Bozon Higgsa odnaleziony

Urania

Postępy Astronomii

6/2012 (762)
tom LXXXIII
listopad — grudzień

50 lat ESO

dla prenumeratorów!

90 lat Uranii

egzemplarz promocyjny
nie na sprzedaż

ISSN 1689-6009

Sky-Watcher®

DELTA optical

bliżej pasji

Długo oczekiwana konstrukcja firmy **Sky-Watcher**, propozycja dla posiadaczy największych teleskopów, nowy montaż paralaktyczny EQ8. Konstrukcja oparta o niespotykane we wcześniejszych modelach rozwiązania techniczne.

NOWOŚĆ

EQ8

- Nośność 50 kilogramów
- System podwójnych enkoderów, umożliwia ręczne obracanie bez utraty możliwości wyszukiwania obiektów
- Potężny statyw słupowy
- Nowoczesny system bezprzekładniowego napędu ślimacznic montażu
- Solidna konstrukcja wykonana w technologii CNC
- Koła zębate o średnicy 219 mm
- Pozaosiowa lunetka biegunowa z możliwością kolimacji

CENA: 16.900,-

DOSTĘPNY OD RĘKI

www.deltaoptical.pl ★ blog: www.deltasky.pl ★ www.facebook.com/Delta.Optical.Polska

Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786.05.20

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Deloitte House (od H.Westin), T. 25 786.05.28

Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729.94.90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739.52.10

URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Kończy się pierwszy rok Uranii w pełnym kolorze. Wielu wydawców zazdrości nam jakości druku i papieru. Niewątpliwie największa w tym zasługa Sławka Jakubowskiego, właściciela drukarni Chronocolor. Szczególnie jestem wdzięczny za radę co do wyboru stosunkowo grubego papieru, dzięki któremu publikowane u nas klejnoty astrofotografii nie przebijają na odwrotną stronę, a zdjęć wciąż dostajemy więcej niż jesteśmy w stanie zamieścić. Skrzętnie je jednak zbieramy – czekają na właściwy moment i okazję. Może specjalną galerię urządzimy w internecie?

Kończy się też rok jubileuszowy. 90 lat pod tym samym tytułem to naprawdę wielkie osiągnięcie. I wielce zobowiązujące wobec nowych pokoleń Czytelników. Czy to znaczy, że przejdziemy teraz do szarej rzeczywistości? Nie, nadal będziemy Waszym kolorowym snem o Kosmosie i w oczekiwaniu na 100-lecie pisma ogłaszamy jubileuszową … dekadę! Czego nie zdążyliśmy powspominać w ciągu jednego roku, przez 10 lat zdążymy na pewno. Już niedługo udostępnimy w internecie skany najstarszych roczników naszego pisma. Być może ktoś z Najzacniejszych Czytelników wie, gdzie można znaleźć i utrwalić legendarne, pisane ręcznie i wydawane powielaczowo Uranie z lat 1919–1921, sprzed oficjalnej numeracji wersji drukowanej? Jeden z moich najznakomitszych poprzedników, Andrzej Kajetan Wróblewski, w kultowym już dziś artykule sprzed 10 lat (Urania 1/2003 s. 4–15) pisze na ten temat: „Powielaczowych zeszytów Uranji ukazało się cztery i są one dziś wielką rzadkością. Nigdy nie udało mi się zobaczyć żadnego z nich!".

Kończy się rok wspaniałego tranzytu Wenus! Od samego początku propagowaliśmy to wydarzenie i pewna część sukcesu, polegająca na skupieniu tylu ludzi rankiem 6. czerwca na wschodzącym Słońcu, należy się też Uranii. Dzięki temu do końca roku możemy na naszych łamach podziwiać efekty pracy dziesiątek amatorów nieba. Szczególnie nas cieszą podjęte wysiłki zaobserwowania i utrwalenia atmosfery Wenus w postaci wąskiego pierścienia rozproszonego światła pomiędzy 3. i 4. kontaktem. Efekty możemy zobaczyć w tym numerze, ale tematu nie zamykamy, jeśli jeszcze ktoś ma podobne obserwacje. Jak już kiedyś wspomniałem, tranzyt przeżyłem w towarzystwie przyjaciół z kruszwickiej astrobazy na szczycie legendarnej Mysiej Wieży. Najbardziej pracowici byli jak zawsze namiętnie filmujący Słońce Zbyszek Rakoczy i fotografujący nas wszystkich (patrz obok i niżej) Janusz Piwecki. Do Kruszwicy na ten niezwykły poranek pojechałem z córkami. Dziewczynka w środku kadru przy największym Celestronie, z doczepionym Coronado, to młodsza, 11-letnia Marta. Na sam koniec tranzytu, kiedy większość z nas już myślała o powrocie do domu, Marta znów była przy największym teleskopie. Wśród okrzyków – wyszła już! koniec! – najpierw spokojnie odpowiada: Nie, jeszcze widać maluteńki „ząbek"… Po chwili zaś wykrzyknie w wyraźnym szoku: Ojej, jest takie niebieskie wokół niej! Nagabywana potem o zjawisko, porównywała je do trwającego co najwyżej pół sekundy pierścienia Saturna, tyle że niebieskiego. Wszyscy na wieży wiedzieliśmy, co widział Łomonosow, nikt się nie spodziewał, że możemy to powtórzyć, ale już nikt nie miał pojęcia, o kolorze łuku atmosferycznego Wenus. Jeśli to rozproszenie, to chyba rzeczywiście powinno być niebieskie? Fajnie być dzieckiem astronoma!

Żegnaj tranzycie! A co w przyszłym roku? Jak dobrze pójdzie, będziemy mieli jeszcze większą atrakcję. Pierwsze zapowiedzi sugerują, że orbitująca teraz gdzieś w okolicach Jowisza kometa C/2012 S1 (ISON) za rok może być kilkakrotnie jaśniejsza od Księżyca, czego sobie i Czytelnikom życzę. Fajnie być redaktorem Uranii!

Maciej Mikołajewski

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**" (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1922 r. i „**Postępów Astronomii**" (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo częściowo finansowane przez:

Nakład: 2500 + 4000 egz.

Zespół Redakcyjny:
Krzysztof Czart (serwis www)
Jacek Drążkowski (red. techniczny, skład)
Katarzyna Drozd (sekretariat)
Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny)
Marek Muciek (redaktor)
Jan Pomierny (astronomia.pl)
Roman Schreiber (badania kosmiczne)
Bożena Wyrzykowska (korekta językowa)
Karolina Zawada (orion.pta.edu.pl)

Współpraca:
Marek Abramowicz, Cezary Gałan, Katarzyna Kurdek, Paweł Maksym, Paweł Rudawy, Marek Substyk, Janusz Wiland, Piotr Wychudzki, Przemysław Żołądek

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 509 44 17 17
fax. (56) 611 30 08
e-mail**:** urania@pta.edu.pl

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

Dystrybucja, marketing, sekretariat:
Katarzyna Drozd, Urania,
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@pta.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł
Prenumerata roczna 60 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
e-mail: zarzad@pta.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: zgptma@gmail.com
WWW: ptma.astronomia.pl

*** MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA * ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW * PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI * OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW ***

wydrukowano w drukarni
chronocolor
na maszynach RYOBI

Dawno temu w… „Uranii”

Obserwacje plam słonecznych gołym okiem w 1961 r.

W 1960 roku rozpocząłem obserwacje plam słonecznych gołym okiem przy użyciu filtru ciemnozielonego (Urania, Nr 3, 1961, str. 85). Obserwacje te prowadziłem nadal w 1961 r. A oto wyniki: zaobserwowałem łącznie 14 grup plam; na 163 dni obserwacyjne przypada 128 dni „bez plam”, 30 dni z jedną grupą plam i 5 dni z dwoma grupami (16, 17 i 19. VI oraz 15 i 16. VII). Jedyną dużą grupą plam była grupa Nr 9, obserwowana w dniach 11-13. VII (widoczności 2-1, 5-1). Podczas istnienia grup 9 i 10 donoszono o silnych burzach magnetycznych, a grupa 11 (22-27. VII) była związana z obserwowanym wybuchem na Słońcu.

Włodzimierz Jodłowski

Pierwszy atlas komet

W 1531 roku astronomowie europejscy stwierdzili, że warkocze komet są zawsze skierowane od Słońca w przeciwną stronę. Astronomowie chińscy wiedzieli już o tym 900 lat wcześniej, a jeszcze przedtem rozróżnili trzy podstawowe typy warkoczy kometarnych. Wiadomości o 29 różnych kometach zawiera tzw, Jedwabna Księga Mawangdui pochodząca z 168 roku p.n.e., znaleziona w grobowcu Han niedaleko od Czangsza w prowincji Hunan (Chiny). Księga ta jest kopią oryginału pochodzącego z czwartego wieku pne. Zawiera ona około 250 rysunków z podpisami, w tym 29 związanych z kometami, z czego 27 jest dobrej jakości. Poza ukazaniem pospolitych form warkocza (krótki pyłowy, długi, szeroki pyłowy, gazowy) księga zawiera także rysunek (prawdopodobnie „antywarkocza” (krótkiego „ostrza” skierowanego w kierunku Słońca). Na wymienionych rysunkach można także rozpoznać kilka rodzajów głów kometarnych. Tak więc dokument ten, liczący sobie 22 wieki, jest najstarszym na świecie atlasem komet.

Wg Sky and Telescope, 1984, 68, 203, opracował Tomasz Ściężor

(zachowano pisownię oryginalną)

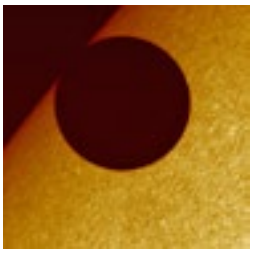
W AKTUALNYM NUMERZE

VT–2012

Paweł Rudawy

306 **Śladami Łomonosowa**

Podczas tranzytu Wenus w 1761 r., Michaił Łomonosow zaobserwował rozmycie krawędzi dysku planety oraz jasny łuk świetlny otaczający tę części tarczy planety, która była poza tarczą Słońca. Wynik ten do dziś spotykał się z niedowierzaniem, co doprowadziło m.in. do próby rekonstrukcji tych obserwacji.



Tranzyt Wenus widziany kamerami Solar Dynamics Observatory 306

Jednostka astronomiczna a Wenus – koniec sporu! 314

mistrzowska astrofotografia: *Grzegorz Pająk*

Atmosfera Wenus spod Zielonej Góry 310

Jubileusz OGLE

318 Łukasz Wyrzykowski

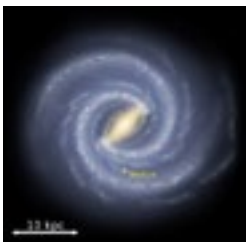
Zobaczyć niewidzialne

Czym jest ciemna materia? Jeszcze 20 lat temu mogliśmy przypuszczać, że nie ma w tym wielkiej tajemnicy – niezliczony rój małych obiektów zbudowanych ze zwykłej materii, planet czarnych dziur itp. Badania grupy OGLE walnie przyczyniły się do obalenia tej hipotezy. Tajemnica pozostaje.

321 Paweł Pietrukowicz

Belka w oku Galaktyki

Co siedzi w Galaktyce w środku? Od pewnego czasu wiemy, że Droga Mleczna jest galaktyką z poprzeczką, a dowiedzieliśmy się tego również dzięki pracy warszawskiego zespołu OGLE.



326 Artur Kalinowski

Bozon Higgsa odnaleziony

334 Marian Grabowski

Wszechświat – cel czy przypadek?

Czy wiesz, że soczewka grawitacyjna może powiększyć… teleskop? 318

W skrócie

Co z tym ESO? 315
Europejskie Obserwatorium Południowe ma 50 lat 316
Warsztaty ESO dla przemysłu 317
Woda przy narodzinach gwiazdy 324
Gwiazdy starożytne i współczesne? 330
Niespodziewany trend w ewolucji galaktyk 330
Znaleziono największy polski meteoryt! 331
Najdalsza galaktyka w znanym Wszechświecie 332
Supermasywna czarna dziura pompuje wielkie bąble 332
ALMA wyjawia sekrety umierającej gwiazdy 333
Polska w ESA już na dobre 337
Kosmiczne strugi wyjaśnione 337

Astronomia młodych

Kącik olimpijczyka 346

Astrobazy i nie tylko

Przecieranie szlaków
Astronomia w Gminie (Rozdrażew) 340

Circulos meos
Wykład dla pięknej podróżniczki 344

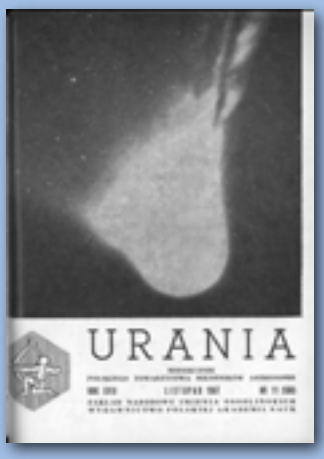
kalendarz astronomiczny: *grudzień 2012 – styczeń 2013*
Niebo nad Polską
widziane z Torunia 348

Polecamy do obserwacji:
M42 350
Spójrz w niebo — gwiazdozbiory:
Orion i Byk 355

Betlejemska gwiazdka zakryta przez Ceres 358

Ciekawe strony internetowe:
Mars i Księżyc 360° dookoła głowy 325
Poczta 336
Astrofotografia amatorska – galeria 338
Krzyżówka 360
Astrożarty Jacka D. 360
Spis treści rocznika 2012 (tom LXXXIII) 362

Dawno temu w… „Uranii”



Multimedia...

Informujemy P.T. Członków i Sympatyków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, że oferujemy do sprzedaży zestawy kolorowych przezroczy, wraz z opisem (broszurką) o następującej tematyce (zestaw nr II): Planety cz. II, Księżyce Jowisza, Księżyce Saturna, Mgławice i Galaktyki. Do produkcji w/w zestawu wykorzystano fotografie NASA. Cena kompletu złożonego z 4 części wynosi 800,- zł. Natomiast przy sprzedaży wysyłkowej dolicza się koszty przesyłki i opakowania w wysokości 100,- zł. Razem cena kompletu przy sprzedaży wysyłkowej 900,- zł. Biuro ZG PTMA dokonuje sprzedaży wysyłkowej wyłącznie po dokonaniu wpłaty na nasze konto bankowe w PKO I O/Kraków nr 35510-16391-132 z wyszczególnieniem, na co przeznaczone są pieniądze.

Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii

NA OKŁADCE

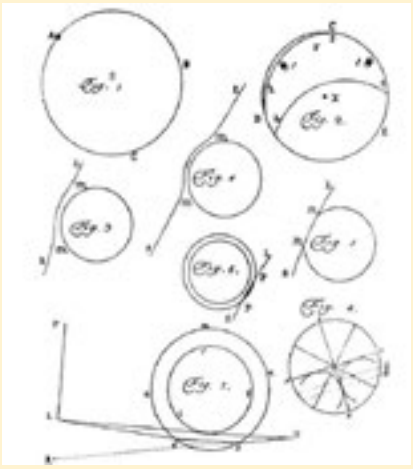
Szczyt Paranal w Chile, na którym znajduje się duma obchodzącgo właśnie 50-lecie swego istnienia Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO) – Bardzo Duży Teleskop (VLT), złożony z czterech teleskopów 8,2-m, wspomaganych czterema 1,8-m.

Źródło: ESO/G.Hüdepohl (atacamaphoto.com)

Rejestracja atmosfery Wenus podczas tranzytu

Śladami Łomonosowa

Paweł Rudawy



Rycina wykonana przez Michaiła Łomonosowa, ilustrująca zjawiska optyczne wywołane przez atmosferę Wenus podczas przechodzenia planety przez krawędź tarczy Słońca

W jednej z poprzednich „Uranii" opisywaliśmy rezultaty przełomowych obserwacji dokonanych przez Michaiła Łomonosowa podczas tranzytu Wenus w 1761 r., kiedy to zaobserwował on rozmycie krawędzi dysku planety oraz jasny łuk świetlny otaczający tę części tarczy planety, która była poza tarczą Słońca. Wynik ten do dziś spotykał się z niedowierzaniem, co doprowadziło m.in. do próby rekonstrukcji tych obserwacji przy użyciu osiemnastowiecznych lunet w warunkach podobnych do tych, które towarzyszyły ówczesnym obserwatorom. Testy wypadły pozytywnie zarówno dla jakości ówczesnego sprzętu, jak i spostrzegawczości samego Łomonosowa. Mistrzowskim osiągnięciem może się też popisać polski astroamator, uzyskując obraz atmosfery Wenus fotograficznie.

W niezwłocznie przygotowanej publikacji Łomonosow napisał: *(…) doszedłem do wniosku, że planeta Wenus jest otoczona atmosferą podobną (lub nawet, być może, rozleglejszą) do atmosfery otaczającej Ziemię* (…). W ten sposób stał się pierwszym w historii odkrywcą atmosfery otaczającej inną planetę niż Ziemia, zaś kilka miesięcy później podobne wnioski na temat istnienia atmosfery Wenus przedstawił na posiedzeniu Royal Society w Londynie Tobern Bergman.

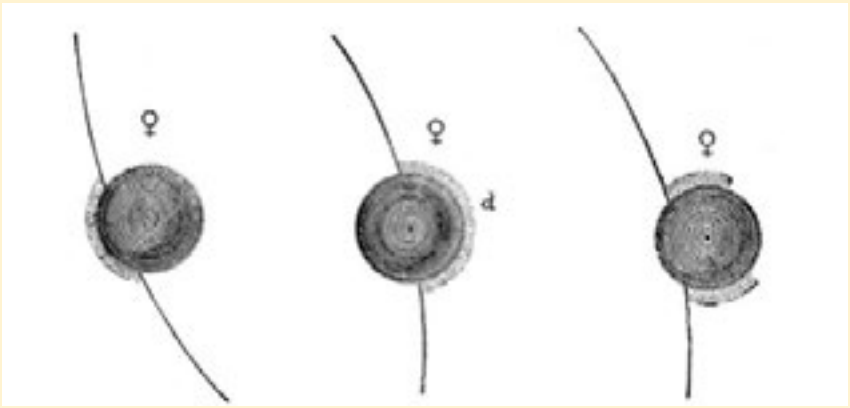
Tranzyt Wenus widziany kamerami Solar Dynamics Observatory (SDO)

Umieszczony na orbicie geosynchronicznej satelita NASA Solar Dynamics Observatory przy pomocy czterech teleskopów pracujących w ultrafiolecie stale monitoruje powierzchnię tarczy Słońca zwróconą w stronę Ziemi, a więc prezentowane tu na obrazach barwy są sztuczne. W ten sposób co kilka sekund otrzymujemy z SDO jedne z najbardziej atrakcyjnych przykładów astrofotografii (czy raczej solarografii), a po złożeniu – filmy. Znając konwencję przyporządkowującą rzeczywiste długości fal po zabarwieniu poszczególnych zdjęć oraz wiedząc, jakie temperatury plazmy dominują w poszczególnych pasmach, możemy te zdjęcia „czytać" i interpretować tak, jak to czyni obok profesor Rudawy, laureat „Złotej Uranii 2012".

SDO na orbicie – wizja artystyczna. Źródło: NASA

Łomonosow obserwował tranzyt Wenus z tarasu własnego, przydomowego obserwatorium w St. Petersburgu, korzystając z dwusoczewkowej lunety o długości 4,5 stopy (niemal 140 cm), przy czym przed obiektywem umieścił filtr ze szkła dymnego o niewielkiej gęstości optycznej. Teleskop Łomonosowa był prawdopodobnie jednym z pierwszych refraktorów achromatycznych zbudowanych przez znanego angielskiego optyka Dollonda, niestety, nie dotrwał do naszych czasów.

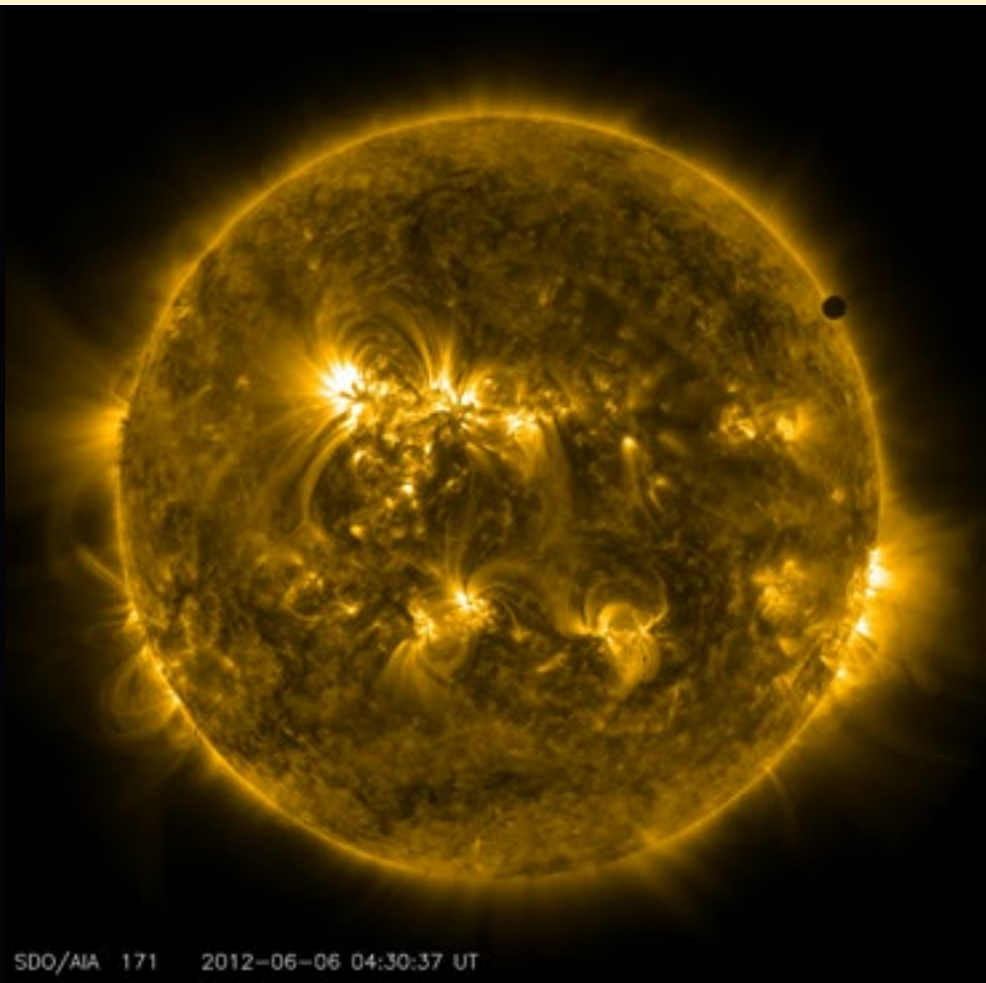
Nawet obecnie rozmycie brzegu tarczy Wenus i jasny łuk jej podświetlonej atmosfery są zjawiskami trudnymi do zaobserwowania z powierzchni Ziemi w warunkach amatorskich – jak trudne są to obserwacje, świetnie pokazuje w swoim artykule pan Grzegorz Pająk. Bez trudu można natomiast zobaczyć atmosferę na zdjęciach satelitarnych, np. z japońskiego, śledzącego Słońce w zakresie optycznym satelity Hinode. Z oczywistych powodów nie ma sensu dyskutować, czy Łomonosow w ogóle mógł dostrzec zjawiska optyczne powodowane przez atmosferę Wenus, warto jednak spróbować obiektywnie ocenić jakość obrazów tworzonych przez teleskopy Dollonda. Interesujący opis



Szkic wykonany przez Toberna Bergmana podczas przejścia Wenus w 1761 r. Po lewej stronie świetlisty łuk atmosfery zaobserwowany podczas wejścia planety na tarczę Słońca, w środku i po prawej zmiany kształtu widomej części atmosfery Wenus podczas zejścia planety z tarczy Słońca

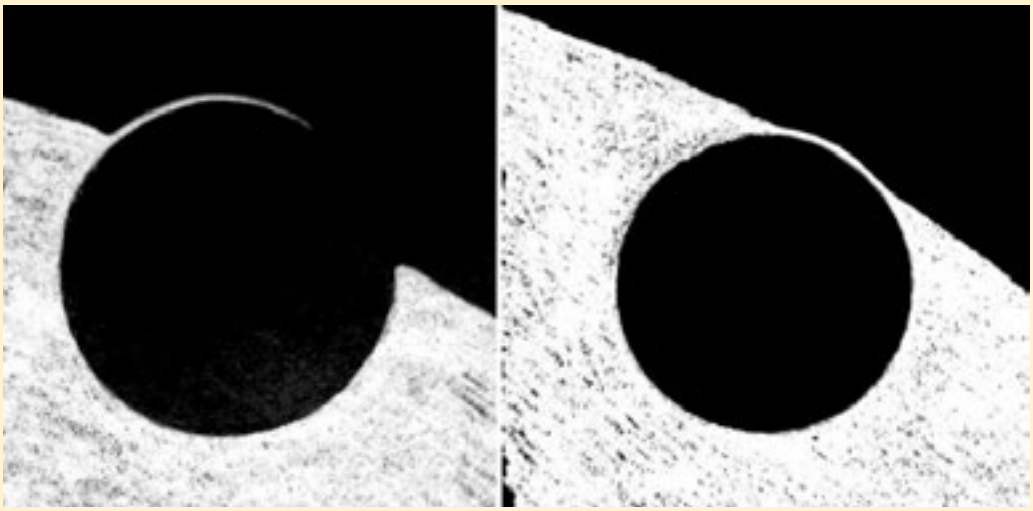
mechanizmów powstawania zjawisk optycznych obserwowanych przez Łomonosowa i Bergmana można znaleźć w najnowszej pracy Munoza i Millsa, opublikowanej w znanym czasopiśmie *Astronomy and Astrophysics*. Artykuł można również pobrać pod adresem: http://arxiv.org/abs/1209.0558v1.

Taki eksperyment przeprowadził podczas przejścia Wenus 6 czerwca 2012 r. zespół kierowany przez A. Koukarine. Również artykuł autorstwa Koukarine i współpracowników można w całości pobrać pod adresem: http://arxiv.org/abs/1208.5286. Do obserwacji tranzytu badacze przygotowali 4 historyczne refraktory z achromatycznymi obiektywami dwusoczewkowymi, wyprodukowane przez londyńskie firmy Dollond i West w XVIII i na początku XIX wieku, jednak z powodu niesprzyjających warunków meteorologicznych obserwacje udało się przeprowadzić tylko dwoma teleskopami Dollonda. Pierwszy z nich, wykonany w ostatnim 30-leciu XVIII w., ma obiektyw o średnicy 67 mm (2,5"), 30-mm okular Huygensa, jego całkowita długość wynosi



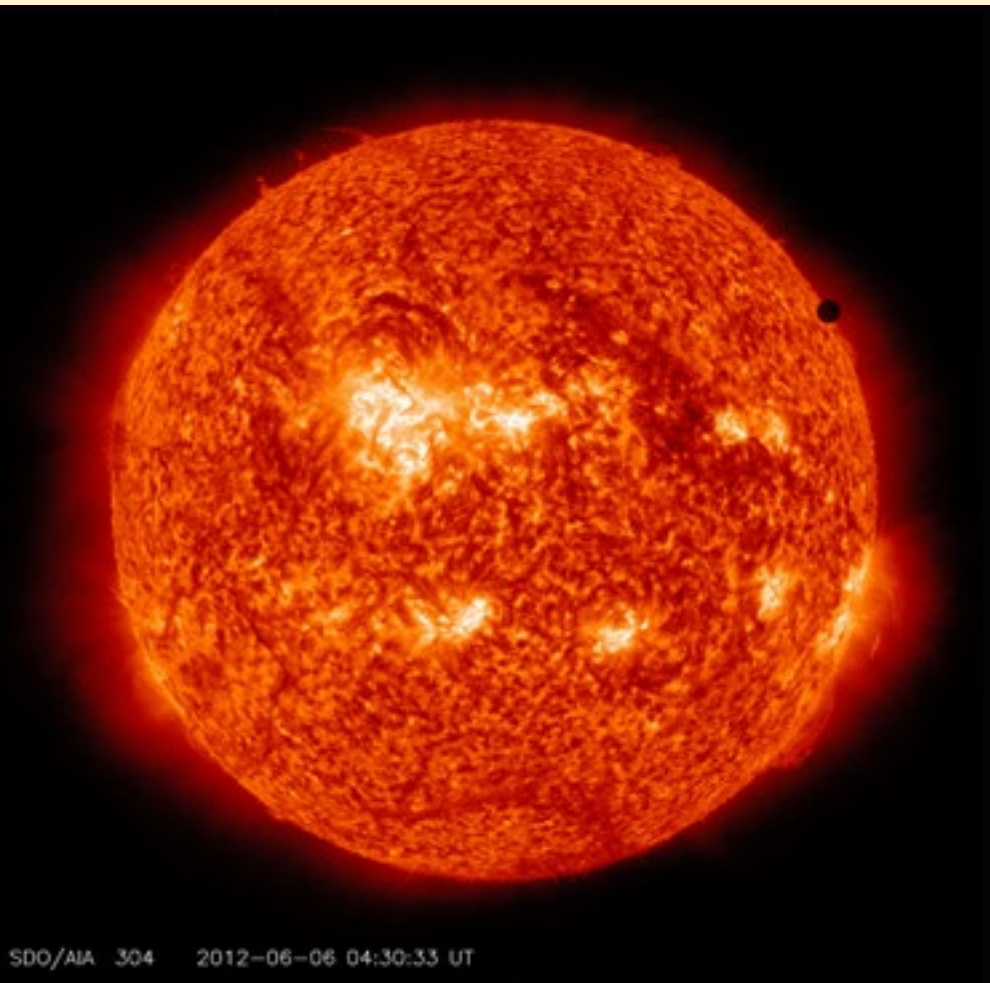
Przejście Wenus przez zachodni brzeg tarczy Słońca, zarejestrowane przez satelitę SDO instrumentem AIA w promieniowaniu ultrafioletowym 17,1 nm (emisja materii o temperaturze rzędu 600 000 K) o godzinie 04.30 UT 6 czerwca 2012 r. Na tarczy i ponad brzegiem Słońca są widoczne liczne obszary aktywne (w miejscach zakotwiczenia jasnych pętli koronalnych), natomiast tarcza Wenus jest widoczna na tle spokojnej części tarczy. Jednak i tam morfologia atmosfery Słońca jest zdefiniowana przez liczne wertykalne struktury pola magnetycznego zakotwiczonego w obszarach między komórkami supergranulacji. Tuż pod Wenus widać włókno chromosferyczne, czyli protuberancję na tle tarczy Słońca.

1400 mm a powiększenie 37 razy. Stareńki obiektyw został przed obserwacjami starannie przebadany supernowoczesną metodą interferometrii laserowej i okazało się, że... ma bardzo wysoką jakość, a tworzony przez teleskop obraz jest bardzo ostry! Drugi teleskop (czteroelementowa rozciągana luneta) został wykonany około roku 1800, ma obiektyw o średnicy 40 mm (1,6"), jego całkowita długość wynosi 718 mm a powiększenie około 23 razy. Również i ten teleskop do dziś tworzy bardzo dobry obraz, a przecież oba teleskopy, jak na XXI-wieczne standardy, to instrumenty wręcz „zabawkowe"! Oczywiście, podczas tegorocznych obserwacji oba teleskopy wyposażone były w nowoczesne filtry neutralne, ale o ogólnej przepuszczalności znacznie większej (lecz wciąż bezpiecznej) niż zwykle stosowane obecnie, aby możliwie dokładnie odwzorować sposób działania instrumentu Łomonosowa.



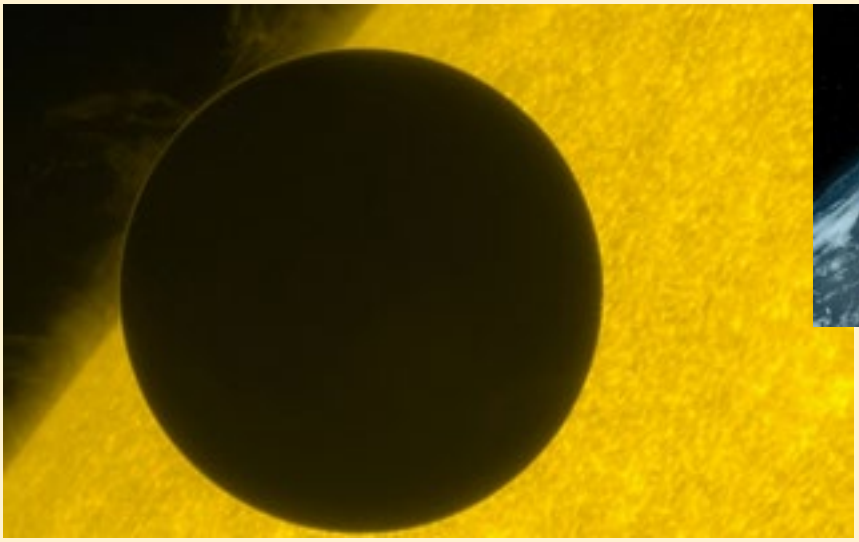
Łuk rozświetlonej atmosfery Wenus obserwowany podczas tranzytu 6 czerwca 2012 r. XVIII-wiecznym teleskopem Dollanda (źródło Koukarine i in. http://arxiv.org/abs/1208.5286)

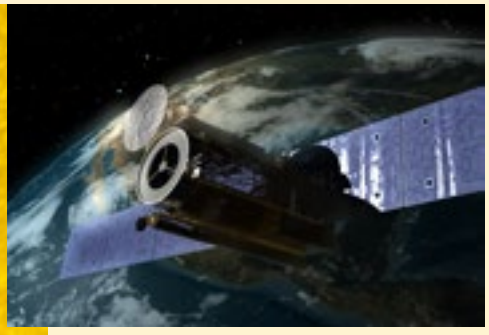
Co ujżeli obserwatorzy za pomocą większego z teleskopów Dollanda? Podczas wejścia planety na tarczę Słońca dostrzegli najpierw cienki jak włos łuk świetlny, sięgający nieco dalej niż do połowy łuku brzegu planety widocznego ponad brzegiem tarczy Słońca, a tuż przed końcem wejścia nieco grubszy, jasny łuk otaczający już całą krawędź planety pozostająca jeszcze ponad brzegiem tarczy Słońca. Podobnie, mniejsza luneta pokazała wyraźny, jasny łuk otaczający brzegu planety widocznego ponad brzegiem tarczy Słońca, którego długość zwiększała się w miarę wchodzenia planety na tarczę Słońca. Tak więc, jak to napisali Kourikane i współpracownicy w podsumowaniu wyników swojego eksperymentu, używając XVIII-wiecznych teleskopów Dollanda, można rzeczywiście dostrzec opisany przez Łomonosowa jasny łuk świetlny otaczający Wenus podczas jej wejścia na tarczę Słońca.



Przejście Wenus przez zachodni brzeg tarczy Słońca, zarejestrowane przez satelitę SDO instrumentem AIA w promieniowaniu ultrafioletowym 30,4 nm (emisja materii o temperaturze rzędu 50 000 K) o godzinie 04.30 UT 6 czerwca 2012 r. Na tarczy Słońca są widoczne liczne obszary aktywne (w miejscach występowania silnych pojaśnień) i liczne ciemne włókna chromosferyczne. Nad brzegiem tarczy widać protuberancje (czyli te same włókna chromosferyczne, ale tym razem widoczne na tle korony słonecznej). Jedna z małych protuberancji jest widoczna na prawo od tarczy Wenus. Komórkowa struktura powierzchni tarczy wywołana jest przez komórki supergranulacji.

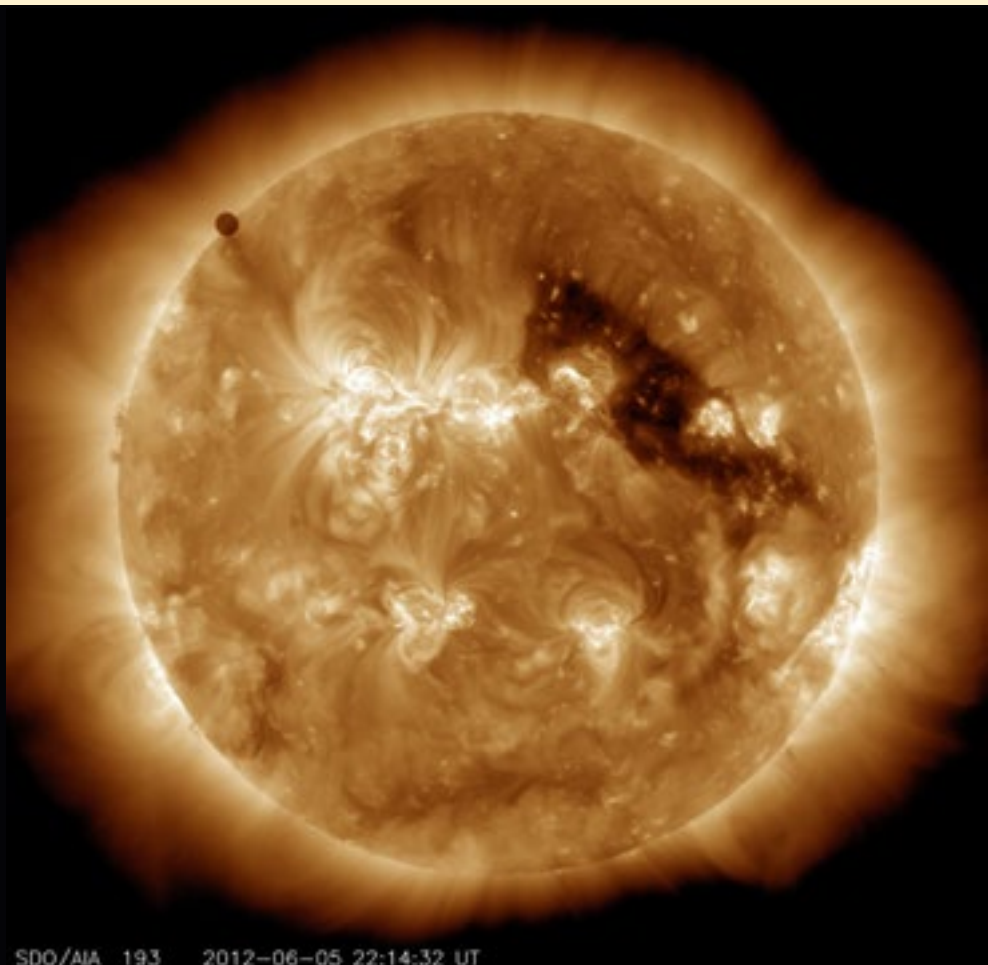
Złożenie 15 zdjęć przejścia Wenus na tle tarczy Słońca wykonanych przez satelitę SDO instrumentem AIA w promieniowaniu ultrafioletowym 19,3 nm (emisja materii o temperaturze rzędu 1,2 mln i 20 mln K) 5/6 czerwca 2012 r.





Przejście Wenus przez brzeg tarczy Słońca pomiędzy I a II kontaktami, 6 czerwca 2012 r., zarejestrowane przez satelitę Hinode. Ponad podświetlonym od tyłu łukiem atmosfery Wenus oraz wzdłuż brzegu tarczy Słońca doskonale są widoczne struktury atmosfery słonecznej: spikule chromosferyczne i niskie protuberancje. Źródło JAXA

Przejście Wenus przez wschodni brzeg tarczy Słońca, zarejestrowane przez satelitę SDO instrumentem AIA w promieniowaniu ultrafioletowym 19,3 nm (emisja materii o temperaturze rzędu 1,2 mln i 20 mln K) o godzinie 22.14 UT 5 czerwca 2012 r. Na tarczy Słońca są widoczne liczne obszary aktywne (w miejscach zakotwiczenia jasnych pętli koronalnych), gorąca korona (dyfuzyjna otoczka Słońca) oraz wspaniała dziura koronalna (ciemny obszar w centralnej części tarczy słonecznej), mająca otwartą strukturę pola magnetycznego a przez to znacznie niższą temperaturę i gęstość plazmy niż otaczająca korona.



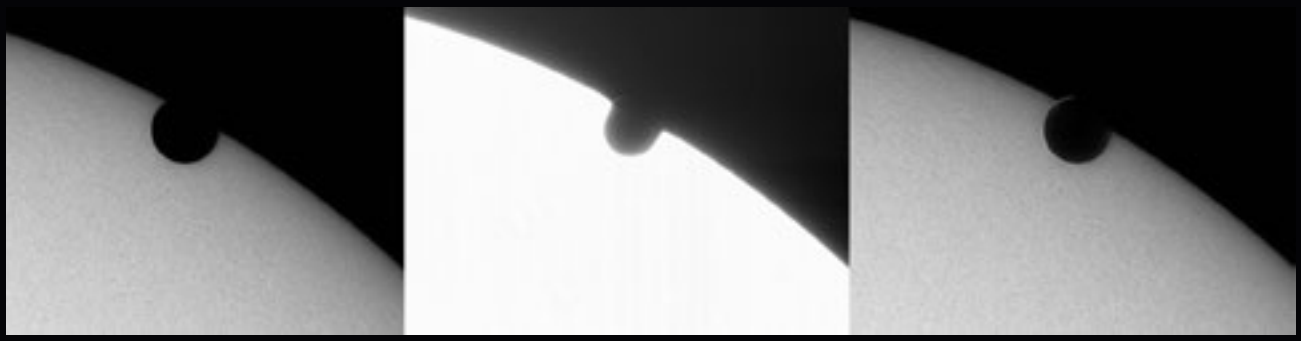
Mistrzowska astrofotografia

Atmosfera Wenus spod Zielonej Góry

Grzegorz Pająk

Początek tranzytu obserwowałem z miejsca położonego kilkanaście kilometrów na północny zachód od Zielonej Góry. Z niewielkim refraktorem zająłem stanowisko, które zapewniało dobry widok na wschodni horyzont, a jednocześnie znajdowało się niedaleko mojego stałego obserwatorium, w którym czekał większy teleskop. Pogoda była wyjątkowo łaskawa. Tego poranka zachodnia Polska znalazła się w niewielkiej przerwie pomiędzy dwoma frontami, dzięki czemu mogłem podziwiać całe zjawisko od wschodu Słońca do zejścia Wenus z jego tarczy. Dwie godziny później zachmurzenie było już prawie całkowite.

