczeń — luty*

285 **poradnik obserwatora:** *Interesujące obiekty: Ryś, Sekstant*

286 **recenzje:** *Brian Green „Piękno Wszechświata"*

287 **astronomia i muzyka:** *Symfonicznie i... kosmicznie*

288 **relaks z Uranią:** *Krzyżówka*

288 **ciekawe strony internetowe**

## NA OKŁADCE

*M64 (NGC 4826), spiralna galaktyka w gwiazdozbiorze Warkocz Bereniki. Swój spektakularny wygląd zawdzięcza ciemnemu pasmu absorbującego pyłu przed jasnym jądrem galaktyki. Na pierwszy rzut oka wygląda jak oaza spokoju i ustabilizowanego galaktycznego życia. Jednak ostatnie obserwacje dokonane przy pomocy teleskopu kosmicznego Hubble'a pokazały, że gaz z zewnętrznych obszarów tej galaktyki rotuje w przeciwnym kierunku niż wszystkie gwiazdy i gaz w jej wewnętrznych częściach. To jest niezwykłe. Zderzenia między gazem we wnętrzu galaktyki i gazem z zewnętrznych obszarów tworzą gorące niebieskie gwiazdy i różowe mgławice emisyjne. Przypuszcza się, że ten ruch wewnątrz galaktyki został spowodowany zderzeniem małej galaktyki z większą, ale sprawa nie jest do końca rozpoznana.*

*M64 znajduje się w odległości ok.17 mln lat św. od nas. Zdjęcie zostało uzyskane w 2001 r. przy pomocy kamery WFPC2 przez zespół „The Hubble Heritage Team", ale upubliczniono je dopiero w 2004 r.*

Epitaż doktoratu honorowego UMK — biało-czerwona szarfa z herbem Uczelni wyhaftowanym złotą nicią i napisem „Doktor honorowy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika"

# *Profesor Bohdan Paczyński doktorem* honoris causa *Uniwersytetu Mikołaja Kopernika*

Jeden z najwybitniejszych astrofizyków świata, prof. Bohdan Paczyński otrzymał doktorat honorowy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Senat UMK zdecydował o przyznaniu tego najwyższego wyróżnienia uniwersyteckiego w 2005 r., ale z powodu choroby Laureata, uroczystość wręczenia dyplomu i insygniów doktorskich odbyła się dopiero 22 września 2006 r. W imieniu Doktoranta, z rąk Rektora UMK prof. Andrzeja Jamiołkowskiego i promotora prof. Andrzeja Woszczyka, dokumenty te odbierała Jego siostra Ewa Fuksiewicz. Na prośbę zainteresowanych, uroczystość miała skromniejszy, bardziej kameralny niż zwykle charakter, ale nie zabrakło przedstawicieli Senatu UMK, prorektorów, dziekana Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej prof. Józefa Szudego i dyrektora Centrum Astronomii UMK prof. Andrzeja Kusa.

Po przemówieniu powitalnym JM Rektora UMK i przypomnieniu sentencji decyzji Senatu, głos zabrał Dziekan J. Szudy, który omówił związki Bohdana Paczyńskiego z Uniwersytetem Toruńskim i jego astronomami. Następnie promotor, prof. Andrzej Woszczyk wygłosił laudację, przedstawił sylwetkę naukową Doktoranta, Jego zasługi dla astronomii i argumenty przemawiające

Prof. Bohdan Paczyński, 2006 r.

za włączeniem Go do społeczności akademickiej Kopernikowskiej Uczelni z najwyższymi honorami. Dokładnie rok temu, w numerze 6/2005 „Uranii" publikowaliśmy pełny tekst laudacji przedstawionej z okazji nadania Profesorowi Paczyńskiemu doktoratu honorowego Uniwersytetu Wrocławskiego i wykład Laureata odczytany na tej uroczystości. Nie będziemy więc tutaj przytaczać pełnego tekstu laudacji, bo w tamtych dokumentach nakreślona jest w pełni sylwetka Doktoranta i jego stosunek do swoich Mistrzów i swych osiągnięć. Przypomnijmy tylko, że Bohdan Paczyński urodził się w Wilnie 8 lutego 1940 r. Studia astronomiczne odbywał na Uniwersytecie Warszawskim w latach 1957–1962, uzyskując magisterium w roku 1962. Dwa lat później, w wieku 24 lat zrobił doktorat, a po następnych 3 latach miał już habilitację. Profesurę otrzymał 7 lat później. W wieku 36 lat, jako najmłodszy w historii, został członkiem Polskiej Akademii Nauk, w wieku 42 lat był już profesorem w słynnym Uniwersytecie w Princeton, a w roku 1984 został członkiem zagranicznym Akademii Nauk Stanów Zjednoczonych. To iście zawrotna kariera. A jeszcze dodać trzeba, że każdy ze stopni naukowych zdobywał na podstawie prac z innej dziedziny astrofizyki. Magisterium dotyczyło gwiazd zmiennych, doktorat to analiza statystyczna materii międzygwiazdowej, habilitacja to rozważania dotyczące ewolucji gwiazd podwójnych. Te ostatnie przyniosły Mu światowy rozgłos — młody astronom wyjaśnił m.in. pochodzenie układów typu Algol i innych oraz zwrócił uwagę na emisję fal grawitacyjnych w układach podwójnych, opracował teorię wymiany masy w takich układach. Słowem, w latach 70. Paczyński był już światowym liderem badań ewolucji gwiazd, a jego rezultaty należały do najważniejszych osiągnięć astrofizyki tego okresu. Później uwaga Paczyńskiego skierowała się na badanie dysków akrecyjnych wokół układów podwójnych i wokół obiektów zwartych. Opracowuje teorię tzw. grubych dysków, która ma zastosowanie do interpretacji obserwacji kwazarów. W latach 80. Paczyński staje się niekwestionowanym liderem astrofizyki błysków gamma, a następnie mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Ta ostania idea Paczyńskiego otworzyła zupełnie nową dziedzinę

Moment przekazania dyplomu doktora *honoris causa* przez promotora prof. Andrzeja Woszczyka i insygniów przez Rektora UMK prof. Andrzeja Jamiołkowskiego Siostrze prof. Paczyńskiego, Ewie Fuksiewicz. Fot. Andrzej Romański

Rektor Uniwersytetu Mikołaja Kopernika ogłasza sentencję decyzji Senatu UMK o uhonorowaniu prof. Bohdana Paczyńskiego najwyższym uniwersyteckim wyróżnieniem, doktoratem *honoris causa*. Fot. Andrzej Romański

astrofizyki obserwacyjnej. Zjawiska mikrosoczewkowania grawitacyjnego dały nam szansę oceny ilości występującej w Galaktyce materii międzygwiazdowej, odkrywać gwiazdy zmienne, odkrywać planety wokół odległych gwiazd. To w oparciu o Jego idee i przy Jego aktywnym udziale powstał projekt OGLE, który daje piękne rezultaty badawcze. O tym projekcie napisze w następnym numerze „Uranii" Michał Szymański, uczestnik tych badań.

Wiele towarzystw naukowych i korporacji uczonych jest dumnych z członkostwa Bohdana Paczyńskiego w ich gronach. Wiele przyznało Mu swoje najwyższe medale i wyróżnienia. Niektóre argumentują wprost, że nagradzają Go „za rewolucyjne idee, które znacznie rozwinęły astronomię XX wieku". Ostatnio w 2006 r. Amerykańskie Towarzystwo Astronomiczne przyznało Mu swe najwyższe wyróżnienie im. Henry N. Russella, uważane powszechnie za „astronomicznego Nobla". Przed nim nagrodę tę otrzymali m.in. Russell, Chandrasekhar, Oort i Fred Hoyle. Polskie Towarzystwo Astronomiczne obdarzyło Go też swym najwyższym wyróżnieniem, członkostwem honorowym.

Toruńska społeczność akademicka jest zaszczycona faktem, że Profesor Bohdan Paczyński stał się jej członkiem. W toruńskiej laudacji wyrażono opinię, że „nasz najmłodszy Doktorant swymi dokonaniami i swą postawą Człowieka i Uczonego rozsławia naszą Ojczyznę i po wsze czasy będzie prawdziwą ozdobą w koronie sławy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika".

*Andrzej Woszczyk*

Marek Abramowicz

# Czarne dziury: rozmowa, której nie było

*Iza Zamojska, moja sąsiadka ze Starego Gierałtowa, często wypytuje mnie o czarne dziury. Ułożyłem jej pytania i moje odpowiedzi w jedną rozmowę, której naprawdę nie było*

**Z czarnej dziury nie może wydostać się ani materia, ani światło, ani żadna informacja. Jak więc astrofizycy obserwują czarne dziury?**

Tylko pośrednio. Niekiedy widać gwiazdy krążące wokół czarnej dziury. Można wtedy dokładnie wyznaczyć jej masę, a to dlatego, że od czasów Newtona doskonale znamy prawa rządzące ruchem orbitalnym. Większość informacji o astrofizycznych czarnych dziurach zdobyliśmy, analizując obserwowane promieniowanie materii, która do czarnej dziury wpada. Dochodzi ono z najbliższego sąsiedztwa czarnej dziury.

**Jak bliskiego?**

Porównywalnego z rozmiarami dziury. Przy czym należy pamiętać, że im czarna dziura masywniejsza, tym jest proporcjonalnie większa: masę czarnej dziury określa jej rozmiar.

**Jak duże i jak masywne są odkryte już czarne dziury?**

Odkryliśmy dwa rodzaje czarnych dziur. Stosunkowo małe, które nazywamy „gwiazdowymi", gdyż mają masy takie, jak wiele zwykłych gwiazd: od kilku do kilkunastu razy większe od masy Słońca. Gwiazdowe czarne dziury mają rozmiar około 30 km. W naszej Galaktyce tworzą dość ciasne pary z małomasywnymi normalnymi gwiazdami. W takim układzie podwójnym czarna dziura i normalna gwiazda obiegają wspólny środek masy, podobnie jak Ziemia i inne planety obiegają Słońce.

„Supermasywne" czarne dziury mają rozmiary od kilku minut świetlnych do kilku dni świetlnych i są od kilku milionów do kilku miliardów razy masywniejsze od Słońca. Odkryliśmy je w centrach kilku galaktyk, w tym także naszej Galaktyki. Sądzimy, że są obecne w większości galaktyk. Niektóre z nich napędzają kwazary, najpotężniejsze we Wszechświecie niewybuchowe źródła energii.

**Skąd bierze się ta potężna energia?**

Z grawitacji. Każdy rozumie, że w elektrowniach wodnych źródłem energii elektrycznej jest energia grawitacyjna spadającej wody. Podobnie w kwazarze źródłem jego energii promienistej jest energia grawitacyjna spadającej na czarną dziurę materii. Grawitacja czarnej dziury jest o wiele potężniejsza niż ziemska i dlatego kwazary są o wiele potężniejsze od ziemskich elektrowni, ale zasada jest ta sama.

**No dobrze, a skąd pochodzi spadająca na czarne dziury materia?**

W układach podwójnych pochodzi z drugiej, normalnej, gwiazdy układu. W centrach galaktyk spadająca materia pochodzi z dalszych części galaktyki lub z rozerwanych przez czarną dziurę blisko przelatujących gwiazd. Grawitacyjne rozrywanie nie jest zresztą wyjątkową cechą czarnej dziury. Nawet planeta może rozerwać w swym polu grawitacyjnym dostatecznie blisko przelatujące ciało: pierścienie Saturna zapewne tak właśnie powstały.

**W elektrowniach spadająca woda obraca turbinę. Co jest „turbiną" silnika kwazara?**

Akrecja. Materia spada na czarną dziurę po spiralnych torach, tworząc potężny wir, w którym silnie trze o siebie i nagrzewa do bardzo wysokiej temperatury. Dlatego świeci. Ten proces, bardzo skomplikowany w szczegółach, nazywany jest akrecją. Zachodzi nie tylko w kwazarach, ale także w układach podwójnych z gwiazdowymi czarnymi dziurami. Te ostatnie są więc właściwie kwazarami w miniaturze i dlatego często nazywamy je mikrokwazarami. Osiadły w Paryżu Argentyńczyk Felix Mirabel podkreśla nie tylko fundamentalne, ale też całkiem praktyczne znaczenie faktu, iż wiele z własności kwazarów i mikrokwazarów skaluje się odpowiednio do ich masy. Zdaniem Mirabela, badając stosunkowo bliskie, bo znajdujące się w naszej Galaktyce mikrokwazary, możemy wnioskować o naturze bardzo odległych kwazarów.

**Czy skalowanie Mirabela rzeczywiście działa?**

Stosuję je ostrożnie, bo wiem, że własności akrecji zależą nie tylko od masy czarnej dziury, lecz i od innych czynników, wśród których najważniejsza jest wydajność, z jaką materia pozbywa się ciepła. Wydajność jest duża, gdy większość ciepła zawartego w spadającej materii jest wyświecana, zanim materia wpadnie do czarnej dziury. Spadająca materia ma wtedy kształt bardzo cienkiego dysku, nazywanego dyskiem akrecyjnym Szakury-Suniajewa od nazwisk dwóch moskiewskich astrofizyków, Rosjanina Mikołaja Szakury i krymskiego Tatara Raszyda Suniajewa, którzy trzydzieści lat temu opracowali matematyczny model tego typu akrecji.

**Dyski wydajnie pozbywające się ciepła, czyli zrzucające dużo kalorii, są cienkie. Czy wobec tego niewydajne dyski, zrzucające tylko niewiele kalorii, są grube?**

To bardzo zabawne skojarzenie. Tak, niewydajne dyski są grube. Sir Martin Rees z Cambridge, światowy autorytet w sprawach akrecji, wprowadził dla nich nazwę „Polish doughnut", czyli „polski pączek". Chyba nie tylko z powodu ich kształtu, ale także zapewne dlatego, że zostały wymyślone w Warszawie przez polskich teoretyków: Bohdana Paczyńskiego, Michała Jaroszyńskiego, Marka Sikorę, Maćka Kozłowskiego, i przeze mnie. Wydajność promienista polskiego pączka jest mała, gdyż ciepło zużywa się na rozdęcie spadającej materii do bardzo grubego dysku, a prawie cała jego reszta wpada do czarnej dziury wraz z materią. Polski pączek przypomina kształtem kulę z dwoma wąskimi i długimi wirami wzdłuż osi rotacji. Czarna dziura tkwi w jego środku. Promieniowanie pochodzące z powierzchni wiru jest oczywiście bardzo skupione w kierunku osi. Obserwator w innej galaktyce, na przykład naszej, przez przypadek znajdujący się w osi wąskiej strugi promieniowania, widziałby polski pączek (przez teleskop rentgenowski) jako bardzo jasny, punktowy obiekt. Polskie pączki tłumaczą fenomen potężnych lacertydów, zwanych też blazarami, które w istocie są po prostu kwazarami widzianymi *en face*.

Zarówno polskie pączki, jak i dyski Szakury-Suniajewa są zupełnie nieprzezroczyste. Światło dochodzi do nas tylko z ich powierzchni, a nie bezpośrednio z ich wnętrza. To sytuacja dobrze znana astrofizykom: tak właśnie świecą gwiazdy.

**Czy teoretycy wymyślili inne jeszcze typy akrecji?**

Obecnie najintensywniej badane są „adafy", energetycznie zresztą bardzo zbliżone do polskich pączków, ale różniące się od nich i od dysków Szakury-Suniajewa tym, że są doskonale przezroczyste i świecą całym wnętrzem. Wymyśliłem je wspólnie z Jean-Pierre Lasotą z Paryża i Odedem Regewem z Tel Awiwu, gdy przed kilku laty pracowaliśmy wspólnie w izraelskim Technionie. W Göteborgu przyłączył się do nas Shoji Kato z japońskiego Kioto, mój chiński asystent Xingming Chen i rosyjski kolega Igor Igumenszczew. Jednocześnie i zupełnie od nas niezależnie, wpadli na pomysł adafów Hindus Ramesh Narayan, dziekan wydziału astrofizyki na słynnym amerykańskim Harwardzie i jego koreański doktorant Insu Yi. Połączyliśmy wysiłki i przez ostatnie lata wszyscy wspólnie pracowaliśmy nad rozwinięciem teorii adafów: najczęściej w Göteborgu i Harwardzie, często w Paryżu, a także w Kioto, Trieście, Harwardzie, kalifornijskim Santa Barbara, a nawet w Rejkiawiku na Islandii.

**Dlaczego w Rejkiawiku? Czy dlatego, że lubisz egzotyczne podróże?**

Głównym powodem mojej i moich kolegów mobilności jest globalizacja astrofizyki, która dokonała się już dawno. Dobieramy się tak, aby nasza praca była profesjonalnie skuteczna. W Rejkiawiku pracowałem z Gulli Björnssonem, profesorem tamtejszego uniwersytetu. Jest on jednym z najlepszych w świecie specjalistów od procesów zachodzących w gorącym, przezroczystym gazie, a więc ważnych dla zrozumienia adafów. Napisaliśmy wspólnie dwie prace i wydali książkę w angielskim Cambridge University Press.

Kosmopolityczność zglobalizowanych astrofizyków jest pozorna, bo nie pozbawia nas ani narodowej tożsamości, ani nawet tej szczególnej, łatwo rozpoznawalnej, narodowej inności wypływającej z domowego wychowania, manier, tradycji, wyczulenia na historię, kulturę i problemy swego kraju. Mirabel jest Argentyńczykiem akurat pracującym w Paryżu (to światowej klasy tancerz argentyńskiego tanga), Suniajew Tatarem w Monachium, ja Polakiem, mieszkającym stale w Starym Gierałtowie i wykładającym w szwedzkim Göteborgu.

Mieszkanie na wsi to inna strona globalizacji, którą bardzo cenię. Jak wiesz, dużo pracuję i dużo piszę właśnie tutaj, w Starym Gierałtowie. Jeszcze bardzo niedawno astrofizyk nie mógłby na serio pracować naukowo, mieszkając na wsi. Teraz to łatwe. Poprzez Internet jestem w stałym kontakcie ze wszystkimi współpracownikami na świecie i korzystam z potrzebnych mi zasobów informacyjnych Harwardu, Cambridge, Warszawy, Paryża. Dzięki globalizacji świat stał się dostępniejszy, jest na wyciągnięcie ręki ze Starego Gierałtowa.

**Chwaląc tak globalizację, odbiegłeś od tematu. Wróćmy zatem do czarnych dziur. Czy teoretyczny model adafa został potwierdzony obserwacyjnie?**

Tak, znakomicie potwierdzony. Tiziana di Matteo, wybitnie utalentowana młoda Włoszka, która pracowała w Cambridge i Harwardzie, a teraz jest profesorem w Monachium, po starannej analizie wszystkich danych obserwacyjnych doszła do wniosku, że model adafa najlepiej opisuje dane obserwacyjne uzyskane z tych obiektów, w których spodziewamy się istnienia czarnych dziur. Większość astrofizyków zgadza się z tą opinią.

W centrum naszej Galaktyki obserwujemy orbitalny ruch gwiazd wokół

ciemnego adafa, o którym wiemy, że ma bardzo mały rozmiar, mniejszy na pewno niż jeden dzień świetlny. Na podstawie praw Keplera precyzyjnie wnioskujemy, że jego masa wynosi około czterech milionów mas Słońca. Jedynie supermasywna czarna dziura może wytłumaczyć tak wielką masę w tak małym obszarze. Podobnie jest w kilku bliskich galaktykach, gdzie obserwacje ruchu orbitalnego bardzo jasnych radiowo obłoków („maserów") pozwalają na dokładne wyznaczenie masy centrum. Tam też najprawdopodobniej są adafy.

**Czy cieszy cię, że wasze teoretyczne koncepcje są potwierdzane przez obserwatorów?**

No pewnie, to ogromna satysfakcja. Ale ja sam nie jestem już całkowicie przeświadczony o zupełnej poprawności adafów. Od niedawna modeluje się adafy poprzez superkomputerowe symulacje. Jest to trudne i czasochłonne — jedna symulacja trwa typowo kilka miesięcy nieprzerwanej pracy superkomputera. Na razie umie je wykonać ledwie kilka grup badawczych na świecie. Symulacje zrobione przez Igumenszczewa, we współpracy z Narayanem i ze mną, pokazują, że w adafie rozbudowuje się silna konwekcja, co zasadniczo zmienia jego strukturę. Z tym wnioskiem nie zgadzają się nasi amerykańscy koledzy Steve Balbus i John Hawley, wybitni eksperci i pionierzy takich symulacji.

Dlaczego adafy bez konwekcji zgadzają się lepiej z obserwacjami niż adafy z konwekcją? Dlaczego symulacje Balbusa i Hawleya dają inne wyniki niż nasze? Nie umiem odpowiedzieć na te pytania. Widzę wyraźnie, że nie rozumiem tu czegoś ważnego.

**A czy wiadomo, skąd biorą się gwiazdowe i supermasywne czarne dziury?**

Tak, bardzo dobrze wiadomo. Gwiazdowe czarne dziury powstają pod koniec życia dostatecznie masywnej gwiazdy, w wybuchu supernowej. Jest on jednocześnie potężną eksplozją i gwałtowną zapaścią, kolapsem grawitacyjnym. Zewnętrzne części gwiazdy gwałtownie eksplodują i zostają odrzucone w spektakularnym błysku tak silnym, że obserwuje się go (przez najsilniejsze teleskopy) nawet z najodleglejszych regionów Wszechświata. Wewnętrzne jądro gwiazdy kolapsuje, ulegając potężnemu ściśnięciu. Zależnie od początkowej masy, kolapsujące jądro staje się albo czarną dziurą, albo gwiazdą neutronową, to znaczy gwiazdą o masie mniejszej niż około trzy masy Słońca i o promieniu około dziesięciu kilometrów. Gwiazdy neutronowe bez wątpienia istnieją. Odkryte w roku 1968 pulsary są gwiazdami neutronowymi właśnie. Za ich odkrycie, pozwól, że przypomnę, Anthony Hewish z Cambridge dostał Nagrodę Nobla.

Choć nie wszystkie istotne szczegóły wybuchu supernowej i grawitacyjnego kolapsu dają się wymodelować w superkomputerowych symulacjach, większość astrofizyków sądzi, że dobrze rozumiemy ich fizyczną naturę, a nasze obecne trudności w modelowaniu tego niezwykle skomplikowanego zjawiska nie są fundamentalne, lecz techniczne, i na pewno zostaną przezwyciężone.

Już w XVIII w. Pierre Simon de Laplace i John Mitchel rozważali gromadzenie materii bez ściskania, jako proces, który może prowadzić do utworzenia się obiektu, który dziś nazywamy supermasywną czarną dziurą. Pokazali, że by utworzyć taki obiekt, wystarczy upakować, powierzchnia przy powierzchni, co najmniej sto milionów gwiazd podobnych do Słońca, bez konieczności indywidualnego ściskania pojedynczych gwiazd. Ciasne upakowanie większej ilości gwiazd także da w wyniku supermasywną czarną dziurę, ale przy znacznie mniejszej ich ilości, na przykład tylko kilkuset gwiazd, indywidualne gwiazdy muszą być dodatkowo ściskane.

**Czy takie ciasne pakowanie jest możliwe w wyniku naturalnych procesów astrofizycznych?**

Prawie na pewno tak. W centrach galaktyk gęstość przestrzenna gwiazd jest dużo większa niż na peryferiach, na przykład w okolicy Słońca, i dlatego właśnie w centrach panują najlepsze warunki na skuteczne pakowanie. Wyobrażamy sobie, że początkowo niezbyt ciasno upakowane skupisko gwiazd w centrum galaktyki powoli ewoluuje, głównie dlatego, że niektóre z tworzących je gwiazd zderzają się, a inne wylatują ze skupiska. Oba te procesy zwiększają ciasność upakowania, a gdy przekroczy ona pewną krytyczną wartość, ewolucja staje się bardzo gwałtowna. Gwiazdy spadają po spiralnych orbitach na centrum i tak powstaje supermasywna czarna dziura. Szczegóły innych zachodzących podczas takiej ewolucji procesów, na przykład oddziaływanie z gazem i pyłem, wpływ promieniowania grawitacyjnego, wybuchy supernowych, bardzo komplikują ten prosty obraz i dlatego komputerowe symulacje powstawania supermasywnych czarnych dziur są trudne.

***Gazeta* pisała niedawno o pośrednich czarnych dziurach. Czy to coś pośredniego między gwiazdowymi a supermasywnymi dziurami?**

Można tak powiedzieć, gdyż (hipotetyczne na razie) pośrednie czarne dziury miałyby masy od kilkuset do kilku tysięcy mas Słońca. Zaczęto o nich mówić, gdy kilka lat temu odkryto w sąsiednich galaktykach silne punktowe źródła promieniowania rentgenowskiego, czyli tak zwane ULX-y. Ich jasności są pośrednie między kwazarami i mikrokwazarami. Argument skalowania Mirabela sugeruje więc masy ULX-ów od kilkuset do kilku tysięcy mas Słońca. Dodatkowym, ale czysto teoretycznym, argumentem na rzecz pośrednich czarnych dziur jest artykuł opublikowany ostatnio w angielskim *Nature* przez Simona Zwarta z Amsterdamu i jego amerykańskich i japońskich współpracowników, opisujący wyniki ich superkomputerowych symulacji, które sugerują, jak czarne dziury o pośrednich masach mogłyby się tworzyć w gromadach gwiazd poza centrami galaktyk.

Ale jest też i inne wyjaśnienie. Andrew King z angielskiego Leicester i wielu innych astrofizyków sądzi, że ULX-y mogą być polskimi pączkami: mikrokwazarami w innych galaktykach, przez przypadek zorientowanymi swymi osiami dokładnie w naszym kierunku. Miałyby wtedy masy typowe dla mikrokwazarów, to znaczy około dziesięciu mas Słońca.

Ostateczne rozwiązanie zagadki ULX-ów możliwe będzie tylko wtedy, gdy wyznaczymy ich masę z zupełnie pewnych obserwacji. Wspólnie z Włodkiem Kluźniakiem z Zielonej Góry, Jeffem McClintockiem z Harwardu i Ronem Remillardem z MIT zaproponowałem we właśnie przyjętej do druku pracy, że w tym celu należy starannie obserwować zmienność blasku ULX-ów, aby wykryć bliźniaczą parę prawie periodycznych oscylacji, których częstości mają się do siebie jak 3:2. Takie bliźniacze oscylacje wykryto ostatnio w kilku mikrokwazarach o znanych masach. Obserwacje pokazują, że bliźniacze czę-

stości 3:2 skalują się odwrotnie proporcjonalnie do masy mikrokwazara. Jest to po pierwsze przykład na skalowania Mirabela, a po drugie piękne potwierdzenie zaproponowanego przez Kluźniaka i przeze mnie wyjaśnienia fizycznej natury bliźniaczych oscylacji jako nieliniowego, parametrycznego rezonansu między wertykalną a radialną oscylacją epicykliczną w bardzo silnym polu grawitacyjnym czarnej dziury.

Otóż gdyby zaobserwowano takie bliźniacze pary z częstościami rzędu kilkuset herców, oznaczałoby to, że ULX-y są mikrokwazarami ze strugami promieniowania ustawionymi dokładnie w naszym kierunku. Gdyby częstości były dziesięciokrotnie mniejsze, oznaczałoby to, że ULX-y są pośrednimi czarnymi dziurami o masach rzędu kilkuset mas Słońca. Częstości mniejsze stukrotnie oznaczałyby, że ULX-y są pośrednimi czarnymi dziurami o masach rzędu tysięcy mas Słońca.

**Czy oprócz gwiazdowych, supermasywnych i (być może) pośrednich czarnych dziur spodziewamy się, że istnieją jeszcze jakieś inne?**

W ciągu ostatniego półwiecza teoretycy dobrze przebadali „klasyczne", to znaczy niekwantowe, własności czarnych dziur. Dają się one matematycznie wyprowadzić z ogólnej teorii względności Alberta Einsteina, która opisuje grawitację jako krzywiznę ciągłej, nieskwantowanej, czasoprzestrzeni. Skwantowanie grawitacji jest najważniejszym z nierozwiązanych problemów fizyki, dlatego że materia w rzeczywistym świecie nie jest klasyczna, lecz kwantowo nieciągła — składa się bowiem z odrębnych, pojedynczych cząstek. Jak wszystko w świecie, grawitacja też jest zapewne nieciągła. Nikt jednak nie wie jak skwantować grawitację. Z tego właśnie powodu nic prawie nie wiadomo o kwantowej naturze czarnych dziur. Stephen Hawking odkrył, iż kwantowe czarne dziury nie są całkiem czarne, lecz promieniują czy, jak mówimy, „parują". Parowanie czarnej dziury ma tym większą moc, im masa czarnej dziury (w kwadracie) jest mniejsza. Hawking wyprowadził ten bardzo ważny wniosek z teorii przybliżonej, „półklasycznej", a nie z kwantowej grawitacji, jeszcze nieznanej. Z teorii półklasycznej wynika także możliwość tworzenia się „wirtualnych" czarnych minidziur, o rozmiarach o wiele mniejszych niż najmniejsze cząstki elementarne. Wirtualne dziury powstają z niczego, jako fluktuacje próżni, i prawie natychmiast wyparowują. Spontanicznie powstające i znikające wirtualne czarne dziury tworzą być może czasoprzestrzenną pianę, która jest najbardziej fundamentalnym poziomem fizycznej rzeczywistości. Na tym poziomie pytanie „być albo nie być" nie ma sensu, gdyż wirtualna czarna dziura „jest, nie będąc".

Obraz kwazara 3C273 uzyskany teleskopem Chandra w listopadzie 2000 r. W potężnym dżecie materia przemieszcza się z prędkościami bliskimi prędkości światła. Skąd czerpie energię? Prawdopodobnie z gazów spadających na czarną dziurę w środku kwazara i odepchniętych przez silne pole elektromagnetyczne w postaci skolimowanej wiązki do dżetu. 3C273 leży w gwiazdozbiorze Panny w odległości przeszło 3 mld lat światła od nas

**Księżyc jest empiryczny lub księżyca nie ma, lub księżyc jest, nie będąc: świeci, bo kazano w podręczniku algebry. Nam nic nie jest dane.**

Bardzo lubię ten mądry wiersz Marka Rymkiewicza, którego zakończenie zacytowałaś. Zapamiętałem go w całości od razu, gdy pierwszy raz czytałem „W obronie metafizyki", jeszcze w gimnazjum. Ale znów odbiegam od tematu, a jest jeszcze jeden typ czarnych dziur, o którym nie mówiliśmy: pierwotne czarne dziury.

Zostańmy przy Księżycu i zapytajmy, czy można zrobić z niego czarną dziurę. Hipotetyczna czarna dziura o masie równej masie Księżyca miałaby rozmiar trochę mniejszy niż centymetr. Przy ściskaniu Księżyca do tak małych rozmiarów uległyby rozbiciu atomy i zaczęłyby się „dotykać" cząstki tworzące ich jądra — gęstość osiągnęłaby wtedy gęstość jądrową. Aby utworzyć z Księżyca czarną dziurę, trzeba by było ścisnąć materię jeszcze bardziej, do gęstości znacznie większych niż jądrowa. W poznanym Wszechświecie nie potrafimy wskazać na żaden naturalny proces, który jest w stanie to osiągnąć.

Z jednym wyjątkiem. Na samym początku świata, w Wielkim Wybuchu, materia miała gęstość o wiele większą niż gęstość jądrowa. Mogły więc wtedy powstać centymetrowe oraz oczywiście mniejsze i większe „pierwotne" czarne dziury. Pierwotne czarne dziury, które przetrwały do dzisiaj, muszą koniecznie mieć masy nie mniejsze niż około miliard ton, co jest masą dużej góry na Ziemi. Miliardotonowe i mniejsze pierwotne czarne dziury wyparowałaby bowiem do dziś zupełnie, zgodnie z odkryciem Hawkinga, że czarne dziury parują tym intensywniej, im są mniejsze. Tylko większe czarne dziury mogłyby przetrwać do naszych czasów. Jednak mimo usilnych poszukiwań, nie udało się obserwacyjnie stwierdzić istnienia takich ponadmiliardtonowych pierwotnych czarnych dziur. Nikt więc na pewno nie wie, czy istnieją. Niektórzy sądzą, że pierwotne czarne dziury są znaczącą częścią ciemnej materii w naszej Galaktyce i innych galaktykach, ale to moim zdaniem tylko spekulacja.

**Dlaczego?**

Przypomnę najpierw, co to jest ciemna materia. Otóż materii, którą w Galaktyce widzimy, jest o wiele za mało, aby wytłumaczyć obserwowany w Galaktyce ruch gwiazd. Z tego ruchu wylicza się bowiem, jak silna jest grawitacja materii, która go powoduje, a stąd, ile musi być w Galaktyce materii, aby taką grawitację wywołać. Wynik jest zaskakujący: aby taką grawitację wywołać, powinno być o wiele więcej materii niż to, co widać. Zatem większość materii w Galaktyce to jakaś niewidoczna „ciemna materia". Choć ten argument przyjmuje ogół astrofizyków, na razie

zupełnie nie wiemy, z czego się ciemna materia składa. Bardzo wątpię, że składa się ona głównie z małych, pierwotnych czarnych dziur.

