PRAWDOPODOBNIE NAJLEPSZE PISMO ASTRONOMICZNE WE WSZECHŚWIECIE! ;)

Urania

Postępy Astronomii

3/2013 (765) maj – czerwiec

tom LXXXIV

Cena 11,90 zł
w tym 5% VAT

urania.pta.edu.pl

X dekada Uranii

- *Dokąd sięga Układ Słoneczny?*
- *Zrozumieć Słońce*
- *Solarygrafia dla każdego*
- *Osierocone obserwatorium*

ISSN 1689-6009

Wyprawa po zorzę

Sky-Watcher®

DELTA® optical | bliżej pasji

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

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: 16.999,-

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

Ten szalony majowy weekend rozpocząłem już w czwartek 9 maja. Z bagażnikiem po brzegi załadowanym promocyjną *Uranią*, popędziłem na konferencję Astrophisica Nova do Częstochowy. Dobrze, że po drodze jest już kawałek autostrady A1 z Kowala do Strykowa, bo zdążyłem na wieńczący ten dzień fascynujący referat o księdzu Metlerze i Camille'u Flammarionie i jak zwykle sympatyczną kolację w domu gospodarza konferencji, Bogdana Wszołka.

Krótkie, improwizowane wystąpienie o promocji astronomii w kulturze wygłosiłem już następnego dnia rankiem, ku rozczarowaniu słuchaczy, bo wykład miał mieć miejsce wieczorem w… dyskotece. No, ale przede mną było kolejne 400 km, na Astrozlot w Bieszczady. Niewiele brakowało, a zabrałbym kilkoro pasażerów, ale w ostatniej chwili wyjaśniło się, że ich celem są „Małe Teleskopy" w Koninkach pod Suhorą i Turbaczem w Gorcach, a nie bieszczadzka Stężnica. Bieszczady, Gorce – toż to wszystko góry! Zwłaszcza że wracałem w Gorce ale dopiero w sobotę.

W drodze znów mnie uratowała autostrada, tym razem A4, gotowa prawie (kilka ograniczeń) do samego Tarnowa, przybliżając Bieszczady o dobrą godzinę do Europy. W Baligrodzie skręt w lewo i już się ciągnie kilometrami Stężnica, a na końcu nasi – 10. już zlot zorganizowany przez Lubelski Oddział PTMA. Z radością kojarzę kilka znajomych nazwisk z „Mistrzów Astrofotografii 2013" z twarzami: Dariusz Bobak, Szymon Ozimek… Jest też Kasia Maksym z synkiem Karolem. Tyle się dzieje, że nawet nie będzie okazji spokojnie pogadać, zwłaszcza że jak po zachodzie zrobiła się pogoda – wszystkich wymiotło! Dość intensywna poświata kilkudziesięciu towarzyszących teleskopom laptopów wskazała mi kierunek poszukiwań na pobliskiej oślej – a raczej baraniej – łączce. Nikt na mnie nie zwracał najmniejszej uwagi, zajęty wyłącznie NIEBEM! Co ja tutaj robię? Podobnie mógłby się pewnie poczuć ichtiolog na zawodach wędkarskich! Co rusz ktoś wyciąga piękną rybę, a ja – nim oni nie wrzucą ją z powrotem do wody albo na patelnię – nie mogę jej zmierzyć grubości łuski czy wyodrębnić DNA! Przemykając między teleskopami, konstatuję, że przecież oni przerabiają „hektolitry" terabajtów danych! Czy aby notują warunki ekspozycji, filtry i moment obserwacji? To się chyba wszystko marnuje! Jakby było cudownie stworzyć bazę danych tych astroestetycznych poszukiwań! Choćby i w uzyskanych lustrzanką zdjęciach (wszystkie zdjęcia Krzysztofa Zbroszczyka) widać co najmniej dwa bolidy i kilkanaście meteorów! Czy aby czas ma w swoim aparacie ustawiony dostatecznie dokładnie, by taki na przykład Przemek Żołądek mógł określić ich orbitę?

Z takimi refleksjami, w sobotnie południe ruszyłem w powrotną drogę na zachód, do Koninek. Trzecia konferencja „Wykorzystanie małych teleskopów". Referaty wspaniałe, ale nie słucha ich żaden nauczyciel-opiekun kujawsko-pomorskiej astrobazy, żaden miłośnik ze zlotu w Bieszczadach… Ile jest tych astronomii?

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:

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

URZĄD MARSZAŁKOWSKI WOJEWÓDZTWA KUJAWSKO-POMORSKIEGO W TORUNIU

Nakład: 2300 + 500 egz.

Zespół Redakcyjny:
Aleksandra Hamanowicz (młodzi badacze)
Krzysztof Czart (serwis www)
Jacek Drążkowski (red. techniczny, skład)
Michalina Górecka (dystrybucja, sekretariat)
Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny)
Marek Muciek (redaktor)
Roman Schreiber (badania kosmiczne)
Piotr Wychudzki (kalendarz astronomiczny)
Bożena Wyrzykowska (korekta językowa)
Karolina Zawada (orion.pta.edu.pl)

Współpraca:
Marek Abramowicz, Paweł Z. Grochowalski, Katarzyna Kurdek, Paweł Maksym, Paweł Rudawy, Marek Substyk, Robert Szaj, Janusz Wiland, 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: redakcja@pta.edu.pl

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

Dystrybucja, marketing, sekretariat:
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

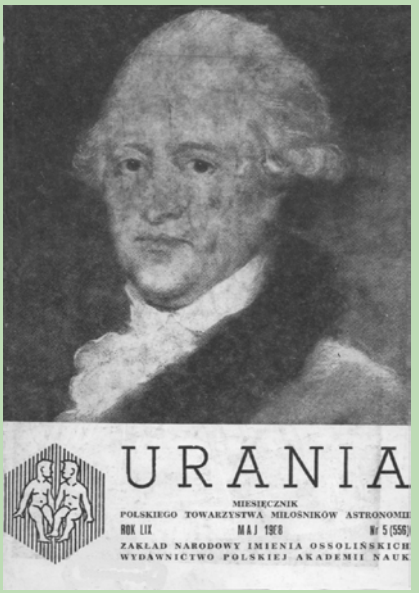
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

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
T. +48 618 65 60 15 www.chronocolor.pl
na maszynach RYOBI

Dawno temu w… „Uranii”



Pole magnetyczne Urana zmienia bieguny?

W referowanej pracy przedstawiono hipotezę objaśniającą zadziwiająco duży kąt pomiędzy osią wirowania Urana a kierunkiem jego momentu magnetycznego, sięgający około 60 stopni. Przedstawiła ją grupa kierowana przez M. Acunę (Centrum Lotów Kosmicznych im. Goddarda USA), analizującą dane otrzymane z Voyagera-2. Zdaniem tych naukowców pole magnetyczne Urana znajduje się w fazie gruntownej „przebudowy”, a zakończy ją zmiana biegunów: północny zajmie miejsce południowego i na odwrót. Podobne zmiany biegunowości są prawdopodobnie udziałem wszystkich planet posiadających pole magnetyczne. Na Ziemi proces ten zachodzi co około 200 tys. lat. Chociaż jest to okres dosyć krótki, jeśli mierzyć go w geologicznej skali czasu, jedynym śladem dostępnym badaniom są dane paleomagnetyczne, świadczące, iż w przeszłości pole magnetyczne Ziemi miało przeciwną biegunowość. Jej zmiany wiąże się w niektórych hipotezach z globalnymi katastrofami biologicznymi. Z tego właśnie powodu badania nad wpływem zmiany biegunów pola magnetycznego Urana na tamtejszą atmosferę i jej parametry są tak bardzo interesujące. Trzeba od razu zaznaczyć, że hipoteza M. Acuny jest kwestionowana przez niektórych badaczy. Wielkość kąta pomiędzy osią rotacji, a linią łączącą bieguny magnetyczne Urana tłumaczą innymi przyczynami, np. zderzeniem planety na wczesnym etapie jej ewolucji z obiektem o rozmiarach i masie porównywalnych do Ziemi.

Wg New Scientist, 1986, **111**, 1515, 21

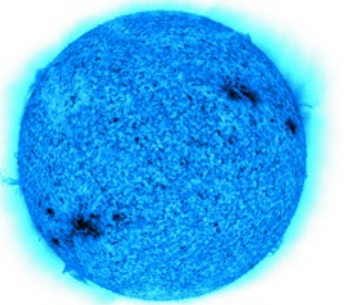
ZBIGNIEW PAPROTNY

W AKTUALNYM NUMERZE

Juliusz Domański

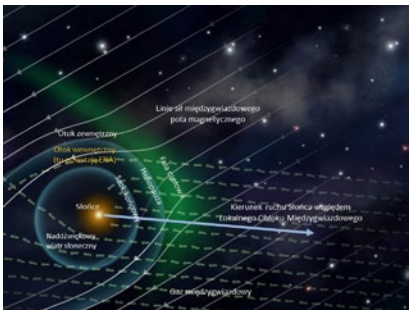
6 **Zrozumieć piekło**

Poznanie natury Słońca stało się możliwe dzięki rozwojowi fizyki. Wraz z Autorem śledzimy krętą i wyboistą drogę rozwoju naszego pojmowania Gwiazdy Dziennej.



12 Justyna M. Sokół

Heliosfera i jej granice



Układ Słoneczny nie byłby tak przytulnym miejscem do życia, gdyby nie niewidzialna bańka heliosfery, w której jest zamknięty. Do niedawna mogliśmy ją poznawać jedynie teoretycznie – kredą na tablicy. Dopiero ostatnio dane z próbników kosmicznych rzucają pewne światło na jej rzeczywistą budowę.

20 Maciej Zapiór

Solarygrafia – klamra czasu

Przełom czerwca i lipca to dobry czas, by spróbować solarygrafii – prostej i taniej techniki fotograficznej, która może przynieść wiele satysfakcji również miłośnikom astronomii.

Kronika luty — marzec 2013 20

Adam Skrzypek **Wyprawa po zorzę** 24

Ciekawe strony internetowe:
Kosmiczne wizualizacje i animacje dla każdego 36

W skrócie

Oszacowano, ile nowych kraterów powstaje na Marsie każdego roku 36
Wyniki konkursu na nazwy dla księżyców Plutona 37
Pulsar posłużył do testów teorii Einsteina 37
Wszechświat niemal idealny 38
Planeta Wenus zachowuje się trochę jak kometa 39
Burza na Saturnie, która dogoniła samą siebie 39
Koniec obserwacji Herschela 40
Marsjańscy osadnicy poszukiwani 40

Młodzi badacze

Matura pod ciemnym karłem 41
OMSA po raz 39. 42
LVI Olimpiada Astronomiczna (2012/2013) – zadanie I serii z rozwiązaniem 43

Circulos meos

Ważna rocznica 44

kalendarz astronomiczny: *czerwiec – lipiec 2013*

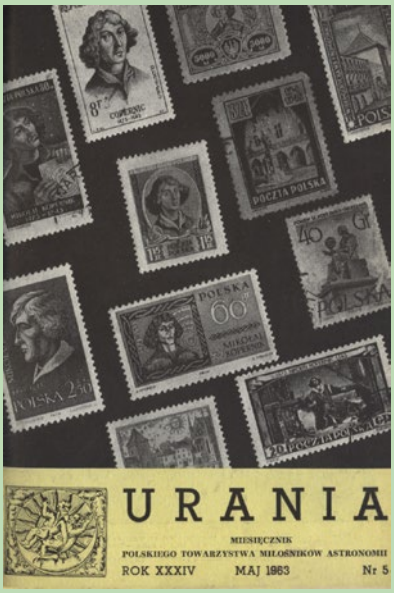
Niebo nad Polską widziane z Bukowca 46

Polecamy do obserwacji:
M13 48
Spójrz w niebo — asteryzmy:
Kapelusz Napoleona 51

52 *Pożegnanie Pawła Maksyma (1983 – 2013)*

Osierocone obserwatorium

Astrofotografia amatorska 60
Krzyżówka 62
Astrożarty Jacka D. 62
Poczta 63



Nowe pomiary globu planety Mars

W czasie opozycji Marsa w czerwcu 1954, wrześniu 1956 i listopadzie 1958, astronom francuski A.Dollfus, przy pomocy 60-centymetrowego refraktora obserwatorium na Pic du Midi i specjalnego, skonstruowanego przez siebie mikrometru, wyznaczał rozmiary Czerwonej Planety. Obserwacje były prowadzone w noc poprzedzającą i następującą po momentach opozycji. Pomiary średnicy równikowej D_r, i biegunowej D_b wykonywano w 5. barwach. Uzyskane wyniki są następujące: średnica równikowa Marsa D_r = 6790 km średnica biegunowa Marsa D_b = 6710 km. Wyniki te są obarczone błędem tylko ±20 km. Atmosfera planety powiększa jej średnicę o około 30 km. Objętość planety wynosi: $(4/3)\cdot\Pi\cdot D_r^2\cdot D_b/8 = 1{,}620\cdot10^{26}$ cm^3 ±1% Przyjmując dla Marsa, za Brouwer'em i Clemence'm, masę planety równą $6{,}606\cdot10^{26}$ g, gęstość średnia tego globu jest 4,09 g/cm^3. Eliptyczność $(D_r - D_b)/D_r = 0.0117$ sugeruje, że planeta posiada gęste jądro otoczone warstwą materiałów lekkich. Warstwa ta jest znacznie grubsza na równiku niż na biegunach.

(Wg CR Paris, 225, 18, 2229)

A. Woszczyk

NA OKŁADCE

Zorza polarna sfotografowana przez Marka Nikodema 26 września 2011 r. o godz. 23.21 w okolicach Szubina

Jak fizyka pomogła poznać naturę Słońca

Zrozumieć piekło

Juliusz Domański

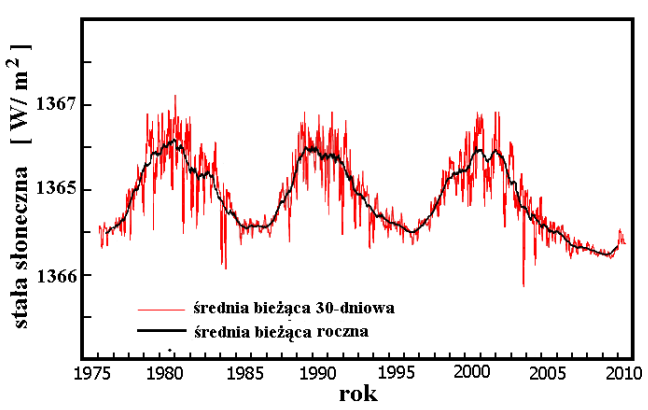
Od zarania swych dziejów Słońce znajdowało się w centrum zainteresowań człowieka. Ubóstwiano je, było bohaterem niezliczonych mitów i legend. Pilnie też obserwowano jego ruchy, a wiedzę tak zdobytą wykorzystywano do tworzenia kalendarzy. Jednak przez tysiąclecia brakowało podstaw do badania jego natury. Z tym trzeba było poczekać na rozwój fizyki. Na dobrą sprawę rozpoczęło się to dopiero w XIX w.

Poznajemy podstawowe fakty

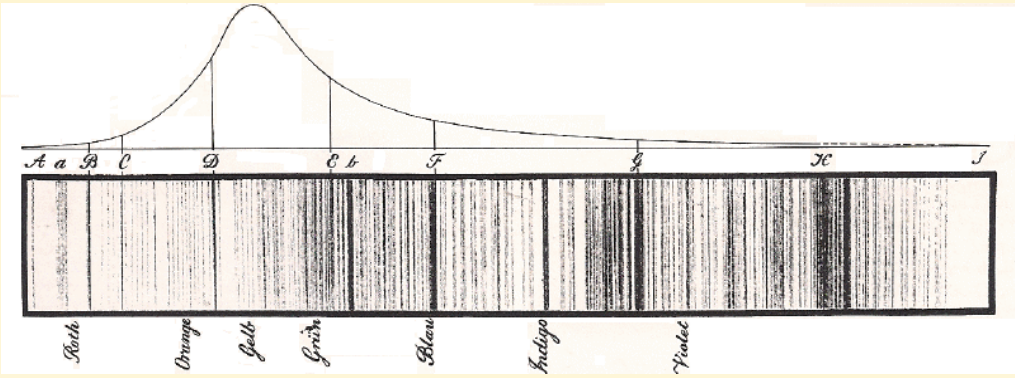
W 1672 r. dokonano bardzo ważnego dla astronomii pomiaru odległości Ziemia–Słońce. Udało się to dzięki jednoczesnemu wyznaczeniu położenia Marsa z dwóch różnych, odległych miejsc (Paryż i Cayenne w Ameryce Południowej). Dopiero wówczas zorientowaliśmy się w prawdziwych rozmiarach Układu Słonecznego. A są one, w naszej skali, olbrzymie. Przelot ze Słońca do najdalszej planety układu, Neptuna, samolotem naddźwiękowym lecącym z prędkością 2150 km/h trwałby prawie 240 lat! Co prawda odległość Ziemia–Słońce wyznaczał jeszcze III w. p.n.e. Arystarch, ale jego wynik był ok. 20 razy mniejszy od prawdziwego. Ponieważ znana też była średnica kątowa Słońca, znajomość odległości do Słońca pozwoliła łatwo obliczyć jego średnicę w kilometrach ($1{,}92\times10^5$ km). Ale to nie wszystko. Znając odległość Ziemia–Słońce, można było z III prawa Keplera obliczyć masę Słońca (masę Ziemi znaliśmy wcześniej z prawa powszechnego ciążenia). Masa Słońca wynosi $1{,}99\times10^{30}$ kg, czyli jest 333 000 razy większa od masy Ziemi.

W 1835 r. J. Herschel wyznacza wartość stałej słonecznej. Jest to całkowita energia, jaką promieniowanie słoneczne przenosi w jednostce czasu przez jednostkową powierzchnię ustawioną prostopadle do promieniowania, w średniej odległości Ziemi od Słońca, przed wejściem promieniowania do atmosfery. Mnożąc jej wartość (1366 W/m^2) przez powierzchnię sfery o promieniu równym odległości Ziemia–Słońce, otrzymujemy moc promieniowania Słońca: $3{,}845\times10^{26}$ W. Wynik ten przez wiele lat sprawiał kłopot fizykom i astronomom. Nie znano bowiem żadnego procesu zapewniającego produkcję energii w takiej ilości.

Stała słoneczna, wbrew swojej nazwie, wcale nie jest stała. Dziś wyznaczamy ją za pomocą satelitów, unikając w ten sposób wpływu atmosfery na otrzymany wynik (rys. 1). Zmiany zachodzą w cyklu jedenastoletnim (w przybliżeniu) zwanym ogólnie cyklem aktywności i są skorelowane z cyklem plam słonecznych. Wiemy też (głównie dzięki obserwacjom plam), że w latach 1645–1717 Słońce było bardzo słabo aktywne (minimum Maundera), co spowodowało pewne oziębienie klimatu Ziemi. Okres ten zyskał nawet nazwę „małej epoki lodowej". Plamy słoneczne pozwoliły też wyznaczyć okres obrotu Słońca. Okazało się, że jest on różny na róż-



Rys. 1. Zmienność „stałej" słonecznej w latach 1975–2010. Źródło: NASA/James Hansen



Rys. 2. Oryginalny rysunek Josepha Fraunhofera z 1815 r., przedstawiający zaobserwowane przez niego linie absorpcyjne w widmie Słońca. Niektóre z oznaczeń Fraunhofera (linia sodu D, pasmo G) są używane do dziś. Źródło: Denkschriften der K. Acad. der Wissenschaften zu München 1814–15, 193–226

nych szerokościach heliograficznych. Jako wartość średnią przyjmuje się 27 dni.

Po raz pierwszy liniowe widmo Słońca otrzymał w 1815 r. J. von Fraunhofer (rys. 2). W roku 1868 P. Jansen zauważa w widmie Słońca pomarańczowy prążek nie odpowiadający żadnemu ze znanych pierwiastków występujących na Ziemi. Uznano, że odkryto nowy pierwiastek i nadano mu nazwę hel (od greckiego *helios* — słońce). Jednak w 1895 r. W. Ramsay odkrywa ten pierwiastek na Ziemi. Na Ziemi występuje on w bardzo niewielkich ilościach, najczęściej towarzysząc złożom gazu ziemnego (ciekawostka — polskie złoża gazu mają najwyższą zawartość helu — do 3%). Natomiast w fotosferze słonecznej hel występuje w ilości 26,5%., wodór 72%. Pozostałe pierwiastki to łącznie ok. 2%.

W 1879 r. J. Stefan i L. Boltzmann sformułowali prawo opisujące całkowitą moc wypromieniowywaną przez jednostkę powierzchni ciała doskonale czarnego w danej temperaturze:

$$L = \sigma T^4$$

gdzie $\sigma = 5{,}675\times10^{-8}$ W/m^{2}K^4

Znając promień Słońca (a tym samym jego powierzchnię) i moc promieniowania, możemy obliczyć temperaturę powierzchniową. Otrzymujemy 5777 K. Tak obliczona temperatura nosi nazwę efektywnej. Możemy ją również obliczyć z prawa Wiena:

$$\lambda_{max} T = \text{const} = 2{,}898\times10^{-8}\ \text{m}\cdot\text{K}$$

gdzie λ_{max} to długość fali, dla której natężenie promieniowania ma największą wartość. Otrzymujemy temperaturę Wiena = 6200 K. Innym sposobem jest określenie temperatury przez pomiar stosunku natężeń dla dwóch różnych długości fal. Jest to tzw. temperatura barwna. Dla Słońca wynosi ona ok. 6500 K. Wyniki nieco się różnią, bowiem uzyskaliśmy je przy założeniu, że Słońce jest ciałem doskonale czarnym, a nie jest. Temperaturę w centrum Słońca możemy jedynie obliczyć z rozważań teoretycznych. Wynosi ona ~15,6×10^6 K.

Albert Einstein był zaproszony do Marii Skłodowskiej-Curie. Gdy usiedli w salonie, zauważył, że dwa krzesła obok niego są puste – nikt na nich nie usiadł.

– Proszę usiąść koło mnie – zwrócił się do Marii. – Bowiem czuję się jakbym był w Pruskiej Akademii Nauk.

Pewnego wieczora Rutherford wstąpił do swojego laboratorium. Zastał tam jednego ze swoich uczniów pochylonego nad aparaturą.

– Co pan robi tak późno? – pyta Rutherford.

– Pracuję.

– A co pan robi w dzień?

– Oczywiście, pracuję.

– I wczesnym rankiem też pan pracuje?

– Tak, panie profesorze, rano też pracuję.

Na to Rutherford po chwili zastanowienia:

– To kiedy pan myśli?

Dlaczego Słońce świeci

Wróćmy teraz do problemu źródła energii Słońca (3,845×10^{26} W) wyznaczonej w przybliżeniu już w 1835 r. Wynik przez wiele lat był niezrozumiały. Gdybyśmy np. założyli, że Słońce składa się w całości z węgla, to spalanie go z taką wydajnością trwałoby zaledwie ok. 1200 lat! Ciekawsza była nieco później wysunięta hipoteza kontrakcji. Według niej energia Słońca to energia grawitacyjna. Słońce miałoby się kurczyć i jego energia grawitacyjna ulegałaby zamianie na wewnętrzną (ciepło), a następnie wypromieniowywana. Jednak nawet przy najbardziej optymistycznych założeniach wiek Słońca nie przekraczałby 20 mln lat. To też bardzo mało, Ziemia jest znacznie starsza. Na rozwiązanie problemu trzeba było czekać jeszcze ponad 100 lat. Fizycy musieli odkryć jeszcze wiele praw przyrody, których istnienia wówczas nawet nie podejrzewano.

Werner Heisenberg odwiedził Bohra w jego domu w Danii. Na drzwiach domu zauważył przybitą podkowę.

– Chyba Pan nie wierzy, że podkowa przynosi szczęście…

– Oczywiście, że nie wierzę. Ale podobno nawet gdy się nie wierzy, to przynosi.

Wymieńmy tylko najważniejsze.

Rok 1896. H. Becquerel odkrywa przypadkowo promieniowanie rudy uranowej. Prace E. Rutherforda i J. Thomsona z lat 1896–1900 wykazują, że to promieniowanie ma 3 składowe nazwane promieniowaniem α, β i γ.

Rok 1898. Maria Skłodowska-Curie wydziela z rudy uranowej dwa kolejne pierwiastki promieniotwórcze — polon i rad.

Rok 1907. E. Rutherford bombardując złotą folię cząstkami α dowodzi, że jądro atomu jest bardzo małe, atom jest prawie pusty.

Rok 1913. N. Bohr przedstawia model atomu.

Rok 1932. J. Chadwick identyfikuje neutron, drugi poza protonem składnik jądra atomowego.

Rok 1938. O. Hahn dokonuje rozszczepienia jądra uranu.

Rok 1939. Lise Meitner dowodzi, że produkty rozszczepienia jądra uranu wykazują defekt masy. Oblicza wyzwoloną w tym procesie energię na ok. 200 MeV.

Rok 1939. H. Bethe przedstawia teorię reakcji odpowiedzialnych za

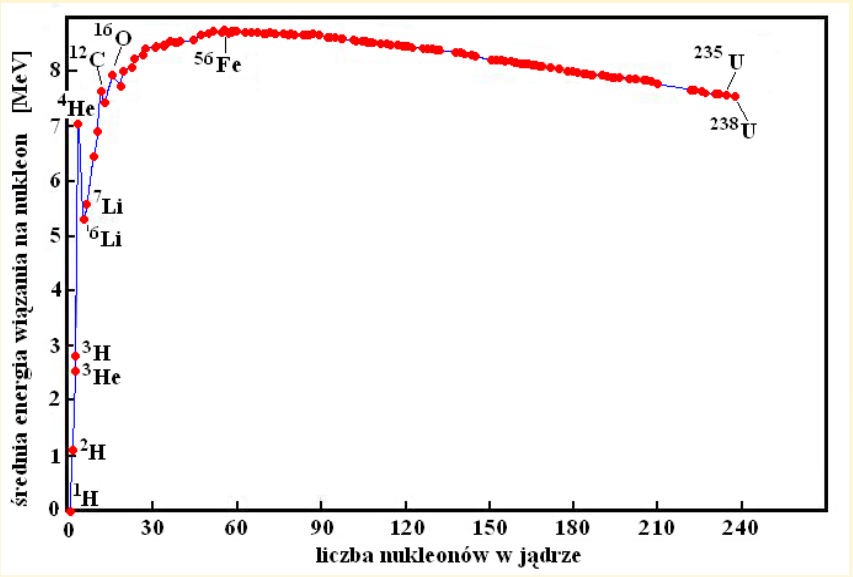
Liza Meitner – pierwsza w Niemczech kobieta-fizyk – uzyskała stopień naukowy już na początku lat 20. Tytuł jej pracy *Problemy fizyki kosmicznej* wydał się pewnemu dziennikarzowi tak absurdalny, że w druku ukazało się: *Problemy fizyki kosmetycznej.*

produkcję energii w Słońcu (i innych gwiazdach).

Rok 1942. E. Fermi uruchamia w Chicago pierwszy reaktor atomowy, w którym zachodzi kontrolowana reakcja rozszczepienia jąder uranu.

Rozpoczęła się era energii atomowej. Prace wielu fizyków doprowadzają do wyznaczenia energii wiązania dla wielu jąder. Z reguły podaje się wartość tej energii przypadającą na 1 nukleon. Wykres energii wiązania na nukleon od liczby nukleonów w jądrze, czyli od liczby masowej **A**, jest krzywą, która szybko narasta dla małych liczb masowych, a stopniowo opada dla dużych (rys. 3). Wynika stąd, że dla pierwiastków lekkich (o małej liczbie masowej) syntezie większych jąder towarzyszy wydzielanie się energii. Natomiast w przypadku pierwiastków ciężkich, wydzielanie energii towarzyszy rozszczepianiu, czyli podziałowi jąder. Z tego również powodu jądra pierwiastków lekkich charakteryzują się dużą trwałością, zaś jądra pierwiastków ciężkich mają tendencję do rozpadu. Reakcje łączenia lekkich jąder (np. synteza wodoru w hel) mogą być obfitym źródłem energii jądrowej.

Staje się jasne, że źródłem energii Słońca może być energia jądrowa. Reakcja rozszczepienia jąder ciężkich pierwiastków nie wchodzi w grę, nie ma ich bowiem na Słońcu wiele. Możliwa jest tylko reakcja syntezy lekkich jąder, najprawdopodobniej wodoru w hel.



Rys. 3. Energia wiązania jąder atomowych w przeliczeniu na 1 nukleon. Jeśli w wyniku reakcji jądrowej z jąder położonych niżej na wykresie powstają położone wyżej, to energia się wydziela. W przeciwnym wypadku trzeba jej dodać. Na szczycie wykresu znajduje się ^{56}Fe. Nie da się więc z niego uzyskać energii ani przez rozbicie, ani syntezę cięższych jąder

$$4\,^{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}\mathrm{He} + 2e^{+} + 2\nu_{e}$$

Dokonajmy prostego oszacowania: masa protonu $m_p = 1{,}67239\times10^{-27}$ kg, zatem masa 4 protonów $= 6{,}6896\times10^{-27}$ kg
masa jądra helu $m_{He} = 6{,}6439\times10^{-27}$ kg
masa dwóch pozytonów $m_{e+} = 0{,}0018\times10^{-27}$ kg,
zatem mamy deficyt masy $0{,}0439\times10^{-27}$ kg. Zgodnie z równaniem $E = mc^2$ wynikającym z teorii Einsteina jest on równoważny energii ok. 26 MeV ($4{,}3\times10^{-12}$ J). Taka energia jest niezbędna, aby „rozdzielić" jądro helu na 4 protony. Ta sama energia zostaje uwolniona w czasie syntezy helu z 4 protonów. Jest to bardzo dużo. Energia wiązania cząsteczki CO_2 (spalanie węgla) wynosi zaledwie 4,2 eV.