Po wykonaniu serii zdjęć wschodzącego Słońca z czarnym „piegiem" w pobliżu górnej krawędzi, skupiłem się na swoim głównym celu obserwacji, czyli rejestracji atmosfery Wenus. W tym celu zmieniłem stanowisko i przeniosłem się do swojego obserwatorium, gdzie czekał 8-calowy LX200 z filtrem słonecznym Baader ND 3,8 oraz monochromatyczną kamerą ALccd5. Nie jest to niestety detektor dedykowany do tego typu zdjęć i na co



Prezentacja metody uzyskania łuków atmosfery wenusjańskiej poprzez zastosowanie obrazów o zróżnicowanym czasie ekspozycji i wzmocnienia oraz na koniec złożenie zdjęć. Po lewej: Słońce częściowo przysłonięte tarczą Wenus, czas 1 ms, wzmocnienie kamery 12%; w środku: ten sam obszar sfotografowany z czasem 5ms i wzmocnieniem 35%; po prawej: złożenie dwóch ekspozycji wykonane w programie AdobePhotoshop Elements. Meade LX200 f/10, ALccd5 mono

Godz. 6.38, złożenie dwóch zdjęć: pierwsze 1 ms i wzmocnienie 12% (powierzchnia Słońca), drugie 2 ms, wzmocnienie 60% (atmosfera Wenus)

Godz. 6.41, złożenie dwóch zdjęć: pierwsze 1 ms i wzmocnienie 12% (powierzchnia Słońca), drugie 5 ms, wzmocnienie 35% (atmosfera Wenus)

Godz. 6.45, złożenie dwóch zdjęć: pierwsze 1 ms i wzmocnienie 12% (powierzchnia Słońca), drugie 5 ms, wzmocnienie 35% (atmosfera Wenus)

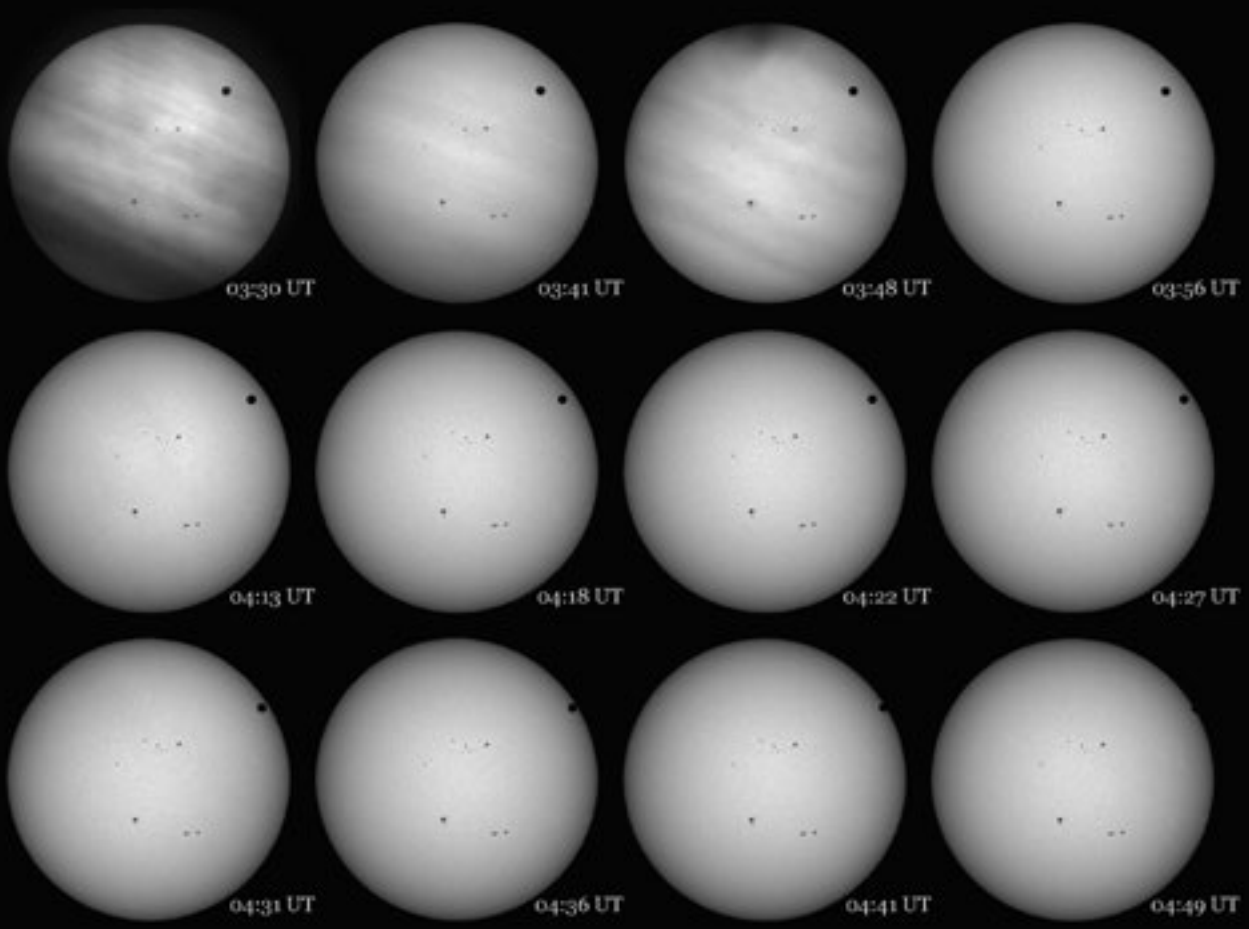
Wenus na tarczy Słońca tuż po wschodzie. Celestron C80ED f/15 (telekonwerter fotograficzny), Canon EOS 400D, czas naświetlania: pierwsze zdjęcie 1/20 s, drugie i trzecie 1/640 s

dzień pracuje raczej jako kamera guidująca, jednak wykonane wcześniej próby pokazały, że sprawuje się nie najgorzej również w fotografii słonecznej. Ze względu na niskie położenie Słońca i spore turbulencje atmosfery zdecydowałem się dodatkowo na wykorzystanie filtra podczerwonego (Baader IR-Pass). Takim zestawem wykonywałem zdjęcia końcówki tranzytu od godziny 6.14 do końca zjawiska.

Najważniejsza część obserwacji rozpoczęła się ok. 6.37, czyli chwilę po trzecim kontakcie. Zdawałem sobie sprawę, że jasność światła rozproszonego w atmosferze Wenus będzie znikoma w porównaniu z jasnością Słońca i z góry założyłem wykonanie odrębnych ekspozycji dla tarczy słonecznej i atmosfery. Podstawowym problemem było odpowiednie dobranie parametrów naświetlania, które pozwolą na wystarczająco wyraźnie zarejestrowanie wąskiego paska wenusjańskiej atmosfery – to jedyny punkt, którego nie można było w żaden sposób sprawdzić wcześniej. Czasu na eksperymenty było niewiele. Pierwszą serię ekspozycji wykonałem o 6.38 z czasem naświetlania 2ms i wzmocnieniem kamery 60%, dwie kolejne o 6.41 (czasy 5 i 10 ms, wzmocnienie 35 i 25%), ostatnie o 6.45 (czas 5 ms, wzmocnienie 35%).

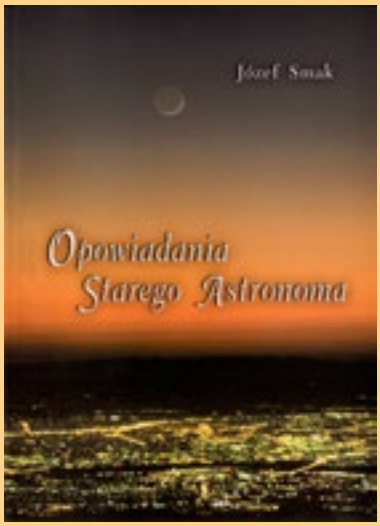
W każdym przypadku rejestrowałem ok. 150–200 klatek 1024 na 768 pikseli (czas 20–30 sekund). Przy tak dobranych parametrach na pojedynczych ekspozycjach można było zobaczyć ślady atmosfery, ale Słońce było oczywiście kompletnie prześwietlone. Niezależnie wykonywałem więc ekspozycje z czasem 1 ms i wzmocnieniem ustawionym na 12%, co dawało prawidłowo naświetlony obraz brzegu tarczy Słońca przysłoniętej przez Wenus. Niestety zaraz po trzecim kontakcie naszą gwiazdę dzienną przykrył delikatny cirrus, który skutecznie degradował obraz i rozmywał delikatne struktury fotosfery, co odbiło się niekorzystnie na ostatnich zdjęciach.

Rejestracja materiału to dopiero początek drogi do uzyskania właściwego zdjęcia, kolejnym krokiem była odpowiednia obróbka. Ostatecznie odrzuciłem sekwencję wykonaną z czasem 10 ms, pozostałe były dokładnie przejrzane, najgorsze klatki usunięte, a najlepszy materiał uśredniony (ok. 100 klatek na zdjęcie). Wykorzystałem w tym celu dwa darmowe programy: RegiStax 5.1 (sekwencje z atmosferą) i AviStack 2.0 (tarcza Słońca). Uzyskane w ten sposób wynikowe zdjęcia zostały wyostrzone w celu wydobycia drobnych detali: dłuższe ekspozycje z atmosferą Wenus w programie RegiStax 5.1 (opcja wavelet), krótsze z tarczą Słońca w programie PixInsight (dekonwolucja Van Cittert). W ten sposób otrzymałem trzy pary zdjęć. Każda zawierała jedno z widoczną atmosferą i prześwietlonym Słońcem oraz drugie z prawidłowo naświetloną tarczą słoneczną, ale bez atmosfery. Pary te połączyłem w Adobe Photoshop Elements, maskując prześwietlone partie z dłuższych ekspozycji, dzięki czemu powstały zdjęcia, na których widać elementy fotosfery słonecznej i pasek atmosfery Wenus.



Wszystkie zdjęcia zamieszczone w artykule oraz wiele innych można znaleźć na stronie internetowej autora www.afterdusk.pl (dział galeria/koniunkcje i zakrycia). Pan Grzegorz otrzyma od nas pamiątkowy parasol z gwiazdozbiorami i nagrodę specjalną: książkę Józefa Smaka z osobistą dedykacją Profesora. A może są następni chętni? Liczymy na kolejne przykłady zarejestrowania atmosfery Wenus podczas tranzytu 2012.

Redakcja



Opowiadania Starego Astronoma

Wyd. „Dom Organizatora" w Toruniu i Polskie Towarzystwo Astronomiczne, s. 190, Toruń 2010

Książka „Opowiadania starego astronoma" autorstwa Józefa Smaka do nabycia w cenie 35 zł (w tym koszt wysyłki) po wysłaniu maila na adres: hania@camk.edu.pl i opłaceniu książki przelewem na konto PTA z dopiskiem „książka J. Smaka".

Książka jest zbiorem felietonów o tematyce astronomicznej, których treść i charakter są dość zróżnicowane. Są wśród nich artykuły popularnonaukowe poświęcone wybranym problemom współczesnej astronomii oraz specyfice i osobliwościom obserwacji astronomicznych. Czytelnik dowie się z nich m.in. jak powstało słynne Obserwatorium Licka w Kalifornii, jak i dlaczego Pluton przestał być planetą, a także jak zagadka słonecznych neutrin przyczyniła się do rozwoju fizyki cząstek elementarnych.

Jednostka astronomiczna a Wenus – koniec sporu!

W wielu tekstach tegorocznych „Uranii" zwracano uwagę na znaczenie historycznych tranzytów Wenus dla wyznaczenia bezwzględnej wartości odległości Ziemi od Słońca i w konsekwencji rzeczywistych rozmiarów Układu Słonecznego, a poprzez paralaksę właściwych odległości gwiazd. Szczególne znaczenie miała tu opisana przez Józefa Smaka („Urania" 2/2012 s. 66-75) XVIII-wieczna wyprawa kapitana Cooka na Tahiti, gdzie w dramatycznych okolicznościach trzeba było być nie tylko uczonym, ale i bohaterem. Ani tamte, ani późniejsze obserwacje tranzytów nie wyznaczyły jednak wartości jednostki astronomicznej w sposób ostateczny.

Już od czasów antycznych astronomowie doskonale rozumieli fundamentalne znaczenie określenia rzeczywistych odległości badanych obiektów astronomicznych. Niestety, przed XVII wiekiem wszystkie próby zmierzenia odległości ciał niebieskich poprzez pomiar ich paralaksy zawiodły zarówno z powodu braku niezbędnych podstaw teoretycznych i dostępnych narzędzi matematycznych, jak i fundamentalnych niedoskonałości przeziernikowych instrumentów pomiarowych. Dość przypomnieć, iż dokładność pomiarów pozycyjnych wykonywanych już w drugiej połowie XVI w. przez najlepszego obserwatora epoki przedteleskopowej, Tycho de Brahego, sięgała około 1', podczas gdy paralaksa Słońca wynosi zaledwie około 8,8", a paralaksa (tzw. roczna) Proximy Centauri (gwiazdy znajdującej się najbliżej Słońca) wynosi zaledwie 769 milisekund łuku; paralaksy bardziej odległych gwiazd są oczywiście jeszcze mniejsze.

Znacząca poprawa dokładności pomiarów kątów na sferze niebieskiej była możliwa dopiero po wprowadzeniu w drugiej dekadzie XVII w. instrumentów astronomicznych wyposażonych w lunety i, trzeba trafu, w tym samym czasie Kepler odkrył oraz ogłosił istnienie prostej zależności liczbowej wiążącej okresy obiegu i długości wielkich półosi orbit planet Układu Słonecznego. Astronomowie natychmiast zorientowali się, iż mierząc długości wielkiej półosi orbity Ziemi uzyskają narzędzie do kalibracji rozmiarów Układu Słonecznego a także, po poprawie dokładności pomiarów niewielkich kątów, do pomiaru odległości najbliższych gwiazd i poprzez kolejne rozszerzenia, dla pomiarów wszystkich odległości we Wszechświecie! Słusznie więc długość wielkiej półosi orbity Ziemi zyskała później miano astronomicznej jednostki długości (w skrócie AU).

Od XVII do XIX wieku długość jednostki astronomicznej była wyznaczana różnymi metodami na podstawie obserwacji przejść Merkurego i Wenus na tle tarczy Słońca. Ostatecznie, na przełomie XIX i XX wieku Newcomb zebrał i zweryfikowanych wyniki obserwacji czterech przejść Wenus (obserwowanych w latach 1761, 1769, 1874 oraz 1882) i uwzględniając najnowsze wówczas wyniki pomiarów prędkości światła dokonanych przez siebie i Michelsona, obliczył paralaksę Słońca jako równą 8,8" a długość jednostki astronomicznej jako równą 149 500 000 kilometrów. W XX wieku pomiary radiolokacyjne umożliwiały wyznaczanie rzeczywistych chwilowych odległości ciał Układu Słonecznego i porównanie ich z pozycjami tych samych ciał, obliczonymi na podstawie praw mechaniki nieba (czyli z ich efemerydami). Tak wyznaczona długość jednostki astronomicznej wyniosła 149 597 870 700±3 m. Od 1976 r. Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) stosowała definicję (w różnych, ale równoważnych sformułowaniach), że jednostka astronomiczna to promień kołowej orbity ciała o zaniedbywanej masie, nie podlegającego perturbacjom, obiegającego Słońce w okresie równym $2\pi/k$ dni, gdzie k jest stała grawitacji Gaussa (=0,01720209895). Niestety, różne czynniki, takie jak zmiany masy Słońca czy fundamentalne efekty relatywistyczne wpływające na wyniki pomiarów czasu i odległości w Układzie Słonecznym spowodowały, iż posługując się taką definicją, nie było możliwe absolutnie precyzyjne ustalenie długości jednostki astronomicznej jako niezmiennej wielokrotności metra, czyli podstawowej jednostki długości w międzynarodowym układzie miar SI.

Niejako w tle wysiłków podejmowanych przez profesjonalnych astronomów, w latach 2004 i 2012 długość jednostki astronomicznej była także wyznaczana w ramach międzynarodowych amatorskich akcji obserwacji przejść Wenus. W 2004 r. do centrum obliczeniowego zorganizowanego przez ESO przesłano 4509 wyników obserwacji wykonanych przez 2763 obserwatorów. Stosując metodę Halleya, wyznaczono długość AU równą 149 571 715 km, a więc różniącą sie zaledwie o 26 156 km (!) od wartości rzeczywistej. W 2012 r. podobne akcje obserwacyjne przygotowywały różne organizacje, jednak dopiero niedawno opublikowano pierwsze wyniki pomiarów dokonanych metodą Delisle'a w ramach Hetu'u Global Network, obejmującego 19 szkół z 10 krajów na wszystkich kontynentach (J. Faherty i współpr., http://arxiv.org/abs/1210.0873v1). Obserwacje drugiego kontaktu udało się wykonać 8 grupom obserwatorów, co po dokonaniu obliczeń dało długość AU równą 152±30 mln km, a trzeci kontakt obserwowało 5 grup – wyliczona długość AU wyniosła 163±30 mln km.

Aby uniknąć wszelkich dalszych niejasności i ustawicznych zmian długości czegoś tak zasadniczego, jak baza pomiarów odległości wszystkich obiektów astronomicznych we Wszechświecie, w sierpniu 2012 r. „zniecierpliwiona" IAU zatwierdziła tzw. Rezolucję nr 2, noszącą skromny tytuł „O zmianie definicji astronomicznej jednostki długości". Przyjęcie tej rezolucji w formalny sposób zamyka epokę, w której długość AU wyznaczono w oparciu o mniej czy bardziej dokładne pomiary położeń ciał Układu Słonecznego i rozpoczyna nową, w której jednostka astronomiczna wynosi dokładnie i na zawsze 149 597 870 700 metrów. A przy okazji stała grawitacji Gaussa utraciła status jednej ze stałych astronomicznych... Trawersując znane przysłowie, możemy powiedzieć: *IAU locuta, causa finita*.

Paweł Rudawy

Co z tym ESO?

Cieszymy się ze wstąpienia do ESA, ale niepokoimy się brakiem podobnego kroku w sprawie ESO – taka jest wymowa listu otwartego, który studenci i doktoranci skierowali do premiera Donalda Tuska. List podpisali uczestnicy Ogólnopolskiego Seminarium Studentów Astronomii OSSA 2012, które odbyło się we wrześniu w Zielonej Górze. Dokument został przesłany do Kancelarii Prezesa Rady Ministrów pod koniec października, otrzymały go też odpowiednie ministerstwa.

Niepokój wyrażają także oficjalne organy reprezentujące środowisko astronomiczne – Polskie Towarzystwo Astronomiczne oraz Komitet Astronomii PAN. Zamieszczamy pełne teksty obu uchwał oraz listu studentów.

9 listopada 2012 r. podczas posiedzenia senatu oświadczenie w sprawie ESO złożył senator Jan Wyrowiński (wicemarszałek senatu). Zostało skierowane do minister nauki i szkolnictwa wyższego Barbary Kudryckiej.

Uchwala Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego z dnia 19. 09.2012 r.

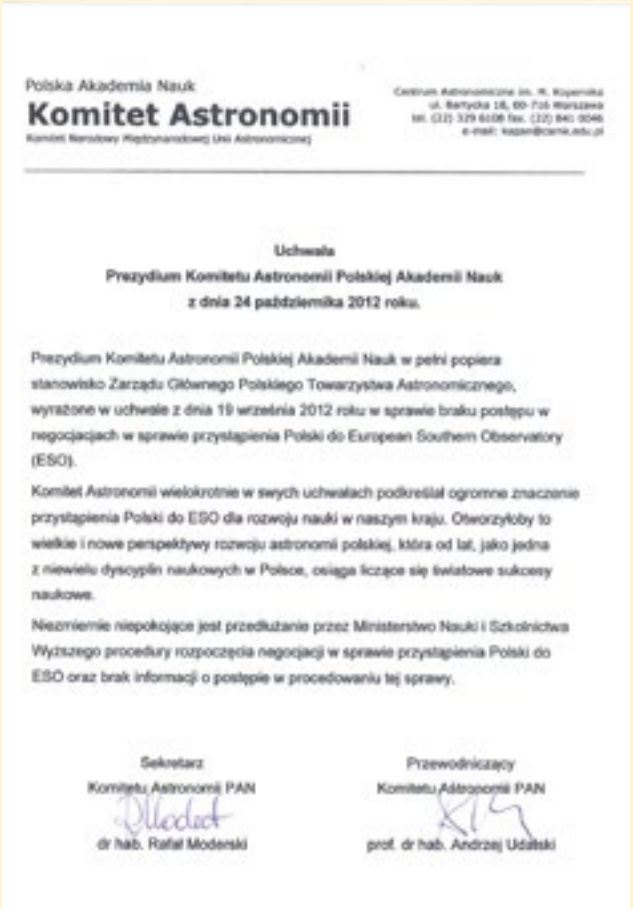
Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Astronomicznego wyraża głębokie zaniepokojenie brakiem informacji o postępie w negocjacjach dotyczących przystąpienia Polski do ESO.

Wielokrotne rozmowy przedstawicieli środowiska w tym Komitetu Astronomii Polskiej Akademii Nauk i Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego sugerowały szybki postęp w tej sprawie, w tym przygotowanie instrukcji negocjacyjnej. Środowisko z niecierpliwością czeka na rozwój sytuacji.

ESO jest europejską organizacją, prowadzącą na najwyższym poziomie badania naukowe wszystkich obiektów i zjawisk we Wszechświecie w zakresie optycznym, nadfioletowym, podczerwonym i w zakresie mikrofal. ESO posiada bogate instrumentarium, w tym zestaw teleskopów VLT (Very Large Telescope), oferujący najlepszą na świecie zdolność rozdzielcza w trybie interferometrii, oraz rozwijany, ale już działający zestaw teleskopów ALMA – najczulszy na świecie instrument do obserwacji w zakresie mikrofal. Rozpoczęto też prace nad największym na świecie teleskopem – EELT o średnicy 40 m. Członkostwo w ESO umożliwi prowadzenie obserwacji na tych instrumentach, w tym pokrycie kosztów pobytu i podróży, pełnienie funkcji pracowników etatowych ESO, udział polskich firm w budowie nowych i konserwacji istniejących instrumentów, a młodym naukowcom także korzystanie z systemu stypendiów.

Sprawa jest bardzo ważna dla cywilizacyjnego i gospodarczego rozwoju kraju.

Prezes PTA
prof. dr hab. Bożena Czerny



Polska Akademia Nauk
Komitet Astronomii
Komitet Narodowy Międzynarodowej Unii Astronomicznej

Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (22) 329 6108 fax. (22) 841 0046
e-mail: kapan@camk.edu.pl

Uchwała
Prezydium Komitetu Astronomii Polskiej Akademii Nauk
z dnia 24 października 2012 roku.

Prezydium Komitetu Astronomii Polskiej Akademii Nauk w pełni popiera stanowisko Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wyrażone w uchwale z dnia 19 września 2012 roku w sprawie braku postępu w negocjacjach w sprawie przystąpienia Polski do European Southern Observatory (ESO).

Komitet Astronomii wielokrotnie w swych uchwałach podkreślał ogromne znaczenie przystąpienia Polski do ESO dla rozwoju nauki w naszym kraju. Otworzyłoby to wielkie i nowe perspektywy rozwoju astronomii polskiej, która od lat, jako jedna z niewielu dyscyplin naukowych w Polsce, osiąga liczące się światowe sukcesy naukowe.

Niezrozumiale niepokojące jest przedłużanie przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego procedury rozpoczęcia negocjacji w sprawie przystąpienia Polski do ESO oraz brak informacji o postępie w procedowaniu tej sprawy.

Sekretarz
Komitetu Astronomii PAN
dr hab. Rafał Moderski

Przewodniczący
Komitetu Astronomii PAN
prof. dr hab. Andrzej Udalski

List otwarty w sprawie przystąpienia Polski do Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO)

Premier Rządu Rzeczypospolitej Polskiej
Pan Donald Tusk

Szanowny Panie Premierze

Bardzo nas ucieszyła informacja, że Polska podpisała umowę o wstąpieniu do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Jednocześnie jesteśmy głęboko zaniepokojeni brakiem podobnego kroku w sprawie Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO).

We wrześniu ubiegłego roku w mediach ukazały się informacje, że Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego chciałoby widzieć Polskę w ESO, w ciągu zimiącą przygotuje instrukcję negocjacyjną i rozpoczną się rozmowy o przystąpieniu do ESO. Instrukcja jest dostępna na stronie internetowej Ministerstwa, ale minął rok i sprawa przystąpienia niestety nadal jest w zawieszeniu.

Europejskie Obserwatorium Południowe to główna europejska organizacja do badań Wszechświata prowadzonych z powierzchni Ziemi. To jej teleskopy uczestniczą w najważniejszych odkryciach, szczycą się największą liczbą publikacji naukowych, a także uzyskiwane są stąd piękne zdjęcia obiektów niebieskich, które podziwiamy w mediach.

Udział w ESO to nie tylko kwestia naukowa, ale także (a może przede wszystkim) korzyści gospodarczo-technologiczne dla Polski. Część pieniędzy płaconych jako składka członkowska musi wrócić do naszego kraju, m.in. jako kontrakty dla przemysłu.

Bardzo ważny jest szybki termin wejścia do ESO. Organizacja jest teraz w przededniu gigantycznej inwestycji przekraczającej miliard euro – rozpoczyna budowę największego na świecie teleskopu optycznego o średnicy 40 metrów E-ELT. W najbliższym czasie firmy z różnych krajów europejskich będą starać się o kontrakty na budowę elementów tego teleskopu. Mamy jeszcze szanse, aby polskie przedsiębiorstwa również otrzymały taką możliwość – potrzebna jest zdecydowana decyzja Rządu.

Nasz południowy sąsiad – Czechy – od kilku lat jest już członkiem ESO i otrzymał prestiżowe centrum naukowe wielkiej sieci radioteleskopów ALMA.

ESO to także kontakt europejski – współpraca z Europejskim Obszarem Badań, czy wspólne działania tej organizacji z Unią Europejską, a także zwiększenie szans w konkursach o granty europejskie (np. ERC). Poza naukowcami organizacja zatrudnia inżynierów, projektantów, informatyków i innych specjalistów.

Dla nas, młodych astronomów, wejście Polski do ESO jest realnej szansą na satysfakcjonującą i owocną pracę badawczą, którą moglibyśmy kontynuować w kraju.

Z wyrazami szacunku

Studenci i doktoranci astronomii
oraz pozostali uczestnicy Ogólnopolskiego Seminarium Studentów Astronomii OSSA 2012

Zielona Góra, 22 września 2012 roku

Europejskie Obserwatorium Południowe ma 50 lat

5 października 2012 r. swoje 50. urodziny obchodziło Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO). Idea powołania wspólnego europejskiego obserwatorium narodziła się w 1953 r., a konwencję międzynarodową o ustanowieniu ESO pięć krajów podpisało w 1962 r. Obecnie organizacja posiada wielkie obserwatoria w Ameryce Południowej i zatrudnia ponad 740 osób. Szykuje się też do kolejnej olbrzymiej inwestycji – budowy teleskopu optycznego klasy 40 metrów, który ma być „największym okiem świata na niebo".

W ciągu pół wieku teleskopy ESO służyły (i nadal służą) astronomom zarówno do dokonywania wielu istotnych odkryć w badaniach kosmosu, jak i uzyskiwania pięknych zdjęć obiektów niebieskich. Galerię tych obrazów można znaleźć na stronie internetowej organizacji (www.eso.org).

Z okazji swoich urodzin ESO przygotowało specjalny film opowiadający o historii i o współczesności tej organizacji, a także o prowadzonych przez nią badaniach. Film na płycie DVD z polskimi napisami dołączamy do tego numeru „Uranii" (dla prenumeratorów).

Życzymy ESO kolejnych udanych 50 lat, mamy nadzieję, że już z Polską na liście krajów członkowskich (starania o to ciągle trwają). (*kc*)

Szczyt Paranal w Chile, na którym znajduje się duma ESO – Bardzo Duży Teleskop (VLT), złożony z czterech teleskopów 8,2-m, wspomaganych czterema 1,8-m. U góry wczesny etap budowy (1994 r.), niżej współczesny widok na Obserwatorium Paranal. Źródło: ESO/C.Madsen, H.Zodet (wyżej) oraz ESO/G.Hüdepohl (atacamaphoto.com) (niżej)

Na drugiej stronie przypominamy inne główne obserwatoria ESO. Od góry: La Silla, przyszły teleskop E-ELT (wizualizacja) oraz fragment sieci radioteleskopów ALMA. Źródło: ESO

Warsztaty ESO dla Przemysłu

22 stycznia 2013 r. odbędą się w Warszawie warsztaty dla przedsiębiorców, na których przedstawiciele Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO) omówią możliwości i zasady współpracy z tą organizacją. ESO oferuje podmiotom gospodarczym i instytutom naukowym możliwość współpracy w różnych projektach technologicznych, w szczególności w planowanej budowie Ogromnie Wielkiego Teleskopu Europejskiego (E-ELT), którego budżet przekracza miliard euro. Zainteresowane mogą być firmy z branż takich jak elektronika, optyka, IT (software i hardware), budownictwo, systemy chłodzenia, systemy zasilania i innych. Na warsztaty zapraszają Polskie Towarzystwo Astronomiczne oraz Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN. Szczegóły oraz formularz zgłoszeniowy: http://eso-industry.pta.edu.pl

Mikrosoczewkowe boje o ciemną materię

Zobaczyć niewidzialne

Łukasz Wyrzykowski

Gdy patrzymy na nocne niebo, mamy wrażenie, że Wszechświat jest wypełniony świecącymi punkcikami, zarówno gwiazdami, jak i, w większej skali, galaktykami. Jednakże, już w latach 30. XX w. zauważono, że ilość świecącej materii jest niewystarczająca, by utrzymać galaktyki i gromady galaktyk w ich kształtach. Całą tę „brakującą masę" nazwano ciemną materią, gdyż jest ona niewidoczna dla teleskopów obserwujących na wszystkich długościach fal. Na istnienie ciemnej materii mamy jedynie pośrednie dowody, dzięki jej grawitacyjnemu oddziaływaniu na otoczenie. Bez niej galaktyki i gromady galaktyk powinny były już dawno rozsypać się na pojedyncze gwiazdy. Mimo że ciemna materia stanowi około jednej czwartej masy całego Wszechświata, zagadką wciąż pozostaje postać, pod którą występuje.

Pomysły na jej rozwiązanie mają zarówno fizycy cząstek elementarnych, jak i astrofizycy, a obejmują one szeroką gamę różnego rodzaju kosmicznych „stworów": od najmniejszych, słabo oddziałujących cząstek (w skrócie WIMP – Weakly Interacting Massive Particles), po ciemne planeto- i gwiazdopodobne obiekty zwarte, włączając w to czarne dziury. Ich poszukiwania trwają już od dziesięcioleci, ale do tej pory bez wyraźnych skutków. Anihilacja WIMP-ów powinna wyprodukować neutrina, których poszukuje się w gigantycznych detektorach, znajdujących się w wydrążonych górach lub starych kopalniach. Inne próby obserwacji tych cząstek są prowadzone w Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC) w ośrodku CERN pod Genewą.

Do wytłumaczenia natury ciemnej materii astronomowie postanowili wykorzystać fakt, że posiadając masę, oddziałuje ona grawitacyjnie na otoczenie. W 1986 r. profesor Bohdan Paczyński z Princeton zaprezentował nowatorską metodę mikrosoczewkowania grawitacyjnego i zaproponował użycie jej w celu sprawdzenia, czy ciemna materia występuje w postaci niewidocznych obiektów zwartych, nazwanych MACHO (od ang. *Massive Astrophysical Compact Halo Objects* – masywne astrofizyczne obiekty zwarte z halo galaktycznego). Jeżeli MACHO występują w dużych ilościach w naszej Galaktyce, a w szczególności w halo otaczającym sferycznie jej dysk, powinny one wywoływać zjawiska tymczasowych pojaśnień gwiazd tła. Paczyński zaproponował regularne obserwacje milionów gwiazd Wielkiego i Małego Obłoku Magellana (ang. *Large/Small Magellanic Cloud, LMC/SMC*), galaktyk karłowatych położonych na krańcu halo Drogi Mlecznej, ze względu na ich dogodną odległość umożliwiającą rozdzielenie pojedynczych gwiazd za pomocą średniej wielkości teleskopu.

Na początku lat 90., wraz z rozwojem technologii fotometrycznych i wprowadzeniem detektorów CCD do powszechnego użytku w astronomii, stało się możliwe intensywne monitorowanie dużych obszarów nieba. Ponieważ praw-

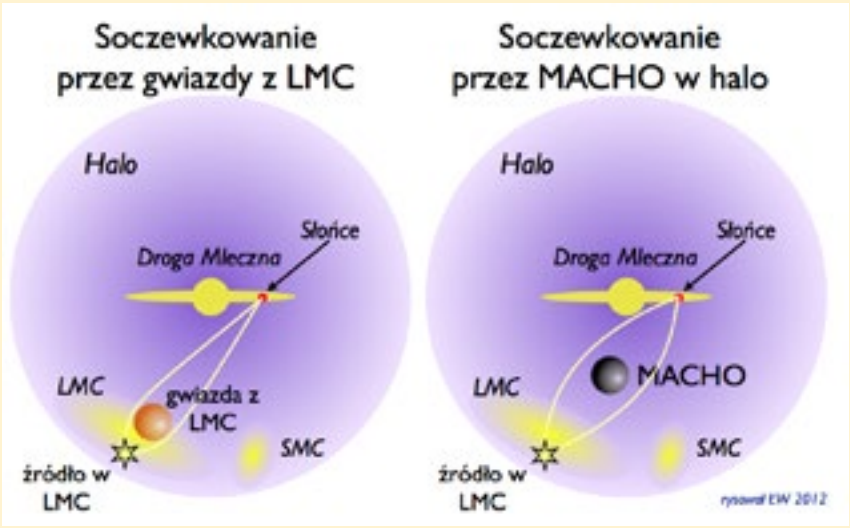
Czy wiesz, że...

soczewka grawitacyjna może powiększyć… teleskop?

Obserwując Kosmos, nie zawsze jesteśmy w stanie uzyskać widma dla interesujących nas obiektów. To problem, który w szczególności dotyczy obserwacji słabych gwiazd w centralnych zgrubieniach galaktyk. W takich przypadkach stosunek sygnału do szumu jest nie do zaakceptowania. Jednak poznanie i analiza struktury zgrubień są kluczowe w zrozumieniu powstawania i ewolucji galaktyk, dlatego szczególnie istotne znaczenie mają obserwacje gwiazd w tych obszarach.

Ważnym aspektem jest obfitość pierwiastków i metaliczność. Podstawowy skład atmosfer gwiazdowych często przypomina skład gazu, z którego zostały one uformowane. Dzieje się tak w szczególności dla karłów, które są najlepszymi wskaźnikami chemicznej ewolucji galaktyk. Ponieważ to zbyt słabe obiekty do poznania metaliczności i składu chemicznego centralnego zgrubienia Drogi Mlecznej korzystano dotąd z obserwacji jasnych olbrzymów. Jednak widma tych gwiazd okazały się bardzo trudne do analizowania. Największym problemem było to, że rozkład metaliczności dla olbrzymów nie mógł odzwierciedlać pierwotnego rozkładu. Gwiazdy tego typu są gwiazdami bardzo jasnymi i masywnymi, które ewoluują bardzo szybko i procesy fizyczne zachodzące w nich mogły zmienić skład chemiczny ich atmosfer. W przypadku karłów nie ma takiego problemu. Ale jak uzyskać ich widma, skoro tak trudno się je obserwuje? W tym właśnie celu korzysta się z mikrosoczewkowania grawitacyjnego.

Jest to metoda będąca szczególnym przypadkiem soczewkowania grawitacyjnego, w którym obiekty soczewkujące mają stosunkowo niewielką masę, rzędu kilku mas Słońca. Metoda ta działa, gdy obserwator, gwiazda soczewkująca oraz źródło światła znajdują się prawie na jednej linii prostej. Ułożenie takie trwa zazwyczaj kilka dni lub tygodni.



Rys. 1. Dwa scenariusze mikrosoczewkowania gwiazdy (źródła) znajdującej się w Wielkim Obłoku Magellana. Po lewej soczewką jest inna gwiazda LMC, natomiast po prawej soczewką jest ciemna materia w postaci MACHO z halo Drogi Mlecznej. Dane OGLE wskazują, że większość zjawisk mikrosoczewkowania pochodzi od zwykłych gwiazd Obłoków, obalając tym samym hipotezę obiektów MACHO. Skala rozmiarów i odległości obiektów nie jest zachowana

dopodobieństwo mikrosoczewkowania gwiazdy z LMC przez MACHO zostało oszacowane na 1:50 mln, należało obserwować regularnie wiele milionów gwiazd. Wśród przeglądów, które rozpoczęły wtedy swoją działalność, były grupy MACHO, EROS oraz OGLE. Regularne obserwacje Obłoków Magellana OGLE rozpoczęło w 1996 r. wraz z oddaniem do użytku polskiego teleskopu o średnicy zwierciadła 1,3 m zainstalowanego w Obserwatorium Las Campanas w Chile.

Pierwsze wyniki poszukiwania mikrosoczewkowania z kilkuletnich obserwacji LMC zaprezentowane przez grupę MACHO w 2000 r. sugerowały, że obiekty MACHO istnieją, ale jest ich na pewno niewystarczająco wiele, żeby całkowicie wytłumaczyć problem ciemnej materii. Na podstawie 10 kandydatów na zjawiska mikrosoczewkowania grupa MACHO wywnioskowała, że około 20% masy całego halo musi być zawarte w ciemnych obiektach zwartych. Wartość ta została przyjęta przez szeroką społeczność astronomiczną, trafiła nawet do podręczników.

Z kolei w roku 2007 grupa EROS opublikowała analizę swoich obserwacji Wielkiego Obłoku Magellana, w których wykryto… zero zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Wbrew pozorom, zerowy wynik może też być bardzo ważny. W tym przypadku pozwolił na oszacowanie górnego limitu na procentową zawartość obiektów MACHO w halo Galaktyki. Znając czułość swojego eksperymentu, grupa EROS stwierdziła, że nie więcej niż jedynie 7% masy całego halo może być zawarte w obiektach MACHO.

Ogromna różnica w wynikach grup EROS i MACHO częściowo była spowodowana użyciem przez grupę EROS do analizy tylko jaśniejszych gwiazd. Należało zatem wyjaśnić, dlaczego grupa MACHO wykryła więcej obiektów. Jedna z sugestii tłumaczyła, że niektóre z przypuszczalnych zjawisk mikrosoczewkowania ogłoszonych przez grupę MACHO wcale nimi nie były. Duży szum danych obserwacyjnych powodował, że niektóre gwiazdy zmienne oraz wybuchy supernowych mogły skutecznie podszywać się pod mikrosoczewki. Co więcej, grupa EROS pokazała, że niektóre obiekty uznane za mikrosoczewki w LMC wykazywały ponowne pojaśnienia po kilku latach, co było zaprzeczeniem podstawowej cechy mikrosoczewek, jaką jest unikatowość tego zjawiska dla konkretnej gwiazdy.

Analiza danych projektu OGLE była więc kluczowym elementem tej skomplikowanej układanki. Dane z faz OGLE-II i OGLE-III zawierały w sumie 13 sezonów (1996–2009) ciągłych obserwacji

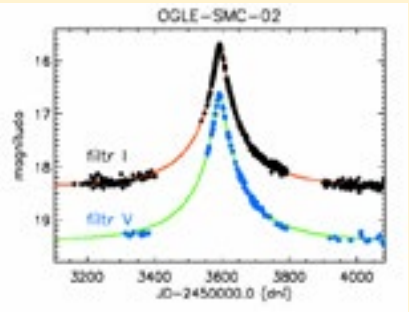
Obecność materii może zakrzywiać czasoprzestrzeń i powodować ugięcie się promieni świetlnych w polu grawitacyjnym obiektu soczewkującego, a w efekcie skupienie tych promieni w miejscu obserwatora. Ukazuje się wtedy wielokrotny obraz światła, ale w obrębie naszej Galaktyki odległość pomiędzy tymi obrazami jest bardzo mała, około jednej milionowej sekundy łuku, co przy obecnej technologii nie jest możliwe do bezpośredniego zarejestrowania. Dzięki temu widzimy jeden jasny obiekt. Oczywiście jest to wciąż ten sam obiekt, a więc nie ulega zmianie jego widmo. Jest to elementarna cecha mikrosoczewkowania (i soczewkowania) grawitacyjnego, dzięki której można zjawisko odróżnić od wszelkiego rodzaju gwiazd zmiennych, w których podobnym zmianom jasności towarzyszą dramatyczne zmiany w widmie.

Za pomocą mikrosoczewkowania jasność obserwowanych karłów w centralnym zgrubieniu Drogi Mlecznej wzrasta nawet o 5 mag.! Oznacza to, że przez krótki czas mamy możliwość obserwowania soczewkowanej gwiazdy, tak jakby nagle nasz teleskop 10-krotnie zwiększył średnicę. Umożliwia to uzyskanie widma wysokiej rozdzielczości z bardzo korzystnym stosunkiem sygnału do szumu. Jak się okazało, obfitość pierwiastków tego obszaru jest bardzo podobna do obfitości charakteryzującej okolice naszego Układu Słonecznego, a rozkład metaliczności ma strukturę bimodalną, czyli ma podwójne maksimum.

Zjawisk mikrosoczewkowania poszukuje się także dla gwiazd w Obłokach Magellana oraz w Galaktyce Andromedy w celu uzyskania odpowiedzi na pytanie, czy w Drodze Mlecznej występują tzw. obiekty MACHO (*Massive astrophysical compact halo object*), będące zwartymi obiektami ciemnej materii, występujące w halo galaktycznym.

Metodę mikrosoczewkowania grawitacyjnego zaproponował w latach 80. polski astronom Bohdan Paczyński, za co otrzymał Nagrodę Fundacji na rzecz Nauki w 1996 r. Zainicjował on również projekt Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE), który został opisany w ostatnich trzech numerach „Uranii". W ramach tego projektu są prowadzone obserwacje 1,3-m teleskopem umieszczonym w Chile. Dzięki OGLE polscy astronomowie dokonali fundamentalnych odkryć, a wiele kolejnych zapewne przed nami. Uzyskane dane dostarczyły m.in. niezbitych dowodów na to, że gwiazdy w centralnych rejonach Drogi Mlecznej układają się w podłużną strukturę zwaną poprzeczką.