**A gdyby jednak?**

No, to wtedy mielibyśmy pewną, zresztą bardzo małą, szansę na spotkanie się z czarną dziurą bezpośrednio — Ziemia mogłaby się z taką dziurą zderzyć.

**Co by się wtedy stało?**

Z prostych rachunków wynika, że nic groźnego, a nawet nic specjalnie ciekawego. Nie wiemy, oczywiście, jaka jest typowa masa hipotetycznych czarnych dziur tworzących ciemną materię. Im ta masa mniejsza, tym zderzenia z Ziemią byłyby częstsze, ale też ich skutki mniejsze. Hipotetyczne miliardotonowe czarne dziury zderzałyby się z Ziemią częściej niż raz na sto milionów lat, czyli stosunkowo często. Ale taka dziura, o rozmiarach mniejszych niż rozmiar atomu, przeleciałaby przez Ziemię bez oporu, nikt by tego nie zauważył. Natomiast hipotetyczne pierwotne czarne dziury, które miałyby masy dostatecznie duże na to, by zderzenie wywołało kataklizm, zderzałyby się z Ziemią o wiele rzadziej niż raz w ciągu wieku Wszechświata, a więc praktycznie nigdy.

Muszę też przypomnieć, że samo istnienie ciemnej materii jest kwestionowane przez kilku wybitnych ekspertów, w tym Mordechaja Milgroma z Tel Awiwu. Milgrom bardzo rzeczowo dowodzi, że opisane wyżej obserwacje, które inni tłumaczą obecnością ciemnej materii, dają się precyzyjnie wyjaśnić przez drobną, lecz zasadniczą, zmianę teorii grawitacji.

Nie wiemy, czy pierwotne czarne dziury istnieją. Nie wiemy, czy są znaczącą częścią ciemnej materii. Natomiast wiemy na pewno, że jeśli tak jest, to takie czarne dziury są zupełnie niegroźne.

**A gwiazdowe i supermasywne czarne dziury?**

Zderzenie Ziemi z supermasywną lub gwiazdową czarną dziurą jest praktycznie wykluczone…

**…ale ja pytam, jak mocne są dowody na istnienie gwiazdowych i supermasywnych czarnych dziur?**

Wspomniany kilkakrotnie Ramesh Narayan z Uniwersytetu Harwarda twierdzi, że zdobyliśmy już niepodważalne dowody na istnienie gwiazdowych czarnych dziur. Jego dwa piękne argumenty dotyczą samej istoty rzeczy: w swym zamyśle pokazują, że to, co obserwujemy jako „kandydatkę" na czarną dziurę, jest obiektem bez powierzchni, do którego wszystko wpada i nic nie wylatuje.

*Pierwszy argument* był sformułowany po raz pierwszy, jak dobrze pamiętam, przez Lasotę. Narayan rozwinął go i upowszechnił w wielu publicznych wystąpieniach. Gdy obserwujemy dwa podobne ciasne układy podwójne (ważne jest, że w obu tyle samo materii wypływa z normalnej gwiazdy), pierwszy układ z gwiazdą neutronową, a drugi z „kandydatką" na czarną dziurę, stwierdzamy, że wyraźnie więcej promieniowania przychodzi z układu pierwszego. To dlatego, twierdzi Narayan, że w przypadku układu z czarną dziurą znaczna część promieniowania przepada bez śladu we wnętrzu dziury.

*Drugi argument* przywołuje dobrze znany fakt, iż układy podwójne z kandydatkami na czarną dziurę nigdy nie wykazują intensywnych błysków promieniowania rentgenowskiego, jakie obserwujemy z układów z gwiazdami neutronowymi. Wiadomo, że te błyski to termojądrowe wybuchy na powierzchni gwiazdy neutronowej powstające, gdy na powierzchni zgromadzi się dostateczna ilość materii spadającej z drugiej gwiazdy układu. Zatem do błysków jest potrzebna powierzchnia. Dlatego absencja błysków jest, zdaniem Narayana, ewidencją na absencję powierzchni: kandydatka nie ma powierzchni, a obiekt bez powierzchni może być tylko czarną dziurą.

**Ale przecież „absencja ewidencji nie jest ewidencją absencji", czyż nie?**

Rzeczywiście, argumenty Narayana nie są nieskazitelne pod względem logicznym. To są argumenty, a nie dowody. Choć jestem pod ogromnym wrażeniem elegancji i prostoty argumentów Narayana, nie uznaję ich jako ostatecznego dowodu na istnienie czarnych dziur. Moje poważne wątpliwości mają jeszcze inne źródło niż, podkreślone przez ciebie, braki logiczne. Dwaj amerykańscy fizycy, Paweł Mazur i Emil Mottola, przedstawili niedawno fizycznie głębokie i matematycznie piękne argumenty, że efekty kwantowe w bardzo silnej grawitacji powodują, iż zamiast czarnych dziur istnieją grawastary — ciała o podobnych rozmiarach i masach, lecz posiadające zewnętrzną powierzchnię i wewnętrzną strukturę, której czarne dziury nie mają. Powierzchnia grawastara to skorupa o grubości porównywalnej z rozmiarami wirtualnej czarnej dziury i zbudowana z materii, w której prędkość dźwięku równa jest prędkości światła. Wewnątrz mieści się jądro, zbudowane ze skoncentrowanej ciemnej energii. Być może tej samej, która w stanie bardzo rozrzedzonym wypełnia równomiernie cały Wszechświat i z powodu swego ujemnego ciśnienia powoduje, że Wszechświat rozszerza się ze wzrastającą prędkością ekspansji.

Gdyby było tak, jak twierdzą Mazur i Mottola, astrofizycy mieliby prawdziwy kłopot, ponieważ obserwacyjne odróżnienie astronomicznej czarnej dziury od astronomicznego grawastara nie jest praktycznie możliwe. Pokazuje to niedawno opublikowana praca autorstwa Lasoty, Kluźniaka i mojego. Okazuje się, że pierwszy argument Narayana nie działa, gdyż grawastary są praktycznie tak samo ciemne jak czarne dziury. I w jednym, i w drugim wypadku świeci tylko spadająca na ten ciemny obiekt materia. Także drugi argument Narayana nie jest prawdziwy, gdyż spadająca na grawastary materia ulega przemianie fazowej na materię bez jąder, bez których nie może być wybuchów jądrowych. Brak błysków rentgenowskich jest więc wspólną cechą układów tak z czarnymi dziurami, jak i z grawastarami.

**Czy więc to, co widzimy, to czarne dziury czy grawastary?**

Jak większość astrofizyków, optuję za czarnymi dziurami. Ale w fizyce prawdy nie ustala się przez głosowanie. Wielu najważniejszych odkryć dokonano „pod prąd", przeciwko opinii większości. Grawastary to bardzo poważna idea, o prawdziwości której rozstrzygnąć mogą tylko obserwacje. Staram się więc wymyślić jakiś sposób na to, by obserwacyjnie odróżnić grawastary od czarnych dziur. Nie mam na to dobrego pomysłu. Nikt nie ma. Nie wiem, naprawdę nie wiem.

*Autor jest profesorem astrofizyki na Uniwersytecie w Göteborgu w Szwecji i Prezydentem Departamentu Fizyki tamtejszego uniwersytetu. Jego specjalnością jest astrofizyka relatywistyczna i kosmologia*

# Pierwotne czarne dziury

Agnieszka Janiuk

Fluktuacje gęstości we wczesnym Wszechświecie doprowadziły do powstania w nim struktur materii, przede wszystkim zalążków galaktyk. Można sobie również wyobrazić, iż pod wpływem kolapsu grawitacyjnego w niektórych z takich obszarów o podwyższonej gęstości mogły utworzyć się czarne dziury. Te hipotetyczne obiekty nazywamy pierwotnymi czarnymi dziurami (ang. *Primordial black holes*), w odróżnieniu od „zwykłych" czarnych dziur, które powstają w wyniku zapadnięcia się masywnej gwiazdy pod koniec jej życia. Te ostatnie, jak sądzimy, znamy już dosyć dobrze m.in. dzięki badaniom rentgenowskich układów podwójnych. Co nieco wiemy też o supermasywnych czarnych dziurach, o masach rzędu milionów mas Słońca, znajdujących się w jądrach aktywnych galaktyk. Dzięki wieloletnim obserwacjom te duże i superduże czarne dziury powoli przestają być zagadką dla astronomów, a w każdym razie co do jednego możemy być niemal pewni: istnieją we Wszechświecie i mają się dobrze.

W porównaniu z nimi pierwotne czarne dziury stanowią „białą plamę" w historii Kosmosu i nie wiadomo nawet, czy w ogóle są. Pomimo to stanowią od wielu lat ciekawy temat spekulacji zarówno czysto teoretycznych, jak i dotyczących przewidywań ewentualnych konsekwencji obserwacyjnych.

## *Własności fizyczne mikrodziur*

Aby oszacować, jakiego rzędu masy mogły mieć czarne dziury powstałe we wczesnym Wszechświecie, porównajmy ich gęstość z gęstością materii w wybranym modelu kosmologicznym. W najprostszym przypadku możemy założyć płaski model pyłowy (ciśnienie $P = 0$) i wówczas stała Hubble'a wiąże się z czasem następująco:

$$H = 2/(3t)$$
$$\rho(t) = \rho_c = (3H^2)/(8\pi G) = 1/(6\pi G t^2) \quad (1)$$

($\rho_c$ jest krytyczną gęstością Wszechświata).

Gęstość czarnej dziury wynosi:

$$\rho_{BH} = M/(4/3\pi R_{Schw}{}^3) = (3c^6)/(32\pi G^3 M^2), \quad (2)$$

gdzie $R_{Schw} = 2GM/(c^2)$ jest promieniem Schwarzschilda czarnej dziury. Z powyższych zależności masa czarnej dziury w zależności od czasu będzie wynosiła

$$M(t) = (3c^3 t)/(4G). \quad (3)$$

Podobna zależność z dokładnością do czynnika kilka będzie dla modelu płaskiego z relatywistycznym równa-

Galaktyka M87 w promieniach rentgena. Długa ekspozycja (146 godzin!) teleskopu kosmicznego Chandra ujawniła fale uderzeniowe w dziedzinie wysokoenergetycznego promieniowania X oraz wielokrotne wybuchy z centralnej supermasywnej czarnej dziury w tej galaktyce. Widoczna po prawej stronie wąska, prawie prostoliniowa struga promieniowania X ma długość przeszło 100 tys. lat św. Prezentowany obraz powstał przez złożenie zdjęć rentgenowskich i zdjęć w dziedzinie optycznej.
M87 znajduje się w gromadzie Virgo w odległości ok. 50 mln lat św. od Ziemi

niem stanu, gdzie stała Hubble'a H = 1/(2t), a zatem w przybliżeniu można napisać, że:

$$M(t) \approx c^3 t/G \approx \approx 10^{15}\,(t/(10^{-23}\ s))\ [g]. \quad (4)$$

Jak widać, rozrzut mas jest ogromny: pierwotne czarne dziury, które powstały w epoce Plancka ($10^{-43}$ s po Wielkim Wybuchu) mogły mieć masy rzędu $10^{-5}$ g, podczas gdy te, które powstały po czasie ok. 1 s, miałyby już około $10^5$ masy Słońca.

Badanie kwantowych właściwości czarnych dziur doprowadziło do słynnego odkrycia, opublikowanego przez Stephena Hawkinga w 1974 r. Mówi ono, iż czarna dziura emituje cząstki, których komptonowska długość fali jest mniejsza niż promień Schwarzschilda*.

Temperatura związana z tym promieniowaniem jest odwrotnie proporcjonalna do masy czarnej dziury:

$$T = \hbar c^3 / (8\pi GMk) = = 6 \times 10^{-8}\,(M_{BH}/M_S)^{-1}\ [K]. \quad (5)$$

Tempo parowania czarnej dziury o takiej temperaturze oszacujemy jako:

$$dE/dt = d/dt\,(Mc^2) = = -4\,\pi R_{Schw}^2\,\sigma T^4. \quad (6)$$

Czas, po którym wyparuje cała czarna dziura o masie początkowej $M_{BH}$, otrzymamy wówczas po odpowiednich przekształceniach, całkując równanie stronami:

$$\int_{MBH}^{0} M^2\,dM = -\int_0^{tmax} A\,dt, \quad (7)$$

gdzie A zawiera kombinację odpowiednich stałych fizycznych, skąd

$$t_{max} = A\,M^3 = = 10^{64}\,(M_{BH}/M_S)^3\ [lat]. \quad (8)$$

Do chwili obecnej (wiek Wszechświata to około 13,7 gigalat) miałyby więc szansę wyparować tylko dziury o masie początkowej mniejszej niż $10^{15}$ g, a więc te, które powstały do chwili $10^{-23}$ s po Wielkim Wybuchu. Obecnie dziury takie produkowałyby promieniowanie o energii dochodzącej do 100 MeV. Obserwowane natężenie tła promieniowania gamma pozwala wobec tego na oszacowanie maksymalnej gęstości takich mikrodziur we Wszechświecie: z oszacowań takich wynika, że ich gęstość nie powinna przekraczać $10^{-8}$ gęstości krytycznej (koniecznej do „domknięcia" Wszechświata). Z kolei dziury o większych masach być może mogłyby mieć większy udział w gęstości materii we Wszechświecie, jednak ze względu na znaczne tło promieniowania o energiach poniżej 100 keV ich emisja może nie być zarejestrowana.

## *W jaki sposób mogły powstać pierwotne czarne dziury?*

We wczesnym Wszechświecie czarne dziury mogły powstać w warunkach olbrzymiej gęstości, przy czym aby nastąpił lokalny kolaps materii, konieczne było wystąpienie fluktuacji, powstrzymującej niewielki obszar przed ekspansją. Ponadto nawet w warunkach doskonale „gładkiego" Wszechświata teoretycznie jest możliwe powstanie czarnej dziury w wyniku przejścia fazowego.

Przejście fazowe, w wyniku którego następuje „zmiękczenie" równania stanu i zredukowanie ciśnienia, jest możliwe, gdy pojawiają się cząstki cięższe i nierelatywistyczne. Prawdopodobieństwo powstania czarnej dziury przestaje wówczas na pewien czas zależeć od ciśnienia.

Inna możliwość wiąże się z przewidywaniami teorii strun. Według niej niektóre struny mogą przecinać się same ze sobą i tworzyć „pętle". Jeśli rozmiar takiej pętli (w każdym z wymiarów!) jest mniejszy niż promień Schwarzschilda, to powstanie czarna dziura. Prawdopodobieństwo, że kosmiczna pętla znajdzie się w takiej konfiguracji, zależy m.in. od masy struny na jednostkę długości.

Jednak najszerzej jest dyskutowana możliwość powstania pierwotnych czarnych dziur w wyniku niejednorodności gęstości materii we wczesnym Wszechświecie. Aby możliwy był kolaps, obszar o podwyższonej gęstości musi być większy niż rozmiar Jeansa:

$$L_J = (kT/mG\,\rho)^{1/2}, \quad (9)$$

ale z drugiej strony nie może być on większy niż rozmiar horyzontu. Ponadto gęstość obszaru musi być większa od średniej o czynnik d > g, gdzie g jest parametrem równania stanu:

$$p = \gamma\rho \qquad (0 < g < 1). \quad (10)$$

Założenia te umożliwiają oszacowanie, jaka część obszarów o zadanej masie M zapadnie się i utworzy mikrodziury, przy czym wartość czynnika $\delta$ wyznacza się metodą skomplikowanych symulacji hydrodynamicznych.

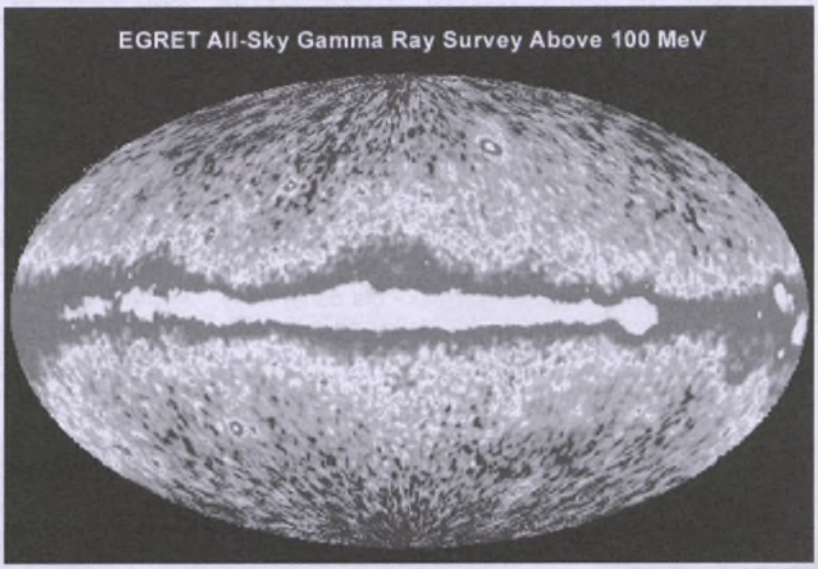
## *Znaczenie pierwotnych czarnych dziur w Kosmosie*

Pomimo że, jak wspomniano na końcu pierwszego rozdziału, gęstość pierwotnych czarnych dziur nie może być znacząca i z tego powodu na przykład nie mogą być one poważnie brane pod uwagę jako składniki tzw. „ciemnej materii", ich znaczenie w Kosmosie może być różnorakie. Po pierwsze, jako źródła olbrzymich pól grawitacyjnych mogą wywoływać zjawiska soczewkowania, fale grawitacyjne, a także dynamicznie wpływać na rozwój wielkoskalowej struktury we Wszechświecie oraz supermasywnych czarnych dziur w jądrach galaktyk. Po drugie, jako źródła wysokoenergetycznego promieniowania, mogą kontrybuować do tła w zakresie gamma w naszej Galaktyce i poza nią, być źródłem promieni kosmicznych, rozbłysków gamma, a także linii anihilacyjnej obserwowanej w widmie w kierunku centrum Galaktyki. Po trzecie, mogły mieć wpływ na procesy zachodzące we wczesnym Wszechświecie, takie jak bariosynteza czy nukleosynteza, stanowić źródło grawitin i neutrin, a w późniejszych etapach ewolucji uczestniczyć w procesie powtórnej jonizacji Wszechświata. Były również prowadzone badania nad tym, czy pierwotne czarne dziury mogłyby przechowywać „pamięć" o wartości stałej grawitacji G w wypadku, gdyby stała ta zmieniała się w czasie. Po czwarte wreszcie, czarne dziury o masie Plancka są interesujące z punktu widzenia kwantowej teorii grawitacji. W szczególności ze względu na fakt,

* Promieniowanie czarnej dziury można opisać przez analogię do produkcji wirtualnych par elektronowopozytronowych w obecności silnego pola elektrycznego. Powstają one w próżni, gdy pole jest w stanie rozseparować ładunki na odległość komptonowskiej długości fali: $eE\lambda > 2m_e c^2$, gdzie E to graniczne natężenie pola, e — ładunek elektryczny, $m_e$ — masa elektronu.

## Teleskop EGRET

Compton Gamma Ray Observatory (CGRO) został wyniesiony na orbitę w kwietniu 1991 r. i działał przez 9 lat. Zawierał na pokładzie 4 instrumenty czułe w zakresie promieniowania gamma: Burst And Transient Source Experiment (BATSE), Oriented Scintillation Spectrometer Experiment (OSSE), Imaging Compton Telescope (COMPTEL) oraz Energetic Gamma Ray Experiment Telescope (EGRET). Operowały one w łącznym zakresie energii od 20 keV do 30 GeV, a sam EGRET działał w zakresie najwyższych energii: od 20 MeV do 30 GeV. Teleskop prowadził obserwacje promieniowania kosmicznego, rozproszonego promieniowania gamma, jak również pochodzącego ze źródeł takich jak błyski gamma, pulsary i blazary. Działał, wykorzystując tworzenie się par elektron-pozytron, które powstają po wychwyceniu fotonu gamma i wywołują w komorze gazowej detektora impuls elektryczny. Umożliwiał zarejestrowanie zarówno kierunku, z którego nadszedł foton (z dokładnością do ułamka stopnia), jak i jego energii (z dokładnością do 15%, za pomocą kryształu jodku sodu NaI, umieszczonego poniżej komory gazowej). Po awarii jednego z żyroskopów, 4 czerwca 2000 r. NASA podjęła decyzję o zniszczeniu teleskopu CGRO, który spadając częściowo spłonął w atmosferze, a resztki znalazły się na dnie Pacyfiku.




Mapa nieba we współrzędnych galaktycznych, wykonana dzięki obserwacjom EGRET-a dla energii powyżej 100 MeV. Rozproszone promieniowanie gamma, najintensywniejsze w płaszczyźnie Galaktyki, pochodzi głównie z oddziaływania promieni kosmicznych z ośrodkiem międzygwiazdowym. Widoczne są ponadto pulsary Vela, Geminga i Crab (jasne plamki w płaszczyźnie Galaktyki, po prawej stronie zdjęcia) oraz blazar 3C279 (jasna plamka powyżej płaszczyzny Galaktyki)

iż efekty kwantowo-grawitacyjne mogłyby się pojawiać przy energiach rzędu TeV, poruszenie wśród fizyków wzbudzają próby wyprodukowania mikrodziur w akceleratorach. Nie byłyby to wprawdzie „pierwotne" czarne dziury *sensu stricte*, jednak wyniki takich eksperymentów powinny być istotne również z punktu widzenia kosmologii.

Poniżej skupimy się na znaczeniu pierwotnych czarnych dziur w zakresie astrofizyki wysokich energii.

### *Czarne mikrodziury a promieniowanie kosmiczne*

W zależności od swej masy parująca czarna dziura może emitować cząstki „bezmasowe" (fotony, neutrina, grawitony) bądź cięższe (elektrony, miony). Zgodnie z zależnościami (5) i (6), w ogólności możemy napisać, iż:

$$dM/dt = \\ = -5 \times 10^{25} (M_{BH}\,[g])^{-2} f(M)\,[g/s]$$

gdzie czynnik f(M) zależy od tego, ile i jakie rodzaje cząstek są już wystarczająco lekkie, aby uciec z powierzchni czarnej dziury. I tak dla $10^{14}$ g < $< M_{BH} < 10^{15}$ g mogą być emitowane miony, które następnie będą rozpadać się na elektrony i neutrina. Dla masy $10^{15}$ g < $M_{BH} < 10^{17}$ g mogą być emitowane elektrony, natomiast dla mas powyżej $10^{17}$ g czarna dziura może emitować jedynie fotony, neutrina i grawitony.

Czarne dziury o masach poniżej $10^{14}$ g mogłyby emitować hadrony, jednak ze względu na energie przekraczające 25–300 GeV cząstki te musiałyby być wyrzucane w postaci strugi swobodnych kwarków i gluonów. Dopiero w pewnej odległości od źródła wiązałyby się one w hadrony (protony, neutrony, hiperony, mezony), które następnie wskutek oddziaływań słabych i elektromagnetycznych rozpadałyby się na stabilne cząstki (protony, antyprotony).

Promieniowanie kosmiczne jest źródłem tła fotonowego w zakresie gamma, przy czym fotony te powstawać mogą w wyniku 3 różnych procesów:

- po rozpadzie neutralnych pionów, będących produktami zderzenia hadronów promieniowania kosmicznego z atomami ośrodka międzygwiazdowego (wodór, hel);
- w wyniku promieniowania hamowania elektronów kosmicznych, poruszających się w ośrodku międzygwiazdowym;
- wskutek odwrotnego rozpraszania Comptona promieniowania gwiazd na elektronach kosmicznych.

Promieniowanie gamma jest pochłaniane w atmosferze, w związku z czym jego detekcja naziemna jest utrudniona. Wykorzystuje się tutaj jednak fakt, iż pierwotne fotony tworzą w atmosferze kaskady elektronowo-fotonowe; produkowane są w nich również piony, a jako końcowe produkty ich rozpadu do detektora na poziomie gruntu dotrzeć mogą słabo oddziałujące z atmosferą miony i neutrina. Miony, które tracą energię 2 MeV na zjonizowanie każdego g/cm$^2$ materii, przez którą przechodzą, przynoszą nam informację o energii cząstki macierzystej: foton gamma musiał mieć co najmniej 10 GeV, aby dał się w ten sposób zarejestrować. Aby uzyskać przyzwoitą efektywność, detektory

## Rozkład <V/Vmax> jako test dla błysków gamma

Dla odległych obiektów, obserwowanych za pomocą dostępnych nam detektorów, możemy określić $V_{max}$ jako maksymalną objętość obszaru, w którym może znajdować się obiekt, aby mógł być dla nas widzialny. Jeśli V będzie objętością sfery wyznaczonej przez odległość do danego obiektu, to uśredniając po objętości możemy znaleźć średni stosunek V do $V_{max}$ dla wybranej klasy obiektów:

$$<V/V_{max}> = (\int^{Vmax} V/V_{max}\, dV) / (\int^{Vmax} dV).$$

Gdyby obiekty były rozłożone doskonale jednorodnie w trójwymiarowej przestrzeni Euklidesowej, to stosunek ten wynosiłby po prostu 0,5.

Z drugiej strony, mierząc <V/Vmax> dla danej klasy obiektów, możemy stwierdzić, jak daleki od jednorodności jest ich rozkład we Wszechświecie.

Dla błysków gamma wyznacza się następującą wielkość:

$$V/V_{max} = \zeta^{-3/2},$$

gdzie $\zeta = C_{max}/C_{min}$.

W powyższym wzorze $C_{max}$ jest zaobserwowaną liczbą zliczeń fotonów gamma podczas maksimum błysku, natomiast $C_{min}$ jest czułością detektora.

Jak pokazały obserwacje BATSE, średnie $<V/V_{max}>$ dla błysków gamma jest dużo mniejsze od 0,5 i dla błysków długich (T > 2 s) wynosi około 0,28, podczas gdy dla krótkich (T < 2 s) około 0,39.

Może to oznaczać, iż błyski pochodzą z odległości kosmologicznych i znajdują się na tyle daleko, iż w ich rozkładzie zaczyna odgrywać rolę obecność granicy obserwowalnego Wszechświata.

naziemne (zespoły detektorów scyntylacyjnych) muszą pokrywać jak największy obszar, o powierzchni liczonej w dziesiątkach kilometrów kwadratowych.

Oprócz tego, buduje się również detektory promieniowania Czerenkowa, produkowanego w atmosferze przez cząstki kaskady. Największym jednak przełomem, jeśli chodzi o potencjalne możliwości rejestrowania wysokoenergetycznego promieniowania pochodzącego z mikrodziur, okazało się uruchomienie teleskopu EGRET na pokładzie satelity CGRO (patrz ramka).

### *Czarne mikrodziury a błyski gamma*

Ostatnio interesującym zagadnieniem jest możliwy związek rozbłysków promieniowania gamma z parowaniem pierwotnych czarnych dziur.

Błyski są krótkimi i bardzo intensywnymi pulsami promieniowania gamma, jakie po raz pierwszy zostały zaobserwowane na niebie pod koniec lat 60. ubiegłego stulecia. Pochodzą one na ogół z dużych odległości: przesunięcia ku czerwieni (zmierzone dzięki obserwacjom tzw. poświat błysków gamma w zakresie optycznym) sięgają z = 5, zaś ich rozkład na niebie jest niemal izotropowy. Błyski mogą trwać od ułamka sekundy aż do kilkuset sekund, a ich jasność (przy założeniu izotropowości emitowanego promieniowania) sięga $10^{52}$ erg/s, czyniąc z nich najjaśniejsze obiekty we Wszechświecie.

Ze względu na tak olbrzymie ilości wyzwalanej energii, jest oczywiste, iż pochodzenie błysków musi się wiązać z zachodzeniem eksplozji z udziałem obiektów zwartych, takich jak czarne dziury lub gwiazdy neutronowe. Postulowane modele teoretyczne obejmują wybuch tzw. „hipernowej" (masywna, rotująca szybko gwiazda, której żelazne jądro zapada się do czarnej dziury), zlewanie się czarnej dziury z gwiazdą neutronową lub dwóch gwiazd neutronowych czy też powstanie szybko rotującej i namagnesowanej gwiazdy neutronowej.

Ze względu na różne długości tych zjawisk, jak również obserwowane istnienie co najmniej dwóch klas błysków o znacząco różnych czasach trwania, uzasadnione jest podejrzenie, że nie jeden, a kilka z tych mechanizmów może być realizowanych w naturze.

Najkrótsze ze znanych błysków gamma mają czasy trwania poniżej 100 milisekund. Ogólnie biorąc, błyski krótsze cechują się twardszym widmem promieniowania od błysków długich, a błyski bardzo krótkie mają szczególnie twarde widma fotonowe (średnia energia fotonu jest większa od 90 keV, a wszystkie błyski z tej grupy wykazują znaczącą emisję powyżej 1 MeV).

Istnieją pewne przesłanki obserwacyjne przemawiające za tym, że ta odrębna grupa bardzo krótkich błysków ma pochodzenie lokalne. Ponieważ nie zarejestrowano poświat tych błysków w zakresie optycznym, nie znamy ich ewentualnych przesunięć ku czerwieni. Ponadto ich rozkład $<V/V_{max}>$ (patrz ramka) ma wartość bliską 0,5: błyski te zatem powinny pochodzić z bardzo niewielkich odleg-łości, d < 100 pc, tak aby znajdowały się wewnątrz sfery o promieniu mniejszym od grubości dysku Galaktyki.

Ultrakrótkie błyski wykazują pewną anizotropię rozkładu w Galaktyce, grupując się w jednym z kwadrantów w kierunku antycentrum. Warto ponadto zauważyć, iż w tym samym kierunku stwierdzono również występowanie nadwyżki w emisji kosmicznego promieniowania tła.

Jedna z możliwych hipotez jest taka, że mechanizmem mogącym odpowiadać za powstawanie ultrakrótkich błysków jest parowanie mikrodziur.

Promieniowanie gamma powstaje wówczas w wyniku eksplozji, w której masa czarnej dziury (ok. $7\times10^{13}$ g, co odpowiada energii $10^{34}$ erg/s), zostaje zamieniona na ekspandującą „kulę ognistą" (*ang. fireball*) zbudowaną z ciężkich hadronów. Kula ta, po osiągnięciu krytycznego promienia fotosfery (okolo 100 cm), staje się przezroczysta dla fotonów; ponadto emitowane mogą być pary elektronowo-pozytronowe, protony, antyprotony i neutrina. Dokładne widmo emitowanych cząstek zależy silnie od założeń modelu (równania stanu).

Za powyższą hipotezą przemawiają charakterystyczne cechy błysków ultrakrótkich, takie jak: bardzo krótki czas trwania, twarde widmo fotonowe,

wzajemne podobieństwo profili poszczególnych błysków. Ze względu na niewielkie jasności absolutne, możliwe byłoby zarejestrowanie jedynie bliskich błysków produkowanych w ten sposób (do kilkudziesięciu parseków).

Powinny one również być rozłożone nieizotropowo we współrzędnych galaktycznych, ze względu na położenie Układu Słonecznego w znacznej odległości od centrum Galaktyki.

**Literatura:**


1. B. Carr, *Primordial Black Holes: do they exist and are they useful?*, astroph/0511743.
2. M. Jaroszyński, *Galaktyki i budowa Wszechświata*, PWN, 1993.
3. J. Sikorski, *Czarne dziury z ładunkiem elektrycznym*, strony internetowe „Uranii–PA", http://postepy.camk.edu.pl/jkscz_ dziury11.html
4. F. Halzen, E. Zas, J.H. MacGibbon, T.C. Weekes, *Gamma rays and energetic particles from primordial black holes*, Nature, 1991, t. 353, s. 807.
5. D.B. Cline i W. Hong, *Possibility of unique detection of primordial black hole gammaray bursts*, 1992, Astrophysical Journal Letters, t. 401, s. 57; D.B. Cline i in., *Study of Very Short GammaRay Bursts*, 1999, Astrophysical Journal, t. 527, s. 827; D.B. Cline i in. *Study of Very Short GammaRay bursts: New Results from BATSE and KONUS*, 2005, Astrophysical Journal Letters, t. 633, s. 73.
6. T. Wibig i Wolfendale, *Foreground contributions to the Cosmic Microwave background*, 2005, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, t. 360, s. 236.



***Autorka jest absolwentką Uniwersytetu Warszawskiego i studiów doktoranckich w Centrum Astronomicznym PAN w Warszawie. Zajmuje się dyskami akrecyjnymi aktywnych jąder galaktyk i rentgenowskich układów podwójnych oraz błyskami gamma***


## rozmaitości

### O jedną planetę mniej

Rok temu odkryto planetoidę 2003 UB313, która okazała się mieć średnicę większą od Plutona. Czy powinna być uznana za kolejną planetę czy raczej Pluton powinien przestać nią być?

Pluton został odkryty w 1930 r. przez Amerykanina Clyde'a Tombaugha, ma zaledwie 2,3 tys. km średnicy, a jego bardzo wydłużona orbita jest nachylona do ekliptyki pod kątem 18°, co powoduje, że co jakiś czas Pluton przecina trasę, po której krąży Neptun.