Ilość energii wydzielanej w tym procesie jest wystarczająca, aby zapewnić Słońcu pracę z taką mocą, jaką znamy z obserwacji. Wypromieniowując energię, Słońce zmniejsza masę i to w tempie 4×10^{9} kg/s. Gdyby przyjąć, że Słońce traci masę z taką szybkością przez całe swoje życie, to dotychczasowa całkowita utrata masy wynosiłaby w przybliżeniu $6{,}5\times10^{26}$ kg. Wartość ta jest mniejsza niż niepewność, z jaką wyznacza się obecnie masę Słońca.

Teorię wkrótce sprawdzono. W dniu 1 listopada 1952 r. na atolu Eniwetok dokonano pierwszej eksplozji bomby wodorowej (rys. 4).

Rys. 4. Wybuch pierwszej w historii bomby wodorowej Ivy Mike, 1 listopada 1952 r. na atolu Eniwetak. Energię wybuchu oszacowano na 10,4 Mt TNT, ok. 700 razy więcej niż bomba zrzucona na Hiroszimę. Źródło: National Nuclear Security Administration / Nevada Site Office

Temperatura w centrum

Doprowadzenie do syntezy termojądrowej jest bardzo trudne ze względu na bardzo duże siły odpychania między dodatnimi ładunkami protonów. Obliczenia pokazały, że jest to możliwe przy bardzo wysokiej temperaturze rzędu 10 mln K. Jest więc oczywiste, że temperatura wewnętrznych warstw Słońca musi być odpowiednio wysoka, aby występowanie reakcji syntezy helu było możliwe.

Czy potrafimy cokolwiek powiedzieć o temperaturze (i innych warunkach) we wnętrzu Słońca? Okazuje się, że tak. Oczywiście nie na podstawie bezpośrednich pomiarów czy obserwacji.

Obliczenia, które teraz przeprowadzimy, będą bardzo uproszczone. Mimo to, uzyskane wyniki niezbyt odbiegną od uzyskanych bardziej wyrafinowanymi metodami.

W wysokiej temperaturze wnętrza Słońca jego materia powinna być w stanie gazowym. Więcej, powinien to być gaz zjonizowany, czyli plazma. Olbrzymia masa Słońca wytwarza bardzo silne pole grawitacyjne, pod działaniem którego kula gazowa powinna się kurczyć. Dlaczego tak się nie dzieje? Ponieważ gorąca plazma wytwarza ciśnienie równoważące siły grawitacji. Możemy powiedzieć: gwiazda to kula plazmy w równowadze hydrostatycznej.

Obliczmy ciśnienie wywołane siłami grawitacji w środku tej kuli. Wyobraźmy sobie słup plazmy o przekroju poprzecznym S i wysokości równej promieniowi Słońca. Ciśnienie grawitacyjne w środku Słońca jest równe ciężarowi tego słupa, podzielonemu przez S. Ciężar obliczymy z prawa powszechnego ciążenia:

$$F = G\frac{Mm}{R^2},$$

w którym M oznacza masę Słońca, zaś m — masę naszego słupa:

$$m = \rho_{śr} RS,$$

gdzie $\rho_{śr}$ to średnia gęstość Słońca. Jeśli przyjmiemy w bardzo grubym uproszczeniu, że gęstość materii na całej długości naszego słupa jest jednakowa i równa $\rho_{śr}$, to jego środek ciężkości znajduje się w odległości R/2 od środka. Wówczas ciśnienie grawitacyjne wywierane przez nasz słup na centrum Słońca wynosi

$$p = G\frac{M\rho_{śr}RS}{\left(\frac{R}{2}\right)^2 S} = 4G\frac{\rho_{śr}M}{R}$$

Otrzymany wynik to 10^{10} atmosfer. Takich ciśnień nie potrafimy wytwarzać na powierzchni Ziemi.

Aby obliczyć ciśnienie gazu, równoważące znalezione przed chwilą ciśnienie grawitacyjne, skorzystamy teraz z równania stanu gazu (równania Clapeyrona),

$$pV = AT,$$

gdzie A — uniwersalna stała gazowa, T — temperatura, a V — objętość gazu.

Wygodniej będzie zastosować to równanie w nieco innej postaci posługującej się masą molową m (czyli masą $6{,}02\times10^{23}$ sztuk cząstek gazu). Z jej definicji wynika, że

$$\rho = \frac{\mu}{V},$$

gdzie V to objętość 1 mola gazu. Równanie Clapeyrona przyjmie postać:

$$p = \frac{A}{\mu}\rho T.$$

Warunek równowagi hydrostatycznej w centrum Słońca przyjmuje teraz postać:

$$\frac{A}{\mu}\rho_c T = 4G\frac{\rho_{śr}M}{R},$$

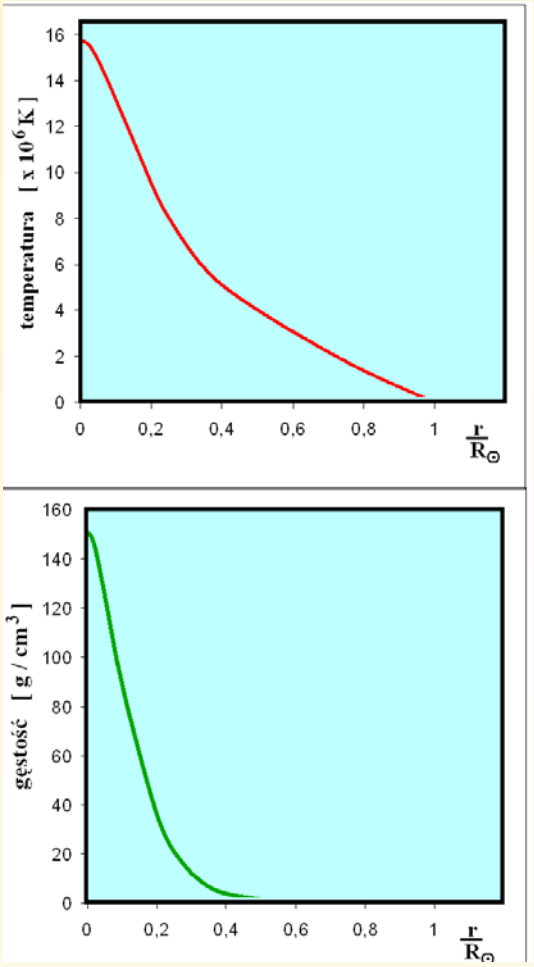
gdzie ρ_c i T to gęstość i temperatura w centrum Słońca.

Wszystkie wielkości występujące po prawej stronie równania znamy. Jest problem z występującymi po lewej stronie m i ρ_c.

Dla neutralnego wodoru m = 1, a więc 1 mol waży 1 g. Jednak w stanie zjonizowanym każdy atom wodoru to dwie cząstki — proton i prawie nieważki elektron. Wobec tego 1 mol cząstek składa się z pół mola protonów i pół mola elektronów. Ich łączna masa wynosi 0,5 g. Gdyby więc Słońce składało się wyłącznie z wodoru, to $\mu_{śr}$ wynosiłoby 0,5. A znany nam skład chemiczny Słońca to 73% wodoru, 25% helu i ok. 2% innych pierwiastków. Przyjmijmy więc tutaj $\mu_{śr} = 0{,}6$.

Natomiast o gęstości centralnej wiemy tylko tyle, że jest na pewno większa od gęstości średniej. Ale ile razy? Nie mając co do tego żadnych wskazówek, uczynimy drugie grube uproszczenie, arbitralnie przyjmując, że $\rho_c = 4r_{śr}$[1]. Wówczas przynajmniej nasze równanie uprości się do postaci:

[1] Szczegółowe rachunki pokazują, że gęstość materii w centrum Słońca ponad 100-krotnie przewyższa gęstość średnią. (przyp. red.)



Rys. 5. Przebieg zmian temperatury i gęstości wraz z odległością od centrum Słońca ($R_\odot$ oznacza promień Słońca), wg rachunków D.B. Guenthera i in.

$$T = \frac{\mu GM}{AR} \cong 14\times10^6\ \mathrm{K}$$

Mimo zastosowanych uproszczeń wynik jest bardzo dobry. Właśnie taka temperatura jest niezbędna, aby mogły wystąpić reakcje syntezy wodoru w hel.

Więcej o budowie wewnętrznej Słońca możemy powiedzieć, konstruując jego matematyczny model. Nie przytaczamy go tutaj, ponieważ są to równania różniczkowe. Rozwiązania tych równań pokazują nam m. in., jak gęstość i temperatura zmieniają się z głębokością (rys. 5).

Jak „zobaczyć” wnętrze Słońca

Czy matematyczne modele wnętrza Słońca są zgodne z rzeczywistością? Do niedawna sprawdzenie tego wydawało się niemożliwe. Taka możliwość pojawiła się na początku lat 80. ub. wieku, wraz z narodzinami heliosejsmologii. Wiąże się ona z obserwacjami oscylacji słonecznych, akustycznych fal stojących w materii

słonecznej. Analiza tych drgań pozwala na zbadanie wnętrza Słońca. Okazuje się, że wyniki uzyskane przez heliosejsmologów prawie nie różnią się od uzyskanych z modelu. Jedynie dla warstw powierzchniowych (dla $r > 0{,}9\ R_{Sł}$) różnią się one o więcej niż 3%. Model Słońca okazał się poprawny.

Czyżby po ponad stu latach zagadka energii słonecznej została rozwiązana? Nie od razu. Okazuje się, że przyroda lubi robić niespodzianki. Aby o tym opowiedzieć, musimy się nieco cofnąć w czasie.

Jak już wcześniej wspomniano, na początku ubiegłego wieku bardzo wielu fizyków zajęło się badaniem niedawno odkrytego zjawiska promieniotwórczości. Łatwo stwierdzono, że promienie α mają jednakowy zasięg, a więc i jednakową energię — wszystko się zgadzało. Jednak gdy Otto Hahn i Lise Meitner podjęli próby pomiarów energii cząstek β, już pierwsze wyniki były szokujące — energie cząstek były bardzo różne, co sugerowało łamanie zasady zachowania energii. Dokładniejsze pomiary wykonał w 1914 r. James Chadwick. Wynik był bezsporny; widmo promieni β jest widmem ciągłym. Wkrótce wykazano doświadczalnie, że w przemianie β niespełniona jest również zasada zachowania pędu. Sytuacja stała się dramatyczna. Zasady zachowania energii i pędu wydawały się być jednymi z najbardziej podstawowych praw przyrody. Niels Bohr sugerował nawet jedynie statystyczną słuszność zasady zachowania energii.

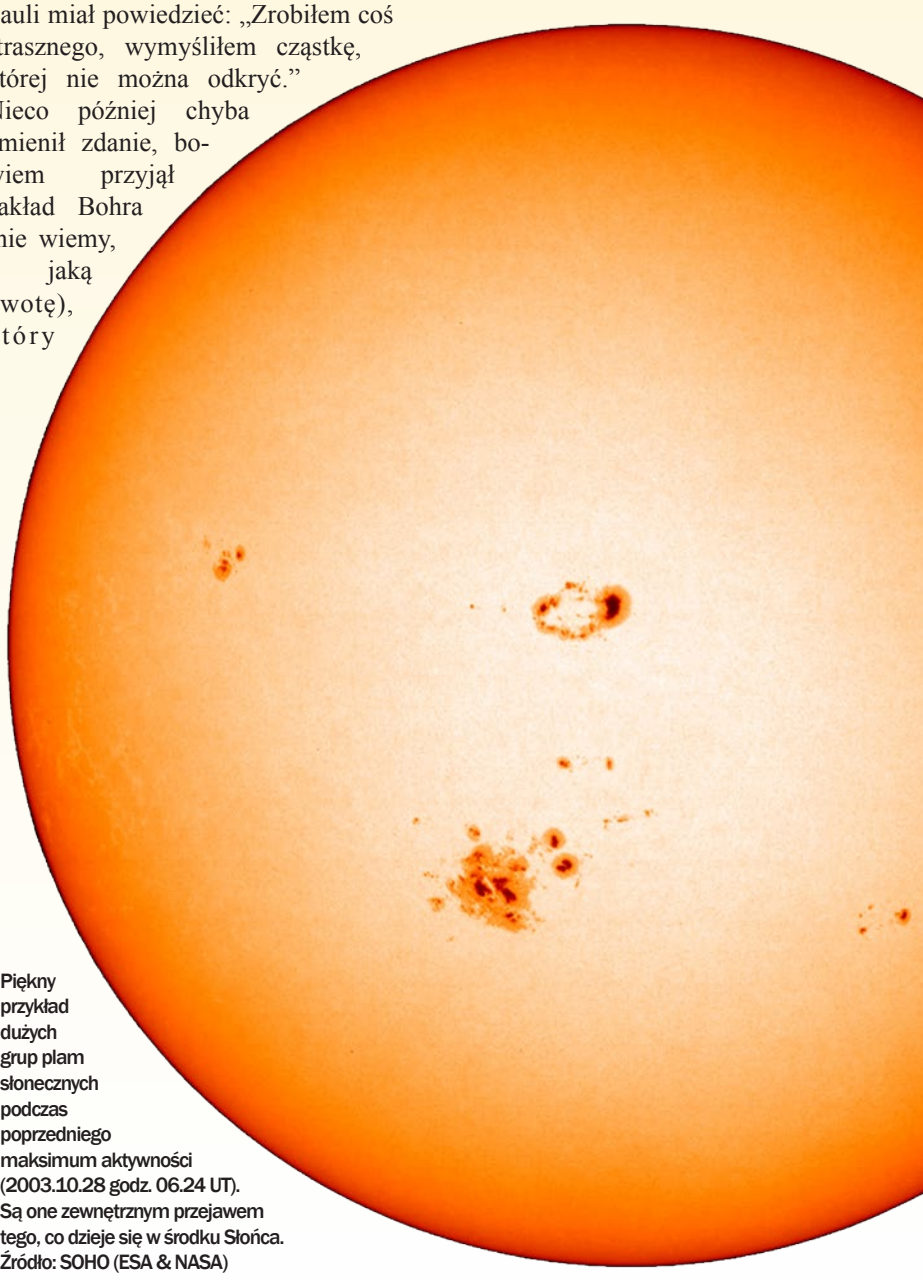
Wybrnięcie z tej kłopotliwej sytuacji zaproponował w grudniu 1930 r. Wolfgang Pauli, postulując, że emisji elektronu (lub pozytonu) towarzyszy dodatkowa cząstka o dość niezwykłych własnościach. Powinna nie posiadać masy i ładunku elektrycznego, spin równy ½ i niezwykle mały przekrój czynny (bardzo słabo oddziaływać z innymi cząstkami). Nazwano ją „neutrino". To ono właśnie miało okradać cząstki β z ich energii i pędu.

O Paulim mówiono, że jest tak dobrym teoretykiem, iż gdy tylko wejdzie do laboratorium, natychmiast jakiś przyrząd ulega uszkodzeniu. Kiedyś w Getyndze wystąpiła awaria spektrografu. Po pewnym czasie okazało się, że właśnie w tym czasie Pauli wysiadł z pociągu na dworcu w Getyndze. Pauli okazał się jeszcze lepszym teoretykiem, niż sądzono.

Ogólnie przyjętą nazwę neutrino zawdzięcza Enrico Fermiemu. Gdy usłyszał o małej elektrycznie obojętnej cząstce, miał powiedzieć: „A, to taki mały neutron, czyli neutronik". W języku włoskim zdrobnienie od neutron to właśnie neutrino.

W 1933 r. Fermi publikuje teorię rozpadu β. Jakkolwiek opisuje ona poprawnie wszystkie znane zjawiska, istnienie neutrina pozostaje nadal hipotezą. Jak zawsze w fizyce hipoteza zyskuje prawo obywatelstwa dopiero po jej doświadczalnym potwierdzeniu. A to wydawało się wręcz niemożliwe. Jak w 1934 r. ocenili Frederick Reines i Clyde Cowan, średnia droga swobodna neutrina w ciekłym wodorze powinna być rzędu 1000 l.św.! Pauli miał powiedzieć: „Zrobiłem coś strasznego, wymyśliłem cząstkę, której nie można odkryć." Nieco później chyba zmienił zdanie, bowiem przyjął zakład Bohra (nie wiemy, o jaką kwotę), który twierdził, że neutrino nigdy nie zostanie odkryte. I zakład wygrał (co prawda dopiero po upływie ponad dwudziestu lat).

Mimo tak słabych rokowań większość fizyków aprobowała istnienie neutrin, wierząc, iż doświadczalne potwierdzenie ich istnienia to tylko kwestia czasu. Nadzieje wzrosły bardzo po II wojnie światowej, gdy okazało się, że dysponujemy źródłami, w których zachodzi bardzo wiele przemian β (wybuchy bomb atomowych, reaktory atomowe, jądra gwiazd, a w szczególności jądro Słońca). Bardzo mały przekrój czynny neutrina mógł być skompensowany bardzo obfitym strumieniem tych cząstek. Dokonajmy prostego oszacowania. Jak już wiemy, synteza jednego atomu helu uwalnia energię ok. $4{,}3\times10^{-12}$ J. Dzieląc



Piękny przykład dużych grup plam słonecznych podczas poprzedniego maksimum aktywności (2003.10.28 godz. 06.24 UT). Są one zewnętrznym przejawem tego, co dzieje się w środku Słońca. Źródło: SOHO (ESA & NASA)

przez nią moc promieniowania Słońca, otrzymamy liczbę atomów helu syntetyzowanych w ciągu sekundy:

$$3{,}8\times10^{26} / 4{,}3\times10^{-12} = 10^{38}$$

(w przybliżeniu).

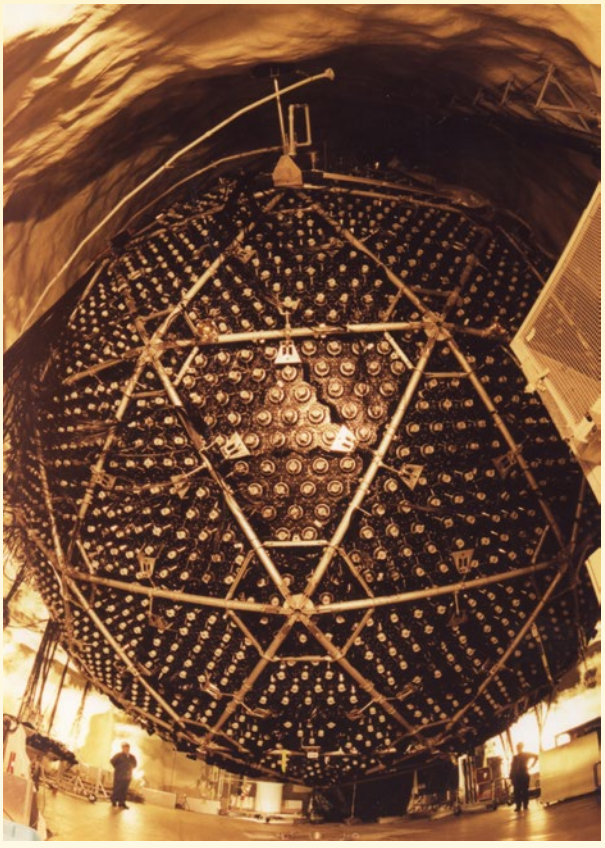
Ponieważ w każdym takim procesie uwalniane są 2 neutrina, Słońce emituje w ciągu 1 sekundy 2×10^{38} neutrin.

Wartość strumienia neutrin na powierzchni Ziemi otrzymamy, dzieląc tę liczbę przez powierzchnię sfery o promieniu 1 AU (3×10^{27} cm^2). Wynik jest szokujący. Przez 1 cm^2 przelatuje w ciągu sekundy ok. 7×10^{10} neutrin!

W 1967 r. rozpoczął się eksperyment pomysłu Raymonda Davisa Jr. Miał on na celu detekcję neutrin słonecznych. W nieczynnej kopalni złota w Homestake (Płd. Dakota), na głębokości 1500 m (aby uchronić detektor przed promieniowaniem kosmicznym) zamontowano zbiornik zawierający 615 ton czterochlorku węgla (ok. $2{,}16\times10^{30}$ atomów chloru). Wykorzystano tu reakcję:

$$\nu_e + {}^{37}\mathrm{Cl} \rightarrow {}^{37}\mathrm{Ar} + e^-$$

Każdej takiej reakcji towarzyszy słaby błysk światła, na który czyhają rozstawione wokół zbiornika detektory. Eksperyment dał wynik pozytywny. Neutrina słoneczne istnieją. Nieco wcześniej (1953 r.) F. Reines i C. Cowan wykryli antyneutrina emitowane z reaktora atomowego Savannah River. Po kilku latach i zgromadzeniu większej liczby danych pojawił się jednak kłopot. Strumień neutrin okazał się prawie o połowę mniejszy od oczekiwanego. Budziło to poważny niepokój. Wypracowana dotychczas teoria budowy gwiazd dawała tak dobrą zgodność z wynikami obserwacji, że trudno było pogodzić się z jej odrzuceniem. Choć radykalni teoretycy zaczynali już poszukiwać źródła energii gwiazd w czarnych dziurach tkwiących w ich centrum, to jednak większość fizyków skupiła się na dalszym badaniu neutrin. Warto zaznaczyć, że detektor Davisa nie określał kierunku, z którego nadlatywały neutrina (a więc nie było pewności, że są to neutrina słoneczne) oraz rejestrował jedynie neutrina o energii większej od 0,81 MeV (a te, zgodnie z modelem stanowią jedynie część neutrin emitowanych przez Słońce). Zbudowano nowe, lepsze detektory neutrin, ale stale wykrywano ich za mało.



Rys. 6. Detektor neutrin Sadbury Neutrino Observatory przed okablowaniem i zanurzeniem go w zwykłej wodzie. Kulisty zbiornik ciężkiej wody ma 12 m średnicy i jest otoczony przez 9600 fotopowielaczy. Źródło: Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory

Od 1937 r. znany był drugi, poza elektronem, lepton nazwany mionem odkryty przez C. Andersona. W 1975 r. M. Perl odkrywa trzeci lepton, taon. Z teorii wnioskowano, że muszą istnieć również neutrina mionowe i taonowe. Ich istnienie zostało potwierdzone. Z teorii wynikało też, że neutrina ulegają oscylacjom, czyli mogą przechodzić jedne w drugie. Do rozwiązania problemu przyczynił się detektor neutrin Sudbury Neutrino Observatory (Kanada) pracujący na ciężkiej wodzie (rys. 6). Zawiera jej tysiąc ton i otoczony jest 7000 ton wody zwykłej. Co najważniejsze, rejestruje wszystkie 3 rodzaje neutrin. Wyniki ogłoszono w 2002 roku. Okazało się, że łączna liczba neutrin dochodzących z kierunku Słońca jest zgodna z modelem.

Dodajmy na koniec małą dygresję. W tym krótkim artykule wymieniłem nazwiska 19 fizyków żyjących w okresie noblowskim (Nagrody Nobla przyznaje się od 1901 roku). 17 z nich otrzymało Nagrodę Nobla, a 1 jej nie otrzymał tylko dlatego, że wcześniej zmarł. Świadczy to dobitnie o ważności ich odkryć.

Juliusz Domański jest emerytowanym nauczycielem fizyki w IV LO w Toruniu, gdzie przez lata pracy wychował m.in. całą plejadę dzisiejszych fizyków i astronomów. Szczyci się tym, że nielegalnie ukończył studia — w 1950 r. nie został dopuszczony do egzaminu wstępnego na politechnikę. Mimo to udało mu się w tym samym roku podjąć studia w Toruniu, mimo braku opinii wszechwładnej wówczas partii. Szczyci się również tym, że nielegalnie przez prawie 40 lat uczył fizyki, choć ukończył studia na kierunku matematyki. Opublikował 7 książek i ok. 280 artykułów w czasopismach polskich i zagranicznych.

Dokąd sięga Układ Słoneczny?

Heliosfera i jej granice

Justyna M. Sokół

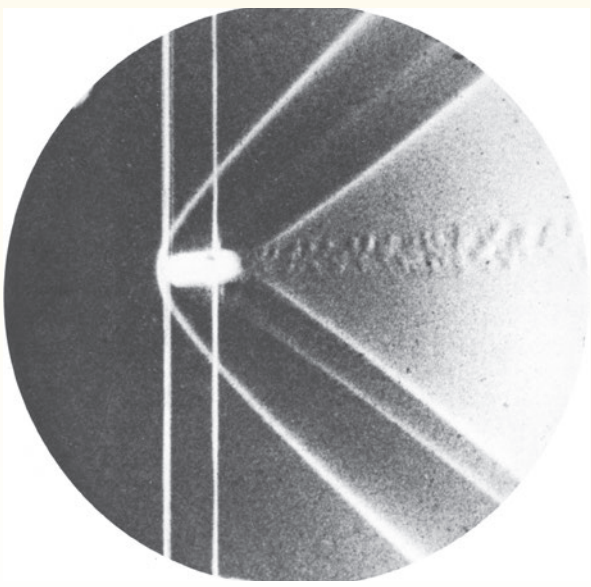
Dzięki rozwojowi nauki w ostatnich kilkudziesięciu latach możemy dziś oglądać przestrzeń kosmiczną nie tylko w zakresie widzialnym, ale również poprzez promieniowanie radiowe, mikrofalowe, rentgenowskie czy ultrafioletowe. Jednak w żadnym z tych zakresów nie jesteśmy w stanie dojrzeć granic najbliższego nam świata, czyli miejsc, gdzie materia pochodząca ze Słońca spotyka się z materią międzygwiazdową.

Patrząc na mieniące się na niebie kolorowe wstęgi zorzy polarnej, widzimy pośrednio materię pochodzącą ze Słońca. Oznacza to, że przestrzeń międzyplanetarna nie jest pusta, lecz wypełniona m.in. plazmą pochodzenia słonecznego. Plazma ta, będąca strumieniami protonów, elektronów i dodatnich jonów stale wypływających z korony Słońca, to wiatr słoneczny. Całkowicie wypełniając Układ Słoneczny, przemierza on przestrzeń kosmiczną, sięgając daleko poza orbitę Neptuna.

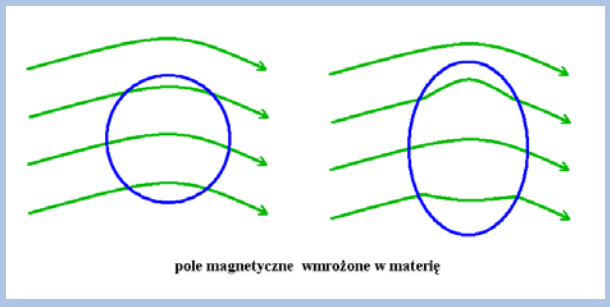
Typowa prędkość wiatru słonecznego w płaszczyźnie ekliptyki wynosi około 450 km/s. Tymczasem prędkość dźwięku dla plazmy z korony słonecznej o temperaturze 10^6 K wynosi około 120 km/s (jest to wielkość zależna od temperatury ośrodka; ogólnie im niższa temperatura, tym mniejsza prędkość dźwięku). Wiatr słoneczny porusza się więc z prędkościami naddźwiękowymi. Jeszcze szybciej niż typowy wiatr słoneczny porusza się materia odpowiedzialna za powstawanie zórz polarnych. Powstają one wskutek wnikania w głąb ziemskiej magnetosfery cząstek o dużej energii, pochodzących z wybuchów na powierzchni Słońca i koronalnych wyrzutów materii (*CME — ang. coronal mass ejection*). Są to jednak zjawiska sezonowe, zwykle towarzyszące maksimum aktywności słonecznej. Wiatr słoneczny, w przeciwieństwie do materii powodującej zjawisko zórz polarnych, to stały wypływ plazmy ze Słońca, tworzący w przestrzeni ochronny pęcherz, zwany heliosferą, chroniący nas (Ziemian) i cały Układ Słoneczny przed szkodliwym promieniowaniem kosmicznym.

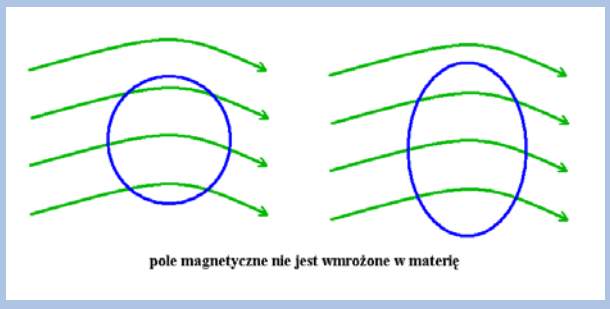
Budowa heliosfery

Oprócz wiatru słonecznego, za kształtowanie heliosfery odpowiedzialna jest materia międzygwiazdowa, w której Słońce jest zanurzone. Nie jest ona ani jednorodnie rozłożona, ani stacjonarna. Zarówno Słońce, jak i otaczający je gaz, pobliskie gwiazdy i materia międzygwiazdowa krążą wokół centrum Galaktyki po podobnych, choć nie identycznych orbitach. Ruch względny Słońca i Lokalnego Obłoku Międzygwiazdowego daje dla obserwatora związanego ze Słońcem efekt napływu materii międzygwiazdowej na Słońce z pewnego kierunku.



Rys. 1. Fala uderzeniowa w praktyce. Fotografia pocisku w czasie lotu, na której jest widoczna struktura fali uderzeniowej. Fot. Ernst Mach, rok 1888





Wszyscy widzieliśmy, jak opiłki żelaza rozsypane wokół magnesu układają się wzdłuż linii sił pola magnetycznego. Wstrząśnięte, natychmiast posłusznie odtwarzają ten sam wzór. Podobnie, jeśli wyobrazimy sobie jakiś obłok materii (niebieski owal na rysunkach), znajdujący się w polu magnetycznym (zielone linie), to ruchy tego obłoku lub zmiana jego kształtu nie zmienią geometrii pola (rys. górny). Jest to dla nas sytuacja normalna.