Małgorzata Woźniak



Rys. 2. Zjawisko mikrosoczewkowania OGLE-SMC-02, wykryte przez projekt OGLE w 2005 roku, obserwowane również z Kosmicznego Teleskopu Spitzer. Linia ciągła to dopasowany model mikrosoczewkowania w obu filtrach. Najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem tego zjawiska jest układ podwójny czarnych dziur o masach 3 i 7 mas Słońca, znajdujący się w halo Galaktyki. Anomalia spowodowana przez podwójność soczewki jest tu bardzo subtelna i nietypowa, dlatego nie jest widoczna w tej skali rysunku

wielu dziesiątek milionów gwiazd z obu Obłoków Magellana. Jednakże nasza analiza danych wykazała jedynie 8 kandydatów na zjawiska mikrosoczewkowania, mimo że poszukiwania były przeprowadzone na pełnej gamie jasności obiektów źródłowych, analogicznie do analizy dokonanej przez grupę MACHO. Dodatkowo, wykorzystując archiwalne zdjęcia dużej rozdzielczości z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a, w szczegółowy sposób zbadaliśmy zakłócenie wyniku obserwacji spowodowane dużą gęstością gwiazd w Obłokach (tzw. *blending* – nakładanie się obrazów gwiazd na siebie), dzięki czemu było możliwe precyzyjne wyznaczenie efektywności wykrywania zjawisk mikrosoczewkowania.

Mała liczba zarejestrowanych zjawisk mikrosoczewkowania dała się w większości wytłumaczyć zwykłym soczewkowaniem dalszych gwiazd Obłoków przez ich bliższe gwiazdy znajdujące się na linii widzenia (zob. rys. 1). Ze względu na znaczną grubość tych galaktyk (kilka kpc), istnieje pewna niezerowa szansa na mikrosoczewkowanie gwiazd Obłoków przez ich materię, bez konieczności wprowadzania obiektów MACHO. Wyniki projektu OGLE wyjątkowo dobrze zgadzają się z oczekiwaniami co do ilości takich zjawisk, eliminując praktycznie możliwość występowania ciemnej materii w postaci obiektów zwartych, przynajmniej w przedziale mas poniżej około 1 masy Słońca.

W przypadku obiektów MACHO o masach powyżej kilku mas Słońca dane OGLE dostarczyły ciekawego odkrycia jednego zjawiska (o nazwie OGLE-SMC-02) wywołanego przez układ podwójny czarnych dziur znajdujący się w halo Galaktyki (rys. 2). Jest to więc z jednej strony idealny kandydat na MACHO. Z drugiej zaś strony, na podstawie czułości eksperymentu OGLE możliwa była ocena całościowego wkładu takich czarnych dziur do masy ciemnej materii w halo Galaktyki. Wartość ta wyniosła zaledwie 2%, co zgadza się z oczekiwaną ilością czarnych dziur w Galaktyce.

Projekt OGLE przyczynił się w znacznym stopniu do odrzucenia hipotezy, jakoby ciemna materia występowała w postaci astrofizycznych obiektów zwartych. Jedynie bardzo niewielka ilość ciemnej materii może występować w postaci gwiazd neutronowych i czarnych dziur. Jest ich jednak zdecydowanie za mało, żeby wyjaśnić problem brakującej materii. Poszukiwania trwają dalej… ✸

Dr hab. Łukasz Wyrzykowski jest pracownikiem Obserwatorium Astronomicznego UW. Do grupy OGLE dołączył na IV roku studiów astronomicznych, w 2000 r. W ramach projektu zajmuje się wyszukiwaniem i analizą zjawisk mikrosoczewkowania oraz ich zastosowaniem do badań nad ciemną materią oraz strukturą Galaktyki. Jest też członkiem zespołu analizy danych w europejskiej misji kosmicznej Gaia (będzie wystrzelona w 2013r.), dla której zaprojektował system wykrywania i klasyfikacji zjawisk tymczasowych, takich jak mikrosoczewki czy supernowe.

Elementarzyk astronomiczny

Nasi Autorzy to specjaliści, którzy podstawowe pojęcia astronomii znają „od zawsze", więc są one dla nich oczywiste jak oddychanie. Dla większości naszych Czytelników również. Jednak są wśród nich i tacy, którzy dopiero wchodzą w świat muzy Uranii. To dla nich właśnie jest poniższy słowniczek pojęć niezbędnych do zrozumienia treści artykułów w niniejszym numerze „Uranii-Postępów Astronomii".

cefeidy – gwiazdy pulsujące, zmieniające blask podobnie jak δ Cephei. Okres tych zmian wynosi od kilku dni do kilku miesięcy i od 100 lat wiadomo, że jest ściśle skorelowany z jasnością absolutną gwiazdy. Znając okres zmienności cefeidy i jej jasność obserwowaną można więc łatwo obliczyć jej odległość.

data juliańska (JD) – sposób rachuby czasu, w którym nie ma podziału na lata i miesiące, lecz dni liczy się ciurkiem od umownej daty 1 stycznia 4713 r. p.n.e. poczynając. Od tego momentu do np. 1 VIII 2012 r. minęło 24561410 dni. Dzień juliański rozpoczyna się w południe czasu uniwersalnego, a więc 1 VIII 2012 r. o godz. 14.00 naszego czasu letniego to JD = 2456141,0.

Daty juliańskiej nie należy mylić z kalendarzem juliańskim, choć w obu wypadkach nazwa odnosi się do Juliusza Cezara. Wygodny kalkulator do przeliczania zwykłej daty na juliańską i odwrotnie znajduje się pod adresem: www.astro.uni.torun.pl/~kb/Efemerydy/JulianDay.htm

gwiazdy gałęzi asymptotycznej – gwiazdy znajdujące się w późnej fazie ewolucji – spalania helu w warstwie otaczającej jądro.

gwiazdy typu RR Lyrae – gwiazdy pulsujące, podobne do RR Lyrae. Wszystkie gwiazdy tego typu mają podobną jasność absolutną – ok. $0{,}75^m$, dzięki czemu łatwo wyliczyć ich odległość.

mag. – magnitudo (łac. wielkość) – miara jasności obiektów na niebie. Często oznaczana też małą literą „m". Im większa liczbą się wyraża, tym słabszy obiekt. Najsłabsze gwiazdy widoczne w pogodną noc gołym okiem w Polsce mają ok. $5{,}5^m$, gwiazdy Wielkiego Wozu: ok. 2^m, Wega: 0^m, najsłabsze obiekty rejestrowane przez Teleskop Kosmiczny Hubble'a: 32^m.

mirydy – gwiazdy, które podobnie jak Mira (o Ceti) są pulsującymi czerwonymi olbrzymami o długich okresach i dużych amplitudach zmienności.

pc (parsek) ≈ 3,262 lat świetlnych ≈ 3×10^{19} m.
1 parsek (1 pc) zdefiniowano jako odległość, z której promień orbity Ziemi widać pod kątem 1".

Droga Mleczna galaktyką spiralną z poprzeczką?

Belka w oku Galaktyki

Paweł Pietrukowicz

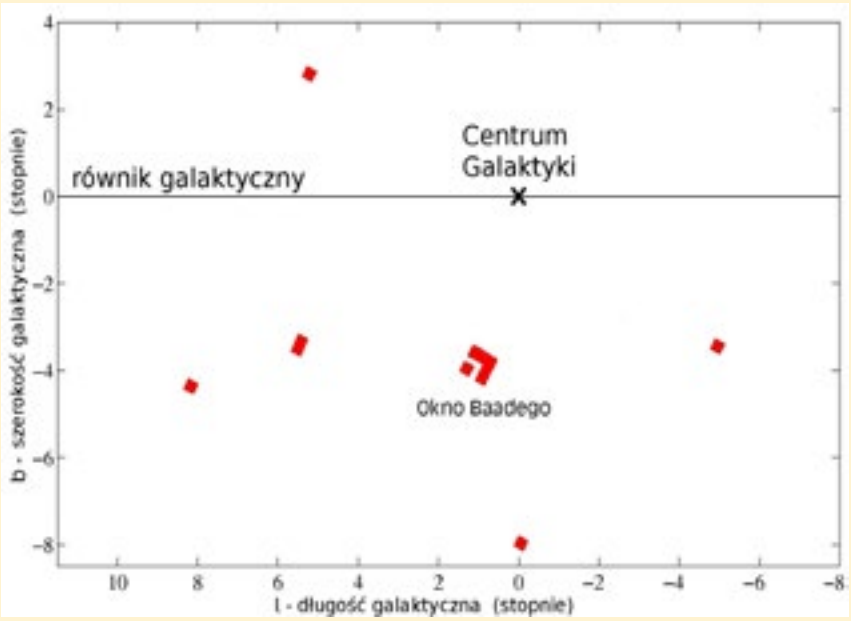
Architekturę naszego wielkiego domu – Galaktyki – usiłujemy poznać już od prawie dwóch i pół wieku. Ponieważ nasze Słońce jest jedną z setek miliardów gwiazd tworzących dysk Galaktyki, nie możemy spojrzeć na Drogę Mleczną z zewnątrz. Dlatego dopiero od 100 lat wiemy, że jest spłaszczonym dyskiem, a 60 lat temu wykazano istnienie ramion spiralnych. Jednak wciąż jeszcze nasz obraz Galaktyki jest niewyraźny.

Badania dysku oraz wewnętrznych części naszej Galaktyki są dodatkowo utrudnione przez obecność pyłu międzygwiazdowego. Centralne rejony, gdzie znajduje się supermasywna czarna dziura (o masie szacowanej na około 4 mln mas Słońca), można obserwować jedynie w podczerwieni. Obserwacje w zakresie widzialnym stają się efektywne dopiero w odległościach powyżej około 2° od centrum i płaszczyzny Galaktyki.

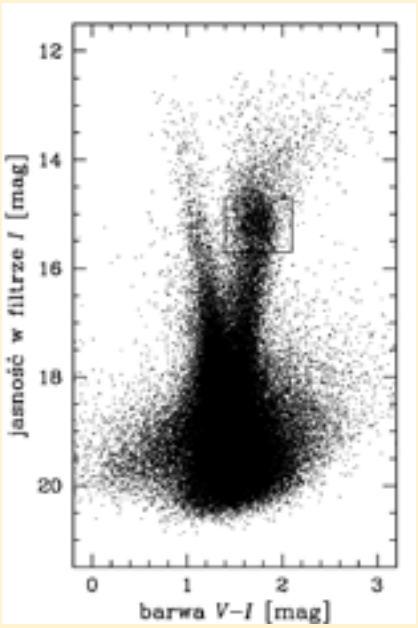
Zliczenia gwiazd dokonywane na płytach fotograficznych pokazywały, że ich liczba rośnie w kierunku środka Galaktyki. Badania dynamiki gwiazd i gazu podjęte w latach 80. wskazywały na obecność jakiejś wydłużonej struktury – poprzeczki – w części centralnej. Według rozważań teoretycznych taka struktura powodowałaby wmiatanie gazu do samego centrum i zasilanie nim czarnej dziury. Ponadto zwrócono uwagę, że istnieniem poprzeczki można by wyjaśnić powstawanie ramion spiralnych Galaktyki.

Dowody na to, że rzeczywiście Droga Mleczna posiada poprzeczkę, zostały dostarczone na początku lat 90. Jest to w znacznej mierze zasługa polskiego przeglądu OGLE, który w 1992 r. rozpoczął regularne obserwacje zgrubienia centralnego Galaktyki w celu detekcji zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Wówczas każdej pogodnej nocy były monitorowane m. in. pola położone w tzw. Oknie Baadego, czyli wokół rejonu o długości galaktycznej $l = +1°$ i szerokości $b = -3{,}9°$, gdzie ekstynkcja międzygwiazdowa jest stosunkowo mała, oraz pola położone symetrycznie po obu stronach centrum w okolicach $l = \pm 5°$ i $b = -3{,}4°$ (rys. 1). Na bazie tych danych zostały skonstruowane diagramy barwa-jasność dla poszczególnych pól i zmierzone obserwowane średnie jasności gwiazd zgrupowania czerwonych olbrzymów (ang. *red clump*), które są wykorzystywane jako świece standardowe do pomiaru odległości (rys. 2). W 1994 r. Krzysztof Stanek pokazał, że czerwone olbrzymy leżące na długości $l = +5°$ są jaśniejsze o 0,37 mag. od olbrzymów przy $l = -5°$. Oznacza to, że gwiazdy położone w polach o dodatniej długości galaktycznej znajdują się o około 18% bliżej nas niż położone w polach o ujemnej długości. Taka różnica jasności została wytłumaczona obecnością poprzeczki, ustawionej pod kątem co najwyżej 45° do linii widzenia.

Wczesne obserwacje OGLE w poszukiwaniu zjawisk mikrosoczekowania szybko ujawniły, że tego typu zjawisk odnotowuje się około trzy razy więcej niż by to wynikało z przewidywań teoretycznych. Marcin Kiraga i Bohdan Paczyński w pracy z 1994 r. wykazali, że właśnie poprzeczka oglądana pod pewnym kątem zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia zjawiska mikrosoczewkowania. Było to niezależne potwierdzenie obecności wydłużonej struktury w wewnętrznej części Drogi Mlecznej. Późniejsze modelowanie poprzeczki na podstawie danych dla gwiazd zgrupowania czerwonych olbrzymów z fazy OGLE-II pokazało, że jest ona ustawiona pod kątem 24°–27°



Rys. 1. Położenie pól obserwowanych przez projekt OGLE w latach 1992–1995. Na podstawie analizy gwiazd w polach położonych na szerokościach galaktycznych od –4° do –3° wykazano istnienie poprzeczki w centralnych obszarach Galaktyki



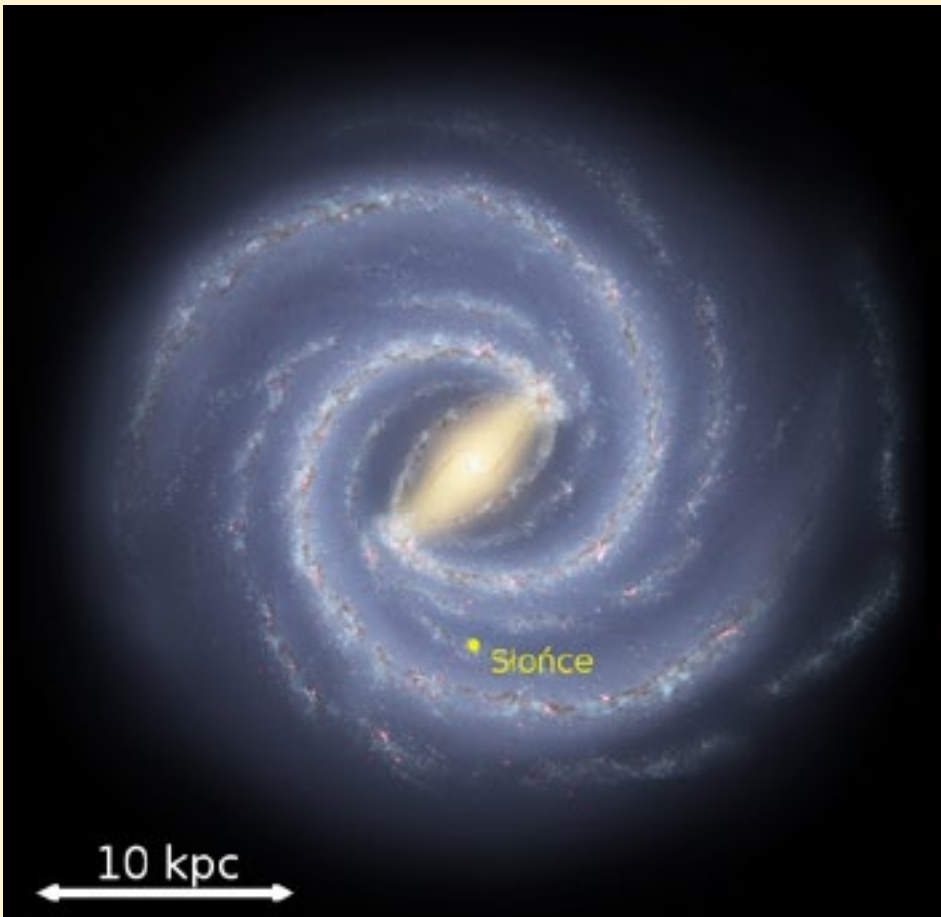
Rys. 2. Diagram barwa-jasność dla wybranego pola zgrubienia centralnego naszej Galaktyki, skonstruowany na podstawie danych OGLE-III. Ramką zaznaczono położenie gwiazd zgrupowania czerwonych olbrzymów (ang. *red clump*). Pozostałe gwiazdy na prawej gałęzi litery „V" to inne czerwone olbrzymy zgrubienia centralnego. Lewą gałąź litery „V" tworzą młode gwiazdy ciągu głównego, leżące w dysku galaktycznym między nami a rejonami centralnymi. W dolnej, wspólnej części „V" znajdują się gwiazdy ciągu głównego z dysku oraz gwiazdy ciągu głównego zgrubienia centralnego. Poszerzenie struktur na diagramie wynika z faktu, że obserwujemy gwiazdy znajdujące się w różnych odległościach, których światło jest dodatkowo w różnym stopniu osłabiane przez obłoki pyłu po drodze do nas

do linii widzenia i przypomina sztabkę, której proporcje boków wynoszą 1 : 0,35 : 0,26. Długość poprzeczki szacowana jest na 3,1–3,5 kpc (rys. 3).

Należy tutaj wspomnieć o innych ważnych dowodach na istnienie trójosiowej poprzeczki. W 1995 r. opublikowano mapy wykonane w podczerwieni przez sondę COBE (tę samą, za pomocą której po raz pierwszy zaobserwowano niejednorodności mikrofalowego promieniowania tła). Na mapie wykonanej we współrzędnych galaktycznych wyraźnie widać asymetrię w rozkładzie gęstości gwiazd w centralnym obszarze. Ten rozkład bez problemów wyjaśniono właśnie obecnością poprzeczki. Inne dowody na wydłużoną wewnętrzną strukturę pochodzą z obserwacji innych świec standardowych, takich jak mirydy czy gwiazdy asymptotycznej gałęzi olbrzymów. Podobnie jak w przypadku gwiazd zgrupowania czerwonych olbrzymów, tak też tutaj wywnioskowano, że gwiazdy mające dodatnią długość galaktyczną znajdują się bliżej nas, przez co są jaśniejsze niż gwiazdy mające długość ujemną.

Obecnie wiemy, że kształt centralnej poprzeczki jest bardziej skomplikowany niż się zarysował w latach 90. Otóż na bazie danych OGLE-III David Nataf zauważył, że na szerokościach galaktycznych powyżej +5° oraz poniżej –5° można wyodrębnić dwa zgrupowania czerwonych olbrzymów różniące się jasnością o około 0,5 mag. Tak duża rozbieżność w przypadku tych świec standardowych, dla których jasność absolutna niewiele jest zależna od wieku i składu chemicznego, oznacza faktyczną obecność dwóch grup gwiazd w różnych odległościach na tej samej linii widzenia. Analiza danych z podczerwonego przeglądu całego nieba 2MASS (ang. *Two Micron All-Sky Survey*) ujawniła, że owo zróżnicowanie maleje, gdy zbliżamy się do płaszczyzny Galaktyki. Wobec tego, oglądając poprzeczkę z boku, widzielibyśmy gwiazdy układające się w kształt litery „X". Zdają się to potwierdzać najświeższe wyniki z podczerwonego przeglądu VVV (ang. *VISTA Variables in the Via Lactea*), realizowanego na 4-metrowym teleskopie VISTA należącym do Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO).

Powyższy obraz wewnętrznych rejonów Drogi Mlecznej nie jest kompletny. Na podstawie różnych obserwacji prowadzonych na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat jesteśmy pewni, że poprzeczka nie jest jedynym składnikiem tworzącym zgrubienie centralne naszej Galaktyki. W bezpośrednim sąsiedztwie czarnej dziury (w promieniu 0,5 pc) znajduje się licząca zaledwie kilka milionów lat centralna gromada gwiazd, której pochodzenie nie do końca wyjaśniono. Być może została utworzona z obłoków gazu i pyłu, które w tamtych rejonach występują. Młode gwiazdy powstałe kilkadziesiąt milionów lat temu także obserwuje się do odległości 200 pc od centrum. Jednak znacząca



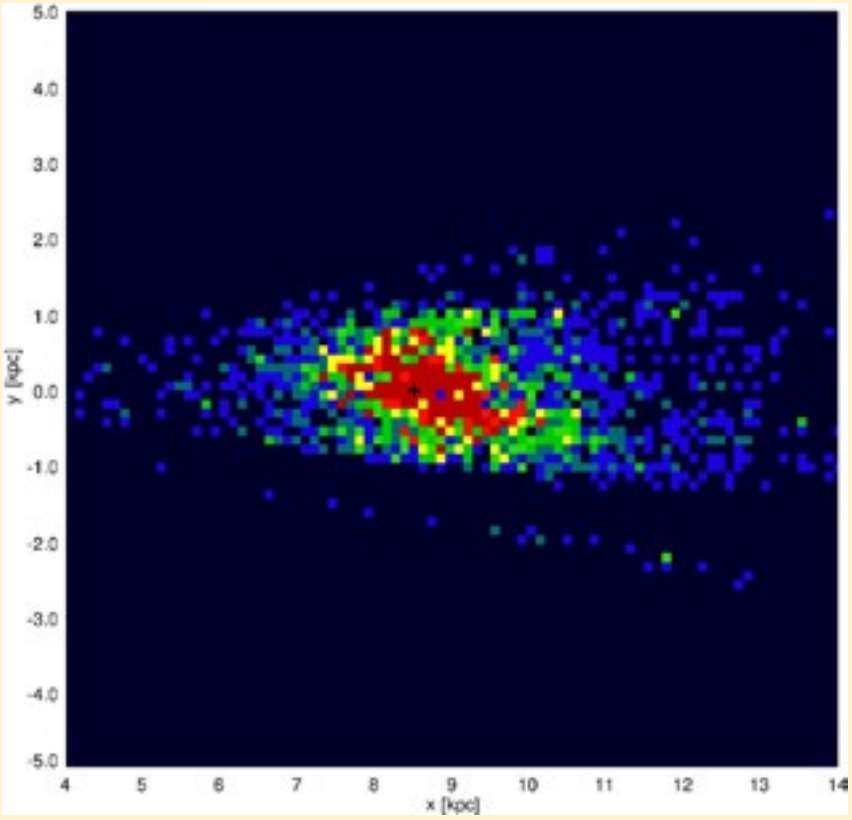
Rys. 3. Artystyczna wizja Galaktyki wykonana na podstawie podczerwonego przeglądu Spitzer/GLIMPSE. W rejonach centralnych znajduje się poprzeczka, do której końców „zaczepione" są główne ramiona spiralne. Źródło: NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC/Caltech)

większość gwiazd – nawet wewnątrz 1 pc od czarnej dziury – to gwiazdy stare, mające powyżej miliarda lat. Wiek gwiazd poprzeczki szacuje się na około 10 mld lat. Spośród innych starych populacji występuje dobrze znana grupa bogatych w metale gromad kulistych, których ruchy i rozkład przestrzenny są zgodne z charakterystykami dla gwiazd zgrubienia centralnego. Jest też populacja gwiazd zmiennych typu RR Lutni, które są uznanymi świecami standardowymi i należą do jednych z najstarszych gwiazd we Wszechświecie.

Już w latach 50. XX w. Walter Baade zauważył, że gwiazdy RR Lutni, obserwowane w wewnętrznych rejonach Galaktyki, wyraźnie skupiają się ku centrum. Liczba tych gwiazd odkrytych do początku lat 90. wynosiła około 1000, ale wraz z nadejściem ery masowych przeglądów fotometrycznych wzrosła lawinowo. Projekt OGLE przyniósł w sumie odkrycie około 17000 gwiazd tego typu w zgrubieniu centralnym – najwięcej w historii. Niedawna analiza całej próbki wykonana przez autora tego artykułu pokazała, że populacja gwiazd RR Lutni jest bardzo jednorodna i najprawdopodobniej uformowała się w krótkim czasie na długo przez powstaniem gwiazd tworzących obecną poprzeczkę. Co ciekawe, pomimo zdecydowanie innej obfitości metali niż w gwiazdach poprzeczki, populacja gwiazd RR Lutni w swojej wewnętrznej części, tj. do około 3° od centrum, układa się w przestrzeni dokładnie wzdłuż struktury poprzecznej (rys. 4). Być może dzieje się tak dlatego, że niezbyt liczne gwiazdy tej bardzo starej populacji są poddane oddziaływaniom grawitacyjnym dużo bardziej masywnej poprzeczki. Ze wzrostem odległości od środka kształt populacji gwiazd RR Lutni staje się coraz bardziej sferyczny. Wydaje się, że taki kształt ustala się w pełni już w odległości 6° od centrum.

Korzystając z faktu, że gwiazdy zmienne typu RR Lutni skupiają się wokół centrum Galaktyki oraz są dobrymi świecami standardowymi, możemy niezależnie wyznaczyć odległość od nas do centrum. Obliczenia wykonane dla próbki zmiennych OGLE dają wynik 8,54 kpc z błędem 0,42 kpc. Rezultat ten jest zgodny z oszacowaniami tej odległości na podstawie innych świec standardowych, jak np. miryd czy cefeid drugiej populacji, a także na podstawie badań ruchów gwiazd w sąsiedztwie centralnej czarnej dziury. Wciąż niestety znamy odległość do centrum Drogi Mlecznej z niedostateczną dokładnością, bowiem wyniki pomiarów mieszczą się pomiędzy 7,5 a 9 kpc, z błędem rzadko wynoszącym mniej niż 0,5 kpc.

W najbliższych latach, zarówno dzięki nowym, jak i aktualnie działającym wielkoskalowym przeglądom w zakresie optycznym (OGLE-IV) i bliskiej podczerwieni (VVV), powinniśmy ostatecznie poznać strukturę wewnętrznych rejonów Drogi Mlecznej. Dokładne wyznaczenie odległości do centrum naszej Galaktyki pośrednio umożliwi misja kosmiczna GAIA, która metodą trygonometryczną pozwoli zmierzyć odległości do około miliarda gwiazd, w tym licznych świec standardowych. Start sondy jest planowany na połowę 2013 r. Nowe dane niewątpliwie przyczynią się do jeszcze lepszego poznania budowy i ewolucji całego naszego gwiezdnego domu.



Rys. 4. Rozkład gęstości przestrzennej gwiazd typu RR Lutni zrzutowany na płaszczyznę naszej Galaktyki (jakby widok „z góry"). Słońce znajduje się w punkcie (0,0), poza lewą krawędzią obrazu. Kolory reprezentują liczbę gwiazd RR Lyr w danym kwadraciku, od niebieskiego (najmniej) do czerwonego (najwięcej). Widać, że struktura tej populacji gwiazd jest lekko wydłużona w wewnętrznej części. Czarnym krzyżykiem oznaczono centrum Galaktyki

Dr Paweł Pietrukowicz jest adiunktem w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego oraz członkiem zespołu OGLE. W swojej pracy koncentruje się głównie na badaniach gwiazd zmiennych, gromad gwiazd oraz na badaniu populacji gwiazdowych Galaktyki.

W skrócie

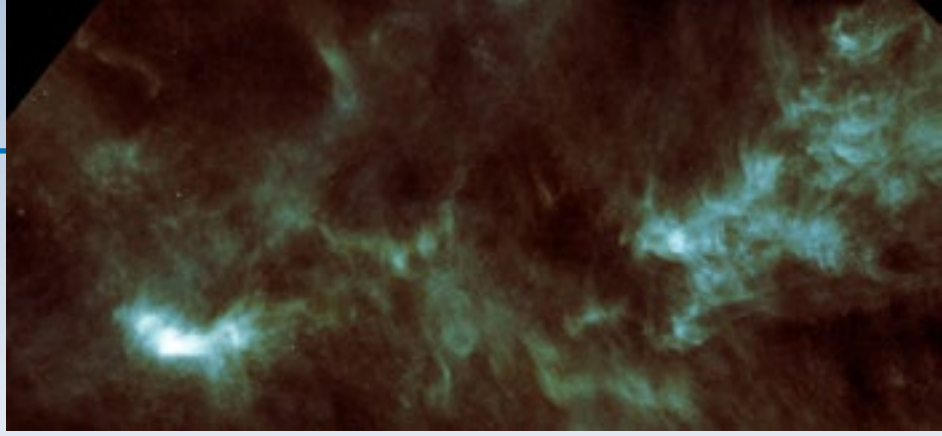
Woda przy narodzinach gwiazdy

Na podstawie najnowszych obserwacji teleskopem Herschela w gwiazdozbiorze Byka odkryto duże ilości pary wodnej w zimnym obłoku molekularnym, z którego lada chwila powstanie nowa gwiazda.

Kosmiczne Obserwatorium Herschela (ang. Herschel Space Observatory) jest teleskopem Europejskiej Agencji Kosmicznej, który został wyniesiony w przestrzeń kosmiczną wraz z satelitą Planck 14 maja 2009 r. Obserwacje są prowadzone w zakresie promieniowania podczerwonego i submilimetrowego. Nazwa obserwatorium upamiętnia dwóch wielkich astronomów: Williama Herchela – odkrywcę promieniowania podczerwonego i jego siostrę Caroline Herschel, odkrywczynię wielu komet.

Obserwacje obłoku pyłu i gazu, który wkrótce zapadnie się, tworząc gwiazdę podobną do naszego Słońca, pokazały, że w jego wnętrzu znajdują się ogromne ilości pary wodnej. Wody jest tak dużo, że wystarczyłaby na napełnienie ziemskich oceanów ponad 2000 razy.

Gwiazdy tworzą się wewnątrz zimnych, ciemnych obłoków gazu i pyłu. Woda, niezbędna do życia na Ziemi, została już wcześniej wykryta poza naszym Układem Słonecznym w postaci gazu i małych ziarenek lodu w pobliżu miejsca formowania się gwiazd oraz w dyskach protoplanetarnych.



Mapa obłoku molekularnego w gwiazdozbiorze Byka widzianego w podczerwieni przez teleskop Herschel. Obłok znajduje się około 450 lat świetlnych od Ziemi i stanowi najbliższy, duży obszar, w którym mogą formować się gwiazdy. Zdjęcie obejmuje pole widzenia około 1 x 2 minut łuku. Źródło: ESA

Nowe obserwacje teleskopem Herschela zimnych jąder rodzących się gwiazd w gwiazdozbiorze Byka stanowią **pierwsze odkrycie pary wodnej w obłoku molekularnym będącym w fazie tuż przed narodzinami nowych gwiazd**. Jak twierdzi Paola Caselli z Uniwersytetu w Leeds w Wielkiej Brytanii: *Do wyprodukowania takiej ilości pary, potrzeba wody i lodu, w ilości przekraczającej 3 miliony zamrożonych ziemskich oceanów. Przed ostatnim odkryciem zakładano, że cała woda jest zamrożona w ziarnach, gdyż była zbyt zimna, aby znajdować się w fazie gazowej. Otrzymane wyniki zmuszają nas do ponownego przeanalizowania zachodzących procesów chemicznych w tym regionie. Obserwacje wskazują również, że cząsteczki wody płyną w kierunku centrum obłoku, gdzie prawdopodobnie tworzy się nowa gwiazda, wskazując, że grawitacyjne zapadanie się obiektu dopiero się rozpoczęło.* Według naukowców część pary wodnej wykrytej w gwiazdozbiorze Byka będzie brać udział w formowaniu się gwiazdy, ale reszta zostanie włączona do otaczającego ją dysku, stanowiąc „magazyn" dla potencjalnych nowych planet.

Alicja Wierzcholska

Ważący ponad 3400 kg teleskop Herschela został wzniesiony 14 maja 2009 r. na orbitę wokół punku L_2 układu Ziemia–Słońce, znajdującego się w odległości około 1,5 mln km od Ziemi. Źródło: ESA

Mars i Księżyc 360 stopni dookoła głowy

Dziś proponuję nietypową podróż, korzystając z adresu, który tylko w małej części odnosi się do astronomii. Ale ta mała część jest warta uwagi, dotyczy bowiem panoram (360°) utworzonych ze zdjęć wykonanych na powierzchni Marsa i Księżyca. Znajdziemy je na stronie panoramas.dk stworzonej przez duńskiego fotografa Hansa Nyberga.

Panoramy Marsa i Księżyca powstały ze zdjęć udostępnionych przez NASA. Są one interaktywne – można patrzeć w różnych kierunkach, nie tylko w azymucie, ale i w kącie elewacji, kontrolując jednocześnie zbliżenie – oferują fantastyczną ilość szczegółów. Przy większych kątach elewacji jak i małych powiększeniach mamy jednak do czynienia z zauważalną deformacją obrazu, chociaż bez utraty ostrości. Możemy obejrzeć krajobrazy Marsa z pokładu łazików Curiosity i Opportunity. Po wejściu do pierwszej kolorowej panoramy z Curiosity poprzez jej nagłówek mamy dojście do panoram Księżyca, jakie widzieli astronauci po wylądowaniu – dotyczy to misji Apollo 11, 12, 14, 15, 16 i 17. Stamtąd już blisko do stron NASA, w obrębie których można pogrzebać w historycznych dokumentach, zdjęciach, krótkich filmikach, opisach procedur na powierzchni Księżyca, czy posłuchać fragmentów transmisji radiowych z powierzchni naszego satelity – wszystko w obrębie tzw. Apollo Lunar Surface Journals. Przyjemność wędrówki po tych historycznych już zbiorach pozostawiam naszym Czytelnikom.

Pozostała (zdecydowanie większa) część strony odsyła do wspaniałych panoram wielu ciekawych (znanych i mniej znanych) miejsc na Ziemi – można to oglądać godzinami. I przy okazji dowiedzieć się jak, przy pomocy jakiego sprzętu i oprogramowania można zrobić takie zdjęcia... (*rs*)

Bozon Higgsa odnaleziony

Artur Kalinowski

Hipotetyczna cząstka czyli bozon Higgsa, niezwykle ważna dla głównej teorii opisującej świat cząstek elementarnych, zwanej Modelem Standardowym, jest poszukiwana przez fizyków od kilkudziesięciu lat. W lipcu 2012 r. w CERN ogłoszono wyniki eksperymentów, które zaobserwowały nową cząstkę o własnościach zgodnych z przewidywaniami dla bozonu Higgsa.

4 lipca 2012 r. w Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN w Szwajcarii ogłoszono, że dwa wielkie eksperymenty, ATLAS i CMS[1], analizujące zderzenia proton-proton w Wielkim Zderzaczu Hadronów (ang. skrót LHC) zaobserwowały nową cząstkę o masie[2] około 125 GeV/c^2. Nie jest to przypadkowe ani nieoczekiwane odkrycie. Ta nowa cząstka ma własności zgodne z przewidywanymi dla bozonu Higgsa, który jest ostatnim brakującym elementem standardowego modelu oddziaływań fundamentalnych poszukiwanym w wielu eksperymentach od kilkudziesięciu lat.

Model standardowy

Świat cząstek elementarnych jest opisywany przez teorię, która nazywana jest Modelem Standardowym, w skrócie MS. W ramach MS wyróżniamy cząstki materii, cząstki przenoszące oddziaływania oraz bozon Higgsa. Mamy trzy oddziaływania: słabe – związane z rozpadami promieniotwórczymi, silne – wiążące kwarki wewnątrz protonu i neutronu oraz oddziaływanie elektromagnetyczne[3].

Cząstkami przenoszącymi oddziaływania słabe są cząstki W^+, W^- oraz Z^0 (indeks górny oznacza tutaj ładunek elektryczny), oddziaływanie silne jest przenoszone przez osiem neutralnych elektrycznie gluonów, oznaczanych wspólnym symbolem g, a oddziaływanie elektromagnetyczne jest przenoszone przez elektrycznie obojętny foton, oznaczany symbolem γ. Nośniki oddziaływań są określane mianem bozonów pośredniczących.

Cząstki materii kategoryzujemy według tego, jakim oddziaływaniom podlegają: leptony podlegają oddziaływaniom słabym i jeśli mają ładunek elektryczny – oddziaływaniu elektromagnetycznemu, a kwarki oddziaływaniom słabym, silnym i elektromagnetycznym. Dotychczasowe obserwacje wskazują, że cząstki materii możemy podzielić na trzy rodziny. Każda z nich zawiera dwa leptony i dwa kwarki: w skład pierwszej rodziny wchodzą leptony: elektron, neutrino elektronowe i kwarki: dolny i górny, druga rodzina to mion, neutrino mionowe oraz kwarki powabny i dziwny, a trzecia to taon, neutrino taonowe oraz kwarki top i bottom. Schematycznie wszystkie cząstki elementar-

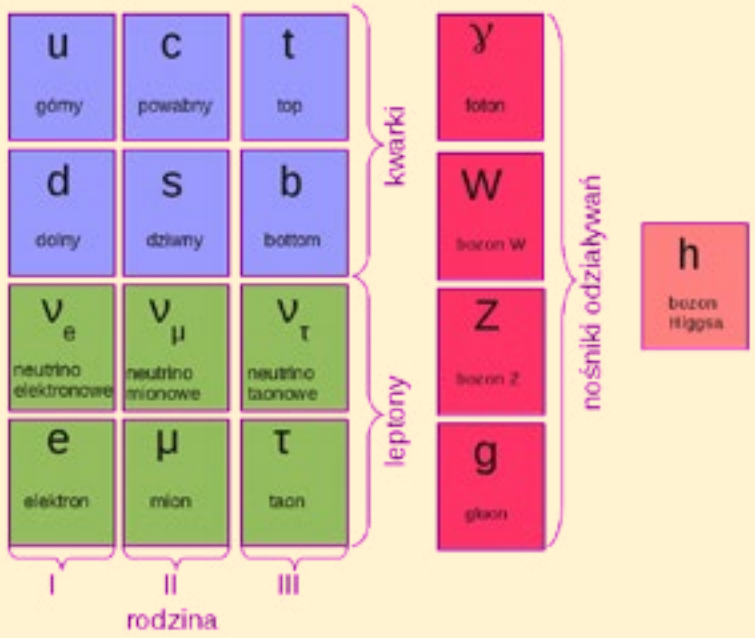
Ilustracja 1. Tak wygląda tunel w środku akceleratora LHC. Źródło: CERN

ne Modelu Standardowego przedstawia ilustracja 2.

Nie jest to jednak koniec kategoryzacji: każdy kwark występuje w trzech rodzajach, zwanych kolorem, a na koniec każda cząstka materii ma swoją antycząstkę. Większość cząstek Modelu Standardowego ma niezerową masę, chociaż posiadanie masy przez cząstkę nie jest konieczne, by ta mogła istnieć, najlepszym przykładem jest foton, który ma masę równą zero.

Z paroma wyjątkami Model Standardowy nie pozwala przewidzieć mas cząstek i trzeba je wyznaczać z doświadczenia. Jedyne cząstki, dla których MS przewiduje masę, to te, dla których ze struktury matematycznej modelu wynika masa równa zero. Takimi cząstkami są wspomniane wcześniej cząstki przenoszące oddziaływania: W^+, W^-, Z^0, gluony i fotony. W przypadku gluonów i fotonów zerowa masa zgadza się z wynikami obserwacji, ale dla cząstek W^+, W^-, Z^0 tak nie jest. Cząstki te zostały dokładnie zbadane i okazuje się, że są wręcz jednymi z najcięższych, a jedyną (do lipca 2012 r.) znaną cząstką elementarną cięższą od nich jest kwark top. Masa cząstki Z^0 wynosi 91,2 GeV/c^2; dla przykładu masa elektronu wynosi $5{,}1\times10^{-4}$ GeV/c^2, a kwarka top 173,5 GeV/c^2.

Doświadczenie wymagało więc jakiegoś dodatkowego elementu w strukturze Modelu Standardowego, który by umożliwił nadanie masy cząstkom W^+, W^- i Z^0, pozostawiając niezmienione, zerowe masy, gluonów i fotonów. Takim elementem jest właśnie bozon Higgsa. Sposób, w jaki obecność bozonu Higgsa pozwala, by cząstki W^+, W^-, Z^0 miały masy, jest nazywany mechanizmem Higgsa. W dużym skrócie mechanizm Higgsa polega na tym, że cząstki uzyskują swoją masę, oddziałując z bozonami Higgsa, wypełniającymi cały Wszechświat „polem Higgsa", a im silniejsze oddziaływanie cząstki, tym większa jej masa. Cząstki materii otrzymują masę w ten sam sposób co bozony pośredniczące.

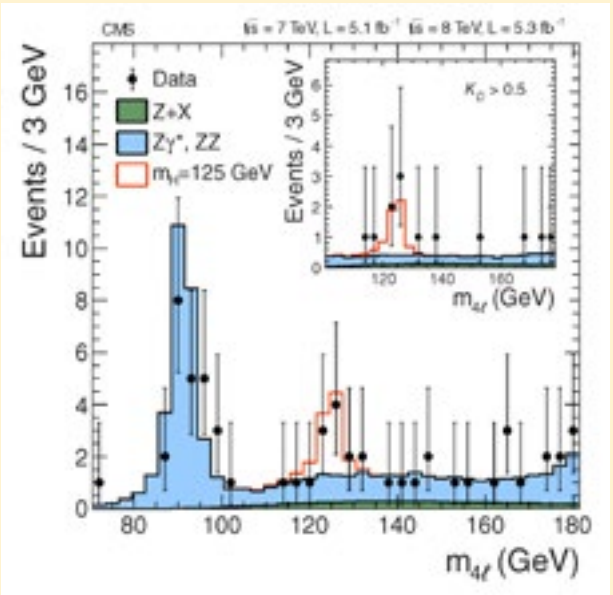


Ilustracja 2. Cząstki wchodzące w skład Modelu Standardowego

Model Standardowy w swej postaci zawierającej mechanizm Higgsa został sformułowany w latach 70. XX w. Od tego czasu sprawdzono wiele jego przewidywań i wszystkie zgadzają się z doświadczeniem, a Model Standardowy stał się jedną z najdokładniej sprawdzonych teorii fizycznych, np. niektóre z jego przewidywań zostały sprawdzone doświadczalnie z dokładnością do dziewięciu cyfr znaczących![4] Jedynym brakującym elementem była cząstka Higgsa. Znając masę cząstki Higgsa, można obliczyć wszystkie jej własności: w jaki sposób i jak często powstaje w zderzeniach innych cząstek oraz w jaki sposób się rozpada. Jedynym nieznanym parametrem jest masa samego bozonu Higgsa.