Już od kilku lat astronomowie spierali się o status Plutona i jego przynależność jednocześnie do dwóch grup — planet i planetoid, z pasa których Pluton prawdopodobnie pochodzi. Rozwiązanie podała Międzynarodowa Unia Astronomiczna na tegorocznym, sierpniowym sympozjum w Pradze, ustalając ostateczną (?) definicję planety. Po ośmiu dniach dyskusji postanowiono, że planeta to ciało niebieskie, które krąży dookoła Słońca, posiada wystarczającą masę, aby dzięki własnej grawitacji osiągnąć kształt kulisty (lub prawie kulisty) i równowagę hydrostatyczną oraz „wyczyściło" swą orbitę z innych obiektów.

Unia podzieliła obiekty Układu Słonecznego na trzy kategorie. Do pierwszej należy osiem znanych planet: Merkury, Wenus, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran i Neptun. Drugą stanowią planety karłowate, w tym Pluton i inne ciała o kulistym (lub prawie kulistym) kształcie, które nie są księżycami i obiegają Słońce po orbitach wspólnych z innymi ciałami. Trzecia kategoria to małe ciała Układu Słonecznego, czyli wszystkie niekuliste planetoidy i głazy, które krążą dookoła naszej gwiazdy.

Artystyczna wizja Eris i Dysnomii źr. universetoday.com

(*kw*)

### Xena, czyli Eris

Międzynarodowa Unia Astronomiczna zatwierdziła nowe nazwy dla planety karłowatej 2003UB313 i jej księżyca S/2005 (2003 UB313)1. Dotychczas potocznie nazywana Xeną (za bohaterką serialu „Xena-wojownicza księżniczka") planeta nosi teraz nazwę Eris, a jej księżyc, dotychczas nazywany Gabrielle (za przyjaciółką serialowej Xeny) — Dysnomia.

Planeta Eris, należąca do tej samej grupy obiektów karłowatych co Pluton, została odkryta w Obserwatorium Palomarskim 5 stycznia 2005 r. przez M. E. Browna, C. A. Trujillo oraz D. Rabinowitza. Położona dalej niż Pluton potrzebuje aż 560 lat na dokonanie pełnego obiegu dookoła Słońca. Księżyc jest około 60 razy słabszy od Eris, jego średnicę szacuje się na około 450 km a okres obiegu na 14 dni.

Ze względu na rolę, jaką planeta odegrała w degradacji Plutona, nowa nazwa idealnie do niej pasuje. Eris bowiem w mitologii greckiej jest imieniem bogini niezgody, chaosu i nieporządku. Przybyła ona nieproszona na wesele Peleusa i Tetydy, rzuciła między boginie jabłko z napisem „Dla najpiękniejszej", wywołując spór między Ateną, Afrodytą i Herą, co w konsekwencji doprowadziło do wojny trojańskiej. Dysnomia to imię córki bogini Eris i oznacza dosłownie „bez porządku".

(*kw*)

Włodzimierz Nawrocki
Elżbieta Nawrocka

# Arystotelesowska Strageria — miejsce narodzin fizyki

***Północna część Półwyspu Chalcydyckiego jest spokojna i pełna uroku. Turyści spieszący na plaże południa na ogół nie zatrzymują się w tym rejonie. Warto jednak poświęcić mu trochę uwagi, choćby po to, by zobaczyć Stragerię — miejsce urodzenia Arystotelesa. Na wzgórzu, koło wioski, skąd roztaczają się wspaniale widoki okolicy, znajduje się okazały marmurowy pomnik filozofa i kilka dużych stanowisk prezentujących znane doświadczenia fizyczne***

Autorzy przy pomniku Arystotelesa

Samodzielnie wytworzony wir

Arystoteles urodził się w 384 r. p.n.e. w Stragerii na Półwyspie Chalkidiki, dzisiejsza Grecja, jako syn lekarza. Wcześnie stracił rodziców. W wieku 17 lat przybył do Aten, gdzie na dwadzieścia lat przyłączył się do Akademii Platona.

Po śmierci Platona przeniósł się do księcia Hermiasa z Aterneusu do Assos w Małej Azji, gdzie poślubił jego bratanicę i jednocześnie adoptowaną córkę.

Od roku 342 na dworze króla Filipa Macedońskiego przejął wychowanie 14-letniego Aleksandra.

Około 335 roku p.n.e. powrócił do Aten, nauczał początkowo w Lykeionie (liceum), a następnie założył prawdopodobnie własną szkołę Peripatos. Możliwe też, że powstała ona dopiero po śmierci Arystotelesa i została nazwana tak przez studentów. Z pewnością jednak założył on muzeum historii, przyrody z biblioteką map i manuskryptów, a także jego własnych pism. Po śmierci Aleksandra (w roku 323 p.n.e.) Ateńczycy zarzucali mu bezbożność. Arystoteles zbiegł do Chalkis na wyspie Eubei, gdzie w 322 r. p.n.e. w wieku 62 lat osamotniony zmarł.

Arystoteles był znanym badaczem przyrody oraz zajmował się etyką. Był nauczycielem sztuki i wiedzy o państwie. Obok swoich popularnych dzieł Arystoteles napisał liczne publikacje naukowe, m.in. osiem ksiąg „O fizyce", cztery księgi „O niebie", dwie księgi „O powstaniu i przemijaniu", cztery księgi „O meteorologii" i dziesięciotomową „Wielką historię zwierząt".

Arystoteles do przyrody zaliczał wszystko, co nosi w „sobie samym", co jest podstawą zmiany swych stanów.

Fizykę ujmował jako naukę o ruchach albo o zmianach. Te zmiany mogą być trojakiego rodzaju: przestrzenne albo miejscowe, jakościowe albo materialne i ilościowe. W ten sposób Arystoteles stworzył podstawy podziału nauk przyrodniczych na mechanikę, chemię i biologię. Świat traktował jako istniejący od wiecznych czasów. Jego najdoskonalszą część stanowiła dla niego wypełniona eterem przestrzeń nieba. Potem dla Arystotelesa następowały sfery planet i niedoskonały przemijający świat oraz kula ziemska, w której jednocześnie upatrywał centrum Wszechświata.

Na podstawie cienia przy zaćmieniu Księżyca wnioskował o kulistej formie Ziemi. Wprowadził literowe oznaczenia wielkości matematycznych. Zajmował się teorią funkcji nośnej dźwięku w powietrzu, przyspieszeniem spadających swobodnie ciał, rozgrzewaniem przez tarcie, procesem topnienia i różnorodnością punktów topnienia poszczególnych metali. Znał proces oczyszczania żelaza otrzymywanego z rudy, poprzez wielokrotne stapianie. Opisał przekładnię zębatą.

Jest nie do podważenia, że IV stulecie p.n.e. w starożytnej Grecji charakteryzowało się intensywnymi pracami badawczymi i interpretacją teorii

naukowych. W III stuleciu prace te osiągnęły najwyższy poziom. Pierwszymi przedstawicielami nauk przyrodniczych byli filozofowie Platon i Arystoteles, a ich następcy to już specjaliści w określonej dziedzinie nauki.

W bardzo dużym stopniu do rozkwitu nauki i techniki przyczynił się Arystoteles. Jego badania, pisma i wykłady zapoczątkowały rozwój nauki trwający całe stulecia. Z drugiej strony uważa się, że opisane przez Arystotelesa idee — uważane za pierwsze dzieło o fizyce (ok. 330 r. p.n.e.) — zaciążyły niekorzystnie na jej rozwoju przez ponad 1600 lat. W 1209 r. synod paryski zakazał rozpowszechniania nauk Arystotelesa.

Obecnie uważa się, iż większość odkryć i ówczesnych osiągnięć w starożytnej Grecji dały efekt tylko w postaci zabawek, jednak została otwarta droga do rozwoju nauk przyrodniczych i późniejszego praktycznego wykorzystania tej wiedzy.

Dzisiaj zabawki te triumfują w nauczaniu, czego dowodem jest ogromny, prawie 2-hektarowy plac w arystotelesowskiej Stragerii, gdzie na kilkunastu stanowiskach zlokalizowanych pomiędzy powiedzeniami Arystotelesa wykutymi w płaskich skalnych tablicach umieszczono ich duże repliki. Triumf odniósł też sam Arystoteles, który ze środka placu przygląda się bawiącym, swojej fizyce i ponadczasowym powiedzeniom.

W 2006 r. w jedno z lipcowych popołudni, przebywając w Stragerii, mogliśmy wraz z naszymi synami uczestniczyć w tej zabawie, a jednocześnie wspaniałej nauce na wolnym powietrzu.

Po wejściu na plac zabawę otwierało pięć dużych tarcz pomalowanych w symetryczne wzory o strukturze falistych i kolistych czarnych linii, które po wprawieniu przez nas w ruch były źródłem nowych, niezapomnianych wrażeń wzrokowych.

Obok, przy kolejnym stanowisku, obracając mechanizmem korbowym, można było w specjalnie do tego celu przygotowanej szklanej tubie wypełnionej wodą wytworzyć wspaniały wir. Stanowisko to stało się dla nas znakomitym miejscem do zabawy i rywalizacji, czyj wir będzie bardziej imponujący.

Naszym zmaganiom w tym miejscu towarzyszyły powiedzenia:

*Nadzieja jest snem na jawie,*

*Drogi przyjaciel Plato, ale droższa prawda,*

*Pańskie oko konia tuczy.*

Na kilku następnych stanowiskach mieliśmy do czynienia z ruchem drgającym. Ruch ten był bardzo tu zaakcentowany, gdyż jest rodzajem ruchu często spotykanym w przyrodzie oraz wielu urządzeniach codziennego użytku. Na skonstruowanym wahadle mogliśmy zaobserwować drgania o malejącej amplitudzie, które w fizyce nazywamy drganiami tłumionymi. Natomiast w pobliżu za pomocą połączonych ze sobą wahadeł przedstawione było zjawisko rezonansu mechanicznego. Za pomocą tych samych wahadeł można było w innym przypadku wytłumaczyć kilka podstawowych praw fizyki związanych ze zderzeniami ciał. Przy zderzeniach dochodziło bowiem do elastycznego pchnięcia, przy czym za każdym razem ruch kontynuowała ta sama masa, która go zaczęła.

O tym, że przy tych stanowiskach można było wytłumaczyć dużo praw fizycznych, świadczyły umieszczone opodal powiedzenia Arystotelesa o prawdzie, takie jak:

*Prawda leży pośrodku — może dlatego wszystkim zawadza,*

*Prawdziwa wiedza to znajomość przyczyn,*

*Nie poznamy prawdy, nie znając przyczyny.*

Pomimo że do starożytnej Grecji soczewki do zapalania ognia dotarły z Mezopotamii a następca Arystotelesa, Archimedes, źródła tego użył do spalenia rzymskiej floty za pomocą układu wklęsłych luster, optyka w Stragerii była reprezentowana przez imponujących rozmiarów pryzmat i soczewkę.

Oglądając pryzmat, można było przyjrzeć się jego geometrii oraz zaobserwować zjawisko rozszczepienia światła białego na barwy widmowe.

W pobliżu zamocowano w specjalnym uchwycie dużą soczewkę skupiającą dwuwypukłą. Po skierowaniu tej soczewki do światła słonecznego bez trudu syn mój zaobserwował miejsce poza soczewką, w którym wiązka promieni uległa skupieniu i wyznaczyła ognisko. Następnie po wstawieniu w tym miejscu kawałka leżącej nieopodal kory po kilkunastu sekundach zaczynała się ona tlić, o czym wszyscy wiedzieliśmy, a o czym wcześniej wiedział Archimedes, któremu nieobce były też powiedzenia jego nauczyciela znajdujące się w tym miejscu.

*Mniejsze rzeczy trzeba poświęcać dla większych,*

*Nie ma geniuszu bez ziarna szaleństwa,*

*Nieszczęście ludzi brata.*

Akustykę, czyli naukę o dźwiękach, mogliśmy poznać na wielkich cymbałkach, gdzie każdy z pojedynczych elementów miał długość 1 m. Uderzenie w takie cymbałki sprawiało, że dźwięki rozchodziły się bardzo donośnie po całej okolicy, a prostą zabawą mogliśmy zmieniać wysokość dźwięku.

Dyskretne sekrety każdy z nas przekazywał jeden drugiemu w ustawionych naprzeciwko siebie dwóch parabolicznych muszlach, w których następowało odbicie dźwięku, a słyszały go tylko wtajemniczone osoby.

Natomiast o doznaniach zmysłowych, jakie w tym miejscu można było zasmakować, mówiły umieszczone tablice z powiedzeniami:

*Nie ma nic w umyśle, czego by przedtem nie było w zmysłach,*

*Jedna jaskółka nie czyni wiosny.*

O przemijaniu i o tym, że w Stragerii spędziliśmy prawie 2 godziny na zabawie połączonej z nauką, przypominał wspaniały, duży zegar słoneczny oraz ciągle aktualne powiedzenia Arystotelesa:

*Świat nie miał początku i nie będzie miał końca,*

*Starość nie jest niczym innym, jak tylko powtórzeniem wieku dziecięcego,*

*Wdzięczność szybko się starzeje,*

*Ruch jest wieczny, tak jak i czas, który go mierzy; pojęcie teraźniejszości zawiera pojęcie przeszłości i przyszłości.*

Ostatni cytat mówiący o ruchu i o czasie uświadomił nam, że Arystoteles to ojciec fizyki, ponieważ ujmował ją jako naukę o ruchach, która przetrwała w czasie.

Dla nas pobyt w Stragerii to nie tylko wspomniane już wcześniej 2 godziny zabawy, ale niezapomniane wrażenia, które na długo pozostaną w naszej pamięci, ponieważ mogliśmy przebywać w miejscu, w którym narodziła się fizyka.

***Włodzimierz Nawrocki** jest doradcą metodycznym fizyki w Łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego. W zakresie doradztwa metodycznego podlegają Mu wszystkie szkoły gimnazjalne i ponadgimnazjalne w Łodzi*

Andrzej Woszczyk

# Z kart historii astronomii polskiej

## Jan GADOMSKI, 1889–1966

***W roku 2006 mijają dwie rocznice dotyczące ważnych postaci astronomii polskiej: 40-lecie śmierci Jana Gadomskiego i setna rocznica urodzin Macieja Bielickiego. Z tej okazji pragniemy przypomnieć tych dwóch astronomów XX w.***

Urodził się w Czatkowicach pod Krakowem. Od najmłodszych lat był zafascynowany gwiazdami, za co, jak mówił, „odpowiedzialny jest Kamil Flamarion". Mając 15 lat, zbudował na dachu (strychu?) rodzinnego domu obserwatorium astronomiczno-meteorologiczne i dokonywał regularnych obserwacji przy pomocy własnoręcznie zbudowanej lunety.

W roku 1908 ukończył gimnazjum, a w latach 1908–1914 odbył studia astronomiczne, wszystko w Krakowie. Asystentem Obserwatorium Krakowskiego został dopiero w 1919 r., gdy kierownictwo Obserwatorium objął Tadeusz Banachiewicz. To on zainicjował i regularnie prowadził obserwacje gwiazd zmiennych zaćmieniowych, których Obserwatorium Krakowskie stało się później międzynarodowym centrum. W roku 1922, z ramienia Obserwatorium Krakowskiego, założył stację astronomiczną na Łysinie (obecnie Lubomir) i przez 2 lata tam pracował (wraz z żoną Marią). W roku 1927 Jan Gadomski objął stanowisko adiunkta w Obserwatorium Warszawskim i na tym stanowisku pozostał do końca swej kariery naukowej. Był bardzo aktywny przy budowie stacji obserwacyjnej UW na Pop Iwanie w Czarnohorze (w Karpatach Wschodnich, obecnie na Ukrainie). Okupację niemiecką przeżył w Warszawie, a po wojnie został mianowany kierownikiem Obserwatorium Warszawskiego. Obok odbudowy całkowicie zrujnowanego (spalonego) gmachu Obserwatorium, Gadomski założył filię Obserwatorium Warszawskiego w Ostrowiku, gdzie ulokował uratowane z pożogi wojennej instrumenty z obserwatorium UW na Pop Iwanie.

Dorobek naukowy Jana Gadomskiego obejmuje ok. 20 prac naukowych i ok. 200 doniesień, dotyczących głównie obserwacji gwiazd zaćmieniowych. Niezwykle bogata była działalność popularyzatorska Jana Gadomskiego: opublikował kilka książek (np. cieszące się wielkim zainteresowaniem *Obrazy nieba*) i broszur o tematyce astronomicznej oraz wygłosił bardzo wiele pogadanek radiowych i innych dla dużej liczby słuchaczy. W roku 1948 doprowadził do wskrzeszenia zakazanego przez okupantów Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i został jego pierwszym powojennym prezesem. W latach 1946–1950 był redaktorem wznowionej przez siebie „Uranii".

Jego nazwisko nosi jeden z kraterów na niewidocznej z Ziemi stronie Księżyca.

A oto wspomnienie o Ojcu i Dziadku, jakie napisały dla „Uranii" Córka Ewa Gadomska-Szczepankowska i Wnuczka Barbara Scudder.

### WSPOMNIENIA O DR. JANIE ROLA GADOMSKIM

*Pochodził z bogatej mieszczańskiej rodziny, miał czworo rodzeństwa: dwóch*

*braci i dwie siostry. Rodzice postanowili bezpiecznie ulokować majątek i wybudowali dwie kamienice w Krakowie. Nawet do głowy im nie przyszło, że po II wojnie budynki zabierze państwo, a rodzina zostanie sprowadzona wyłącznie do roli administratora zbierającego czynsz dla władz dzielnicy! Gdy budowano te domy, rodzina oszczędzała na wszystkim. Dzieci jadły byle co, niczym biedota, a Jan Gadomski miał ze swym o rok starszym bratem Tadeuszem wspólne spodnie na „wielkie wyjścia" z domu. Wychodzili więc na zmianę. W dzieciństwie Jan zachorował na szkarlatynę tak poważnie, iż lekarze rozkładali ręce, nie wierzyli, że przeżyje. Ojciec zabrał go ze szpitala i uratował starymi ludowymi sposobami. Jedynym śladem po niemal śmiertelnej chorobie była całkowita utrata wzroku w jednym oku.*

Dr Jan Gadomski wpisuje dedykację do swej książki „Obrazy nieba"

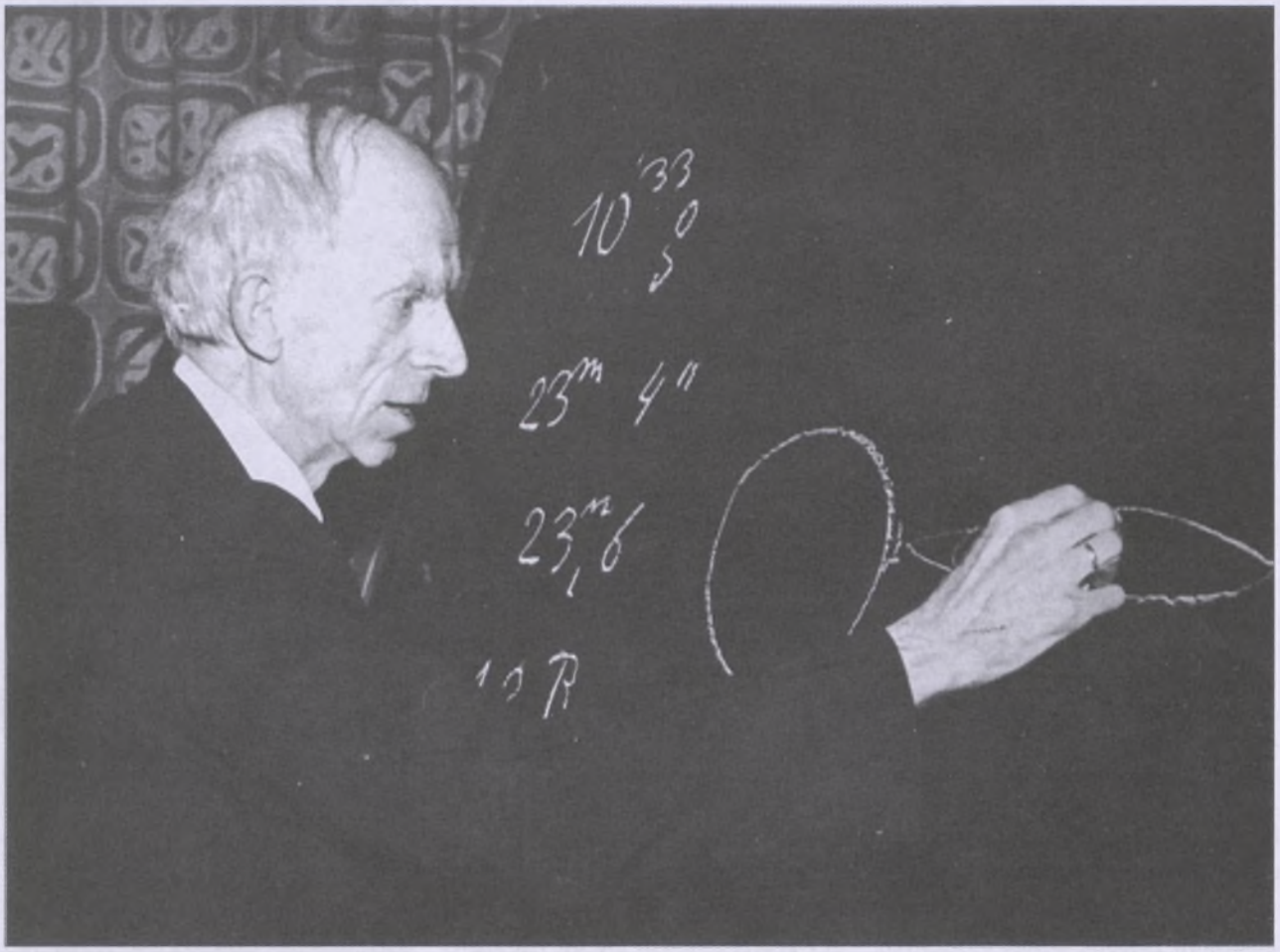
*Jan od dzieciństwa nie miał wątpliwości i już jako mały chłopczyk wiedział, że będzie astronomem. Na studiach aktywnie uprawiał sport, kochał wysokogórskie wspinaczki, narciarstwo, był też członkiem klubu kajakarskiego. W klubie poznał swą przyszłą żonę Mariannę, jedną z nielicznych kobiet w gronie studentów filozofii. Dwoje odważnych, obdarzonych fantazją ludzi nie bało się wyzwań. Na początku lat 20. małżonkowie spędzili dwa lata w Beskidzie Makowskim. W maleńkiej, prymitywnej chatce na samym szczycie Łysiny zorganizowali małe obserwatorium astronomiczne, stację obserwacyjną Obserwatorium Krakowskiego (1922 r.). Zimą byli odcięci od świata, musieli wędrować wiele kilometrów do najbliższej wioski po prowiant. Jak wspominała jego żona, pisarka, „sarny zaglądały nam do okien, a domek był tak prymitywny, że zimą, przy zamkniętych oknach wiatr mi włosy rozwiewał". W 1929 r. razem z małą córeczką małżonkowie Gadomscy przeprowadzili się do Warszawy i zamieszkali wraz z rodzinami innych astronomów w Obserwatorium Astronomicznym usytuowanym w Ogrodzie Botanicznym, Al. Ujazdowskie 4. Na kilka lat przed wojną Jan i Marianna postanowili kupić posiadłość nad jeziorem Narocz (tereny obecnej Białorusi). Jan osobiście angażował się w budowę domu, pomagał przewozić cały materiał — m.in. drewniane bale i wielkie kamienie na podmurówkę — saniami, po zamarzniętym jeziorze. Dom został wybudowany wiosną w 1939 r., rodzina spędziła tam jedne wakacje.*

Jan Gadomski odpina narty przed budynkiem Stacji Obserwacyjnej na Łysinie (dzisiaj Lubomir) — rok 1922

*Bodaj w 1931 r. Jan wybrał się w podróż balonem ze słynnym Franciszkiem Żwirką, miał obserwować zaćmienie Księżyca. Niewiele brakowało, a lot skończyłby się dramatycznie. Zachmurzenie uniemożliwiło obserwacje, a silny wiatr spychał balon w pobliże granicy sowieckiej.*

## Czasy okupacji

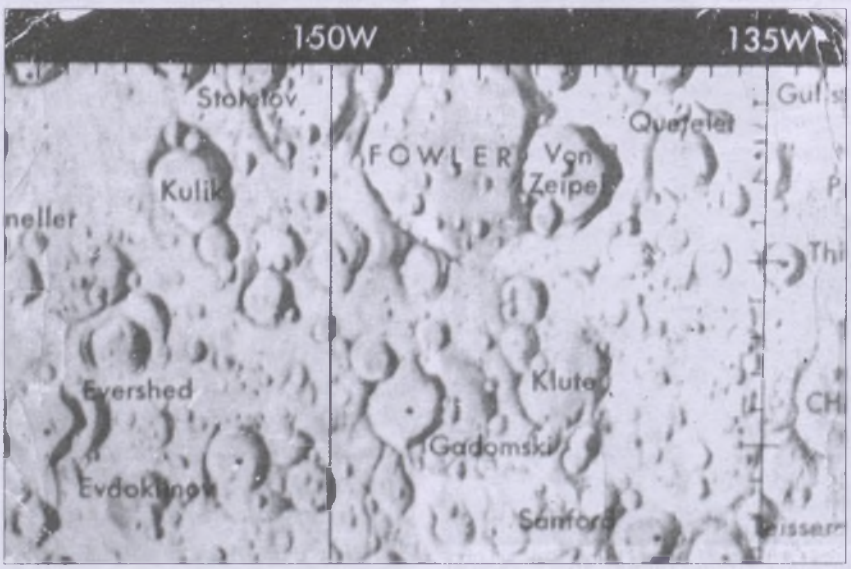
*Małżonkowie Gadomscy pracowali w konspiracji, w ich mieszkaniu odbywały się zebrania. Jan opracowywał prognozy meteorologiczne dla zrzutów. W dniu wybuchu Powstania Warszawskiego Niemcy wkroczyli do Obserwatorium, wypędzili wszystkich na podwórze i zaczęli przeszukiwać budynek. Szukali broni dla powstańców. Wszyscy stali przez 5 godzin, patrząc w wycelowane w nich lufy karabinów. Wiedzieli, że zginą, ponieważ w Obserwatorium ukryto mnóstwo broni. Niemcy jednak nic nie znaleźli. Rodziny astronomów ocalały i aż do 12 sierpnia koczowały w piwnicy. Potem Niemcy kazali wszystkim pieszo wędrować do obozu pod Warszawą. Rodzinie Gadomskich udało się uciec i do końca powstania ukrywali się na Okęciu. Gdy powstanie zostało stłumione, Jan, który znał doskonale niemiecki, poprosił oficera Wehrmachtu ze stacjonującej tam jednostki,*



Dr Jan Gadomski w czasie wykładu (ok. 1957 r.)

*by pozwolił mu pojechać do Warszawy. Chciał sprawdzić, czy ocalały jakieś książki z biblioteki Obserwatorium. Niemiec zgodził się, wypożyczył nawet ciężarówkę z kierowcą. Zrujnowane ulice Warszawy przypominały wielki sklep z perskimi dywanami i innymi dobrami porzuconymi przez uciekających mieszkańców. Kierowca namawiał Jana, by coś sobie wziął, ale on się nie zgodził. Biblioteka nie ocalała z pożogi, Jan zabrał tylko z własnego mieszkania żelazko ze spaloną rączką, nadpaloną kołdrę puchową i maszynę do szycia dla żony.*

*Jeszcze podczas wojny rodzina Gadomskich powróciła do Krakowa. Po wojnie Janowi udało się załatwić mieszkania dla wielu bezdomnych astronomów w kamienicy na św. Tomasza, jednocześnie zorganizował też bibliotekę astronomiczną. I zbierał ocalałe elementy obserwatorium na Pop Iwanie. Po paru latach rodzina Gadomskich przeniosła się do Ostrowika koło Kołbieli, by tam urządzić kolejne obserwatorium.*




Fragment mapy Księżyca z zaznaczonym kraterem Gadomskiego

## *Ojciec i naukowiec*

*Jan Gadomski był wspaniałym człowiekiem, opiekuńczym i odpowiedzialnym mężem, ojcem i dziadkiem. Opiekował się także młodymi astronomami, chętnie im pomagał w karierze zawodowej. Miał wiele osiągnięć naukowych. W roku 1953 został członkiem Komisji Gwiazd Zmiennych Międzynarodowej Unii Astronomicznej, a od 1963 r. również Komisji Badań Fizyki Planet. Gwiazdy zmienne pasjonowały go od wczesnych zainteresowań astronomicznych. A później interesowały go możliwości życia we Wszechświecie i badał warunki, w jakich mogą istnieć wokół gwiazd planety, na których mogłoby rozwinąć się życie. Był znakomitym popularyzatorem astronomii, pisał książki, wygłaszał pogadanki i wykłady radiowe. Międzynarodowa Unia Astronomiczna nazwała Jego imieniem krater na niewidocznej z Ziemi stronie Księżyca.*

# Maciej BIELICKI, 1906–1988

Urodził się w Warszawie 18 września 1906 r. i całe dorosłe życie był związany z Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego. Zmarł w Warszawie 27 listopada 1988 r. Od 1922 r. aż do śmierci, przez 66 lat był członkiem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii.

Studia astronomiczne Maciej Bielicki rozpoczął po zdaniu matury w 1925 r. Jako student III roku, od września 1928 r. zaczął pracować w Obserwatorium jako asystent wolontariusz, by następnie awansować na kolejne etatowe stanowiska — asystenta, st. asystenta, wreszcie adiunkta i docenta. Jego opiekunem naukowym i kierownikiem przed II wojną światową był prof. Michał Kamieński. On też wyznaczył jego orientację naukową na prace instrumentalne i teoretyczno-rachunkowe. Ustawiał i regulował Maciej Bielicki różne narzędzia i instrumenty, głównie astrometryczne, oraz zegary i chronometry niezbędne do ówcześnie prowadzonych w Obserwatorium prac badawczych. Obserwował zakrycia gwiazd przez Księżyc, zaćmienia Słońca i Księżyca, wyznaczał pozycje różnych obiektów. Największe jednak znaczenie miały jego prace teoretyczne i rachunkowe. Uczestniczył w obliczeniach orbit i efemeryd wielu komet — rezultaty publikował głównie we współpracy z prof. Kamieńskim. Prowadził prace teoretyczne dotyczące tzw. rachunku wyrównawczego. Po wojnie, w 1956 r., uzyskuje doktorat (wtedy nazywany na wzór sowiecki kandydaturą nauk) w dziedzinie mechaniki nieba, a w 1966 r. przeprowadza przewód habilitacyjny — wszystko na Uniwersytecie Warszawskim. Od tego momentu zostaje mianowany docentem i na tym stanowisku pozostaje do przejścia na emeryturę w 1976 r. Po uwolnieniu się od obowiązków w Uniwersytecie Warszawskim, przez kilka lat prowadzi wykłady w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Olsztynie oraz jest konsultantem w Zakładzie Mechaniki Nieba Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie.

W roku 1957, po pojawieniu się na niebie pierwszego sztucznego satelity, Maciej Bielicki błyskawicznie zorganizował obserwacje pozycyjne tego obiektu (Stacja Obserwacji Sztucznych Satelitów Ziemi nr 1155, jest oceniana jako jedna z najlepszych na świecie) i wokół niego, na dachu gmachu Obserwatorium, gromadzili się młodzi obserwatorzy, którzy stali się później zaczynem Sekcji Obserwacyjnej PTMA w Warszawie. W roku 1974/1975 Maciej Bielicki zorganizował kampanię obserwacyjną planetoidy Eros, która w lutym 1975 r. zbliżała sie do Ziemi na odległość zaledwie 23 mln km.

Maciej Bielicki był sercem i duszą całkowicie oddany astronomii. Porywał słuchaczy, czy to studentów, czy uczestników jego wykładów popularnonaukowych, swoim zaangażowaniem w wykładany przedmiot, choćby najbardziej nudny i niewdzięczny, swą opowieścią i towarzyszącymi wykładowi komentarzami. Przez całe życie bardzo aktywnie współpracował z miłośnikami astronomii, którzy licznie gromadzili się wokół Niego, słuchali jego seminariów, pytali o rady. Znajdował zawsze czas, aby każdego wysłuchać, z każdym, kto przyszedł do Niego ze swymi astronomicznymi wątpliwościami czy pytaniami, życzliwie porozmawiać i poszukiwać z nim odpowiedzi na postawiony problem. Z inicjatywy Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w 1979 r. został odznaczony Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski.

W stulecie urodzin Macieja Bielickiego Oddział Warszawski PTMA zorganizował specjalne posiedzenie związane z tą rocznicą. Wspominano Docenta, przypominano sobie, jak to dawniej w Jego pracowni bywało, słuchano, z archiwalnych taśm magnetofonowych, jednego z Jego wykładów.