Jednak w warunkach plazmy kosmicznej, zarówno międzygwiazdowej, jak i tworzącej gwiazdy, normą staje się zjawisko **wmrożenia** pola magnetycznego w materię. Linie sił pola jakby przyklejały się do cząstek materii. Pole i materia stają się ze sobą ściśle związane. Z jednej strony pole utrudnia materii poruszanie się w poprzek linii sił. Jeżeli pole jest silne i dominuje nad materią, to porusza się ona wzdłuż linii sił pola. Jeżeli jednak materia zaczyna dominować nad polem, to każdy jej ruch zmienia geometrię pola.

Z tą drugą sytuacją mamy do czynienia na rysunku dolnym. W tym wypadku nasz niebieski obłok, rozciągając się, powoduje odpowiednie wygięcie linii sił pola. Tu efektem jest ich rozrzedzenie, czyli osłabienie pola. Ale możliwe jest też jego wzmocnienie, i to o wiele rzędów wielkości. Taki właśnie mechanizm leży u podstaw np. cyklu słonecznego, gdzie rolę „silnika" pełni różnicowa rotacja Słońca (szybsza na równiku, wolniejsza przy biegunach).

Źródło: SOHO (ESA & NASA)

Innym przykładem skomplikowanych relacji pomiędzy materią a wmrożonym w nią polem magnetycznym są protuberancje słoneczne. Podgrzana materia jest wyrzucana z powierzchni Słońca i porywa ze sobą pole magnetyczne (materia dominuje nad polem), które tworzy spektakularną pętlę rozgrzanej materii nad brzegiem tarczy. Ale gdy materia zacznie się ochładzać, to właśnie dzięki wmrożonemu polu (które teraz zaczyna dominować), „bezpiecznie" powraca wzdłuż linii sił pola na powierzchnię Słońca.

(red.)

Wiatr słoneczny i materię międzygwiazdową, jak każdą plazmę, można opisać za pomocą parametrów takich jak prędkość, gęstość, temperatura, natężenie pola magnetycznego itd. Równowaga ciśnień (dynamicznych, termicznych i magnetycznych łącznie) między tymi dwoma ośrodkami wyznacza granicę heliosfery i jej rozmiar. Od wewnątrz za kształtowanie heliosfery odpowiedzialne są głównie prędkość i gęstość wiatru słonecznego. Wraz ze wzrostem odległości od Słońca gęstość wiatru słonecznego spada z kwadratem odległości, natomiast prędkość można przyjąć praktycznie za niezależną od odległości.

Średnie rozmiary heliosfery w kierunku ruchu Słońca to ok. 120—150 j.a. Jednakże już znacznie bliżej, bo w odległości ok. 90 j.a. powstaje pierwsza warstwa graniczna heliosfery. Wiatr słoneczny jest tam już bardzo rzadki. O ile w okolicach Ziemi gęstość protonów wynosi typowo 8 cm^{-3}, to 90 j.a. od Słońca jest to już tylko ok. 0,001 cm^{-3}. Znacznie mniejsze jest też natężenie pola magnetycznego wmrożonego w wiatr słoneczny. Prędkość wiatru gwałtownie spada poniżej 200 km/s i zgodnie z przewidywaniami teoretycznymi wiatr słoneczny powinien z naddźwiękowego stać się poddźwiękowy. Skutkiem tego powstaje w tym miejscu fala uderzeniowa, zwana „końcową falą uderzeniową" lub krócej „szokiem końcowym". Nie jest to zjawisko wyjątkowe w przyrodzie — każdy obiekt poruszający się w ośrodku z szybkością naddźwiękową wytwarza falę uderzeniową (zwaną gromem dźwiękowym). Przykład fali uderzeniowej obserwowanej w warunkach ziemskich prezentuje rys. 1.

Szok końcowy to owalna warstwa, w najbliższym punkcie odległa od Słońca o około 90 j.a. Słowo „około" jest tu bardzo ważne, bowiem kształt i rozległość szoku końcowego nie są stałe — zależą od aktualnych warunków panujących w heliosferze i otaczającej ją materii międzygwiazdowej. Głównym graczem jest tu cykl aktywności słonecznej, gdyż w jego trakcie zmianie ulega struktura szerokościowa prędkości i gęstości wiatru słonecznego. Zwłaszcza na dużych szerokościach heliograficznych jest on raz szybszy i rzadszy (średnio do 800 km/s i 2—3 protonów/cm^3 w minimum aktywności), a raz wolniejszy i gęstszy (średnio 450 km/s i około 8 protonów/cm^3 w maksimum). Prędkość wiatru v i jego gęstość ρ składają się na ciśnienie dynamiczne, dane wzorem:

$$p = (\rho v^2) / 2,$$

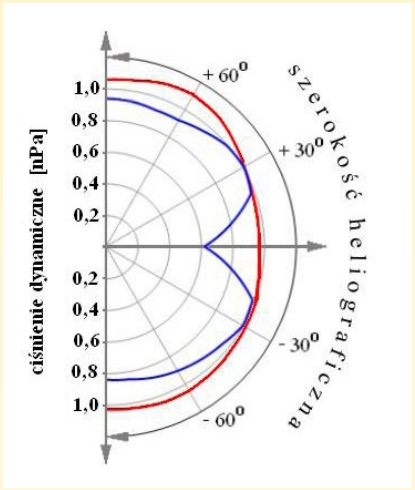
którego zmienność (rys. 2) odbija się w naturalny sposób na kształcie he-

liosfery i odległości szoku końcowego. Generalnie, im większe ciśnienie dynamiczne wiatru, tym rozleglejsza heliosfera.

Zmiana prędkości wiatru słonecznego na szoku końcowym jest skokowa, choć już przed nim wiatr minimalnie zwalnia. Dzieje się tak wskutek wzajemnego tarcia materii wiatru słonecznego z materią międzygwiazdową, która wnika do heliosfery. Dodatkowo, tuż przed szokiem dochodzi jeszcze spowolnienie przez plazmę od niego odbitą.

Za końcową falą uderzeniową nadal obserwujemy materię ze Słońca. Wiatr słoneczny płynie dalej, tylko wolniej. Jednocześnie wzrasta gęstość oraz temperatura ośrodka, a pole magnetyczne jako wmrożone w plazmę dostosowuje się do zmian w plazmie poprzez wzrost natężenia. W miarę oddalania się od Słońca ciśnienie pochodzące od materii ze Słońca staje się coraz słabsze, aż w pewnym miejscu staje się równe ciśnieniu materii napływającej z zewnątrz. Tu materia pochodzenia międzygwiazdowego przestaje się mieszać z materią słoneczną. Jest to heliopauza — końcowa warstwa heliosfery. Przestrzeń między szokiem końcowym a heliopauzą nazywa się wewnętrznym otokiem (płaszczem) heliosferycznym, a przestrzeń za heliopauzą zwana jest zewnętrznym otokiem heliosferycznym.

Budowę heliosfery można w dość dużym przybliżeniu odtworzyć w warunkach domowych. Wystarczy przyjrzeć się strukturze powstającej podczas wypływu wody z kranu na płaską powierzchnię (rys. 3). Powstająca w pewnej odległości od źródła cieczy fala to odpowiednik szoku końcowego. Jeżeli



Rys. 2. Wykres we współrzędnych biegunowych struktury szerokościowej (prostopadle do płaszczyzny równika Słońca) ciśnienia dynamicznego wiatru słonecznego, w odległości 1 j.a. od Słońca. Linia niebieska — średnia z roku 2009 (minimum aktywności słonecznej). Linia czerwona — średnia z roku 2000 (maksimum aktywności)

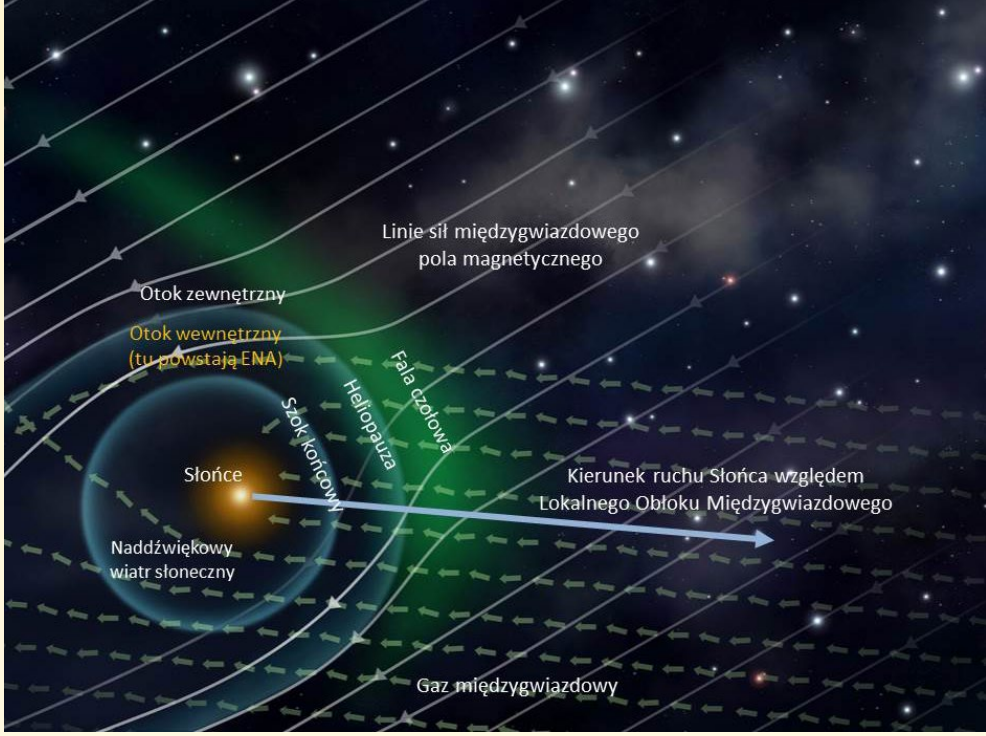
jeszcze w tej samej płaszczyźnie dodamy dodatkowe źródło płynu, będące prostym odpowiednikiem napierającej na heliosferę materii międzygwiazdowej, odtworzymy warstwy graniczne heliosfery. Oczywiście nie możemy traktować tej prostej analogii jako modelu przepływu plazmy w heliosferze i na jej granicach, gdyż w domowych warunkach nie jesteśmy w stanie odtworzyć parametrów oddziałujących płynów, np. relacji między prędkościami i gęstościami. Nie ma również możliwości zasymulowania pola magnetycznego. Należy też pamiętać, że formowanie się granic heliosfery odbywa się w przestrzeni trójwymiarowej a nie płaskiej, jak to się dzieje w przypadku przedstawionym na rys. 3.

Bliższy rzeczywistości obraz heliosfery i jej otoczenia przedstawia rys. 4. Pod naporem gazu międzygwiazdowego heliosfera traci sferyczny kształt. Z jednej strony wyciąga się w długi ogon, naprzeciwko zaś mamy spłaszczony i asymetryczny nos. Na rys. 4 zielonym kolorem zaznaczono jeszcze jedną strukturę, powstającą na styku materii międzygwiazdowej z heliosferą. Dla materii międzygwiazdowej Słońce jest prawie niezauważalną, małą przeszkodą, czymś na kształt wystającego kamienia opływanego przez nurt rzeki. Na wodzie przed przeszkodą powstaje wtedy wzburzenie, nazywane falą czołową. Taka sama fala tworzy się przed heliosferą. Jest ona zaburzeniem powstającym w miejscu, gdzie materia międzygwiazdowa natrafia na przeszkodę, jaką jest heliosfera. Ośrodek międzygwiazdowy zaczyna się w tym miejscu kotłować i opływać przeszkodę. Falę czołową udało się bezpośrednio sfotografować w sąsiedztwie kilku innych gwiazd, wokół których odkryto tzw. astrosfery, czyli gwiazdowe odpowiedniki naszej heliosfery. Obrazy te dają nam najlepsze, bo rzeczywiste wyobrażenie o kształcie heliosfery widzianej z zewnątrz (rys. 5).

Voyagery na rubieżach heliosfery

Przez wiele lat nasze wyobrażenie o granicach heliosfery i oddziaływaniu materii międzygwiazdowej z wiatrem słonecznym było oparte wyłącznie na modelach teoretycznych. Modeli tych używano do interpretacji zjawisk takich jak ultrafioletowa poświata w linii wodoru Lyman α (121,6 nm) czy linii helu neutralnego 58,4 nm. Samo istnienie heliosfery zostało wywnioskowane na podstawie interpretacji mapy świecenia nieba w linii Lyman α. Zjawisk zachodzących na granicy heliosfery nie można obserwować bezpośrednio. Tradycyjne metody astronomii obserwacyjnej są tu bezradne, gdyż galaktyczne tło jest dużo silniejsze niż słaby sygnał fotonowy powstający na krańcach heliosfery.

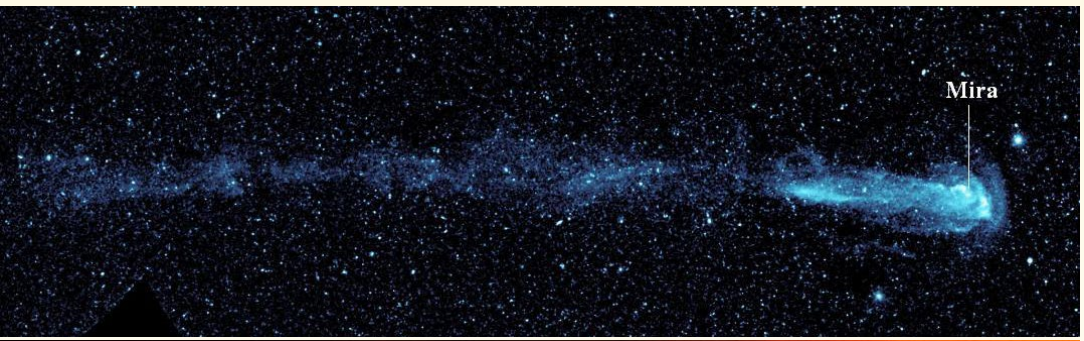
Rys. 3. Kuchenny model heliosfery. Aparat fotograficzny umieszczono wprost nad kranem. Wypływająca z niego woda rozlewa się promieniście, udając wiatr słoneczny. Z lewej strony napływa płaski strumień mydlin, reprezentujący materię międzygwiazdową. (fot. J.R. Jokipii, za zgodą autora.) Można sobie wyobrazić ładniejszą wersję takiego modelu, np. w której ciecze różnią się kolorem. Zachęcamy czytelników do prób. Uwaga, żeby trwale nie przebarwić wanny! Udane zdjęcia nagrodzimy

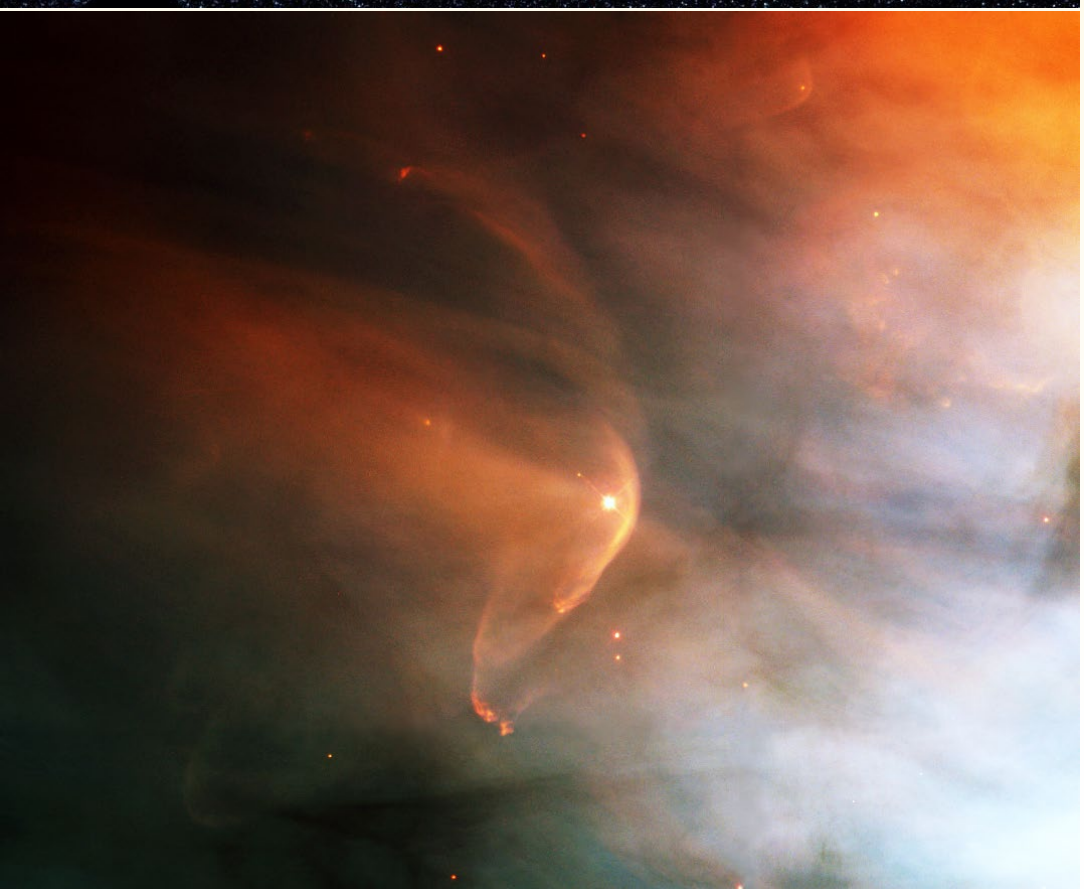


Rys. 4. Wizja artystyczna budowy heliosfery. Kierunek napływu neutralnego gazu międzygwiazdowego reprezentowany jest przez małe, szare strzałki w dolnej części rysunku. Projekt graficzny: M.A. Kubiak, M. Frołow Tentaris

Dopiero sondy Voyager 1 i 2 stworzyły szansę na bezpośrednie zbadanie materii w tym obszarze. Wyruszyły one w podróż ku granicom Układu Słonecznego w 1977 r. Ich nadrzędnym celem było zbadanie planet olbrzymów Układu Słonecznego. Jednak po wypełnieniu tego zadania mogły nadal wykonywać obserwacje otaczającej je materii, podążając w kierunku granic heliosfery. Od początku misji stale dostarczają na Ziemię informacji o prędkości i gęstości wiatru słonecznego (tylko Voyager 2), o polu magnetycznym oraz o poziomie promieniowania kosmicznego. Statki te poruszają się po odmiennych orbitach. Sonda Voyager 1 próbkuje północną część heliosfery, a Voyager 2 południową (rys. 6).

Niemalże po 30 latach od startu, w roku 2004 dane z sondy Voyager 1 wykazały zmiany rejestrowanych cząstek energetycznych pochodzenia pozaheliosferycznego oraz zmiany w polu magnetycznym, typowe dla przejścia przez szok końcowy (rys. 7 góra i rys. 8). Statek znajdował się wówczas w odległości 94 j.a. od Słońca. W trzy lata później, w 2007 r. sonda Voyager 2 w odległości 84 j.a. zaobserwowała gwałtowny spadek prędkości rejestrowanego wiatru słonecznego oraz skok wartości pola magnetycznego (rys. 7 środek i dół). Jednoznacznie oznaczało to przejście przez końcową falę uderzeniową. Jednakże dostarczone pomiary wykazały, że wiatr słoneczny z naddźwiękowego nie stał się zupełnie poddźwiękowy, tak jak się spodziewaliśmy. Czyżby teoria zawiodła? Nie, nic bardziej mylnego. Voyager 2 rejestrował głównie protony wiatru słonecznego. Ograniczenia detektora powodują, że nie widzi on wszyst-





Rys. 5. Dwa przykłady astrosfer, czyli odpowiedników heliosfery dla innych gwiazd.

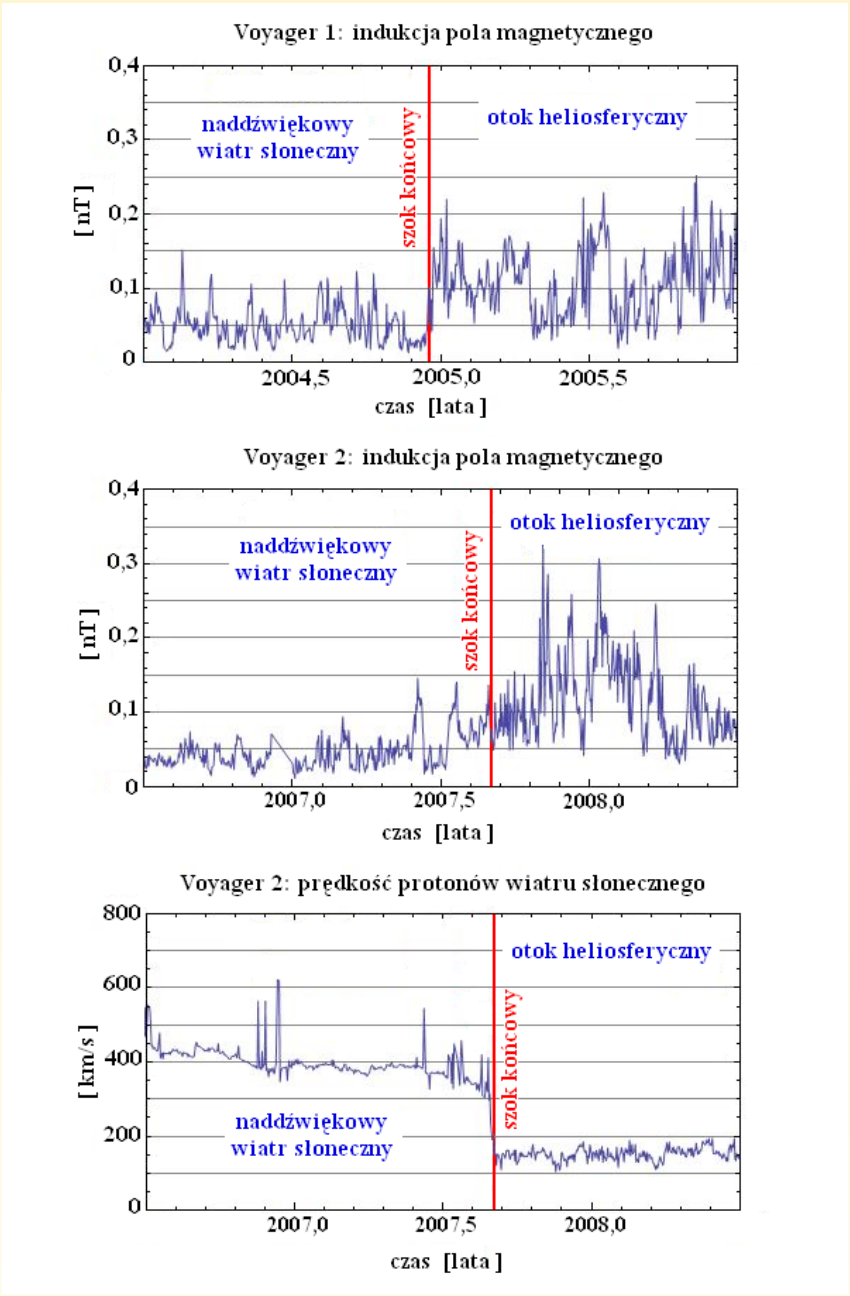
Góra: Wiatr wywiewany przez gwiazdę LL Orionis, zderzając się z gazem napływającym z centrum Mgławicy Oriona, tworzy wyraźną falę czołową. (Źródło: NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA))

Dół: Mira (o Ceti), jako pulsujący czerwony olbrzym traci materię w tempie 0,1 masy Ziemi na rok. Przy tym pędzi względem otaczających ją obłoków z prędkością 130 km/s, więc wywiewana materia wyciąga się w kometopodobny ogon o długości 13 lat św. (Zdjęcie wykonano w ultrafiolecie, źródło: NASA/JPL-Caltech)

kich rodzajów cząstek. Tymczasem tam gdzie tworzy się szok końcowy, coraz bardziej znaczącym składnikiem wiatru słonecznego stają się tzw. jony wychwycone, które są zjonizowanymi w wietrze słonecznym atomami pochodzenia międzygwiazdowego, różniące się od wiatru słonecznego gęstością i temperaturą. Aby w pełni opisać zmianę wiatru słonecznego z naddźwiękowego na poddźwiękowy, należy rozważyć wszystkie składowe wiatru słonecznego w danym miejscu: protony i elektrony wiatru słonecznego oraz jony wychwycone. Jeśli się to zrobi, okazuje się, że na pierwszej granicy heliosfery przepływ plazmy z naddźwiękowego rzeczywiście staje się poddźwiękowy.

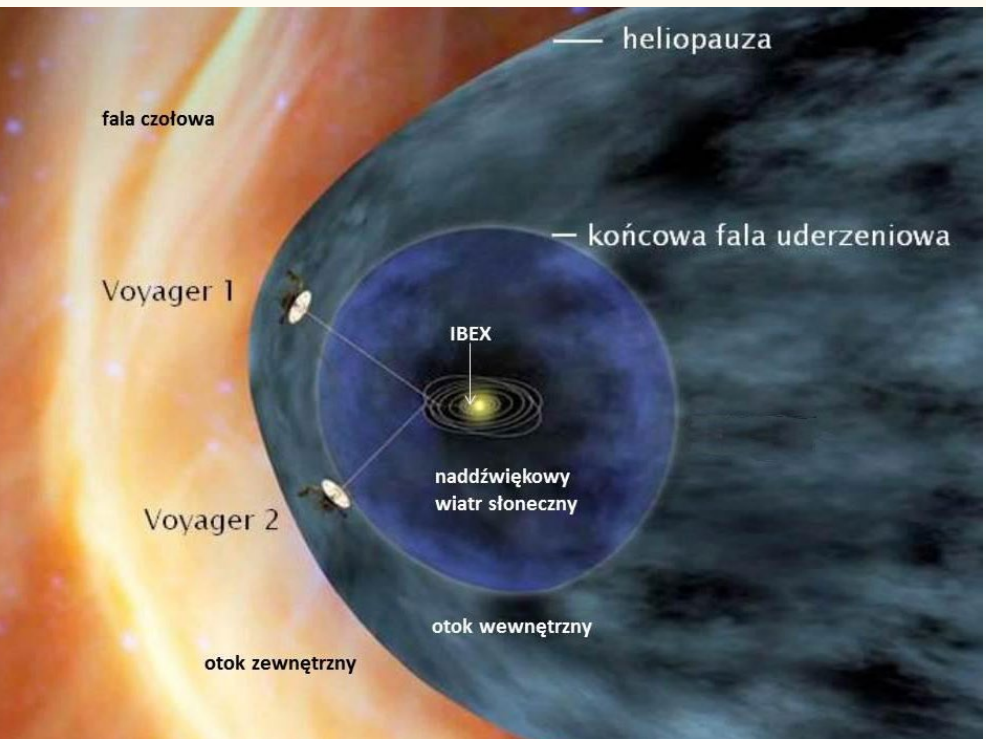
Różnica zaobserwowanych przez sondy odległości szoku końcowego wskazuje na zmienność w czasie rozmiarów heliosfery oraz na prawdopodobną asymetrię końcowej fali uderzeniowej, spowodowaną zmienną szerokościową strukturą wiatru słonecznego.

Od tamtego czasu obydwie sondy z powodzeniem nadal przesyłają dane, tym razem już z wewnętrznego obszaru otoku heliosferycznego. Ponieważ obydwie sondy poruszają się z prędkością powyżej 3 j.a. na rok (Voyager 1 — 3,6 j.a./rok, Voyager 2 — 3,3 j.a./rok), oszacowano, że przekroczenie heliopauzy powinno nastąpić co najmniej 10 lat po przekroczeniu szoku końcowego. Tyle mniej więcej czasu powinno zająć sondom pokonanie odległości od 30 do 50 j.a, bo na tyle oceniamy grubość otoku heliosferycznego. W połowie 2012 r.