Wyniki poszukiwań

Poszukiwanie nowych cząstek, w tym bozonu Higgsa, polega zwykle na zderzaniu ze sobą z wielką energią znanych i łatwych do uzyskania cząstek, np. elektronów lub protonów, i sprawdzaniu, czy w zderzeniu powstała poszukiwana cząstka. Większość nowych cząstek jest niestabilna, tzn. tuż po powstaniu rozpada się na znane cząstki wchodzące w skład Modelu Standardo-



Ilustracja 3. Rozkład masy czterech leptonów (2e2μ/4e/4μ). Czarne punkty pokazują wynik obserwacji eksperymentu CMS, kolorowe histogramy wyniki symulacji komputerowych dla „tła". Czerwona linia pokazuje oczekiwania przy założeniu masy bozonu Higgsa równej 125 GeV/c^2. Źródło: CERN/CMS

[1] Nazwy eksperymentów pochodzą ze skrótów: A Toroidal LHC ApparatuS (ATLAS) oraz Compact Muon Solenoid (CMS). Wszystkie eksperymenty pracujące przy LHC mają bogate strony WWW, na których można znaleźć wszelkie informacje, włączając wizualizacje aktualnie obserwowanych zderzeń. Adresy eksperymentów ATLAS i CMS to: http://atlas.ch/ oraz http://cms.web.cern.ch/cms.

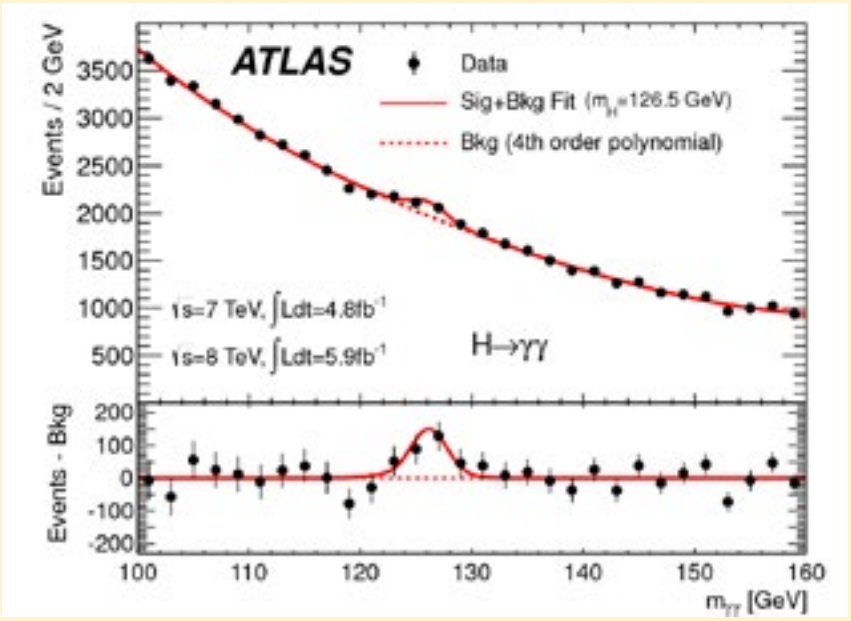
[2] W fizyce cząstek elementarnych jako jednostki energii używa się elektronowolta: 1 eV=1,6·10^{-19} J i jego wielokrotności, np. 10^9 eV = 1 GeV. Jako jednostki masy, zgodnie ze wzorem Einsteina, używa się jednostek energii podzielonych przez prędkość światła do kwadratu, czyli np. GeV/c^2, 1 GeV/c^2 = 1,783 × 10^{-24} g.

[3] Siła grawitacji, czyli oddziaływanie grawitacyjne, nie występuje w Modelu Standardowym. Wynika to stąd, że grawitacja jest bardzo słaba w porównaniu z innymi oddziaływaniami i może być zaniedbana w opisie zjawisk na poziomie cząstek elementarnych.

[4] Przykładową wielkością zmierzoną z taką precyzją jest anomalny moment magnetyczny mionu, który wynosi a = 11 659 208,9(5,4) (3,3) × 10^{-10} (liczby w nawiasach oznaczają niepewności doświadczalne).

wego. Analiza zderzeń polega więc na sprawdzaniu, czy cząstki zarejestrowane w detektorach mogły powstać z rozpadu poszukiwanej cząstki. Znając energię i pęd cząstek, np. dwu elektronów, i zakładając, że powstały z rozpadu jakiejś innej cząstki, można policzyć, jaka była masa tej pierwotnej cząstki.

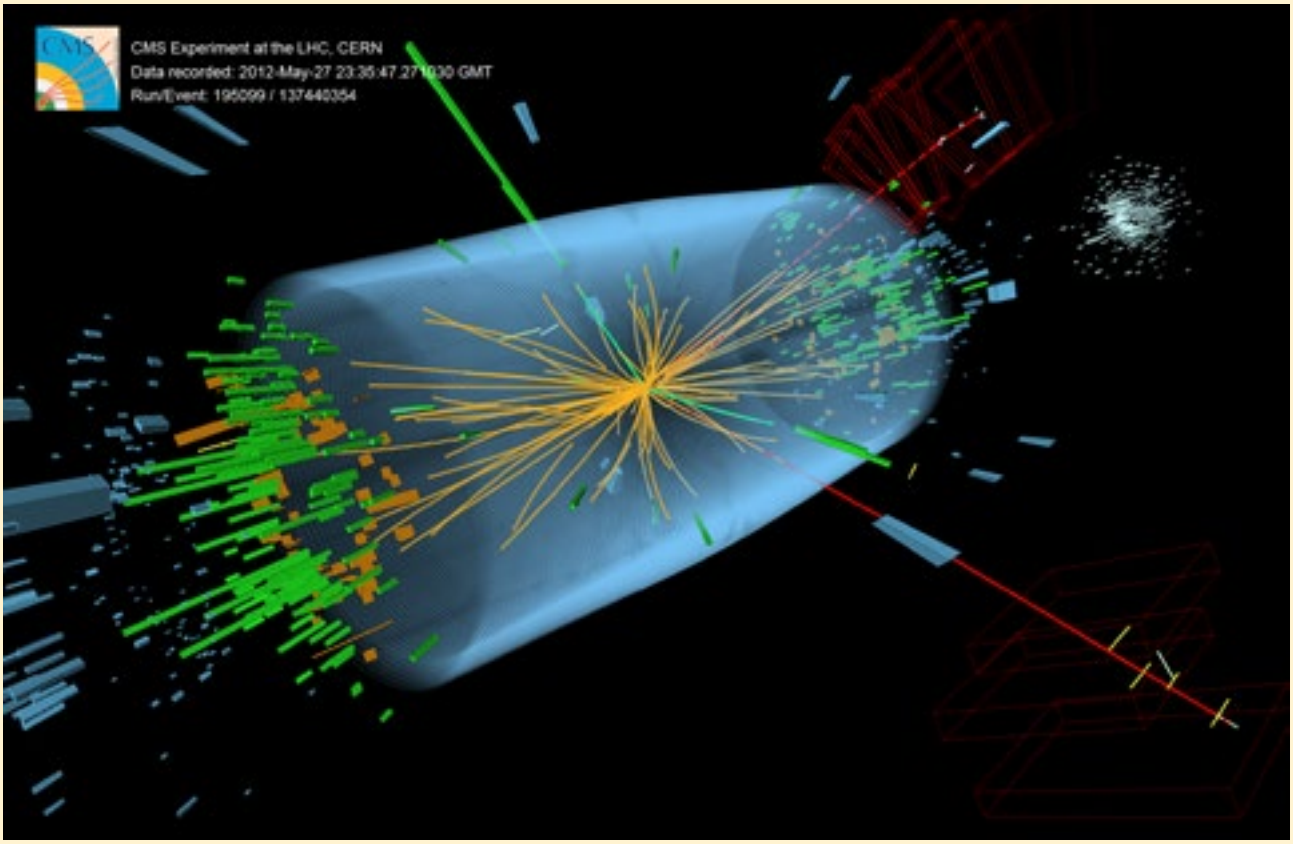
Gdy masa poszukiwanej cząstki jest duża, może się zdarzyć, że energia zderzeń jest niewystarczająca, by móc tę hipotetyczną cząstkę wyprodukować. Tak właśnie było w przypadku bozonu Higgsa; kolejne eksperymenty, które nie zaobserwowały bozonu Higgsa, mogły jedynie stwierdzić, że jeśli bozon Higgsa istnieje, to jego masa jest zbyt duża, by można go wyprodukować w analizowanych zderzeniach. Wiadomo było jednak, że masa bozonu Higgsa nie może być dowolnie duża. Z pewnych rozważań wynikało, że powinna być mniejsza niż około 1000 GeV/c^2.



Ilustracja 4. Rozkład masy dwóch fotonów. Czarne punkty pokazują wynik obserwacji eksperymentu ATLAS, czerwone linie wyniki symulacji komputerowych – przerywana bez bozonu Higgsa, ciągła – przy założeniu masy bozonu Higgsa równej 126,5 GeV/c^2. Źródło: CERN/ATLAS

Wielki Zderzacz Hadronów zaprojektowano tak, by oprócz innych badań można było ostatecznie rozwiązać zagadkę bozonu Higgsa: albo go znaleźć, albo stwierdzić, że nie istnieje (co oznaczałoby, że Model Standardowy, z powodzeniem używany przez ponad czterdzieści lat, wymaga dużych zmian). W Wielkim Zderzaczu Hadronów, zbudowanym w podziemnym tunelu koło Genewy na granicy francusko-szwajcarskiej, są zderzane protony (czyli jądra wodoru) z energią 7000 GeV w 2011 i 8000 GeV w 2012 roku, a po przerwie technicznej planowanej na lata 2013–2014 zderzenia będą zachodzić przy energii 13000 GeV.

Dwa z kilku eksperymentów analizujących zderzenia zostały zaprojektowane do poszukiwania nowych cząstek, w szczególności bozonu Higgsa. Oba eksperymenty niezależnie badają zderzenia, poszukując przypadków, w których można znaleźć cząstki pochodzące z rozpadu bozonu Higgsa. Analizowane są w szczególności rozpady na dwa fotony (H→γγ), parę kwark antykwark b (H→bb), parę



Ilustracja 5. Zdarzenie zarejestrowane w detektorze CMS, który wykazuje cechy rozpadu bozonu Higgsa na parę bozonów Z, z których jeden rozpada się następnie na parę elektronów (zielone linie), a drugi na parę mionów (czerwone linie). Źródło: CERN / CMS Collaboration

taon antytaon ($H\to\tau\tau$) oraz dwa bozony Z^0, z których każdy następnie rozpada się na dwa elektrony lub dwa miony ($H\to ZZ\to 2e2\mu/4e/4\mu$). W każdej analizie identyfikuje się cząstki, które mogłyby pochodzić z rozpadu bozonu Higgsa i oblicza jego masę. W większości przypadków założenie, że badane cząstki pochodzą z rozpadu bozonu Higgsa jest jednak błędne, ponieważ istnieje bardzo wiele procesów fizycznych, w których mogą powstać pary cząstek; na dodatek te procesy zachodzą dużo częściej niż produkcja bozonu Higgsa. W tej sytuacji obliczona masa będzie jedynie pewną losową liczbą. Z drugiej strony przypadki, w których analizowane cząstki pochodzą jednak z rozpadu bozonu Higgsa, będą zawsze dawały masę bozonu Higgsa. Jeśli narysujemy histogram masy wszystkich przypadków, te, które pochodzą z rozpadu bozonu Higgsa, powinny dać w rezultacie „górkę" w okolicy masy poszukiwanej cząstki na tle „tła" przypadków, w których badane cząstki pochodziły z innych procesów. Ilustracja 3 pokazuje rozkład masy dla poszukiwań w kanale rozpadu $H\to ZZ\to 2e2\mu/4e/4\mu$, a ilustracja 4 analogiczny rozkład dla poszukiwań w kanale $H\to\gamma\gamma$. Jak widać, sygnał bozonu Higgsa jest bardzo słaby: „górka" w okolicy masy 125 GeV/c^2 jest ledwo widoczna. Rysunki te jednak służą tylko do ilustracji, a w rzeczywistości fizycy używają złożonych narzędzi statystycznych do stwierdzenia obecności sygnału.

Obecna sytuacja (wrzesień 2012 r.) wygląda tak, że zaobserwowano nową cząstkę rozpadającą się na dwa fotony lub na dwa bozony Z. Własności tych rozpadów są zgodne z przewidywanymi dla bozonu Higgsa. Nadal jednak nie zaobserwowano tej cząstki, analizując rozpady na kwarki b oraz taony. Te rozpady wymagają analizy większej liczby zderzeń, więc obecny brak obserwacji jeszcze nic nie oznacza, ale dopóki fizycy nie zaobserwują nowej cząstki we wszystkich oczekiwanych kanałach rozpadu, dopóty nadal będą mówić o „obserwacji cząstki o własnościach zgodnych z przewidywanymi dla bozonu Higgsa". Wynika to z istnienia wielu alternatywnych teorii, które dodając nowe elementy do Modelu Standardowego, zmieniają też własności bozonu Higgsa. Wiemy więc, że odkryto bozon Higgsa, ale nie jest do końca pewne „który".

Polski wkład

Warto wspomnieć, że naukowcy i inżynierowie z Polski mają swój wkład w odkrycie. Proces projektowania, budowy i utrzymania eksperymentów oraz samej analizy danych jest tak złożony, że każde odkrycie ma charakter zespołowy. Zespoły analizujące dane z LHC są bardzo duże i każdy liczy ponad dwa tysiące osób pochodzących z instytucji z całego świata. W Polsce mamy dwa duże zespoły pracujące przy detektorze ATLAS (Kraków) i CMS (Warszawa) oraz kilka mniejszych zespołów pracujących przy innych eksperymentach przy LHC. Zespoły eksperymentów ATLAS i CMS mają swój istotny wkład w budowę samych eksperymentów oraz w analizy fizyczne. Obie grupy mają bogaty program badawczy, w szczególności są zaangażowane w badania związane z fizyką leptonów tau i biorą udział w poszukiwaniach bozonu Higgsa w kanale rozpadu na taon-antytaon, który jest bardzo ważny dla potwierdzenia tożsamości znalezionej cząstki.

Bozon Higgsa a ciemna materia

Generalnie nie ma to wpływu nad badania dotyczące ciemnej materii. Konkretna masa bozonu Higgsa nakłada pewne ograniczenia na dopuszczalne parametry modeli supersymetrycznych, które z kolei przewidują cząstki mogące wchodzić w skład ciemnej materii. Modele supersymetryczne mają jednak tak wiele parametrów, że nawet po wykluczeniu niektórych ich wartości, pozostaje całe spektrum, które doskonale zgadza się z obecnymi danymi.

Odkrycie bozonu Higgsa jest przełomowe, ponieważ jest bardzo ważnym potwierdzeniem naszego obecnego opisu mikroświata. Wykluczenie jego istnienia byłoby za to dużą rewolucją w dziedzinie fizyki cząstek elementarnych, ponieważ pomimo bogactwa teorii wykraczających poza Model Standardowy, nie jest do tej pory znana dobra alternatywa dla mechanizmu Higgsa.

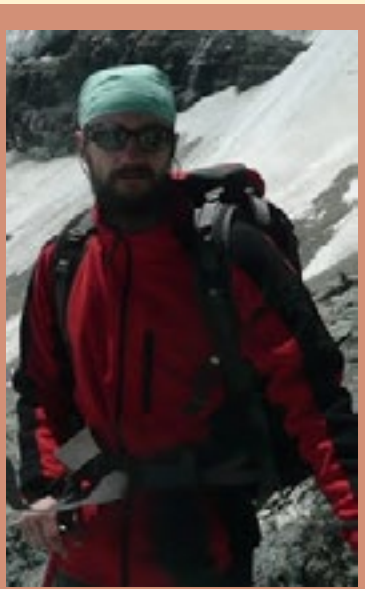
Znaczenie bozonu Higgsa dla fizyki

Model Standardowy – bozon Higgsa jest brakującym elementem teorii opisującej świat cząstek elementarnych, zwanej Modelem Standardowym, fizycy poszukują go eksperymentalnie od kilkudziesięciu lat

Pochodzenie masy – według modelu cząstki uzyskują swoją masę oddziałując z bozonami Higgsa, wypełniającymi cały Wszechświat „polem Higgsa", a im silniejsze oddziaływanie cząstki, tym większa jej masa.

Oddziaływania elektromagnetyczne i słabe – mechanizm Higgsa tłumaczy masę cząstek odpowiedzialnych za przenoszenie oddziaływać słabych.

Teoria supersymetrii – według tej teorii każda cząstka ma swojego „superpartnera" o minimalnie różnych cechach; znajomość masy bozonu Higgsa pozwoli stwierdzić, że pewne warianty supersymetrii nie mogą istnieć w przyrodzie.



Doktor Artur Kalinowski jest adiunktem w Zakładzie Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Od 2001 r. pracuje w polskim zespole eksperymentu CMS. W pracy badawczej zajmuje się poszukiwaniami bozonu Higgsa w kanale rozpadu na dwa leptony tau.

Gwiazdy starożytne i współczesne?

Kolorowe zdjęcie gromady kulistej NGC 6362 zostało wykonane za pomocą instrumentu Wide Field Imager, zamontowanego na 2,2-m teleskopie MPG/ESO w Obserwatorium ESO La Silla w Chile. Fotografia ta, razem z nowym zdjęciem centralnego obszaru gromady wykonanym przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a (należący do NASA/ESA), to najlepsze portrety tej mało znanej gromady. Gromady kuliste są głównie złożone z dziesiątek tysięcy bardzo starych gwiazd, ale zawierają także trochę gwiazd, które wyglądają podejrzanie młodo.

Gromady kuliste należą do najstarszych obiektów we Wszechświecie, NGC 6362 nie jest w stanie ukryć na zdjęciu swojego wieku. Wiele żółtawych gwiazd w gromadzie przebyło już większość swojego życia i stało się czerwonymi olbrzymami. Ale gromady kuliste nie są statycznymi reliktami z przeszłości – w tych gęstych gwiezdnych metropoliach ciągle zachodzą dziwne aktywności gwiazdowe.

Na przykład NGC 6362 jest domem wielu błękitnych maruderów – starych gwiazd, którym udało się powrócić do młodszego wieku. Wszystkie gwiazdy gromady kulistej uformowały się w bardzo krótkim okresie czasu, zwykle około 10 mld lat temu w przypadku większości gromad. Ale błękitni maruderzy są bardziej niebiescy i jaśniejsi – a więc bardziej masywni – niż powinni być po 10 mld lat ewolucji gwiazdowej. Niebieskie gwiazdy są gorące i szybko konsumują swoje paliwo, zatem jeśli te gwiazdy powstały około 10 mld lat temu, powinny wypalić się już dawno. W jaki sposób przetrwały?

Astronomowie pragną zrozumieć sekret młodego wyglądu błękitnych maruderów. Obecnie istnieją dwie główne teorie: kolizje i łączenie się gwiazd oraz transfer materii pomiędzy dwoma gwiazdami w układzie podwójnym. Podstawowa idea obu tych opcji polega na tym, że gwiazdy nie narodziły się jako duże, jakimi je obecnie obserwujemy, ale w którymś momencie swojego życia otrzymały zastrzyk dodatkowej materii, który dał im drugą młodość.

Mimo że mniej znana niż inne większe gromady kuliste, NGC 6362 ma wiele cech interesujących astronomów i w ciągu lat została dobrze zbadana. Wybrano ją jako jedno ze 160 pól gwiazdowych do przeglądu PreFLAMES – wstępnego przeglądu wykonanego pomiędzy 1999 a 2002 rokiem za pomocą 2,2-m teleskopu w La Silla, aby znaleźć odpowiednie gwiazdy do dalszych obserwacji za pomocą teleskopu VLT i spektroskopowego instrumentu FLAMES. Zaprezentowane zdjęcie utworzono na podstawie danych zebranych jako część tego przeglądu.

Nowe zdjęcie prezentuje całą gromadę na bogatym tle dywanu gwiazd w Drodze Mlecznej. Centralne części NGC 6362 zostały także szczegółowo zbadane za pomocą Kosmicznego Teleskopu Hubble'a, należącego do NASA/ESA. Widok z Hubble'a pokazuje znacznie mniejszy obszar nieba, ale zdecydowanie bardziej szczegółowo. Obie fotografie – jedna szerokokątna, a druga w przybliżeniu – idealnie się uzupełniają.

Ta jasna kula gwiazd znajduje się w południowej konstelacji Ołtarza. Można ją łatwo dostrzec za pomocą małego teleskopu. Po raz pierwszy zauważył ją w 1826 r. szkocki astronom James Dunlop, używając 22-cm teleskopu w Australii.

Źródło: ESO

Tłumaczenie: Krzysztof Czart

Kolorowe zdjęcie gromady kulistej NGC 6362 zostało wykonane za pomocą instrumentu Wide Field Imager, zamontowanego na 2,2-m teleskopie MPG/ESO w Obserwatorium ESO La Silla w Chile. Ta jasna kula starych gwiazd znajduje się w południowej konstelacji Ołtarza. Źródło: ESO

Niespodziewany trend w ewolucji galaktyk

Zakrojone na szeroką skalę badania setek galaktyk zaobserwowanych przez Teleskop Kecka na Hawajach oraz Kosmiczny Teleskop Hubble'a dały niespodziewany wynik, mówiący o ich ewolucji na przestrzeni ostatnich 8 mld lat, czyli nieco ponad połowę wieku Wszechświata.

Dotychczas astronomowie uważali, że pobliskie galaktyki dyskowe ukształtowały się około 8 mld lat temu i w stanie niezmienionym przetrwały do dziś. Jednak badania, prowadzone pod kierownictwem Susan Kassin z NASA, pokazały, że w rzeczywistości było zupełnie na odwrót – galaktyki ciągle się zmieniały i ewoluowały.

Dzisiejsze galaktyki formujące gwiazdy przyjęły postać uporządkowanych systemów dyskowych, jak np. Galaktyka Andromedy czy Droga Mleczna. W takich obiektach rotacja znacząco dominuje nad innymi, wewnętrznymi ruchami. Jednak najbardziej odległe niebieskie galaktyki, należące do badanej próbki, okazały się całkowicie inne. Zaobserwowano w nich nieuporządkowane ruchy w wielu kierunkach. Wraz z upływem czasu galaktyki stopniowo porządkowały swój ruch, przypadkowe ruchy zanikały, a prędkość rotacji dysku rosła, tworząc ostatecznie „porządnie" zachowujące się dyski.

Niebieskie galaktyki, których kolor wskazuje, że rodzą się w nich gwiazdy, pokazują mniej nieuporządkowanych ruchów i coraz szybszą rotację wraz ze zmniejszającą się odległością, na której są obserwowane. Taki trend widoczny jest dla galaktyk o różnych masach, ale im większa masa, tym większy stopień uporządkowania.

Na podstawie odkrycia naukowcy wyciągnęli wniosek, że niebieskie galaktyki stopniowo przekształcają się w uporządkowane, rotujące dyski galaktyczne, podobne do naszej Drogi Mlecznej. W poprzednich badaniach tego typu uwzględniano jedynie odległe obiekty, które są dobrze uporządkowanymi dyskami i na tej podstawie sądzono, że nic się w nich nie zmieniało. Nowe badania pokazują jednak, że obiekty te są tylko rzadkimi wyjątkami, a większość galaktyk ewoluowało i stopniowo porządkowała swoje ruchy.

Zamiast ograniczać swoją próbkę do konkretnego typu galaktyk, naukowcy analizowali wszystkie galaktyki, których linie emisyjne były na tyle jasne, by móc z nich wydedukować ruchy wewnętrzne. Linie emisyjne to charakterystyczne promieniowanie wysyłane przez gaz w bardzo wąskim zakresie długości fal. Pojawiają się w momencie, gdy rozszczepimy światło pochodzące od galaktyki na poszczególne kolory. Dzięki liniom emisyjnym możemy uzyskać informacje o ruchach wewnątrz galaktyki, a także o odległości.

Naukowcy zbadali próbkę składającą się z 544 niebieskich galaktyk z przeglądu Deep Extragalactic Evolutionary Probe 2 (DEEP2), w ramach którego pracował teleskop Hubble'a oraz dwa bliźniacze 10-m teleskopy w Obserwatorium W. M. Kecka na Hawajach. Galaktyki znajdowały się w odległości od 2 do 8 mld lat świetlnych, a ich masy zawierały się w przedziale do 0,3% do 100% masy naszej Galaktyki.

Droga Mleczna musiała również przechodzić przez etap chaotycznych ruchów i potem stopniowo porządkując swoje ruchy, uformowała piękny dysk.

W ciągu ostatnich 8 mld lat liczba zderzeń pomiędzy galaktykami dużymi i małymi gwałtowanie spadła i w związku z tym również zmalało całkowite tempo formowania się gwiazd oraz liczba wybuchów supernowych. Naukowcy przypuszczają, że te czynniki właśnie mogły być odpowiedzialne za obserwowany trend ewolucji galaktyk.

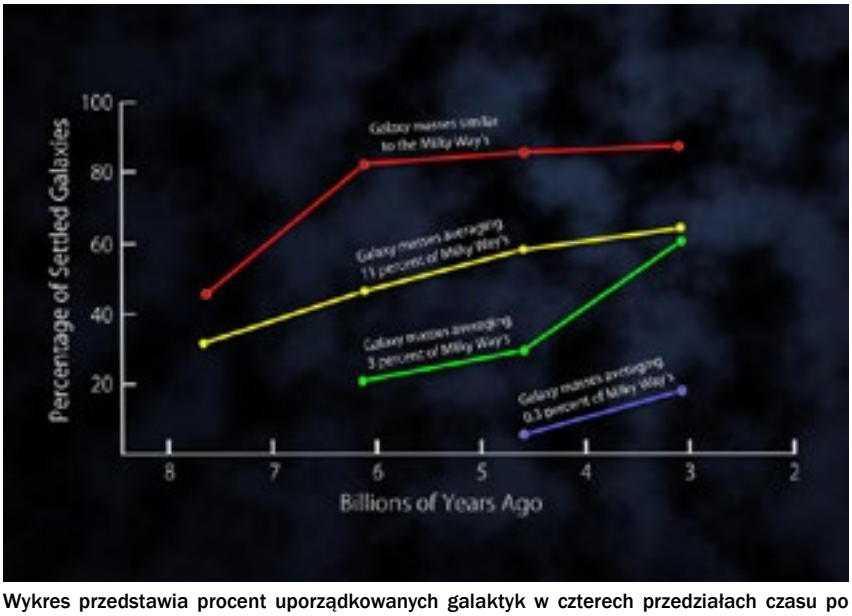
Dzięki nowemu odkryciu astronomowie mogą rozpocząć ulepszanie swoich komputerowych modeli ewolucji galaktyk. Gdy nowe modele zaczną coraz lepiej odtwarzać obserwowany trend, będzie można z nich wyciągnąć informację, który z procesów jest najbardziej odpowiedzialny właśnie za taką ewolucję galaktyk.

Przegląd DEEP2 jest prowadzony przez Lick Observatory z Uniwersytetu Kalifornii w Santa Cruz we współpracy z uniwersytetami z Berkeley, Hawajów, Baltimore, Chicago oraz Pasadeny. Kosmiczny Teleskop Hubble'a to międzynarodowe przedsięwzięcie prowadzone przez NASA i Europejską Agencję Kosmiczną.

Artykuł opisujący niniejsze odkrycie został opublikowany 20 października w czasopiśmie Astrphysical Journal.

Hubert Siejkowski

Źródło: *Science Daily*



Wykres przedstawia procent uporządkowanych galaktyk w czterech przedziałach czasu po 3 mld lat każdy. Widoczny jest stały wzrost liczby galaktyk uporządkowanych im bliżej naszych czasów. Dodatkowo, w każdym przedziale czasu, galaktyki masywniejsze są bardziej uporządkowane. Im odleglejsze i mniejsze galaktyki, tym ruchy wewnętrzne są bardziej chaotyczne a prędkość rotacji mniejsza. Źródło: NASA's Goddard Space Flight Center

Znaleziono największy polski meteoryt!

Na początku października br. dwójka poszukiwaczy z Opola, po prawie trzech tygodniach poszukiwań na terenie poznańskiego Rezerwatu Morasko, odnalazła największy polski meteoryt. Znaleziona bryła kosmicznego żelaza w czasie wydobywania ważyła około 300 kg! Wcześniej znaleziony największy okaz tego meteorytu liczył sobie niespełna 200 kg.

Magda Skirzewska i Łukasz Smuła podczas ostatniej fazy oczyszczania znaleziska. Źródło: www.artmet-meteoryty.pl

Znalazcy, Magda Skirzewska i Łukasz Smuła, w poszukiwaniach korzystali z nowej metody umożliwiającej znalezienie meteorytów na większych głębokościach. Wykorzystali do tego celu profesjonalny wykrywacz ramowy typu impulsowego firmy Lorenz. Badania były prowadzone pod patronatem prof. Andrzeja Muszyńskiego reprezentującego Instytut Geologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Dodatkowo w badaniach brali udział prof. Pierre Rochette z Francji, Andrzej Pilski, A. Krzesińska, M. Dworzyńska. Meteoryt został znaleziony na głębokości 217 cm. Co ciekawe, jest to okaz orientowany, o kształcie stożka wysokości 55 cm, szerokości 45 cm i długości 72 cm.

Obecnie meteoryt znajduje się w Muzeum na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu. Został już poddany oczyszczeniu z warstwy zwietrzeliny, jaka nagromadziła się na jego powierzchni w czasie zalegania w gruncie. Ostateczna jego waga została ustalona na 261 kg.

Meteoryt Morasko znany jest od roku 1914, kiedy to z głębokości około pół metra wydobyto 77,5-kg bryłę żelaza. Ponieważ obszar znajdowania tego i kolejnych meteorytów występował w sąsiedztwie kilku okrągłych jeziorek, uznano je za kratery meteorytowe. Przez długi jednak czas brakowało jednoznacznych dowodów, że są to faktycznie kratery a nie oczka polodowcowe, jak chciała część geologów. Nowe znalezisko zdecydowanie pozwala potwierdzić, że meteoryt Morasko powstał wskutek uderzenia kosmicznego intruza w tym właśnie miejscu, a nie, jak głosiła inna teoria, że został naniesiony tu przez lodowiec.

Do tej pory wg oficjalnych informacji zostało odnalezionych łącznie ok. 1500 kg tego meteorytu, ale zapewne liczba ta jeszcze wzrośnie. (*jd*)

Najdalsza galaktyka w znanym Wszechświecie

Nowo odkryty kosmiczny cud przejął zaszczytny tytuł najdalszego znanego astronomom obiektu we Wszechświecie. Jest nim galaktyka oznaczona jako MACS-0647-JD, znajdująca się około 13,3 mld lat św. od nas. Wszechświat sam liczy sobie jedynie mniej więcej 13,7 mld lat, więc światło tej galaktyki musiało lecieć do nas – obserwatorów na Ziemi – przez prawie cały okres istnienia czasu i przestrzeni.

Astronomowie wykryli ten niecodzienny obiekt przy pomocy *Kosmicznego Teleskopu Hubble'a* i *Obserwatorium Orbitalnego Spitzera*. Wykorzystano tu fakt tworzenia się naturalnych kosmicznych soczewek powiększających. Taka soczewka grawitacyjna to jednak w rzeczywistości duża gromada galaktyk, których łączna siła grawitacji silnie zakrzywia czasoprzestrzeń. Gdy światło położonej dalej galaktyki przechodzi koło takiej soczewki, zostaje przez tę ogromną masę ugięte, a cały jej obraz – efektywnie powiększony. Oznacza to, że tworząca soczewkę gromada galaktyk robi coś, czego nie są w stanie dać nam nawet największe, najnowocześniejsze teleskopy naziemne. Gdyby nie ona, galaktyka MACS-0647-JD prawdopodobnie nigdy nie zostałaby zaobserwowana!

Zbliżenie galaktyki MACS0647-JD, którą możemy oglądać dzięki technice soczewkowania grawitacyjnego. Wydaje się ona bardzo młoda, a jej rozmiar to tylko ułamek wielkości całej naszej Drogi Mlecznej. Znajduje się około 13,3 mld lat św. od Ziemi i jest, jak na razie, najdalszą widzianą przez nas galaktyką. Uformowała się około 420 mln lat po Wielkim Wybuchu. Zdjęcie pochodzi z Teleskopu Kosmicznego Hubble'a. Źródło: NASA, ESA, and M. Postman and D. Coe (STScI) and CLASH Team

Ten odległy gwiezdny układ jawi się nam jako malutki bąbel. Według analizujących obraz naukowców jest dużo mniejszy niż Nasza Galaktyka – Droga Mleczna. Obiekt ten musi być także bardzo młody. Powstał w czasach wczesnego dzieciństwa samego Kosmosu, czyli około 420 mln lat po jego powstaniu, gdy Wszechświat liczył sobie zaledwie 3% swego obecnego wieku.

Ta minigalaktyka ma rozmiar mniejszy niż 600 lat św. (dla porównania: rozmiar Drogi Mlecznej to 150 000 lat św.). Astronomowie przypuszczają, że MACS-0647-JD mogła ostatecznie połączyć się z innymi malutkimi galaktykami i w ten sposób utworzyć większą całość. Szacuje się bowiem, że w ciągu około 13 mld lat jej ewolucji mogło dojść do bardzo wielu zderzeń bądź bliskich spotkań z innymi obiektami lub ich fragmentami.

Naukowcy ciągle szukają innych bardzo odległych galaktyk. Narzędzia i techniki obserwacyjne ciągle się unowocześniają. Wcześniej najdalej położonym, oficjalnie uznanym obiektem była galaktyka SXDF-NB1006-2, znajdująca się 12,91 mld lat św. od Ziemi. Wykryły ją teleskopy *Subaru* i *Keck* na Hawajach. Tymczasem nowo odkryta rekordzistka pochodzi z przeglądu *CLASH*, który bazuje na zbiorze 25 największych gromad galaktyk we Wszechświecie i wykorzystuje narzędzia Wide Field Camera 3 i Advanced Camera (*HST, Hubble Space Telescope*). To właśnie dzięki nim po raz pierwszy dostrzeżono MACS0647-JD, której istnienie i parametry potwierdziły późniejsze obserwacje *Teleskopem Spitzera*. Historia odkrycia galaktyki będzie szerzej opisana w grudniowym numerze czasopisma naukowego *The Astrophysical Journal*.

Elżbieta Kuligowska

Źródło: http://www.sciencedaily.com

Supermasywna czarna dziura pompuje wielkie bąble

Wyniki obserwacji uzyskanych z wykorzystaniem sieci LOFAR (ang. LOw Frequency ARray for radio astronomy) po raz kolejny fascynują astronomów. Tym razem prezentowane rezultaty dotyczą galaktyki eliptycznej M87, znajdującej się w gwiazdozbiorze Panny.

Niektóre czarne dziury aktywnie akreują materię. Jej część nie spada na czarną dziurę, ale jest wyrzucana w postaci wąskiej strugi cząstek poruszających się z relatywistycznymi prędkościami. Gdy strumień zwalnia, tworzy cienką bańkę, która może objąć całą galaktykę. Taki niewidoczny dla teleskopów optycznych pęcherzyk może być obserwowany na niskich częstotliwościach radiowych. Sieć LOFAR, zaprojektowana i budowana w ramach międzynarodowej współpracy ASTRON, idealnie nadaje się do wykrywania emisji na niskich częstościach. Przy pomocy tego instrumentu udało się zarejestrować najlepszy do tej pory obraz takiego bąbla. Astronomowie otrzymali obraz na podstawie obserwacji na częstotliwościach od 20 do 160 MHz (1,9 m – 15 m).

Autorzy badań podkreślają, że otrzymane wyniki są bardzo ważne. Od strony technicznej pokazały ogromny potencjał LOFAR-a, naukowym osiągnięciem jest pokazanie ścisłej więzi pomiędzy czarną

Galaktyka M87 pokazana w fałszywych kolorach. Kolor biały i niebieski odpowiada zakresowi optycznemu (z przeglądu Sloan Digital Sky Survey, SDSS), emisję radiową pokazano na żółto i pomarańczowo (LOFAR). W centrum w zakresie optycznym jest bardzo duża jasność powierzchniowa, tam gdzie znajduje się dżet zasilany przez supermasywną czarną dziurę. Źródło: Francesco de Gasperin, LOFAR

dziurą a otoczeniem galaktyki. Jest to pierwsze zdjęcie tak dobrej jakości wykonane podczas obserwacji na niskich częstotliwościach. Sami naukowcy twierdzą, że nie spodziewali się aż tak fantastycznego wyniku.

Zdjęcie zostało wykonane podczas testowej fazy LOFAR-a. LOFAR to sieć radioteleskopów przystosowanych do obserwacji w zakresie 30 do 240 MHz (1,2 m – 10 m), z możliwością rozszerzenia tego zakresu do 10MHz (30 m). Aby wykryć fale radiowe, LOFAR wykorzystuje tysiące anten rozmieszczonych na terenie całej Europy, zbiera ich sygnały i przesyła do Holandii, gdzie ostatecznie są łączone w jeden skorelowany sygnał. W ciągu sekundy ze wszystkich anten dociera 100 gigabitów danych, które są analizowane w czasie rzeczywistym. Działalność sieci LOFAR jest koordynowana przez ASTRON, Netherlands Institute for Radio Astronomy. Konsorcjum tworzą przedstawiciele wielu państw, m.in. Holandii, Niemiec, Francji, Wielkiej Brytanii i Szwecji.

Obserwowana galaktyka eliptyczna Messier 87 (M87) znajduje się w gwiazdozbiorze Panny. Jej masa przewyższa 2000 razy masę Drogi Mlecznej, a czarna dziura w jej wnętrzu ma masę 6 mld mas Słońca. Została odkryta 18 marca 1781 r. przez francuskiego astronoma Charles'a Messiera.

Aby określić wiek zaobserwowanych bąbli, naukowcy prowadzili obserwacje na różnych częstotliwościach radiowych, korzystając z instrumentów Very Large Array w Nowym Meksyku (USA), a także ze 100-m radioteleskopu zlokalizowanego w Effelsbergu (Niemcy). Zespół odkrył, że bąbel jest zaskakująco młody, jego wiek sięga zaledwie około 40 mln lat, czyli niewiele, jeśli mamy na myśli kosmiczne skale czasowe.

Artykuł pt. *M 87 at metre wavelengths: the LOFAR picture* opublikowano w czasopiśmie *Astronomy & Astrophysics*, 2012; 547: A56 DOI: 10.1051/0004-6361/201220209

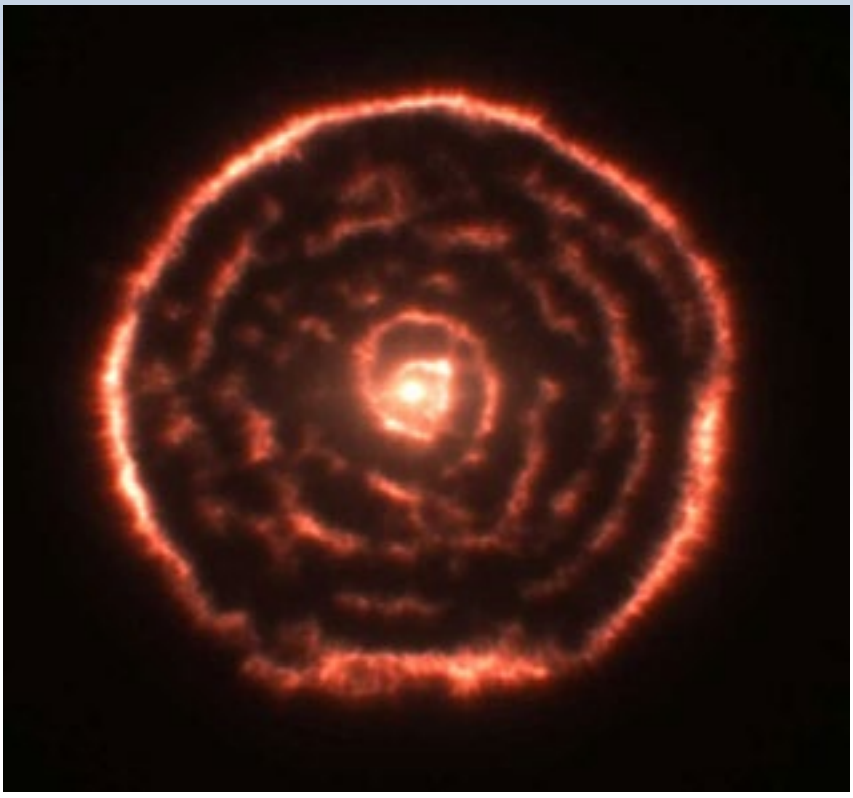
Alicja Wierzcholska

Źródło: Science Daily

ALMA wyjawia sekrety umierającej gwiazdy

Po raz pierwszy w historii astronomii zaobserwowano nietypową strukturę spiralną, formującą się w materii okrążającej gwiazdę – czerwonego giganta.

Przy użyciu obserwatorium *ALMA* (ang. Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) dokonano odkrycia takiej struktury wokół starej, czerwonej gwiazdy R Sculptoris. To pierwszy taki przypadek. Także po raz pierwszy astronomowie wykonali



Nowe obrazy z ALMY – przekroje przez dane z różnych częstotliwości obserwacyjnych. Widoczna jest otoczka wokół gwiazdy – tu jako kołowy pierścień – oraz wyraźna struktura spiralna w bardziej wewnętrznej materii położonej blisko gwiazdy. Źródło: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), L. Calçada

pełen trójwymiarowy obraz otoczki gwiazdowej tego typu. Najprawdopodobniej jest ona efektem wpływu niewidocznego dla nas, słabszego składnika gwiazdowego okrążającego czerwonego giganta.

Gwiazdy tego typu są głównymi dostarczycielami rzadkich pierwiastków i związków do pyłu i gazu kosmicznego. To z tego materiału uformują się w przyszłości nowe gwiazdy i planety, a także być może istoty żywe. Dzieje się tak, bo czerwone giganty dosłownie wydmuchują w przestrzeń kosmiczną ogromne ilości silnie przetworzonej w swym wnętrzu materii.

Gwiazdy o masie rzędu ośmiu mas Słońca stają się w późnych fazach swego życia czerwonymi gigantami. Tracą wówczas ogromną ilość swej początkowej masy, która „ucieka" z ich powierzchni jako gęsty wiatr gwiazdowy. Podczas tej fazy życia gwiazdy zachodzić mogą cykliczne, termiczne pulsy. Związane są z krótkookresowymi, wybuchowymi zapaleniami się helu w otoczkach gwiazdowych. Prowadzi to do wydmuchiwania materii z powierzchni gwiazdy w dużo większym tempie, przez co następuje uformowanie się rozległej otoczki zbudowanej z gazu i pyłu. Po każdym takim pulsie tempo, w jakim gwiazda traci swą masę, spada znów do swej „normalnej" wartości.