Zdjęcie wykonane podczas obserwacji częściowego zaćmienia Słońca w Warszawie 29 kwietnia 1976 r. Fot. Roman Fangor

Relację z tej uroczystości można znaleźć na stronie **http://www.astrojawil.pl**. Więcej o życiu i działalności doc. dr. hab. Macieja Bielickiego można znaleźć w „Uranii" nr 10 z roku 1989, s. 299–306.

Bielicki zaznacza w atlasie pozycje Erosa (wg efemeryd Marsdena). Fot. Roman Fangor

**Wspomnienie o Docencie Macieju BIELICKIM Jego ucznia i wieloletniego współpracownika Romana FANGORA**

*Docenta Macieja Bielickiego znałem ponad 25 lat. Z Jego nazwiskiem zetknąłem się po raz pierwszy we wrześniowym numerze „Uranii" z 1956 r., który otrzymałem po wstąpieniu do PTMA. Doc. M. Bielicki był bowiem przez wiele lat autorem kalendarzyka astronomicznego w „Uranii". W przedwojennych numerach „Uranii" można było przeczytać m.in. o wykonywanych przez Niego (a także prof. Eugeniusza Rybkę i innych astronomów) obserwacjach zakryć gwiazd przez Księżyc. Znalazłem też w „Uranii" z 1923 r. informację, że wśród nowo przyjętych członków PTMA (wówczas była inna nazwa Towarzystwa) jest Maciej Bielicki. Wstąpił do PTMA w 1922 r. — a więc w wieku 16 lat!*

*Koniec lat 50. i początek 60. — to początek ery lotów w Kosmos zarówno satelitów bezzałogowych, jak i lotów człowieka. Był to czas wielkiego zainteresowania astronautyką i astronomią, także w Polsce. Na odczyty, które w Warszawie oprócz doc. Bielickiego wygłaszali prof. Włodzimierz Zonn oraz prof. Jan Gadomski, przychodziły dosłownie setki osób. Także pokazy nieba, organizowane przez Zarząd Oddziału Warszawskiego PTMA w pawilonie obserwacyjnym przy Obserwatorium Astronomicznym UW, a nazywanym „tymczasowym" Ludowym Obserwatorium Astronomicznym, przyciągały dziesiątki, a nawet setki osób każdego pogodnego wieczoru. Miałem wówczas bliższy kontakt z doc. Bielickim na studiach astronomicznych.*

*Stopniowo zainteresowanie obserwacjami (i pokazami) w Oddziale PTMA w Warszawie zaczęło maleć, Sekcje Obserwacyjne Oddziału po odejściu od nich znanych astronomów przestały działać, sytuacja samego Oddziału Warszawskiego była coraz trudniejsza, aż wreszcie szczególnym wydarzeniem w Warszawie było „uczczenie" 500 rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika przez... usunięcie Oddziału Warszawskiego PTMA z Obserwatorium Astronomicznego UW, gdzie Oddział miał siedzibę od 1950 r.*

*Niemal w tym samym czasie, gdy maszyny i narzędzia będące wyposażeniem Sekcji Instrumentalnej PTMA znalazły się przed Obserwatorium na dworze i śniegu, dzięki pomocy doc. M. Bielickiego (oraz życzliwości prof. W. Zonna) udało się zorganizować obserwacje zakrycia Saturna przez Księżyc w nocy 10/11 grudnia 1973 r. Ta obserwacja zapoczątkowała nowy okres w działalności Sekcji Obserwacyjnej Oddziału. Wykonywanie obserwacji zakryć gwiazd i planet przez Księżyc wymagało odpowiedniego przystosowania do tego celu istniejących teleskopów oraz zorganizowania od podstaw służby czasu. Dzięki radom doc. Bielickiego oraz pracy dwóch członków Oddziału, po kilku miesiącach można było prowadzić obserwacje zakryciowe przez kilku obserwatorów jednocześnie i pomiarze czasu z dokładnością ok. ±0,03 s.*

*Pod koniec 1974 r. doc. M. Bielicki zwrócił się do mnie z propozycją wzięcia udziału w obserwacjach pozycyjnych planetoidy Eros, która w lutym 1975 r. miała się zbliżyć do Ziemi na odległość zaledwie 23 mln km. Tak zaczęła się moja wieloletnia współpraca obserwacyjna z doc. Bielickim.*

*Obserwacje pozycyjne Erosa były wielką próbą — przede wszystkim sprzętu. Lucjan Newelski — wówczas kierownik Sekcji Instrumentalnej Oddziału Warszawskiego — zajmował się przygotowaniem sprzętu do obserwacji; wykonał także oryginalny mikro-*

*metr do obserwacji pozycyjnych wykonywanych przez doc. Bielickiego. Aby wyniki miały wartość naukową, obserwacje musiały być wykonane z dokładnością lepszą niż 1". Obserwacje były także próbą obserwatorów — oprócz autora artykułu oraz L. Newelskiego, obserwacje wykonywali kol. P. Grzędzielski, A. Królikowski i N. Wikliński. Warunki, w jakich prowadziliśmy obserwacje, były trudne, zwłaszcza podczas mrozów — bowiem obserwatorzy byli często wypraszani z Obserwatorium, gdzie chcieliśmy się ogrzać po kilku godzinach pobytu na mrozie. Wówczas korzystaliśmy z gościnności doc. Bielickiego i grzejąc się w Stacji Obserwacyjnej, słuchaliśmy wielu rad i wskazówek dotyczących prowadzenia obserwacji oraz analiz błędów, popełnianych przez obserwatorów. Doc. Bielicki poświęcił nam wówczas wiele godzin podczas takich seminariów, a część z nich była przez nas nagrywana jako materiał szkoleniowy. Analizy pierwszych wyników obserwacji pozycyjnych Erosa wypadły pozytywnie, możliwe więc było kontynuowanie tego typu obserwacji. Kolejną propozycją doc. Bielickiego było rozszerzenie działalności Sekcji na całe nasze Towarzystwo — w 1976 r. powstała Sekcja Obserwacji Pozycyjnych PTMA. Niestety, część obserwatorów zrezygnowała z prowadzenia obserwacji i kiedy wiosną 1976 r. Sekcja otrzymała od doc. Bielickiego efemerydy komety Westa, byłem praktycznie jedynym, który przez prawie trzy miesiące wykonywał obserwacje tej wspaniałej komety. Głównym utrudnieniem była pora obserwacji — krótko przed wschodem Słońca. Aby wykonywać obserwacje, musiałem każdorazowo umawiać się z doc. Bielickim, który o określonej godzinie (np. o 3 w nocy) wychodził z Obserwatorium, otwierał mi bramę wejściową do Obserwatorium, następnie niezależnie ode mnie wykonywał także obserwacje pozycyjne komety teleskopem Cassegraina PTMA (o średnicy 150 mm), na koniec ponownie otwierał bramę i umożliwiał powrót do domu o świcie.*

*Następne obserwacje były wykonywane coraz wcześniej i w połowie maja 1976 r. trzeba było przyjeżdżać do Obserwatorium już wieczorem i spędzać pół nocy na obserwacjach. Takich nocy obserwacyjnych było ponad 20. Mimo swojego wieku doc. Bielicki potrafił wykonać w ciągu jednej nocy ponad 100 obserwacji pozycyjnych, a wspaniały wzrok umożliwiał Mu prowadzenie obserwacji teleskopem 150 mm nawet wtedy, gdy kometa była widoczna z trudem przez teleskop 350 mm, którym najczęściej wykonywałem obserwacje pozycyjne. W następnych latach w PTMA w Warszawie wykonywano mniej obserwacji, a zwrot „czego?", z jakim stykali się członkowie PTMA, przychodząc do Obserwatorium Astronomicznego, ja traktowałem jako uprzejmy, ale pozostali obserwatorzy naszego Oddziału zostali tym traktowaniem zniechęceni do astronomii.*

*Nowe możliwości powstały pod koniec 1978 r. Po moim spotkaniu z dr. Markiem Zawilskim, który koordynował obserwacje zakryć gwiazd przez Księżyc w PTMA oraz rozmowach z doc. Bielickim, powstała nowa Sekcja Obserwacyjna, a właściwie rozszerzono działalność dotychczasowej o obserwacje zakryciowe.*

*W dniu 29 IV 1979 r. w Warszawie oficjalnie utworzono Sekcję Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA z siedzibą przy Oddziale Warszawskim. Współzałożycielem oraz kierownikiem naukowym Sekcji został doc. M. Bielicki. W latach 1978–1980 było kilka wydarzeń istotnych dla działalności SOPiZ w Warszawie: przeniesienie Oddziału Warszawskiego PTMA do Centrum Astronomicznego PAN przy ul. Bartyckiej 18, otwarcie wystawy astronomicznej w Muzeum Techniki NOT, której autorami byli kierownicy Sekcji Obserwacyjnej i Sekcji Instrumentalnej Oddziału oraz otwarcie nowego obserwatorium w Liceum PAX z wypożyczonym teleskopem Oddziału Warszawskiego o średnicy 350 mm. Doc. Bielicki był konsultantem naukowym budowanego obserwatorium; kilkakrotnie wygłaszał tam prelekcje dla uczniów i nauczycieli.*

*Do 1984 r. obserwatorzy Oddziału Warszawskiego PTMA działający w SOPiZ wykonywali prawie 40% wszystkich obserwacji zakryciowych w PTMA. Niestety choroba, która była następstwem wypadku, uniemożliwiła później doc. Bielickiemu prowadzenie obserwacji; sam nie życzył sobie odwiedzin, a informacje o Jego zdrowiu przekazywał mi tylko dr Tomasz Kwast z Obserwatorium Astronomicznego UW*

*Docent dr hab. Maciej Bielicki zmarł w Warszawie 27 listopada 1988 r. Na pogrzebie, podczas ulewnego deszczu, żegnali Go głównie astronomowie zawodowi i członkowie Oddziału PTMA w Warszawie. Był członkiem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii od 1922 r., a więc przez 66 lat. Dłużej członkiem naszego Towarzystwa był tylko prof. E. Rybka, zmarły kilkanaście dni później po Macieju Bielickim. Doc. M. Bielicki w rozmowach z nami często podkreślał, że astronom zawodowy powinien też być Miłośnikiem Astronomii i nie wstydził się tego, że będąc wybitnym astronomom był także członkiem PTMA. Przez wiele lat był wiceprezesem Oddziału Warszawskiego PTMA oraz przewodniczącym Głównej Rady Naukowej PTMA. Poświęcił dziesiątki godzin nam, obserwatorom Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć, aby nauczyć nas wykonywania obserwacji astronomicznych o wartościach naukowych. Sekcja Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA straciła w 1988 r. swojego opiekuna naukowego. Dziś jedynie 2 członków PTMA, których szkolił 30 lat temu w wykonywaniu obserwacji, nadal prowadzi obserwacje zakryciowe...*

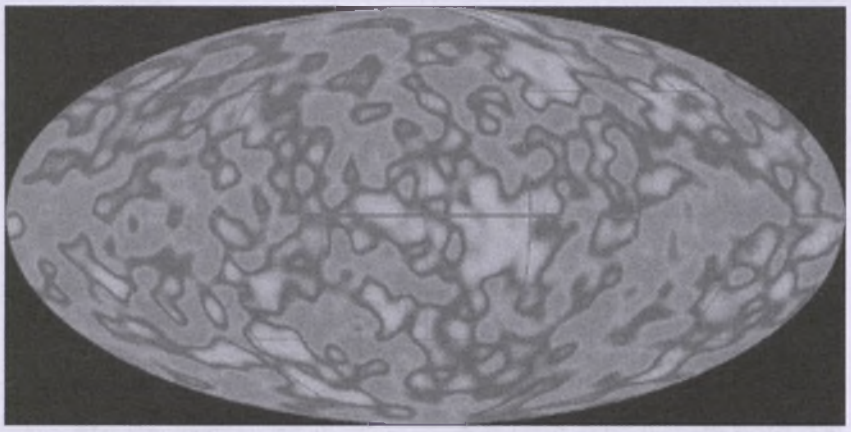
*Doc. M. Bielicki nie doczekał tytułu profesora — zatem szczególną wymowę ma fakt przyznania Mu w 1979 r. Krzyża Kawalerskiego Orderu Odrodzenia Polski, właśnie na wniosek Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii.*

*Przedstawiam 2 zdjęcia spośród tych, które udało mi się wykonać podczas spotkań i obserwacji z udziałem doc. Bielickiego (niezbyt lubił się fotografować).*

*Nasze spotkania szkoleniowe były nagrywane. Niedawno znalazłem taśmy magnetofonowe z tymi nagraniami. Mały fragment innego, wyjątkowego nagrania, z 8 września 1976 r. (a więc 30 lat temu!), kiedy podczas Walnego Zebrania Oddziału PTMA w Warszawie doc. Maciej Bielicki wygłosił (trwający 40 minut) odczyt pt. „Astronomiczne datowania wykopalisk Palmyry" (oraz więcej zdjęć) zostały umieszczone na stronie internetowej Janusza Wilanda, w Kronice (http://www.astrojawil.pl/bielicki.htm) Całe nagranie zostało odtworzone 18 września 2006 r. w Oddziale PTMA, podczas specjalnego spotkania poświęconego doc. Maciejowi Bielickiemu.*

# Nagroda Nobla w dziedzinie fizyki 2006 dla astronomów

John C.Mather z Centrum Godarda NASA i George F. Smoot z Uniwersytetu w Berkeley w USA zostali tegorocznymi laureatami Nagrody Nobla. Królewska Szwedzka Akademia Nauk uhonorowała ich „za odkrycie formy i anizotropii reliktowego mikrofalowego promieniowania tła Kosmosu". Inaczej mówiąc, za to, że dokonali oni pomiarów promieniowania niemowlęcej fazy istnienia Wszechświata i próbowali zrozumieć pochodzenie galaktyk i gwiazd, opierając się na pomiarach wykonanych przy pomocy satelity COBE. Satelita ten został umieszczony na orbicie okołoziemskiej przez NASA w listopadzie 1989 r. Jego rezultaty, już w kilka minut po uruchomieniu aparatury odbiorczej, w sposób kategoryczny potwierdziły teorię Big Bangu, która była jedynym scenariuszem początku Wszechświata, przewidującym istnienie tego rodzaju reliktowego mikrofalowego kosmicznego promieniowania tła. Od tego momentu kosmologia stała się nauką ścisłą. Wkrótce po odkryciach satelity COBE, mikrofalowy obraz Wszechświata został „wyostrzony" przez rezultaty satelity WMAP, a już niedługo będzie dalej i szczegółowiej badany przez przygotowywanego do startu europejskiego satelitę Planck.



Mapa anizotropii reliktowego promieniowania mikrofalowego tła nieba uzyskana po 2 latach pracy instrumentów satelity COBE i po usunięciu promieniowania Drogi Mlecznej. Obserwowane różnice jasności odpowiadają rożnicom temperatury rzędu stutysięcznych części kelwina

John C. Mather

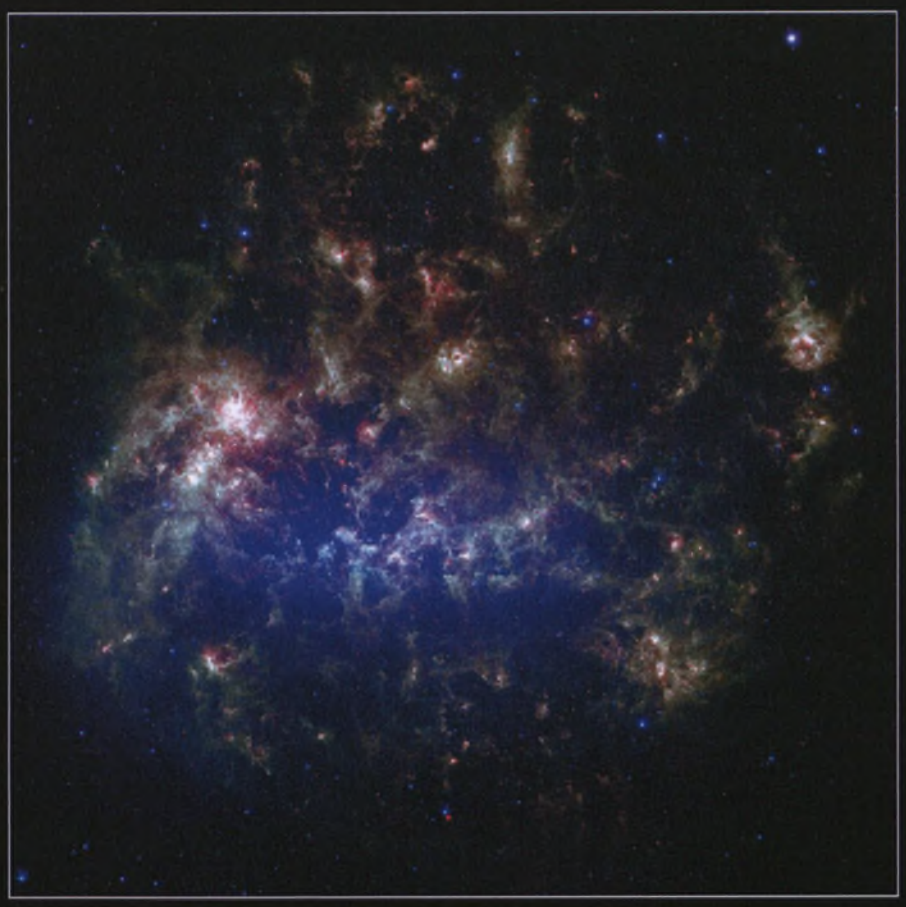
George F. Smoot

Mather i Smoot analizowali charakter promieniowania pochodzącego z pierwszych chwil istnienia Wszechświata. W roku 1992 ekipa COBE ogłosiła, że uzyskali mapę reliktowego mikrofalowego promieniowania nieba, na której są „plamy" świadczące o niższej i wyższej temperaturze tego promieniowania. Te „plamy" uznali za związane z polem grawitacyjnym we wczesnym Wszechświecie i za zalążki olbrzymich gromad galaktyk, które rozciągają się na przestrzeni milionów lat światła. Ekipa COBE wykazała też, że obserwowane promieniowanie ma widmo dokładnie zgadzające sie z teoretycznymi przewidywaniami Big Bangu i że jest widmem promieniowania ciała doskonale czarnego, którego rozkład z długością fali jest zależny tylko od temperatury. W chwili emisji temperatura Wszechświata wynosiła 3000°. Od tego momentu, na skutek rozszerzania się Wszechświata, jego temperatura malała, a obecnie wynosi średnio 2,7° w skali bezwzględnej, co Laureaci też zmierzyli. Wspomniane wyżej „plamy" stanowią małe różnice temperatury obserwowane w różnych kierunkach na niebie i mówimy o tym zjawisku jako o anizotropii promieniowania reliktowego. Mierzone różnice wynoszą zaledwie stutysięczne części stopnia, ale stanowią istotny klucz do zrozumienia procesów narodzin galaktyk i gwiazd. Bez nich Wszechświat rozwijałby się zupełnie inaczej i nie jest wykluczone, że nie powstałoby życie takie jak nasze.

John C.Mather kierował budową satelity COBE i jego aparatury koordynując pracę prawie tysiąca osób oraz był odpowiedzialny za eksperyment, który wykazał, że promieniowanie tła ma charakter promieniowania ciała doskonale czarnego. George F. Smoot był odpowiedzialny za pomiary małych różnic temperatury promieniowania. J.C.Mather urodził się w 1946 r. Doktorat uzyskał na Uniwersytecie w Berkeley w 1974 r., pracuje na stanowisku „starszego astrofizyka" w Centrum Lotów Kosmicznych im. Goddarda w Greenbelt MD, USA. G.F. Smoot urodził się w 1945 r. Doktorat uzyskał w 1970 r. na MIT w Cambridge, MA. Jest profesorem fizyki na Uniwersytecie Kaliformijskim w Berkeley, USA.

*(aw)*

# Wielki Obłok Magellana widziany przez teleskop kosmiczny Spitzera



Mozaika złożona z 300 tys. indywidualnych „kafelków" uzyskanych w 3 podczerwonych barwach o długościach fal 3,6, 8 i 24 $\mu$m zakodowanych jako barwa niebieska, zielona i czerwona. Kolor niebieski, dominujący na zdjęciu i znaczący centralną „belkę", reprezentuje światło starszych gwiazd. Chaotyczne jasne obszary po obu stronach belki są przepełnione gorącymi, masywnymi gwiazdami zatopionymi w grubych pokładach pyłu. Czerwone obszary w tych regionach pochodzą od pyłu rozgrzanego przez gwiazdy. Czerwone, punktowe źródła to bogate w pył stare gwiazdy lub bardziej odległe galaktyki. Zielonkawe chmury to gaz i pył oświetlony przez pobliskie gwiazdy.

Takie obrazy pozwalają astronomom lepiej poznawać procesy zachodzące w pyłowej materii galaktyk.

Wielki Obłok Magellana jest satelitarną galaktyką naszej Drogi Mlecznej. Jego odległość od Ziemi wynosi tylko 160 tys. lat św., a rozmiary sięgają 1/3 rozmiarów naszej Galaktyki.

Fot.NASA/Spitzer

# Pozostałości po supernowej w Małym Obłoku Magellana

Pozostałości po wybuchu supernowej w Małym Obłoku Magellana to mgławica świecąca trochę poniżej środka prezentowanego obrazu. Znajduje się w odległości ok. 50 lat św. od dominującego na tym zdjęciu masywnego obszaru formowania się gwiazd.

Wiek pozostałości po supernowej jest oceniany na 2 tys. lat, co znaczy, że jest to młoda formacja, dopiero zaczynająca swe oddziaływanie z okoliczną materią międzygwiazdową.

Dla astronomów pozostałości po wybuchu supernowej stanowią okazję do badań materii pochodzącej bezpośrednio z jądra masywnej gwiazdy i narzędzie do badania ewolucji gwiazd i procesów fizyczno-chemicznych w nich zachodzących.

Prezentowane zdjęcie zostało uzyskane przy pomocy teleskopu Hubble'a przez zespół „Hubble Heritage Team" w 2003 r.

# Nowy podział Układu Słonecznego

Urania
Postępy Astronomii

# Galeria Uranii

Po prawej bieszczadzkie niebo. Fotografia wykonana w ramach obozu OSOP 2006 w nocy z 28 na 29 lipca 2006 r., przy pomocy aparatu Canon 300D, ISO-800, ekspozycja 10 min z obiektywem typu „rybie oko" Peleng 8/3,5. Fot. Janusz Pleszka

Poniższe dwa zdjęcia nie zostały wykonane z pokładu statku kosmicznego czy jakiejś sondy kosmicznej, lecz z amatorskiego balonu stratosferycznego na wysokości prawie 29 km (patrz s. 242). Aparat cyfrowy Aiptek PenCam w trybie VGA. Fot. Leszek Urbański

Po lewej zachód Słońca nad Zatoką Gdańską 6 lipca 2006 r. Widoczny słup świetlny spowodowany załamaniem światła słonecznego w zorientowanych poziomo kryształkach lodu, tworzących widoczne nad horyzontem chmury. Aparat cyfrowy Kodak DX 7590 (38–380 mm), ISO 200, czas eksp. 1/250 s. Fot. Marcin Chwała

# Częstochowa ma planetarium

Cudownym zbiegiem okoliczności oraz wielkim wysiłkiem zaangażowanych osób we wrześniu tego roku Częstochowa doczekała się uruchomienia dawno wyczekiwanego planetarium. W ośmiometrowej kopule planetaryjnej na gmachu Instytutu Fizyki Akademii Jana Długosza uruchomiono cyfrowy system projekcyjny DIGISTAR III SP firmy Evans&Sutherland Computer Corporation z Salt Lake City. System pozwala na wyświetlanie barwnych obrazów w reżimie trójwymiarowym na ekran sferyczny. Obrazy mogą być statyczne albo dynamiczne. DIGISTAR III posiada wszystkie walory tradycyjnych mechaniczno-optycznych projektorów planetaryjnych. Walory te jednakże stanowią zaledwie skromny ułamek wszystkich jego możliwości.

W planetarium można zobaczyć nie tylko częstochowskie rozgwieżdżone niebo wolne od skażenia miejskim oświetleniem. Można oglądać niebo z dowolnego miejsca na Ziemi i z dowolnego miejsca w Układzie Słonecznym i w Galaktyce. Cała wiedza o Wszechświecie, jaką dzisiaj posiada ludzkość, może być udostępniana widzom w przyjemny i najbardziej przystępny sposób. Daje się zobaczyć ciała niebieskie „oczami" sond kosmicznych i obserwatoriów orbitalnych. Można oglądać Wszechświat w ultrafiolecie, w podczerwieni, w zakresie radiowym i w promieniowaniu rentgenowskim.

Kopuła planetarium na budynku Instytutu Fizyki AJD

Idea budowy planetarium w Częstochowie zrodziła się z potrzeby udostępnienia częstochowianom i mieszkańcom regionu nowoczesnych zdobyczy nauki i techniki w zakresie podboju Kosmosu i astronomii. Planetarium, będące na wyposażeniu Zakładu Dydaktyki Fizyki i Astronomii, ma spełniać ważną rolę w astronomicznym przygotowaniu studentów do późniejszej pracy pedagogicznej oraz w sposób bezpośredni oddziaływać na młodzież szkolną poprzez otwarte seanse.

Budowę obiektu na potrzeby Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego uczelni wraz z lokalem przeznaczonym dla planetarium zapoczątkowano w 1990 r. Oficjalne zakończenie prac związanych z budową nastąpiło w 1999 r. Otwarcie pomieszczeń planetarium miało miejsce 6 października 2000 r. Ze względu jednak na brak pieniędzy nie udało się wtedy wyposażyć planetarium w konieczną, acz kosztowną aparaturę projekcyjną. Przez wiele lat zabiegi o pozyskanie i zakup sprzętu czynione przez pracowników Instytutu Fizyki, m. in. w Ministerstwie Edukacji, nie przynosiły oczekiwanego rezultatu. Ostatecznie w pomieszczeniach planetarium zorganizowano awaryjną salę dydaktyczną, gdzie prowadzono zajęcia ze studentami. Właściwie pogodzono się z tym, że ze szczytnych planów uruchomienia planetarium w Częstochowie pozostanie tylko wzbogacenie panoramy miasta o odmienny fragment architektury.

Podczas uroczystości otwarcia planetarium. Od lewej: rektor AJD Janusz Berdowski, ks. arcybiskup częstochowski Stanisław Nowak, prezydent Częstochowy Tadeusz Wrona, wicewojewoda śląski Artur Warzocha, przewodniczący Rady Miasta Ryszard Szczuka i autor. Fot. Marek Makowski

W drugiej połowie roku 2004 postanowiłem, nie zważając na żadne przeciwności, sprawę uruchomienia planetarium wziąć w swoje ręce. Utraciłem bowiem wszelkie nadzieje, że czynione przez uczelnię oficjalne zabiegi przyniosą pożądany skutek. Wyszedłem z założenia, że uczelnia tonąca w długach nigdy nie znajdzie choćby najmniejszych środków dla sfinansowania planetaryjnego systemu projekcyjnego. Nowy system mechaniczno-optyczny firmy Zeiss miał kosztować około 1,5 mln złotych. Nowoczesne systemy cyfrowe są 2-3 razy droższe. Nie pozostawało nic innego, jak rozglądać się za systemami projekcyjnymi z tzw. „drugiej

ręki". Początkowo działałem po cichu, wymieniając ponad 200 e-maili z różnymi osobami w Europie i USA. Kiedy już wypracowałem bardzo korzystne warunki nabycia systemu planetaryjnego, wynikami swoich zabiegów podzieliłem się z kierownictwem zakładu oraz z władzami miasta. Oferta była nad podziw atrakcyjna. W połowie 2005 r. rozpoczął się długotrwały proces, który zakończył się uruchomieniem planetarium.

Nie należy sobie wyobrażać, że wyróżnienie, jakie spotyka Częstochowę w związku z otwarciem planetarium, jest przypadkowe albo że odzwierciedla świadomość hierarchii potrzeb jej mieszkańców. Na sukces trzeba było ciężko zapracować. Sama jednak praca, choćby najcięższa, nie zawsze prowadzi do szczęśliwego finału. W przypadku planetarium częstochowskiego bardzo dużo zawdzięczamy Panu Prezydentowi Miasta, dr. Tadeuszowi Wronie, który w porę — choć nie bez poważnych problemów, którym sam musiał stawić czoła — wykroił z budżetu miasta środki konieczne na okazyjny zakup systemu projekcyjnego. Firmie E&S też jesteśmy winni dużą wdzięczność za zastosowanie ogromnego upustu w cenie na swój wyrób z tej racji, że Częstochowa, jako pierwsza w Polsce, zdecydowała się na cyfrowy system planetaryjny.

Praktycznie transakcji można było dokonać już w marcu tego roku, a planetarium uruchomić w maju. Poważną przeszkodą okazały się ustawy o zamówieniach publicznych. Były okresy, kiedy wydawało się, że po prostu do transakcji nie dojdzie i uczelnia będzie zmuszona oddać pieniądze miastu. Na szczęście, dzięki operatywności i emocjonalnemu zaangażowaniu w sprawę pań: Marioli Ptaszek i Agnieszki Małolepszej, zakupu udało się dokonać. W środę 23 sierpnia cztery skrzynie zawierające aparaturę planetaryjną przybyły do Instytutu Fizyki AJD. Aparatura zdążyła przybyć do Częstochowy akurat w przededniu jej podwójnego jubileuszu (650-lecia nadania lokacji i 50-lecia Jasnogórskich Ślubów Narodu) i jakby w świątecznym podarunku Matce Boskiej Częstochowskiej, którą lud szczególnie czci w dniu 26 sierpnia.

W dniach 18–23 września dokonano instalacji systemu planetaryjnego. Instalacji dokonał specjalista z Salt Lake City, Stanford Pitcher, w towarzystwie moim oraz dwóch specjalistów technicznych: mgr Marka Orkisza i mgr inż. Marka Nowaka. Równolegle do instalacji i w okresie bezpośrednio ją poprzedzającym wykonano siłami własnymi AJD wiele prac remontowych i zakupiono szereg elementów wyposażenia planetarium.

Przy samym „sercu" planetarium. Od lewej: autor, wicewojewoda śląski Artur Warzocha, prezydent Częstochowy Tadeusz Wrona, rektor AJD Janusz Berdowski i ks. arcybiskup Stanisław Nowak

W dniu 3 października 2006 r., w 25 rocznicę powołania do życia Instytutu Fizyki, dokonano oficjalnego otwarcia planetarium. W otwarciu uczestniczyły osoby zaproszone przez rektora AJD Prof. Janusza Berdowskiego i Prezydenta Miasta dr. Tadeusza Wronę. Uroczystość rozpoczęto pod gołym niebem, na tarasie Instytutu Fizyki przylegającym do kopuły planetarium. Po uroczystych przemówieniach, w których padło wiele ciepłych słów pod adresem astronomii, Jego Ekscelencja arcybiskup częstochowski Stanisław Nowak dokonał obrządku poświęcenia planetarium przez pokropienie kopuły. Wcześniej odmówił modlitwę:

*Panie, Boże Wszechmogący, wysłuchaj łaskawie nasze modlitwy i spraw, niech w tym planetarium, przeznaczonym do zdobywania wiedzy oraz rozwoju nauki, uczniowie i nauczyciele, przeniknięci słowami prawdy, dają świadectwo życia chrześcijańskiego i całym sercem trwają w jedności z Chrystusem, Nauczycielem.*

Następnie uczestnicy uroczystości zebrali się we wnętrzu kopuły, gdzie dokonano symbolicznego otwarcia poprzez zdjęcie białego płótna, które zakrywało projektor. Po tej ceremonii uruchomiłem system i dokonałem prezentacji możliwości planetarium. Po pokazie nastąpił poczęstunek połączony z dyskusjami i wywiadami dla mediów. Wypito szampana za planetarium i uznano je za otwarte!

Firma udzieliła rocznej gwarancji i preferencji, jeśli chodzi o dostęp do nowych produktów ekspozycyjnych. Cyfrowe systemy planetaryjne mają bowiem to do siebie, że można je wciąż wzbogacać o nowe możliwości na poziomie oprogramowania i komputerowych baz danych. Bliższe szczegóły na temat systemu Digistar III i jego możliwości można znaleźć na stronie internetowej: www.es.com/dt

Sam system, choćby najwspanialszy, nie gwarantuje jakości prezentacji i jej dydaktycznego przekazu. System działa w sposób interaktywny. Od obsługi zależy, jakie treści zostaną wyeksponowane i w jakim kontekście. Z chwilą uruchomienia planetarium zaistniała potrzeba stworzenia należytego „ładu zewnętrznego" gwarantującego właściwą pracę tej placówki dydaktycznej. Radością napawa świadomość, że przed mieszkańcami Częstochowy otwierają się nowe czasy. Czasy te będą naznaczone bliższym obcowaniem ze światem, jaki przybliża nam astronomia. To obcowanie powinno wydać szlachetne owoce.

*Bogdan Wszołek*

# Konferencja astronomiczna

## „Stacja astronomiczna na Lubomirze — 70-lecie odkrycia komety Lisa" w Szkole Podstawowej św. Józefa w Węglówce 14-17 lipca 2006 r.