Rys. 7. Ilustracja przejścia Voyagerów przez szok końcowy. Voyager 1 zarejestrował wzrost natężenia pola magnetycznego, typowy dla przejścia przez szok. Voyager 2 zaobserwował analogiczną zmianę pola magnetycznego oraz skokową zmianę prędkości protonów wiatru słonecznego. Dane pochodzą ze strony http://omniweb.gsfc.nasa.gov/

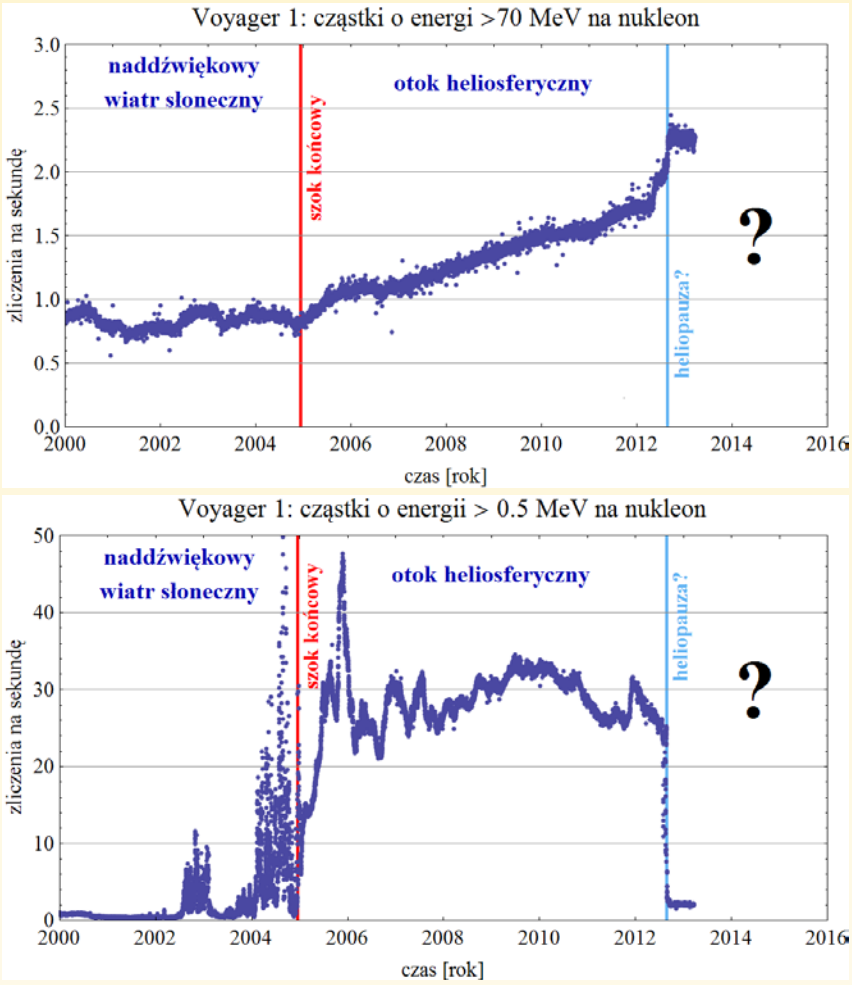
Rys. 6. Wzajemne położenie obu sond Voyager okiem artysty (źródło: NASA/JPL-Caltech)



sonda Voyager 1 zaobserwowała gwałtowny spadek niskoenergetycznych cząstek promieniowania kosmicznego przy jednoczesnym wzroście strumienia cząstek wysokoenergetycznych pochodzenia pozaheliosferycznego (rys. 8). Statek prawdopodobnie wniknął do obszaru, w którym zaczęły dominować cząstki o znacznie wyższych energiach niż wiatr słoneczny lub wręcz tam, gdzie wiatru słonecznego już nie ma. Bardzo prawdopodobne, że znalazł się w obszarze bliskim he-

liopauzy. Do zdarzenia tego doszło w odległości 123 j.a. od Słońca (por. „Urania" 1/13, s. 29).

Voyagery są pierwszymi obiektami stworzonymi przez człowieka, które dotarły aż tak daleko, stale dostarczając danych obserwacyjnych na Ziemię. To wielki sukces nauki. Należy jednak pamiętać, że obie sondy opowiadają nam wyłącznie o miejscu, w którym akurat się znajdują. Ich pomiary bywają ekstrapolowane z niewyobrażalną odwagą na całą przestrzeń. To tak jakby rozmawiać o geografii całej Ziemi wyłącznie na podstawie znajomości terenu naszej najbliższej okolicy. I tak, będąc mieszkańcem centralnej Polski, możemy błędnie stwierdzić, że cała Ziemia pokryta jest lądem o średnim zalesieniu. W takim podejściu zupełnie nie dopuszczamy możliwości istnienia mórz i oceanów, pustyń, puszcz czy lądolodów. Podobnie jest z interpretacją danych z Voyagerów. Aby uzyskać całościowy obraz heliosfery oraz procesów, które zachodzą na jej granicach, potrzebna jest inna metoda. Taka, która pozwoliłaby nam ogarnąć wzrokiem szerszą perspektywę.

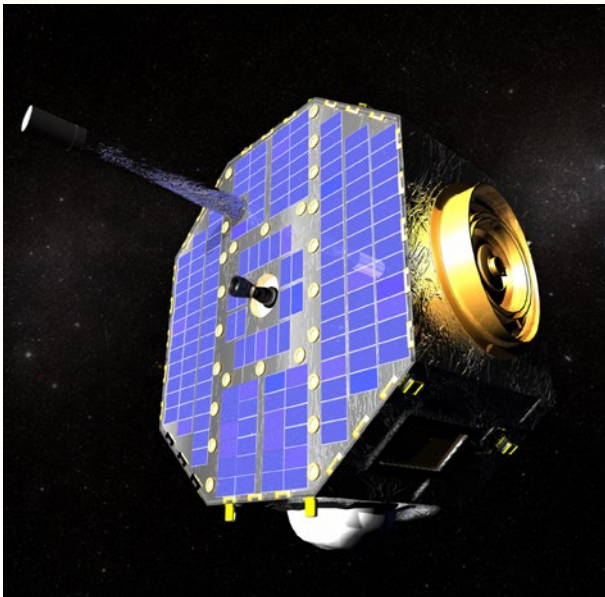


Rys. 8. Wyniki pomiarów sondy Voyager 1. Zauważmy spadek w roku 2012 strumienia cząstek o energiach typowych dla otoku heliosferycznego (góra) oraz jednoczesny wzrost strumienia cząstek wysokoenergetycznych pochodzenia pozaheliosferycznego (dół). Możliwe, że sonda dotarła do obszaru, gdzie nie ma już wiatru słonecznego.
Dane pochodzą ze strony http://voyager.gsfc.nasa.gov/heliopause/archive.html

Okiem „Koziorożca"

Materia napierająca na Układ Słoneczny zamknięty w heliosferze nie tylko ją opływa, ale również częściowo przedostaje się przez poszczególne warstwy graniczne i dociera do Słońca. Atomy gazu międzygwiazdowego, jako obiekty elektrycznie neutralne, są nieczułe na wszechobecne pole magnetyczne i mogą swobodnie podróżować przez heliosferę. Ale atom, który wniknął do otoku heliosferycznego wypełnionego materią ze Słońca, może wymienić ładunek elektryczny z jonami wiatru słonecznego, oddając im elektron. Jeżeli do takiej wymiany dojdzie, wówczas atom międzygwiazdowy sam staje się jonem i zaczyna odczuwać obecność pola magnetycznego. Porwany przez nie staje się częścią wiatru słonecznego i wraz z nim opływa heliosferę. Jon powstały w ten sposób nazywany jest jonem wychwyconym. Natomiast jon z wiatru słonecznego (najczęściej proton), który w wyniku wymiany ładunku otrzymał elektron, staje się atomem neutralnym i przestaje odczuwać pole magnetyczne. Zaczyna więc poruszać się swobodnie w przestrzeni. Atom powstały w wyniku takiej reakcji nazywany jest energetycznym atomem neutralnym (ENA — ang. *energetic neutral atom*).Wymiana ładunku zachodzi bez wymiany pędu, a więc tuż po zderzeniu cząstki zachowują swój pierwotny pęd. Aby ENA powstałe gdzieś na krańcach heliosfery można było zarejestrować przy Słońcu, proton tuż przed wychwytem elektronu musi mieć wektor prędkości skierowany do Słońca. W praktyce tylko mała część ENA spełnia ten warunek. Przepływ wiatru słonecznego między szokiem końcowym a heliopauzą nie jest spokojny i laminarny, lecz raczej ma charakter turbulentny, więc nowo powstające ENA rozbiegają się we wszystkich możliwych kierunkach.

Po drodze do Słońca strumień ENA ulega osłabieniu wskutek ich jonizacji, która zdarza się tym częściej, im bliżej Słońca. Dzieje się to przede wszystkim poprzez wymianę ładunku z jona-

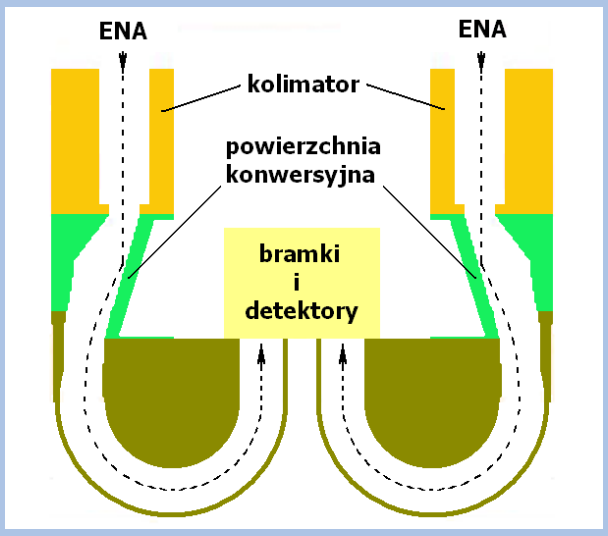


Rys. 9. Artystyczna wizja sondy IBEX na orbicie. IBEX ma szerokość poniżej 1 m i wysokość około 0,5 m. Powierzchnia zwrócona w stronę Słońca jest pokryta panelami słonecznymi. Obraca się wokół osi prostopadłej do tej powierzchni. Widoczny długi pręt to antena do komunikacji z Ziemią, a mały czarny „kieliszek" w środku to stabilizator osi obrotu. Biała wypukłość u spodu jest osłoną jednego z dwóch zbiorników hydrazyny służącej jako paliwo. Złoty talerz widoczny po prawej to detektor IBEX-Lo. Detektor IBEX-Hi znajduje się po przeciwnej stronie satelity i wygląda podobnie. Źródło: NASA The IBEX Team

Jak działa „teleskop ENA-owy”

Rysunek przedstawia bardzo uproszczony schemat przekroju detektora IBEX-Lo. Atomy neutralne (ENA) dostają się do detektora od góry. Znajdujący się na wejściu kolimator filtruje dostające się do instrumentu cząstki. Nie dopuszcza do układu cząstek niepożądanych — elektronów, jonów wysokoenergetycznych i innych, wybierając wyłącznie ENA. Tylko cząstki wpadające do kolimatora prawie prostopadle są analizowane, dzięki czemu można ustalić kierunek, z którego przyleciała cząstka. Po przejściu przez kolimator atom neutralny uderza w tzw. powierzchnię konwersyjną, wychwytując z niej elektron i stając się w ten sposób jonem ujemnym Jest on następnie prowadzony przez pola magnetyczne i elektryczne wewnątrz przyrządu do bramek układu antykoincydencyjnego. Czasy przelotu przez poszczególne bramki są rejestrowane. Jeśli czasy przelotu są spójne, tzn. wskazują parami na takie same szybkości jonu, to jest on kwalifikowany jako rzeczywisty atom neutralny o energii odpowiadającej zmierzonej prędkości.

Niektóre z padających atomów, w szczególności atomy helu i neonu, nie wychwytują elektronu, lecz wybijają atomy z materiału powierzchni konwersyjnej oraz z warstwy pokrywającej ją wody, z których część jest naładowana ujemnie. Analiza stosunków liczb wybitych atomów pozwala określić, jaki atom wpadł do detektora.



Przyrząd IBEX-Hi nie ma powierzchni konwersyjnej, lecz folię, po uderzeniu w którą atom traci elektron, stając się jonem dodatnim. Dalej zasada pomiaru jest praktycznie identyczna jak w przypadku IBEX-Lo. (JMS)

mi wiatru słonecznego oraz jonizację przez skrajnie ultrafioletowe promieniowanie ze Słońca. Mniejszą rolę odgrywa również jonizacja zderzeniowa z elektronami wiatru słonecznego.

Metoda obserwowania materii międzygwiazdowej z granic Układu Słonecznego poprzez detekcję energetycznych atomów neutralnych była już z powodzeniem stosowana od kilkunastu lat m.in. w misjach Cassini, IMAGE, Mars- i Venus Express. Jednak we wszystkich tych przypadkach strumienie ENA były mierzone wyłącznie z małych obszarów nieba, nie dając pełnego obrazu. W praktyce wyglądało to tak, jakbyśmy próbowali odtworzyć puzzle, mając do dyspozycji wyłącznie kilka niepowiązanych ze sobą elementów. Dlatego w 2002 r. międzynarodowy zespół badaczy, z udziałem uczonych z Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie, zaproponował stworzenie sondy, która będzie w stanie obserwować całe niebo w zakresie energetycznych atomów neutralnych. Tak powstał IBEX, pierwsze obserwatorium atomów neutralnych (rys. 9).

IBEX (po angielsku koziorożec alpejski) to akronim od słów *Interstellar Boundary Explorer* (*badacz granicy międzygwiazdowej)*. Jest to mały i tani satelita wielkości sporej (futurystycznej) walizki. Został wystrzelony 19 października 2008 r. na silnie wydłużoną okołoziemską orbitę eliptyczną i z końcem grudnia 2008 r. zaczął dostarczać danych obserwacyjnych. Na jego pokładzie znajdują się dwa detektory nastrojone na obserwowanie atomów w szerokim zakresie energetycznym: IBEX-Lo (0,01—2 keV) oraz IBEX-Hi (0,3—6 keV). Dzięki tak szerokiemu zakresowi obserwacji, możemy „zobaczyć” atomy poruszające się z prędkościami od kilkunastu do tysiąca km/s. Detektory rejestrują od jednego ENA na godzinę do kilku na sekundę. IBEX nie widzi całego nieba jednocześnie, ale złożenie ruchu obrotowego IBEX-a z jego ruchem po orbicie pozwala na stworzenie pełnej mapy nieba w ciągu 6 miesięcy. Misja była planowana na 2 lata, lecz dzięki zmianie orbity na bardziej stabilną, zsynchronizowaną z ruchem Księżyca, zapasów paliwa powinno wystarczyć jeszcze na co najmniej 15 lat.

IBEX-Hi dostarcza danych o energetycznych atomach neutralnych wodoru, czyli przede wszystkim o atomach powstałych między heliopauzą a szokiem końcowym, w opisanym wyżej procesie neutralizacji protonów wiatru słonecznego. Natomiast IBEX-Lo obserwuje neutralne międzygwiazdowe atomy wodoru, helu, tlenu i neonu. Pomiary ostatnich dwóch pierwiastków dostarczają cennych informacji, na podstawie których można oszacowywać stosunek obfitości Ne/O w heliosferze i poza nią.

Hel, jako jedyny z czterech obserwowanych przez IBEX-a pierwiastków — składników gazu międzygwiazdowego, dociera do Ziemi prawie niezaburzony przez środowisko, w którym się porusza. Zawdzięcza to temu, że jest słabo jonizowany w heliosferze. To jego ogromna zaleta. Dlatego przez setki jednostek astronomicznych zachowuje parametry gazu, z którego pochodzi, zmodyfikowane jedynie przez grawitację słoneczną. Analizując wykonane przez IBEX-a obserwacje neutralnego międzygwiazdowego helu, można wyznaczyć najważniejsze parametry strumienia gazu międzygwiazdowego napływającego na heliosferę: kierunek ruchu, prędkość oraz temperaturę napływającego gazu. Dokonały tego dwie niezależne grupy badaczy, w tym grupa polska z CBK PAN, kierowana przez prof. Macieja Bzowskiego. Wyniki uzyskane przez obie grupy są następujące:

— kierunek napływu: długość ekliptyczna $\lambda = 259°$, szerokość ekliptyczna $\beta = 5°$,

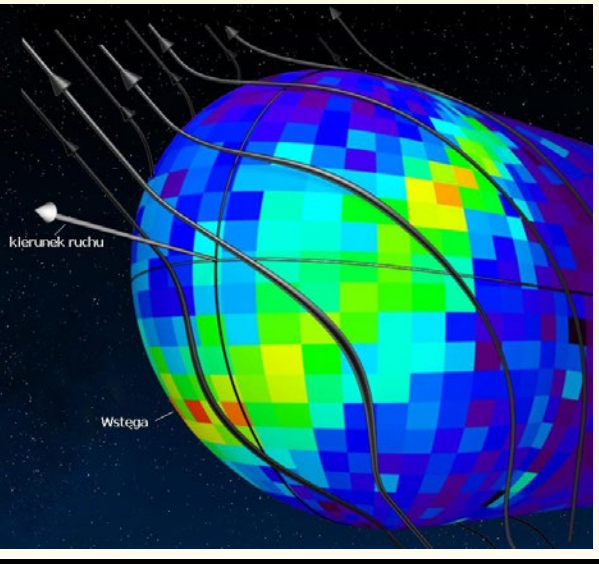
— prędkość: 23 km/s,

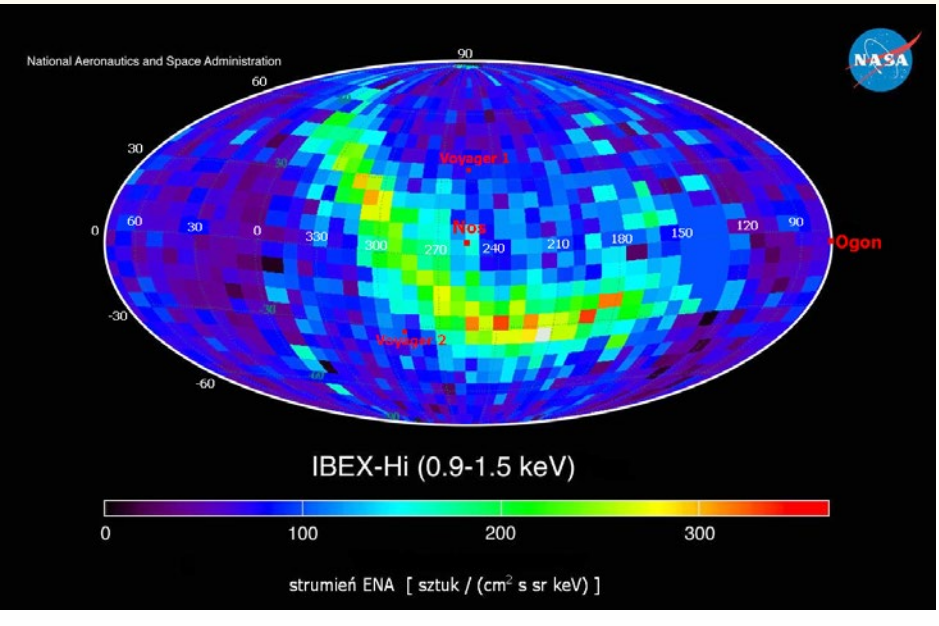
— temperatura: 6200 K.

Kierunek napływu (okolice η Ophiuchi) to przybliżone położenie nosa heliosfery. Dokładna znajomość szybkości napływu gazu międzygwiazdowego i jego temperatury nie tylko pozwala na poznanie stanu fizycznego obłoku międzygwiazdowego, w którym jest zanurzone Słońce, ale ma fundamentalne znaczenie dla fizyki heliosfery. Są to podstawowe parametry używane w modelowaniu heliosfery.

Pozostałe pierwiastki podlegają większym stratom. Duża podatność na jonizację powoduje, że ich strumień docierający do Ziemi jest zmodyfikowany w stosunku do tego, co się przedostało do heliosfery. Ulega on zmianom już w otoku heliosferycznym, a następnie jest osłabiany wewnątrz szoku końcowego, im bliżej Słońca, tym mocniej. Ponadto warunki jonizacji nie są stałe w czasie, zmieniają się wraz z cyklem aktywności słonecznej. Zmiany te muszą być starannie wzięte pod uwagę podczas interpretowania danych obserwacyjnych, gdyż rejestrowane atomy przebywają przestrzeń od szoku końcowego do Ziemi w czasie od kilkudziesięciu dni do kilku, a czasem kilkunastu lat.

Zespół warszawski jest odpowiedzialny za modelowanie czynników jonizujących atomy obserwowane przez IBEX-a i wylicza dla każdego atomu prawdopodobieństwa przeżycia na drodze od źródła do detektora. Polega to w pierwszej kolejności na wyznaczeniu orbity każdego atomu. Przykładowo wodór, poruszając się przez heliosferę, odczuwa nie tylko przyciągające działanie pola grawitacyjnego Słońca, ale również przeciwdziałające grawitacji ciśnienie promieniowania Słońca w linii Lyman α. Gdy są znane już trajektorie poszczególnych atomów widzianych przez IBEX-a, kolejnym krokiem jest zbadanie, jakim stratom na danej orbicie może ulec atom o wybranej energii. Obliczenia prowadzi się dla każdego piksela na niebie osobno. Mając w ręku prawdopodobieństwa przeżycia przygotowane przez zespół z CBK PAN, grupa z USA, odpowiedzialna za tworzenie map IBEX-a, wprowadza poprawkę do obserwowanego strumienia i uzyskuje w ten sposób mapy nieba wodorowych ENA w odległości źródłowej, czyli w hipotetycznym miejscu ich powstawania. Na podstawie obecnej wiedzy przyjmuje się, że ENA powstają między szokiem końcowym a heliopauzą, w wewnętrznym otoku heliosferycznym.





Rys. 10. Góra: mapa nieba we współrzędnych ekliptycznych, obrazująca rozkład wodorowych ENA o energii 1,1 keV. Jest to złożenie map z 3 lat obserwacji. Strumienie skorygowano na prawdopodobieństwa przeżycia atomów w heliosferze (Źródło: McComas i in. 2012).

Dół: Mapa wodorowych ENA, zrzutowana na heliopauzę. Wstęga wydaje się być rządzona przez galaktyczne pole magnetyczne (ciemne linie). (Źródło: IBEX team and NASA/Goddard Space Flight Center)

Przykładowa mapa wodorowych ENA przedstawiona jest na rys. 10. Widać na niej rozkład energetycznych atomów neutralnych oraz strukturę przypominającą kształtem pierścień. Ów pierścień, nazwany przez badaczy Wstęgą, to być może najważniejsze odkrycie IBEX-a. Jest to obszar zwiększonej emisji energetycznych atomów neutralnych, nieprzewidziany w żadnych modelach. Do tej pory nie wiemy, jak Wstęga powstaje i co ją powoduje. Nie wiemy nawet, czy powstaje w heliosferze, czy może gdzieś dalej, jak przypuszcza prof. S. Grzędzielski z CBK PAN.

Pomiary wykonywane bezpośrednio na miejscu przez sondy Voyager 1 i 2 potwierdzają nasze przypuszczenia z modeli teoretycznych o istnieniu szoku końcowego i heliopauzy. Natomiast dzięki misji IBEX możemy zajrzeć w głąb zjawisk i procesów zachodzących w otoku heliosferycznym oraz wzbogacić naszą wiedzę o fizyce oddziaływania materii pochodzącej ze Słońca z materią międzygwiazdową. Jesteśmy również w stanie dokładnie ocenić stan fizyczny materii bezpośrednio otaczającej heliosferę. Po 30 latach od startu Voyagerów nasza wiedza o granicach ośrodków gwiazdowych została zweryfikowana i rozszerzona o nowe doświadczenia. ■

Mgr Justyna M. Sokół jest doktorantką w Zespole Fizyki Układu Słonecznego i Astrofizyki Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk. Zajmuje się modelowaniem procesów jonizacyjnych w heliosferze i wspiera prace zespołu naukowego misji IBEX.

Zrób to sam!

Solarygrafia – klamra czasu

Maciej Zapiór

Solarygrafia to technika fotograficzna stosująca ultradługie czasy ekspozycji. Czasy te mogą wynosić od kilku dni aż do kilku miesięcy lub lat. Jest odmianą tzw. fotografii otworkowej, wykorzystującej jako materiał światłoczuły zwykły, czarno-biały papier fotograficzny. Ma nieskończoną głębię ostrości.

„Aparat fotograficzny" ze sklepu spożywczego

Technika ta nie wymaga specjalistycznego sprzętu fotograficznego. Prawie wszystko możemy kupić w sklepie spożywczym i AGD. Potrzebujemy przede wszystkim „aparatu". Może to być aluminiowa puszka po piwie (0,5 l), puszka po napojach (0,33 l lub 0,25 l), czarny pojemniczek po filmie małoobrazkowym lub dowolny inny pojemnik, który można szczelnie zamknąć i zrobić w nim igłą malutki otworek. Jeśli użyjemy aluminiowej puszki, musimy wyciąć wieczko otwieraczem do konserw lub nożem. Następnie robimy igłą malutki otworek o średnicy 1 mm lub mniejszej. Im mniejszy, tym obraz będzie ostrzejszy, ale będzie potrzebny dłuższy czas naświetlania. Niekiedy właśnie o to nam chodzi. Dziurkę można zrobić od wewnątrz, trzymając igłę w kombinerkach. Wtedy można pilniczkiem wyrównać brzegi otworka, uzyskując obraz o mniejszym winietowaniu.

Po zrobieniu dziurki do puszki wkładamy papier fotograficzny. Jest to jedyny element „niesklepowy". Można go kupić w profesjonalnym punkcie fotograficznym lub w internecie. Papier musi być czarno-biały. Może być przeterminowany. Wkładanie papieru nie musi się odbywać w zupełnej ciemności. Ważne, żeby nie był wystawiony na bezpośrednie światło słoneczne. Najlepiej jest wkładać papier przy świetle jednej żarówki. Papier wkładamy do puszki naprzeciwko otworu, oczywiście emulsją w jego kierunku. Rogi przyklejamy do wnętrza puszki. Jest to konieczne, ponieważ na skutek zmian temperatury i wilgotności papier może się zrolować. Czarną taśmą zaklejamy szczelnie wieko puszki, aby do wnętrza nie dostawało się światło ani woda. Fragmentem taśmy zaklejamy również otworek. W tym momencie mamy już gotowy „aparat solarygraficzny". Należy go teraz umieścić w takim miejscu, aby nieporuszony przetrwał planowany czas ekspozycji. W tym celu należy go przymocować do stabilnej konstrukcji. Może to być słup, barierka, drzewo itp. Przy wybieraniu kierunku, w jakim będzie ustawiony aparat, należy wziąć pod uwagę strony świata. Pole widzenia aparatu wynosi prawie 180° w osi poziomej i około 90° w pionowej. Aparat można przymocować za pomocą taśmy izolacyjnej lub mocnego kleju (rys. 1). Po umocowaniu odklejamy kawałek taśmy z otworka i uzbrajamy się w cierpliwość.

Rys. 1. „Aparat solarygraficzny" zainstalowany na słupie energetycznym

Po zakończeniu naświetlania zaklejamy ponownie otworek i w niezbyt jasnym pomieszczeniu wyjmujemy z puszki papier, na którym powinien być widoczny obraz. Należy pamiętać, że obraz ten jest nietrwały. Nie należy go długo trzymać na świetle, a już na pewno nie poddawać działaniom promieni słonecznych. Papieru tego nie należy wywoływać ani traktować jakimkolwiek odczynnikiem znanym z ciemni fotograficznej. Po wyjęciu zdjęcie należy zeskanować. Dobrze jest najpierw ustawić wszystkie parametry skanu, a dopiero potem położyć papier i uruchomić skanowanie. Silne światło skanera niszczy obraz i każde kolejne skanowanie daje gorszą jakość. Rozdzielczość nie musi być wysoka, ponieważ i tak wielkość szczegółów zależy od wielkości otworka. Wystarcza 300 dpi. Po zeskanowaniu otrzymujemy negatyw, który należy obrobić w programie graficznym. Przede wszystkim trzeba odwrócić kolory, czyli zrobić pozytyw, i odbić lustrzanie. Można poprawić kontrast i barwy.

Inną możliwością jest umieszczenie skrawka papieru fotograficznego w aparacie analogowym, w miejscu filmu. Czasy ekspozycji skrócą się do około 5–60 min,

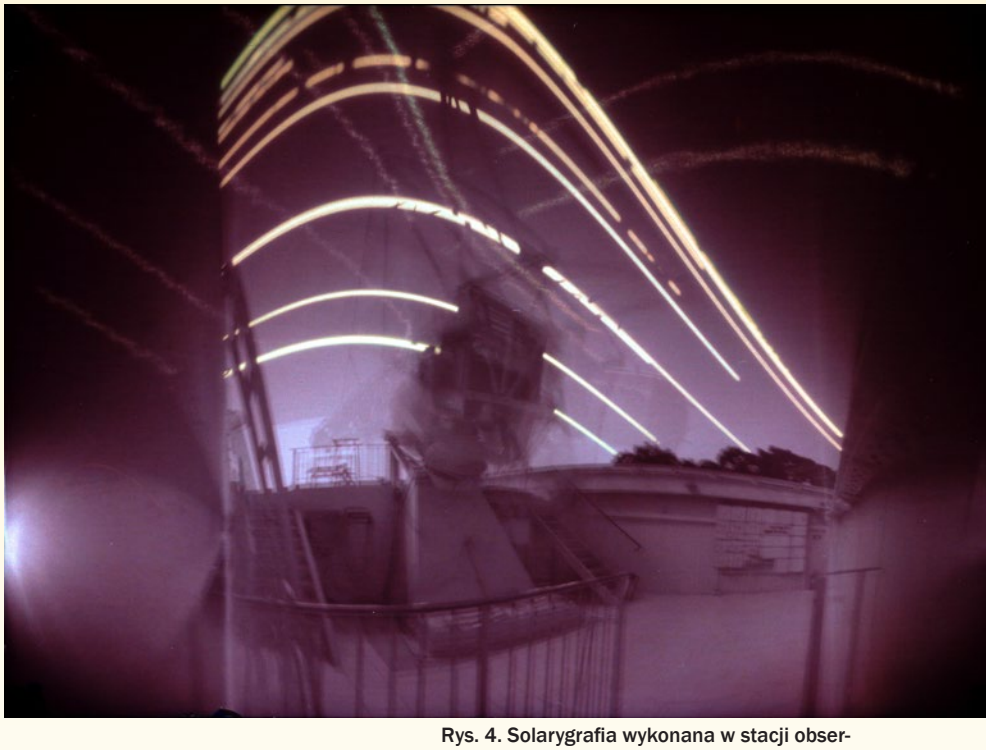
Rys. 2. Wieża Matematyczna na gmachu głównym Uniwersytetu Wrocławskiego podczas pokazu tranzytu Wenus 6 czerwca 2012 r. Porównanie klasycznego zdjęcia (po lewej) i solarygrafii (po prawej). Czas naświetlania solarygrafii w godz. 4.39–6.54. Papier Agfa włożony do aparatu Zenit. Widać zarys montażu teleskopu oraz rozmytą plamę ludzi, którzy gromadzili się przy teleskopie. Przy przesłonie f/1.8 Słońce dosłownie wypaliło dziury w papierze — stąd czarne miejsca na ścieżce. Ktoś w trakcie ekspozycji kopnął statyw, stąd rozmycie i przerwa w trajektorii Słońca

w zależności od jasności obiektywu i zachmurzenia, a geometria takiej solarygrafii będzie podobna do zwykłego zdjęcia (rys. 2).