Pulsy termiczne pojawiają się średnio raz na 10 000 – 50 000 lat i trwają tylko przez kilkaset lat. Nowe obserwacje gwiazdy R Sculptoris dowodzą, że doświadcza ich ona od około 1 800 lat i trwają one mniej więcej 200 lat. Druga gwiazda w układzie R Sculptoris wyrywa z czerwonego giganta wiatr gwiazdowy, przez co przybiera on obserwowaną formę spiralnej strugi.

Moc teleskopu *ALMA* sprawia, że możemy dostrzec szczegóły, dzięki którym o wiele lepiej rozumiemy procesy zachodzące w tego typu gwiazdach. Także te zachodzące przed, w trakcie i po wystąpieniu pulsów – poprzez badania ukształtowania się otoczek gwiazdowych i powstałych w opisany powyżej sposób spiralnych struktur. Co ciekawe, obserwacje te wykonano przy użyciu zaledwie części anten cały czas rozbudowywanej ALMY.

Astronomowie wykonali również symulacje komputerowe zachowań w układzie R Sculptoris. Mają one wyjaśnić, jak przebiega ewolucja tego typu układów podwójnych. Proponowane modele są w wysokim stopniu zgodne w nowymi obserwacjami z *ALMY*. W najbliższej przyszłości *ALMA* ma wykonać szczegółowe obserwacje układów podobnych do R Sculptoris. Być może dowiemy się z nich, jak niektóre pierwiastki chemiczne pojawiły się w składzie m.in. naszej planety. Być może też będziemy mogli przewidzieć, jaka będzie przyszłość Słońca. (*kc*)

Źródło: www.astronomy.com

Fot. Andrzej Romański

Nowa i ważna książka Michała Hellera

WSZECHŚWIAT – CEL CZY PRZYPADEK?

Marian Grabowski

Usprawiedliwieniem dla umieszczenia w *Uranii* recenzji książki Michała Hellera „Filozofia przypadku" jest niewątpliwie stwierdzenie jej autora: *Nie podlega dzisiaj dyskusji, że teoria prawdopodobieństwa jest nie do uniknięcia, gdy staramy się zrekonstruować strukturę Wszechświata.* Zrekapitulujmy jego objaśnienia tej wypowiedzi, które stanowią trzon książki.

Jej tytuł jest nieco mylący. Traktuje bowiem nie tyle o filozofii przypadku, co o powstaniu i rozwoju rachunku prawdopodobieństwa, o jego coraz bardziej pierwszoplanowej roli w matematycznym opisie fizykalnego świata. Autora nie tyle pasjonuje sam przypadek w jego swoistości i przeróżnych osobliwościach, ile matematyczne narzędzie, które, jak pisze, pozwala „przypadek poskromić". Tym „narzędziem" jest rachunek, a raczej rachunki prawdopodobieństwa.

Ta ze swadą prowadzona opowieść zaczyna się od arystotelesowskiego opisu przypadku: *tego, co się zdarza, ale nie zawsze, ani z konieczności, ani najczęściej*. M. Heller opowiada o losach Cardano, prekursora teorii prawdopodobieństwa, o słynnej wymianie listów pomiędzy Pascalem i Fermatem, którą historycy uznają za początek teorii gier losowych, bo tym był wtedy rachunek prawdopodobieństwa. Na kartach książki przewijają się nazwiska, perypetie, idee, jeśli można tak powiedzieć, ojców założycieli: Christian Huygens i idea wartości średniej, Jakub Bernoulli i prawo wielkich liczb.

Potem przeskok do drugiej połowie XIX w., w której powstaje fizyka statystyczna – pierwsza probabilistyczna teoria fizyczna i dalej na początek XX w. – czas dojrzewania teorii miary w matematyce. Ta ostatnia stanie się podstawą nowoczesnego ujęcia teorii prawdopodobieństwa, które inauguruje A. Kołmogorow w pracy z 1933 r. Od ustalenia aksjomatycznych podstaw prawdopodobieństwa datuje się w matematyce burzliwy rozwój jego teorii i zastosowań.

Powstanie mechaniki kwantowej z jej probabilistyczną interpretacją pozwala na pojawienie się idei kilkakrotnie w książce wywoływanej: *u podstaw kwantowych procesów leżą jakieś nieredukowalne stochastyczne (probabilistyczne) zjawiska, które nie są efektem naszej niewiedzy, lecz stanowią następstwo takiej, a nie innej struktury świata*. W związku z tym autor sygnalizuje, że współcześnie istnieją różne teorie prawdopodobieństwa: klasyczna i kwantowe, jak istnieją różne geometrie a nie tylko euklidesowa, która narzuca się naszym zmysłom, której bogate doświadczenie ma każdy zajmujący się trójkątami, okręgami wytyczanymi na płaszczyźnie. Analogicznie jest z naszym doświadczeniem probabilistycznym. Klasyczna teoria, która je wyraża, jest jedną z możliwych. Z książki dowiadujemy się o istnieniu wolnej teorii prawdopodobieństwa, nieprzemiennej teorii prawdopodobieństwa.

Autor kończy główny wątek swoich rozważań, stawiając pytanie, jak będzie wyglądać teoria prawdopodobieństwa, której użyjemy w naszych rozważaniach dotyczących przypadku w strukturze całego Wszechświata. To pytanie w przywołanym kontekście objaśnia cytat, od którego zaczęliśmy.

Trzeba przyznać, że M. Heller z maestrią szkicuje perspektywę, w której widać znaczenie i rolę idei prawdopodobieństwa, jej interpretacji i procedur z nią związanych, uogólnień samego pojęcia. Widać dla ciekawego i inteligentnego laika a nie tylko dla eksperta.

Ostatnia część książki jest poświęcona dyskusji i krytyce tzw. Inteligentnego Projektu, krótko mówiąc, pytaniu o przyczynę zaistnienia świata: Bóg czy czysty przypadek? Nie mam ochoty na relacjonowanie tej części, bo nigdy nie mogłem zrozumieć sensowności wystawionej tu opozycji, którą zresztą Heller krytykuje.

Jeśli Bóg jest Bogiem, to jego działanie nie może dotyczyć tylko tego, co istnieje, co jest sensowne, ma swoje przyczyny, ale także tego, czego nie ma – nicości, tego, co nie ma żadnej przyczyny, jest ekstremalnym chaosem, najczystszym przypadkiem. Opozycja jest chybiona, bo występujące w niej wyobrażenie Boga wiąże się z pojęciem wszechmocy ograniczonej tylko do tego, co inteligibilne, co podlega regułom, ma przyczyny. Taka jednostronna wszechmoc nie jest już jednak wszechmocą Boga.

Ten, kto stwarza modalności: to, co konieczne i przypadkowe, możliwe i niemożliwe, rzeczywiste i nierzeczywiste jest też kimś, kto tymi modalnościami rządzi: niemożliwe czyni możliwym i na odwrót, podobnie z tym, co konieczne i losowe, rzeczywiste i nierzeczywiste. Część ludzi nie wierzy w istnienie takiej istoty, prawie wszyscy nie dostrzegają takich działań Boga, ale i jedni, i drudzy, jeśli chcą mieć poprawne pojęcie Boga, to taką Jego moc muszą zakładać. Jest to kwestia zadbania o poprawność pojęcia także wtedy, gdy nie wierzy się w istnienie tego, co ono desygnuje.

Na zakończenie kilka uwag o samym rozumieniu przypadku przez autora. Michał Heller przyjmuje bardzo wyważoną jego definicję: przypadkiem jest, jego zdaniem, zdarzenie, które ma prawdopodobieństwo mniejsze od jedności. Mamy tu zmatematyzowaną definicję przypadku: zdarzenie, które może zajść, ale nie musi. Pojęciem pierwotnym do definiowanego jest pojęcie prawdopodobieństwa. Wydaje się, że można nim było trochę pomanipulować i popróbować innych określeń.

Przede wszystkim dobrze byłoby dodać, że prawdopodobieństwo definiujące przypadek musi zarazem być większe od zera. Prawdopodobieństwo na zbiorze pustym jest równe zeru, a zbiór pusty interpretujemy jako zdarzenie niemożliwe. Czy to, co niemożliwe, jest przypadkowe? W podrozdziale *Problem małych prawdopodobieństw* brakuje omówienia zasady A. Cournot i tego, co matematycy ukrywają pod formułą „prawie na pewno". W jednym i drugim chodzi o zdarzenia o zaniedbywalnie małym prawdopodobieństwie. Rozważenie możliwych zdarzeń o praktycznie zerowych prawdopodobieństwach dostarcza, sądzę, poręcznego pojęcia w filozofii przyrody do wyrażenia w jej języku tego, co nazywamy cudem.

Myślę, że warto byłoby przedyskutować definicję przypadku jako zdarzenia, które ma duże prawdopodobieństwo, a mimo to nie zachodzi; bądź zdarzenia, które ma małe prawdopodobieństwo i zachodzi. Takie definicje zachowują pierwotność pojęcia prawdopodobieństwa, a oddają coś z naszego doświadczania przypadku, z jego niezwykłości.

Intuicje, które wiążemy z przypadkiem, to brak możliwości prognozowania, przeciwieństwo determinizmu – miliony losowych rzutów monetą nie pozwalają prognozować wyniku kolejnego rzutu. Do intuicji tego, co przypadkowe: brak związku przyczynowego, niemożność przewidywania, dochodzi jeszcze brak regularności, wzoru.

Tej ostatniej intuicji definicja M. Hellera nie oddaje. Jeśli weźmiemy dwa sześcioelementowe ciągi kolejnych rzutów monetą: 010101 i 001011, to pierwszy ma widoczną regularność, drugi zaś nie, a prawdopodobieństwo otrzymania jednego i drugiego jest takie samo! Matematycy wypracowali pojęcie algorytmicznej losowości, złożoności, które pozwala tę intuicję chaotyczności przypadku precyzyjnie wyrazić. Szkoda, że w książce nie ma na ten temat żadnej wzmianki.

Warto przedyskutować definicję przypadku jako zdarzenia, które ma duże prawdopodobieństwo, a mimo to nie zachodzi; bądź zdarzenia, które ma małe prawdopodobieństwo i zachodzi.

M. Heller stawia mocną tezę metafizyczną, którą osobiście podzielam: przypadek jest istotnym elementem w strukturze praw przyrody – *konieczność i przypadek współdziałają w przyrodzie*. Można powiedzieć, że wspólnie określają strukturę fizykalnego świata.

W związku z tym lekturę można zakończyć ciekawym i ważnym pytaniem: jaki charakter ma koegzystencja tego, co regularne i losowe, tego, co podlega prawidłowościom i przypadkowi? To pytanie może zainicjować pasjonujące rozważania w obrębie filozofii przyrody nad probabilistycznymi faktami i teoriami w fizyce, matematyce pod kątem poszukiwania charakteru relacji istniejących pomiędzy obydwiema modalnościami.

Marian Grabowski, toruński fizyk teoretyk ze stopniem doktora habilitowanego, profesurę uzyskał w dziedzinie filozofii, a wykłada i pracuje na wydziale... teologicznym Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Trudno sobie było wyobrazić osobę bardziej właściwą i ciekawą do skomentowania nowej książki Michała Hellera. Autor wielu książek, z których najbardziej znaną wydaje się „Podziw i zdumienie w matematyce i fizyce". Grabowski zastanawia się w niej nad emocjonalnym przeżywaniem matematyki. W swojej książce Heller w matematyce znajduje sens Wszechświata. Być może więc wspólnie właśnie odkryli matematyczną istotę... wszechrzeczy?

poczta

W „Elementarzyku” na stronie 189 numeru 4/2012 „Uranii – Postępów Astronomii” znajduje się zdanie: „Daty juliańskiej nie należy mylić z kalendarzem juliańskim, choć w obu wypadkach nazwa odnosi się do Juliusza Cezara.” Na str. 62 „Astronomii sferycznej” Józefa Witkowskiego (PWN Warszawa 1973) czytamy: „Nazwa okres juliański została nadana przez Scaligera na cześć jego ojca Juliana.” Dodam, że Juliusz Cezar (I w. p.n.e., Rzym) nie był ojcem Scaligera (w. XVI, Leida). Byłbym wdzięczny za ustosunkowanie się do sprzeczności między informacją w „Elementarzyku”, a tą podaną przez Witkowskiego.

Mikołaj Jerzykiewicz

Red. Mamy tu klasyczny przykład naukowej plotki, która powtarzana z pokolenia na pokolenie w końcu zostaje uznana za fakt. Też tkwiliśmy w tym przekonaniu przez większość życia. Dopiero niedawno, dzięki angielskojęzycznej Wikipedii poznaliśmy prawdę. Nie dowierzając wikipedyście, sprawdziliśmy u źródła. Dzieło Józefa Scaligera „*De Emendatione Temporum*” jest dostępne w sieci, nawet w kilku wersjach. Przejrzeliśmy wydanie lejdejskie z roku 1598. W księdze V, w rozdziale *De Periodo Iuliana* (O Okresie Juliańskim), na str. 339 znajduje się zdanie: *Iulianam vocabimus, quia ad annum Iulianum accommodata.* (Będziemy [ten okres] nazywać juliańskim, ponieważ jest związany z rokiem juliańskim). Nie ma więc cienia wątpliwości. Używając terminu „data juliańska” wspominamy Gajusza Juliusza Cezara i jego reformę kalendarza z roku 46 p.n.e., a nie ojca Józefa Scaligera, skądinąd również noszącego imiona Juliusz Cezar. (*MMu*)

* * *

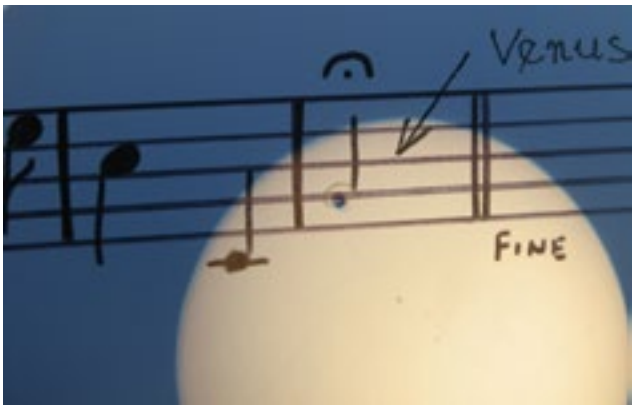
Jeśli to możliwe, proszę o poparcie projektu odbudowy polskiego dawnego obserwatorium astronomiczno-meteorologicznego „Biały Słoń” na szczycie góry Pop Iwan (2022 m n.p.m.) w paśmie Czarnohory w Beskidach Wschodnich na Ukrainie. Budowla, obecnie w stanie ruiny, jest atrakcją turystyczną Huculszczyzny. W latach 90. XX wieku polscy naukowcy z Departamentu ds. Polskiego Dziedzictwa Kulturowego za Granicą przy Ministerstwie Kultury i Dziedzictwa Narodowego przeprowadzili badania i ocenę stanu obserwatorium, dzięki czemu obiekt został uznany za przykład kulturowego i naukowego dziedzictwa Polski z okresu 20-lecia międzywojennego. Obecnie, w porozumieniu z instytucjami ukraińskimi, podejmowane są kroki w celu reaktywowania obserwatorium. M.in. z budżetu polskiego Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego wydzielono środki na sporządzenie projektu dokumentacji zabezpieczającej obiekt. We wrześniu 2012 roku rozpoczęły się prace budowlane, na wstępnie zamurowano otwory okienne i zaczęto zabezpieczać konstrukcję obiektu. Informuje o tym również ukraiński portal informacyjny: http://www.report.if.ua/portal/novyny/na-gori-pip-ivan-pochaly-zamurovuvaty-observatoriyu-foto.

Paweł Drożdżal

Red. Pan Paweł jest naszym niezawodnym korespondentem! Jesteśmy wdzięczni za wiele pomysłów i uwag i liczymy na realizację kolejnych, nie tylko do rubryki „poczta”. Informacja o odbudowie Pop Iwana jest tu szczególnie cenna. Będziemy śledzić tę sprawę i do pomocy zapraszamy Czytelników. Na wymienionym przez naszego korespondenta Iwano-Frankowskim portalu report.if.ua można nawet znaleźć zdjęcia z aktualnego stanu i przebiegu prac, a w nadesłanej korespondencji nawet wizję obiektu po odbudowie (patrz niżej).

ZAPROSZENIA
zloty, obozy, konkursy, spotkania, wykłady, wystawy

Cykl wykładów „Spotkania z astronomią”, CAMK Warszawa, ul. Bartycka 18, poniedziałki godz. 17.00; program: https://www.camk.edu.pl/pl/outreach/wyklady-popularne *** Do wypożyczenia wystawa astrożartów Jacka Drążkowskiego – 14 plansz 70×70 cm o charakterze edukacyjnym. Dla szkół i instytucji do 3 miesięcy nieodpłatnie. Centrum Hewelianum tel.: (+48 58) 300 08 42 wew.38 ***** 53 oprawione plansze A3 z rysunkami (1992–2009) Jacka Drążkowskiego – lekcja astronomii i fizyki na wesoło! Dla szkół i instytucji wyłącznie koszty transportu. Przyjazd astronoma na lekcję pokazową. Informacja urania@pta.edu.pl ***** Szkolenie Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA (SOPiZ)** kontakt astromax@poczta.onet.pl ******* Medal Zonna** za popularyzację astronomii, kandydatury zgłaszane przez członków PTA, Zarząd Gł. PTMA lub placówki astronomiczne należy kierować na wiceprezes@pta.edu.pl zgodnie z regulaminem http://pta.edu.pl/node/7 ******* Ogólnopolski Konkurs Astronomiczny „Astrolabium”** dla klas III gimnazjum oraz I i II liceum, info/zgłoszenia http://astrolabium.edu.pl/

Najzabawniejsze, muzyczne zastosowanie tranzytu Wenus, nadesłał nam pan Romuald Graul z Dobrcza. Żeby posłuchać w internecie wystarczy wpisać „Tranzyt Wenus Romek 2012” w serwisie YouTube (http://www.youtube.com/watch?v=O_4s83MXBCc).

Polska w ESA już na dobre

W poprzednich numerach informowaliśmy o kolejnych krokach we wstępowaniu naszego kraju do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Całą procedura została już zakończona i Polska jest oficjalnie 20. krajem członkowskim ESA. 24 października wstąpienie do ESA poparł sejm, 9 listopada senat, a ostatecznie 12 listopada prezydent Bronisław Komorowski złożył swój podpis pod ustawą. Dzięki temu Polska mogła wziąć udział z prawem głosu w ministerialnej konferencji ESA w Neapolu 20/21 listopada 2012 r., na której decydowano o przyszłości europejskich działań w Kosmosie. (*kc*)

Kosmiczne strugi wyjaśnione

Astronomowie korzystający z należącego do ESO Bardzo Dużego Teleskopu (VLT) odkryli parę gwiazd okrążających się nawzajem w centrum jednego z najlepszych przykładów mgławicy planetarnej. Nowe wyniki potwierdzają długo dyskutowaną teorię o tym, co kontroluje spektakularny i symetryczny wygląd materii wyrzucanej w przestrzeń kosmiczną. Rezultaty badań zostaną opublikowane w „Science" w numerze z 9 listopada 2012 r.

Mgławice planetarne to świecące bańki gazu wokół białych karłów – gwiazd podobnych do Słońca w końcowych stadiach swojego życia. Fleming 1 jest pięknym przykładem z uderzająco symetrycznymi dżetami, które tworzą zawiły, zakrzywiony wzór. Znajduje się południowej konstelacji Centaura i została odkryta nieco ponad stulecie temu przez Williaminę Fleming, dawną pokojówkę, która została zatrudniona przez Harvard College Observatory, gdy wykazała zdolności do astronomii.

Astronomowie od dawna dyskutowali, w jaki sposób tworzą się takie symetryczne dżety, ale nie osiągnięto konsensusu. Zespół badawczy prowadzony przez Henriego Boffina (ESO, Chile) połączył obserwacje Fleming 1 z Bardzo Dużego Teleskopu (VLT) z istniejącymi modelami komputerowymi, aby po raz pierwszy szczegółowo wyjaśnić, w jaki sposób powstają takie dziwaczne kształty. Zespół użył należącego do ESO VLT do zbadania światła pochodzącego od gwiazdy centralnej. Okazało się, że Fleming 1 nie posiada tylko jednego, lecz aż dwa białe karły w centrum, okrążające się nawzajem co 1,2 dnia. Układy podwójne były już znajdowane w sercach mgławic planetarnych, ale systemy z dwoma białymi karłami są bardzo rzadkie.

Pochodzenie pięknych i zawiłych kształtów Fleming 1 i podobnych obiektów jest kontrowersyjne od wielu dekad – mówi Henri Boffin. *Astronomowie sugerowali już wcześniej gwiazdę podwójną, ale zawsze przypuszczano, że w tym wypadku para będzie dobrze odseparowana, z okresem orbitalnym dziesiątek lat lub dłuższym. Dzięki naszym modelom i obserwacjom, które pozwoliły bardzo szczegółowo zbadać ten nietypowy system i zajrzeć bezpośrednio w serce mgławicy, odkryliśmy, że para znajduje się kilka tysięcy razy bliżej.*

Gdy gwiazda o masie do ośmiu mas Słońca zbliża się do końca swojego życia, traci swoje zewnętrzne otoczki i rozpoczyna utratę masy. Pozwala to gorącemu, wewnętrznemu jądru gwiazdy na silne promieniowanie powodujące, że poruszający się od gwiazdy kokon gazu jasno świeci jako mgławica planetarna.

Podczas gdy gwiazdy są sferyczne, wiele mgławic planetarnych jest uderzająco złożona, z węzłami, włóknami i intensywnymi dżetami materii formującymi zawiłe wzory. Niektóre z najbardziej spektakularnych mgławic – w tym Fleming 1 – posiadają symetryczne struktury. Dla tej mgławicy oznacza to, że materia wydaje się być wystrzeliwana z obu biegunów centralnego obszaru w strumieniach o kształcie litery S. Nowe badania pokazują, że wzory we Fleming 1 są wynikiem bliskiej interakcji pomiędzy parą gwiazd – zaskakującym ostatnim tchnieniem gwiezdnej pary.

To najbardziej kompleksowy przypadek podwójnej gwiazdy centralnej, dla której symulacje poprawnie przewidziały, jak to kształtuje otaczającą mgławicę – i to w prawdziwie spektakularny sposób – wyjaśnia współautor Brent Miszalski z SAAO i SALT (RPA).

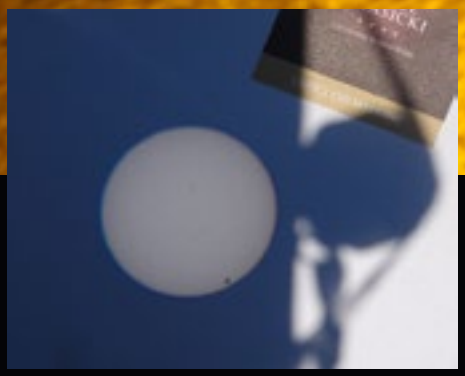
Para gwiazd w środku mgławicy jest niezbędna do wyjaśnienia obserwowanej struktury. Gdy gwiazdy się starzeją, to ekspandują i przez część czasu jedna wciela się w rolę gwiezdnego wampira, wysysając materię ze swojej towarzyszki. Materia ta następnie przemieszcza się w kierunku wampira, okrążając go pod postacią dysku akrecyjnego. Ponieważ obie gwiazdy okrążają się nawzajem, zatem obie oddziałują z dyskiem, powodując, że zachowuje się on jak kręcący się bąk – rodzaj ruchu zwanego precesją. Ruch ten wpływa na zachowanie materii, która jest wypychana na zewnątrz z biegunów systemu w postaci dżetów. Badania potwierdzają, że precesujący dysk akrecyjny z układem podwójnym powoduje uderzająco symetryczne wzory wokół mgławic planetarnych takich jak Fleming 1.

Głębokie zdjęcia z VLT doprowadziły także do odkrycia pierścienia materii w wewnętrznej mgławicy. Tego rodzaju pierścienie istnieją także w innych rodzinach układów podwójnych i wydają się być odciskiem palców wskazującym na istnienie pary gwiazd. *Nasze wyniki przynoszą dalsze potwierdzenie roli, jaką odgrywa interakcja pomiędzy parami gwiazd na kształt, a być może nawet formę, mgławic planetarnych* – podsumowuje Boffin.

Źródło: ESO

Tłumaczenie: Krzysztof Czart

Źródło: ESO/H. Boffin



Wyżej fragment zdjęcia złożonego z wielu dodanych klatek w filtrze H-alfa teleskopem Coronado z Mysiej Wieży w Kruszwicy przez Zbigniewa Rakoczego. Czy widoczna wokół Wenus jasna obwódka jest artefaktem czy obrazem atmosfery planety? Może któryś z Czytelników, specjalistów od stackowania (po polsku stertowania, od układania w stertę) obrazów wyjaśni przyczynę powstawania tego typu złudzeń?

Obok projekcja okularowa tarczy słonecznej z plamką Wenus przed III kontaktem. Jako projektor posłużył niewielki monokular lornetki teatralnej. Fot. Jacek Drążkowski

Obiekt należy do Grupy Anders

KOPERNIK TU GOŚCIŁ

SPOTKANIA Z ASTRONOMIĄ W KRASICKIM

122 POKOJE / 7 SAL KONFERENCYJNYCH / SPA & WELLNESS / KASYNO
WINIARNIA / OBSERWATORIUM / BIBLIOTEKA CAFÉ

WWW.HOTELKRASICKI.PL

HOTEL KRASICKI
★ ★ ★ ★
LIDZBARK WARMIŃSKI

ZWIEDZANIE NAJWIĘKSZEGO OBSERWATORIUM W POLSCE

- Ile waży radioteleskop?
- Jak i czym astronom obserwuje niebo?
- Co widać na falach radiowych?

- Jak znalazł się u nas najsłynniejszy na świecie teleskop?
- Jaki kolor ma Słońce?
- Co wspólnego mają tęcza i gatunki drzew?

Na te i inne pytania znajdziesz odpowiedź w Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika!

ZWIEDZANIE GRUPOWE
dwugodzinne - 380 zł/ skrócone - 250 zł
ZWIEDZANIE INDYWIDUALNE
po uzgodnieniu terminu
bilet normalny - 15 zł/bilet ulgowy - 12 zł
zwiedzanie@astro.umk.pl
TEL: +48 603 750 220
www.faj.org.pl / www.astri.uni.torun.pl

UNIVERSITAS NICOLAI COPERNICI TORUŃ

FUNDACJA ALEKSANDRA JABŁOŃSKIEGO

NIE TYLKO

ASTROBAZY

Przecieranie szlaków

Po raz pierwszy dowiedziałem się o istnieniu Rozdrażewa z telewizji. Przecierałem oczy, gdy zobaczyłem tłum mieszkańców skupionych wokół kilku teleskopów i starego znajomego z Chorzowa, Irka Włodarczyka. Widząc go w nowych okolicznościach, domyśliłem się, że musiał przejść na emeryturę. Jak ten czas leci! Doktor Ireneusz Włodarczyk (na zdjęciu) przez lata był pracownikiem Planetarium Śląskiego. Zaczynał chyba mniej więcej wtedy, kiedy ja byłem finalistą Olimpiady Astronomicznej. Zawsze mi imponował, że pomimo znacznego oddalenia od głównych ośrodków akademickich – co było prawdziwą barierą w pracy badawczej w czasach przedinternetowych – nie tylko wypełniał misję edukacyjną swojej placówki, ale również prowadził intensywne obserwacje o znaczeniu naukowym, wykorzystując mieszczące się w tym samym budynku obserwatorium wraz z największym w Polsce 30-cm refraktorem. Z jego inicjatywy i dzięki pomocy Macieja Bielickiego Obserwatorium Astronomiczne Chorzów otrzymało swój kod Międzynarodowej Unii Astronomicznej: MPC 553. Pod opieką Irka, MPC 553 opublikowało w Minor Planet Center blisko 1000 obserwacji pozycyjnych planetoid i komet, w większości jego własnego autorstwa i opracowania. Długo był to rekord dla tego typu obserwacji w Polsce! Początkowo były to fotografie wykonywane na kliszach szklanych, później przecierał szlaki obserwacji astrometrycznych z użyciem kamery CCD SBIG ST-8. To w Chorzowie wykonano pierwsze w Polsce cyfrowe obserwacje planetoidy i komety. Ich astrometryczne współrzędne zostały opublikowane w Minor Planet Center: MPC 31 870, MPC 32 565. Okazało się, że już będąc na wsi, od początku roku 2010, znów opublikował kilka prac w pismach z tzw. listy filadelfijskiej!

Najbardziej zdumiewająca wydaje się jednak jego publiczna działalność edukacyjna i organizacyjna na rzecz społeczności lokalnej w gminie, którą zmobilizował do szerokiego zainteresowania się niebem. W ciągu kilkunastu miesięcy

Fot. Jolanta Bałęczna-Staszewska i Wanda Włodarczyk

uczynił z Rozdrażewa drugą po Potarzycy astronomiczną wieś w Wielkopolsce. Nie tylko założył lokalny oddział PTMA, ale potrafił z niego uczynić podmiot w staraniach o dostęp do finansowych środków samorządowych. A jeszcze niedawno wydawało się to niemożliwe! Widać, podobnie jak Andrzej Owczarek z nieodległej Potarzycy (patrz „Urania" 1/2012 s. 43–45), nic o tym nie wiedział! Oby jak najszybciej to, co możliwe między Krotoszynem i Jarocinem, zaraziło cała Polskę. A znając pasję i skuteczność Ireneusza, wierzę, że w ciągu kolejnych kilkunastu miesięcy powstanie w Rozdrażewie prawdziwe obserwatorium astronomiczne. Nie będzie wtedy okazji opisywać początków drogi do jego budowy, dlatego o garść podstawowych informacji poprosiłem „wiejskiego astronoma" już dzisiaj.

MMi

PROGRAM REGIONALNY
WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE
Mój region w Europie

Rozdrażewski Oddział Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii

Astronomia w gminie

Ireneusz Włodarczyk

ŻYCZLIWE PRZYJĘCIE

Na początku 2010 r., po 37 latach pracy w Planetarium Śląskim w Chorzowie przeszedłem na emeryturę. Przeprowadziliśmy się z żoną Wandą do Rozdrażewa. Jest to gmina w powiecie Krotoszyn, woj. wielkopolskie, licząca ponad 5 tys. osób.

Zorganizowane w 2010 r. przez Gminną Bibliotekę Publiczną w Rozdrażewie letnie warsztaty astronomiczne wzbudziły ogromne zainteresowanie lokalnej społeczności. Tematyka zajęć to orientacja na niebie, posługiwanie się obrotową mapą nieba, budowa i działanie reflektorów i refraktorów, i wreszcie dyskusja o aktualnościach astronomicznych. Okazało się, że jest już w wiosce około dziesięciu teleskopów i lunetek! W sumie w warsztatach astronomicznych uczestniczyło 40 osób w wieku od lat 2 do 60+. Wzbudziły one również duże zainteresowanie lokalnych mediów, co zaowocowało obszernymi artykułami w prasie lokalnej.

Niezapomniany świt w Wielkopolsce. Fot. Jolanta Bałęczna-Staszewska

Dni Rozdrażewa z Prezesem PTMA. Fot. Zdzisław Pauter

Wychodząc naprzeciw tak dużemu zainteresowaniu astronomią, razem z dyrektorką Gminnej Biblioteki Publicznej w Rozdrażewie, panią Alicją Banaszek postanowiliśmy zorganizować cykliczne zajęcia. Biblioteka przygotowała projekt pn. „Kosmiczna Przygoda" na zorganizowanie przy bibliotece kółka astronomicznego i zakup odpowiedniego sprzętu do obserwacji. Wniosek złożony do Akademii Rozwoju Filantropii w Polsce w ramach konkursu grantowego „Aktywna Biblioteka" na dofinansowanie projektu został pozytywnie rozpatrzony. Dzięki otrzymanemu grantowi biblioteka wzbogaciła się o bardzo dobry sprzęt do obserwacji astronomicznych. Zakupiono teleskop „Newton 250/1200", lornetki oraz stację zasilającą.

Odbiór sprzętu. Fot. Alicja Banaszek

Od lutego 2011 r. w Gminnej Bibliotece Publicznej w Rozdrażewie odbywają się cykliczne zajęcia Kółka Astronomicznego Kasjopeja. Zajęcia te, podobnie jak letnie warsztaty astronomiczne, przyciągają rzesze w wieku od lat 7 do 60+ zainteresowanych odkrywaniem tajemnic Kosmosu.

W kwietniu 2011 r. dorośli miłośnicy wiedzy astronomicznej uczestniczący w zajęciach Kółka Astronomicznego Kasjopeja postanowili utworzyć w Rozdrażewie oddział Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Oficjalne rozpoczęcie działalności naszego Oddziału odbyło się na terenie Gminnego Ośrodka Sportu i Rekreacji z udziałem Prezesa Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii Henryka Brancewicza i Wójta Gminy Rozdrażew Mariusza Dymarskiego. Uroczystości zostały połączone z ogłoszeniem wyników I konkursu astronomicznego zorganizowanego przez Gminną Bibliotekę Publiczną. Zwycięzcy otrzymali m.in. teleskopy ufundowane przez Gminną Bibliotekę Publiczną oraz firmę Uniwersał z Żywca.

W Rozdrażewie panują bardzo dobre warunki do prowadzenia obserwacji astronomicznych. Takiego czystego, rozgwieżdżonego nieba mogą nam pozazdrościć wszyscy! Pierwsze obserwacje odbywały się na zapleczu naszego własnego domu, gdzie od strony zachodniej jest doskonała widoczność nieba. Spotkania astronomiczne cieszą się też żywym zainteresowaniem proboszcza lokalnej parafii, ks. kan. Sławomira Siewkowskiego, który użyczył parafialnego ogródka na miejsce kolejnych, wybranych pokazów astronomicznych. Ostatnio zajęcia są prowadzone na terenie Gminnego Ośrodka Sportu i Rekreacji. Brak stałego miejsca do obserwacji jest uciążliwy, ponieważ wymaga każdorazowo transportowania i montażu teleskopu w terenie. Dlatego powstała koncepcja wybudowania obserwatorium astronomicznego. Władze lokalne, na czele z Wójtem Gminy, są bardzo przychylne rozwijającej się tak prężnie na ich terenie edukacji astronomicznej.

EDUKACJA W SALI I INTERNECIE…

Wieloletnie doświadczenie w pracy z dziećmi i młodzieżą przydaje się w Rozdrażewie. Poziom edukacji jest porównywalny z tym na Śląsku, tzn. wszędzie widać… braki w podstawach wiedzy astronomicznej.

Na początku zajęć edukacyjnych dobre wyniki daje posługiwanie się obrotową mapą nieba. Miłośnicy nabierają wprawy w ustawianiu mapek na moment obserwacji, wyszukują położenia gwiazdozbiorów, gwiazd, planet, określają ich

Zaczynamy od obrotowej mapy nieba. Fot. Alicja Banaszek

współrzędne na niebie, wyszukują nazwy gwiazdozbiorów i gwiazd. Przykładowo, jeden z uczniów podaje nazwę gwiazdozbioru, gwiazdy, a inni je odszukują. Kto pierwszy? Wspaniała zabawa! Konkurs można przenieść na poszukiwanie kraterów, mórz na mapce Księżyca itp. Zajęcia na razie odbywają się głównie w Rozdrażewie, ale też rozpoczynają się już w Nowej Wsi i w okolicznych miejscowościach, Koźminie i Krotoszynie. Bezpośrednia działalność edukacyjna jest „wzmacniana" za pomocą naszej strony internetowej www.astronomia.rozdrazew.pl, m.in. poprzez przez artykuły dr Marii Pańkow i dra Jerzego Kuczyńskiego zamieszczane w zakładce „dydaktyka".

POD PRAWDZIWYM I SZTUCZNYM NIEBEM…

Natomiast zajęcia obserwacyjne rozpoczynamy od oglądu nieba gołym okiem. Porównujemy widok nieba rzeczywistego, nad naszymi głowami, z niebem „ustawionym" na obrotowej mapce nieba. Potem sięgamy do przyrządów optycznych. Do dyspozycji mamy przenośny reflektor 25-cm z napędem oraz 12-cm refraktor. Dzieci zapoznają się ze składaniem tych przyrządów, przez co poznają ich budowę. Dla większości z nich jest to pierwszy kontakt z lunetą. Pojawiają się kłopoty związane z transportem, ustawianiem, wycelowaniem w zadany obiekt na niebie itp. Ponadto musimy trafić na pogodne niebo i na taki wieczór zebrać obserwatorów. Łatwiej, jeżeli pojawia się jakieś ciekawe zjawisko astronomiczne. Wtedy ciekawość zwycięża i mamy wielu chętnych do

Robocza narada w Rozdrażewie na zakończenie Letnich Warsztatów Astronomicznych w 2010 r. Od lewej ówczesna przewodnicząca rady gminy Renata Zych-Kordus, wójt Mariusz Dymarski, proboszcz Sławomir Siewkowski oraz autor artykułu. Fot. Alicja Banaszek

W kolejce do planetarium. Fot. Wanda Włodarczyk

obserwacji. Tak było podczas ostatniego tranzytu Wenus, kiedy zebrało się blisko 30 osób od 4.30 rano! Wcześniej dużym zainteresowaniem cieszyły się też obserwacje zaćmienia Słońca 4 stycznia 2011 r. Dobrą frekwencję na obserwacjach astronomicznych można uzyskać dzięki umiejscowieniu pokazu w centralnych punktach danej miejscowości lub przy okazji lokalnych uroczystości, jak na przykład… dożynki. Szczególnie udane okazały się pokazy towarzyszące wizycie w Rozdrażewie mobilnego planetarium z Centrum Edukacyjnego „Planeta Anuka". W 2013 r. będzie możliwość obserwacji dwóch jasnych komet, w marcu i pod koniec roku, tak że liczymy na zainteresowanie jeszcze większej liczby okolicznych mieszkańców.

W STRONĘ WŁASNEGO OBSERWATORIUM

Oprócz zwykłych pokazów obiektów niebieskich warto pokusić się o obserwacje fotograficzne. Do tego jest celu potrzebny aparat fotograficzny i/lub kamera CCD. Na 2013 r. planujemy zakup tych urządzeń. Mając pewne doświadczenie w fotografowaniu, możemy spróbować robić obserwacje astrometryczne planetoid i komet. Do tego jednak potrzebny jest i stacjonarny teleskop, więc w tym kierunku idą nasze starania. Dobre obserwacje tego typu są wykorzystywane do obliczania orbit planetoid i komet, co już jest pierwszym krokiem na ścieżce badań naukowych. Moje własne doświadczenia w zakresie mechaniki nieba rozpoczęły się od kontaktów naukowych, początkowo z docentem Maciejem Bielickim, a później z profesorem Grzegorzem Sitarskim i jego zespołem w Centrum Badań Kosmicznych PAN. Umiejętności w zakresie astrometrii zdobyłem na podstawie prac powstałych w Obserwatorium Astronomicznym UAM w Poznaniu. Wśród członków RO PTMA mamy kilku dobrych amatorów fotografów oraz studenta informatyki, którzy mogą być pomocni w kontynuowaniu tego typu obserwacji i badań. Aby mieć swoich uczniów tu, w gminie, trzeba ich trochę poduczyć, a potem pokierować do Poznania czy Wrocławia. Mają stąd tylko 100 km! Może, już jako studenci astronomii, zechcą wracać do Rozdrażewa.

Po opisanym na wstępie okresie pionierskim kolejne spotkania miłośników astronomii odbywały się gościnnie w salce Kółka Rolniczego i na terenie Gminnej Biblioteki Publicznej w Rozdrażewie. Organizowaliśmy tam zebrania naszego oddziału PTMA oraz spotkania Kółka Astronomicznego Kasjopeja. Od czerwca 2012 r. mamy swoje, użyczane nieodpłatnie, pomieszczenie w zabytkowej szkole podstawowej w Rozdrażewie. Nie przestajemy jednak myśleć o zdobyciu własnego lokum w naszej gminie, najlepiej od nowa wybudowanego obserwatorium ze stacjonarnym teleskopem. Aktualnie szukamy optymalnej lokalizacji oraz dobrego, sprawdzonego projektu budynku i odpowiednich do naszych przyszłych obserwacji przyrządów astronomicznych. Przyglądamy się istniejącym i planowanym sieciom astrobaz w województwach kujawsko-pomorskim i lubuskim. Startujemy właściwie od zera we wszystkich możliwych kierunkach. Ale zarówno dorośli mieszkańcy Rozdrażewa i okolic, jak i młodzież szkolna, są pełni zapału, tak że powinniśmy sobie poradzić z budową i opanowaniem podstawowego warsztatu miłośnika astronomii. W poszukiwaniu najlepszych dla nas rozwiązań w zakresie budowy obserwatorium pomaga nam redakcja „Uranii", która kontaktuje nas

z osobami odpowiedzialnymi za budowę i wykorzystanie innych obserwatoriów astronomicznych o podobnym charakterze. Dużą pomoc oferuje również pan Waldemar Ogłoza z Obserwatorium Astronomicznego na Suhorze oraz wielu niewymienionych tutaj z nazwiska astronomów. Dziękujemy!

Naszym głównym celem jest skupienie wokół Rozdrażewskiego Oddziału PTMA jak największej liczby zainteresowanych, publikowanie niemal każdego naszego astronomicznego kroku na stronie internetowej gminy Rozdrażew oraz wyjście do okolicznych wiosek i dwóch sąsiednich miast, Krotoszyna i Koźmina Wielkopolskiego. Liczba 26 osób – członków RO PTMA – jest imponująca jak na niewiele ponad 5 tys. mieszkańców gminy. Działalność astronomiczna naszego Oddziału jest szeroko propagowana w lokalnych mediach, głównie w gazetach wydawanych w Krotoszynie. Zainteresowała się nami również Telewizja Poznań. 18 lipca przyjechała do nas telewizyjna ekipa i przeprowadziła szereg wywiadów z władzami, mieszkańcami i miłośnikami astronomii z Rozdrażewa. Te informacje również mogliśmy oglądać w ogólnopolskiej TVP Info. Najstarsi mieszkańcy Rozdrażewa nie pamiętają, kiedy wcześniej była u nich telewizja!