Wieś Węglówka jest położona w malowniczej dolinie Beskidu Wyspowego pomiędzy górami Lubomir i Lubogoszcz, w gminie Wiśniowa w województwie małopolskim.

Na konferencję przyjechało nadspodziewanie wielu astronomów z różnych ośrodków w Polsce, a wszystkich bardzo gościnnie podejmował Ryszard Leśniak, dyrektor Szkoły Podstawowej i Gimnazjum św. Józefa oraz Roman Gaweł, komendant Ochotniczej Straży Pożarnej w Węglówce.

Referaty wygłosili: Konrad Rudnicki, Andrzej Kus, Andrzej Sołtan, Henryk Brancewicz, Adam Michalec, Ireneusz Włodarczyk, Janusz Kosiński, Paweł Maksym, Grzegorz Sęk i Mieczysław Jagła. Bardzo licznie zebrani uczestnicy i goście dowiedzieli się wielu ciekawych rzeczy z dziedziny radioastronomii jako nowoczesnej metody badań Słońca i Kosmosu, usłyszeli dużo informacji o obserwacjach planetoid i komet, o zakryciach gwiazd, o aktualnych polskich badaniach meteorytowych i o teleskopie Faulkesa. Ponadto było trochę historii z dziedziny budowy i zastosowania przyrządów astronomicznych oraz wiele wspomnień o założeniu stacji na Lubomirze, o ludziach, którzy tam prowadzili obserwacje i o odkrywcach pierwszych polskich komet: Lucjanie Orkiszu (1925) i Władysławie Lisie (1936).

Szkoła w Węglówce jest w posiadaniu pamiątkowego medalu przyznawanego każdemu odkrywcy komety przez Astronomical Society of the Pacific. Młodzież biorąca udział w konferencji mogła go wziąć do ręki, a ponadto miała okazję oglądać prawdziwy, ponad 2-kilogramowy meteoryt przywieziony z Omanu, oraz zobaczyć zdjęcia i filmy z wypraw na zaćmienia Słońca i tym samym przekonać się, że wszystkiego można doświadczyć osobiście, a droga do odkrywania świata i Wszechświata stoi przed nią otworem.

Projekt Obserwatorium na Lubomirze

Kamień węgielny i akt erekcyjny. Fot. A. Ślusarz

Punktem kulminacyjnym było poświęcenie i wmurowanie kamienia węgielnego odbudowywanego Obserwatorium Astronomicznego na Lubomirze (905 m n.p.m.). Na tę uroczystość oprócz uczestników konferencji przybyło wielu znakomitych gości, z Marszałkiem Województwa Małopolskiego Januszem Sepiołem i z senatorem Rzeczpospolitej Polskiej prof. Andrzejem Gołasiem na czele. Uroczystość uświetnili swoją obecnością siostrzenica Lucjana Orkisza oraz syn i wnuk Władysława Lisa. Okolicznościowe przemówienia wygłosili: Marszałek Janusz Sepioł, prof. Janusz Ziółkowski z CAMK, prof. Andrzej Kus, Dyrektor Centrum Astronomii UMK w Toruniu, prof. Michał Ostrowski z UJ, prof. Jerzy Kreiner z Akademii Pedagogiczej w Krakowie, dr Henryk Brancewicz Prezes PTMA oraz wójt gminy Wiśniowa Julian Murzyn. Prezes PTA, prof. Andrzej Woszczyk z Torunia też nadesłał okolicznościowe życzenia i pozdrowienia dla zebranych. Akt erekcyjny odczytał jeden z członków Komitetu Budowy Obserwatorium. Następnie proboszcz parafii w Węglówce, w asyście Kapelana Ludzi Gór z Myślenic, dokonali poświęcenia kamienia węgielnego. Na zakończenie uczniowie miejscowej szkoły, w strojach ludowych, dali krótki występ, opisując w lokalnej gwarze historię działania Stacji Obserwacyjnej na Lubomirze i tamtejszych odkryć komet.

Uroczystość odbywała się dokładnie w dniu odkrycia komety przez Władysława Lisa, tj. 17 lipca, tyle że 70 lat później.

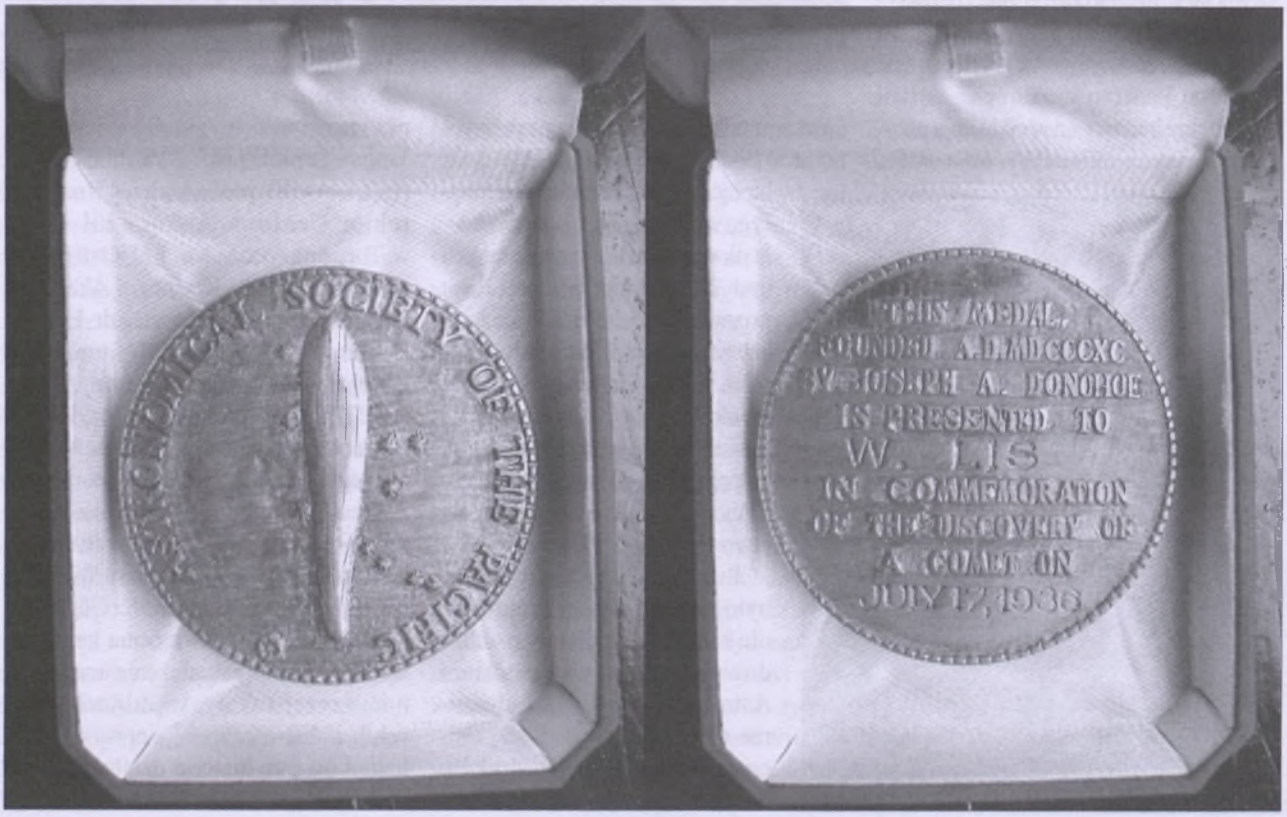
Dla całego regionu odkrycia Orkisza i Lisa na Lubomirze były i są wielkim wydarzeniem oraz powodem do dumy tak dalece, że obydwie komety znalazły się w herbie i na fladze gminy Wiśniowa. Na wieczną pamiątkę i zapewne dla zachęty dla potencjalnych nowych odkrywców komet, gmina podjęła ogromne, jak na dzisiejsze czasy, wyzwanie i trud odbudowy spalonego przez Niemców w 1944 r. obserwatorium, w nowoczesnej i okazalszej postaci. Zakończenie budowy zaplanowano na koniec 2007 r.

Sala konferencyjna. Fot. A.Trębacz

Po części oficjalnej, na przełęczy poniżej szczytu Lubomira (polana Podoły), przy kiełbaskach i wędlinach, które są specjalnością tego regionu, przy piwie, herbacie i kawie oraz drożdżowych ciastach z czarnymi jagodami (dzieło miejscowych gospodyń), dyskutowano z wielkim zaangażowaniem w gronie ludzi uczestniczących w realizacji budowy. Wójt gminy Wiśniowa Julian Murzyn swoją energią i pomysłowością oraz Prezes PTMA Henryk Brancewicz potrafili zachęcić pozostałe osoby do żywej dyskusji, wysuwania sugestii i pomysłów rozwiązań problemów nowego obiektu. Spotkanie zamieniło się w prawdziwie roboczą panelową dyskusję.

Dziękując za wspaniałą gościnność gospodarzom Węglówki i Wiśniowej oraz wszystkim, którzy uczynili nasz pobyt w górach przyjemnym i niezapomnianym przeżyciem, usłyszeliśmy, że oni również są zaszczyceni przychylnością i chęcią współpracy ze strony uczelni: z pobliskiego Krakowa, z Warszawy i z dalekiego Torunia. Wójt zażartował nawet, zauważając, że przyjechało tylu profesorów, iż „można by nową uczelnię w Węglówce otworzyć" — dobra to wróżba dla przyszłego Obserwatorium.

*Aleksandra Gödel-Lannoy*



Medal Władysława Lisa. Fot. K. Kaczmarczyk

# Szósty Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA

Już od pięciu lat Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii organizuje w okresie wakacyjnym Obozy Szkoleniowo-Obserwacyjne PTMA (OSOP) dla miłośników astronomii. Jako miejsca odbywania obozów zawsze są wybierane położone w górach schroniska: w latach 2001–2002 na polanie Kudłacze w paśmie Lubomira i Łysiny w Beskidzie Makowskim, w 2003 r. na Hali Łabowskiej w paśmie Jaworzyny Krynickiej w Beskidzie Sądeckim oraz w 2004 r. na Hali Krupowej w paśmie Policy w Beskidzie Żywieckim. W 2005 r. po raz pierwszy OSOP został zorganizowany w znanych z ciemnego nieba Bieszczadach, w schronisku „Cicha Dolina" w Roztokach Górnych, na południe od Cisnej. Warunki, zarówno lokalowe, jak i obserwacyjne sprawiły, że także i tegoroczny, szósty już z kolei Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA „OSOP 2006", odbył się właśnie w Roztokach Górnych. Aby w pełni wykorzystać ciemność górskiego nieba, termin obozu jest wyznaczany zawsze w pobliżu wakacyjnego nowiu Księżyca. W roku bieżącym nów przypadał 25 lipca, toteż okres trwania obozu ustalono na 20–31 lipca.

W obozie wzięło udział 35 uczestników, w tym 8 instruktorów PTMA. Podstawowym sprzętem obserwacyjnym zapewnionym przez organizatorów był teleskop systemu Schmidt-Cassegrain o średnicy lustra 20 cm f/10 oraz para lornet typu Binar 25×100. Wielu uczestników obozu udostępniało także swoje teleskopy, z których używane do obserwacji były najczęściej trzy teleskopy systemu Newtona: 30 cm f/6, 25 cm f/5 oraz 15 cm f/5. Do obserwacji Słońca używany był teleobiektyw MTO-11CA oraz teleskop Coronado.

Zgodnie z wcześniej ustalonym planem, codziennie do godz. 14 (niekiedy do 15) każdy z uczestników wykorzystywał „czas wolny", poświęcany najczęściej na wycieczki po Bieszczadach. Po obiedzie, o godz. 16, rozpoczynały się prelekcje prowadzone przez instruktorów PTMA (2–3 dziennie), które, z przerwą na kolację, trwały do godz. 21. Od godz. 22 rozpoczynały się obserwacje, trwające zwykle do godz. 1–2 w nocy.

Tematy popołudniowych prelekcji obejmowały praktycznie wszystkie zakresy amatorskiej astronomii obserwacyjnej oraz wybrane zagadnienia kosmologiczne. Dr Sławomir Stachniewicz, jak co roku, mówił o układach współrzędnych astronomicznych, czasie w astronomii oraz korzystaniu z kalendarzy astronomicznych. Wygłosił również wykłady popularnonaukowe z dziedziny kosmologii. Wykłady popularnonaukowe, tym razem dotyczące obiektów zwartych, tj. gwiazd neutronowych i czarnych dziur, wygłosił też dr Marcin Kolonko.

Dr Tomasz Ściężor omówił szczegółowo zagadnienia obserwacji ciał Układu Słonecznego, poczynając od Słońca, poprzez planety i planetoidy, a na kometach i meteorach kończąc. Przedstawił również współczesny podział i pochodzenie meteorytów. W odrębnym referacie prelegent opisał także problem zanieczyszczenia świetlnego w Europie, a szczególnie w Polsce, dowodząc, że jednym z najlepszych do prowadzenia obserwacji astronomicznych miejsc w naszym kraju są właśnie Bieszczady. Wspominał także zorganizowaną w marcu br. przez Oddział Krakowski PTMA wyprawę na zaćmienie Słońca do Turcji, ilustrując ją licznymi (ponad 3000!) zdjęciami wykonanymi w jej

Uczestnicy OSOP 2006 przed schroniskiem w Roztokach Górnych. Fot. Anna Ściężor

trakcie. Inż. Jacek Burda opisał zasady działania różnych typów teleskopów, a dr Marek Kubala omówił kilka rodzajów montażów paralaktycznych. Drugi z wymienionych prelegentów opisał także zasady budowy zegarów słonecznych, omawiając ponadto w innym referacie problematykę złożonych orbit małych ciał w Układzie Słonecznym. Mgr Marcin Filipek omówił zasady obserwacji zjawisk zakryciowych oraz problem obserwacji gwiazd zmiennych, a następnie przedstawił metody wizualnej oceny jasności tych obiektów. Mgr inż. Lucyna Gut omówiła zdalne obserwacje ciał niebieskich przeprowadzane przez dostępne za pośrednictwem Internetu teleskopy i perspektywy tego rodzaju obserwacji, prowadzonych w szkolnych pracowniach komputerowych. Senior i weteran obozów astronomicznych, p. Tadeusz Szufa, opowiadał o ruchach dziennych ciał niebieskich, gwiazdozbiorach i astrofotografii, a na koniec zorganizował konkurs astronomiczny, skierowany głównie (choć nie tylko) dla młodszych uczestników obozu.

Obserwacje Słońca przed schroniskiem w Roztokach Górnych. Fot. Tomasz Ściężor

Oczywiście głównym celem organizacji obozu astronomicznego w Bieszczadach było wykorzystanie jednych z najlepszych w Polsce warunków obserwacyjnych. Tym razem pogoda dopisała wyjątkowo — wszystkie 11 nocy było pogodnych, w tym większość wręcz idealnych, co pozwoliło na przeprowadzenie wielu interesujących obserwacji. Spośród obiektów Układu Słonecznego obserwowano Urana i Neptuna — duże teleskopy pozwoliły na dostrzeżenie tarcz tych planet. Udało się też kilkakrotnie zaobserwować Plutona, wystarczał do tego teleskop o średnicy zwierciadła 20 cm. Przez prawie cały okres trwania obozu obserwowano kometę 177P/Barnard, wykonując oceny jej parametrów: jasności, średnicy i stopnia kondensacji. Prowadzono również, chociaż niezbyt systematycznie, zliczenia meteorów. Wykonano wiele obserwacji gwiazd zmiennych zaćmieniowych, na podstawie których udało się potem odtworzyć krzywe zmian ich jasności.

Oczywiście, wspaniałe niebo i posiadany dobry sprzęt obserwacyjny pozwalały na podziwianie wielu obiektów z katalogu Messiera, co pozwoliło każdemu zobaczyć m.in., czym się różni gromada otwarta gwiazd od gromady kulistej czy też mgławica planetarna od galaktyki bądź mgławicy emisyjnej.

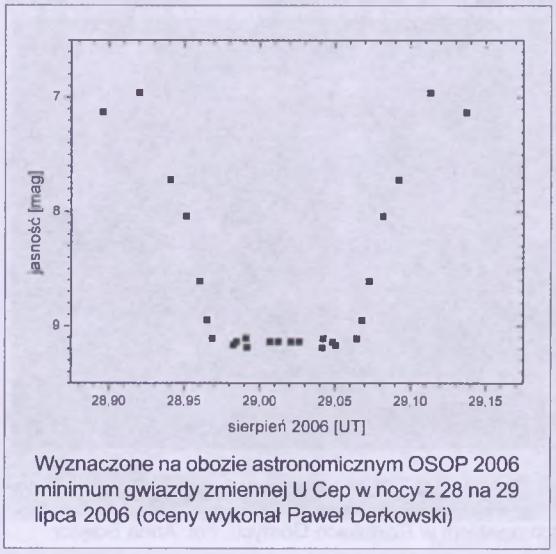
Za pewnego rodzaju efektowne „przerywniki" w obserwacjach służyły błyski satelitów Iridium, z których najjaśniejszy osiągnął jasność aż $-8^m$!

Warto też wspomnieć o tym, że wyraźnie do astronomii amatorskiej wkroczyła nowoczesna technika cyfrowa — na polu obserwacyjnym stało kilka komputerów typu laptop, podpiętych do sprzężonych z teleskopami kamer internetowych.

W ciągu dnia prowadzono obserwacje, zbliżającego się do minimum aktywności, Słońca, natomiast wieczorem 27 lipca udało się zaobserwować zjawisko odkrycia planety Mars przez jasny brzeg zbliżającego się ku zachodowi Księżyca.

Podsumowując, trzeba stwierdzić, że tegoroczny obóz obserwacyjny był najbardziej udany ze wszystkich dotąd zorganizowanych. Wspaniała pogoda sprawiła, że można było w 100% zrealizować wcześniejsze plany. Po raz kolejny okazało się, że pod wieloma względami trudno sobie wyobrazić lepsze miejsce na organizowanie tego rodzaju spotkań miłośników astronomii. W związku z tym postanowiliśmy w przyszłym, 2007 r., zorganizować kolejny, siódmy już Obóz Obserwacyjny PTMA „OSOP 2007" w tym samym miejscu, w Roztokach Górnych. Tym razem nów Księżyca, przypadający 12 sierpnia, zobligował nas do ustalenia czasu trwania obozu na okres 9–20 sierpnia 2007 r. Pozwoli nam to obserwować meteory z roju Perseidów w okresie ich największej aktywności, a ponadto zobaczyć jeszcze ciemniejsze, sierpniowe bieszczadzkie niebo. Wszystkich zainteresowanych już dzisiaj zapraszamy!

*Kierownik OSOP 2006*
*Tomasz Ściężor*



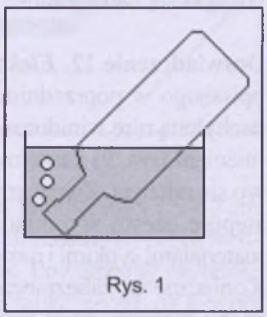

Wyznaczone na obozie astronomicznym OSOP 2006 minimum gwiazdy zmiennej U Cep w nocy z 28 na 29 lipca 2006 (oceny wykonał Paweł Derkowski)

# XIII Seminarium dla nauczycieli Centrum Astronomii PAN

Tym razem pokaz doświadczeń rozpocząłem od wyświetlenia fragmentu filmu fabularnego „The Gods must be crazy". Oto krótkie streszczenie. Nad Afryką leci niewielki samolot. Pilot sięga po butelkę coca-coli, pije. Stwierdza, że butelka jest już pusta i wyrzuca ją za burtę. Butelka spada przy osadzie Buszmenów. Nie widzieli nigdy takiego przedmiotu i zastanawiają się, po co bogowie im go podarowali. Po pewnym czasie odkrywają mnóstwo zastosowań butelki. Świetnie nadaje się do wałkowania ciasta, tłuczenia patatów, wyprawiania skór węży. Można w niej przenosić płyny, a nawet może być instrumentem muzycznym. I wiele, wiele innych. Jednak wkrótce zaczynają się niesnaski. Butelka jest jedna, a wszyscy pilnie jej potrzebują. Rada szczepu postanawia oddać butelkę bogom.

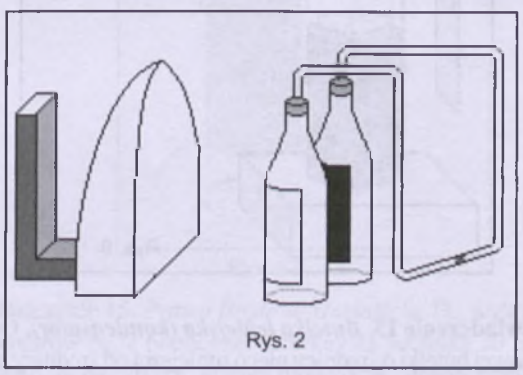
Ja też przyjechałem z butelką. I nieco unowocześniając przygodę, dodałem puszkę po napojach.

**Doświadczenie 1.** ***Rozszerzalność cieplna gazów.*** Otwartą butelkę odwracamy szyjką w dół i wstawiamy do dowolnego naczynia (rys. 1) z wodą. Ustawiamy na nasłonecznionym parapecie okna. Jeśli słońce jest zbyt słabe, umieszczamy w pobliżu dowolne źródło ciepła (nagrzane żelazko, spiralę grzejną itp.). Po chwili butelkę opuszczają pęcherzyki powietrza. Ogrzewanie powietrza w butelce będzie skuteczniejsze, jeśli nakleimy na nią kawałek czarnego papieru (jak w doświadczeniu następnym).



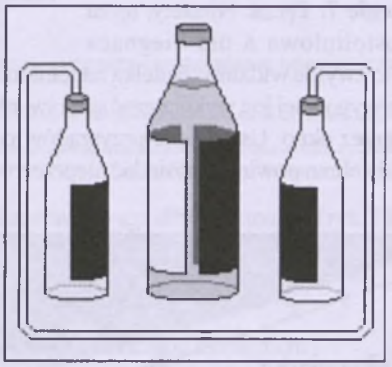
Rys. 1

**Doświadczenie 2.** ***Zdolność absorbcyjna.*** Potrzebne są niestety dwie butelki. Jedną owijamy czarnym papierem, drugą białym. W nakrętkach wykonujemy otwory i wklejamy w nie krótkie odcinki rurek o średnicach dostosowanych do średnicy posiadanego cienkiego, przezroczystego wężyka. W wężyku umieszczamy kroplę zabarwionej cieczy (rys. 2). Ogrzewamy jak w doświadczeniu 1. Kierunek przesuwania się kropli wskazuje, która butelka ma większą zdolność absorpcyjną.



Rys. 2

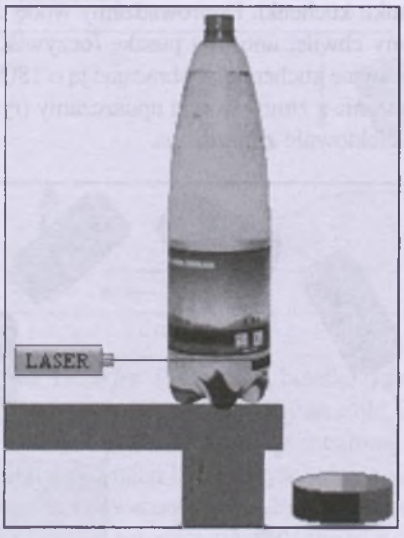
**Doświadczenie 3.** ***Zdolność emisyjna.*** Musimy postarać się o trzecią butelkę. Oklejamy ją w połowie czarnym, a w połowie białym papierem (rys. 3). Pozostałe dwie, jak w poprzednim doświadczeniu, służą jako termometr różnicowy.



Rys. 3

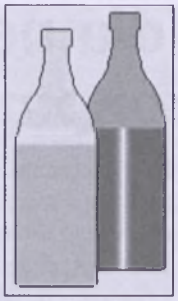
**Doświadczenie 4.** ***Nurek Kartezjusza.*** Kawałek plastykowej, przezroczystej rurki zamkniętej na jednym końcu (np. z wypisanego, jednorazowego długopisu) o dł. ok. 6 cm obciążamy na otwartym końcu paskiem ołowiu tak, aby pływała prawie całkowicie zanurzona. Wkładamy do butelki całkowicie napełnionej wodą i zakręcamy. Lekkim ściskaniem butelki powodujemy pływanie nurka na dowolnej głębokości.

**Doświadczenie 5.** ***Światłowód.*** W dolnej części butelki wykonujemy niewielki, kołowy otwór (najlepiej wytopić go rozgrzanym w palniku drutem). Otwór zaklejamy kawałkiem samoprzylepnej taśmy izolacyjnej. Wiązkę lasera kierujemy przez butelkę na zaklejony otwór (rys. 4). Starając się nie poruszyć butelki, odrywamy taśmę. Wypływająca struga wody mieni się na różowo, a na dnie naczynia pojawia się czerwona plama światła lasera.

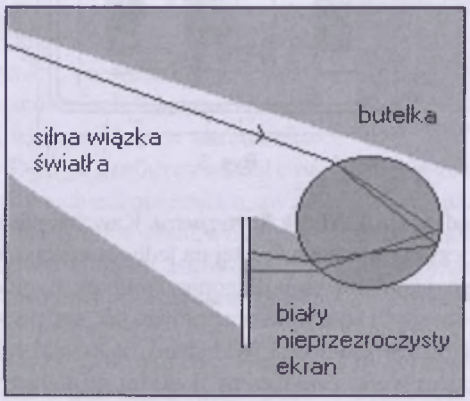



Rys. 4

**Doświadczenie 6.** ***Soczewka cylindryczna.*** Butelkę napełniamy wodą. Zbliżamy do ściany naprzeciw jasnego okna. Na ścianie pojawia się cień butelki z jasną smugą biegnącą przez środek cienia (rys. 5). Taka soczewka doskonale nadaje się do zmieszania barw uzyskanych po rozszczepieniu światła w pryzmacie.


Rys. 5

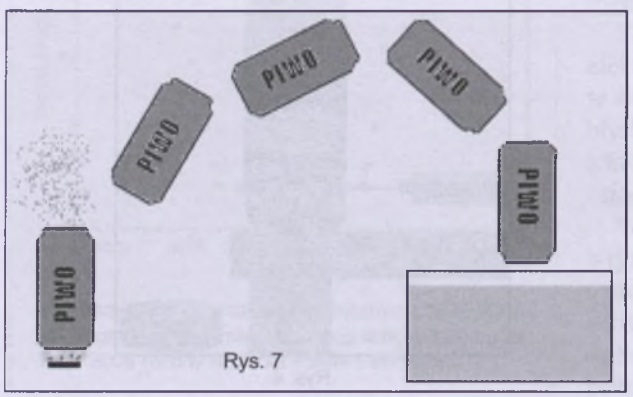
**Doświadczenie 7.** ***Tęcza.*** Niestety, tęcza będzie prostoliniowa a nie biegnąca łukiem, jak to zwykle widzimy. Butelka napełniona wodą i zamknięta. Najwygodniej jest wykorzystać silne światło słoneczne wpadające przez okno. Ustawienie przyrządów pokazuje rysunek 6. Biały ekran powinien posiadać nieprzezroczystą podkładkę.



Rys. 6

**Doświadczenie 8.** ***Nieważkość.*** Butelka z otworem napełniona wodą jak w doświadczeniu 5. Doświadczenie najlepiej wykonać na boisku szkolnym. Butelkę trzymamy dość wysoko (na wysokości głowy). Woda wypływa wyraźną strugą. Upuszczamy swobodnie butelkę. W czasie swobodnego spadku woda nie wypływa.

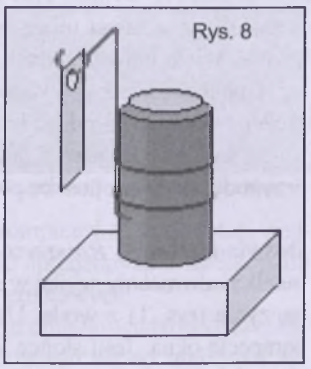
**Doświadczenie 9.** ***Ciśnienie atmosferyczne.*** Do puszki po coca-coli (piwie, Fancie itp.) wlewamy nieco wody i stawiamy na palniku kuchenki. Doprowadzamy wodę do wrzenia, odczekujemy chwilę, unosimy puszkę (oczywiście ujmując ją przez rękawicę kuchenną), i obracając ją o 180°, przenosimy nad naczynie z zimną wodą i upuszczamy (rys. 7). Puszka zostaje efektownie zmiażdżona.



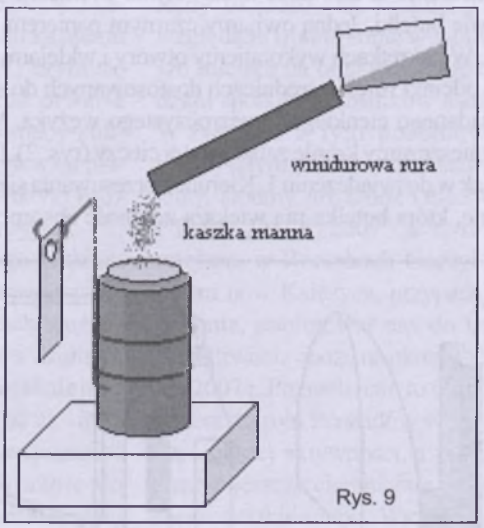
Rys. 7

**Doświadczenie 10.** ***Elektryzowanie cial.*** Puszkę po coca-coli kładziemy na stole. Butelkę po wodzie mineralnej (czystą i suchą) pocieramy dłonią. Zbliżamy do puszki. Puszka toczy się w stronę butelki. Toczenie możemy wydłużyć, oddalając puszkę w odpowiednim tempie. Doświadczenie jest bardziej atrakcyjne od pokazywanego przeważnie przyciągania skrawków papieru przez pałeczkę ebonitową. Ponadto, gdy demonstrujemy je w klasie, jest lepiej widoczne.

**Doświadczenie 11.** ***Najprostszy elektroskop. Indukcja elektrostatyczna.*** Od puszki po coca-coli odcinamy wieczko. Ostry brzeg zabezpieczamy przez oklejenie taśmą izolacyjną. Z drutu formujemy wieszaczek i mocujemy do puszki za pomocą dwóch gumek-recepturek (rys. 8). Zawieszamy listek z folii aluminiowej. Stawiamy na podstawce ze styropianu. Elektroskop gotowy. Rurkę winidurową (doskonale nadaje się rura od odkurzacza) elektryzujemy przez pocieranie papierową ściereczką. Wkładamy do wnętrza puszki. Listek odchyla się. Uziemiamy puszkę — listek opada. Wyjmujemy rurę, listek odchyla się bardzo silnie.


Rys. 8

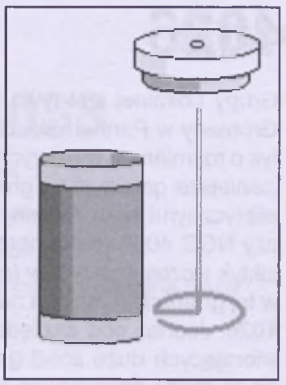
**Doświadczenie 12.** ***Elektryzowanie kaszy.*** Do elektroskopu opisanego w poprzednim doświadczeniu wsypujemy przez nachyloną rurę winidurową (czystą i suchą) niewielkim strumieniem (rys. 9) kaszę mannę. Wskazówka (listek) stopniowo się odchyla. Zwracamy uwagę, że podobne zjawisko występuje często w zakładach przemysłowych operujących materiałami sypkimi i może prowadzić do groźnych następstw. Konieczne są zabezpieczenia — uziemianie odpowiednich części maszyn. Nasz elektroskop pełnił tu dodatkowo rolę puszki Faradaya.



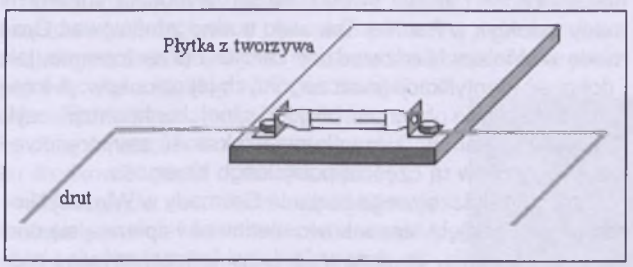
Rys. 9

**Doświadczenie 13.** ***Butelka lejdejska (kondensator).*** Od plastykowej butelki o średnicy nieco mniejszej od średnicy puszki

po coca-coli odcinamy górną część. Dolna część powinna mieć wysokość ok. 10 cm. Od puszki po coca-coli odcinamy górną i dolną część. Pozostała część powinna mieć wysokość 9 cm. Rozcinamy ją wzdłuż i wkładamy do przygotowanej butelki (będzie to wewnętrzna okładka). Butelkę z zewnątrz oklejamy folią aluminiową. Kondensator gotowy. Wygodne jest uzupełnienie kondensatora o elektrodę połączoną z wewnętrzną okładką. Można ją wykonać z grubszego drutu (rys. 10). Wzmocnieniem konstrukcji może być przykrywka wycięta ze styropianu. Ładujemy kondensator (najlepiej za pomocą elektroforu). Dotykamy palcem (uziemiamy) zewnętrza okładkę a następnie wewnętrzną. Zwieramy okładki przez neonówkę (rys. 11). Neonówka błyska. Problem dla uczniów: dlaczego kondensator nie został rozładowany przez uziemianie okładek?