Solarygrafia a astronomia

Na każdym obrazie solarygraficznym są widoczne mniej lub bardziej zakrzywione, ciągłe bądź przerywane linie. To widome ścieżki Słońca na sferze niebieskiej, przerywane okresami zachmurzenia. Jeśli naświetlania dokonamy od jednego przesilenia do drugiego, zdjęcie takie daje całkowity obraz możliwych położeń Słońca (rys. 3, 4). Widać na nim, że górowanie zawsze występuje nad tym samym punktem horyzontu, zaś wschody i zachody Słońca następują w różnych miejscach. Widać, jak z każdym dniem zmienia się wysokość Słońca nad horyzontem.

W celu wykonania dobrego zdjęcia niezbędna jest wiedza o kierunkach świata i wysokości Słońca w różnych porach roku. Aby ścieżki Słońca nie nakładały się na siebie, aparat należy zdjąć w okolicach przesilenia (chyba że chcemy uzyskać właśnie taki efekt).



Rys. 4. Solarygrafia wykonana w stacji obserwacyjnej Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego w Białkowie. Czas naświetlania wynosił pół roku: od 21 czerwca do 21 grudnia 2012 r. Na zdjęciu widoczny jest Duży Koronograf, którego obraz jest rozmyty, ponieważ podczas obserwacji jest w bezustannym ruchu, obracając się za Słońcem. Kamera solarygraficzna umieszczona była we wnętrzu koronografu, pod dachem otwieranym tylko podczas obserwacji. W rezultacie na zdjęciu zarejestrowały się ścieżki Słońca tylko podczas dni obserwacyjnych, przeważnie z bezchmurną pogodą

Rys. 3. Solarygrafia wykonana z balkonu autora w kierunku południowym. Czas naświetlania wynosił pół roku: od 21 grudnia do 21 czerwca 2012 r.

Dobrze wykonana solarygrafia posiada bezsprzeczny walor edukacyjny. Polecam ją szczególnie nauczycielom, którzy wprowadzają elementy astronomii. Aparat solarygraficzny może zrobić każdy, a efekt końcowy zawsze jest zaskakujący.

Solarygrafia może posłużyć do oszacowania liczby dni słonecznych w ciągu roku. Na przykład w 2010 r. Fosbury i Trygg umieścili kilka aparatów w różnych obserwatoriach astronomicznych i porównali otrzymane solarygramy. Zdjęcie z Obserwatorium ESO na górze Paranal w Chile zawierało wyłącznie nieprzerwane ścieżki Słońca, co świadczyło o znikomym zachmurzeniu.

Utrwalanie powolnych procesów

Solarygrafia pozwala na uchwycenie długo trwających procesów. Można fotografować np. jak rosną liście na drzewie (rys. 5). Ciekawe efekty przynosi fotografowanie placów budowy. Można też fotografować parkingi — wtedy wszystkie samochody parkujące na jednym miejscu zlewają się w jeden „hipersamochód".

Rys. 5. Przyrost liści na drzewach. Ekspozycja 3-tygodniowa, zakończona 18 maja 2012 r. Tylko górne ścieżki są przesłonięte liśćmi, które wyrosły w czasie naświetlania

Rys. 6. Najstarsza zachowana fotografia, wykonana przez J. N. Niépce'a w 1826 lub 1827 r. Czas naświetlania wynosił 8 godz., więc Słońce oświetla budynki zarówno z lewej, jak i prawej strony

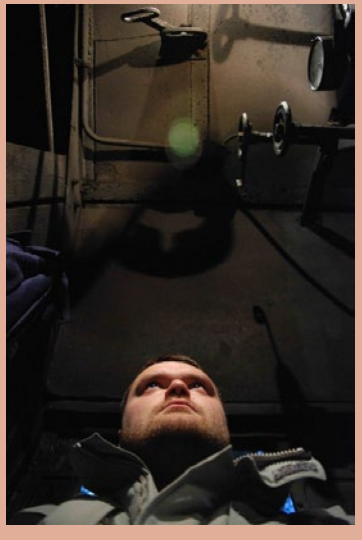
Klamra czasu

Wielu artystów zainteresowało się solarygrafią, gdyż jest to w pewnym sensie powrót do korzeni fotografii. Kamerę otworkową znano już w starożytności. Była też wykorzystywana w obserwacjach astronomicznych. Początkowo fotografie wymagały długich czasów ekspozycji, na których niewidoczne były obiekty w ruchu (rys. 6, 7). Wraz z rozwojem fotografii dążono do skrócenia czasu naświetlania, aby można było wykonywać zdjęcia bez statywu i bez oczekiwania. Solarygrafia, wymagająca również nowoczesnej techniki (skaner, program graficzny), jest jakby klamrą spinającą całą historię fotografii.

Jest coś magicznego w zamknięciu półrocznego widoku na jednej fotografii. Widoczne są tylko rzeczy trwałe, takie jak budynki, drzewa, ulice. Jedynym ruchomym obiektem, który może się zarejestrować, jest Słońce. Na jednym obrazie widać zapis całego półrocza. Każdy słoneczny dzień, każdy okres zachmurzenia. Nie ma cieni. Widoczne obiekty są oświetlone z każdej strony, jakby Słońce znajdowało się we wszystkich możliwych położeniach jednocześnie.

Człowiek nie dostrzega zjawisk zbyt szybkich i zbyt wolnych — ani migotania obrazu telewizyjnego, ani ruchu Słońca po niebie. Solarygrafia umożliwia wdarcie się w rejon niedostępny zmysłom i dostrzeżenie tego, co zwykle niedostrzegalne. Jest tu znowu klamrą, zamykającą w jednym obrazie wydarzenia, które wypełniłyby bardzo długi film.

Rys. 7. Pierwsza fotografia postaci ludzkiej, wykonana przez L. Daguerre'a w 1838 r. Czas ekspozycji wynosił ponad 10 min, więc choć zdjęcie przedstawia ruchliwy bulwar du Temple w Paryżu, to na ulicy widoczny jest jedynie pucybut i jego klient



Dr Maciej Zapiór w styczniu 2013 r. ukończył studia doktoranckie na Uniwersytecie Wrocławskim, w trakcie których badał przestrzenne ruchy materii w protuberancjach słonecznych. Obecnie przebywa na stażu w Hiszpanii, na Uniwersytecie Wysp Balearskich w Palma de Mallorca. Solarygrafią zajmuje się od 8 lat.

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

Wszystko co dobre szybko się kończy. Do historii już można zaliczyć wyjazd 9-osobowej grupy pasjonatów fotografii za koło podbiegunowe. Celem było uwiecznienie na zdjęciach tak pięknego i ulotnego zjawiska, jakim jest zorza polarna.

Wyprawa po polarną zorzę

Adam Skrzypek

Sam pomysł tej niezwykłej podróży ujrzał po raz pierwszy światło dzienne 9 listopada 2012 r. na drugim oficjalnym spotkaniu **Katowickiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii**, któremu przewodniczył prezes Marek Substyk. Wtedy to zaprezentował go na szerszym forum — jako zimową niespodziankę wyjazdową — nie licząc specjalnie na większy odzew. Jakież było zdziwienie, gdy w relatywnie krótkim czasie zebrało się grono dziewięciu osób stuprocentowo zdecydowanych na wyjazd. Stało się jasne, że pomysł będący do tej pory w fazie teorii i planów trzeba będzie wkrótce przekuć na czyny.

Przedstawiony plan przewidywał krótki wypad samolotowy z Katowic do Norwegii. Kilkuosobowy zespół miłośników astronomii miał spędzić parę dni w okolicach wysuniętego daleko na północ miasta Tromsø. Taka lokalizacja geograficzna powinna była teoretycznie zapewnić dogodne warunki do obserwacji zorzy polarnej. Obecna aktywność słoneczna dodatkowo zwiększała szanse na powodzenie całego przedsięwzięcia i dawała nadzieję na wykonanie ciekawych zdjęć oraz filmów.

Przygotowania

Cel naszej wyprawy — Tromsø — to największe miasto północnej Norwegii i jednocześnie siódmy największy ośrodek tego kraju. Miejscowość nazywana jest Paryżem Północy i Wrotami do Arktyki. To jednocześnie najczęściej odwiedzany europejski skrawek ziemi wśród miłośników obserwacji zórz polarnych. Leżące 350 km za kołem podbiegunowym Tromsø charakteryzuje się wbrew pozorom łagodnym klimatem, a to za sprawą oddziaływania ciepłego Prądu Zatokowego.

Pierwszy zaproponowany termin zakładał wylot 16 stycznia, powrót zaś miał nastąpić po 5 dniach, czyli 21 stycznia 2013 r. Oczywiście wyjazd należało zaplanować tak, aby jego cena nie zwalała z nóg, a Norwegia — jak wiadomo — do najtańszych państw przecież nie należy. Koszty należało więc spróbować zredukować poprzez znalezienie tanich linii lotniczych, zminimalizowanie opłat za przewóz bagażu oraz wyszukanie rozsądnego cenowo kempingu. Wyżywienie oczywiście we własnym zakresie, w miarę możliwości zabrane z kraju. Przy takich założeniach była szansa na relatywnie niewielki uszczerbek w budżecie.

Jak się później okazało, wystarczyło tak naprawdę jedno spotkanie, aby ustalić przewoźnika i trasę przelotu oraz zarezerwować kemping. W dobie internetu i telefonów komórkowych nie stanowi to dzisiaj większego problemu.

Podstawową rzeczą, jaką należało ustalić, to sposób transportu do Tromsø oraz samo miejsce zakwaterowania. Tutaj nieocenioną pomocą wykazał się kolega Rafał Mamok, pomysłodawca całego przedsięwzięcia. To osoba zaprawiona w trekkingowych wyprawach po całym globie, dla której cała logistyka, wyszukiwanie i korelowanie tanich połączeń lotniczych, nie mówiąc o miejscach biwakowych, nie sprawia najmniejszego problemu.

Pierwszą propozycją, jaka padła, był przelot liniami lotniczymi Wizzair z Katowic do Oslo na lotnisko Sandefjord. Stamtąd należało się udać koleją, pokonując dystans 100 km, na lotnisko Oslo Lufthavn (Gardermoen). Tam liniami Norwegian czekałby nas kolejny, docelowy już lot do Tromsø. Niestety z tym planem wiązało się ryzyko związane z ewentualnym opóźnieniem czy też odwołaniem lotu przez Wizzair z Katowic. Wtedy przepadłyby nam bilety kolejowe, nie mówiąc o spóźnieniu się na drugi samolot i wówczas cały misterny plan ległby w gruzach. Alternatywnym rozwiązaniem okazał się być lot z Krakowa, również z przesiadką w Oslo, jednak realizowany tylko przez jednego przewoźnika — linie lotnicze Norwegian. Uchroniłoby to nas przed problemami związanymi z zsynchronizowaniem obydwu lotów. Koszt takiego połączenia okazał się być niewiele wyższy od wersji pierwotnej. Wadą natomiast okazał się fakt, iż tracimy w ten sposób jeden dzień, gdyż wylot miałby miejsce w czwartek 17 stycznia, a samo lądowanie w Tromsø o późnej porze stwarzało problem z dostaniem się na miejsce biwaku. Ale o tym oraz o planowanym miejscu pobytu postanowiliśmy podyskutować już w ścisłym gronie zainteresowanych osób podczas kolejnego spotkania zaaranżowanego przez Marka, które odbyło się 18 listopada 2012 r.

Spotkanie to przebiegło w bardzo sympatycznej atmosferze w jednej z kawiarenek katowickiego „Altusa". Przede wszystkim ustaliliśmy opcję samolotową — bezapelacyjnie wygrał wariant drugi z wylotem z Krakowa. Zdecydowaliśmy, że jest to jednak opcja bezpieczniejsza, choć kosztem skrócenia pobytu o jeden dzień. Również wybraliśmy miejsce naszego zakwaterowania — okazał się nim być Ramfjord Camping, oddalony o 30 km na południe od Tromsø. Jego położenie umożliwiało uniknięcie świateł miasta,

z drugiej zaś strony transportem publicznym można stamtąd w każdej chwili dotrzeć do centrum. Zarezerwowaliśmy więc 9-osobowy domek o powierzchni 75 m² wyposażony w podstawowe wygody. Pozostał jedynie problem transportu z lotniska na kemping, gdyż przylot miał nastąpić o dosyć późnej porze, już po zakończeniu kursów komunikacji miejskiej. Tę sprawę rozwiązał Rafał, organizując przejazd za pośrednictwem prywatnej firmy przewozowej. Mając wybranego przewoźnika lotniczego, mogliśmy już na spokojnie ustalić ramy bagażu podręcznego i określić potrzeby co do wielkości bagażu rejestrowanego. Wariant „krakowski" liniami Norwegiana pozwolił nam na nieco większy rozmiar bagażu, stąd też natychmiast zapadła decyzja o zamówieniu dla wszystkich uczestników wyprawy toreb podróżnych spełniających wymagania linii lotniczych. Pod tym kątem zastanawialiśmy się co do ilości i rodzaju ekwipunku, gdyż w ramach redukcji kosztów bazowaliśmy na bezpłatnym bagażu podręcznym, posiłkując się jedną, góra dwiema sztukami bagażu rejestrowanego. Omówiliśmy również kwestie logistyczne dojazdu na lotnisko i rezerwację parkingu. W zasadzie zaraz po spotkaniu nastąpiła wpłata zaliczek i rezerwacja biletów lotniczych. Ponieważ rezerwacja przebiegła pomyślnie, klamka zapadła i… lecimy do Tromsø.

Przygotowując się do wyjazdu, każdy z uczestników musiał zastanowić się nad własnym bagażem. Wbrew pozorom było o czym pamiętać — począwszy od odzieży, poprzez wyżywienie i sprzęt fotograficzny po elektronikę. Należało to wszystko rozsądnie zaplanować, tym bardziej że musieliśmy spakować się do toreb o wymiarach 55×40×20 cm.

Na całe szczęście klimat w Tromsø jest bardzo łagodny, mimo położenia za kołem podbiegunowym średnia temperatur jest dosyć wysoka ze względu na silne oddziaływanie Prądu Zatokowego. Dlatego nie było potrzeby zabierania odzieży dostosowanej do ekstremalnych warunków pogodowych, wystarcza zwykle to, co nosimy w czasie naszej polskiej zimy. Co do wyżywienia — oczywiście nie da się zrezygnować z lokalnych zakupów, ale warto zabrać ze sobą parę niezbędnych produktów czy konserw. Największy kłopot sprawiła selekcja sprzętu elektro i foto, chciałoby się zabrać wiele, niestety możliwości na to nie pozwalały. Trzeba było pamiętać o aparatach fotograficznych i kamerach, akumulatorach i kartach pamięci, statywach, ładowarkach, zasilaczach, sprzęcie komputerowym, kabelkach i wielu, wielu innych drobiazgach.

Sponsorzy i patroni

W ramach przygotowań do wyjazdu udało nam się pozyskać sponsoring sprzętowy jak i medialny. Sponsor sprzętowy — firma Delta, będąca oficjalnym dystrybutorem marki Samyang w Polsce — uwolniła nas od dylematów związanych z wyborem obiektywów na tę ekscytującą wyprawę. Wyposażyła nas bowiem w dwa komplety — zarówno do lustrzanek Canona, jak i Nikona — jasnych szkieł stałoogniskowych. Znalazły się tam takie perełki, jak 8 mm/f 3,5, 14 mm/f 2,8, 24 mm/f 1,4 oraz 35mm/f 1,4. Tego typu obiektywy są wręcz niezbędne do utrwalenia ulotnej i relatywnie ciemnej — z fotograficznego punktu widzenia — zorzy polarnej. Różnorodność zaś ogniskowych powoduje, że zdjęcia powinny się różnić formą przekazu, stwarzając jednocześnie okazję do ciekawych porównań i testów. Dzięki temu patronatowi otrzymaliśmy również bluzy polarowe i czapki oznaczone logo wyprawy. Na stronie internetowej Samyanga pojawił się także blog, na którym opisywaliśmy na bieżąco swoje wrażenia z podróży.

Patronat naukowy zapewniło nam Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne w Chorzowie. Patronat medialny sprawowała Telewizja Silesia, czasopismo „Urania — Postępy Astronomii" oraz AstroJaWil.

W tej materii wspierało nas również Radio Fest, gdzie na antenie mogliśmy zapoznać słuchaczy z naszymi planami wyjazdowym. Patronatem honorowym z kolei objęła wyprawę Prezydent Miasta Ruda Śląska — pani Grażyna Dziedzic.

Ponieważ termin wylotu zbliżał się milowymi krokami, przewidziano jeszcze jedno spotkanie przedwyjazdowe, które odbyło się 12 stycznia 2013 r. Zebrali się wszyscy uczestnicy wyprawy, jedynie Jerzy Krug z racji odległości towarzyszył nam za pośrednictwem łączy internetowych. Pozostały do omówienia szczegóły związane z bagażem, ostatnie ustalenia co do wyboru wyposażenia, przegląd opcji związanych z użytkowaniem internetu oraz ewentualne propozycje co do możliwości spędzenia czasu wolnego w Oslo pomiędzy lotami. Po spotkaniu pozostało nam w zasadzie tylko pakowanie i odliczanie dni do wylotu.

Tromsø

17 stycznia „Samyang Aurora Expedition" stała się faktem. Wczesnym rankiem wyruszyliśmy w drogę. Po około godzinnej jeździe dotarliśmy na krakowskie lotnisko Balice. Tam ostatnie przetasowania z bagażami, kontrole osobiste, boarding i w końcu startujemy.

Po dwóch godzinach lotu liniami Norwegian i pokonaniu ok. 1200 km lądujemy bezpiecznie w Oslo. Po czterogodzinnej przerwie następny lot, tym razem bezpośrednio do Tromsø. Kolejne 1200 km i niecałe dwie godziny w powietrzu. Lądowanie tym razem nie należało do łagodnych, nawałnica śnieżna sprawiła, iż samolotem rzucało na wszystkie strony. Z duszą na ramieniu opuściliśmy pokład maszyny. Przed lotniskiem czekał na uczestników wyprawy mikrobus, którym po pół godzinie szaleńczej jazdy po oblodzonych norweskich drogach dotarliśmy do celu. Przywitał nas położony nad brzegiem fiordu uroczy i cichy Ramfjord Camping. Minęła godzina 23.00.

Pierwszy poranek na norweskiej ziemi upłynął pod znakiem poznawania okolicy i testowania obiektywów. Sporym zaskoczeniem okazała się dla nas długość dnia — dzień, a w zasadzie szarówka, trwała od godziny 10.00 do mniej więcej 14.00, reszta doby tonęła w ciemnościach. Apetyt na zorzę skutecznie niwelowała aura — niebo pławiło się w chmurach, raz po raz skrapiając nas przelotnymi opadami deszczu, temperatura oscylowała wokół +5 stopni Celsjusza, było cieplej niż w Polsce. Wykorzystując namiastkę dnia,

Tromsø Bridge

wyszliśmy na brzeg naszego fiordu ze sprzętem fotograficznym z zamiarem wypróbowania nowych zabawek — obiektywów i modułów GPS. Zabawa była przednia. Doszliśmy do wniosku, iż możliwość przetestowania sprzętu w rzeczywistych warunkach jest bezcenna, nie trzeba od razu robić zakupów, aby móc poznać jego wady i zalety. Podobnie zresztą jak w sprzęcie astronomicznym, możliwość przetestowania chociażby okularów przed ich zakupem jest nie do przecenienia. Pozwala to uniknąć wielu błędów, zwłaszcza osobom dopiero zaczynającym przygodę z astronomią czy fotografią. I tu właśnie powinna być rola wszelkiego rodzaju zlotów i spotkań, w tym również naszej ekspedycji.

Niestety, mimo paru godzin spoglądania w niebo, mimo rozbudzonych nadziei aura spłatała nam figla i tej nocy zorzy niestety nie udało nam się zobaczyć.

W sobotę, drugiego dnia pobytu, postanowiliśmy zwiedzić położone 30 km od naszej miejscówki Tromsø. Pomni na to, że autobus do centrum odjeżdża parę minut po dziewiątej, a na następny nie możemy zbyt szybko liczyć, pobudkę zaplanowaliśmy na godzinę 7.00. Szybkie wstawanie, mycie, śniadanko (dziewięciu chłopa — to wszystko trwa) i pomalutku wychodzimy z kempingu. W ciągu nocy temperatura spadła i to co wczoraj było śnieżno — wodną papką, przeistoczyło się w twardą lodową pokrywę. Ruchem posuwisto — ślizgowym wdrapujemy się pod górkę w stronę przystanku i… widzimy tył odjeżdżającego autobusu. Ale, ale, przystanek trzeba przecież znaleźć! W tym samym momencie zrywa się burza śnieżna i widoczność spada niemal do zera, a my w tumanach śniegu próbujemy zorientować się w terenie.

Wdrapując się pod górkę, dochodzimy do głównej drogi, po czym naczelny komandos naszej wyprawy — Rafał — rusza przed siebie w poszukiwaniu transportu. Po chwili za tumanami śniegu na horyzoncie zaczyna nieśmiało majaczyć sylwetka autobusu, a nasz komandos, zasłaniając go ciałem, zmusza pojazd do zatrzymania. Cel został osiągnięty, autobus złapany, musiał on jednak podjechać po resztę ekipy, gdyż zostaliśmy daleko, daleko w tyle.

No to świetnie, wsiadamy do autobusu, płacimy za bilety kartami płatniczymi (w Norwegii za wszystko płaci się kartami) i ruszamy w drogę. W czasie jazdy naszym oczom ukazuje się przepiękny widok. Skalisty brzeg fiordu, sina tafla wody, ośnieżone góry po prze-

ciwległej stronie, surowość natury poprzeplatana ciepłem maleńkich drewnianych domków w pastelowych kolorach zieleni, bordo, ciepłej szarości czy bieli zrobiły na nas niesamowite wrażenie. Po półgodzinnej jeździe wysiadamy przed słynnym mostem i ruchem posuwisto — ślizgowym ruszamy w stronę kolejki linowej.

Co niektórzy zdążyli zaliczyć salto w tył, przytomnie jednak ratując swój drogocenny sprzęt. Po krótkim spacerku docieramy do stacji kolejki i… niespodzianka, okazuje się, iż stację zamknięto w październiku zeszłego roku. Cóż, pozostało nam porobić parę zdjęć i po chwili nieco rozczarowani skierowaliśmy się w powrotną drogę. Za jednym wyjątkiem. Rafał — naczelny komandos wyprawy — postanowił zdobyć własnymi siłami (czytaj butami) szczyt góry i ruszył samotnie w drogę. Bycie mięczakami czasem się jednak opłaca, gdyż wracaliśmy pośród bajkowej scenerii niczym z baśni Andersena. Wspomniane już wcześniej skandynawskie drewniane domki z lampkami w każdym z okien, brak firanek lub ich namiastka, ciepłe jasne wnętrza tworzyły niepowtarzalny klimat. Padający gęsty śnieg dopełniał całości, a do świątecznej atmosfery brakowało jedynie zapachu grzanego wina i pierników. Czuć było oddech Skandynawii. Dla osób odwiedzających cieplejsze kraje mogło to być sporym zaskoczeniem. Zupełne przeciwieństwo Południa. Przepraszam — jest jedna cecha wspólna. Mieszkańcy Norwegii są bardzo otwarci i z dużą rezerwą podchodzą do życia, zupełnie bez pośpiechu, niczym Grecy czy inne południowe nacje.

Skierowaliśmy się zatem w stronę mostu. Spędziliśmy na nim chyba z godzinę, namiętnie fotografując i filmując. Aha — to zupełna niespodzianka — spotkaliśmy na moście rodaków (w zasadzie to nas spotkano) wiedzących o naszej wyprawie i śledzących jej losy na Facebooku.

Była okazja do wymiany doświadczeń i prezentacji zdjęć. Oni już widzieli zorzę, my jeszcze niestety nie. Świat jednak jest mały. Idąc dalej w stronę centrum, zanurzyliśmy się ponownie w gąszcz bajkowych uliczek oświetlonych klimatycznymi lampkami, oprószonych świeżym śniegiem, niesamowite wrażenie robiły ustawione przed wejściami do sklepów gigantyczne latarenki ze świecami. Widać tutaj kult światła — nic dziwnego, mają go przecież tak niewiele. Latarenki, czy to

w oknach, czy przed sklepami, czy na skwerach i placach tworzyły magiczny, zgoła świąteczny wręcz nastrój.

Potęgowała go niestabilność aury, w czasie minuty z bezchmurnej pogody potrafiła wywiązać się śnieżna zawierucha. Cóż, minęła godzina 16.00, pora było wracać do kempingu. Nasz autobus jak zwykle pędził z prędkością 100 km/h po krętych oblodzonych drogach. Nie na darmo kierowca autobusu wymusił na nas zapięcie pasów. Z autobusu wysiedliśmy z podniesionym ciśnieniem, za to pełni wrażeń i emocji.

Po trudach całodziennej wycieczki do Tromso nadszedł czas na odpoczynek. Wieczór poświęciliśmy na komentowanie i kopiowanie zdjęć zrobionych na wypadzie do centrum miasta. Pogoda wieczorową porą nie zapowiada się ciekawie, co chwilkę zrywała się śnieżna zawierucha przeplatana momentami ciszy. Pomiędzy chmurami czasami dawało się zauważyć czyste rozgwieżdżone niebo. Postanowiliśmy więc zrobić okresowe dyżury, co chwilkę ktoś wychodził na zewnątrz zerknąć w niebo, niestety, bez powodzenia… Prognozy dawały jednakże cień nadziei.

Po jakimś czasie Adam wpadł na pomysł, aby czysto teoretycznie przygotować się do obserwacji zorzy, to znaczy skompletować sprzęt, ubrać się odpowiednio i wyjść przed domek, aby na sucho poćwiczyć ustawianie ekspozycji i zobaczyć, jak sprawdzi się wdzianko na mrozie. Okutał się więc w ciepłą kurtkę, statyw na ramię i w drogę. Stąpając ostrożnie, by nie zaliczyć poślizgu na ścieżce, spoglądał uważnie pod nogi, schodząc w stronę brzegu fiordu. Po przejściu kilkunastu kroków podniósł wzrok do góry i… zupełnie się tego nie spodziewając, dostrzegł przepiękną zorzę! Przytłoczony tak cudnym zjawiskiem, nie wierząc własnym oczom, ustawił aparat na statywie i wręcz na ślepo ustrzelił pierwszą fotkę.

Zorza!!!

Zorza!!! Na to hasło w kempingu zawrzało niczym w ulu. Jedni przez drugich, ubierając się w pędzie, zgarniali sprzęt jak popadło i wybiegali w pośpiechu przed domek.

Jest! Jeeest! Przepiękna. Wlepiając oczy w niebo, wyławialiśmy zielonkawe smugi pojawiające się tu i ówdzie, delikatne i zmysłowe, szybko rozpływające się niczym mgła. Strzelamy pierwsze fotki. Udało się! Fotografujemy, ile sił w aparatach, poklatkowo,

normalnie i jak tylko sprzęt na to pozwala. Po chwili czas na ostudzenie emocji. Nadeszła śnieżna zawierucha. Kierujemy się pod zadaszenie domku. Ale to nie koniec. Śnieżyca po chwili zanika, a niebo się czyści. Wracamy na stanowiska i… zostajemy świadkami przepięknego koncertu, jaki dała nam aurora. Bardzo jasne pasy zieleni wprost wiły się na naszych oczach, szeroko na firmamencie, wzdłuż linii wschód — zachód. To wychodziła zza gór, to pojawiała się w zenicie. Do zieleni dołączył fiolet — róż. Zorza bardzo szybko zmieniała swój kształt niczym pióropusz piasku na wydmach. Do pasm dołączyły pojawiające się i znikające kurtyny, poprzeczne smugi przypominające firanki czy strugi deszczu. Feeria kształtów i kolorów, szybkość zmian wywarły na nas niesamowite wrażenie. Wokół słychać było krzyki i wrzaski uzewnętrzniające nasze emocje, co niektórzy z radości kładli się na śniegu, wywijając „orzełki".

Radości było co niemiara, oto właśnie ziściły się nasze marzenia!