SKOK NA SAMORZĄDY

Pieniędzy na naszą działalność najlepiej szukać blisko, w samej gminie. Działamy przede wszystkim w środowisku lokalnym, wśród przedszkolaków, dzieci i młodzieży szkolnej oraz dorosłych mieszkańców Rozdrażewa. W 2012 r. odbył się już II konkurs astronomiczny. Zwyciężył Wojtek Stęclik (na fotografii) z VI klasy SP ZSP w Rozdrażewie. Nagrody rozdano przy okazji wernisażu wystawy astrofotografii Michała Nyklewicza. Corocznie zdobywamy je, głównie z dotacji z Urzędu Gminy Rozdrażew w wyniku wygrywania ofert dla organizacji pozarządowych. Ponadto sponsorami nagród są: Gminna Biblioteka Publiczna w Rozdrażewie, Bank Spółdzielczy w Rozdrażewie/Dobrzycy, Planetarium ANUKA, Zarząd Główny PTMA, Planetarium Śląskie w Chorzowie oraz firma FERRUM z Krotoszyna („Urania" chętnie dołoży do puli nagród prenumeratę, parasol z gwiazdozbiorami albo książkę – przyp. Redakcji).

Na bieżącą działalność astronomiczną nie wystarczają niestety środki pozyskane ze składek członkowskich PTMA ani nawet pomoc ze strony ZG PTMA. Jedynym wyjściem jest udział w organizowanych konkursach ofert dla organizacji pozarządowych przeprowadzanych corocznie przez gminy, powiaty i województwa dla tzw. lokalnych grup działania. Oferta musi być napisana tak, aby spełniała kryteria formalne, była zorganizowana dla lokalnej społeczności i była ciekawa.

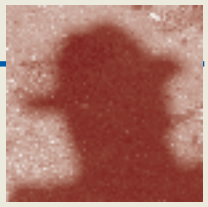
Przy okazji udało się pokonać pewne przeszkody formalne, występując jako oddział lokalny ogólnopolskiego stowarzyszenia. Aby czerpać z funduszy samorządowych, trzeba być organizacją pozarządową. Taką organizacją jest PTMA! Ma swój numer KRS, REGON, statut itp. Oddziały takiego statusu nie mają. Zrobiliśmy więc tak, że występowaliśmy w imieniu Zarządu Głównego ZG PTMA na podstawie otrzymanego od niego upoważnienia. Dostaliśmy też aktualny wyciąg z Krajowego Rejestru Sądowego (KRS) naszego Towarzystwa. Te dwa dokumenty przedstawiliśmy w ofercie. Formalnie wszystko jest w porządku, a ponieważ astronomia jest tu nośnym tematem, mamy wszyscy duże szanse na potrzebne pieniądze. Być może jednak warto zastanowić się nad niewielkim uaktualnieniem statutu PTMA, aby go dopasować do nowych czasów i ułatwić zdobywanie pieniędzy na działalność statutową w konkursach i grantach przeznaczonych dla organizacji pozarządowych poszczególnym oddziałom bezpośrednio w lokalnych samorządach.

Rozdrażewski Oddział Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii:
www.astronomia.rozdrazew.pl

Na stronie m.in.:

- Aktualności i archiwum wydarzeń
- Obserwacje (w tym efemerydy aktualnych komet)
- Własne opracowania naukowe
- Artykuły i materiały dydaktyczne i edukacyjne
- Dokumentacja fotograficzna
- Poezja i kącik meteo Mariana Głuszka

Wręczanie nagród i wernisaz wystawy. Fot. Joanna Stache



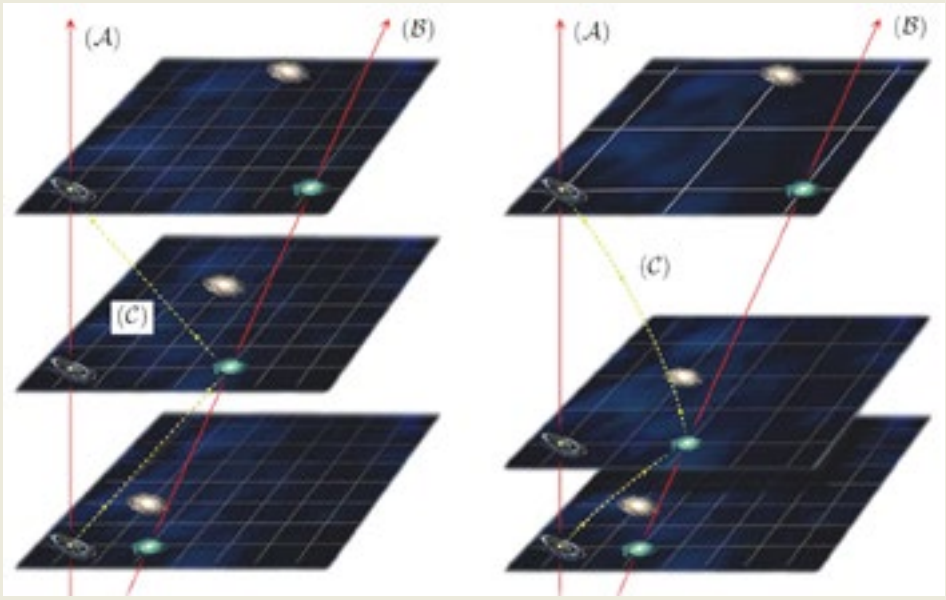
Wykład dla pięknej podróżniczki

Mieszkam na wsi w Kotlinie Kłodzkiej. Gdy przed laty pracowałem w Trieście, często jeździłem bardzo tanim nocnym autobusem z pobliskiej Wenecji do siebie, do Kłodzka. Warunki tej prawie dziesięciogodzinnej podróży były więcej niż skromne. Fotele ciasno stłoczone, nigdy nie działająca klimatyzacja, zawsze zamknięta toaleta. W dodatku, na przystanek Wenecja-Mestre autobus przyjeżdżał już kompletnie zapełniony pielgrzymami wymęczonymi (i rozdrażnionymi) wielogodzinnną jazdą z Monte Cassino i Watykanu. W Wenecji na ogół nikt prócz mnie nie wsiadał, więc w autobusie czekało tylko jedno wolne miejsce — dla mnie. Pewnego razu nie było nawet tego. Na moim, oraz sąsiednim fotelu, spała zwinięta w kłębek piękna podróżniczka. Wyglądała zupełnie jak Ornella Muti w *„La moglie più bella”*. Zbudzona ze snu, westchnęła z rezygnacją: *Jakie to smutne, podróżować przez Włochy w tak okropnych warunkach...* Jej młodość, uroda i bezradność bardzo mnie wzruszyły, więc aby ją jakoś pocieszyć, powiedziałem: *Proszę spojrzeć na tę sytuację z innej strony. Nasz autobus jest cudowną wyspą w źle urządzonym wszechświecie. Tu wcale się nie odczuwa fundamentalnego defektu czasoprzestrzeni, bowiem przestrzeni prawie nie ma, jest natomiast mnóstwo czasu.* I dałem jej wykład o puchnięciu przestrzeni, który może także Was zainteresuje.

Wszechświat jest źle wymyślony. Jest w nim o wiele za mało czasu i o wiele za dużo przestrzeni. Gdyby czas miał więcej wymiarów, moglibyśmy w jednym pisać zeznanie podatkowe, a w innym spacerować w lesie. Gdyby było mniej przestrzeni, nudne podróże byłyby krótsze. Niestety, ten defekt czasoprzestrzeni się bez przerwy pogarsza, gdyż przestrzeni nieustannie przybywa — *przestrzeń puchnie* i to z dwóch różnych powodów.

Każdy wie, że wszechświat ekspanduje. Nie każdy jednak akceptuje fakt, iż ekspansji wszechświata *nie można* opisać jako czysto kinematycznego efektu rozbiegania się galaktyk w niezmiennej, absolutnej przestrzeni. Wielu podejmuje próby takiego właśnie opisu zapewne z powodu filozoficznej odrazy wobec myśli o nieprzerwanie narastającej pustce. Z czysto matematycznego punktu widzenia nie można tej hipotezie (będę ją dalej nazywał hipotezą „X”) niczego zarzucić. Jest ona jednak sprzeczna z danymi obserwacyjnymi, to znaczy z zachowaniem rzeczywistego wszechświata. Dlatego z całą pewnością hipoteza „X” jest fałszywa; w *rzeczywistym* wszechświecie przestrzeni nieustannie przybywa.

Czasoprzestrzenny rysunek poniżej [1] pokazuje wycinki trójwymiarowej przestrzeni (reprezentowane przez płaskie kwadraty) w trzech różnych momentach kosmicznego czasu, który na rysunku upływa od dołu ku górze. Historie dwóch galaktyk *A* i *B* są pokazane czerwonymi liniami, historia sygnału radarowego *C* przerywaną linią żółtą.



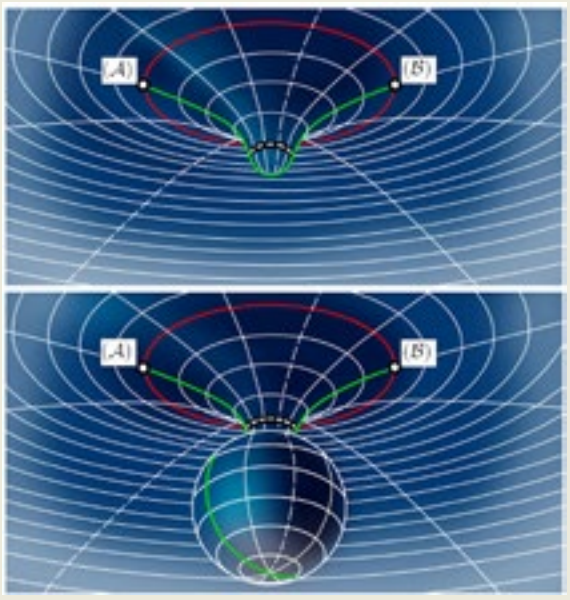
Po lewej stronie pokazane jest rozbieganie się galaktyk w niezmiennej przestrzeni, zgodne z hipotezą „X”. Można wtedy określić niezmienną siatkę współrzędnych, względem której rozbiegają się galaktyki. Po prawej pokazana jest rzeczywista ekspansja wszechświata. Symbolizuje ją ekspandująca siatka, względem której galaktyki się nie poruszają. W obu przypadkach uwidoczniony jest radarowy pomiar odległości: sygnał radarowy (*C*) wysłany z galaktyki (*A*) w lewym rogu siatki dociera do niebieskiej galaktyki (*B*), odbija się i wraca do galaktyki (*A*). Astronom z galaktyki (*A*) może wyznaczyć odległość *D* między galaktykami (*A*) i (*B*) na podstawie pomiaru odstępu czasu od momentu wysłania sygnału t_1 do momentu jego odbioru t_2,

$$D = \frac{c}{2}(t_2 - t_1),$$

c jest prędkością światła. Czas mierzony jest *tylko* na zegarze astronoma (*A*). Może on także zmierzyć przesunięcie ku czerwieni, czyli redshift *z*, w liniach widmowych galaktyki (*B*). Zarówno odległość, jak i redshift zależą od momentu wykonania pomiaru t_2. To jednoznacznie ustanawia związek miedzy *zmierzoną* odległością a *zmierzo-*

[1] Rysunek oraz przytoczone tu argumenty są zaczerpnięte z publikacji „Eppur si esspande”, M.A. Abramowicz, S. Bajtlik, J.-P. Lasota, A. Moudens, *Acta Astronomica*, Vol. 57, pp.139-148; 2007.

nym redshiftem, $D = D(z)$. Związek ten wynika z obserwacji i dlatego nie zależy ani od niczyich filozoficznych przekonań, ani od możliwych do zaproponowania definicji ruchu, przestrzeni lub czasu. Różne możliwe do pomyślenia sposoby rozszerzania się wszechświata odpowiadają różnym matematycznym kształtom funkcji $D(z)$. W pracy „Eppur si esspande" wyliczyliśmy [1], jakiej funkcji $D_{„X"}(z)$ odpowiada hipoteza „X". Jeśli więc *zaobserwowana* funkcja $D(z)$ jest inna niż $D_{„X"}(z)$, to hipotezę „X" należy odrzucić. W obserwacyjnej praktyce nie mierzy się radarowo odległości do galaktyk, lecz używa innych pomiarów, zasada jest jednak ta sama. David Wiltshire z Uniwersytetu Canterbury w Nowej Zelandii i jego koledzy przeanalizowali dane dotyczące odległości 4534 galaktyk i doszli do wniosku, że *obserwowane* odchylenia od prawa Hubble'a w skali dziesiątków megaparseków nie mogą być wyjaśnione przez hipotezę „X". Oznacza to, że przestrzeń ekspandującego wszechświata *naprawdę puchnie* [2].



Puchnie także przestrzeń wokół tworzącej się czarnej dziury. Wyobraźmy sobie, że pewna Gwiazda w pustej przestrzeni otoczona jest ogromną Sferą. Na rysunku obok zakrzywiona trójwymiarowa przestrzeń wokół i wewnątrz zapadającej się gwiazdy jest reprezentowana przez zakrzywioną dwuwymiarową powierzchnię, a Sfera przez czerwony okrąg. Na powierzchni Sfery, a więc w ustalonej odległości od Gwiazdy, są ulokowani astronomowie wyposażeni w (neutrinowe?) radary, których sygnały mogą swobodnie przenikać przez wnętrze Gwiazdy. Mają oni także zsynchronizowane ze sobą zegary, pokazujące ten sam czas, obowiązujący dla całej Sfery. Astronomowie mogą pokryć Sferę gęstą siecią triangulacji i wykonać radarowe pomiary odległości do bezpośrednich sąsiadów, mierząc w ten sposób jej pole powierzchni P. Pary astronomów (A), (B) położonych po przeciwległych stronach Sfery (tylko jedna taka para pokazana jest na rysunku) mogą zmierzyć długość średnicy Sfery D, wysyłając wzdłuż niej radarowy sygnał. Średnica zaznaczona jest na zielono — w zakrzywionej przestrzeni jest najprostszą linią (geodezyjną), po której rozchodzą się sygnały radarowe. Jeśli radarowy sygnał wysłany przez astronoma (A) w momencie t_A dotrze do astronoma (B) w momencie t_B, to zmierzona średnica Sfery na długość:

$$D = cT;\ \ T = (t_B - t_A).$$

Gdy Gwiazda się zapada do czarnej dziury, powierzchnia Sfery nie ulega zmianie, w szczególności nie zmienia się pole jej powierzchni P. Natomiast czas potrzebny na to, aby radarowy sygnał przebył średnicę Sfery, jest coraz dłuższy. Łatwo sie z tym zgodzić, jeśli się pamięta, iż gdy w środku Sfery jest czarna dziura, czas T musi być *nieskończony*, gdyż sygnał przepadnie w czarnej dziurze i nigdy nie dotrze do astronoma B. Jeśli geometria przestrzeni zdefinowana jest przez radarowy pomiar odległości, to wyżej opisany eksperyment trzeba interpretować jako zwiększanie się *objętości* Sfery o ustalonej zewnętrznej *powierzchni*, czyli że przestrzeń wokół formującej się czarnej dziury puchnie.

Gdy dopowiadałem tę kwestię, przejeżdżaliśmy już Alpy, gdzieś między Klagenfurtem i Grazem. Piękna podróżniczka była wyraźnie poruszona nowym dla niej zagadnieniem puchnięcia przestrzeni. Zastanawiałem się, czy powiedzieć jej o najgorszym — że mianowicie według pewnej spekulacji Rogera Penrose'a (zdaniem wielu fizyków nieprawdopodobnej i nie dość mocno uzasadnionej) puchnięcie przestrzeni, parowanie czarnych dziur oraz rozpad cząstek o niezerowej masie, *musi* doprowadzić do tego, iż w pozbawionej materii przestrzeni będą istnieć wyłącznie fotony. W takiej sytuacji nie da się ani mierzyć, ani nawet zdefiniować czasu. Bezczasowa czasoprzestrzeń będzie miała wszystkie swe cztery wymiary przestrzenne. Tak zresztą według Rogera Penrose'a, Stephena Hawkinga i innych mogło być na początku świata. Uznałem jednak, iż skoro sam nie uważam tych spekulacji za uprawnione, nie mogę ich przedstawiać mojej towarzyszce podróży — ani Wam, drodzy Czytelnicy.

Mój plan ulepszenia czasoprzestrzeni

Ornella Muti

W pekaesie, mijając Wenecję,
Zmiany świata zgłosiłem
koncepcję:
„Niechaj czas w nowej roli,
Swe wymiary potroi,
W jednym za to niech mieści się
przestrzeń".

Marek Abramowicz

[2] Cytat: *Variance in the Hubble law over scales of tens of megaparsecs cannot be simply reduced to a boost at a point; space really is expanding, and by differential amounts.* „Hubble flow variance and the cosmic rest frame", D.L. Wiltshire, P.R. Smale, T. Mattsson, R. Watkins, http://arxiv.org/abs/1201.5371v2; 2012.

PRZYKŁADY ZADAŃ Z ROZWIĄZANIAMI

Zawody III stopnia (finał)
LV Olimpiady Astronomicznej 2011/2012.

ZADANIE 1. *Obserwator zauważył, że w pewnym momencie dwie jasne gwiazdy o znanych współrzędnych równikowych (α_1, δ_1) i (α_2, δ_2), świeciły jednocześnie w płaszczyźnie pierwszego wertykału.*

Opracuj algorytm, który dla tego zjawiska pozwoli wyznaczyć szerokość geograficzną φ miejsca obserwacji oraz moment obserwacji θ wyrażony w czasie gwiazdowym.

Według znalezionego algorytmu przeprowadź obliczenia dla:

a) α Aur ($5^h\,17{,}6^m$; $+46°\,01'$) i β Gem ($7^h\,46{,}1^m$; $+28°\,00'$),

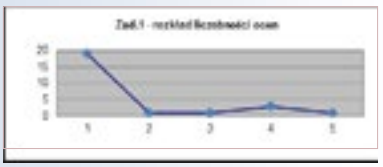
b) α Vir ($13^h\,25{,}9^m$; $-11°\,14'$) i α PsA ($22^h\,58{,}3^m$; $-29°\,33'$).

Zauważ, że płaszczyzna pierwszego wertykału jest prostopadła zarówno do płaszczyzny południka miejscowego, jak i do płaszczyzny horyzontu astronomicznego.

KOMENTARZ: Na ogół zadania wymagające wyobraźni przestrzennej okazują się trudne. Potwierdza to rozkład liczebności ocen uzyskanych przez uczestników (rysunek). Zadanie okazało się najtrudniejsze w całym zestawie zadań finałowych. Zaledwie pięciu uczestników zadanie rozwiązało (ocena 3-5) i aż 20 sobie z nim nie poradziło (ocena 1-2).

W tym przypadku należało wczuć się w rolę obserwatora, który zauważył pewną konfigurację gwiazd względem horyzontu astronomicznego. Jeśli obserwator znajdował się na półkuli północnej, to dla niego, ponad horyzontem w płaszczyźnie pierwszego wertykału, mogły być widoczne tylko gwiazdy o deklinacji dodatniej (pomijając nieistotny w tym zagadnieniu wpływ refrakcji atmosferycznej). Odwrotnie jest dla obserwatora na półkuli południowej. Ten, ponad horyzontem w pierwszym wertykale, mógł obserwować tylko gwiazdy o deklinacji ujemnej. Wynika stąd wniosek, że przypadek a) z treści zadania dotyczy obserwatora, który znajdował się na północ od równika ziemskiego, natomiast w przypadku b) szerokość geograficzna miejsca obserwacji była ujemna.

Kolejny element rozumowania wymagał uświadomienia sobie faktu, że dwie gwiazdy, jeśli tylko nie są względem siebie antypodyczne, wyznaczają na sferze niebieskiej jedno koło wielkie. Koło to będzie przecinało się z równikiem niebieskim w dwóch punktach, które są odpowiednikami punktów równonocy dla ekliptyki.



ROZWIĄZANIE: W celu zilustrowania problemu przyjmijmy na chwilę, że obie gwiazdy znajdują się na ekliptyce. W tym przypadku szukalibyśmy takiej szerokości geograficznej miejsca obserwacji, w której płaszczyzna ekliptyki może pokrywać się z płaszczyzną pierwszego wertykału. Sytuacja taka jest możliwa dla obserwatora znajdującego się na zwrotniku. Dla zwrotnika *Raka* nastąpi to o godzinie 6.00 miejscowego czasu gwiazdowego, a dla zwrotnika *Koziorożca* o 18.00. Punkt równonocy wiosennej będzie znajdował się wtedy na horyzoncie, dokładnie w punkcie zachodu. Dla półkuli północnej będziemy mieli $\varphi = \varepsilon$ i $\theta = 6^h$, zaś dla południowej: $\varphi = -\varepsilon$ i $\theta = 18^h$, gdzie ε jest nachyleniem ekliptyki do równika niebieskiego.

Teraz wystarczy zastąpić ekliptykę kołem wielkim na którym znajdują się zaobserwowane gwiazdy i można przystąpić do opracowania algorytmu. Wzorem olimpiad międzynarodowych, również uczestnicy naszego finału mieli do dyspozycji listę wybranych stałych astronomicznych i fizycznych wraz z uwagami i wskazówkami, z której przy rozwiązywaniu wszystkich zadań mogli korzystać. Na tej liście znajdowało się równanie ekliptyki we współrzędnych równikowych:

$$\operatorname{tg}\delta = \sin\alpha \operatorname{tg}\varepsilon$$

i przez analogię do niego można było napisać dwa równania dla szukanego koła wielkiego:

$$\operatorname{tg}\delta_1 = \sin(\alpha_1 - \alpha_0)\operatorname{tg} i,$$
$$\operatorname{tg}\delta_2 = \sin(\alpha_2 - \alpha_0)\operatorname{tg} i.$$

LVI Olimpiada Astronomiczna 2012–2013 trwa
http://planetarium.edu.pl/oa.htm

olimpiada astronomiczna ...

Powstawał układ dwóch równań na dwie niewiadome α_0 oraz i, które definiowały nam szukane koło wielkie, przy czym α_0 jest rektascensją punktu przecięcia koła wielkiego z równikiem niebieskim (chodzi o punkt, który jest odpowiednikiem punktu równonocy wiosennej), natomiast kąt i jest kątem między płaszczyznami szukanego koła i równika niebieskiego (odpowiednik ε).

Po zastosowaniu wzoru na sinus różnicy kątów $\{\sin(\alpha - \beta) = \sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta\}$ otrzymamy po kilku przekształceniach:

$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{\operatorname{tg}\delta_2 \sin\alpha_1 - \operatorname{tg}\delta_1 \sin\alpha_2}{\operatorname{tg}\delta_2 \cos\alpha_1 - \operatorname{tg}\delta_1 \cos\alpha_2}, \text{ a stąd } \alpha_0$$

oraz $$\operatorname{tg} i = \frac{\operatorname{tg}\delta_1}{\sin(\alpha_1 - \alpha_0)} = \frac{\operatorname{tg}\delta_2}{\sin(\alpha_2 - \alpha_0)}, \text{ a stąd } i.$$

Ostatecznie dla półkuli północnej: $\varphi = i$ oraz $\theta = \alpha_0 + 6^h$, natomiast dla półkuli południowej: $\varphi = -i$ oraz $\theta = \alpha_0 + 18^h$.

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymamy
w przypadku a): $\varphi = +48°\,52$, oraz $\theta = 3^h\,36{,}8^m$,
w przypadku b): $\varphi = -50°\,46$, oraz $\theta = 18^h\,48{,}6^m$.

Należy pamiętać, że analizowany układ równań trygonometrycznych daje w ogólności dwa rozwiązania (punkty antypodyczne na powierzchni Ziemi) i należy wybrać z nich to właściwe.

Część uczestników wyprowadzała równanie koła wielkiego przechodzącego przez dwa punkty (przez dwie gwiazdy), korzystając z podstawowych wzorów trygonometrii sferycznej, również zamieszczonych wśród wskazówek listy stałych. Przyjmowano, że w wierzchołku C trójkąta sferycznego znajdowała się jedna z gwiazd, a wierzchołek B był odpowiednikiem punktu równonocy wiosennej, czyli przecięciem równika niebieskiego z szukanym kołem wielkim. W związku z tym bokami trójkąta sferycznego były: fragment koła godzinnego (bok $b = \delta$), fragment koła wielkiego (bok a) i fragment równika niebieskiego (bok $c = \alpha - \alpha_0$). Kąt A był kątem prostym, a kąt $B = i$. Dodatkowo wierzchołek B powinien znajdować się na horyzoncie, dokładnie w punkcie zachodu.

Uwzględniając $A = 90°$ w dwóch pierwszych z podanych wzorów trygonometrii sferycznej:

$$\sin a \sin B = \sin b$$
$$\sin a \cos B = \cos b \sin c$$

i redukując $\sin a$, otrzymywano: $\operatorname{tg} b = \sin c \operatorname{tg} B$,
a po podstawieniu: $\operatorname{tg}\delta = \sin(\alpha - \alpha_0)\operatorname{tg} i$,
czyli zależność stosowaną wcześniej w układzie równań. Większość uczestników niestety gubiła się w rachunkach, nie dochodząc do efektywnego algorytmu.

Marek T. Szczepański

Finaliści LV Olimpiady Astronomicznej podczas rozwiązywania zadań. Fot. Damian Jabłeka

Sky-Watcher®

DELTA optical

bliżej pasji

DOBSON 8"
ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 203 MM
OGNISKOWA: 1200 MM

DOBSON 10"
ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 254 MM
OGNISKOWA: 1200 MM

DOBSON 12"
ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 305 MM
OGNISKOWA: 1500 MM

DOBSON ROZSUWANY

SKY-WATCHER DOBSON 8"	1.519,-
SKY-WATCHER DOBSON 10"	2.299,-
SKY-WATCHER DOBSON 12"	3.799,-
SKY-WATCHER DOBSON 14"	5.999,-
SKY-WATCHER DOBSON 16"	7.899,-

DOBSON KLASYCZNY

SKY-WATCHER DOBSON 130	699,-
SKY-WATCHER DOBSON 6"	899,-
SKY-WATCHER DOBSON 8"	1.149,-
SKY-WATCHER DOBSON 10"	1.799,-

PROMOCJA ŚWIĄTECZNA
PROMOCJA WAŻNA DO WYCZERPANIA ZAPASÓW

DO KLASYCZNEGO MODELU **DOBSON 8"**
OKULAR SKY-WATCHER SWA 58° 6 mm **GRATIS** !

Teleskop zwierciadlany systemu Newtona oparty na azymutalnym montażu typu Dobsona to propozycja dla znakomitej większości miłośników astronomii. Atrakcyjna cena, prostota montażu, imponujące gabaryty i mnogość funkcji – to cechy, które robią wrażenie! Teleskopy tego typu należą do grupy **najczęściej używanych przyrządów do obserwacji nieba**, ponieważ dzięki nim ujrzymy nawet najsłabiej widoczne w warunkach amatorskich mgławice, gromady gwiazd i galaktyki. Teleskopy oparte na montażu Dobsona polecamy wszystkim miłośnikom astronomii, którzy pragną dokonywać satysfakcjonujących obserwacji dziesiątek tysięcy obiektów nocnego nieba. Tekeskopy te doskonale sprawdzą się również w obserwacjach Księżyca i planet. **Szczególnie polecamy model 8", jeden z najpopularniejszych teleskopów w Polsce.**

www.deltaoptical.pl ★ blog: www.deltasky.pl ★ www.facebook.com/Delta.Optical.Polska

Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786.05.20

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Deloitte House (od H.Westin), T. 25 786.05.28

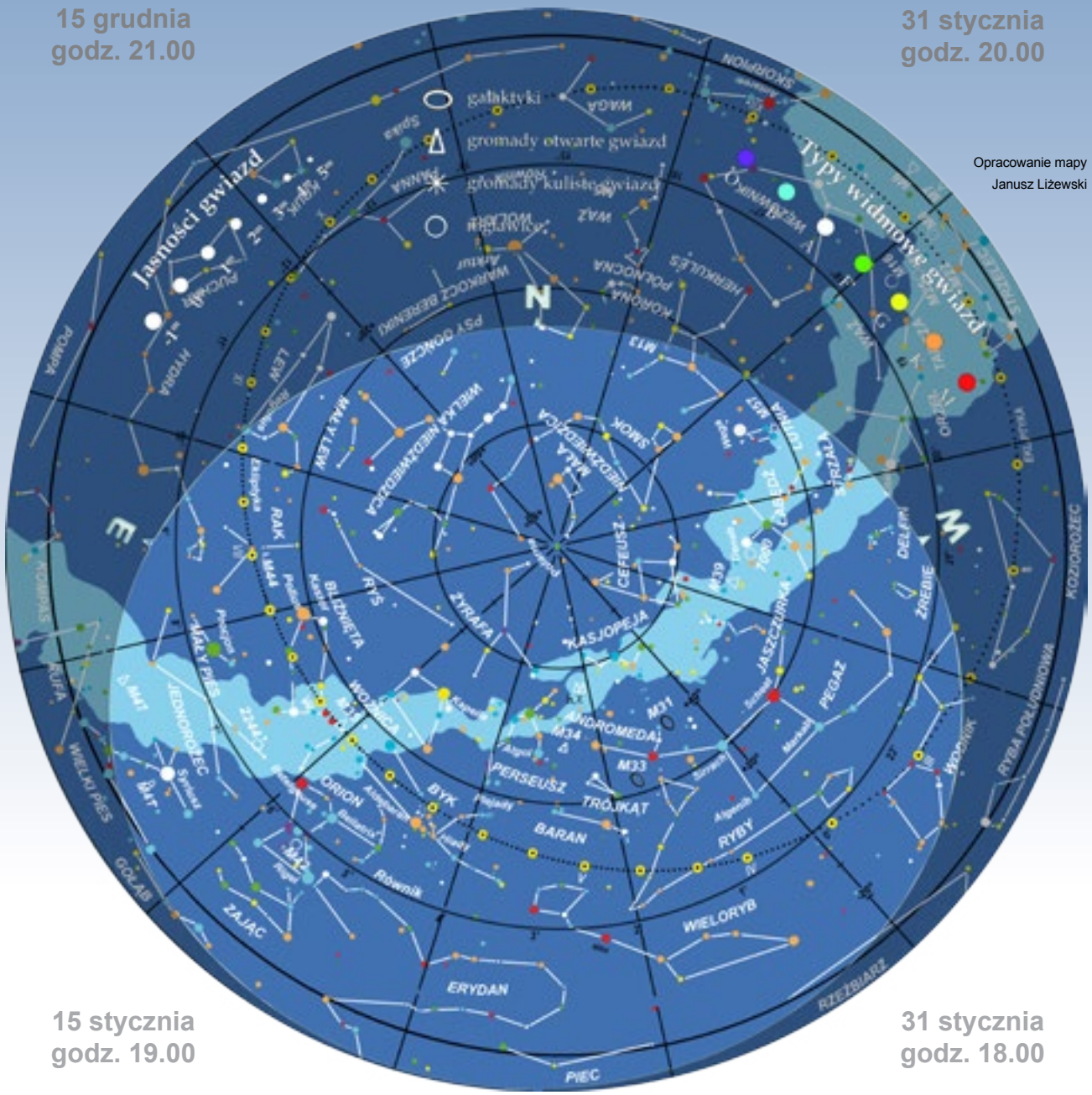
Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729.94.90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739.52.10

Niebo nad Polską widziane z Torunia

15 grudnia
godz. 21.00

31 stycznia
godz. 20.00



Opracowanie mapy
Janusz Liżewski

15 stycznia
godz. 19.00

31 stycznia
godz. 18.00

Powyższa mapa przedstawia przybliżony wygląd nieba nad Toruniem odpowiadający wybranym datom i godzinom (w czasie urzędowym). Niemal to samo widzą wszyscy obserwatorzy na terenie Polski o godzinie różniącej się o poprawkę wynikającą z długości geograficznej (patrz mapka obok).

Na sąsiedniej stronie prezentujemy diagram pozwalający odczytać warunki widoczności w Toruniu nad horyzontem Księżyca i widocznych gołym okiem planet (wschody, górowania, zachody). Odpowiedni moment odczytujemy z osi poziomej w dniu wskazanym na osi pionowej. Linie wschodu i zachodu Słońca oraz linie świtu i zmierzchu astronomicznego wyodrębniają z każdej doby: dzień (kolor pomarańczowy), czas występowania poświaty słonecznej (jasnobłękitny) oraz porę nocy wolnej od rozproszonego światła słonecznego (ciemnoniebieski). Odczytane z diagramu przybliżone czasy są podane dla Torunia w czasie

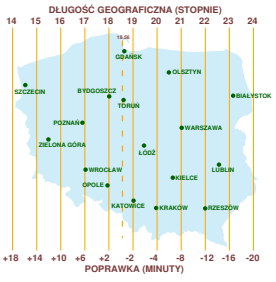
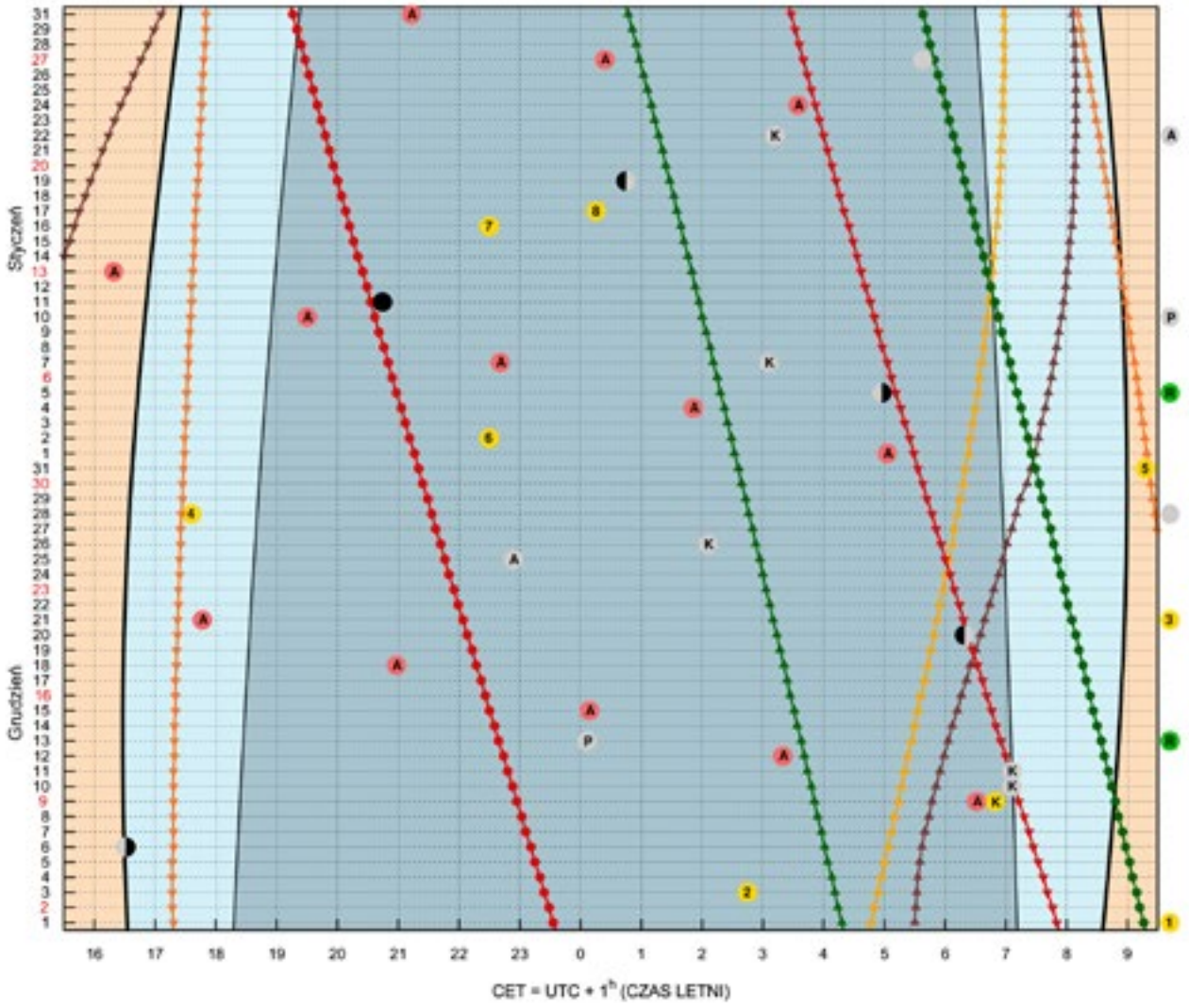


Diagram wschodów, górowań i zachodów

Grudzień 2012 - Styczeń 2013



Księżyc

Ostatnia kwadra	06 XII 16^h31^m, 05 I 04^h58^m
Nów	13 XII 09^h42^m, 11 I 20^h44^m
Pierwsza kwadra	20 XII 06^h19^m, 19 I 00^h45^m
Pełnia	28 XII 11^h21^m, 27 I 05^h38^m
P Perygeum	13 XII 00^h07^m, 10 I 11^h20^m
A Apogeum	25 XII 22^h06^m, 22 I 11^h45^m

K **Złączenia z:** Saturnem 10 XII 07^h06^m (5,1°), 07 I 03^h06^m (4,6°); Wenus 11 XII $07h06^m$ (4,1°); Jowiszem 26 XII 02^h06^m (1,3°), 22 I 03^h12^m (1,7°)

Wydarzenia

1. 01 XII 15^h53^m Jowisz w minimalnej odległości od Ziemi
2. 03 XII 02^h45^m Jowisz w opozycji
3. 21 XII 11^h12^m Przesilenie zimowe, początek astronomicznej zimy
4. 28 XII 17^h36^m Kometa C/2012 K5 LINEAR w maksimum blasku
5. 31 XII 09^h18^m Kometa C/2012 K5 LINEAR w minimalnej odległości od Ziemi
6. 02 I 22^h30^m Ziemia w peryhelium
7. 16 I 22^h30^m Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej
8. 17 I 00^h16^m Wenus niedaleko Plutona (3,3° N)

K **Złączenia planet:** 09 XII 06^h50^m Merkury-Wenus (6,5°).

Linie wschodów i zachodów

	wschód	górowanie	zachód
Merkury			
Wenus			
Mars			
Jowisz			
Saturn			
Księżyc			

Roje meteorowe: 13 XII Geminidy (ZHR=90), 5 I Kwadrantydy (ZHR=130)

A **Algol - minima:** 09 XII 06^h31^m, 12 XII 03^h20^m, 15 XII 00^h09^m, 17 XII 20^h58^m, 20 XII 17^h47^m, 01 I 05^h03^m, 04 I 01^h52^m, 06 I 22^h41^m, 09 I 19^h30^m, 12 I 16^h19^m, 24 I 03^h35^m, 27 I 00^h24^m, 29 I 21^h13^m

OLSZTYŃSKIE PLANETARIUM I OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE

urzędowym. Przybliżonego przeliczenia momentów wschodów, górowań i zachodów dla innych miast można dokonać, dodając do wartości odczytu poprawki na długość geograficzną (mapka Polski).

Pod diagramem wyszczególniono najciekawsze konfiguracje planet i Księżyca oraz inne zjawiska. Podane w czasie urzędowym momenty tych zjawisk nie zależą od położenia nad horyzontem, a więc zachodzą jednocześnie niezależnie od miejsca obserwacji.

Gwiazdozbiory

W ostatnich tygodniach jesieni nad wieczornym horyzontem można obserwować zarówno jesienne, jak i zimowe gwiazdozbiory. Te jesienne widnieją na południowo-zachodnim niebie, a na południowo-wschodnim, z dnia na dzień coraz wcześniej, pojawiają się zimowe. Znajduje się w nich więcej jasnych gwiazd niż w pozostałych porach roku, co ułatwia rozpoznanie poszczególnych konstelacji. Dzięki jasnym gwiazdom niemal rzucają się w oczy asteryzmy charakterystyczne dla tej pory roku. Jednym z nich jest Trójkąt Zimowy. Składa się na niego gwiazda Betelgeza (0,45 mag.) z gwiazdozbioru Oriona, Procjon (0,40 mag.) z Małego Psa – tworzą podstawę Trójkąta – oraz Syriusz (–1,45 mag.) z Wielkiego Psa w wierzchołku skierowanym ku horyzontowi. Na przełomie grudnia i stycznia około 23.30 południk dzieli ów trójkąt na pół.

Kolejny charakterystyczny układ gwiazd znajduje się zaraz obok Trójkąta Zimowego – w Orionie. Tworzą go trzy gwiazdy ułożone w linii wskazującej na Syriusza. Są to Alnitak (1,85 mag), Alnilam (1,65 mag.) oraz Mintaka (2,40 mag.), a cały układ nazywa się Pasem Oriona. Te trzy gwiazdy znajdujące się dość blisko siebie na niebie, w rzeczywistości nie są powiązane grawitacyjnie i znajdują się w odległościach odpowiednio: 820, 1340 i 920 lat świetlnych od Układu Słonecznego.

Zima to idealny czas na obserwacje kolorów gwiazd nawet nieuzbrojonym okiem. Pozostając jeszcze w obrębie Trójkąta Zimowego, warto przenieść wzrok na znajdującą się w prawym kącie jego podstawy Betelgezę. W odróżnieniu od Rigla (0,15 mag.), którego odnajdziemy po przeciwnej stronie Pasa Oriona, da się zauważyć, że ma pomarańczowy odcień, natomiast Rigel jest biały z niebieskim zabarwieniem. Kolory te są oczywiście manifestacją temperatury na powierzchniach tych gwiazd. β Orionis (Rigiel) to olbrzym, który przy powierzchnio-

Ilustracja 1. Mapka południowej strony nieba 31.12.2012 o 23.30. Zielony trójkąt oznacza gwiazdy Trójkąta Zimowego. Pomarańczowa, przerywana ramka otacza obszar przedstawiony na ilustracji 2 (Stellarium, Gimp)

Polecamy do obserwacji

M42

Najwyraźniejszym zimowym gwiazdozbiorem jest Orion. Już w listopadzie można go było oglądać w drugiej połowie nocy. Okres dobrej widoczności tej konstelacji potrwa co najmniej do końca lutego. W styczniu, około godziny 22.00 zobaczymy go nad południowym horyzontem. W Orionie znajduje się wiele ciekawych obiektów, którym warto poświęcić czas obserwacyjny. Nieuzbrojonym okiem można zauważyć różnicę kolorów dwóch najjaśniejszych gwiazd gwiazdozbioru: Rigla i Betelgezy. Przez teleskop dostrzeżemy gromady otwarte gwiazd, mgławice refleksyjne, mgławice ciemne i emisyjne mgławice gazowo-pyłowe. Spośród wielu interesujących obiektów jednym z najciekawszych i niezbyt trudnym w obserwacji jest Wielka Mgławica w Orionie, czyli M42 według klasyfikacji Charles'a Messiera. Została odkryta przez francuskiego astronoma Nicolas-Claude Fabri de Peiresc w 1610 r.