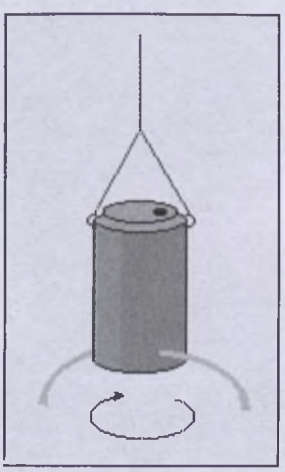


Rys. 10



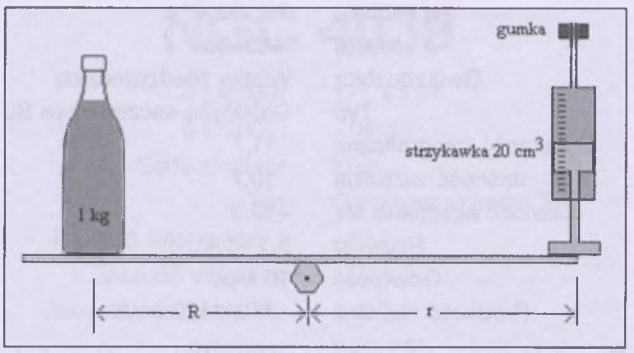

Rys. 11

**Doświadczenie 14.** ***Młynek Segnera.*** W odległości 1,5—2 cm od dna wbijamy w puszkę po coca-coli zaostrzony pręt o średnicy 5—6 mm i odginamy go w bok. Powtarzamy czynność po obróceniu puszki o 180°. Zawieszamy puszkę na mocnej nici. Napełniamy wodą. Po zwolnieniu puszka zaczyna szybko wirować w kierunku przeciwnym do wypływających strumieni wody (rys. 12).



Rys. 12

**Doświadczenie 15.** ***Prawo Boyle'a-Mariotte'a.*** Do wykonania pomiarów będą potrzebne: strzykawka lekarska 20 cm$^3$, listewka o dł. ok. 70 cm, gumka ołówkowa, ołówek, litrowa butelka wody mineralnej (jako masa 1 kg). Na listewkę naklejamy pasek papieru milimetrowego (podziałkę).




Rys. 13

Z warunku równowagi dźwigni mamy (rys. 13)

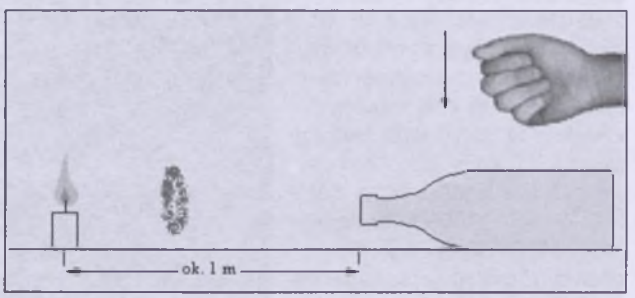
$$m \cdot g \cdot R = F \cdot r \Rightarrow F = \frac{m \cdot g \cdot R}{r}$$

Gaz w strzykawce jest pod ciśnieniem

$$p = p_0 + \frac{m \cdot g \cdot R}{r \cdot S} = p_0 + \frac{B}{r} \qquad \text{gdzie} \qquad B = \frac{m \cdot g \cdot R}{S}$$

W strzykawce zamykamy 20 cm$^3$ powietrza. Zamykamy strzykawkę gumką. Dobrze jest wcześniej wprowadzić do strzykawki nieco wody (warstewka o grubości 1 mm), uszczelnia ona tłok, zmniejsza nieco tarcie oraz sygnalizuje ew. nieszczelność tłoka). Zmieniamy długość ramienia r, za każdym razem równoważąc dźwignię i notując wartości r i V. Dokonujemy obliczeń i wykonujemy wykres funkcji p(V). Dla sprawdzenia wykonujemy drugi wykres p(1/V).

**Doświadczenie 16.** ***Skacząca piłeczka.*** To doświadczenie jest mutacją doświadczenia z dwoma piłkami (demonstrowałem na X Seminarium w 2003 r.). Niewielkie naczynie (może być odcięta dolna część butelki) napełniamy wodą. Wkładamy piłeczkę od tenisa stołowego. Naczynie z piłeczką upuszczamy z wysokości ok. 1,5 m. Piłeczka zostaje wyrzucona na wysokość kilku metrów.




Rys. 14

**Doświadczenie 17.** ***Wiry.*** Plastykową butelkę o pojemności 1,5—2 l napełniamy dymem. Kładziemy na stole. Dokładnie na wprost wylotu butelki ustawiamy zapaloną świeczkę (rys 14). Płomień powinien być na wysokości wylotu szyjki butelki. Silnie uderzamy w bok butelki. Poruszający się szybko wir (widoczny dzięki zadymieniu) gasi świeczkę.

*Juliusz Domański*

# NGC 4026

| | |
|---|---|
| $\alpha$ (J2000) | $11^h$, $59{,}4^m$ |
| $\delta$ (J2000) | $+50^\circ 58'$ |
| Gwiazdozbiór | Wielka Niedźwiedzica |
| Typ | Galaktyka soczewkowa S0 |
| Jasność fotograficzna | 11,7 |
| Jasność wizualna | 10,7 |
| Jasność absolutna Mv | –19,3 |
| Rozmiar | 5,1'×1,4' |
| Odległość | 16 Mpc |
| Prędkość radialna | +870÷1170 km/s |

Ta galaktyka została odkryta przez Williama Herschela w 1789 r. i oznaczona jako H I.223. Opis w katalogu Dreyera wygląda następująco: „bardzo jasna, duża, mocno wydłużona, nagle bardzo silnie jaśniejąca w kierunku gwiazdopodobnego jądra". Galaktyka posiada stosunkowo jasne zgrubienie centralne, dlatego może być dostrzeżona już przez 8-10 cm teleskop w postaci małej, owalnej plamki z gwiazdopodobnym jądrem. Większy instrument o średnicy 15-cm i więcej pozwala dostrzec wydłużenie galaktyki w kierunku północno-południowym, co nadaje jej wygląd nieco podobny do galaktyki spiralnej widzianej dokładnie z boku. Jednak nie widać żadnego pasma pyłu, a oba końce dysku są wąskie i ostre.

Galaktyka ta posiada dość wyraźny dysk o nachyleniu około 80° do kierunku widzenia. Nie zawiera ona prawie wcale neutralnego wodoru, chociaż mapy HI okolic tej galaktyki sugerują, że NGC 4026 jest obecnie na etapie wysysania go z pobliskich galaktyk karłowatych. Świadczą o tym obserwacje radiowe wydłużonych struktur emisji HI, które wychodzą z karłowatych sąsiadów i zakrzywiają się w jej kierunku. Dysk zawiera trochę rozproszonego pyłu, gdyż wschodnia część zgrubienia centralnego jest nieco słabsza i ma bardziej czerwone kolory niż część zachodnia, co interpretuje się jako efekt selektywnej ekstynkcji materii międzygwiazdowej w galaktyce. Jedną z ciekawostek związanych z tą galaktyką jest fakt dużej rozbieżności pomiędzy podawanymi w literaturze wartościami prędkości radialnej galaktyki. W zakresie optycznym jest to około +900 km/s, ale obserwacje radiowe wskazują na wartość około +1150 km/s. Jądro NGC 4026 identyfikuje się ze słabym radioźródłem, którego cechy przypominają mało aktywny AGN (aktywne jądro galaktyki).

NGC 4026 znajduje się w pobliżu środka bardzo rozległej gromady galaktyk w Wielkiej Niedźwiedzicy, leżącej częściowo w Psach Gończych. To bliska gromada a jej odległość od Grupy Lokalnej jest tylko trochę większa niż odległość do Gromady w Pannie. Składa się z ona kilkudziesięciu galaktyk o rozmiarach większych niż Wielki Obłok Magellana. Najjaśniejsze galaktyki tej gromady nie są jednak galaktykami eliptycznymi tylko spiralnymi, takimi jak na przykład M109 czy NGC 4088 (patrz następny odcinek Galerii NGC). Galaktyk wczesnych typów (eliptycznych i soczewkowych) jest w tej gromadzie mało, a największą z nich jest właśnie NGC 4026. Jednak pod względem liczby galaktyk spiralnych zawierających duże ilości gazu międzygwiazdowego gromada ta może konkurować z Gromadą w Pannie. Łączna jej masa wynosi około $4\times10^{13}$ $M_\odot$, co stanowi około 1/20 masy Gromady w Pannie. W odróżnieniu od typowych gromad nie wykazuje ona koncentracji ku środkowi, stanowiąc dość luźną i wydłużoną strukturę. Stanowi to jeden z trzech głównych powodów, że pomimo bliskości i wielkości tej gromady jest ona mało znana i poświęca się jej niewiele uwagi. Drugi powód to swego rodzaju „pech", gdyż gromada ta znajduje się **za** włóknem galaktyk ciągnących się od Warkocza Bereniki poprzez naszą Grupę Lokalną do grupy galaktyk w Rzeźbiarzu. Włókno to jest swego rodzaju wypustką supergromady galaktyk w Pannie. Tak więc trudno zdefiniować Gromadę w Wielkiej Niedźwiedzicy zarówno przestrzennie, jak i dokonać identyfikacji poszczególnych jej członków. A trzeci to niewątpliwie obecność bliskiej i silnej „konkurencji", czyli Gromady w Pannie, która skupia większość zainteresowania astronomów tą częścią pobliskiego Kosmosu.

Próby kompleksowego badania Gromady w Wielkiej Niedźwiedzicy podjęto stosunkowo niedawno i opierają się one na spostrzeżeniu, że dyspersja (czyli inaczej mówiąc rozrzut) prędkości radialnych jej galaktyk jest niewielka. Pozwala to w połączeniu ze współrzędnymi danej galaktyki dokonać w miarę udanej identyfikacji członków gromady.

Zdjęcie galaktyki soczewkowej NGC 4026 uzyskane w ramach projektu Sloan Digital Sky Survey. Pole widzenia 5'×7', północ jest u góry

# Anteny:

## NGC 4038

| | |
|---|---|
| $\alpha$ (J2000) | $12^h$, $01{,}9^m$ |
| $\delta$ (J2000) | $-18^o\,53'$ |
| Gwiazdozbiór | Kruk |
| Typ | Galaktyka spiralna SAp? |
| Jasność fotograficzna | 11,1 |
| Jasność wizualna | 10,5 |
| Jasność absolutna Mv | |
| Rozmiar | 3,2'×2,2' |
| Odległość | 14÷20 Mpc |
| Prędkość radialna | +1641 km/s |

## NGC 4039

| | |
|---|---|
| $\alpha$ (J2000) | $12^h$, $01{,}9^m$ |
| $\delta$ (J2000) | $-18^o\,52'$ |
| Gwiazdozbiór | Kruk |
| Typ | Galaktyka spiralna Scp |
| Jasność fotograficzna | 10,9 |
| Jasność wizualna | 10,3 |
| Jasność absolutna Mv | |
| Rozmiar | 2,6'×1,8' |
| Odległość | 14÷20 Mpc |
| Prędkość radialna | +1642 km/s |

Galaktyki tworzące tę parę ze względu na posiadanie bardzo wydłużonych ramion nazywa się Antenami i stanowią one jeden z najbardziej spektakularnych przykładów oddziaływania pomiędzy galaktykami, jakie znamy. Układ ten odkrył William Herschel 5 lutego 1785 r. i zaklasyfikował początkowo jako mgławicę planetarną. Później jego syn John skatalogował galaktyki jako dwa osobne obiekty i jako takie pojawiły się w katalogu NGC z takimi oto odpowiednimi opisami: „dość jasna, rozległa, okrągła, stopniowo znacznie jaśniejąca ku środkowi" i „dość duża i jasna".

Ze względu na południową deklinację i stosunkowo niewielką jasność całkowitą obiekt ten jest w Polsce dość wymagającym celem obserwacji wizualnych. Jako dolną granicę średnicy teleskopu pozwalającą dostrzec Anteny przyjmuje się 20-cm, choć przy sprzyjających warunkach w niskich szerokościach geograficznych może to być nawet 12-cm. Rysunek wykonany przez 25-cm teleskop jest załączony niżej. Taki teleskop pozwala dostrzec dwie słabe poświaty, z których północna (NGC 4038) wydaje się nieco większa i jaśniejsza. Aby dostrzec charakterystyczne wydłużone ramiona, konieczne jest użycie teleskopu o średnicy co najmniej 30-cm, stosując technikę zerkania. Południowe ramię, wychodzące z NGC 4038 jest jaśniejsze i daje się zauważyć, natomiast północne, wychodzące z NGC 4039, jest słabsze i bardzo trudne do zaobserwowania w teleskopach o średnicach mniejszych niż 0,5 m! Przestrzeń między galaktykami jest nieco ciemniejsza, a oba jądra galaktyk nie są bezpośrednio widoczne. W obrębie obu galaktyk przez 50-cm instrument można dostrzec jaśniejsze łuki odpowiadające nowo powstałym gromadom gwiazd i trochę innych detali. Więcej szczegółów ujawniają zdjęcia: na tych wykonanych

Rysunek układu NGC 4038-9 wykonany za pomocą 25-cm teleskopu Newtona przy powiększeniu 120 razy

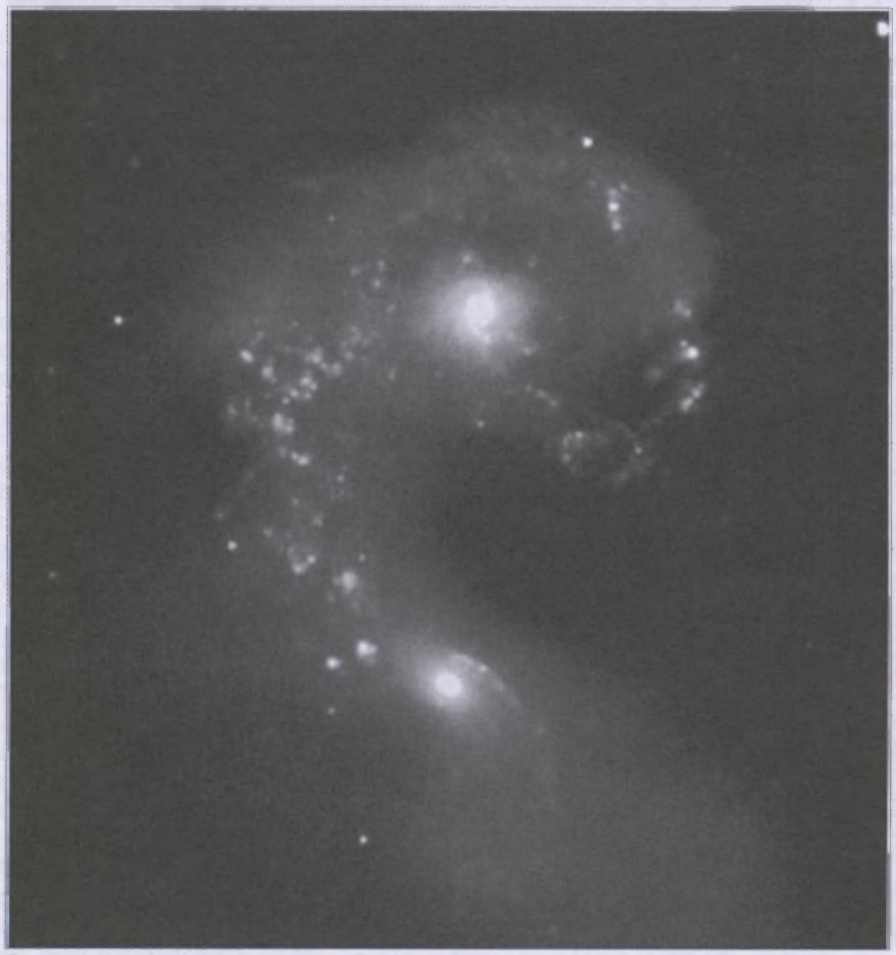
Zdjęcie układu Anten wykonane 50-cm teleskopem w systemie Ritchey-Cretien. U góry NGC 4038 a bezpośrednio pod nią NGC 4039. Złożenie dwóch 20-minutowych ekspozycji w każdym z filtrów RGB. Pole widzenia około 20'×15'. Północ jest u góry

średniej wielkości teleskopami galaktyki te przypominają kształtem kijanki o jeszcze stosunkowo prostej strukturze, ale ich centralne obszary fotografowane przez duże teleskopy zapierają już dech w piersiach swą złożonością i dynamiką.

Anteny uważa się za archetypowy przykład dwóch galaktyk oddziaływujących ze sobą grawitacyjnie. Przyjmuje się obecnie, że jakieś 500 mln lat temu przeszły one bardzo blisko siebie, na tyle blisko, że pomimo posiadania względem siebie prędkości parabolicznej (czyli takiej, która po zbliżeniu dwóch ciał pozwala im oddalić się na dowolnie dużą odległość) znalazły się na wspólnej i coraz ciaśniejszej orbicie. Jest to możliwe, dlatego że galaktyka nie zachowuje się jak bryła sztywna, lecz jak zbiór miliardów niezależnych punktów materialnych — gwiazd — i rozciągłego, plastycznego kontinuum: gazu i pyłu międzygwiazdowego. Spośród niezliczonej ilości oddziałujących ze sobą galaktyk Anteny są w najmniejszej od odległości. Ponadto skala zjawiska jest imponująca: długość wyciągniętych ramion anten wynosi około 35 i 60 kpc, odpowiednio dla anteny północnej i południowej. Z tych powodów poświęca się bardzo wiele uwagi dynamice tego układu i określeniu początkowego stanu obu galaktyk, procesowi formowania się gwiazd, zmianom w budowie galaktyk i temu, co stanie się z nimi w przyszłości.

Już w roku 1923 r. pojawia się nazwa „anteny" w odniesieniu do wydłużonych ramion. W roku 1940 Holmberg wysuwa hipotezę, że „anteny" to świecący materiał wyrzucony z galaktyk w wyniku ich bliskiego przejścia i działania sił pływowych. Pod koniec lat 50. zidentyfikowano układ jako jedno z pierwszych radiowych źródeł pozagalaktycznych. Obserwacje optyczne ustaliły, że w istocie układ ma zbyt skomplikowaną dynamikę, aby była to pojedyncza galaktyka, i że najprawdopodobniej galaktyki układu zderzyły się ze sobą w przeszłości. Wkrótce okazało się, że radioźródło leży dokładnie pomiędzy jądrami obu galaktyk. Wtedy też pojawił się pierwszy dość prosty model symulujący zderzenie tych galaktyk i formowanie się charakterystycznych anten. Współczesne modele są o wiele bardziej złożone; oparte są o rozwiązania numeryczne zagadnienia N-ciał (z reguły w symulacjach liczba N jest rzędu kilkudziesięciu tysięcy na galaktykę) z uwzględnieniem początkowej struktury galaktyki: dysku, zgrubienia centralnego, halo i dynamiki gazu międzygwiazdowego. Modele pokazują, co pozostaje w zgodzie z przewidywaniami Fritza Zwicky z połowy lat 50. ubiegłego wieku, że gaz wyrzucany z galaktyk w czasie ich kolizji formuje obłoki, przekształcające się z czasem w karłowate galaktyki, w których zachodzą intensywne procesy gwiazdotwórcze. W przypadku układu Anten tego typu galaktyka powstała na samym końcu południowego ramienia w odległości około 30 kpc od układu NGC 4038-9.

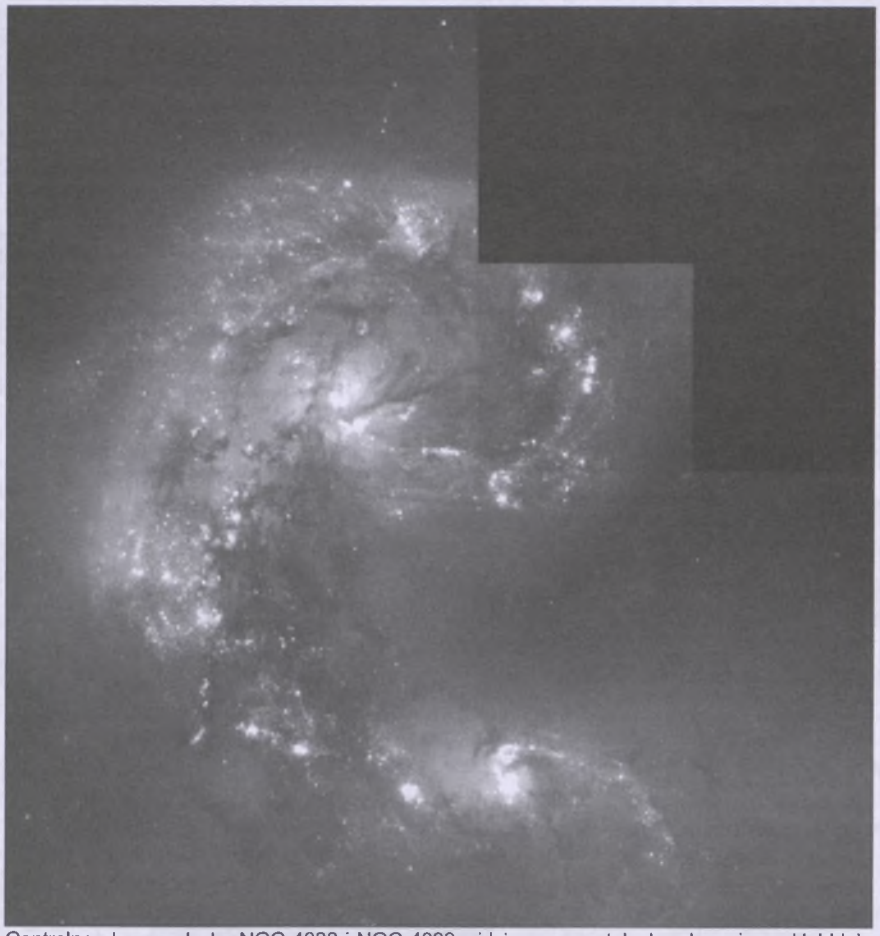
Osobnym problemem są zmiany w strukturze galaktyk NGC 4038-9, jakie zachodzą w ciągu kolejnych zbliżeń między nimi. Według teorii wypracowanej w latach 70. Anteny stanowią początkową fazę procesu zlewania się galaktyk, który doprowadza do powstawania galaktyk wczesnych typów, tj. eliptycznych i soczewkowych. Proces taki, jeśli w istocie zachodzi, jest niezmiernie skomplikowany, gdyż z dwóch (lub więcej) galaktyk, które mają określoną strukturę, bogatych w gaz i pył międzygwiazdowy, mających z reguły niezbyt wiele gromad kulistych, powstać by miał jeden obiekt (nie licząc karzełków — patrz wyżej) pozbawiony gazu i pyłu, bez struktury spiralnej z liczną rodziną gromad kulistych. Teoria ta próbuje też wyjaśnić następujący paradoks: jeśli galaktyki eliptyczne powstają z galaktyk spiralnych, to generalnie są od nich młodsze. Jak to więc się dzieje, że gwiazdy w galaktykach eliptycznych są, średnio biorąc, starsze i bardziej zaawansowane ewolucyjnie niż gwiazdy w galaktykach spiralnych? Na to i inne pytania próbują odpowiedzieć bardzo liczne obserwacje Anten prowadzone w całym zakresie widma elektromagnetycznego i poświęcone formowaniu się w nich gwiazd oraz gromad gwiazd.



Zdjęcie centralnej części układu Anten wykonane w bliskiej podczerwieni przez 5-m teleskop na Mount Palomar. Widać wyraźnie jądra obu galaktyk

Obserwacje w zakresie optycznym i podczerwieni wskazują, że aktywność gwiazdotwórcza ograniczona jest do dysków obu galaktyk i nie zachodzi w obrębie wydłużonych ramion. Z kolei w obrębie dysków jest ona szczególnie silna w obszarze nakładania się dysków tam, gdzie w zakresie optycznym obserwujemy gęste pasma pyłu — patrz

zdjęcie obok wykonane teleskopem Hubble'a. Tam powstają, jak się sądzi, młode, potężne supergromady młodych, masywnych gwiazd, które w przyszłości wyewoluują w populację jasnych gromad kulistych. Masa gazu i pyłu, jaka znajduje się w obrębie dysków NGC 4038-9, wynosi około 15 mld mas Słońca. Przy obecnym tempie formowania się gwiazd (szacowanym z natężenie emisji w linii H$\alpha$) równym około 20 mas Słońca/rok gazu wystarczy więc na około 700 mln lat. W typowej galaktyce spiralnej procesy formowania się gwiazd konsumują cały, dostępny w galaktyce materiał w czasie około 4 mld lat, co wydaje się wskazywać, że rzeczywiście zderzenie obu galaktyk wzmogło ich intensywność. Procesy te trwają już od dłuższego czasu, gdyż astronomom udało się zidentyfikować liczne gromady gwiazd młodsze niż 5 mln lat oraz wiele takich, których wiek wynosi kilkadziesiąt czy kilkaset milionów lat. Niektóre z tych gromad mają wprost fantastyczne jasności absolutne osiągające w zakresie wizualnym — 15,5 mag! To jest jedna trzecia jasności całego Małego Obłoku Magellana! Z drugiej strony szacunki ich jasności mogą być zawyżone, gdyż do tej pory nie udało się jednoznacznie ustalić odległości do Anten. Na ogół w literaturze podaje się odległość 19-20 Mpc (około 63 mln lat świetlnych), jednak całkiem niedawno z pomocą nowej kamery na teleskopie kosmicznym udało się rozdzielić obraz karłowatej galaktyki w południowym ramieniu na pojedyncze gwiazdy. Korzystając z metody wyznaczania odległości opartej o pewne cechy czerwonych olbrzymów, wyznaczono odległość równą 13,7 Mpc. Jeśli ta odległość się potwierdzi, zmieni się wiele szacowań dotyczących tempa i skali procesów zachodzących w układzie NGC 4038-9.



Centralne obszary dysku NGC 4038 i NGC 4039 widziane przez teleskop kosmiczny Hubble'a w zakresie widzialnym. Widać wyraźnie jasne, nowo powstałe supergromady gwiazd ułożone w kształt łuku

W obrębie Anten, korzystając z obserwatorium rentgenowskiego Chandra, udało się zidentyfikować 9 źródeł ULX (czyli ekstremalnie jasnych źródeł promieniowania rentgenowskiego). Na ogół przyjmuje się, że są one układami podwójnymi zawierającymi gwiazdę neutronową lub małomasywną czarną dziurę. Próby identyfikacji tych źródeł zarówno w zakresie optycznym, jak i podczerwonym na ogół nie przynosi oczekiwanych rezultatów. Na zdjęciach z teleskopu Hubble'a z powodu bardzo dużego zagęszczenia gwiazd o obrębie dysku i mniejszej zdolności rozdzielczej Chandra nie udaje się jednoznacznie przypisać określonego źródła do konkretnej gwiazdy. Na ogół jest to jakaś gromada gwiazd. Co więcej, jeżeli udaje się identyfikacja z konkretnym obiektem widzianym w zakresie optycznym, to okazuje się, że jest to kwazar (dodam, że znamy prawdopodobnie tylko dwa wyjątki NGC 1313 X-1 i X-2)! Nie inaczej było w przypadku źródła w NGC 4038 oznaczonego X-37. Początkowo uważano, że jest to jakiś rentgenowski układ podwójny, który został wyrzucony ze swojej macierzystej gromady gwiazd (np. poprzez wybuch supernowej w układzie). Powstały szybko nawet prace teoretyczne, które analizowały przebieg takiego procesu i możliwe warunki w otoczeniu czarnej dziury ściągającej materię z sąsiedniej gwiazdy. Jednak rok temu okazało się, na podstawie bardziej kompleksowej analizy obiektu w podczerwieni, że źródłem tym jest... kwazar o poczerwienieniu $z = 0{,}26$! Tu pojawia się wątpliwość dotycząca metodologii dzisiejszej nauki. Jaki jest sens przygotowywania zaawansowanych teoretycznie prac w oparciu o niepewne przesłanki obserwacyjne? Co ma z tego wynikać? Moim zdaniem tego typu prace to częściowo efekt presji, jaka jest wywierana na astronomów (i w ogóle uczonych) do publikowania określonej liczby prac naukowych rocznie (im więcej, tym lepiej). Uczony lub ich zespół zamiast solidnie i rzetelnie opracować jakiś problem (na to prawie zawsze potrzeba czasu), w pośpiechu przygotowuje całe serie publikacji pisanych mało oryginalnie i twórczo, gdzie problem jest poruszany jedynie z jakiegoś jednego punktu widzenia. A to często prowadzi do powstawania w zasadzie bezwartościowych prac tak jak w przypadku X-37.

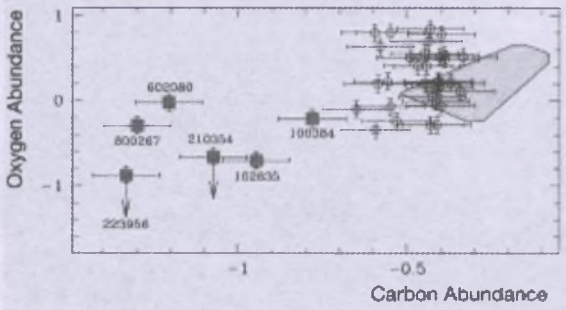
Na koniec dodam, że w 2004 r. w obszarze jasnego łuku gwiazd w NGC 4038 pojawiła się gwiazda supernowa oznaczona 2004gt. W zakresie optycznym osiągnęła ona jasność około 15 mag. Przypisano jej typ Ic, co oznacza, że eksplozja była prawdopodobnie spowodowana implozją pozbawionej wodoru gwiazdy W-R o początkowej masie około 40 mas Słońca.

*Dariusz Graczyk*

## Błękitne wampiry

Niektóre gorące, jasne i wyglądające na młode gwiazdy gromady kulistej 47 Tucanae okazały się wampirami wysysającymi węgiel i tlen z wnętrz innych gwiazd.

Za pomocą teleskopu VLT udało się zarejestrować niewielkie różnice w zawartości tych pierwiastków u kilku błękitnych maruderów gromady nieba południowego 47 Tucanae. Gwiazdy te są dość szczególne, gdyż występują głównie w gromadach kulistych, w towarzystwie bardzo wiekowych gwiazd. Ich ewolucję starano się przewidzieć modelami opartymi albo na zderzeniach gwiazd, albo na przepływie masy w układach podwójnych. W tym ostatnim jeden z obiektów przekazuje materię swojemu towarzyszowi, tym samym go „odmładzając". Dotychczas ani jeden, ani drugi scenariusz nie znalazł potwierdzenia w obserwacjach.




Rys. Zawartość tlenu (oś pionowa) do zawartości węgla (oś pozioma) błękitnych maruderów w gromadzie 47 Tuc

Dzięki danym z VLT astronomowie wyznaczyli zawartość pierwiastków chemicznych występujących na powierzchni 43 wybranych błękitnych maruderów gromady kulistej. Okazało się, że 6 z nich posiada znacznie mniej węgla i tlenu niż większość takich gwiazd. Anomalia ta może wskazywać, że materia na powierzchni tych 6 obiektów pochodzi z wnętrz innych gwiazd. Zagęszczenie gwiazd w centrum gromady kulistej w gwiazdozbiorze Tukana jest bardzo duże: ponad 4000 obiektów w sześcianie o boku jednego roku świetlnego. W takim środowisku prawdopodobieństwo gwiezdych kolizji oraz występowanie układów podwójnych, w których składniki przekazują sobie materię, jest bardzo duże, a co za tym idzie, również powstawania błękitnych wampirów.

(*kw*)

## Wnętrze kwazara

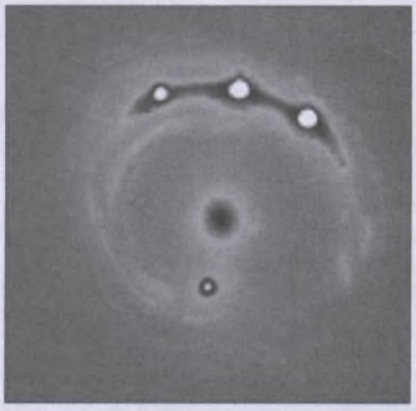
Astronomom udało się „zajrzeć" do wnętrza przedstawiciela najjaśniejszych obiektów we Wszechświecie – kwazara i uzyskać dowód na obecność w nim czarnej dziury.

Podejrzewano, że kwazary składają się z położonych w centrum supermasywnych czarnych dziur i otaczających je dysków gorącej materii. Obserwacje tych obiektów wskazują na ich bardzo zaawansowany wiek – uformowały się miliardy lat temu. Czarnych dziur nie da się zaobserwować bezpośrednio, gdyż nawet światło nie może przezwyciężyć ich ogromnej siły grawitacji, ale ich obecność można wnioskować z efektów, jakie wokół siebie wywołują. Materia tzw. dysków akrecyjnych wirujących dookoła czarnych dziur opada na nie i świeci z niewiarygodną mocą w bardzo szerokim zakresie widmowym: od fal radiowych, poprzez zakres optyczny aż do promieni rentgenowskich.