W tej sytuacji świetnie sprawdziła się możliwość wypróbowania różnych obiektywów, każdy sobie dobrał to, co mu najlepiej odpowiadało i dzięki temu udało nam się zrobić mnóstwo udanych zdjęć w różnych konfiguracjach sprzętowych. Tu należą się podziękowania naszemu sponsorowi sprzętowemu wyprawy — firmie Delta — bez niej nie mielibyśmy takiej możliwości. Arsenał szkieł obejmował 12 obiektywów, po 6 modeli dla Canona i Nikona. W każdym komplecie zagościło „rybie oko" 8 mm /f 3,5, po dwa obiektywy 14 mm /f 2,8 i 24 mm /f 1,4 oraz jeden 35 mm f/ 1,4. Uczestnicy wyprawy dysponowali dziesięcioma lustrzankami (5x Canon i 5x Nikon), trzema kompaktami (z funkcją filmowania Full HD), jedną kamerą FullHD i kamerką GoPro Hero 2. Fotografując zorzę, nie przypuszczaliśmy, że może być ona tak dynamiczna. Z tego względu konieczne okazało się posiadanie jak najjaśniejszych obiektywów, aby do minimum skrócić czas ekspozycji. Bardzo dobrze nadawał się do tego celu Samyang 24 mm/f 1,4. W rękach Rafała wyczyniał cuda. ISO ustawione na 1000, f/ 1,4 i czas ekspozycji 2 s dawały mu najlepszy efekty. Na ekranie jego Nikona podglądaliśmy uwiecznione przepiękne smugi zorzy. Pod względem ogniskowej ciekawym rozwiązaniem okazał się również Samyang 14mm/

Wykres aktywności geomagnetycznej z dnia obserwacji zorzy

f2,8, jednakże aby zachować taką samą ekspozycję, należało wydłużyć czas do 8 s, a to zwykle bywało za długo. Zarówno jeden, jak i drugi obiektyw generował udane zdjęcia. Do kompletu dołączyło „rybie oko" 8mm /f 3,5, dając zupełnie inną perspektywę. W tym wypadku niższa jasność miała mniejsze znaczenie, chodziło raczej o inną formę przekazu.

Euforia trwała gdzieś do godziny 02.20, wtedy aktywność zorzy spadła i praktycznie można było zakończyć fotografowanie. Podekscytowani, z pieśnią na ustach wróciliśmy do domku i jeszcze długo dzieliliśmy się wrażeniami. Plonem tej jakże owocnej nocki było wykonanie kilku tysięcy roboczych zdjęć, z których wybraliśmy kilkaset najładniejszych. Analizując później wykresy aktywności geomagnetycznej, okazało się, że trafiliśmy na miesięczne maksimum! Do tego chwila czystego nieba — to się nazywa mieć szczęście!

Nazajutrz

Zmęczeni nocnym polowaniem na zorzę obudziliśmy się wpółprzytomni przed godziną 9.00. Na dworze panował jak zwykle zmrok. Zwlekając się z łóżek, patrzymy za okno. Niebo wygląda na bezchmurne. Super! Może pojedziemy do Tromso? To okazja na zrobienie ładnych fotek!

Analiza rozkładu jazdy skutecznie ostudziła nasz zapał. Toż to niedziela, ostatni autobus odjechał przed chwileczką, następny odjeżdża w okolicach 14.00. Wycieczka odpada. Postanawiamy więc wykorzystać ładną pogodę do przetestowania obiektywów, fotografu-

jąc piękno natury wokół pola kempingowego, w końcu mieszkamy nad brzegiem uroczego fiordu.

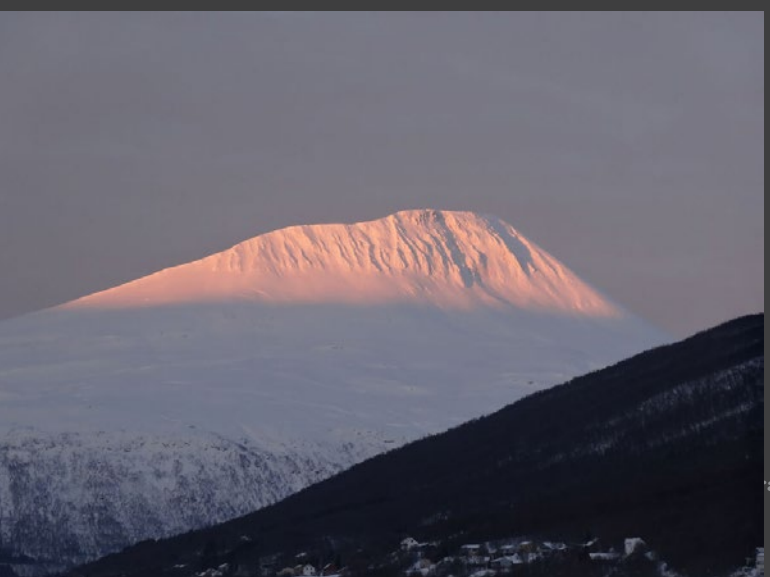
Po śniadaniu ubieramy się cieplutko i wychodzimy ze sprzętem na zewnątrz. Bezchmurne niebo spowodowało spadek temperatury do –8°. Mróz szczypie w policzki, słychać suche trzaski zmrożonej kry. Robi się widno, a słońce, mimo iż nie wychodzi zza horyzontu, zaczyna jasno oświetlać ośnieżone szczyty gór. Przepiękny to widok. Eksperymentując z różnymi obiektywami, staramy się w pełni oddać urok chwili. Co niektórzy śmiałkowie fotografują przez parę godzin, wręcz do cna wykorzystując ostatnie padające fotony przed zapadnięciem zmroku.

Sesja zaliczona, a my pomalutku zabieramy się za pakowanie. Wszakże jutro jest wyjazd. Jedna rzecz zostaje jednak na miejscu — sprzęt fotograficzny musi być w pełnej gotowości, mamy jeszcze chrapkę na zorzę. Prognozy są jednak bezlitosne i się sprawdzają. Wieczorem niebo zasnuwają chmury i zaczyna prószyć śnieg. Starym zwyczajem robimy dyżury, nadzieja przecież umiera ostatnia. Dwoje kolegów — Radek i Rafał komandos — w międzyczasie wybiera się do sauny. Przepasani jedynie ręcznikami truchtają na mrozie niczym baletnice, obfotografowywani ze wszystkich stron. Po kilkudziesięciu minutach wracają, tarzając się na golasa w śniegu. To się zowie hart ducha i ciała!

Około 23.00 wychodzimy ze sprzętem, aby przywołać zorzę. Rozstawiamy statywy, aparaty w gotowości, czekamy… Niestety, niebo szczelnie zasnute chmurami tym razem nie chciało nam pokazać polarnego spektaklu. Około północy zrezygnowani wracamy do domku.

Powrót

W poniedziałkowy poranek o godzinie 4.00 zrywamy się na równe nogi. Jeden myje zęby, drugi parzy herbatę, trzeci pakuje ostatnie drobiazgi. Panuje totalny rozgardiasz. Trzeba się spieszyć, bo na godzinę 4.30 mamy zamówiony transport na lotnisko. I rzeczywiście, zaledwie 20 min po naszej pobudce podjeżdża pod domek mikrobus. W tumanach śniegu pakujemy nasze tobołki do bagażnika. Pogoda znowu spłatała figla, zerwała się śnieżyca, zimny wiatr miotał białe płatki na wszystkie strony. Ruszyliśmy w drogę. Mikrobus mknął po ośnieżonej drodze biegnącej wzdłuż brzegu fiordu z niebagatelną prędkością 100 km/h. To nie pierwszy już pokaz brawury (a może umiejętności?) norweskich kierowców. Z duszą na ramieniu po niecałych 30 min jazdy bezpiecznie dotarliśmy do celu, ostatnie kilometry pokonując siecią podziemnych tuneli poprzecinanych rondami.



O godzinie 5.00 meldujemy się na lotnisku. Do wylotu pozostało 1,5 godz. Czekamy na odprawę bagażową, ale na stanowisku Norwegiana nie ma jeszcze obsługi. Norwedzy mają czas, znów uwidacznia się iście południowe podejście do życia. Po półgodzince obsługa się pojawia, nadajemy bagaż i przechodzimy kontrolę osobistą. Teraz tylko przejście do bramki i oczekiwanie na boarding. Parę minut po godzinie 6.00 wchodzimy na pokład samolotu. Godzina 6.30 — boarding zakończony. Powinniśmy startować. Nic się jednak nie dzieje. O co chodzi? Po paru minutach kapitan informuje nas o opóźnieniu startu z powodu oblodzenia płyty lotnika. Służby lotniskowe usilnie pracują nad przywróceniem jej funkcjonalności. Następną informację mamy otrzymać za pół godziny. Atmosfera gęstnieje i zaczyna się nerwówka. Kapitan, który okazał się być Polakiem, informuje nas o kolejnym przełożeniu startu. Co będzie dalej, ma się okazać za 45 min. Stewardesy zaczynają rozwozić darmowe napoje. Dociera do nas informacja o zamknięciu portu lotniczego w Balicach. Zaczyna się robić gorąco. Jeśli nie wylecimy zaraz z Tromsø, możemy nie zdążyć na nasz drugi samolot w Oslo. I pytanie, czy dotrzemy do domu? Kapitan ogłasza kolejną przerwę. Nerwówka sięga zenitu. W końcu otrzymujemy informację, że coś drgnęło i kołujemy na stanowisko do odladzania

Zestawienie sprzętu foto i video

Lustrzanki:

1× Nikon D3100 + N 18-105 VR
3× Nikon D5100 + N 18-105 VR
1× Nikon D800E + N 24-70/2,8
1× Canon EOS 60D + C 24-105/4L
1× Canon EOS 550D + C 18-55 IS, C 70-200/4L
1× Canon EOS Kiss X2 (450D) + C 18-55
1× Canon EOS 350D + C 18-55
1× Canon EOS 300D mod

Obiektywy Samyang:

2× Samyang 8 mm f/3.5 Aspherical IF MC Fish-eye CS (Canon + Nikon)
4× Samyang 14 mm f/2.8 ED AS IF UMC (2× Canon + 2x Nikon)
4× Samyang 24 mm 1:1.4 ED AS UMC (2× Canon + 2× Nikon)
2× Samyang 35 mm f/1.4 AS UMC (Canon + Nikon)

Kompakty/kamery:

2× kompakt Sony DSC-HX20
1× kompat Panasonic DMC-FZ18
1× kamera Panasonic HDC-SD60
1× kamera GoPro Hero 2

Śniadanie przed odlotem

Towarzyszący nam usmiechnięty Księżyc

samolotu. Potem kołowanie na pas startowy i po 3 godzinach opóźnienia wreszcie startujemy. Przeciążenie wbija nas w fotele. Samolot ostro zadziera dziób do góry. Skrzydła przechylają maszynę to w jedną, to w drugą stronę, zupełnie tak samo jak w czasie lądowania. Całym kadłubem wstrząsają konwulsje, przedzieramy się przez warstwę chmur. To wszystko zapewne powodują warunki geofizyczne, lotnisko jest położone na wyspie pośród fiordu. Góry, woda, różnice temperatur i ciśnienia, wszystko ma pewnie wpływ na zachowanie samolotu. Po przebiciu warstwy chmur sytuacja się uspokaja, a my po jakimś czasie mamy okazję po raz pierwszy od paru dni zobaczyć w całej krasie słoneczko.

Pięknie się prezentowało na tle lazurowego nieba, na dole zaś pulchne chmurki zbijały się w biały kobierzec. Sielanka. Jest tylko jedno ale. Co z samolotem z Oslo do Krakowa? Poczeka? Kapitan informuje, iż dopiero za jakiś czas sytuacja się wyjaśni. Świetnie, grozi nam więc być może nocka w Norwegii? Bo zdążyć o czasie na drugi samolot nie mamy szans. Po półgodzince dochodzą nas słuchy, że lot z Oslo jest również opóźniony. Zapala się iskierka nadziei, ale to nic pewnego. Po kolejnych kilkudziesięciu minutach kapitan informuje, iż pasażerowie lecący do Krakowa i trzech innych miast mają zapewniony transport. Samolot na nich poczeka. Spada nam kamień z serca. Przygotowujemy się do lądowania. Obsługa prosi pasażerów lecących dalej do Krakowa o opuszczenie samolotu w pierwszej kolejności. Samolot gładko siada na płycie lotniska, a nasza ekipa w pędzie ewakuuje się z pokładu. Biegniemy jakimś skrótem wyznaczonym przez żółte taśmy pomiędzy zakamarkami portu lotniczego wprost do drugiej bramki. Tam tylko odczyt biletu i rękawem wskakujemy do następnego samolotu. Nie jesteśmy w stanie pożegnać się z Jurkiem Krugiem, który leci do Warszawy. Jak się później okazało doleciał… lecz przez Helsinki.

W samolocie zaledwie kilkanaście osób, startujemy gładko, właśnie minęło południe. Na szczęście lecimy jak po sznurku, za oknem czyste niebo. Około 13.30 zaczynamy pomału podchodzić do lądowania. Samolot obniża pułap, a my zanurzamy się w gęstych chmurach. Nic nie widać. Trwa to dłuższą chwilę, czuć obniżanie wysokości, chmury nie dają jednak za wygraną. Kiedy będzie widać ląd? Na szczęście samolot bez żadnych zbędnych manewrów podchodzi do lądowania. W ostatniej chwili wyłania się płyta krakowskiego lotniska. Pilot pewnym ruchem sadza maszynę na pasie. Klasa sama w sobie. Kamień (a właściwie głaz) spada nam z serc. Minęła godzina 14.00. Jesteśmy w domu.

Autor relacji Adam Skrzypek (pierwszy z prawej), z zawodu informatyk, z zamiłowania wieloletni amator astronomii, wiceprezes najmłodszego i jednego z najbardziej prężnych, Katowickiego Oddziału PTMA, aktywny uczestnik forum astrocd.pl/forum/ (jedynego z zasady podpisywanego imieniem i nazwiskiem). Od lewej towarzyszy mu część pozostałych członków wyprawy: Aleksander Knapik, Marcin Jaromin, Radosław i Dominik Zientarski oraz Marek Substyk.

SAMYANG
AURORA EXPEDITION

Prezydent Miasta Ruda Śląska
www.rudaslaska.pl
miasto otwartych możliwości

Urania

Postępy Astronomii

ANETARIUM ŚLĄSKIE

E PUR SI MUOVE

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Oddział Katowice

AstroJaWil

fesT radio 100,2FM

TVS

LUTY 2013

13 II – Zmarł Paweł Maksym (l. 29), popularyzator nauki, miłośnik astronomii. Od lat 90. prowadził projekty obserwacyjne. Specjalizował się w obserwacjach zakryć gwiazd przez planetoidy i Księżyc. Z jego inicjatywy 21 maja 2010 r. zostało otwarte Obserwatorium Astronomiczne im. Papieża Sylwestra II w Bukowcu.

15 II – Nad Czeliabińskiem w Rosji, na wysokości ok. 25 km eksplodował bolid (zob. „Urania" 2/2013, s. 6). To najpotężniejsze takie wydarzenie od czasu katastrofy tunguskiej, 30 VI 1908 r.

15 II – Ogłoszono odkrycie śladów po uderzeniu w Ziemię planetoidy o średnicy sięgającej nawet 20 km. Do zdarzenia doszło pomiędzy 298 a 360 mln lat temu. Centrum krateru wypada w północno-zachodniej części Australii Południowej, w rejonie East Warburton Basin. Wielkość przekształconego pod wpływem upadku terenu wynosi ponad 30 tys. km^2. Oznacza to, że jest to trzecie co do wielkości miejsce upadku planetoidy na Ziemi.

15 II – Znaleziono najpoważniejszy dotychczas obserwacyjny argument za tym, że promieniowanie kosmiczne pochodzi z pozostałości po wybuchach supernowych (co od dawna podejrzewano). Do takiego wniosku prowadzi analiza promieniowana γ, zarejestrowanego przez satelitę **Fermi Gamma-ray Space Telescope od dwóch obiektów tego typu: W44 i IC443.**

15-17 II – W Olsztyńskim Planetarium miały miejsce obchody 540 rocznicy urodzin Kopernika i 40 rocznicy otwarcia planetarium.

20 II – Ogłoszono odkrycie za pomocą satelity Kepler najmniejszej planety skalistej. Kepler-37b, jak nazwano planetę, ma średnicę 3900 km, jest więc niewiele większa od Księżyca. Obiega swoją gwiazdę w 13 dni, a temperatura na jego powierzchni szacowana jest na ok. 430°C. Układ Kepler-37 znajduje się w Lutni i jest oddalony o około 210 lat. św. od Ziemi.

24 II – Planetarium Śląskie w Chorzowie zostało wpisane do rejestru zabytków. Budynek planetarium zbudowano w 1955 r. w stylu socrealistycznym. Obiekt z charakterystyczną 23-metrową kopułą, zdolną pomieścić 400 osób, powstał dla uczczenia pamięci Mikołaja Kopernika.

25 II – Pierwsze dwa satelity z konstelacji BRITE (ang. *BRIght Target Explorer Constellation*) znalazły się na orbicie. Projekt BRITE, w którym uczestniczy Austria, Polska i Kanada, ma pomóc w zrozumieniu wewnętrznej budowy największych gwiazd naszej galaktyki. Satelity będą badały gwiazdy jaśniejsze i gorętsze od Słońca. Satelity TUGSAT-1 i UniBRITE zostały zbudowane w Austrii i są pierwszymi satelitami austriackimi. Łącznie konstelacja BRITE będzie się składać z 6 satelitów. Dwa z nich (Lem i Heweliusz) są budowane w Polsce, w Centrum Badań Kosmicznych PAN. Na start czeka w tej chwili Lem.

27 II – Po raz pierwszy określono prędkość obrotu czarnej dziury. Obiekt 2 mln razy masywniejszy od Słońca znajduje się w centrum spiralnej galaktyki NGC1365 (fot. niżej). Otrzymany wynik pomiarów to 84% prędkości światła.

28 II – Poinformowano o wykryciu trzeciego pasa radiacyjnego wokół Ziemi. Istniał on tylko czasowo, przez 4 tygodnie września 2012 r. Naukowcy przypuszczają, że być może powstał w wyniku silnego podmuchu wiatru słonecznego, który mógł „rozedrzeć" drugi zewnętrzny pas.

Źródło: ESO

MARZEC 2013

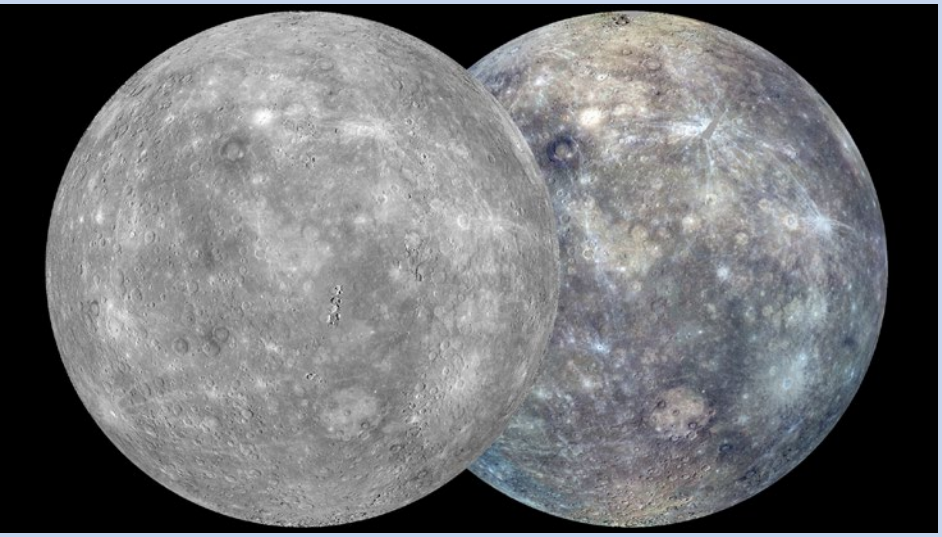
1 III – Naukowcy z belgijskiej stacji polarnej „Princess Elizabeth" znaleźli w lodowej skorupie Antarktydy meteoryt (chondryt zwyczajny) ważący 18 kg. To największy od 25 lat okaz znaleziony na Antarktydzie.

5 III – Kometa C/2011 L4 (Pan-STARRS) minęła Ziemię w odległości ok. 161 mln km. Była tak jasna, że dla obserwatorów na półkuli południowej była widoczna gołym okiem, nawet pomimo oświetlenia ulicznego.

6 III – Międzynarodowy zespół naukowców pod kierunkiem prof. Grzegorza Pietrzyńskiego z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego precyzyjnie wyznaczył odległość do Wielkiego Obłoku Magellana. Wynosi ona 160 tys. lat św., z dokładnością do 2%. Ma to ogromne konsekwencje dla wyznaczania skali odległości w całym Wszechświecie.

6 III – Na podstawie danych zebranych w ciągu dwóch lat pracy sondy „Messenger", wykonano pierwszą pełną mapą Merkurego, prezentowaną na sąsiedniej stronie w dwóch wersjach: czarno-białej wizualnej (lewy obraz) i ultrafioletowej (prawy obraz – kolory sztuczne).

7 III – W ramach programu Pan-STARRS odkryto nietypową supernową. PS1-12sk znajdującą się około 780 mln lat św. od Ziemi, w galaktyce eliptycznej. Na podstawie obecności helu i innych właściwości PS1-12sk została sklasyfikowana jako bardzo rzadka supernowa typu Ibn. Naukowcom do tej pory udało się znaleźć zale-



Źródło: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

dwie sześć supernowych tego typu, przy czym 5 pozostałych wybuchło w galaktykach spiralnych.

11 III – Stwierdzono, że znajdujący się w gwiazdozbiorze Żagli obiekt WISE J104915.57-531906 to para brązowych karłów, odległa zaledwie o 6,5 lat św. od Słońca. Jest to więc trzeci najbliższy nam układ gwiazd, po systemie α Centauri (4,3 lat św.) i gwieździe Barnarda (6,0 lat św.).

12 III – Odkryto potrójny kwazar, który został nazwany QQQ J1519+0627. Jest to drugie tego typu odkrycie w historii badań astronomicznych. Światło z tego obiektu potrzebowało aż 9 mld lat, aby do nas dotrzeć.

13 III – Oficjalnie dokonano otwarcia teleskopu Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). Naukowcy wiążą z nim duże nadzieje. (zob. „Urania" 2/2013 s. 12 i 17)

13 III – ALMA przesunęła „wyż demograficzny gwiazd". Okazuje się, że najgwałtowniejsze narodziny gwiazd miały miejsce znacznie wcześniej niż do tej pory sądzono. Procesy gwiazdotwórcze miały miejsce średnio 12 miliardów lat temu, kiedy Wszechświat miał mniej niż 2 miliardy lat. Jest to o cały miliard lat wcześniej niż przypuszczano do tej pory. Dodatkowo w najstarszych galaktykach odkryto cząsteczki wody.

15 III – Zostały ogłoszone wyniki badań składu atmosfery planety pozasłonecznej HR 8799c, gazowego olbrzyma, 5–10 razy bardziej masywnego od Jowisza. Dokonując analizy widmowej, naukowcy ustalili, że HR 8799c ma gęstą atmosferę, na którą składa się przede wszystkim tlenek węgla i para wodna, natomiast brak w niej metanu.

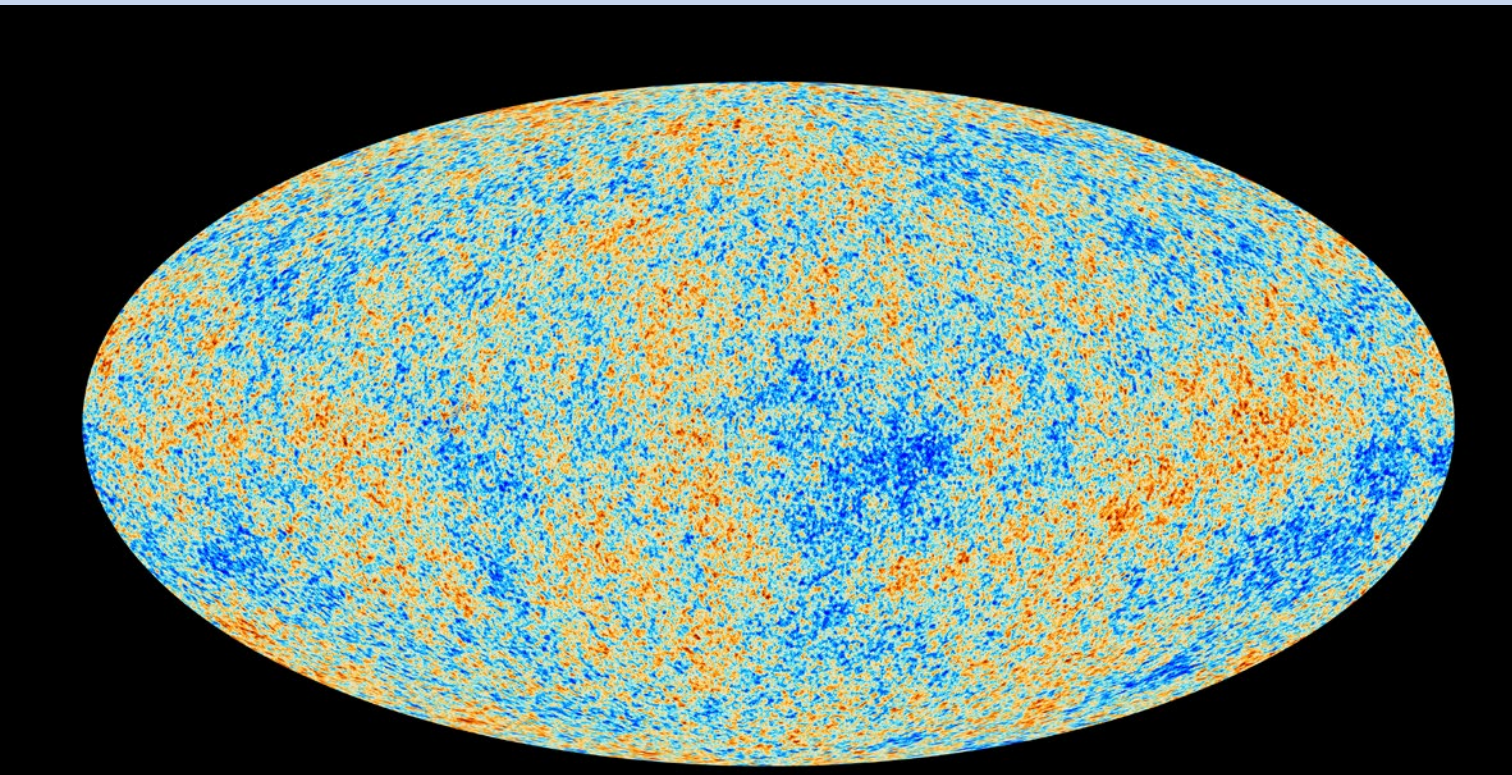
21 III – Zespół naukowców z misji Planck opublikował najdokładniejszą mapę promieniowania reliktowego, które jest „echem" Wielkiego Wybuchu (poniżej). Mapa pokazuje Wszechświat, jakim był w wieku 380 tys. lat. Okazuje się, że Wszechświat jest nieco starszy niż sądzono. Po korekcie ma on 13,82 mld lat, z dokładnością do 50 mln. Dane wskazują też, że tajemniczej ciemnej energii jest nieco mniej. Odpowiada ona za około 68 % masy-energii Wszechświata (pozostałe to ciemna materia – 27% i zwykła materia – 5 %).

26 III – Zdefiniowano nowy typ supernowej. Został nazwany Iax i jest podgrupą typu Ia. Inne określenie tego obiektu to minisupernowa. Wynika to z faktu, że Iax przypomina typ Ia, ale jest w porównaniu do niego dużo słabszy, nawet 100-krotnie. Do tej pory udało się odnaleźć 25 tego typu obiektów.

27 III – Astronom amator Rafał Herszkowicz, informatyk ze Zgierza, odkrył planetę pozasłoneczną PH2b. Odkrycia dokonał, biorąc udział w społecznościowym projekcie naukowym Planet Hunters (Odkrywcy Planet). Przez kilka godzin od ujawnienia odkrycia jego autor był znany tylko z loginu rafcioo28.