M 42 znajduje się 1300 lat świetlnych od Układu Słonecznego. Na niebie zajmuje obszar o powierzchni ponad czterech tarcz Księżyca, a w rzeczywistości rozciąga się na 28 lat świetlnych. Gaz i pył w niej zawarty jest doskonale widoczny nawet przez niewielki (np. o średnicy 8 cm) teleskop, jeśli skieruje się go na jej centrum. Tam znajduje się młoda gromada otwarta gwiazd, tzw. Trapez Oriona, odkryta przez Galileusza w 1617 r. Gwiazdy wchodzące w jej skład są bardzo masywne, gorące i jasne. To ich blask oświetla i pobudza do świecenia gaz i pył Wielkiej Mgławicy. Całość stanowi przykład galaktycznej wylęgarni gwiazd. Znajduje się w niej nie jedna, a cały kompleks mgławic, w których do dziś powstają nowe gwiazdy. W jego skład wchodzą ciemne mgławice gazowo-pyłowe, blokujące światło gwiazd i jawiące się jako czarne pasma. Kolejnym składnikiem kompleksu są mgławice emisyjne. Obserwujemy je dzięki gwiazdom znajdującym się w ich pobliżu lub w ich wnętrzach, pobudzających do świecenia gaz w nich zawarty. W zależności od tego, jakie pierwiastki je tworzą, emitowane jest światło o różnej barwie.

Energia promieniowania tych jednych z najmłodszych gwiazd w Galaktyce rozdmuchuje otaczającą materię, umożliwiając dostrzeżenie jej wewnętrznych obszarów. Zdjęcia z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a ukazują rozsiane po mgławicy tzw. protogwiazdy. Są to zalążki nowych gwiazd tworzone przez gęste skupiska materii. Widoczne są jako swoiste „kłaczki na zmechaconej mgławicy".

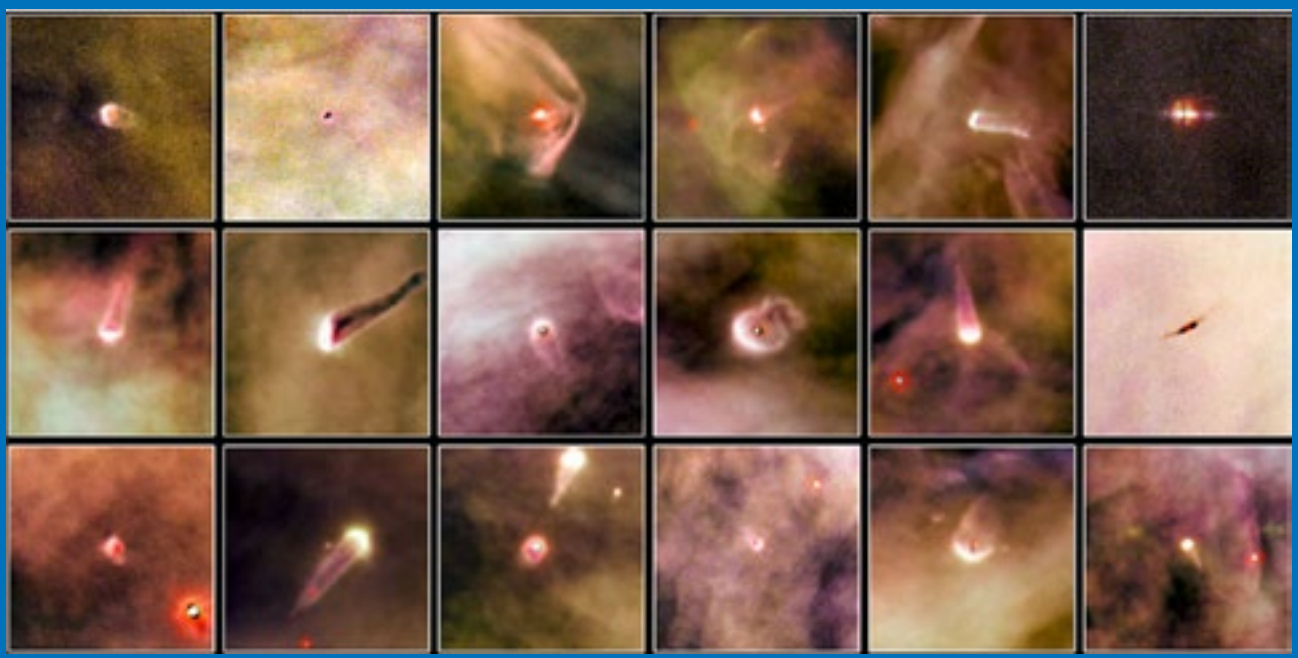
Ich charakterystyczny, wydłużony kształt tworzony jest przez oddziaływanie materii kłaczka z wiatrem gwiazdowym pobliskich

wej temperaturze 12 000 K świeci 100 000 razy jaśniej niż nasza Dzienna Gwiazda. α Ori (Betelgeza) jest pulsującym czerwonym superolbrzymem. Temperatura powierzchniowa α Orionis to około 3100 K i jest dużo niższa niż Rigla. Mimo to jej rozmiary sprawiają, że świeci prawie tak jasno jak β Ori. W zimowe wieczory podziwiać można co najmniej jeszcze kilka gwiazd o odmiennym zabarwieniu niż większość obiektów nocnego nieba. Jedną z nich jest Aldebaran (α Tauri). Znajduje się w konstelacji Byka, który wraz z Orionem, w scenie walki, został uwieczniony na niebie przez mitycznego Zeusa (Byka rozpoznawali już starożytni Egipcjanie i Celtowie). Aldebaran (0,85 mag.) znajduje się w początkowej części rogów Byka, na tle gromady otwartej Hiad. Jest to kolejny czerwony olbrzym, który znajduje się około 10-krotnie bliżej Układu Słonecznego niż Betelgeza i Rigel. Dzięki temu łatwo go rozpoznać po wyraźnie czerwonym zabarwieniu. Przez najbliższe dwa miesiące w pobliżu Aldebarana przesuwał się będzie Jowisz. Zaburzy delikatnie wizualny układ gwiazdozbioru Byka, ale za to będzie dobrym kontrastem dla koloru α Tau. To jeszcze nie koniec kolorowych gwiazd. Kolejne, które można rozpoznać nieuzbrojonym okiem, znajdują się w konstelacji Woźnicy i Wolarza. W Woźnicy, położonym bezpośrednio nad Orionem i Bykiem, kolorem pomarańczowożółtawym odznacza się jego najjaśniejsza gwiazda – Kapella (0,05 mag.). Natomiast w Wolarzu pomarańczowoczerwony odcień ma jego najjaśniejsza gwiazda – Arktur (0,15 mag.). Wymienione obiekty to większość gwiazd, których kolory można dostrzec, nie posługując się teleskopem. Pozostałe nie wyróżniają się zabarwieniem. Jednak jeśli dobrze się przyjrzeć, te jasne czasami również błyskają kolorami, szczególnie gdy świecą nisko nad horyzontem. Wyraźnie widoczne to jest w przypadku Syriusza – najjaśniejszej gwiazdy na niebie. Na naszych szerokościach geograficznych nie wznosi się ona wysoko nad horyzont. To sprawia, że często mieni się różnymi kolorami rozszczepionymi przez działającą jak pryzmat ziemską atmosferę. Jeśli w takich warunkach spojrzeć na Syriusza lub inną jasną gwiazdę przez teleskop z dużym powiększeniem, oczom ukazać się może „sygnalizacja świetlna" – trzy różnokolorowe Syriusze zamiast jednego.

Ilustracja 2. Fragment gwiazdozbioru Oriona, w którym pod Pasem Oriona znajduje się Wielka Mgławica Oriona – M42 (Stellarium, Gimp)

Zimowe niebo przynosi również nowe, fascynujące obiekty do obserwacji. Jednym z nich jest Wielka Mgławica w Orionie (ilustracja 2).

Gaz i pył w niej zawarte są doskonale widoczne nawet przez niewielki (np. o aperturze 8 cm) teleskop, jeśli skieruje się go na jej centrum. Tam znajduje się młoda gromada otwarta


Protogwiazdy z M42. Źródło: NASA/Hubble

gwiazd, Trapez Oriona. Blask gwiazd tej gromady uwidacznia stowarzyszony z nią gaz i pył. Całość stanowi piękny przykład galaktycznej wylęgarni gwiazd. Po lewej stronie Oriona jest gwiazdozbiór Jednorożca, wprowadzony na niebo w XVII w. Znajduje się w nim młoda, mająca jedynie 80 mln lat (na Ziemi wówczas królowały dinozaury) gromada otwarta M50 (5,90 mag.), licząca około 200 gwiazd odległych o 3 tysiące lat świetlnych. Nad Jednorożcem świeci Procjon w Małym Psie, a nad nim Polluks i Kastor, oznaczając głowy Bliźniąt, których stopy są położone przy maczudze Oriona. W konstelacji Bliźniąt również znajduje się jasna gromada otwarta M35 (5,10 mag.). Po lewej stronie Bliźniąt, między nimi a gwiazdozbiorem Lwa, jest gwiazdozbiór Raka. Niełatwo go dostrzec, ponieważ składa się z gwiazd około 4 wielkości gwiazdowej, które w wielu miastach są już niedostrzegalne nieuzbrojonym okiem. Warto jednak odszukać tę konstelację i skierować teleskop w jej centrum, pomiędzy gwiazdy Asellus Borealis i Asellus Australis. Między nimi, o rozmiarach kątowych ponad 1,5°, jest umiejscowiona gromada otwarta Żłóbek (inne nazwy: Praesepe, M44; jasność 3,10 mag.), spoza miasta widoczna jako mała mgiełka. Najlepiej podziwiać ją przez lornetkę na statywie lub teleskop o małym powiększeniu. W tym samym gwiazdozbiorze leży również M67 – kolejna gromada otwarta gwiazd o jasności jedynie 7,5 mag. i rozmiarach kątowych 20'. Mimo że jest słabym obiektem, do którego obserwacji niezbędny jest teleskop, ale bardzo ciekawa ze względu na wiek. Badania spektroskopowe szacują ją na 5 mld lat, a większość gromad otwartych liczy kilka lub kilkaset milionów lat.

Pod koniec stycznia zimowe gwiazdozbiory w pełni opanują wieczorne niebo, ozdabiając noc kolorowymi gwiazdami aż do wiosny.

Słońce

Na początku grudnia, gdy do pierwszego dnia zimy zostaje mniej niż trzy tygodnie, Słońce świeci już bardzo nisko nad horyzontem na tle gwiazdozbioru Wodnika. Pozostanie w nim do 18 grudnia, kiedy to wkroczy w konstelację Strzelca. Trzy dni później, 21 XII wzniesie się nad horyzont na najniższą wysokość w roku 13,5° – nastąpi przesilenie zimowe. Będzie to najkrótszy dzień w roku, w którym od wschodu do zachodu Słońce przewędruje w czasie 7^h34^m. Dzień ten będzie krótszy od najdłuższego dnia o ponad 9^h22^m, a gdy wybije 11.12, rozpocznie się astronomiczna zima.

19 stycznia Słońce z gwiazdozbioru Strzelca przejdzie do Koziorożca. Dzień wcześniej Merkury znajdzie się w koniunkcji górnej ze Słońcem. W tym czasie również Wenus zbliżać się będzie do Słońca, aby w marcu przesunąć się na niebo wieczorne. Zimowych dni nie ogrzeje trochę mniejsza niż w lecie odległość Ziemi od Słońca. 2 stycznia 2013 r. Ziemia znajdzie się w minimalnej odległości od naszej Dziennej Gwiazdy, w tak zwanym peryhelium – w odległości 0,98 jednostki astronomicznej.

Planety

Gdy Słońce będzie wędrować na tle gwiazdozbiorów Wężownika i Strzelca, **Merkury** po maksymalnej elongacji zachodniej z 4 grudnia zbliża się na niebie do Słońca. Z dnia na dzień warunki jego obserwacji ulegają pogorszeniu. Najlepszym więc czasem na podziwianie tej najmniejszej planety Układu Słonecznego jest początek grudnia, gdy godzinę przed wschodem Słońca będzie świeciła (w towarzystwie Wenus) prawie 8,5° nad południowo-wschodnim horyzontem z jasnością –0,20 mag. 4 stycznia Merkury znajdzie się w aphelium – największej odległości na swojej orbicie (0,47 j.a.) od Słońca.

Na początku grudnia, godzinę przed wschodem Słońca **Wenus** – jako Gwiazda Poranna (Jutrzenka) – w towarzystwie Merkurego i Saturna świeci na tle konstelacji Wagi z jasnością –3,90 mag., około 13° nad południowo-wschodnim horyzontem. W pierwszych dniach miesiąca bliżej będzie planety z pierścieniami, lecz każdego kolejnego poranka zbliża się do pierwszej planety od Słońca. 11 XII, gdy Księżyc (na dwa dni przed nowiem) znajdzie się 4,5° na zachód od Wenus, dostrzeżemy Merkurego 6,5° na południowy wschód, a Saturna ponad 16° na północny zachód. Z upływem grudnia, przed wschodem Słońca, Wenus świeci coraz niżej nad horyzontem. Na przełomie miesięcy będzie to już jedynie około 4°. W styczniu wysokość ta nadal maleje, a około 10 I łuna wschodzącego Słońca uniemożliwi obserwacje planety. Przez resztę miesiąca Wenus będzie zmniejszała odległość od Słońca na tle gwiazdozbioru Strzelca, tak aby pod koniec kwietnia jasno świecić już jako Gwiazda Wieczorna.

Dyski protoplanetarne w M42. Źródło: NASA/Hubble

gwiazd. Ich „ogony", podobnie jak warkocze komet skierowane od Słońca, wskazują w przeciwną stronę niż znajduje się produkująca wiatr pobliska gwiazda. Wewnętrzna grawitacja protogwiazd ściska je coraz bardziej, prowadząc do powstawania w ich miejsce nowych gwiazd i systemów planetarnych, tak jak to miało miejsce w przypadku Układu Słonecznego. Za pomocą Kosmicznego Teleskopu Hubble'a odkryto również dyski protoplanetarne wokół tworzących się tam gwiazd, będące zalążkami odległych systemów planetarnych.

Oznaczenie M42 odnosi się w rzeczywistości do centrum dużo większej chmury gazu i pyłu, rozciągającej się na niebie na prawie 10°! Nazywana jest Chmurą Oriona. Zawiera między innymi słynną mgławicę Koński Łeb czy Pętlę Barnarda.

Z dala od świateł miejskich mgławicę w Orionie dostrzec można nieuzbrojonym okiem jako mgiełkę o jasności 4 mag. Przez lornetkę dostrzeżemy charakterystycznie ukształtowany gaz. Za pomocą niewielkiego (np. 70 mm) teleskopu uda się rozdzielić gwiazdy gromady Trapez. Jedna z nich – BM Orionis – jest nietypową gwiazdą zmienną, podobną być może do intensywnie obserwowanej na całym świecie w latach 2009–2011 ε Aurigae. Niestety światło mgławicy musi pokonać bardzo długą drogę do naszych oczu i z tego powodu nawet przez duże teleskopy nie dostrzeżemy jej kolorów. Dopiero wykonanie zdjęcia pozwala uwidocznić szczegóły mgławicy. Aparat cyfrowy czy kamera CCD ukażą nam prawdziwe kolory i położenie świecącego gazu różnego rodzaju.

Badania takich mgławic pozwalają określić skład chemiczny ośrodka międzygwiazdowego oraz lepiej poznać procesy tworzenia i początkowe etapy ewolucji gwiazd oraz układów planetarnych.

Piotr Wychudzki

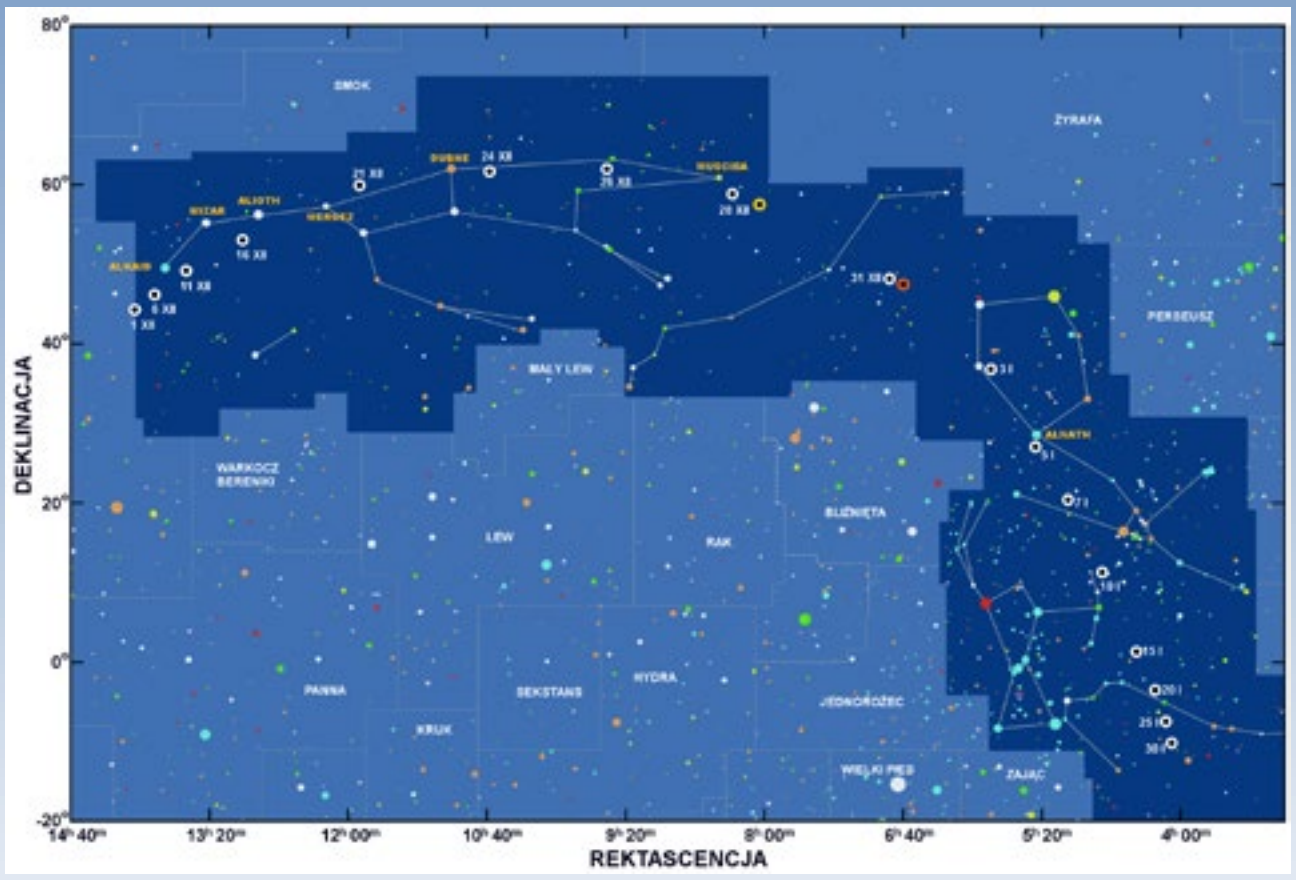
Planetę **Mars**, w przeciwieństwie do Wenus, w grudniu i styczniu zobaczymy wieczorami. W tym czasie, godzinę po zachodzie Słońca, świecąc na czerwonawo z jasnością 1,2 mag. będzie widoczny nad południowo-zachodnim horyzontem na tle gwiazdozbioru Strzelca. Mars ustawicznie zbliża się na niebie do Słońca, zmniejszając wysokość nad horyzontem z około 6,5° na początku grudnia do około 5° pod koniec stycznia. Niestety z powodu niedużej wysokości nad horyzontem obserwację Marsa skutecznie utrudnia słoneczna łuna. 25 XII planeta przejdzie do konstelacji Koziorożca, w której spędzi resztę miesiąca i prawie cały styczeń. 24 i 25 XII Mars będzie się przemieszczał na niebie blisko M75 – jednej z najgęstszych gromad kulistych. Mimo iż znajdzie się jedynie 0,5° od gromady, ze względu na łunę zachodu i niewielką wysokość nad horyzontem obserwacja tych obiektów może być niezwykle trudna nawet przez duże teleskopy. 12 I Mars znajdzie się w odległości około 0,5° od gwiazdy θ Capricorni (4,1 mag.) – białego karła o temperaturze powierzchniowej około 10 000 K, odległego od Ziemi o około 158 lat świetlnych. 17 I Mars znajdzie się w odległości zaledwie 15' od kolejnej gwiazdy Koziorożca – ι Capricorni – o dość słabej jasności jak na warunki miejskie, 4,3 mag. Kilka dni później w odległości ponad 1,5° minie gwiazdę Nashira (22 I; 3,7 mag.) i Deneb Algedi (24 I; 2,9 mag.). Obie są położone blisko ekliptyki i mogą być przesłaniane przez Księżyc i rzadziej przez planety. Nashira to białoniebieski olbrzym odległy o około 140 lat świetlnych. Natomiast Deneb Algedi to układ podwójny, zaćmieniowy, oddalony od Ziemi o 39 lat świetlnych. Od 29 I Mars przemieszcza się po niebie na tle Wodnika. Obserwacje

Ilustracja 3. Merkury, Wenus i Saturn na porannym niebie 6 grudnia, godzinę przed wschodem Słonca (Stellarium, GIMP)

planety w ostatnich dniach stycznia będą niezwykle trudne z powodu łuny zachodzącego Słońca i położenia jedynie około 5° nad horyzontem.

Jesień i zima to sezon na **Jowisza**! Już 1 grudnia zbliży się na najmniejszą odległość 4,07 j.a. od Ziemi, a 3 grudnia znajdzie się w opozycji. Wówczas jego jasność wyniesie –2,8 mag., a tarcza planety przybierze rozmiar ponad 48,5''. Obiekty znajdujące się w opozycji, czyli po przeciwnej stronie nieba niż Słońce, wschodzą w momencie zachodu Słońca i górują około północy. Tego dnia Jowisz przetnie lokalny południk o 23.32 i będzie to najlepszy w roku czas na obserwacje planety. W momencie górowania po wschodniej stronie planety znajdą się dwa spośród księżyców galileuszowych. Licząc od Jowisza, będzie to Io (5,4 mag.) i Ganimedes (5,0 mag.). Po zachodniej będą obecne pozostałe dwa, czyli Europa (5,7 mag.) i Callisto (6,0 mag.). Jowisz podczas opozycji świeci w gwiazdozbiorze Byka, w którym pozostanie aż do lata. Z upływem dni będzie górował coraz wcześniej, wschodząc przedtem nad horyzont coraz szybciej przed zachodem Słońca. W połowie

Centralny obszar M42 sfotografowany 13 stycznia 2010 r. w OPiOA za pomocą teleskopu Meade 10" i kamery CCD SBiG ST8-XMEI



Ilustracja 4. Na mapie nieba biało-czarnymi okręgami zaznaczono kolejne położenia komety C/2012 K5 na tle gwiazdozbiorów. Żółto-czarny okrąg oznacza położenie w momencie maksymalnej jasności, a pomarańczowo-czarny w momencie minimalnej odległości od Ziemi

grudnia, godzinę po zachodzie Słońca, może być widoczny jako jedna z pierwszych „gwiazd", prawie 14° nad wschodnim horyzontem. W połowie stycznia, o podobnej porze, będzie świecił już 40° nad południowo-wschodnim horyzontem z jasnością –2,5 mag., natomiast południk przetnie o 20.23 na wysokości 57,8°. W okresie opozycji Jowisz znajdzie się na rozgwieżdżonym niebie w kilku ciekawych sytuacjach. 12 XII będzie widoczny niedaleko najjaśniejszej gwiazdy Byka – Aldebarana. Ta czerwonawa gwiazda widnieje około 4,7° na południowy wschód od planety. 25 XII Księżyc w apogeum i na dwa dni przed pełnią znajdzie się około 2° od Jowisza. Obiekty te będą widoczne w otoczeniu gromad otwartych: Plejad (8° na północny zachód) i Hiad (3,5° na południowy wschód). W styczniu Jowisz przesuwał się będzie na tle gwiazd pomiędzy tymi gromadami, a 21 I ponownie spotka się w ich towarzystwie z Księżycem odległym od niego tym razem o 4°.

Saturn, podobnie jak Wenus i Merkury, świeci w grudniu w łunie wschodzącego Słońca jak gwiazda o jasności 1,34 mag., stąd odnalezienie go na rozświetlonym niebie może być kłopotliwe. Na szczęście, jak wspomniano wcześniej, na grudniowym niebie znajduje się w pobliżu Wenus, którą nawet o świcie bez problemów uda się dostrzec. Pierwszego grudnia, godzinę przed wschodem Słońca, Saturna od Wenus dzieli 4,7° w kierunku północno-zachodnim. Z poranka na poranek, w wyniku zbliżania się Wenus do Słońca, odległość ta będzie szybko rosła i już w połowie grudnia wyniesie ponad 20°. Jednak równocześnie Saturn wschodzi coraz wcześniej i 15 XII nad horyzontem pojawi się ponad 4 godziny przed wschodem Słońca. Wtedy łatwo go odnaleźć, ponieważ jawi się na ciemnym, południowo-wschodnim niebie jako niemigocząca gwiazda. Jeszcze w pierwszych dniach grudnia Saturn będzie widoczny na tle Panny, gdzie odszukanie planety może wspomóc najjaśniejsza gwiazda tej konstelacji – Spika. W połowie miesiąca znajdzie się w Wadze (przejście 6 XII), gdzie będzie świecił na linii łączącej Spikę i Wenus.

Natomiast kilka dni wcześniej, 10 XII, godzinę przed wschodem Słońca, 5,5° w kierunku południowym od Saturna obecny będzie Księżyc na dwa dni przed nowiem. Do podobnego zbliżenia dojdzie 7 I, lecz tym razem Księżyc, na 4 dni przed nowiem, znajdzie się w odległości 6° od planety.

Grudzień i styczeń to nadal dobry czas do obserwacji **Urana** (5,8 mag.). Przez cały ten czas będzie widoczny na wieczornym niebie w gwiazdozbiorze Ryb. **Neptuna** (7,9 mag.) można odnaleźć w gwiazdozbiorze Wodnika. Do jego obserwacji należy przyłożyć się w grudniu i na początku stycznia, gdyż w drugiej połowie stycznia, godzinę po zachodzie Słońca, będzie już mniej niż 18° nad horyzontem i nawet przez teleskop trudno go wypatrzeć w łunie zachodu. Pod koniec stycznia, około 3,5° na południowy zachód od Neptuna obecny będzie Mars.

Komety i meteory

W okresie zimowego przesilenia ciekawostką nocnego nieba może stać się kometa LINEAR C/2012 K5. Niektóre ekstrapolacje jej jasności na przełom grudnia i stycznia sugerują, iż osiągnie jasność około 5 mag. i wówczas poza miastem, przy sprzyjających warunkach pogodowych, mogłaby być widoczna nawet nieuzbrojonym okiem! Kometa została odkryta 28 maja 2012 r. w przeglądzie LINEAR (poszukującym asteroid), na którego zdjęciach miała wówczas jasność 18,5 mag. Maksimum blasku C/2012 K5 szacuje się na 28 grudnia 2012 r., kiedy na niebie jawić się może jako mgiełka o całkowitej jasności 8 lub nawet 5 mag. Dodatkowo, obiekt ten będzie przemierzał gwiazdozbiory po drodze bardzo korzystnej dla obserwatorów północnego nieba (ilustracja 4).

Aby dostrzec kometę w pierwszych dniach grudnia, dwie godziny po zachodzie Słońca, teleskop należy skierować w gwiazdozbiór Wielkiej Niedźwiedzicy, około 4° na wschód od gwiazdy Alkaid (1,85 mag), wieńczącej ogon Niedźwiedzia. 8 XII o 03.30 znajdzie się od niej w niewielkiej odległości 0,5° w kierunku północnym. Każdej kolejnej nocy kometa będzie poruszać się coraz szybciej na tle Wielkiego Wozu, zwiększając swoją jasność i czas, przez jaki można ją będzie obserwować po zmroku. W nocy z 12 na 13 XII minie Mizara i Alkora po wewnętrznej stronie załamania dyszla. 16 XII o 21.30 znajdzie się jedynie 15' po północno-wschodniej stronie Aliotha (1,75 mag.) – kolejnej gwiazdy dyszla. Dwa dni później o tej samej porze, w odległości około 2° na północny zachód, minie gwiazdę z nasady dyszla – Mergeza (3,3 mag.). W połowie drogi przez Wielką Niedźwiedzicę, 23 XII o 4.00 zbliży się od północy na zaledwie 9' do gwiazdy Dubhe (2,0 mag.). Kończąc podróż przez ten gwiazdozbiór, 27 XII, około 19.00, w odległości 1° od wschodu minie nos Niedźwiedzicy – gwiazdę Muscida (3,35 mag.). Następnej nocy przemieszczać się będzie na tle konstelacji Rysia, gdzie może osiągnąć maksimum swego blasku. W obrębie Rysia nie zabawi długo. Już kilka dni później, aby dostrzec kometę, trzeba będzie zwrócić teleskopy w gwiazdozbiór Woźnicy. Tam, 31 XII około 09.18 znajdzie się w minimalnej odległości od Ziemi, wynoszącej 0,294 j.a. Natomiast 2 stycznia kometę C/2012 K5 można próbować dostrzec w towarzystwie kilku, skupionych w obszarze o średnicy około 1,6°, gwiazd Woźnicy. Wieczorem tego dnia, w godzinach 19.00 – 21.00, przemknie pomiędzy θ (2,7 mag.), ν (4,0 mag.), τ (4,5 mag.) i υ (4,7 mag.) Aurigae. Następnej nocy w odległości zaledwie 0,5° na wschód minie gromadę otwartą Messier 36 (6,3 mag.). 5 I o 01.00 znajdzie się około 7' na północny zachód od gwiazdy Alnath (1,65 mag.) – drugiej co do jasności gwiazdy Woźnicy. Dwie godziny później wejdzie w gwiazdozbiór Byka, w którym w ciągu kilku dni przetnie jego rogi, mijając słabe gromady otwarte NGC 1746 (6 I) i NGC 1647 (8 I) w kilkustopniowej odległości. 16 I kometa znajdzie się w gwiazdozbiorze Erydan, na którego tle, oddalając się od Ziemi i Słońca, poruszać się będzie coraz wolniej.

Kolejnych atrakcji na jesienno-zimowym niebie mogą dostarczyć szczególnie dwie noce, na które przypadają maksima aktywności dwóch obfitych rojów północnego nieba. W nocy z 13 na 14 XII w ciągu godziny widocznych może być około 90 przelotów meteorów z roju Geminidów, mknących na tle gwiazd 35 km/s. Natomiast 3 stycznia w czasie maksimum Kwadrantydów niebo przecinać może nawet 130 meteorów na godzinę, wchodzących w atmosferę z prędkością 43 km/s.

Piotr Wychudzki

Więcej informacji:

OLSZTYŃSKI MIESIĘCZNIK ASTRONOMICZNO-ASTRONAUTYCZNY
http://www.planetarium.olsztyn.pl/kalendarz/

ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://regulus.astrohobby.pl/

ROCZNIK ASTRONOMICZNY INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII
http://www.igik.edu.pl/

Spójrz w niebo – gwiazdozbiory

Orion i Byk

Jednymi z najbardziej charakterystycznych gwiazdozbiorów zimowego nieba są Orion i Byk. W mitologii sumeryjskiej utożsamiano Oriona z Ninszuburem – posłańcem bogini urodzaju Isztar i jednym ze strażników najwyższego boga Anu. Inni widzieli w Orionie Gilgamesza – legendarnego bohatera walczącego z ludźmi skorpionami. W wierzeniach Babilończyków to myśliwy Nimrod – złe wcielenie boga Marduka. Kapłani egipscy widzieli w tym gwiazdozbiorze Horusa – sokołogłowego boga myśliwych, nosił on też inne nazwy: Mumia czy Smali Osiris (Ozyrys dający jęczmień). Arabowie nazwali go Albabadur (Silny), Aldżabar (Olbrzym) lub Alnasak (Szereg). Starożytni Grecy stworzyli kilka pięknych mitów o myśliwym beockim Orionie, synu Posejdona i Gorgony Euriale. Według jednego z nich Orion podglądał kąpiącą się Artemidę, ta za karę zamieniła go w jelenia, który został rozszarpany przez własne psy. Według innego, Orion prześladował swą miłością Plejady, córki Atlasa i Pleyone. Bogowie zamienili siedem sióstr w gołębice i umieścili je na niebie, gdzie przysiadły na grzbiecie Byka. W chrześcijaństwie stosowano nazwy: Trzej Królowie, Trzy Maryje, Laska Jakuba, Berło Matki Boskiej, a w tradycji ludowej Trzej Kosiarze albo Grabie lub Pług.

W połowie grudnia gwiazdozbiór Byka będzie umiejscowiony na niebie wysoko, górując w godzinach 22–23 na wysokości 50° – –60° nad horyzontem. Najjaśniejszą gwiazdą tego gwiazdozbioru jest Aldebaran (α Tau) wyróżniający się czerwonopomarańczową barwą. Gwiazda ta jest czasami zakrywana przez Księżyc, co w 1978 r. zostało wykorzystane dla dokładnego wyznaczenia jej rozmiaru. Aldebaran leży na tle gromady otwartej gwiazd Hiady, położonej w odległości 150 lat św., około dwukrotnie większej niż sam czerwony olbrzym. Gromada złożona jest z około 300 młodych gwiazd charakteryzujących się tym samym kierunkiem ruchu w przestrzeni, skierowanym ku gwieździe Betelgeuse w gwiazdozbiorze Oriona. Zachowywanie tego samego ruchu własnego przez gwiazdy gromad otwartych jest wykorzystywane do wyznaczania odległości metodą tzw. „gromad ruchomych". Większości gwiazd Hiad nie można dostrzec nieuzbrojonym okiem, potrzebna jest lornetka lub teleskop. Najjaśniejsze z nich wraz z Aldebaranem tworzą charakterystyczny kształt litery „V" umiejscowiony w centrum gwiazdozbioru Byka. W jego północno-zachodnim rejonie znajduje się gromada otwarta Plejady (M 45).

Plejady. Fot. Danny LaCrue & the ESA/ESO/NASA

System mgławic w Orionie. Fot. Mike Herbaut & the ESA/ESO/NASA

Odległa o około 450 lat św., zajmuje w przestrzeni obszar o średnicy kilkunastu lat świetlnych. To najbardziej znana gromada gwiazd, zapewne za sprawą jej bardzo dużej jasności – około 10 jej najjaśniejszych gwiazd można w dobrych warunkach ciemnego nieba dostrzec nieuzbrojonym okiem. Są to młode, masywne, gorące gwiazdy, które uformowały się na przestrzeni ostatnich ~100 mln lat. Cała gromada składa się z około 500 gwiazd, które można by dostrzec, dysponując odpowiednio dużym instrumentem. Gwiazdy gromady są otoczone delikatną mgławicą refleksyjną, która stanowi pozostałość po procesie formowania się gwiazd. Na północno-wschodnim krańcu konstelacji, na granicy z gwiazdozbiorem Woźnicy znajduje się druga co do jasności gwiazda w gwiazdozbiorze Byka – Elnath (β Tau). Jest to gorąca gwiazda typu B7, kilkaset razy przewyższająca Słońce mocą promieniowania. Poniżej, około 7° na południe znajduje gwiazda Alheka (ζ Tau). To z kolei odległy od Ziemi o około 400 lat św. układ podwójny gorącego olbrzyma (22 000 K) i dużo chłodniejszego karła (5000 K). Obie gwiazdy obiegają się z okresem 133 dni po orbicie o półosi wielkiej około 1 j.a. System pokazuje zmiany blasku w zakresie od +2,88 mag. do +3,17 mag. wynikłe ze zmienności gorącego składnika oraz z występowania zaćmień w układzie. Gorąca gwiazda układu jest jednocześnie bardzo szybkim rotatorem, którego równikowa prędkość wirowania osiąga wartość około 330 km/s. Traci ona duże ilości materii, unoszonej z równika wskutek dużej siły odśrodkowej i silnego ciśnienia promieniowania, które tworzą wokół gwiazdy pierścień gorącego zjonizowanego gazu. W niedużej odległości od tej gwiazdy, nieco ponad 1° na północny zachód, niemal na końcu rogu Byka bliższemu Orionowi, znajduje się słynna mgławica Krab (M1), będąca pozostałością po wybuchu supernowej w 1054 r.

Gwiazdozbiór Oriona będzie górował po Byku pomiędzy godzinami 23–24. Konstelację tę bardzo łatwo znaleźć, gdyż składa się z bardzo dużej liczby jasnych gwiazd. Biorąc pod uwagę sumaryczną jasność znajdujących się w nim obiektów, mógłby pretendować do miana najjaśniejszej na niebie. Co ciekawe, w swych granicach posiada dużą ilość obszarów gwiazdotwórczych, ulokowanych względnie blisko Ziemi. Uwaga obserwatora spoglądającego na gwiazdozbiór Oriona zapewne w pierwszym rzędzie skupi się na dwu podobnie bardzo jasnych gwiazdach, które jednak bardzo różnią się kolorami: czerwonej Betelgezie (α Ori) i niebieskim Riglu (β Ori). Betelgeza to masywny, chłodny (3100 K) nadolbrzym o masie około 15 $M_\odot$ i obserwowanej jasności około 0,4 mag., leżący w odległości około 400–500 lat św. Ze względu na swą dużą masę, gwiazda, mimo że młoda (jej wiek szacuje się na około 10 mln lat), szybko wyewoluowała i odznacza się obecnie na tle gwiazdozbioru bardzo silnie czerwoną barwą. Uważa się, że w przeciągu najbliższego miliona lat powinna zakończyć swą ewolucję jako supernowa. α Ori jest pierwszą gwiazdą, dla której pomierzono rozmiary kątowe. Zrobił to Albert Michelson wraz z Francisem Pease w 1920 r. Gwiazda okazała się być olbrzymia. Obecne pomiary wartości jej promienia dają wartość średnią około 350 $R_\odot$. Gdyby gwiazdę tę umieścić w miejscu Słońca, w jej wnętrzu znalazły by się wszystkie planety wewnętrzne układu Słonecznego z Marsem włącznie. Rigel to masywny, gorący (11 000 K) nadolbrzym o masie około 17 $M_\odot$, promieniu około 60 $R_\odot$ i obserwowanej jasności około 0,1 mag., odległy o prawie 800 lat św. Jest to gwiazda zmienna o amplitudzie zmian około 0,3 mag. Rigel nie jest samotny, lecz obiegany przez układ podwójny gwiazd na bardzo szerokiej (~2000 j.a.) orbicie. Pozostałe jasne gwiazdy tego gwiazdozbioru to niemal wyłącznie gorące

olbrzymy i nadolbrzymy. Są to m. in. Bellatrix, Saiph, Heka oraz trzy gwiazdy wchodzące w skład tzw. Pasa Oriona: Alnitak (ζ Ori) – układ potrójny, w którym dominuje gorący (26 000 K) nadolbrzym, Alnilam (ε Ori) oraz Mintaka (δ Ori) – układ wielokrotny, w którym dominuje gorący (26 000 K) podolbrzym.

W pobliżu gwiazdy Alnitak znajduje się kilka mgławic stanowiących część większego kompleksu obłoków molekularnych Oriona. W pobliżu, około 0,5° na południe od tej gwiazdy znajduje się IC 434 – obszar HII oraz mgławica emisyjna o rozmiarach kątowych około 60' × 10'. Jej czerwona barwa pochodzi od gazu wodorowego jonizowanego przez pobliską gorącą gwiazdę σ Orionis. Mgławica ta leży w tle bardzo znanego obiektu mgławicowego Barnard 33 (mgławica Koński Łeb). Charakterystyczny kształt mgławicy, rozpoznawany jako kształt końskiego łba gdy używamy oka, nie wspomagając się kamerą CCD, może być dostrzeżony wyłącznie przez duże teleskopy rzędu 40 cm najlepiej z zastosowaniem filtru Hβ. Nieprzezroczystość mgławicy powoduje silna koncentracja pyłu. Obłok położony jest w odległości około 1500 lat św. i zajmuje w przestrzeni obszar około 3,5 lat św. Nieco poniżej mgławicy Koński Łeb znajdziemy mgławicę refleksyjną NGC 2023 oświetlaną przez znajdującą się w jej wnętrzu gwiazdę HD 37903. Na lewo od niej w czerwonym odcieniu świeci mgławica emisyjna NGC 2024 (Płomień). Pobudzana jest do świecenia przez masywną gwiazdę należącą do znajdującej się wewnątrz niej gromady niemal całkowicie przesłoniętej przez pył, którego obecność objawia się w postaci ciemnego pasa przecinającego środkową część mgławicy. W pobliżu można jeszcze znaleźć trzy niewielkie mgławice refleksyjne: IC 431 rozświetlana przez gwiazdę HD 37674, IC 432 z gwiazdą zmienną V901 Ori w jej wnętrzu oraz IC 435 rozpraszającą światło zanurzonej w niej HD 38087. Dużą koncentrację mgławic znajdziemy także w obrębie Miecza Oriona, pośrodku którego znajduje się M42 (Wielka Mgławica w Orionie). Około 3° powyżej M42 występuje kompleks mgławic z gromadami otwartymi: NGC 1973, NGC 1975, NGC 1977, NGC 1981. Niecały 1° na południe od mgławicy M 42 znajduje się mała, ale jasna gromada otwarta NGC 1980. Najjaśniejsza gwiazda tej gromady ι Ori jest łatwo dostrzegalna nieuzbrojonym okiem.

W niedużej odległości od M42, nieco ponad 1° na południe znajduje się interesująca mgławica refleksyjna NGC 1999. Jest odległa o około 1500 lat św. i mieści się w obszarze około 0,3 lat św. Oświetla ją gwiazda zmienna V380 Ori. W centrum mgławicy jest widoczny ciemny obszar. Badania przeprowadzone teleskopem Herschela wykazały, że powodem występowania tego ciemnego obszaru nie jest pył, lecz pusta przestrzeń!