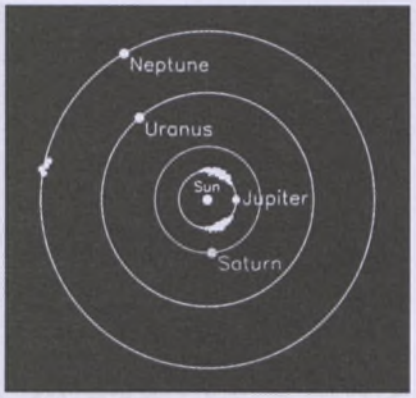
Obserwowane przez astronomów z Uniwersytetu Stanowego w Ohio obiekty znajdują się dokładnie za bardzo masywną galaktyką. Zgodnie z teorią Einsteina o zachowywaniu się masywnych obiektów jak soczewki, galaktyka wzmocniła i zniekształciła obraz kwazarów na tyle skutecznie, że naukowcy byli w stanie potwierdzić obecność czarnych dziur w ich wnętrzach. Udało się również zmierzyć wirujące dyski i zaobserwować bardzo niewielki obszar emitujący promieniowanie X — to tam rozgrzana materia opada na czarną dziurę

Do programu obserwacji zostało już włączonych kolejnych 20 obiektów widocznych dzięki soczewkowaniu grawitacyjnemu.

(*kw*)



Zniekształcony obraz optyczny jednego z obserwowanych kwazarów. Plama w centrum to soczewkująca galaktyka, cztery jasne plamy to obrazy tego samego obiektu




Na tym schemacie zewnętrznych obszarów Układu Słonecznego planetki „Trojańczyków" można zobaczyć zarówno na orbicie Jowisza, jak i Neptuna (ilustracja ze strony internetowej Scotta Sheppparda)

## Trzej nowi Trojańczycy na orbicie Neptuna

Odnaleziono trzy nowe obiekty poruszające się z grubsza po tej samej orbicie co Neptun. Ciała te, zwane „planetoidami trojańskimi", zostały odkryte przez badaczy z Carnegie Institution's Department of Terrestial Magnetism (DTM) oraz Obserwatorium Gemini. Odkrycie to dowodzi, że Neptun, podobnie jak jego większy kuzyn Jowisz, gości na swojej orbicie spory zastęp Trojańczyków i asteroidy te mają prawdopodobnie to samo źródło. Odkrycie podnosi także znaną liczbę planetoid trojańskich na orbicie Neptuna do czterech.

Obiekty te mogą być ostatnimi pozostałościami po małych ciałach utworzonych w regionie wielkich planet, których to większość skończyła jako części tychże planet lub została wyrzucona poza obszar Układu Słonecznego.

Świeżo odkryte ciała stanowią dopiero czwartą stabilną grupę planetoid krążących wokół Słońca. Pozostałe to oczywiście Pas Kuipera znajdujący się tuż za orbitą Neptuna, planetoidy trojańskie na orbicie Jowisza oraz główny pas planetoid pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza. Istnieją pewne przesłanki świadczące o tym, że planetoid dzielących orbitę z Neptunem może być nawet więcej niż Trojańczyków na orbicie Jowisza, jednak są one trudne do zaobserwowania z powodu zbyt dużej odległości od Słońca. Żeby je odkryć, astronomowie będą potrzebowali największych teleskopów wyposażonych w czułe kamery cyfrowe.

Badacze już jakiś czas temu twierdzili, że teoretycznie planetoidy trojańskie mogą towarzyszyć nie tylko Jowiszowi, jednak dowody na to pojawiły się dopiero niedawno.

*Joanna Drążkowska*

ASTROKRAK

F.P.U.H. **ASTROKRAK**, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
e-mail: astrokrak@astrokrak.pl - **www.astrokrak.pl**
tel.: **(12) 413 55 26**, fax: (12) 417 31 81
sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15

Zobacz również nowe forum miłośników astronomii - *www.astromaniak.pl*

# BRESSER

*Absolutna nowość na rynku!!!*

**SERIA MESSIER**
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90 ..... 1299.00
Refraktor R-102 ..... 1999.00
Refraktor R-127L ..... 2899.00
Refraktor R-127S ..... 2999.00
Refraktor R-152 ..... 3799.00
Newton N-130 ..... 1299.00
Newton N-150 ..... 1799.00
Newton N-203 ..... 2499.00

# ORION

**SERIA SKYVIEW PRO**
(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem lub Intelliscope)

Refraktor 80mm ED APO ..... od 3750.00
Refraktor 100mm ED APO ..... od 5750.00
Refraktor 120mm ..... od 3350.00
Maksutow 127mm ..... od 3350.00
Maksutow 150mm ..... od 4650.00
Newton 203mm ..... od 3650.00

# SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

**LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION**
7x50 ..... 485.00
10x50 ..... 495.00

**OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA**
Plössl (4-40mm/1,25") ..... od 95.00
RKE (26-40mm/2") ..... od 195.00
Barlow 2x/1,25" ..... 95.00
Barlow 2x/2" ..... 250.00

**SERIA MT**
(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm ..... 1099.00
MT-750 152mm ..... 1650.00
MT-800 200mm ..... 2250.00

# Sky-Watcher

**TELESKOPY**

Dobson 203mm (pyrex) ..... 1830.00
Dobson 252mm (pyrex) ..... 2850.00
Refraktor 102mm EQ3 ..... 2030.00
Maksutow 102mm EQ2 ..... 1820.00
Maksutow 127mm EQ3 ..... 2860.00

# ANTARES

**OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA**

Plössl (6-40mm/1,25") ..... od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25") ..... od 250.00
Erfla (30-52mm/2") ..... od 315.00
Szerokokątne (67°/5,7-25mm) ... od 299.00
Szerokokątne (82°/7,5-18mm) ... od 499.00
Barlow 2x/1,25 ..... 105.00
Barlow 1,6x/2" ..... 350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25") .. 525.00

**NASADKI KĄTOWE**

45° 1,25"/1,25" ..... 105.00
90° 1,25"/1,25" ..... 125.00
45° M42x1/1,25" ..... 125.00
90° M42x1/1,25" ..... 145.00
90° 2"/2" 98% ..... 395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl. ..... 625.00

**FILTRY**

ALP 1,25" ..... 225.00
ALP 2" ..... 415.00
ND 13 1,25" (szary) ..... 45.00
ND 13 2" (szary) ..... 105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25" ... 285.00
Kolorowe 7 szt. 2" ..... 475.00

# MEADE

**SERIA LX200GPS**
(Teleskopy Schmidta-Cassegraina na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm) ..... 13500.00
10" (254mm) ..... 16900.00
12" (305mm) ..... 23900.00
14" (356mm) ..... 30900.00
16" (406mm) ..... 59900.00

**SERIA LDX-75**
(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor) ..... 5150.00
6" (152mm refraktor) ..... 6150.00
6" (152mm Schmidt-Newton) ..... 5250.00
8" (203mm Schmidt-Newton) ..... 6150.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain) ..... 8390.00
10" (254mm Schmidt-Newton) ..... 7490.00

**SERIA ETX**
(Teleskopy Maksutowa na montażu widłowym z systemem GO-TO)

90AT (90mm) ..... 3125.00
90PE (90mm) ..... 3895.00
105AT (105mm) ..... 4150.00
105PE (105mm) ..... 4950.00
125AT (125mm) ..... 5450.00
125PE (125mm) ..... 6250.00

**SERIA LIGHTBRIDGE**
(Teleskopy trussowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm ..... od 1699.00
Newton 254mm ..... od 2350.00
Newton 305mm ..... od 3899.00

## Akcesoria MEADE

**OKULARY Z SERII 5000**

Plössl (60°/5,5-40mm) .... od 499.00
SWA (68°/16-40mm) ..... od 899.00
UWA (82°/4,7-30mm) .. od 1050.00

**KAMERY CCD**
(Z oprogramowaniem Autostar Suite)

LP Imager ..... 550.00
DS Imager ..... 1525.00
DS Imager Pro ..... 1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3 ..... 799.00

# CORONADO

**TELESKOPY I FILTRY SŁONECZNE Hα**

Już od 2825.00

# LUMICON

**OKULARY PODŚWIETLANE**
(Z krzyżem nitek)

12,5mm ortoskop. ..... 585.00
25mm Kellner ..... 275.00

**FILTRY MGŁAWICOWE**

Deep Sky 1,25" ..... 375.00
Deep Sky 2" ..... 730.00
UHC 1,25" ..... 375.00
UHC 2" ..... 730.00
OIII 1,25" ..... 375.00
OIII 2" ..... 730.00
H-Beta 1,25" ..... 375.00
H-Beta 2" ..... 730.00
Comet 1,25" ..... 375.00
Comet 2" ..... 730.00

**NASADKI KĄTOWE**

Enhanced 1,25" ..... 365.00
Enhanced 2" ..... 695.00
LumiBrite 1,25" 98% .... 550.00
LumiBrite 2" 98% ..... 875.00

**KSIĄŻKI I ATLASY**

Night Sky Observer's Guide tom I i II ..... 135.00
Uranometria tom I i II ..... 179.00
Uranometria tom III ..... 195.00
Sky Atlas 2000.0 wersja deluxe ..... 179.00
Atlas of the Moon ..... 135.00

**MAPY I GLOBUSY**

Karta Messiera ..... 13.00
Karta Caldwella ..... 13.00
Mapa Księżyca ..... 13.00
Globus nieba ..... 330.00
Globus Księżyca ..... 225.00

**OPROGRAMOWANIE**

RedShift 5 ..... 425.00
Starry Night Pro ..... 625.00
Starry Night Enth. ..... 335.00
CoolSky 2.0 ..... 39.00
Maxim DL ..... 1250.00
SkyMap Pro ..... 375.00
SkyChart III ..... 169.00
Desktop Universe ..... 825.00
SkyTools 2 CD ..... 425.00

**SKY PUBLISHING**

# ASTROKRAK

**TELESKOPY I AKCESORIA**

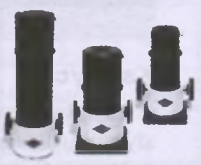
Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze od 250 do 600mm. Zbudowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

**ZŁĄCZKI I REDUKCJE**

M42/Canon EOS ..... 49.00
M42/Nikon ..... 49.00
M42/T2 ..... 45.00
1,25"/M42 ..... 35.00
2"/M42 ..... 45.00
M42/web kamera ..... 45.00
L-adapter mały ..... 20.00
L-adapter duży ..... 25.00

**WYCIĄGI OKULAROWE**
(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)

Obrotowy 1,25" ..... 115.00
Przesuwny 1,25" ..... 195.00
Przesuwny 2" ..... 275.00



**Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na *www.astrokrak.pl***

# Rok 2007

W roku 2007 wystąpią dwa częściowe zaćmienia Słońca, możliwe do obserwacji jedynie w obszarach podbiegunowych Ziemi. Dojdzie także do dwóch całkowitych zaćmień Księżyca, z których pierwsze (3 marca) widoczne będzie w Polsce wysoko na nocnym niebie.

W 2007 r. kilkakrotnie dojdzie do zakryć znanej gromady otwartej Plejady przez Księżyc. Z Polski można będzie te zjawiska obserwować w dniach: 27 stycznia, 23 lutego, 7 sierpnia, 28 października oraz 21 grudnia. Można będzie także obserwować zakrycia planet przez Księżyc: 2 marca oraz 22 maja zakrycie Saturna, 18 czerwca zakrycie Wenus, natomiast 24 grudnia zakrycie Marsa.

W 2007 r. do Słońca zbliży się 30 znanych komet, jednak do obserwacji nawet najjaśniejszych z nich niezbędny będzie większy sprzęt amatorski.

# Styczeń

## Słońce

Ziemia w swym ruchu po orbicie okołosłonecznej znajdzie się najbliżej Słońca 3 stycznia o $20^h$, a zatem Słońce będzie wtedy w perygeum w odległości około 147 mln km. Dni stają się coraz dłuższe. W Warszawie 1 stycznia Słońce wschodzi o $6^h45^m$, zachodzi o $14^h34^m$, a 31 stycznia wschodzi o $6^h19^m$, zachodzi o $15^h20^m$. W styczniu Słońce wstępuje w znak Wodnika.

**Dane dla obserwatorów Słońca (na $0^h$ czasu UT)**

| Data 2007 | | P [°] | $B_0$ [°] | $L_0$ [°] |
|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 2,23 | –2,98 | 98,74 |
| | 3 | 1,26 | –3,21 | 72,40 |
| | 5 | 0,29 | –3,44 | 46,06 |
| | 7 | –0,67 | –3,66 | 19,72 |
| | 9 | –1,64 | –3,88 | 353,38 |
| | 11 | –2,59 | –4,10 | 327,04 |
| | 13 | –3,55 | –4,31 | 300,71 |
| | 15 | –4,49 | –4,51 | 274,37 |
| | 17 | –5,42 | –4,71 | 248,04 |
| | 19 | –6,35 | –4,91 | 221,71 |
| | 21 | –7,26 | –5,09 | 195,37 |
| | 23 | –8,16 | –5,27 | 169,04 |
| | 25 | –9,05 | –5,45 | 142,71 |
| | 27 | –9,91 | –5,61 | 116,37 |
| | 29 | –10,77 | –5,77 | 90,04 |
| I | 31 | –11,60 | –5,92 | 63,71 |

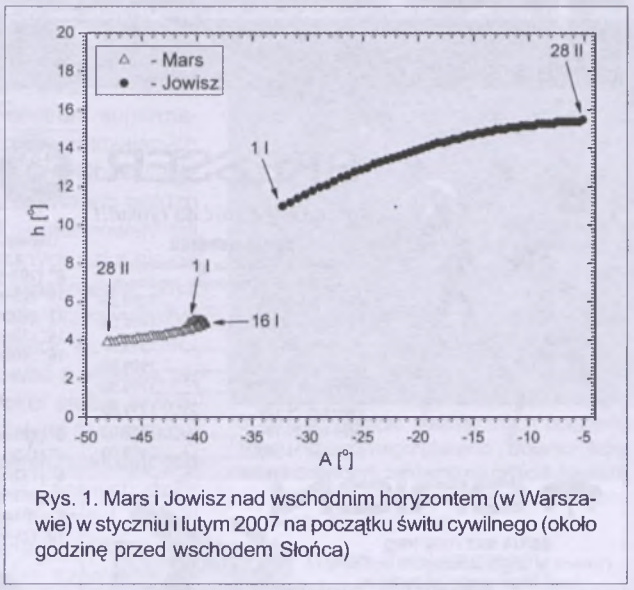
P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

$B_0$, $L_0$ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$8^d\ 11^h\ 56^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

## Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w drugiej połowie stycznia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $3^d13^h58^m$, ostatnia kwadra $11^d12^h44^m$, nów $19^d04^h00^m$ i pierwsza kwadra $25^d23^h01^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się w dniu 10 stycznia o $16^h24^m$, natomiast w perygeum 22 stycznia o $12^h32^m$.



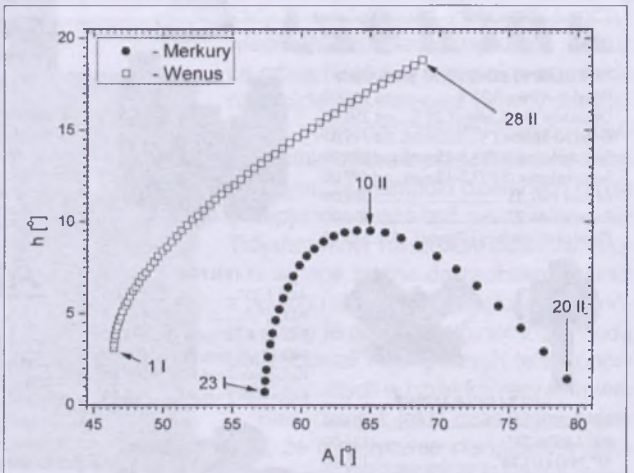

Rys. 1. Mars i Jowisz nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w styczniu i lutym 2007 na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca)

## Planety, planety karłowate i planetoidy

Pod koniec stycznia można próbować zaobserwować **Merkurego**, wznoszącego się wieczorem coraz wyżej nad południowo-zachodnim horyzontem. W ostatnim dniu miesiąca, pod koniec zmierzchu cywilnego (tj. ok. godzinę po zachodzie Słońca) planetę, świecącą z jasnością $-1^m$, będzie można zobaczyć na wysokości ok. 6° nad horyzontem.

Niedaleko Merkurego możemy zobaczyć wznoszącą się coraz wyżej **Wenus**, świecącą jako „Gwiazda Wieczorna" z jasnością $-4^m$. O ile na początku stycznia w ok. godzinę po zachodzie Słońca można ją zaobserwować na wysokości jedynie 3° nad horyzontem, to pod koniec miesiąca wielkość ta wzrośnie do ok. 11°. Przez teleskop będzie można wtedy zobaczyć tarczę planety o średnicy 11", w fazie zmniejszającej się po pełni.

Nad ranem można próbować odnaleźć **Marsa**, jednak nawet gdy w pierwszych dniach stycznia osiągnie on największą w styczniu wysokość nad horyzontem, to wyniesie ona jedynie 5° (na początku świtu cywilnego), co przy jasno-




Rys. 2. Merkury i Wenus nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w styczniu i lutym 2007 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

ści planety równej zaledwie 1,5$^m$ czyni jej obserwacje, a nawet dostrzeżenie na tle jaśniejącego nieba, praktycznie niemożliwymi.

Także nad ranem można zobaczyć **Jowisza**, którego wysokość nad horyzontem powoli rośnie, osiągając pod koniec miesiąca prawie 15° (ok. godzinę przed wschodem Słońca). W odnalezieniu planety może pomóc jej duża jasność, równa prawie –2$^m$.

Przez całą noc, w gwiazdozbiorze Lwa, widoczny jest zbliżający się do opozycji **Saturn**, jako „gwiazda" o jasności 0$^m$. Oczywiście główną „atrakcją" Saturna jest jego system pierścieni, którego główne składowe są widoczne nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie — do dostrzeżenia „Szczeliny Cassiniego" wystarczy teleskop o średnicy lustra 10 cm przy powiększeniu 100×.

Na początku miesiąca można jeszcze wieczorem próbować odnaleźć **Urana**, świecącego w gwiazdozbiorze Wodnika z jasnością 5,9$^m$, jednak wysokość planety nad horyzontem z dnia na dzień szybko maleje i pod koniec stycznia jej obserwacja staje się praktycznie niemożliwa. **Neptun** znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jego obserwacja jest niemożliwa.

Spośród planet karłowatych pod koniec stycznia możemy nad ranem próbować odnaleźć **(134340) Plutona**, będącego jednocześnie jednym z największych obiektów Pasa Kuipera (do niedawna zresztą uważanego za planetę). Na początku świtu astronomicznego (dwie godziny przed wschodem Słońca) znaleźlibyśmy go na wysokości zaledwie 8° nad południowo-wschodnim horyzontem, świecącego z jasnością 13,9$^m$, jednak przy tak niskim położeniu jego obserwacja jest przy tej jasności raczej niemożliwa.

W styczniu w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

**(7) Iris**, (jasność 8,2$^m$). 1 I: 3$^h$01,1$^m$, +18°21'; 11 I: 3$^h$08,4$^m$, +18°06'; 21 I: 3$^h$18,6$^m$, +18°07'; 31 I: 3$^h$31,2$^m$, +18°22'.

**(20) Massalia**, (jasność 8,5$^m$). 1 I: 9$^h$08,5$^m$, +15°09'; 11 I: 9$^h$02,5$^m$, +15°32'; 21 I: 8$^h$54,0$^m$, +16°06'; 31 I: 8$^h$44,1$^m$, +16°46'.

## Meteory

W dniach od 1 do 5 stycznia promieniują **Kwadrantydy** (**QUA**). Maksimum aktywności spodziewane jest 4 stycznia. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne rekt. 15$^h$18$^m$, dekl.+49°. Nazwa roju pochodzi od nieistniejącego już na dzisiejszych mapach gwiazdozbioru *Quadrans Muralis*, umieszczonego w początkach XIX w. na granicy gwiazdozbiorów Smoka, Herkulesa i Wolarza. Obserwacje Kwadrantydów w tym roku praktycznie uniemożliwi Księżyc w pełni.

* * *

2$^d$18$^h$ Maksymalna libracja Księżyca (8,0°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

3$^d$20$^h$ Ziemia w peryhelium na swej okołosłonecznej orbicie w odl. 147 mln km od Słońca.

4$^d$16$^h$08$^m$ Gwiazda zmienna $\eta$ Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5$^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2003]*.

5$^d$19$^h$13$^m$ Gwiazda zmienna $\delta$ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5$^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2003]*.

6$^d$18$^h$ Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 0,4°.

7$^d$06$^h$ Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.

8$^d$ Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

9$^d$13$^h$ Minimalna libracja Księżyca (1,5°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).

9$^d$18$^h$07$^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8$^m$ do 6,6$^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006]*.

11$^d$04$^h$01$^m$ Gwiazda zmienna $\delta$ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5$^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2003]*.

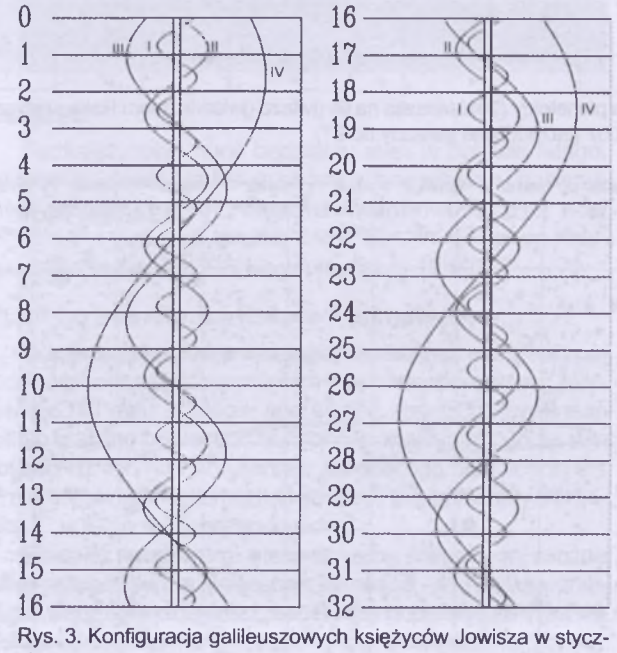
11$^d$20$^h$23$^m$ Gwiazda zmienna $\eta$ Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5$^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2003]*.

12$^d$ Gwiazda zmienna długookresowa V Cas (miryda) (23$^h$11,6$^m$, –15°17') osiąga maksimum jasności (7,9$^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2004]*.

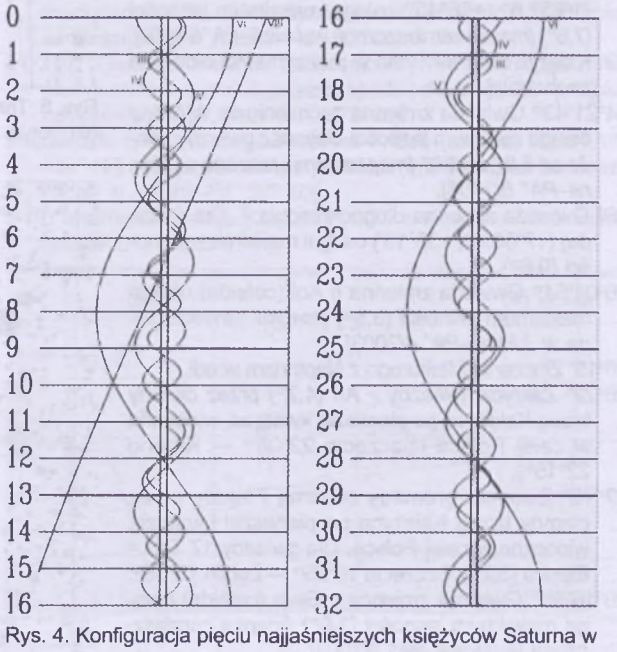
13$^d$01$^h$ Złączenie Marsa z Plutonem w odl. 7°.

13$^d$23$^h$29$^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol ($\beta$ Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1$^m$ do 3,4$^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2001]*.

14$^d$19$^h$19$^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga mini-




Rys. 3. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w styczniu 2007 (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo




Rys. 4. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w styczniu 2007 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

mum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

$15^d$ Gwiazda zmienna długookresowa U Cet (miryda) ($2^h33{,}7^m$, –13°09') osiąga maksimum jasności ($7{,}5^m$).

$15^d$ Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

$15^d17^h$ Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 6°.

$16^d07^h$ Maksymalna libracja Księżyca (8,7°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

$16^d20^h18^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol ($\beta$ Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2001].*

$17^d00^h$ Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 5°.

$18^d$ Gwiazda zmienna długookresowa U Ori (miryda) ($5^h55{,}9^m$, +20°11') osiąga maksimum jasności ($6{,}3^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2004].*

$19^d$ Gwiazda zmienna długookresowa S Vir (miryda) ($13^h33{,}0^m$, –7°12') osiąga maksimum jasności ($7{,}0^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2005].*

$19^d00^h37^m$ Gwiazda zmienna $\eta$ Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2003].*

$19^d03^h$ Złączenie Wenus z Neptunem w odl. 1°.

$19^d20^h$ Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 2°.

$19^d20^h31^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

$20^d11^h07^m$ Słońce wstępuje w znak Wodnika, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 300°.

$20^d16^h$ Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 3°.

$20^d19^h$ Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 1°.

$21^d21^h35^m$ Gwiazda zmienna $\delta$ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2003].*

$22^d05^h$ Złączenie Urana z Księżycem w odl. 0,5°.

$22^d19^h$ Minimalna libracja Księżyca (0,6°) w kierunku krateru *Schickard* (zacieniony).

$23^d$ Gwiazda zmienna długookresowa R Dra (miryda) ($16^h32{,}6^m$, +66°45') osiąga maksimum jasności ($7{,}6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2002].*

$23^d$ Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

$24^d21^h43^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

$26^d$ Gwiazda zmienna długookresowa T Dra (miryda) ($17^h56{,}4^m$, +58°13') osiąga maksimum jasności ($9{,}6^m$).

$26^d04^h51^m$ Gwiazda zmienna $\eta$ Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2003].*

$26^d15^h$ Złączenie Merkurego z Neptunem w odl. 1°.

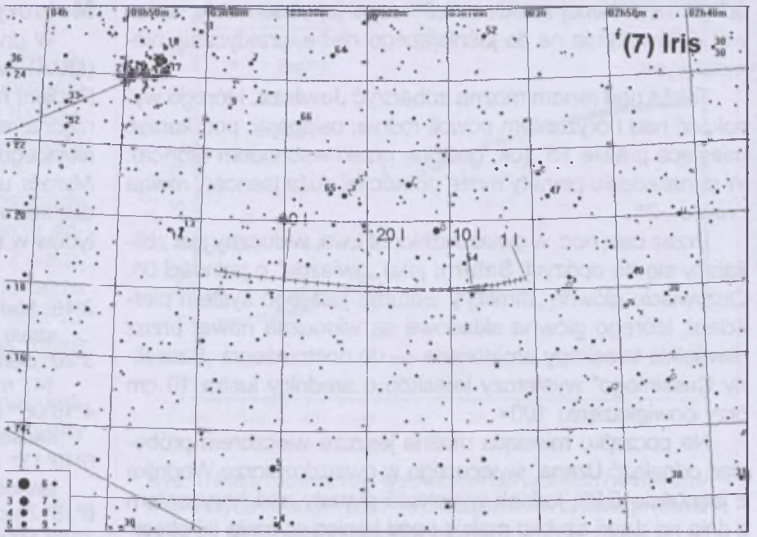
$26^d22^h$ Zakrycie gwiazdy $\varepsilon$ Ari ($4{,}7^m$) przez ciemny brzeg Księżyca po pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin $22^h08^m$ — Krosno $22^h15^m$).

$27^d15^h$ Zakrycie gromady otwartej Plejady przez ciemny brzeg Księżyca po pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce. Dla gwiazdy 17 Tau = Electra ($3{,}7^m$): Szczecin $15^h25^m$ — Lublin $15^h38^m$.

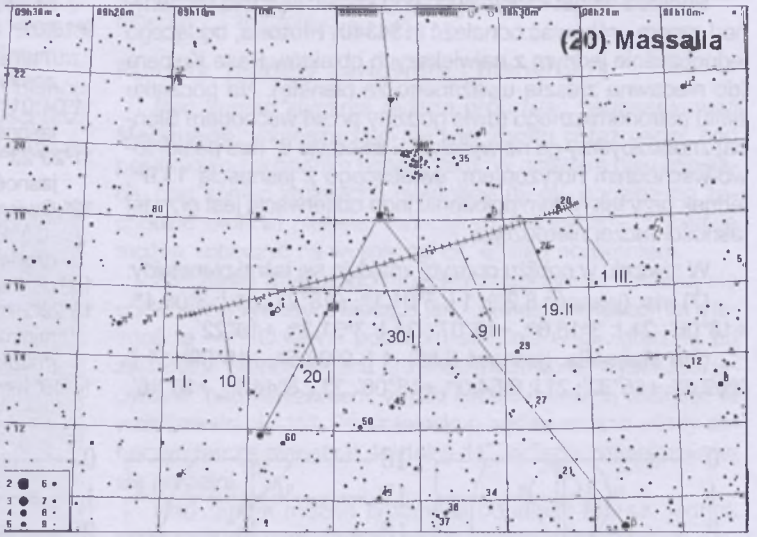
$28^d16^h55^m$ Gwiazda zmienna $\zeta$ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2003].*

$29^d13^h$ Maksymalna libracja Księżyca (8,3°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

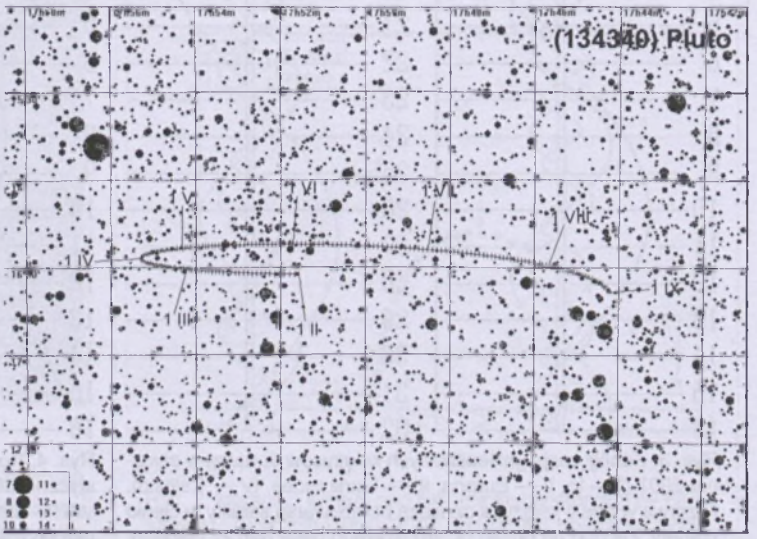
$31^d$ Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.




Rys. 5. Trasa planetoidy (7) Iris na tle gwiazd gwiazdozbioru Barana w styczniu 2007 (zaznaczone gwiazdy do $9^m$)




Rys. 6. Trasa planetoidy (20) Massalia na tle gwiazd gwiazdozbioru Raka w styczniu i lutym 2007 (zaznaczone gwiazdy do $9^m$)




Rys. 7. Trasa Plutona na tle gwiazd gwiazdozbioru Węża od lutego do sierpnia 2007 (zaznaczone gwiazdy do $14{,}5^m$)

# Luty

## Słońce

Dni stają się coraz dłuższe. Słońce wędruje po części ekliptyki położonej pod płaszczyzną równika niebieskiego, ale jego deklinacja wzrasta w ciągu miesiąca od –17° do –8°, w związku z czym dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 lutego Słońce wschodzi o $6^h17^m$, zachodzi o $15^h22^m$, a 28 lutego wschodzi o $5^h25^m$, zachodzi o $16^h13^m$. W lutym Słońce wstępuje w znak Ryb.

**Dane dla obserwatorów Słońca (na $0^h$ czasu UT)**

| Data 2006 | | P [°] | $B_0$ [°] | $L_0$ [°] |
|---|---|---|---|---|
| II | 1 | –12,02 | –6,00 | 50,54 |
| | 3 | –12,83 | –6,14 | 24,21 |
| | 5 | –13,62 | –6,27 | 357,87 |
| | 7 | –14,39 | –6,39 | 331,54 |
| | 9 | –15,14 | –6,51 | 305,21 |
| | 11 | –15,87 | –6,62 | 278,87 |
| | 13 | –16,58 | –6,72 | 252,54 |
| | 15 | –17,27 | –6,81 | 226,20 |
| | 17 | –17,93 | –6,90 | 199,87 |
| | 19 | –18,57 | –6,97 | 173,53 |
| | 21 | –19,19 | –7,04 | 147,19 |
| | 23 | –19,79 | –7,09 | 120,86 |
| | 25 | –20,36 | –7,14 | 94,52 |
| | 27 | –20,91 | –7,18 | 68,17 |
| III | 1 | –21,43 | –7,21 | 41,83 |

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

$B_0$, $L_0$ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$4^d\ 20^h\ 07^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

## Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie lutego, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $2^d05^h45^m$, ostatnia kwadra $10^d09^h51^m$, nów $17^d16^h14^m$ i pierwsza kwadra $24^d07^h56^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $7^d12^h38^m$, a w perygeum $19^d09^h37^m$.