Wybrał i skomentował: Paweł Z. Grochowalski

Źródło: ESA and the Planck Collaboration

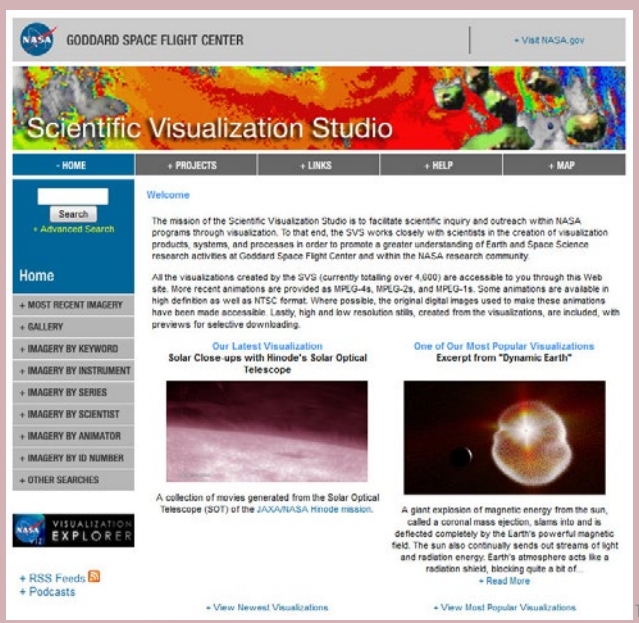


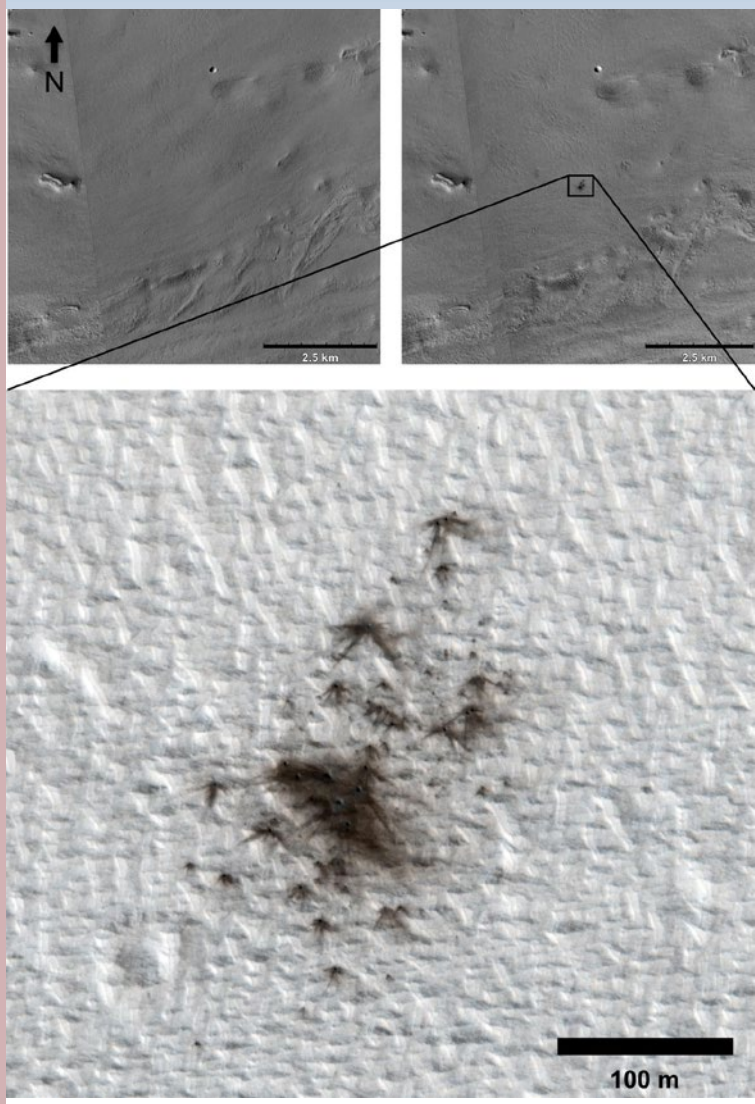
Kosmiczne wizualizacje i animacje dla każdego

Dziś proponuję zajrzeć na niepozorną stronę pod adresem http://svs.gsfc.nasa.gov. Prosty, oszczędny projekt graficzny jest jednak mylący. Mamy dostęp do ponad 4600 wizualizacji/animacji dotyczących zagadnień naukowych związanych z Ziemią oraz badaniami kosmicznymi w szerokim tego słowa znaczeniu — SVS jest skrótem od „Scientific Visualisation Studio". Poruszać się pośród prawie pięciu tysięcy wizualizacji nie jest łatwo, dlatego mamy dostęp do narzędzi wyszukujących — poczynając od najprostszych (nazwisko twórcy czy animatora, temat czy słowa kluczowe) a kończąc na formularzu zawierającym szereg pól, pozwalającym na bardziej złożone poszukiwania.

Niestety, niektóre informacje, jakich można by np. oczekiwać pod hasłem „Imagery series", nie istnieją. Strona jest jednak aktualizowana na bieżąco (wystarczy zajrzeć do kanału RSS) i pewnie puste miejsca zostaną z czasem wypełnione. Proponowany materiał nie jest jednorodny — tworzą go różne osoby, pracujące na potrzeby różnych misji kosmicznych. Czasem materiał wizualny poprzedzają syntetyczne, nieraz dość obszerne wyjaśnienia. Wielu z naszych czytelników widziało zapewne niektóre spośród proponowanych tutaj wizualizacji, jednak (jak dotychczas) nigdzie nie spotkałem tak bogatego ich źródła, jakie proponuje SVS. Ale nie ma róży bez kolców — tutaj jest podobnie — niektóre wizualizacje są bardzo duże, o rozmiarach dochodzących do pojedynczych gigabajtów. Wtedy zwykle mamy jednak do wyboru pliki o różnych rozdzielczościach i odpowiednio różnych rozmiarach.

Roman Schreiber





Zdjęcia z sondy Mars Reconnaissance Orbiter, które dokumentują nowo powstałą grupę kraterów na Marsie. Zdjęcie u góry po lewej zostało wykonane 15.08.2010, a po prawej 24.05.2011.
Źródło: NASA/JPL-Caltech/MSSS/Univ. of Arizona

Oszacowano, ile nowych kraterów powstaje na Marsie każdego roku

Naukowcy wykorzystali zdjęcia z sondy Mars Reconnaissance Orbiter do oszacowania, jak często Mars jest bombardowany przez niewielkie planetoidy lub fragmenty komet. Amerykańska sonda fotografuje Marsa od 2006 r. Na niektórych zdjęciach danego obszaru widać różnice pomiędzy fotografiami wykonanymi w różnych latach. Do porównań wykorzystano także zdjęcia z innych sond krążących wokół Marsa. Wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie *Icarus*.

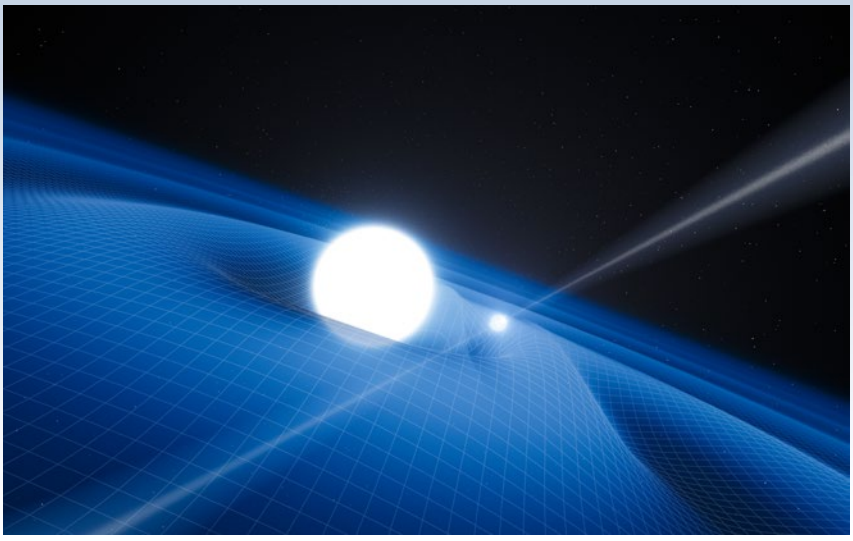
Zespół kierowany przez Ingrid Daubar z Uniwersytetu Arizony w Tucson (USA) zidentyfikował 248 nowych kraterów uderzeniowych na powierzchni Marsa, które powstały w ciągu ostatnich lat. Ekstrapolując wynik na całą powierzchnię planety, naukowcy szacują, że w Marsa uderza co najmniej 200 obiektów rocznie. Są one niewielkie, zwykle nie przekraczające 1 lub 2 m średnicy. W przypadku Ziemi obiekty tej wielkości raczej nie mają szans na dotarcie do powierzchni, gdyż nasza atmosfera jest gęstsza niż marsjańska.

Krzysztof Czart

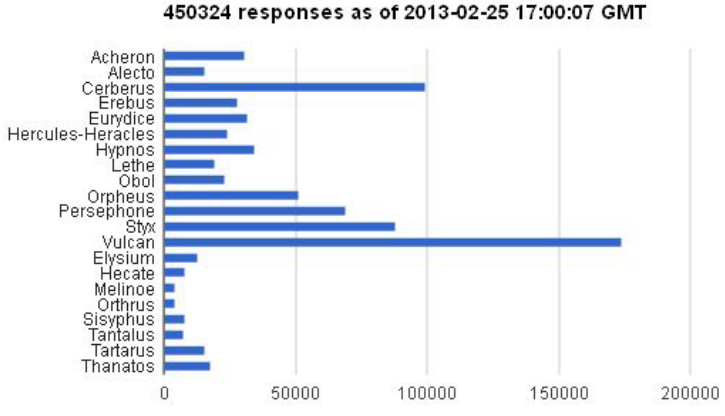
Wyniki konkursu na nazwy dla księżyców Plutona

W lutym br. ogłoszono konkurs na nowe nazwy dla niedawno odkrytych satelitów Plutona. Wybory te zakończyły sie po miesiącu. Jakie imiona przypadły księżycom, dotychczas noszącym robocze nazwy P4 i P5 ?

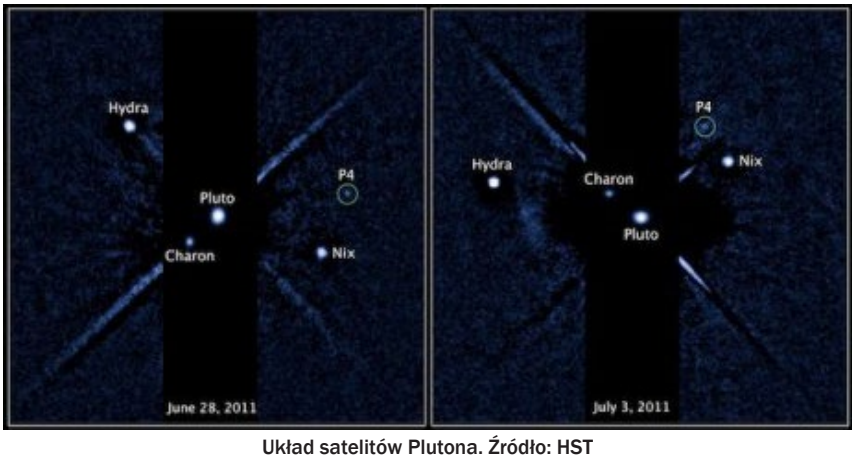
Organizatorzy konkursu byli zaskoczeni ilością głosujących. Na jego oficjalnej stronie dziękują wszystkim 450 324 osobom, które brały udział w tym przedsięwzięciu. Wyniki są już w zasadzie znane, jednak na bardziej oficjalne nadanie nazw satelitom będziemy musieli poczekać jeszcze do dwóch miesięcy. Muszą one między innymi zostać zatwierdzone przez Międzynarodową Unię Astronomiczną — tłumaczy główny organizator plebiscytu, Mark Showalter *(Carl Sagan Center for the Study of Life in the Universe, SETI Institute).* W lipcu 2011 r. Teleskop Hubble'a sfotografował łącznie cztery księżyce krążące wokół odległej, lodowatej planety Pluton. Nowo odkryty księżyc, tymczasowo nazwany P4, był wówczas najmniejszym znanym księżycem Plutona, o średnicy szacowanej na 13 do 34 km. Dla porównania, największy satelita Plutona, Charon, ma 1 200 km średnicy, a inne jego księżyce, Nix i Hydra, 32 do 113 km. Nowy księżyc krąży pomiędzy orbitami Nix i Hydry, odkrytych również przez teleskop Hubble'a w 2005 r. Niemal dokładnie w rok później astronomowie donieśli o odkryciu kolejnego ciała okrążającego Plutona, P5. Miało ono dość nieregularny kształt i 6 do 15 km średnicy. Odkrycia te zwiększają liczbę znanych satelitów Plutona do pięciu.



Artystyczna wizja układu podwójnego złożonego z pulsara i białego karła. Pulsar to mniejszy z obiektów na rysunku (dla czytelności obrazka nie zachowano skali obu obiektów). Źródło: ESO/L. Calçada



Wyniki konkursu na nazwy dla nowo odkrytych satelitów Plutona. Źródło: Mark Showalter



Układ satelitów Plutona. Źródło: HST

Prawdopodobnie zwycięska nazwa, Wulkan, to imię rzymskiego boga ognia i kowalstwa, a także wulkanów. Utożsamiany jest on często z greckim bogiem Hefajstosem. Oddawano mu cześć w świątyni na Polu Marsowym, a jego starożytne święto, Vulcanalię, obchodzone było 23 sierpnia. Podczas tej uroczystości wrzucano do ognia ryby i inne zwierzęta. Wulkana wzywano także do gaszenia pożarów. To bezpośrednio od jego imienia pochodzi nazwa wulkanu jako tworu geologicznego. Wierzono, że odgłosy dochodzące z aktywnego w czasach rzymskich wulkanu — Etny — są wynikiem pracy tego boga. Był on też utożsamiany z innymi bóstwami tzw. świata podziemnego.

Elżbieta Kuligowska

Źródło: www.plutorocks.com

Pulsar posłużył do testów teorii Einsteina

Pod koniec kwietnia w czasopiśmie *Science* ukazały się wyniki badań układu podwójnego złożonego z bardzo masywnej gwiazdy neutronowej i białego karła. Badania przeprowadzone przez międzynarodowy zespół pozwoliły na przetestowanie ogólnej teorii względności Einsteina, która tłumaczy grawitację jako zakrzywienie czasoprzestrzeni wywołane obecnością masy i energii.

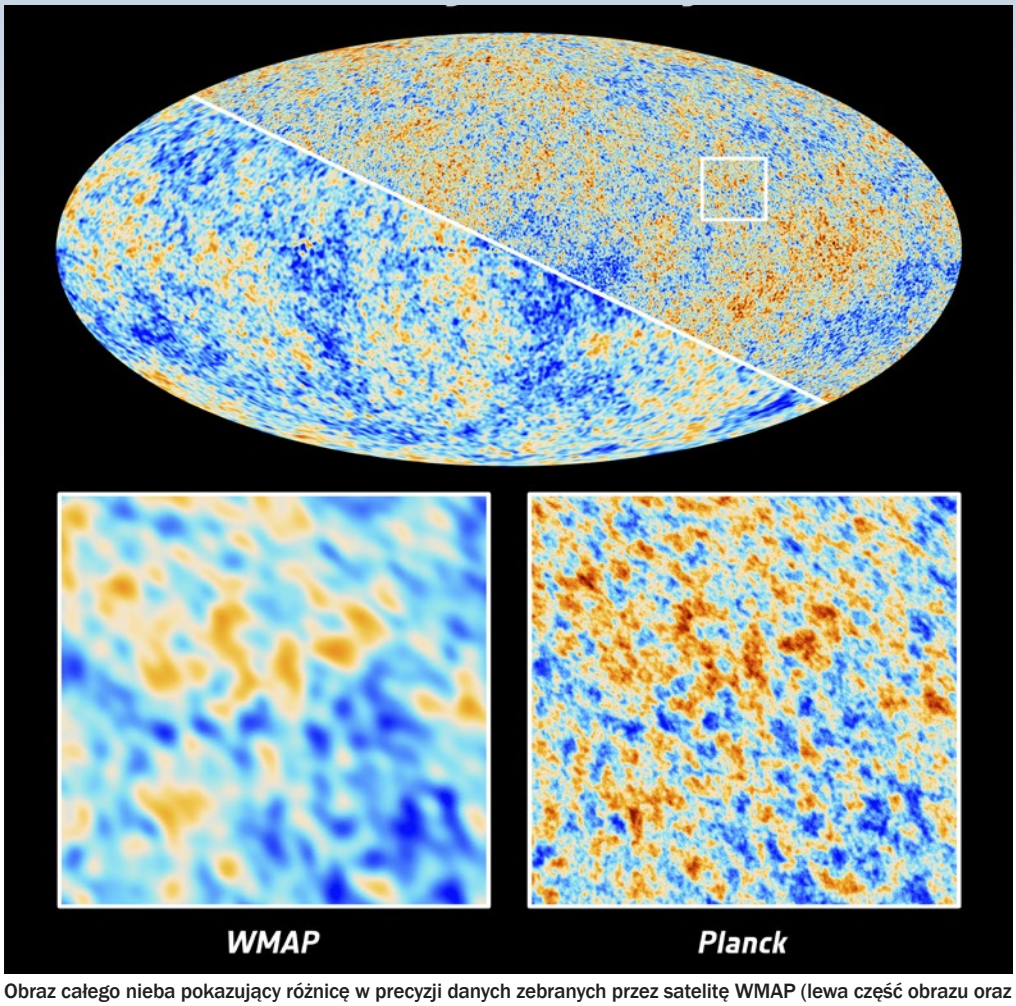
Zespół kierowany przez Johna Antoniadisa (Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn, Niemcy) prowadził obserwacje białego karła, poszukując za pomocą Bardzo Dużego Teleskopu (VLT) oraz Teleskopu Williama Herschela (WHT) zmian w świetle emitowanym przez gwiazdę. Przeprowadzono także obserwacje radiowe drugiego składnika układu — pulsara

PSR J0348+0432. W tym przypadku użyto radioteleskopów: Effelsberg, Arecibo oraz Green Bank. Okazało się, że pulsar jest rekordzistą w swojej kategorii: najmasywniejszą znaną gwiazdą neutronową. Obiekt ma masę dwukrotnie większą niż Słońce i obraca się 25 razy na sekundę dookoła swojej osi.

Ciasny układ podwójny pulsara i białego karła emituje fale grawitacyjne, tracąc energię, co powinno powodować niewielkie zmiany w okresie orbitalnym. Naukowcom udało się zmierzyć wartość tych zmian. Uzyskali wynik 8 milionowych części sekundy na rok, czyli dokładnie tyle, ile przewiduje ogólna teoria względności. (*kc*)

Wszechświat niemal idealny

Kosmologowie z napięciem czekali na oficjalne ogłoszenie wyników misji Planck, który w maju 2009 r. wraz z satelitą Herschel wystartował z Gujany Francuskiej na pokładzie Ariane 5. 21 marca w Paryżu ogłoszono rezultaty misji Planck.



Obraz całego nieba pokazujący różnicę w precyzji danych zebranych przez satelitę WMAP (lewa część obrazu oraz fragment poniżej z lewej) oraz satelitę Planck (prawa część i fragment po prawej na dole). Planck zbierał dane 15,5 miesięcy, WMAP — 9 długich lat. Źródło: ESA and the Planck Collaboration; NASA / WMAP Science Team

Nie były to pierwsze wyniki, bo częściowe rezultaty prezentowano wcześniej. Jednak sygnał mikrofalowego promieniowania tła nałożony jest na to, co bliżej nas — promieniowanie naszej Galaktyki, innych galaktyk i gromad galaktyk — i należało się z tym uporać. Planck jest wyposażony w układ detektorów czułych w zakresie 30—857 GHz. Dzięki temu można rozróżnić, co jest prawdziwym sygnałem promieniowania CMB, a co sygnałem płynącym z obiektów przesłaniających sygnał CMB. Ten tzw. pierwszy plan należało usunąć, aby wydobyć delikatne świecenie Wszechświata sprzed 13 mld lat. Z pierwszym dniem kalendarzowej wiosny otrzymaliśmy najdokładniejszy obraz wczesnego Wszechświata.

Promieniowanie CMB jest najstarszym promieniowaniem, które możemy obserwować. Zanim fotony CMB zaczęły podróż w czasoprzestrzeni, nieustannie zderzały się ze swobodnymi protonami i elektronami. Stopniowo Wszechświat rozszerzał się i ochładzał. W końcu temperatura spadła do 3000 K i elektrony połączyły się z protonami, tworząc neutralny wodór, główny składnik materii. Dla fotonów zrobiło się miejsce i zaczęły podróż. W uproszczeniu mówi się, że fotony CMB po drodze do nas nie oddziaływały z materią, ale nie do końca jest to prawda. Część promieniowania, podróżując do nas przez 13 mld lat, przechodziła przez chmury materii, dzięki czemu możemy dziś wysnuwać wnioski, jak Wszechświat ewoluował ze świata dziecięcego na przesunięciu ku czerwieni z = 3000 do chwili obecnej, czyli do z = 0.

Planck przez pierwsze 15,5 miesiąca zbierał dane z całego nieba, tworząc mapę złożona z 15 mln pikseli. Wygląda ona jak namalowana ręka dziecka, ale dla astrofizyków niesie bardzo dużo informacji — kolory odzwierciedlają temperaturę CMB, a z niej można wywnioskować, gdzie znajdowały się obszary gęstsze, które dały początek przyszłym gromadom galaktyk, galaktykom, planetom i nam.

Obraz pokazany przez Plancka w ogólności zgadza się z przewidywaniami i modelami, ale nie idealny. Zgodny z modelami jest w małych skalach kątowych, w dużych odbiega od modelu standardowego i zadziwia naukowców. CMB to światło spolaryzowane w kilku procentach, ale dane o polaryzacji wymagają dalszej analizy.

Z danych satelity Planck wynika, że stała Hubble'a jest nieco mniejsza i wynosi 67,3 ±1,2 km/s/Mpc wobec wcześniejszej wartości 70,4. Oznacza to, że Wszechświat rozszerza się obecnie nieco wolniej, niż myśleliśmy — prędkość wzrasta o 67,3 km/s co milion parseków. Więcej jest również normalnej materii, tej, z której jesteśmy zbudowani (4,9%, było 4,5%,), i tej ciemnej, której istnienia domyślamy się z pośrednich pomiarów oddziaływania grawitacyjnego (26,8%, było 22,7%). Mniej jest za to dominującej we Wszechświecie tajemniczej ciemnej energii, która odpowiada za ekspansję przestrzeni (68,3%, było 72,8%). Wszechświat jest też odrobinę starszy, ma 13,81 ±0,05 mld lat, zamiast wcześniej postulowanych 13,7 mld lat; ma zatem, bagatela, 100 mln lat więcej!

W konstruowaniu satelity zastosowano nowe technologie pozwalające na schłodzenia odbiorników nadciekłym helem3 i helem4 do temperatury 0,1K (–272,9 °C), czułość instrumentów sięgała 10^{-6}K.

Karolina Zawada

Źródło: ESA

Planeta Wenus zachowuje się trochę jak kometa

W okresach osłabionej intensywności wiatru słonecznego jonosfera Wenus rozciąga się niczym ogon komety — takie są wyniki obserwacji przeprowadzonych za pomocą sondy Venus Express należącej do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA).

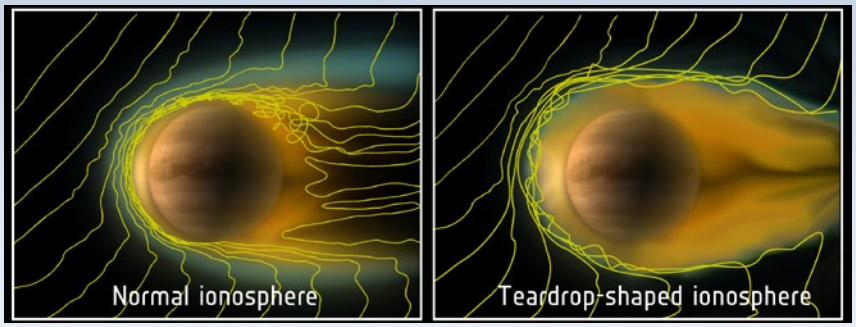
Jonosfera jest obszarem naładowanego elektrycznie gazu wysoko ponad właściwą warstwą atmosfery planety. W przypadku planet takich jak Ziemia, które mają silne pole magnetyczne, kształt jonosfery jest względnie stabilny przy różnym nasileniu wiatru słonecznego. Jednak Wenus nie ma własnego, generowanego wewnętrznie, pola magnetycznego i kształt jej jonosfery w znacznym stopniu zależy od wiatru słonecznego.

Niedawno opublikowano analizy wyników obserwacji przeprowadzonych przez Venus Express w sierpniu 2010 r. (kierownik grupy badawczej: Yong Wei z Max Planck Institute for Solar System Research w Niemczech). Wtedy to amerykańska sonda Stereo-B zmierzyła wyjątkowo niską gęstość wiatru słonecznego, 0,1 cząstki na cm^3 wobec normalnej wartości 50 razy większej. Okres spadku aktywności wiatru słonecznego potrwał 18 godz.

Gdy obniżony strumień wiatru słonecznego dotarł do Wenus, sonda Venus Express już po 30—60 min odnotowała zmiany kształtu jonosfery, która zaczęła się wydłużać po stronie przeciwnej od kierunku napływania wiatru słonecznego, czyli podobnie jak to się dzieje z jonowym warkoczem komety. W ciągu dwóch dni jonosfera rozciągnęła się na odległość dwóch promieni Wenus.

Krzysztof Czart

Źródło: ESA



Rysunki przedstawiają zachowanie jonosfery Wenus przy normalnej i osłabionej intensywności wiatru słonecznego podczas obserwacji dokonanych przez sondę Venus Express w sierpniu 2010 r. Żółte linie odwzorowują linie słonecznego pola magnetycznego oddziałującego z jonosferą. Źródło: ESA/Wei et al. (2012)

Burza na Saturnie, która dogoniła samą siebie

Sonda Cassini zaobserwowała na Saturnie wielką burzę z błyskawicami, która okrążyła całą planetę, a na dodatek początkowa część burzy dogoniła poruszającą się wolniej część tylną.

Zjawisko w atmosferze Saturna zostało dostrzeżone na zdjęciach z sondy Cassini wykonanych 5 grudnia 2010 r. Dalsza ewolucja burzy była śledzona kamerami i innymi instrumentami sondy. Najpierw wyłoniło się jasne, turbulentne czoło burzy, przesuwające się na zachód. Krótko potem powstał wielki wir kręcący się w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara., ale przemieszczający się wolniej niż czoło burzy.

Po kilku miesiącach czoło burzy zdołało obiec całą planetę, pokonując dystans około 300 tys. km i doganiając tylne, wolniejsze obszary zjawiska. Na Ziemi burze nie mają szans na dokonanie takiego wyczynu, gdyż napotykają różne przeszkody topograficzne, takie jak góry.

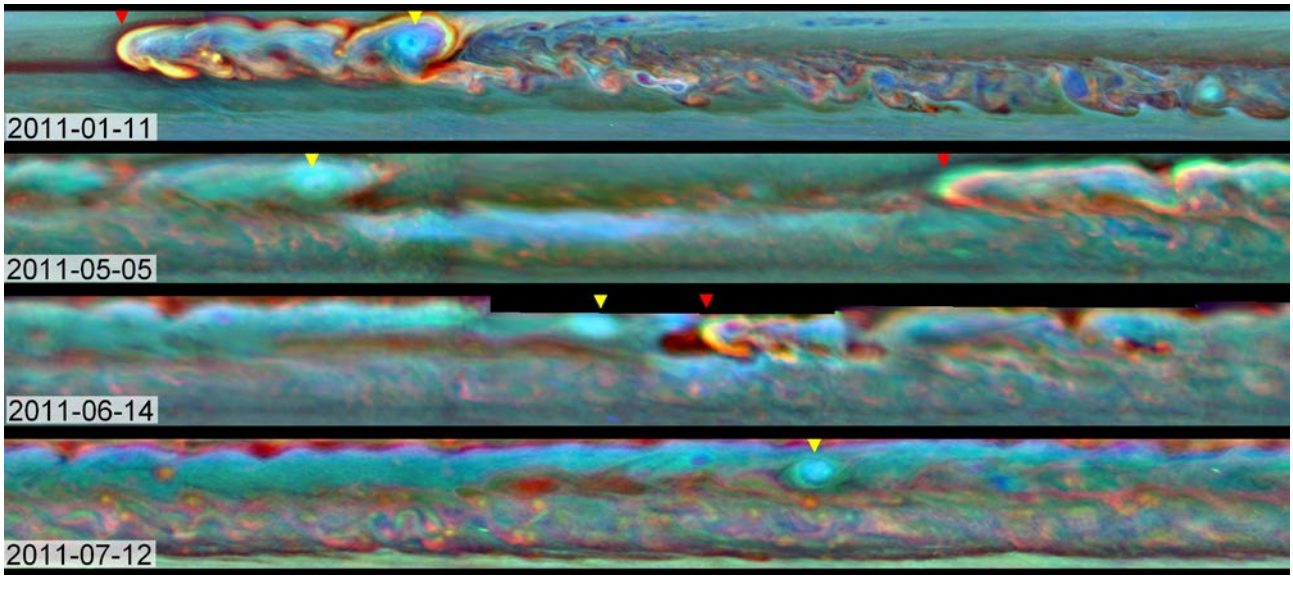
W końcu 28 sierpnia 2011 r. burza osłabła (po 267 dniach). Detektory sondy rejestrowały jeszcze sporadyczne błyskawice, ale w wyższych warstwach atmosfery, a nie w troposferze, która jest odpowiedzialna za tworzenie warunków pogodowych.

Burza należała do największych tego typu zjawisk na Saturnie i spośród dużych burz trwała najdłużej. Bardziej długotrwałe mogą być mniejsze zjawiska, jak rekordzistka w 2009 r. trwająca 334 dni (ale była stukrotnie mniejsza). Burze na Saturnie charakteryzują się występowaniem błyskawic, co odróżnia je np. od burz w atmosferze Jowisza.

Wyniki badań opublikowano w czasopiśmie *Icarus*, poinformowała o nich także NASA.

(*kc*)

Źródło: NASA



Niżej zestaw zdjęć z sondy Cassini pokazujących ewolucję wielkiej burzy z błyskawicami na Saturnie, która okrążyła planetę. Kolory sztuczne — wskazują wysokość chmur (czerwone najniższe, zielone pośrednie, niebieskie najwyższe).

Źródło: NASA/JPL-Caltech/SSI/Hampton University

Koniec obserwacji Herschela

Po południu 29 kwietnia 2013 Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) poinformowała, że w Kosmicznym Obserwatorium Herschela wyczerpał się hel wykorzystywany do chłodzenia detektorów. Jest to równoznaczne z zakończeniem misji.

Kosmiczne Obserwatorium Herschela to międzynarodowy projekt Europejskiej Agencji Kosmicznej, współfinansowany przez NASA, wspierany przez państwa nienależące do ESA, takie jak Polska czy Kanada (w momencie startu misji Polska nie była członkiem ESA).

Obserwatorium zostało wzniesione 14 maja 2009 r. na orbitę do punktu L2 układu Ziemia-Słońce, wraz z satelitą Planck. Obserwacje były prowadzone w zakresie promieniowania podczerwonego i submilimetrowego. Misja miała dostarczyć informacji na temat procesów powstawania gwiazd i ich oddziaływania z ośrodkiem międzygwiazdowym, badać skład chemiczny atmosfer i powierzchni komet, planet i księżyców, wyjaśniać procesy powstawania i ewolucji galaktyk.

Sama nazwa projektu miała upamiętniać odkrywcę promieniowania podczerwonego Williama Herschela oraz jego siostrę Caroline — odkrywczynię wielu komet.