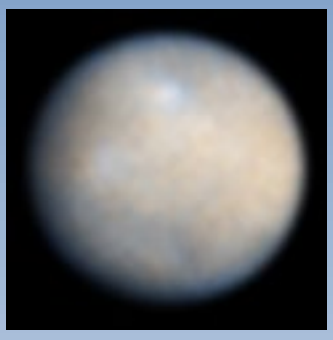
Zamykając listę ciekawych mgławic z gwiazdozbioru Oriona, która mogłaby być znacznie dłuższa, pragniemy jeszcze zwrócić uwagę na bardzo odległą mgławicę (~6400 lat św.) znajdującą się w północnej części gwiazdozbioru Oriona na pograniczu z gwiazdozbiorem Bliźniąt. NGC 2174 jest mgławicą emisyjną (znaną też jako Głowa Małpy) otaczającą młodą gromadę otwartą NGC 2175. Obiekt zajmuje na niebie obszar porównywalny z rozmiarem tarczy Księżyca.

Cezary Gałan, Maciej Grzemski

Mgławice NGC 1999 (źródło: ESA), M78 (źródło: ESO), NGC 2174 i 2175 (źródło: NASA)

Rys. Jacek Drążkowski

Betlejemska gwiazdka zakryta przez Ceres



Planeta karłowata Ceres na zdjęciu uzyskanym za pomocą Teleskopu Kosmicznego Hubble'a

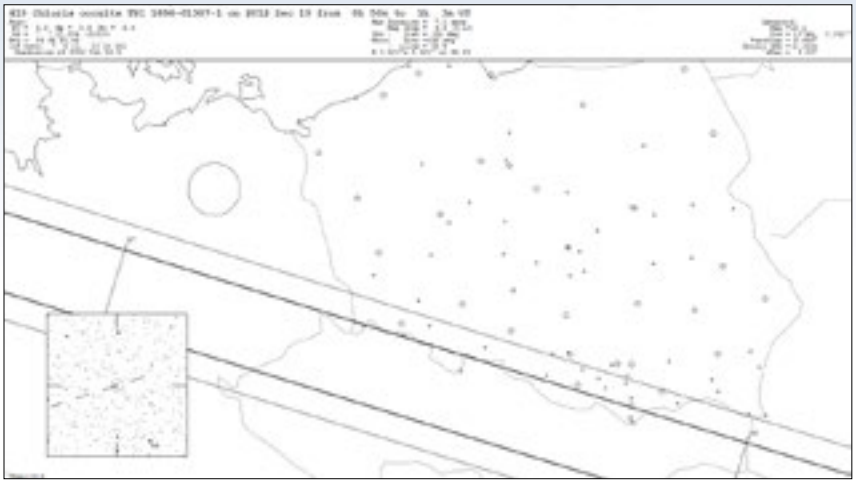
Obecnie w naszym kraju obserwacje zakryciowe są prowadzone jedynie przez amatorów. Odmienna sytuacja jest w innych krajach Europy, gdzie zakrycia są metodą wykorzystywaną przez wiele zespołów badawczych. Wymieńmy tutaj choćby zespoły prof. Bruno Sicardy z Paryża, prof. Andrea Richichi – który obecnie pracuje w Narodowym Ośrodku Astronomii w Tajlandii, a obserwacje zakryciowe prowadzi na największych teleskopach świata czy zespół prof. Costantino Sigismondi z Uniwersytetu La Sapienza w Rzymie. Współpraca z zawodowcami sprawia, że odpowiednio prowadzone obserwacje zakryciowe mają szansę być wykorzystane w pracach dotyczących rozmaitej tematyki czy wchodzić w skład baz danych, np. astrometrycznych planetoid (pozycje z zakryć trafiają do bazy MPC IAU). Stąd wielu spośród zakryciowców amatorów ma na swoim koncie nawet kilka prac, które można znaleźć np. w NASA ADS.

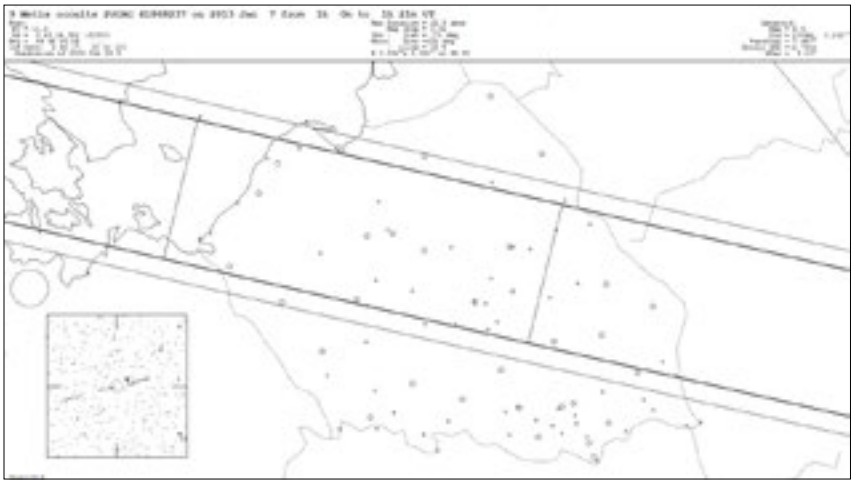
Postawmy więc sobie pytania: co to znaczy – obserwacje zakryciowe odpowiednio wykonane, co zrobić, by ich wyniki trafiły w odpowiednie ręce?

W najbliższych „Uraniowych" zakryciowych wiadomościach – jak pozwalam sobie roboczo nazwać ukazujące się od jakiegoś czasu wiadomości ze świata zakryć – będę starał się stopniowo odpowiedzieć na te pytania.

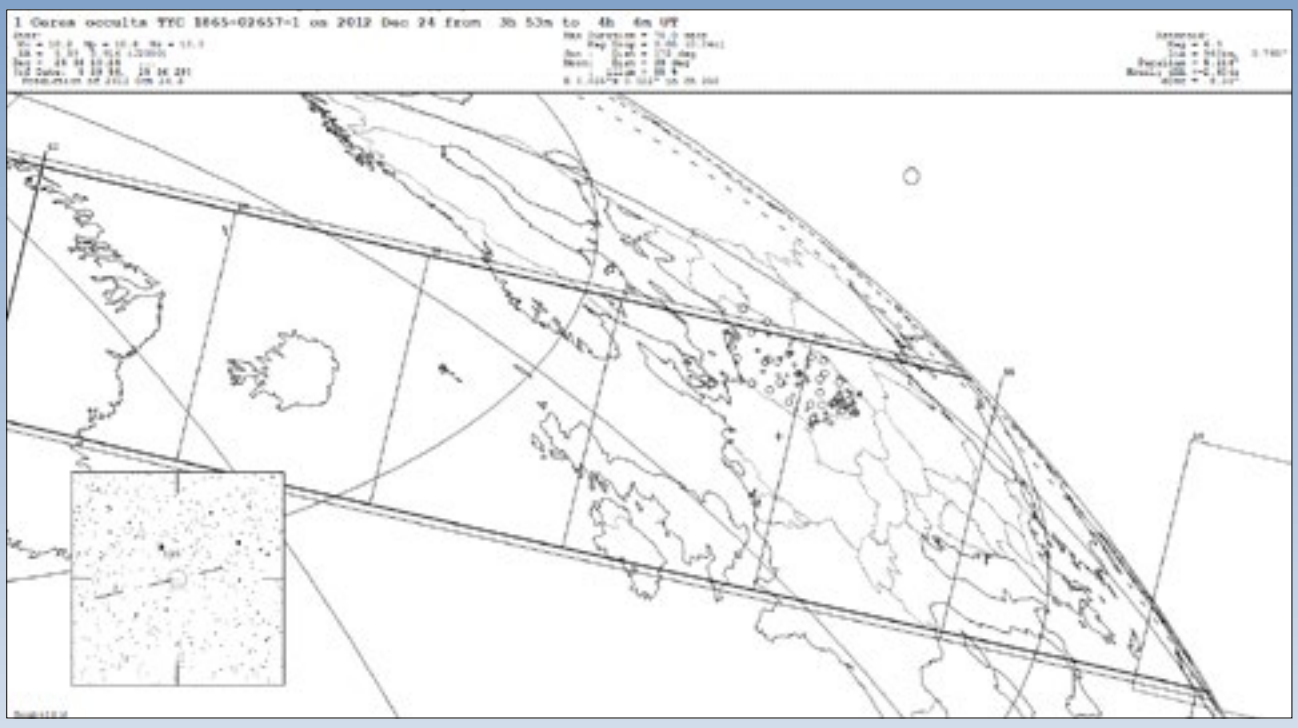
W niniejszym numerze skierujmy nasz wzrok na to, które z typów zakryć – jak wcześniej napisałem, odpowiednio zarejestrowane – są obiektem zainteresowania ze względu na swoją potencjalną wartość.

Najbardziej podstawowym rodzajem zjawisk zakryciowych są zakrycia gwiazd przez Księżyc. Oczywiście obecnie już nie wszystkie z tych obserwacji mają tak duże znaczenie jak jeszcze niedawno, gdy nie istniał profil Księżyca z sondy Kaguya, a jedyną dostępną opcją był bardzo niedokładny profil Watsa. Niemniej nadal są poszukiwane i zbierane wyniki zakryć gwiazd przez Księżyc, z tym że szczególnie zwraca się uwagę na obserwacje gwiazd podwójnych lub wielokrotnych oraz obserwacje brzegowe zakryć gwiazd (gdy Księżyc zakrywa gwiazdę nierównościami swojego brzegu, przechodząc stycznie do gwiazdy). Kolejny typ obserwacji o dużym znaczeniu to zakrycia gwiazd przez planetoidy. Ich wyniki są niezwykle cenne – rozdzielczość co do wyznaczania rozmiarów i kształtu planetoidy w danej fazie jest w zasadzie bezkonkurencyjna wśród obserwacji naziemnych, podobnie zresztą jest w temacie pomiaru pozycji planetoidy. Nie wspomnę już o tym, że poprzez zakrycie kilkakrotnie odkryto lub potwierdzono podwójność planetoidy. Kolejna, rzadka grupa zjawisk to zakrycia gwiazd przez planety, ich księżyce oraz pierścienie. Chodzi tu szczególnie o zjawiska zachodzące z planetami olbrzymami i ich systemami. Ostatnie istotne zjawisko, które pozostaje w kręgu zainteresowań zakryciowca, to całkowite i obrączkowe zaćmienie Słońca obserwowane z samych brzegów pasa – tam, gdzie faza całkowita lub obrączka jest najkrótsza.





Zanim w następnym numerze omówimy, jak rejestrować poszczególne grupy zjawisk, wyjaśnijmy, na czym ogólnie polega istota rejestracji zjawiska zakryciowego. Jest to mianowicie rejestracja momentu zakrycia i odkrycia gwiazdy w czasie wzorcowym, który pozwala redukować wyniki uzyskane w różnych miejscach pasa zakryciowego. To najbardziej podstawowa forma.Obecnie metody rejestracji, nawet w warunkach stacji amatorskiej czy terenowej (pamiętajmy, że zakrycia wymagają niekiedy podróżowania



z naszym zestawem obserwacyjnym), pozwalają na dokładne wyznaczenie krzywej blasku gwiazdy podczas zakrycia. Nowoczesne kamery do obserwacji zakryciowych są tak czułe, że gwiazda nie zawsze znika z zasięgu kamery, a nasza rola polega wtedy na poznaniu najniższej sumarycznej jasności gwiazdy i ciała zakrywającego oraz momentu, kiedy to nastąpiło, czyli kiedy zakrycie osiągnęło „maksymalną fazę". Przy obecnym postępie technicznym cały czas pojawiają się nowości w sferze sprzętowej. Niemniej jednak od jakiegoś czasu ustabilizowały się pewne minimalne standardy stacji obserwacyjnej, ale o tym w następnych częściach, w przyszłych numerach „Uranii–PA".

Pochylmy się teraz nad najciekawszymi zjawiskami zakryć gwiazd przez planetoidy. Dla porządku przypomnijmy, że zakrycia gwiazd przez Księżyc każdy może (właściwie powinien) policzyć indywidualnie dla swojego miejsca obserwacji. Można to zrobić za pomocą jednego z dwóch darmowych narzędzi do tego służących, czyli programów komputerowych WinOccult oraz Lunar Occultation Workbench (LOW). Oba programy można pobrać z internetu.

Pierwsze ciekawe zjawisko to zakrycie gwiazdy TYC 1896-01307-1 o jasności 8,9 mag. przez planetoidę 410 Chloris. Pas zakrycia jest dość szeroki, jednak przechodzi tylko częściowo w naszym kraju – niemal stycznie do naszej południowej granicy. Obserwatorzy z południa kraju winni być tej nocy w pogotowiu! Do zakrycia dojdzie 19 grudnia 2012 r. Obserwacje należy prowadzić w godzinach od 00.54 do 00.58 UT.

Teraz czas na prawdziwy prezent z okazji świąt Bożego Narodzenia! 24 grudnia między godziną 03.54 a 03.58 dojdzie do zakrycia gwiazdy 1856-02657-1 o jasności 10,2 mag. przez planetę karłowatą Ceres. Niemal cała Polska znajduje się w pasie zakrycia. Niestety przewiduje się, że ze względu na jasność Ceres (6,9 mag.) sumaryczna jasność planetoidy i gwiazdy w maksymalnej fazie będzie o ok. 0,1 mag. niższa niż jasność samej gwiazdy. Należy więc to zjawisko rejestrować dobrym zestawem z szybką kamerą CCD (min. 12 fps). Dla zakochanego w zakryciach – prawdziwa gratka!

Nowy rok 2013 przywita nas wspaniałym zjawiskiem. Gwiazdę o jasności 11,9 mag. (więc o dość niewielkiej jasności) UCAC2 41868237 zakryje planetoida 9 Metis. Pas zakrycia rozciąga się od północy na linii Gdańska do południa na linii Poznania, jest więc dość szeroki. Czas zakrycia w centrum pasa wyniesie nieco ponad 22 sekundy. Niestety jak w przypadku Ceres jasność zakrywanego ciała jest znaczna i do wychwycenia zakrycia konieczna rejestracja CCD o dobrej jakości. Do zjawiska dojdzie 7 stycznia 2013 r. W Polsce obserwujemy między godz. 01.04 a godz. 01.08 UT.

Nie są to oczywiście wszystkie zjawiska zakryć gwiazd przez planetoidy w okresie od grudnia 2012 do stycznia 2013 r. Jest to jedynie mój wybór zjawisk, które uznaję za najciekawsze. Osoby zainteresowane zjawiskami zakryciowymi zachęcam do kontaktu.

Paweł R. Maksym
Przewodniczący SOPiZ PTMA
OA Bukowiec

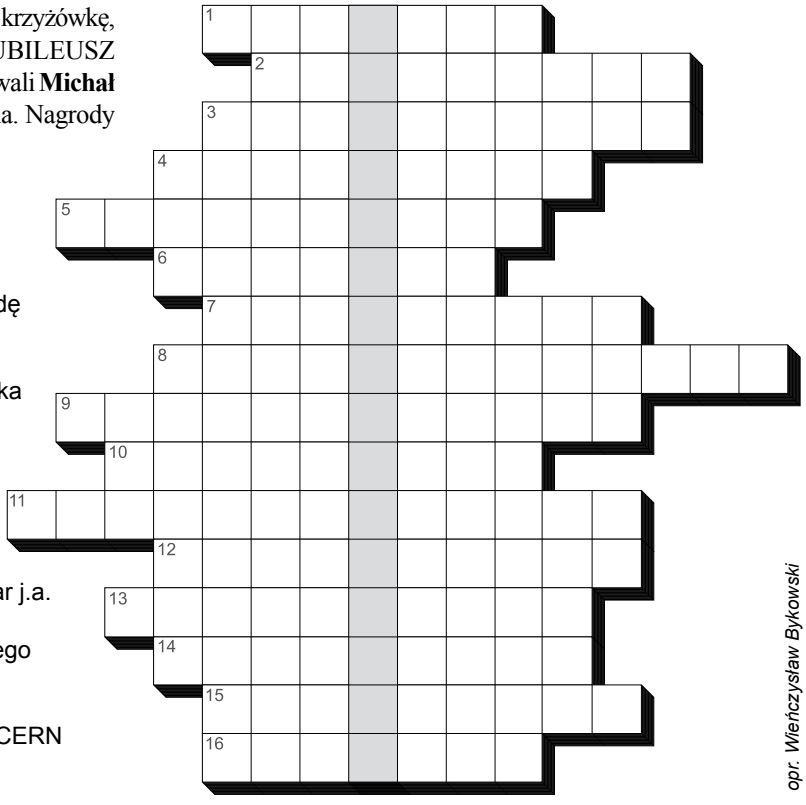
Obserwatorium Astronomiczne im. Papieża Sylwestra II w Bukowcu

Fot. Janusz Wiland

Kupon konkursowy Urania-PA 6/2012

W „Uranii–PA” nr 4/2012 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło JUBILEUSZ OGLE. Nagrody książkowe wylosowali **Michał Biesiada** z Katowic i **Lech Barski** ze Szczecina. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Szczyt z VLT
2. Obłoki obserwowane przez OGLE
3. Miejscowość, w której Łomonosow obserwował tranzyt Wenus
4. Asteroida, która w grudniu zasłoni gwiazdę TYC 1881-01547-1
5. Obserwowana pod kątem zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia zjawiska mikrosoczewkowania grawitacyjnego
6. Świeci nad Jednorożcem
7. Efekt niezgodności różnych obrazów tego samego obiektu obserwowanych z różnych kierunków
8. Województwo, w którym leży Rozdrażew
9. Metoda, która umożliwiła dokładny pomiar j.a.
10. Patron obserwatorium w Bukowcu
11. Według tej teorii każda cząstka ma swojego superpartnera.
12. Wiąże się z nią mikrosoczewkowanie
13. Jedno z państw, na terenie którego leży CERN
14. Posłaniec bogini Isztar
15. Diecezja przypisana Michałowi Hellerowi
16. Największy polski meteoryt



opr. Wieńczysław Bykowski

Dla uważnych czytelników tego zeszytu „Uranii” znalezienie słów pomocniczych potrzebnych do rozwiązania nowej krzyżówki nie powinno stanowić problemu. Na rozwiązania czekamy do końca stycznia 2013 r. Osoby nie będące prenumeratorami „Uranii–PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki o tematyce astronomicznej.

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 4/2012:
1. Pojaśnienie, 2. Saturn, 3. Deneb, 4. Chile, 5. Albert, 6. Perseidy, 7. Juliański, 8. SDSS, 9. Tranzyt, 10. Tivoli, 11. OGLE, 12. Kiloparsek, 13. ESA.

astrożarty Jacka D.

Rysunkowy komentarz do książki Michała Hellera „Filozofia przypadku”

ASTROKRAK
FPUH Astrokrak ul. Mogilska 51 31-545 Kraków
e-mail: astrokrak@astrokrak.pl www.astrokrak.pl
tel. (12) 413 55 26 sklep czynny : pon.-pt. 9-17 , sob. 10-14

Dołącz do grona odkrywców, już dziesiąta gwiazda supernowa została odkryta naszym teleskopem !

Sky-Watcher

Sky-Watcher DOB 6"	889 zł
Sky-Watcher DOB 8"	1149 zł
Sky-Watcher DOB 10"	1789 zł
Sky-Watcher DOB 12"	2889 zł
Sky-Watcher DOB 8" rozsuwany	1299 zł
Sky-Watcher DOB 10" rozsuwany	1949 zł
Sky-Watcher DOB 12" rozsuwany	3299 zł
Sky-Watcher BKP13065 EQ2	739 zł
Sky-Watcher SK1309 EQ2	649 zł
Sky-Watcher BKP15075EQ3-2	1349 zł
Sky-Watcher BKP2001EQ5	2489 zł
Sky-Watcher 909 AZ3	559 zł
Sky-Watcher 909EQ3-2	789 zł
Sky-Watcher 1021EQ3-2	1389 zł
Sky-Watcher 1206EQ3-2	2039 zł
Sky-Watcher BKMAK102	789 zł
Sky-Watcher BKMAK127	1499 zł
Sky-Watcher BKMAK150	2679 zł
Sky-Watcher MAK180	3999 zł

Akcesoria GSO

Crayford 2" do Newtona CRF001	349 zł
Crayford 2" z mikrofokuserem 10:1 M-CRF086	549 zł
Crayford 2" z mikrofokuserem 10:1 M-CRF230	459 zł
Crayford 2" z mikrofokuserem 10:1 M-SCT001	459 zł
NLA001 Newtonian Kolimator 1.25"	199 zł
Czop regulowany do Dobsona GSO	249 zł
Szukacz kątowy GSO 8x50	249 zł
Reduktor ogniskowej 0,5x 1,25"	45 zł
Reduktor ogniskowej 0,5x 2"	139 zł
Barlow 2"ED 2x	295 zł
Przedłużka 2"/2"	89 zł
Okular SV 30mm 2"	249 zł
Okular SV 42mm 2"	249 zł

Filtry Baader

Semi APO 1,25"	279 zł
Semi APO 2"	409 zł
Solar Continuum 1,25"	209 zł
Solar Continuum 2"	339 zł
UV/IR cut 1,25"	165 zł
UV/IR cut 2"	249 zł
UHC-S 1,25"	189 zł
UHC-S 2"	379 zł
O III 1,25"	255 zł
O III 2"	419 zł
Neodymium Moon&Skyglow 1,25"	155 zł
Neodymium Moon&Skyglow 2"	269 zł
Filtr słoneczny folia ND5	8 zł/dm²

Okular W-O SWAN 25 mm 2"	449 zł
Okular W-O SWAN 33 mm 2"	449 zł
Okular W-O SWAN 40 mm 2"	449 zł
Nasadka kątowa W-O 45° 2"/2"	859 zł
0.8x Reducer / Field Flattener	759 zł

Wyciągi Baader

Wyciąg 2" Crayford NT	829 zł
Wyciąg 2" Crayford RT	909 zł
Wyciąg 2" Crayford SCT	809 zł
Wyciąg 3" Crayford RT	1139 zł

Teleskop Słoneczny LUNT LS60THa/B1200	8179 zł
Teleskop Słoneczny LUNT LS60THa/B600	6849 zł
Teleskop Słoneczny LUNT LS35THa DX	3889 zł

Okular HR Planetary 4mm 1,25" - 60°	249 zł
Okular HR Planetary 5mm 1,25" - 60°	249 zł
Okular HR Planetary 6mm 1,25" - 60°	249 zł

Okulary do obserwacji Słońca	12 zł
Filtr Słoneczny Orion 4,57"	335 zł
Filtr Słoneczny Orion 5,81"	345 zł
Filtr Słoneczny Orion 9,25"	549 zł
Filtr UltraBlock 1,25"	335 zł
Tuba optyczna Orion EON 80mm ED APO	3419 zł
Kamera StarShoot AutoGuider	999 zł
Sterownik grzałki Dew Zapper Pro 4	679 zł
Stacja zasilająca Orion Dynamo Pro 12	559 zł

Wydawnictwa

Obrotowa mapa nieba plastikowa	15 zł
Astronomia . Przewodnik po Wszechswiecie	59 zł
Atlas nieba. Gwiazdy , planety, Wszechswiat	59 zł
Gwiazdy i planety	89 zł
Kieszonkowy atlas nieba nocą	32 zł
Wielki Atlas Kosmosu	89 zł
Wielki Atlas Nieba	360 zł

Lornetka Nikon Action VII 8x40	239 zł
Lornetka Nikon Action VII 7x50	269 zł
Lornetka Nikon Action VII 10x50	299 zł
Lornetka Nikon Action VII 12x50	319 zł
Lornetka Nikon Action VII 16x50	360 zł
Lornetka Nikon Action EX 7x35	439 zł
Lornetka Nikon Action EX 8x40	459 zł
Lornetka Nikon Action EX 7x50	489 zł
Lornetka Nikon Action EX 10x50	539 zł
Lornetka Nikon Action EX 12x50	589 zł
Lornetka Nikon Action EX 16x50	649 zł

MEADE

CORONADO

Teleskop słoneczny "Coronado" SolarMax 60/10	8449 zł
Teleskop słoneczny "Coronado" PST	2799 zł

Meade LightBridge 8" Pyrex De Lux	1989 zł
Meade LightBridge 10" Pyrex De Lux	2989 zł
Meade LightBridge 12" Pyrex De Lux	3979 zł
Meade LightBridge 16" Pyrex De Lux	9979 zł
Meade LX200 ACF 8"	14989 zł
Meade LX200 ACF 10"	21989 zł
Meade LX200 ACF 12"	27989 zł
Meade LX200 ACF 14"	43989 zł
Meade LX200 ACF 16"	91989 zł
Meade 6" SC LX80 AZ/EQ	7999 zł
Meade 8" SC LX80 AZ/EQ	8999 zł
Meade LightSwitch 6" ACF	6999 zł
Meade LightSwitch 6" ACF	11999 zł
Meade LX90 ACF 8"	10999 zł
Meade ETX 90 PE	2989 zł
Meade ETX 125 PE	4189 zł
Meade multi montaż LX80	4699 zł
Meade EXOS2 GOTO	2699 zł

Vixen

Okulary LVW

Lantanowy LVW 3,5mm	999 zł
Lantanowy LVW 5mm	999 zł
Lantanowy LVW 8mm	999 zł
Lantanowy LVW 13mm	999 zł
Lantanowy LVW 17mm	1049 zł
Lantanowy LVW 22mm	1049 zł
Lantanowy LVW 42mm	1549 zł

GSO

Teleskop Dobson 6" standard	1199 zł
Teleskop Dobson 8" Delux	1479 zł
Teleskop Dobson 10" Delux	1979 zł
Teleskop Dobson 12" Delux	2999 zł
Teleskop Dobson 16" składany	8888 zł
Tuba optyczna Newton 150/750	899 zł
Tuba optyczna Newton 6" 150/600	999 zł
Tuba optyczna Newton 8" 203/1000	1399 zł
Tuba optyczna Newton 10"	1999 zł
Tuba optyczna Newton 12"	2699 zł
Tuba optyczna RC 6" F/9 CRF	2289 zł

Astrokrak

Złączki , redukcje i wyciągi

Redukcja M42x1 / Canon EOS	49 zł
Redukcja M42x1 / Nikon	49 zł
Redukcja M42x1 / Sony Alfa	49 zł
Redukcja M42x1 / Olympus	49 zł
Redukcja M42x1 / Pentax	49 zł
Redukcja T2 / Canon EOS	49 zł
Redukcja T2 / Nikon	49 zł
Redukcja T2 / Minolta AF	49 zł
Redukcja T2 / Olympus	49 zł
Redukcja T2 / Pentax	49 zł
Redukcja SCT / M42x1	49 zł
Redukcja M42x1 / WEB do SPC900	79 zł
Złączka 2" / M42x1 z gwintem filtrowym	59 zł
Złączka 1,25" / M42x1 z gwintem filtrowym	49 zł
Redukcja M42x1 / WEB do SPC900	59 zł
Redukcja 1,25" / WEB do SPC900	49 zł
Redukcja 23,2mm / WEB	39 zł
Redukcja 23,2mm / WEB do SPC900	39 zł
Złączka okularowa M42 / 2" z Clamping ringiem	69 zł
Wyciąg przesuwny 1,25" do Newtona	149 zł
Wyciąg przesuwny 1,25" do refraktora	159 zł
Filtr słoneczny do MTO wizualny	119 zł
Filtr słoneczny do MTO fotograficzny	139 zł

EXPLORE SCIENTIFIC

Okulary Explore Scientific

Okular Explore Scientific 4,7mm 82°	699 zł
Okular Explore Scientific 6,7mm 82°	629 zł
Okular Explore Scientific 8,8mm 82°	699 zł
Okular Explore Scientific 11 mm 82°	699 zł
Okular Explore Scientific 14 mm 82°	749 zł
Okular Explore Scientific 18 mm 82°	1149 zł
Okular Explore Scientific 24 mm 82°	1199 zł
Okular Explore Scientific 30 mm 82°	1399 zł
Okular Explore Scientific 9 mm 100°	1599 zł
Okular Explore Scientific 14 mm 100°	1999 zł
Okular Explore Scientific 20 mm 100°	2299 zł

Niniejszy cennik nie stanowi oferty w myśl przepisów prawa handlowego

Zeszyt **757**	Zeszyt **758**	Zeszyt **759**	Zeszyt **760**	Zeszyt **761**	Zeszyt **762**
strony 1 – 60	strony 61 – 120	strony 121 – 180	strony 181 – 240	strony 241 – 300	strony 301 – 364

Spis treści rocznika 2012 (tom LXXXIII)

Indeks autorów

Abramowicz Marek 46, 106, 166, 222, 288, 344
Adamów Monika 48
Benedyktowicz Leszek 4
Biskupiak Robert 282
Biskupski A. 184
Bobowik Jacek 165
Brancewicz Henryk 45
Bykowski Wieńczysław 178, 360
Chamerski Bogdan 227
Czart Krzysztof 44, 145, 146, 147, 205, 209, 221, 224, 225, 226, 276, 315, 316, 330, 333, 337
Czerny Bożena 272, 315
Drążkowski Jacek 58, 86, 118, 178, 238, 298, 360
Drożdżał Paweł 227, 336
Dzikowski Piotr 278
Fengler Joanna 278
Filipek Marcin 251
Gadomski Jan 4, 184
Gałan Cezary 50, 52, 110, 112, 115, 175, 355
Grabowski Marian 334
Grala Mateusz 278
Grzemski Maciej 355
Hamanowicz Aleksandra 142, 284
Iwaniszewska Cecylia 163
Jarzyna Bogdan 210
Jerzykiewicz Mikołaj 336
Jodłowski Włodzimierz 304
Kalinowski Artur 326
Kisielewicz Adam 280
Kołaczek-Szymański Piotr 143
Kotarba Andrzej 102, 206
Kozłowski Szymon 198, 255
Krełowski Jacek 148
Krug Jerzy 292
Krzesiński Jerzy 88, 93
Kuczyński Jerzy 285
Kuligowska Elżbieta 276, 332
Liżewski Jan 50, 110, 170, 228, 290, 348
Maksym Paweł 35, 117, 177, 237, 296, 358
Mączyński Maciej 109
Mickiewicz Maciej 274
Mikołajewski Maciej 3, 34, 63, 98, 123, 140, 160, 175, 183, 243, 286, 303, 340
Muciek Marek 189, 254, 320
Nawalkowski Piotr 100
Nowak Marek 278
Owczarek Andrzej 45
Owczarek Piotr 43
Pająk Grzegorz 310
Paprotny Zbigniew 64, 185
Pietrukowicz Paweł 321
Poleski Radosław 186, 190
Pomierny Jan 33, 49
Rakoczy Zbigniew 98
Ratajczak Milena 126
Rudak 42
Rudawy Paweł 8, 10, 74, 76, 127, 138, 140, 246, 306, 314
Rudnicki Konrad 64
Rudnicki Konrad 266
Rudziński Mariusz 270
Rzemieniak Andrzej 281
Schreiber Roman 58, 85, 144, 146, 249, 273, 325
Siejkowski Hubert 330
Sitarski G. 125
Siuda Magda 32
Smak 42
Smak Józef 67
Soszyński Igor 255
Substyk Marek 276, 295
Ściężor Tomasz 109, 124, 304
Szczepański Marek T. 346
Tomecki Stanisław 163
Tylenda Romuald 24
Urbański Piotr 172
Wierzcholska Alicja 277, 324, 332
Wiland Janusz 220
Włodarczyk Ireneusz 340
Wojewoda Grzegorz F. 286
Wolski Mateusz 208
Woźniak Małgorzata 3xx
Wychudzki Piotr 50, 110, 170, 228, 290, 348, 350
Wyrzykowski Łukasz 318
Zaparty Janusz 109
Zawada Karolina 42
Ziołkowski Krzysztof 16
Żejmo Michał 34, 160
Żołądek Przemysław 39, 76, 230, 235

Indeks przedmiotowy

Ćwierćwiecze sondowania komet cz. II. Łapanie, bombardowanie, kłucie..., *Krzysztof Ziołkowski* 14
V1309 Scorpii: spektakularny kres układu kontaktowego i narodziny nowej gwiazdy, *Romuald Tylenda* 24
Rozbłysk V838 Mon i ewolucja echa świetlnego widziana Kosmicznym Teleskopem Hubble'a 24, 30
SDSS — największy portret nieba, *Jerzy Krzesiński* 88
Skrzydła w SDSS 93
Międzygwiazdowe początki życia, *Jacek Krełowski* 148
Profesor Władysław Dziewulski a moja praca naukowa, *Konrad Rudnicki* 266
Bozon Higgsa odnaleziony, *Artur Kalinowski* 326
Wszechświat – cel czy przypadek?, *Marian Grabowski* 334

Inne

Reforma kalendarza 140
Podejrzane w Sieci… 145
Nowe czasopisma na rynku (*Astronomia Amatorska*, *AstroNautilus*) 220

Zjawisko roku 2012!

Przejście Wenus na tle tarczy Słońca.
Historia obserwacji tranzytów Wenus, *Paweł Rudawy* 6
Kapitan Cook i Wenus na Tahiti, *Józef Smak* 67
Wyzwanie Łomonosowa, *Paweł Rudawy* 126
Siostra w obłokach, *Milena Ratajczak* 126

VT–2012

Witryna internetowa VT-2012 74
KONKURS!!! – Astronomiczne klejnoty — INKLUZJE 75

Gdzie i kiedy będzie widoczne przejście Wenus? 134
Astronomiczne klejnoty – inkluzje 137
Wyznaczanie długości jednostki astronomicznej 74, 138
Tranzyt nad Polską 246
Śladami Łomonosowa 306
Tranzyt Wenus widziany kamerami Solar Dynamics Observatory 306
Jednostka astronomiczna a Wenus – koniec sporu! 314

Jubileusz OGLE

O OGLE w ogóle, *Radosław Poleski* 186
Dwie dekady zalotnego zerkania, *Radosław Poleski* 190
Planety z mikrosoczewek, *Szymon Kozłowski* 198
Wybuchy, pulsacje, zaćmienia…, *Igor Soszyński* 255
Jedna z 1001 nocy OGLE, *Szymon Kozłowski* 255
Zobaczyć niewidzialne, *Łukasz Wyrzykowski* 318
Belka w oku Galaktyki, *Paweł Pietrukowicz* 321

Wstąpienie do ESA

Polska chce podbijać kosmos 205
Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) 205
Europa patrzy na Europę z orbity 206
Polska droga do ESA 208

90 lat Uranii

Ostatni numer „Postępów Astronomii” 144
REFORMY W POSTĘPACH, POSTĘPY W REFORMACH 272

W kraju

Konferencja Heweliusz 2011 32
Monografia poświęcona Janowi Heweliuszowi 33
Portret Redaktora 42
Planetarium im. A. Owczarka w Potarzycy 44
Pierwszy polski satelita studencki PW-Sat 102

Astrobazy i nie tylko

MEADE LX 200 Pierwsze kroki 34
U Sylwestra II w Bukowcu – Paweł Maksym 35
Schody do nieba! 98
Zbigniew Rakoczy, Stertowanie w Kruszwicy 98
Po co te kopuły? 160
Meade 200 LX – ustawienie klina paralaktycznego 160
Obserwatorium Astronomiczne Zielonogórskiego
Obserwatorium na Wieży Braniborskiej 162
Dostrzegalnia w ogródku 165
Oko Jerzego 286
Astronomia w Gminie (Rozdrażew) 340

Poradnik obserwatora

Teleskopy Celestron Edge HD
– nowe oblicze Schmidtów-Cassegrainów 39
Techniki prezentacji i obserwacji Słońca 76
Obserwacje Słońca i tranzytu – pierwsze kroki 76

Sylwetki

Andrzej Owczarek (1949–2011) 43
Z powrotem w niebie (Neil Armstrong 1930–2012) 274

Circulos meos (felietony Marka Abramowicza)

Od Kopernika do Borejszy: (1) szwedzkie rabunki… 46
Od Kopernika do Borejszy: (1) …i szwedzkie dary 106
Jak popsuć sobie samopoczucie 166
Fryzury Alberta Einsteina 222
Z frajerami nie piję! 288
Wykład dla pięknej podróżniczki 344

Czy wiesz (że)

soczewka grawitacyjna może powiększyć… teleskop? 318

W skrócie

Pierwsza „druga” Ziemia 48
Planetarne układy są wszędzie! 49
Gromada w gromadzie 146
VISTA spogląda na wielką kulę gwiazd 147
Czyżby cios dla teorii o ciemnej materii? 147
ESO wybuduje największy teleskop na świecie 209
Wyboista polska droga do ESO 209
Ciemne galaktyki z wczesnego Wszechświata 224
VLT przyjrzał się mgławicy Wojna i Pokój 225
Trzy nowe planetoidy z polskimi nazwami 225
Polska przystąpiła do Europejskiej Agencji Kosmicznej 276
Polacy odkryli nowy rój meteorów 276
PTMA ma nowy oddział 276
Sonda Dawn opuściła asteroidę Westa 276
Curiosity wylądował na Marsie 277
Europejskie Obserwatorium Południowe ma 50 lat 316
Woda przy narodzinach gwiazdy 324
Gwiazdy starożytne i współczesne? 330
Niespodziewany trend w ewolucji galaktyk 330
Znaleziono największy polski meteoryt! 331
Najdalsza galaktyka w znanym Wszechświecie 332
Supermasywna czarna dziura pompuje wielkie bąble 332
ALMA wyjawia sekrety umierającej gwiazdy 333
Polska w ESA już na dobre 337
Kosmiczne strugi wyjaśnione 337

Ciekawe strony internetowe

„Principia” Izaaka Newtona 58
Muzyka magnetosfery 85
Galeria obrazów The Royal Society 146
Urania w Internecie 226
Dziedzictwo astronomii 273
Mars i Księżyc 360° dookoła głowy 325

Zloty, obozy, warsztaty

Astropolis StarParty 280
Delta Optical AstroShow 281
AstroVision TZMA 282

Kalendarz astronomiczny

luty–marzec 2012: Niebo nad Polską widziane z Olsztyna 50
Polecamy do obserwacji: Eros na walentynki 52
Spójrz w niebo – gwiazdozbiory: Bliźnięta 54
czerwiec — lipiec 2012: Niebo nad Polską 170
Polecamy do obserwacji: Maksimum XXIV cyklu aktywności słonecznej 172
Spójrz w niebo — gwiazdy zmienne: AZ Cas — kampania obserwacyjna 175
Nie przegap: Księżyc połknie króla… 177
sierpień – wrzesień 2012: Niebo nad Polską widziane z Warszawy 228
Polecamy do obserwacji: Maksimum Perseidów 230
Spójrz w niebo — meteory: Perseidy 235
Hybris i Niobe – dwie sekundy za planetoidą! 237
sierpień – wrzesień 2012: Niebo nad Polską widziane z Torunia 290
Spójrz w niebo — asteryzmy: Mały Delfin 295
Zakryciowa jesień 296
grudzień 2012 – styczeń 2013: Niebo nad Polską widziane z Torunia 348
Polecamy do obserwacji: M42 350
Spójrz w niebo — gwiazdozbiory: Orion i Byk 355
Betlejemska gwiazdka zakryta przez Ceres 358

Program Ciemne Niebo

Blask ciemności w Beskidach 100

Astronomia młodych

Moja ostatnia olimpiada 140
Dyskusja kuluarowa 141
Gwiazdy nad Ipanemą 284
Kącik olimpijczyka 285, 346

Astrofotografia amatorska

Galeria 59, 86, 108, 119, 179
Zakrycie Jowisza 15 lipca 2012 271

Mistrzowie astrofotografii

Namibia – astrofotograficzne eldorado (Bogdan Jarzyna) 210
Wyniki konkursu AstroCamera 2012 213
Wyniki konkursu „AstroCamera 2011” c.d. 57
Atmosfera Wenus spod Zielonej Góry (Grzegorz Pająk) 310

Od redaktora 3, 63, 123, 183, 243, 303

Dawno temu w... „Uranii” 4, 64, 124, 184, 244, 304

Poczta 42, 109, 163, 227, 278, 336

Krzyżówka 58, 118, 178, 238, 298, 360

Astrożarty Jacka D. 118, 178, 238, 298, 360

Fot. Piotr Potępa

W następnych numerach:

- *Dlaczego nie było KOŃCA ŚWIATA*
- *Wybuch Drakonidów*
- *Gwiazdy Przybylskiego i Smaka z Krzemińskim*
- *Mistrzowie astrofotografii – KALENDARZ 2013 w formacie B3 (dla prenumeratorów)*

PRENUMERATA ROCZNA NA KOLEJNE 6 NUMERÓW KOSZTUJE TYLKO 60 ZŁ

(dwuletnia – na 12 numerów – 120 zł). Prenumeratę (oraz inne zamówienia) można opłacić na konto Polskiego Towarzystwa Astronomicznego **nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241** lub elektronicznie: http://urania.pta.edu.pl/prenumerata
Prosimy o dokładne podanie adresu, na który ma być wysłane pismo, oraz numeru „Uranii", od którego ma być realizowana prenumerata.
Na numery archiwalne od roku 2012 obowiązuje cena detaliczna 11,90 zł (liczba ograniczona).
Z początkiem roku 2013 numery archiwalne „Postępów Astronomii" z lat 1992–1997 oraz „Uranii" z lat 1998–2011 do nabycia w cenie 5 zł za zeszyt. Liczba ograniczona: aktualna lista numerów wyczerpanych i bibliofilskich na stronie internetowej http://urania.pta.edu.pl

OFERTA SPECJALNA DLA SZKÓŁ, OBSERWATORIÓW I STOWARZYSZEŃ AMATORSKICH, ODDZIAŁÓW PTMA ITP.

Proponujemy NIEODPŁATNE przesłanie wszystkich dostępnych archiwalnych numerów „Postępów Astronomii" oraz „Uranii" z lat 1992–2011 za pokryciem kosztów przesyłki w wysokości 30 zł. Aktualnie oferta obejmuje około 70 numerów archiwalnych w tym niemal komplet roczników 2001–2008.

Prosimy o kontakt mailowy lub telefoniczny:
DYSTRYBUCJA, MARKETING, NUMERY ARCHIWALNE I INFORMACJE O PRENUMERACIE:
urania@pta.edu.pl tel. 69 855 6161

Bieżące numery Uranii do nabycia w:

- *księgarniach EMPiK na terenie całego kraju*
- *salonach Delta Optical (Warszawa, Al. Jana Pawła II 19, Gdańsk, ul. Grunwaldzka 40/9, Katowice, ul. Uniwersytecka 13)*
- *salonie Astrokrak – Kraków, ul. Mogilska 51*
- *planetariach w Chorzowie, Grudziądzu, Olsztynie i Toruniu*
- *siedzibie PTMA w Krakowie, ul. Miodowa 13/35*
- *Księgarni „Skarbnica" w Krakowie (www.skarbnica.krakow.pl) oraz „Exlibris" (http://exlibris.osdw.pl)*