## Planety, planety karłowate i planetoidy

W pierwszej połowie miesiąca, wieczorem, nisko nad południowo-zachodnim horyzontem można zaobserwować **Merkurego**. W dniu 9 lutego, pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca), znajdziemy go na wysokości aż 10° nad horyzontem świecącego z jasnością $0^m$. Przez teleskop będzie można zobaczyć tarczę planety o średnicy 7" w fazie zbliżonej do kwadry.

Również wieczorem, nieco powyżej Merkurego, można obserwować **Wenus** świecącą z jasnością $–4^m$. W ciągu miesiąca warunki widzialności planety się poprawiają. Przez teleskop będzie można zobaczyć tarczę Wenus o średnicy 12" przy fazie oddalającej się od pełni.

Warunki widzialności **Marsa** w porównaniu do stycznia praktycznie się nie zmieniają, a jego obserwacja nisko nad wschodnim horyzontem jest właściwie nadal niemożliwa.

Warunki obserwacji **Jowisza** i **Saturna** w stosunku do stycznia praktycznie się nie zmieniają, jednak w połowie lutego, w związku z przebywaniem w opozycji, średnica tarczy drugiej z wymienionych planet osiągnie największą w 2007 r. wielkość wynoszącą ponad 20", co ułatwi obserwacje struktury chmur w jej atmosferze oraz szczegółów systemu pierścieni.

**Uran** i **Neptun** znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

W porównaniu ze styczniem poprawiają się nieco warunki porannej widzialności planety karłowatej **(134340) Plutona**, którego pod koniec lutego, na dwie godziny przed wschodem Słońca, można odnaleźć na wysokości 14° nad horyzontem, jednak niezbędny jest do tego teleskop o średnicy lustra przynajmniej 25 cm.

W lutym w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

**(4) Vesta**, (jasność $7,4^m$). 10 II: $15^h57,3^m$, –13°21'; 20 II: $16^h12,0^m$, –13°48'; 2 III: $16^h25,4^m$, –14°05'.

**(20) Massalia**, (jasność $8,8^m$). 10 II: $8^h34,5^m$, +17°25'; 20 II: $8^h26,7^m$, +17°57'; 2 III: $8^h21,9^m$, +18°19'.

## Meteory

W dniach od 15 lutego do 10 marca promieniują, należące do kompleksu Virginidów, $\delta$ **Leonidy (DLE)**. Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 25 lutego. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne rekt. $7^h00^m$, dekl. +16°. Warunki obserwacji w tym roku są dobre, gdyż obserwacjom meteorów w drugiej połowie nocy nie będzie przeszkadzał Księżyc tuż po pierwszej kwadrze.

* * *

$1^d$ Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

$1^d21^h20^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

$2^d18^h$ Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 0,3°.

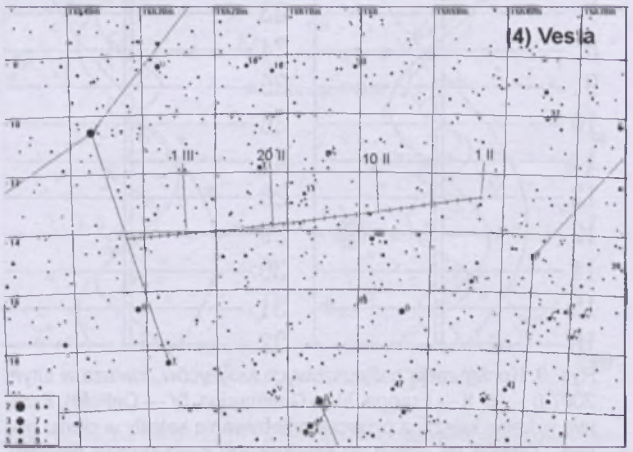
$2^d23^h$ Złączenie Merkurego z Wenus w odl. 7°.

$3^d22^h42^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

$4^d00^h07^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*

$5^d$ Gwiazda zmienna długookresowa R Boo (miryda) ($14^h37,1^m$, +26°44') osiąga maksimum jasności ($7,2^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2003].*

$5^d16^h$ Minimalna libracja Księżyca (1,5°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).




Rys. 8. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Skorpiona w lutym 2007 (zaznaczone gwiazdy do $9^m$)

$5^d22^h01^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol ($\beta$ Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2001].*
$6^d23^h58^m$ Gwiazda zmienna $\delta$ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2003].*
$7^d01^h$ Złączenie Wenus z Uranem w odl. 0,7°.
$7^d18^h$ Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości 18°.
$7^d20^h31^m$ Gwiazda zmienna $\zeta$ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2003].*
$8^d$ Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$8^d10^h$ Neptun w koniunkcji ze Słońcem.
$9^d01^h19^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}8^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 5/2006].*
$10^d03^h04^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}6^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2002].*
$10^d18^h$ Saturn w opozycji do Słońca.
$12^d12^h$ Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 7°.
$13^d10^h$ Maksymalna libracja Księżyca (9,6°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).
$13^d14^h$ Merkury nieruchomy w rektascensji.
$15^d01^h$ Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 4°.
$15^d11^h$ Złączenie Merkurego z Uranem w odl. 5°.
$16^d$ Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
$16^d02^h57^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5{,}9^m$ do $6{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2005].*
$16^d17^h34^m$ Gwiazda zmienna $\eta$ Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2003].*
$17^d$ Gwiazda zmienna długookresowa X Oph (miryda) ($18^h38{,}3^m$, +8°50') osiąga maksimum jasności ($6{,}8^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 2/2003].*
$17^d01^h$ Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 3°.
$17^d17^h33^m$ Gwiazda zmienna $\delta$ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2003].*
$18^d00^h09^m$ Gwiazda zmienna $\zeta$ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2003].*
$18^d11^h$ Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 5°.
$18^d18^h$ Złączenie Urana z Księżycem w odl. 0,1°.
$19^d01^h10^m$ Słońce wstępuje w znak Ryb, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 330°.
$19^d07^h$ Minimalna libracja Księżyca (1,1°) w kierunku krateru *Schickard* (zacieniony).
$19^d17^h$ Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 2°.
$23^d$ Gwiazda zmienna długookresowa RS Lib (miryda) ($15^h24{,}3^m$, –22°55') osiąga maksimum jasności ($7{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2004].*
$23^d02^h20^m$ Gwiazda zmienna $\delta$ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 1/2003].*
$23^d05^h$ Merkury w koniunkcji ze Słońcem.
$23^d21^h48^m$ Gwiazda zmienna $\eta$ Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}5^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 4/2003].*
$23^d23^h$ Zakrycie gromady otwartej Plejady przez ciemny brzeg Księżyca przed pierwszą kwadrą, widoczne w całej Polsce. Dla gwiazdy 20 Tau = Maia ($3{,}9^m$): Gdańsk $23^h06^m$ — Kraków $23^h12^m$.
$24^d$ Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$25^d17^h$ Maksymalna libracja Księżyca (9,2°) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).
$28^d03^h46^m$ Gwiazda zmienna $\zeta$ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3{,}6^m$) *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 3/2003].*
$28^d20^h33^m$ Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol ($\beta$ Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$ *[mapka zamieszczona w „Uranii–PA" 6/2001].*

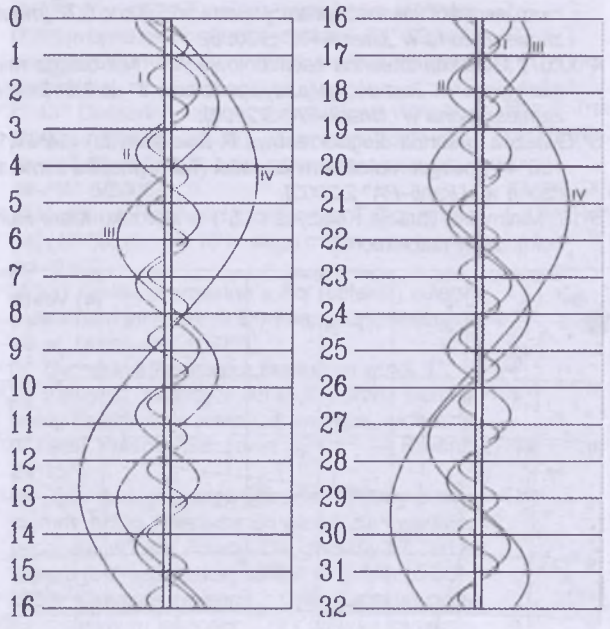
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w styczniu i lutym w Polsce „czasie zimowym", należy dodać 1 godzinę.

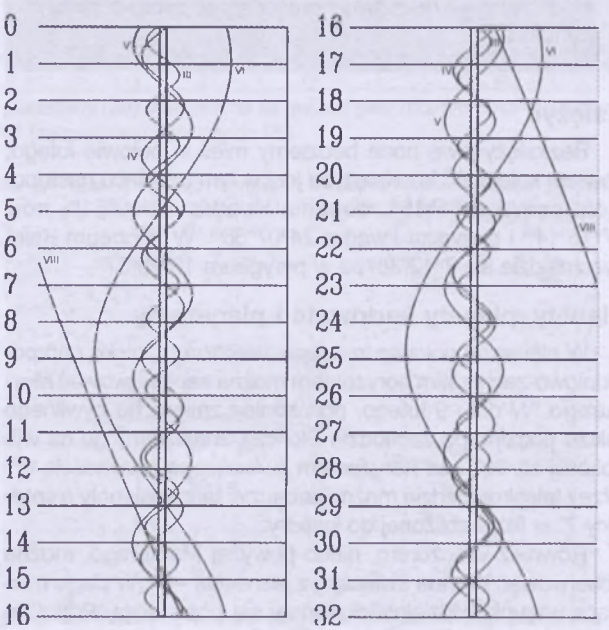
Momenty złączeń planet z Księżycem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

*Opr. T. Ściężor*




Rys. 9. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w lutym 2007 (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



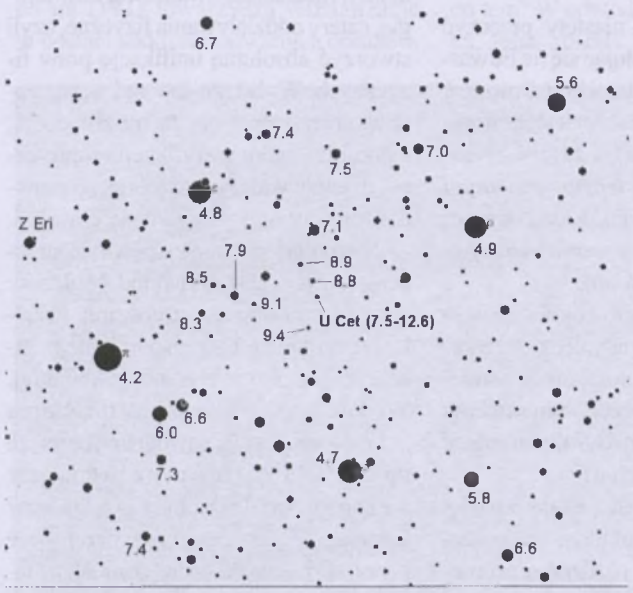

Rys. 10. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w lutym 2007 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

# Interesujące obiekty: **Ryś, Sekstant**

| Obiekt | Rodzaj obiektu | $\alpha$ [ h : m : s ] | $\delta$ [ ° : ′ : ″ ] | V [mag.] | Rozmiary kątowe | Obserw. wizualne D[mm] / pow. | Obserw. fotograficzne D[mm] /F[mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **RYŚ** | | | | | | | |
| NGC 2683 | G | 08:52:41,3 | +33:25:12 | 9,7 | 9,3′×2,5′ | 70–100/40–80× | 80/800–1200 |
| NGC 2419 | GK | 07:38:08,5 | +38:52:57 | 10,3 | 4,1′ | 150/80–100× | 150/1500–2000 |
| NGC 2549 | G | 08:18:58,3 | +57:48:11 | 11,2 | 4,2′×1,5′ | 170–200/100× | 150–200/2000 |
| NGC 2776 | G | 09:12:14,5 | +44:57:17 | 11,4 | 2,9′×2,7′ | | |
| NGC 2782 | G | 09:14:05,0 | +40:06:49 | 11,4 | 3,8′×2,9′ | | |
| NGC 2541 | G | 08:14:40,0 | +49:03:43 | 11,5 | 6,6′×3,5′ | | |
| NGC 2500 | G | 08:01:53,0 | +50:44:12 | 11,5 | 2,9′×2,7′ | | |
| NGC 2273 | G | 06:50:06,0 | +60:51:00 | 11,6 | 3,6′×2,4′ | | |
| NGC 2537 | G | 08:13:14,4 | +45:59:29 | 11,7 | 1,7′×1,5′ | 200–250/120× | 200–250/2000 |
| NGC 2832 | G | 09:19:46,8 | +33:44:59 | 11,8 | 3,3′×2,2′ | | |
| NGC 2712 | G | 08:59:30,6 | +44:54:50 | 11,9 | 2,9′×1,7′ | | |
| NGC 2543 | G | 08:12:57,8 | +36:15:13 | 11,9 | 2,7′×1,2′ | | |
| NGC 2340 | G | 07:11:10,7 | +50:10:29 | 11,9 | 1,8′×1,2′ | | |
| **SEKSTANT** | | | | | | | |
| NGC 3115 | G | 10:05:14,1 | –7:43:05 | 9,1 | 8,3′×3,2′ | 70–100/40–80× | 80/800–1200 |
| NGC 3169 | G | 10:14:14,7 | +3:28:01 | 10,3 | 4,8′×3,2′ | 150/80–100× | 150/1500–2000 |
| NGC 3166 | G | 10:13:45,5 | +3:25:33 | 10,5 | 5,2′×2,7′ | | |
| NGC 3423 | G | 10:51:14,4 | +5:50:24 | 10,9 | 3,9′×3,5′ | 170–200/100× | 150–200/2000 |
| NGC 2974 | G | 09:42:33,2 | –3:41:57 | 10,9 | 3,4′×2,1′ | | |
| UGC 5373 | G | 10:00:00,0 | +5:20:00 | 11,3 | 5,1′×3,5′ | | |
| PGC 29653 | G | 10:11:00,0 | –4:43:00 | 11,5 | 5,9′×4,9′ | | |
| NGC 2967 | G | 09:42:03,3 | +0:20:10 | 11,6 | 3,0′×2,9′ | 200–250/120× | 200–250/2000 |
| NGC 3044 | G | 09:53:40,8 | +1:34:46 | 11,8 | 4,8′×0,9′ | | |
| NGC 3055 | G | 09:55:17,8 | +4:16:10 | 11,9 | 2,2′×1,4′ | | |

G — galaktyka, GK — gromada kulista

*Wiesław Skórzyński*




Rys. 11. Mapa gwiazdozbioru Wieloryba do obserwacji gwiazdy zmiennej U Cet ($2^h33^m43{,}7^s$, –13°08′54″). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

Rys. 12. Mapa gwiazdozbioru Smoka do obserwacji gwiazdy zmiennej T Dra ($17^h56^m21{,}9^s$, +58°12′54″). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

**Brian Greene:** ***PIĘKNO WSZECHŚWIATA. Superstruny, ukryte wymiary i poszukiwanie teorii ostatecznej.*** Przełożyli: Ewa L. Łokas i Bogumił Bieniok. Wyd. Prószyński i S-ka, „Na ścieżkach nauki", s. 432, Warszawa.

Przedstawiana pozycja, określona przez wydawcę jako „światowy bestseller", ma jednak pewien mankament: nie zawiera roku wydania, co ostatnio stało się w Polsce dość powszechnym zwyczajem. Pewne przesłanki wskazują, iż może to być pozycja z roku 2005.

Jak głosi tytuł, autor jest zafascynowany Wszechświatem — zarówno makro-, jak i mikrokosmosem. Zaczyna od teorii strun, która miałaby powiązać ze sobą te dwa odległe światy i dwa modele standardowe: kosmologiczny oraz cząstek elementarnych (zob. np. „Urania–PA" 6/2004), stanowiąc „zunifikowaną teorię wszystkiego". Niemniej jednak jest to dopiero *dzieło w trakcie tworzenia*, a pewni uczeni odnoszą się do niego dość sceptycznie.

Część druga tej pozycji została poświęcona zarówno odwiecznej problematyce przestrzeni i czasu, jak i najnowszej, istniejącej od stu lat — kwantom (wprowadzonych do fizyki przez Maxa Plancka) oraz zasadzie względności (postulowanej przez Alberta Einsteina). Autor rozważa konsekwencje tych nowych pojęć: jedności przestrzeni i czasu, czyli czasoprzestrzeni i jej zakrzywieniu, niezgodności grawitacji Newtona ze szczególną teorią względności Einsteina (a już zwłaszcza z jego ogólną teorią względności), braku (jak dotąd) uzgodnienia mechaniki kwantowej z teorią względności. Na tym tle omawia kwestię Wielkiego Wybuchu i rozszerzania się Kosmosu, istnienie czarnych dziur we Wszechświecie, dualizm korpuskularno-falowy (udowodniony poniekąd przez księcia Louisa de Broglie'a). Kończy ten rozdział nader optymistyczne stwierdzenie: *Wszystko zmieniło się jednak po sformułowaniu teorii superstrun.*

I rzeczywiście, cała następna część (III) jest poświęcona wielkiej teorii superstrun, co do której wielu uczonych (fizyków, astrofizyków, kosmologów) ma wiele zastrzeżeń. Piszący te słowa również ma ambiwalentne odczucia... Nazbyt już ona przypomina „pitagorejską harmonię sfer". Niemniej jednak, *relata refero*, powinienem wyjaśnić ważkie argumenty na korzyść tej teorii. Nie znalazłem ich. Nie przekonał mnie też rozdział pt. *Ukryte wymiary*. Niby co to znaczy? — dobry Pan Bóg również ukrywa przed nami swoje zamiary.

Dalej autor zaczyna, niestety, przeczyć samemu sobie. Powołując się na Edwarda Wittena, pisze m. in., iż on *Dowodzi, że inne zaawansowane cywilizacje we Wszechświecie mogły jako pierwsze odkryć teorię strun, a teoria grawitacji okazała się jej zaskakującą konsekwencją*. A dalej: *Czy teoria strun jest poprawna? Nie wiadomo.*

Nie przeczę, że są to cokolwiek wyrwane z kontekstu cytaty, lecz odzwierciedlają te rozterki autora, tak iż ośmieliłem się napisać o „przeczeniu samemu sobie". Może lepiej byłoby napisać o błądzeniu i zwątpieniu?

Część IV natomiast została poświęcona teorii strun i strukturze czasoprzestrzeni, a otwiera go rozdział o geometrii kwantowej. Jest to też poniekąd dziwne, ponieważ, jak wiadomo, bardzo trudno jest uzgodnić mechanikę kwantową z teorią względności. Czyżby to więc teoria strun, jak to wspominałem na samym początku, miałaby faktycznie doprowadzić do tego upragnionego uzgodnienia?

Dalsze rozważania autora są już nader zawiłe, ale w przypisie stwierdza on: *Czytelnik nie powinien więc czuć się zniechęcony, jeśli ma trudności z prześledzeniem poszczególnych etapów rozumowania — zwłaszcza po jednokrotnym przeczytaniu tych fragmentów.*

No i masz... Czy tak powinna wyglądać p o r z ą d n a pozycja popularnonaukowa? Ale dodajmy, iż w niejakim sensie sytuację ratują *Przypisy*, w których pewne sporne i kontrowersyjne pomysły są dodatkowo wyjaśniane i komentowane, a także *Słownik terminów naukowych*.

W dalszych rozdziałach autor idzie **dalej niż struny**, czyli opisuje poszukiwanie M-teorii — drugą rewolucję superstrunową, która łączy poprzednie pięć teorii superstrun *w jedną wszechobejmującą strukturę*.

Końcowe partie książki stają się nieco nużące, bowiem stanowią jakby powtórzenie części początkowych. Autor popada w niejaki wszystkoizm, próbując za pomocą nie do końca jeszcze akceptowanej (a może nawet błędnej) teorii superstrun wyjaśnić grawitację, strukturę czasoprzestrzeni i teorię względności, Wielki Wybuch, czarne dziury, mechanikę kwantową, kosmologię, cztery oddziaływania fizyczne, czyli stworzyć absolutną unifikację praw fizycznych. Widać, że jest nad wyraz zachwycony i przejęty tą możliwością, a pomimo braku weryfikacji empirycznej dzielnie walczy o tę teorię, co prawdziwemu uczonemu tylko się chwali.

Niemniej jednak mam pewne zastrzeżenia co do relacjonowania poglądów autora i sposobu konstruowania książki, o czym już nieraz wspominałem, pisząc o popularyzacji amerykańskiej. Wydaje mi się ona jakoś niezborna i chropawa (kiedyś nawet napisałem, że rubaszna...). Ale być może to tłumacze nie bardzo poradzili sobie z przekładem? Chociaż — czytałem inne, przełożone przez nich książki i nie odniosłem takiego wrażenia. Niech zatem Czytelnik podejmie właściwą decyzję.

*T. Zbigniew Dworak*

**uśmiechnij się! ;)**

Jan Izydor Sztaudynger
*Astronomom i kochankom:*

*Niebo i miłą*
*Bierze się siłą*

# Symfonicznie i... kosmicznie

Właśnie ukazał się dawno zapowiadany album z symfonicznymi aranżacjami utworów Jeana Michela Jarre'a — „The Symphonic Jean Michel Jarre". Sam pomysł powstał w głowie producenta muzyki filmowej, Jamesa Fitzpatricka (nb. bliskiego przyjaciela ojca Jeana Michela, Maurice'a Jarre'a). Autorami aranżacji są Nic Raine i Gareth Williams. Praca nad albumem zawierającym 20 kompozycji J.M. Jarre'a zajęła muzykom ponad dwa lata, a w jego tworzeniu wzięło udział przeszło dwustu muzyków i piosenkarzy.

Album został wydany w limitowanej formie pudełkowej zawierającej 2 płyty CD i 1 krążek DVD. Muzyczna zawartość CD i DVD jest identyczna, z tym, że uprzestrzennionemu dźwiękowi na DVD towarzyszą wizualizacje w postaci lekko animowanych obrazów. Animacje są bardzo skromne i w zasadzie ograniczają się do powolnego efektu „zoom". Jak mogą się Szanowni Czytelnicy domyślać, część tych ilustracji to zdjęcia obiektów astronomicznych. I tak, kompozycjom z suity „Chronologie" towarzyszą obrazy pozostałości po supernowej, galaktyki spiralnej i gwiazd zanurzonych w wielobarwnej mgławicy, „Equinoxe 4" zostało połączone z niebanalnym obrazem zachodu (a może wschodu?) Słońca nad oceanem (morzem?), a temat z „Magnetic Fields" został całkiem sensownie stowarzyszony z materią międzygwiazdową „uczesaną" przez nic innego, jak magnetyczne pola właśnie! Dalej jeszcze kilka sympatycznych obrazów Kosmosu, jednak w tym momencie stop! Nie piszę co, bo właśnie mi przyszło do głowy, żeby wykorzystać je w minikonkursie, który zagości w tym numerze „Uranii" zamiast krzyżówki.

No cóż, dotychczasowej autorce krzyżówek, mojej córce Joannie, zachciało się pójść w ślady rodziców i podjęła studia astronomiczne w Toruniu, przez co nie ma jej „pod ręką", a te nasze uranijne krzyżowki wymagają szybkiego przygotowania w momencie, gdy już skład zeszytu jest prawie ukończony, coby słowa pomocnicze i hasła ściśle odpowiadały zawartości numeru. Ale co tam! W odwodzie jeszcze druga córka, Julia, została...

Tak więc, zapraszam do zajrzenia na następną stronę i zmierzenia się z wyzwaniem. Dla zagorzałych miłośników obrazów gwieździstego nieba zapewne nie będzie ono trudne.

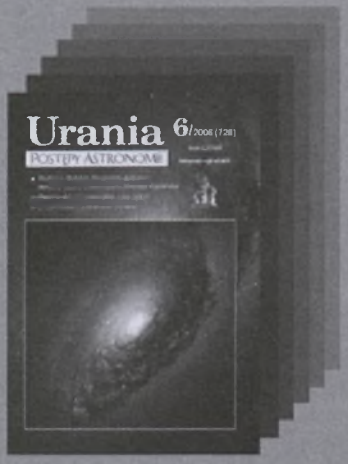
Mgławice magnetycznymi polami czesane... Fot. CFHT/Cuillandre

Wróćmy jednak do muzyki. Napiszę krótko: brzmi świetnie! I niekoniecznie musi to być zaraz dźwięk surround 5.1. Zawartość krążków nawet mnie mile zaskoczyła, bo spodziewałem się — aż wstyd pisać — czegoś miałkiego i banalnego. Niestety, słyszane wcześniej orkiestrowe wersje znanych mi utworów o kosmicznych proweniencjach pozwalały na takie obawy.

Hm... Jeśli kogoś zachęciłem do zakupu „symfonicznego Jarre'a", to od razu uczciwie ostrzegam — w krajowych sklepach, jak na razie, dostępna jest tylko wersja CD bez DVD.

Ale dla samej muzyki warto...

*Jacek Drążkowski*


**INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA**

**Prenumerata na rok 2006 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:**

**Polskie Towarzystwo Astronomiczne**
**Bank Millennium S.A. o/Toruń**
**Nr 44 1160220200000000055305241**

**Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:**

**Karolina Wojtkowska**
**Centrum Astronomii UMK**
**ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń**

**E-mail: urania@astri.uni.torun.pl**
**tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08**

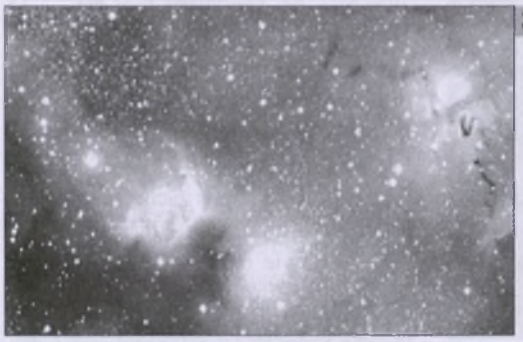
Kupon konkursowy Urania-PA 6/2006

Rozwiązaniem krzyżówki z „Uranii-PA" nr 4/2006 jest hasło: „ZAĆMIENIE W TURCJI".

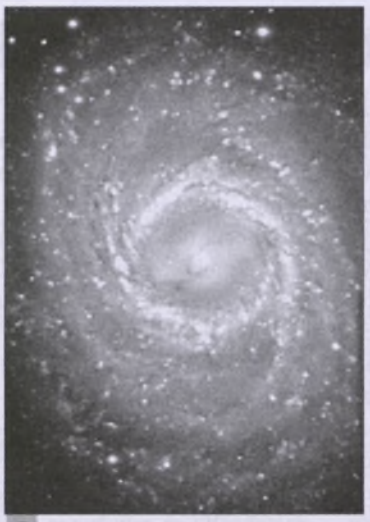
Nagrody w postaci „Wielkich atlasów nieba" Piotra Brycha wylosowali: **Piotr Kowalski** ze Słupska i **Leszek Smiatek** z Wodzisławia Śląskiego. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

Wszystkich zapraszamy do nowej zabawy. Zadanie polega na odgadnięciu, fragmenty jakich obiektów astronomicznych przedstawiają zamieszczone tu ilustracje. (Towarzyszą one muzyce zawartej na krążku DVD „The Symphonic Jean Michel Jarre", o czym można poczytać na poprzedniej stronie).

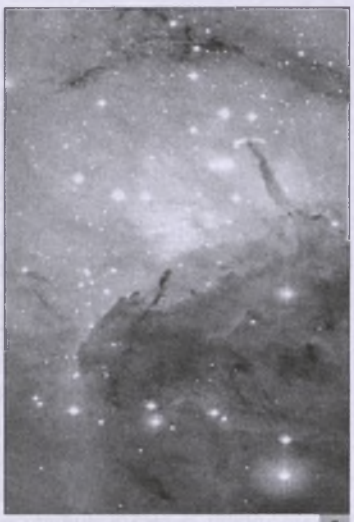
1



2



3

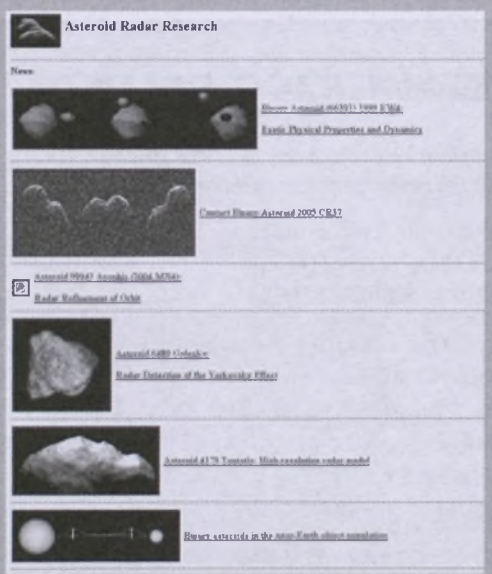


4

5

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe. Na rozwiązania czekamy do końca grudnia br. Osoby nie będące prenumeratorami „Uranii-PA" muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.

Słowa kluczowe w krzyżówce z „Uranii-PA" 4/06: 1. Kozaia, 2. Castel Gandolfo, 3. jasność, 4. Geminidy, 5. satelitarne, 6. Enceladus, 7. winda, 8. Baily'ego, 9. Kartezjusz, 10. Inkwizycja, 11. Pustynia, 12. Jozue, 13. Safronova, 14. Wrocław, 15. Lidyjczycy, 16. Macioszek.




## Ciekawe strony internetowe...

Dziś proponuję odwiedzić stronę Stevena J. Ostro poświęconą radarowym obserwacjom planetoid (http://echo.jpl.nasa.gov). Strona graficzna nie wygląda zbyt imponująco. Pierwsze wrażenie jest jednak mylące — pod niepozornymi odnośnikami kryje się masa informacji. Na samym początku mamy wykonane w maju 2001 r. obserwacje podwójnej planetoidy 1999 KW4. Znajdowała się ona wtedy około 5 mln km od Ziemi. Obrazy pozwalają na rozróżnienie szczegółów większych od około 15 m — jest to najdokładniejsze z wykonanych dotychczas „zdjęć" radarowych planetoid. Wyniki obserwacji i symulacji komputerowych dynamiki układu zostały opublikowane w „Science" 12 października br. (ściślej w „Science Express", gdzie umieszcza się niektóre artykuły przed oficjalną publikacją). Oczywiście ta jedna sprawa nie wyczerpuje zawartości strony — mamy do dyspozycji omówienie wyników obserwacji szeregu innych obiektów — z niektórymi Czytelnicy już spotkali się na łamach naszego pisma. Na dzień dzisiejszy (13 października) przeprowadzono detekcję radarową 310 planetoid, dla niektórych z nich znajdziemy ciekawe informacje. Cierpliwym polecam wycieczkę po stronach związanych mniej lub bardziej luźno z tematyką badań radarowych Układu Słonecznego — „Other Web Sites". (*rs*)

Biblioteka Główna UMK
300043159089



BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

# Oblicza Księżyca



Po prawej młody Księżyc sfotografowany 28 maja br. przez Marcina Chwałę ze Strzegomia (aparat cyfrowy Kodak DX 7590 (38–380 mm), ISO 200, czas eksp. 2 s

Niżej zdjęcia zaćmienia Księżyca z 7 września br., tym razem w formie składanki. Były one wykonywane co ok. 10 min, poczynając od 18:11 UT, przy pomocy aparatu cyfrowego HP Photosmart 735 w projekcji okularowej lornetki 25×100. Fot. Tomasz Ściężor, Kraków

ISSN 0032-5414

Biblioteka Główna UMK
300043159089

# „Make Lo War!"

„Kochają się, a nie walczą ze sobą!". Tak spuentowali najnowsze zdjęcia NGC 4038-4039 (Anten) — oddziałujących ze sobą galaktyk w gwiazdozbiorze Kruka na południowej półkuli nieba — jego autorzy z Europejskiej Agencji Kosmicznej ESA i NASA (J. Long, B.Whitmore). Obraz uzyskany kosmicznym teleskopem Hubble'a w dziedzinie widzialnej jest najbardziej ostrym zdjęciem tych galaktyk, jakie dotychczas otrzymano. U góry obraz uzyskany teleskopem Chandra w rentgenowskim zakresie widma (G.Fabbiano). W czasie gdy obie galaktyki przenikają się wzajemnie (proces ten zaczął się ok. 500 mln lat temu), urodziło się wiele miliardów gwiazd, głównie w grupach i gromadach, a nawet supergromadach, dobrze widocznych na powyższych zdjęciach, oraz wybuchło tysiące supernowych. Galaktyki te leżą w odległości ok. 60 mln lat światła od nas. Więcej piszemy o nich w „Galerii obiektów NGC" na s. 275-277