Zwierciadło teleskopu (o średnicy 3,5 m) jest znacznie większe niż to, w jakie został wyposażony Kosmiczny Teleskop Hubble'a. W maju 2009 r. było jak dotąd największym lustrem wyniesionym w przestrzeń kosmiczną.

W czasie trwania misji wykonano więcej niż 35 tys. obserwacji, podczas ponad 25 tys. godzin pracy instrumentu. Najważniejszym uzyskanym wynikiem były informacje na temat wody we Wszechświecie. Wyniki Herschela potwierdziły, iż jest ona wszechobecna. Jej obecność została również odkryta przy narodzinach gwiazd_podobnych do Słońca oraz w procesach formowania się gwiazd. Kosmiczne obserwatorium potwierdziło obecność tego związku w ziarnach kosmicznego pyłu oraz kometach. Wodę znaleziono także w ośrodku międzygwiazdowym, w którym ciśnienie gazu jest dużo niższe niż potrafimy osiągnąć w próżni wytwarzanej w laboratoriach na Ziemi. Obserwatorium Herschela pokazało, że w ośrodku międzygwiazdowym występuje zjonizowana woda oraz zjonizowany produkt jej dysocjacji.

Obserwatorium zostało wyposażone w zbiornik z ciekłym helem o pojemności 2300 litrów. Służył on do chłodzenia aparatury do temperatury prawie zera absolutnego. 29 kwietnia 2013 r. zapas helu został wyczerpany, co niestety uniemożliwia dalszą pracę obserwatorium.

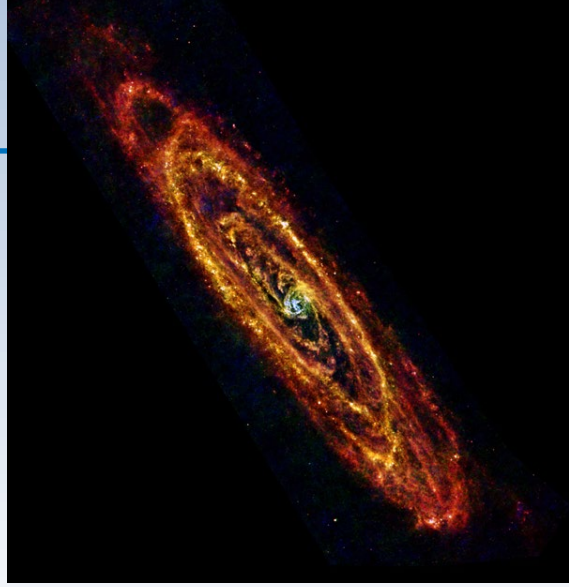
Koniec obserwacji nie jest jednak równoznaczny z końcem zadań dla naukowców.

W ciągu kilku następnych lat dane obserwacyjne zostaną zweryfikowane i umieszczone w bazie obserwacji projektów ESA. Staną się tym samym dostępne dla wszystkich naukowców.

Udział w tej misji mają również polskie instytucje. Wkład finansowy oraz prace wykonane na rzecz misji pozwoliły polskim naukowcom na uzyskanie 3% czasu gwarantowanego.

Alicja Wierzcholska

Źródło: Herschel, NASA



Obraz Galaktyki Andromedy uzyskany na podstawie obserwacji Kosmicznego Obserwatorium Herschela. Ta galaktyka, znana również jako M31, jest najbliższą sąsiadką naszej Drogi Mlecznej. Dzięki temu stała się idealnym celem obserwacji w zakresie podczerwonym, dostarczając informacji na temat procesów powstawania gwiazd i ewolucji galaktyk. Źródło: NASA

Marsjańscy osadnicy poszukiwani

Już za 10 lat na Marsie powstanie pierwsza osada, a wkrótce ruszy program rekrutacji ochotników, chcących polecieć na Czerwoną Planetę z biletem w jedną stronę.

22 kwietnia w Nowym Jorku odbędzie się konferencja prasowa, na której zostaną przedstawione szczegóły dotyczące rekrutacji oraz samej wyprawy. Już dziś wiadomo, że poszukiwani kandydaci muszą być pełnoletni oraz w ramach rekrutacji przygotować film, w którym wyjaśnią, dlaczego to właśnie oni mają zasiedlić Marsa. Zgłoszenie wiąże się również z wniesieniem opłaty (maksymalnie ma ona wynosić 25 dolarów amerykańskich), a zebrane w ten sposób środki zostaną przeznaczone na przygotowanie misji.

Organizator — holenderska firma Mars One — oczekuje miliona zgłoszeń, spośród których zostanie wyłonionych (do lipca 2015 r.) 24 szczęśliwców. Wybrańcy uczestniczyć będą w siedmioletnim obozie szkoleniowym, który ma wyłonić 12 najwytrwalszych.

Podczas obozu ochotnicy będą poddawani ekstremalnym, stresującym testom, przybliżającym im wyzwania, jakim będą musieli sprostać na Czerwonej Planecie. Baza szkoleniowa będzie posiadała 40-minutowe opóźnienie w łączności radiowej, symulujące warunki połączeń Mars-Ziemia.

Proces rekrutacji, wysłanie załogi, późniejsze dostawy zaopatrzenia to bardzo kosztowne przedsięwzięcia. Mars One planuje pozyskiwać fundusze dzięki reality show, w którym będzie pokazana sama rekrutacja, wybór śmiałków, lądowanie i życie osady. Głosy publiczności będą miały wpływ na to, kto poleci na Marsa.

Sama podróż na Czerwoną Planetę będzie trwała 210 dni, a lądowanie ma nastąpić 23 kwietnia 2023 r. Kolonia ma zostać zlokalizowana między 40 a 45 stopniem szerokości geograficznej północnej. Początkowo ma składać się z dwóch pomieszczeń połączonych tunelem. Dodatkowymi pomieszczeniami będą lądowniki.

Na Marsie ma powstać również dmuchana szklarnia, gdzie uprawiany będzie ryż, pomidory, a nawet grzyby.

W środowisku naukowym projekt spotyka się ze skrajnymi ocenami. Wielu jest entuzjastów misji, są też przeciwnicy, którzy bardzo nisko oceniają szanse na powodzenie marsjańskiego przedsięwzięcia.

Alicja Wierzcholska

Źródło: www.space.com

Jeśli wszystko pójdzie zgodnie z planem, pierwsza misja Mars One powstanie na Czerwonej Planecie w 2023 r. Źródło: space.com

Matura pod ciemnym karłem

Astronomiczne zadanie na maturze z fizyki zdarza się bardzo rzadko. W tym roku CKE sprawiła więc niemałą niespodziankę umieszczając w arkuszu zadanie dotyczące ewolucji Słońca. Niestety młodzi miłośnicy astronomii czytając dołączony do zadania tekst nie mogli uwierzyć własnym oczom i czynili nadludzkie wysiłki aby nie wybuchnąć gromkim śmiechem. Załączony do zadania tekst zawierał bowiem karygodne błędy (nie wspominając już o braku źródła) m.in. stwierdzenie że u kresu swej ewolucji Słońce stanie się brązowym karłem. Tuż po opublikowaniu tegorocznego arkusza w internecie zawrzało - pojawiło się wiele komentarzy profesorów, studentów i miłośników astronomii. Wszyscy zszokowani taką pomyłką na państwowym egzaminie powtarzali ze smutkiem „Jak już nareszcie jest to astronomiczne zadanie to dlaczego jest niepoprawne?".

Poniżej publikujemy treść nieszczęsnego zadania.

Zadanie 6. Słońce (10 pkt)

Przypuszcza się, że Słońce powstało około 4,6 miliarda lat temu z obłoku gazu i pyłu nazywanego protogwiazdą. Po trwającym kilkadziesiąt milionów lat okresie kurczenia się obłoku Słońce stało się gwiazdą ciągu głównego. Zawartość wodoru w jądrze młodego Słońca wynosiła ok. 73%, a obecnie w wyniku ciągu reakcji termojądrowych spadła do 40%. Około 98% energii w Słońcu jest produkowane w cyklu p-p, w którym z czterech protonów powstaje jądro helu. Cykl ten jest wydajniejszy w temperaturach jądra gwiazdy rzędu 107 K, natomiast w wyższych temperaturach (występujących w gwiazdach o masach większych niż Słońce) bardziej wydajny jest cykl CNO (węglowo-azotowy). Gdy zapasy wodoru się wyczerpią, co nastąpi po kolejnych 5 mld lat, Słońce zmieni się w czerwonego olbrzyma i po odrzuceniu zewnętrznych warstw tworzących mgławicę planetarną zacznie zapadać się pod własnym ciężarem, przeistaczając się w białego karła. Następnie przez wiele miliardów lat będzie nadal stygło, stając się brązowym (!), a później czarnym karłem.

Zapraszamy też na naszą stronę www.urania.pta.edu.pl – umieściliśmy tam pierwsze komentarze i recenzje.

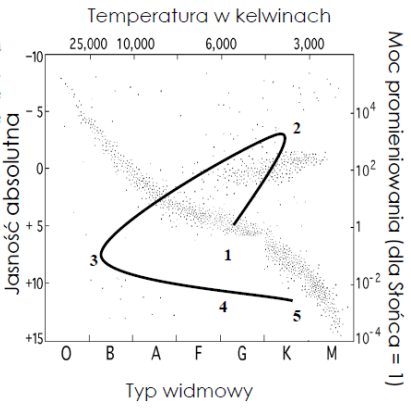
Zachęcamy wszystkich nauczycieli, uczniów i zainteresowanych do dyskusji!

Aleksandra Hamanowicz

Zadanie 6.1 ***(2 pkt)***

Na wykresie Hertzsprunga-Russella przedstawiono ewolucję Słońca. Uzupełnij opis, wpisując w odpowiedniej kolejności właściwe nazwy etapów ewolucji, odpowiadające numerom na wykresie.

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....



OMSA po raz 39.

Za nami już XXXIX Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne im. prof. Roberta Głębockiego (popularna OMSA)! Między 21 a 23 marca młodzi miłośnicy astronomii z całej Polski prezentowali w Planetarium i Obserwatorium w Grudziądzu wyniki swoich własnych obserwacji astronomicznych lub dzielili się wiedzą dotyczącą ciekawych astronomicznych zjawisk, które ich zafascynowały – łącznie 27 referatów z 13 województw. Imprezie patronował Marszałek Województwa Kujawsko-Pomorskiego oraz Prezydent Miasta Grudziądza.

PEŁNA LISTA LAUREATÓW XXXIX OMSA

Miejsce	Uczestnik	Tytuł referatu
1	Mateusz Grala Tczew I LO (kl.III)	Model wybuchów supernowych na podstawie własnych obserwacji astronomicznych
2	Oliwier Roszak Częstochowa IV LO (kl.II)	M13
3 ex aequo	Katarzyna Budzik Kraków V LO (kl.II)	Radiowe obserwacje wodoru neutralnego
3 ex aequo	Maciej Myszkiewicz Siedlce II LO (kl.III)	Perseidy 2012
3 ex aequo	Kamila Ulatowska, Grudziądz Zespół Szkół Technicznych (kl.II)	Supernowe
4 ex aequo	Bartosz Dzięcioł Szczecin Gim.16 (kl.II)	Tranzyt Wenus 2012 i wyznaczanie wartości jednostki astronomicznej
4 ex aequo	Aleksander Łyczek Końskie II LO (kl.I)	Poza ciemnością, czyli poznać niewidzialne. Ciemna materia
4 ex aequo	Kamila Woźniak Stargard Szczeciński I LO (kl.III)	Amatorskie obserwacje Księżyca
5 ex aequo	Tomasz Świerczewski Warszawa Zespół Szkół nr 73 (kl.I)	Fotografia w astronomii
5 ex aequo	Mateusz Windak Kraków V LO (kl.I)	Do czego zmierzamy?

Fot. Piotr Bilski

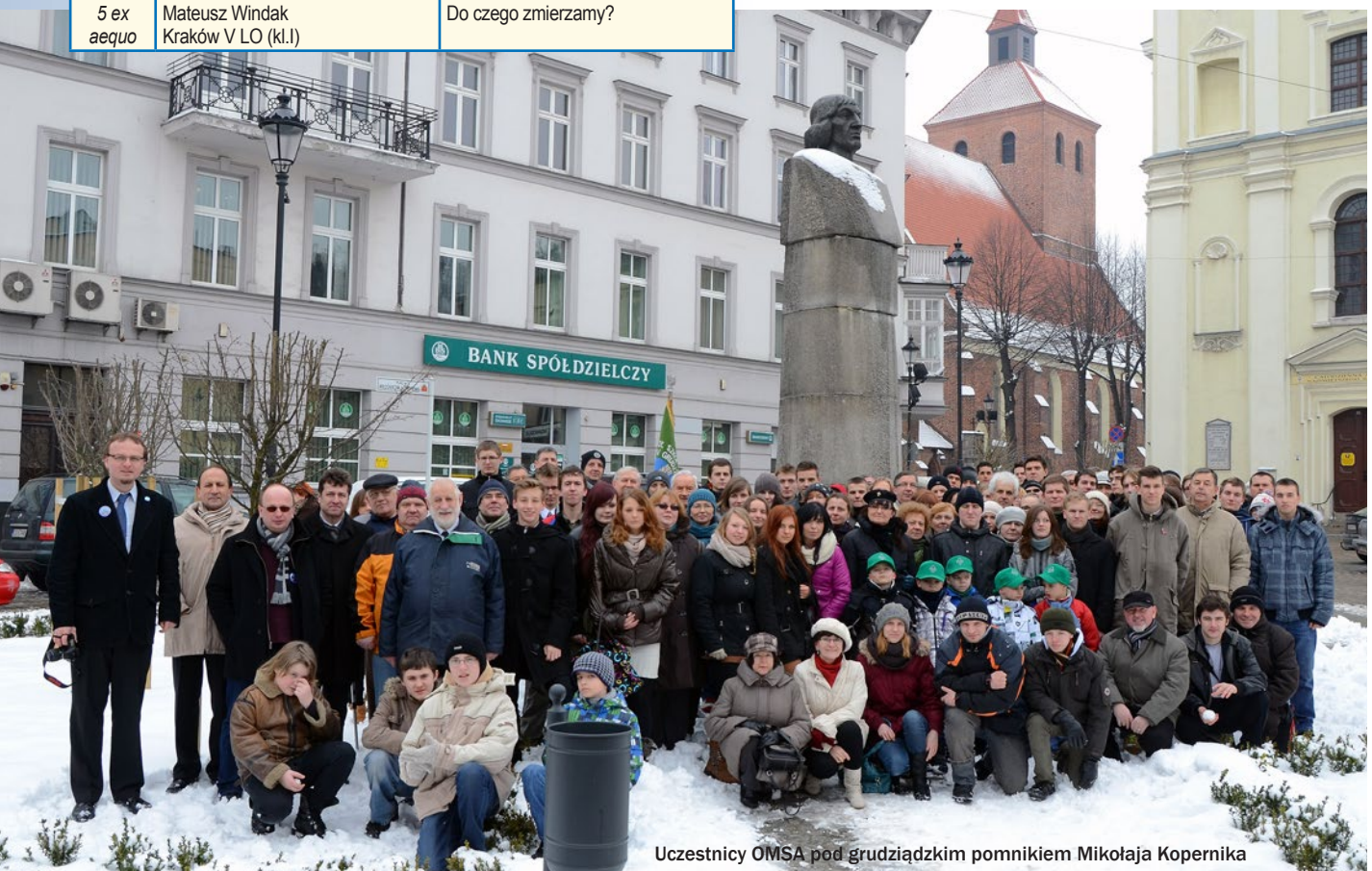
Zwycięzca tegorocznego OMSA Mateusz Grala pod uranijną porasolką

Komisja konkursowa przyznała autorom 10 najlepszych prac tytuł laureata konkursu. Tradycyjnie inicjatywę podjęła także publiczność, wyróżniając niezależnie 3, najlepsze ich zdaniem, referaty. Zwycięzcą tegorocznej OMSA został weteran grudziądzkich konkursów (3-krotny uczestnik) Mateusz Grala z Tczewa (Pomorskie), który zaprezentował referat „Model wybuchów supernowych na podstawie własnych obserwacji astronomicznych".

Bartosz Dzięcioł ze Szczecina został także wyróżniony tradycyjną już nagrodą Funduszu Tadeusza Jarzębowskiego dla najmłodszego uczestnika konkursu. Publiczność wyróżniła natomiast: Mateusza Gralę, Aleksandrę Rzepkę („Czarna dziura prawdziwa historia") oraz Filipa Pająka („Międzynarodowa Stacja Kosmiczna").

Przyszłoroczna, 40 już edycja OMSA odbędzie się w dniach 20–22 marca 2014. Zapraszamy do uczestnictwa!

(*ah*)



Fot. Gerard Szukay

Uczestnicy OMSA pod grudziądzkim pomnikiem Mikołaja Kopernika

LVI OLIMPIADA ASTRONOMICZNA (2012/2013) — ZADANIE I SERII Z ROZWIĄZANIEM

Co roku, we wrześniu pojawiają się zadania pierwszej, wysyłkowej serii zadań Olimpiady Astronomicznej. Dla wielu licealistów próba zmierzenia się z tymi problemami jest pierwszym poważnym spotkaniem z astronomią. W bieżącym numerze publikujemy rozwiązanie jednego z zadań tegorocznej Olimpiady Astronomicznej (zadanie 2, druga seria zadań zawodów I stopnia).

Autorem rozwiązania jest Damian Mazurek, absolwent I Liceum Ogólnokształcącego im. Stanisława Staszica w Lublinie, laureat III miejsca LVI Olimpiady Astronomicznej. Damian będzie reprezentował Polskę na tegorocznej Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki w Grecji. (*ah*)

I ETAP LVI Olimpiady Astronomicznej 2012/2013

Zad. 2

Oblicz różnicę czasu trwania doby słonecznej na Marsie w pobliżu peryhelium i aphelium. W obliczeniach przyjmij dla Marsa:

- wielką półoś orbity a = 227,94 mln km
- mimośród orbity e = 0,0934
- dobę gwiazdową T = 24,623 h
- masę Słońca M = 1,9891·1030 kg

Oznaczenia:

- v_1 – prędkość Marsa w pobliżu aphelium
- v_2 – prędkość Marsa w pobliżu peryhelium
- r_1 – odległość Marsa od Słońca w pobliżu aphelium
- r_2 – odległość Marsa od Słońca w pobliżu peryhelium
- ω_1 – prędkość kątowa Marsa w pobliżu aphelium
- ω_2 – prędkość kątowa Marsa w pobliżu peryhelium
- ω – prędkość kątowa obrotu planety

Szukane:

t – różnica czasu trwania doby słonecznej na Marsie w pobliżu peryhelium i aphelium

Rozwiązanie:

Długość doby słonecznej zależy od (pozornej) prędkości Słońca na niebie planety. Prędkość ta jest złożeniem prędkości orbitalnej i rotacji planety. Jeden obrót wokół osi wyznacza dobę gwiazdową planety; w czasie obrotu Mars przesuwa się jednak na swojej orbicie o kilka stopni. Aby ta sama część planety zwróciła się ku Słońcu, musi upłynąć jeszcze kilka minut. Wartość prędkości Słońca na niebie planety (wyznaczająca długość doby słonecznej) odpowiada więc różnicy prędkości obrotowej i orbitalnej. Aby obliczyć długość doby słonecznej, musimy więc znać wartość prędkości Słońca na niebie Marsa:

$$\omega = \omega_{\text{rotacji}} - \omega_{\text{obiegu}}.$$

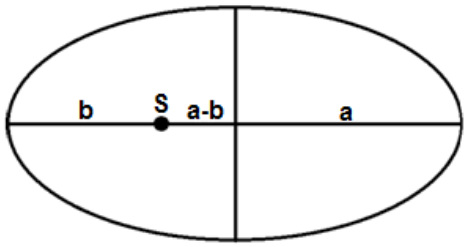
Różnica czasu trwania doby słonecznej na Marsie jest spowodowana różnicą prędkości planety w peryhelium i aphelium orbity. Zgodnie z II prawem Keplera (stałość prędkości polowej planety, która wynika z zasady zachowania momentu pędu) otrzymujemy zależność:

$$v_1 \cdot r_1 = v_2 \cdot r_2,$$

a wyrażając w prędkościach kątowych

$$\omega_1 \cdot r_1^2 = \omega_2 \cdot r_2^2.$$

Największą i najmniejszą odległość Marsa od Słońca wyznaczymy, korzystając z własności geometrycznych elipsy.



Słońce znajduje się w ognisku tej elipsy (S), odległość Marsa w peryhelium wynosi b, a w aphelium $2a-b$. Odległości te można wyznaczyć, korzystając ze wzoru na mimośród orbity:

$$\frac{a-b}{a} = e \Rightarrow b = a(1-e)$$

$$r_1 = 2a - b = a(1+e)$$

$$r_2 = b = a(1-e).$$

Podstawiając te wartości do równania $\omega_1 \cdot r_1^2 = \omega_2 \cdot r_2^2$, otrzymujemy:

$$\omega_1[a(1+e)]^2 = \omega_2[a(1-e)]^2,$$

co po uproszczeniu daje

$$\omega_1 = \omega_2\left(\frac{1-e}{1+e}\right)^2.$$

Aby poznać szukaną wartość pozornej prędkości Słońca, musimy wyznaczyć co najmniej jedną z wartości ω_1, ω_2. W tym celu korzystamy ze wzoru na wartość prędkości chwilowej w dowolnym miejscu orbity eliptycznej

$$v = \sqrt{GM} \cdot \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a}}$$

gdzie r – chwilowy promień wodzący planety, a – wielka półoś orbity.

Korzystając z powyższej zależności, odnajdujemy prędkość średnią planety na orbicie (podstawiając $r = a$), czyli

$$v = \sqrt{\frac{GM}{a}}$$

Następnie ponownie korzystając z II prawa Keplera ($v \cdot a = v_2 \cdot r_2$)

$$\omega_2 = \frac{v_2}{r_2} = \frac{v \cdot \frac{a}{r_2}}{r_2} = \frac{\sqrt{\frac{GMa}{a}} \cdot a}{[a(1-e)]^2} = \frac{\sqrt{GMa}}{[a(1-e)]^2} = \sqrt{\frac{GM}{a^3(1+e)^4}}$$

Możemy teraz wyznaczyć $\omega_1 = \omega_2\left(\frac{1-e}{1+e}\right)^2 = \sqrt{\frac{GM}{a^3(1-e)^4}}$.

Znając prędkości ω_1 i ω_2 możemy obliczyć szukaną różnicę długości doby słonecznej na Marsie. Wyznaczamy (pozorną) prędkość kątową ruchu Słońca na niebie marsjańskim:

— w aphelium:

$$\omega_I = \omega - \omega_1 = \Rightarrow T_I = \frac{2\pi}{\omega - \omega_1} \Rightarrow T_I = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{T} - \sqrt{\frac{GM}{a^3(1+e)^4}}}$$

— w peryhelium:

$$\omega_{II} = \omega - \omega_2 = \Rightarrow T_{II} = \frac{2\pi}{\omega - \omega_2} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{T} - \sqrt{\frac{GM}{a^3(1-e)^4}}}$$

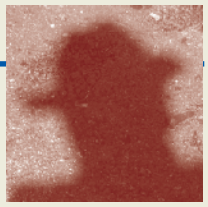
Ostatecznie różnica długości doby wyniesie

$$t = |T_I - T_{II}| = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{T} - \sqrt{\frac{GM}{a^3(1+e)^4}}} - \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{T} - \sqrt{\frac{GM}{a^3(1-e)^4}}} \approx 50{,}5 \text{ s}.$$

Gdy Mars znajduje się w pobliżu peryhelium swojej orbity, doba słoneczna trwa tam prawie o minutę dłużej niż podczas pobytu planety w okolicach aphelium.

Damian Mazurek

Zadań kolejnej LVII Olimpiady Astronomicznej szukaj we wrześniu na stronie http://planetarium.edu.pl/oa.htm



Ważna rocznica

Mój przyjaciel Edward Spiegel, profesor astrofizyki na nowojorskiej Columbii, zajmuje się trudnymi matematycznymi problemami hydrodynamiki — konwekcją, turbulencją, bąblami fotonowymi. Naturalnym budulcem jego wyobraźni są równania, naturalnym stanem jego podświadomości jest nieustanne ich rozwiązywanie. O równaniach w astrofizyce wie wszystko. Dlatego zawsze bardzo serio traktowałem jego przestrogę: *gdy opowiadasz o astrofizyce, nie pokazuj równań, jest to bowiem objaw złego smaku*. Tu muszę jednak kilka równań pokazać, a nawet omówić, jako że dzisiejszy felieton w znacznej mierze rozwiązywania równań dotyczy.

Czterdzieści lat temu *Astronomy & Astrophysics* opublikowało angielskie tłumaczenie wydrukowanego wcześniej po rosyjsku artykułu moskiewskiego fizyka Raszyda Sunjajewa (już wtedy słynnego uczonego) i jego doktoranta Mikołaja Szakury. Było to wydarzenie przełomowe w historii współczesnej astrofizyki. Zapoczątkowało teoretyczne badania akrecji szybko rotującej materii na czarne dziury. Ranga i znaczenie tych badań nieustannie rosną.

Akreujące czarne dziury obserwuje się w galaktycznych źródłach promieniowania rentgenowskiego, takich jak np. Cyg X-1. Są one ciasnymi układami podwójnymi złożonymi z czarnej dziury o masie od kilku do kilkunastu mas Słońca oraz ze stowarzyszonej z nią normalnej gwiazdy, z której wypływa materia tworząca dysk akrecyjny. Akreujące czarne dziury są także źródłem energii świecenia kwazarów i innych aktywnych jąder galaktyk. Te najpotężniejsze i najwydajniejsze niewybuchowe źródła energii w całym Wszechświecie mają gigantyczne masy od kilku milionów do kilku miliardów mas Słońca. Sgr A*, czarna dziura w centrum naszej Galaktyki ma masę czterech milionów mas Słońca.

Model Szakury-Sunjajewa zakłada, iż materia rotuje wokół centralnej czarnej dziury (o masie M) po kołowych orbitach „keplerowskich". Ma więc (w odległości r od centrum) prędkość rotacji $V = \sqrt{GM/r}$ odpowiadającą równowadze pomiędzy siłą grawitacji i siłą odśrodkową. Wzór na prędkość wynika z teorii Newtona, którą Szakura i Sunjajew stosowali, konstruując swój model. W pobliżu czarnej dziury jest $r \approx GM/c^2$ i tak wyliczona prędkość bliska jest prędkości światła, $V \approx c$. Sygnalizuje to, iż teoria Newtona niedokładnie opisuje sytuację i że stosować należy teorię względności Alberta Einsteina.

Igor Nowikow z Moskwy i Kip Thorne z Pasadeny stopniowo odtworzyli wszystkie wyniki modelu Szakury-Sunjajewa w teorii Einsteina podczas słynnej Letniej Szkoły Fizyki Teoretycznej, która odbyła się w roku 1973 w Les Houches, małej wiosce we francuskich Alpach. Swoje rachunki przedstawili *in statu nascendi*, dzień po dniu, w formie wykładu. Byłem w Les Houches jako student Uniwersytetu Warszawskiego i właśnie wtedy po raz pierwszy dowiedziałem się o modelu Szakury-Sunjajewa.

Keplerowska rotacja dysku jest hamowana przez lepkość, czyli zachodzące w materii procesy wewnętrznego tarcia. Termin „hamowanie" jest skrótem myślowym oznaczającym dysypatywną wymianę momentu pędu i energii pomiędzy sąsiednimi miejscami dysku. Choć hamowanie jest dość łagodne, bez niego akrecja nie byłaby możliwa. Hamowanie zmienia część orbitalnej energii w ciepło, które nagrzewa materię i powoduje jej świecenie. Tylko mały fragment tego światła dociera do naszych teleskopów, ale to dzięki niemu wiemy o istnieniu akreujących czarnych dziur i możemy, analizując obserwowane promieniowanie, poznawać ich fizyczną naturę. Spowolniona rotacja nie równoważy całkowicie grawitacji i dlatego materia powoli opada, to znaczy przechodzi z wyższych orbit keplerowskich na niższe, opisując ciasną spiralę. Sytuacja zmienia się jakościowo bliżej czarnej dziury, po przekroczeniu ISCO, czyli miejsca gdzie orbity keplerowskie przestają być stabilne[1]. Utrata stabilności jest efektem przewidzianym przez ogólną teorię względności jako skutek silnej grawitacji. Pomiędzy ISCO a czarną dziurą materia spada gwałtownie, osiągając w końcu prędkość bardzo bliską prędkości światła.

Jeśli ilość materii wpadającej do czarnej dziury $\dot{M}_{in}$ odpowiada dokładnie ilości nowej materii wpływającej z zewnątrz $\dot{M}_0$, to akrecja może być stacjonarna, czyli niezmienna w czasie. Bowiem choć rotacja dysku jest stale hamowana przez lepkość, a energia orbitalna stale wyświecana, napływająca z zewnątrz nowa materia może stale bilansować te straty. Dysk może więc być ciągle taki sam, niezmienny, stacjonarny. W szczególności tempo akrecji $\dot{M}(r)$, czyli ilość materii przepływającej przez dysk w jednostce czasu, może być wszędzie i stale takie same, $\dot{M}(r) = \dot{M}_0 = const$. $\dot{M}_0$ jest najważniejszym parametrem charakteryzującym proces akrecji. Często używa się jego bezwymiarowej wersji, $\dot{m}_0 = \dot{M}_0\, c^2/L_{Edd}$, wyrażonej w jednostkach jasności Eddingtona, $L_{Edd} = 10^{38}$ [erg/sec] $(M/M_\odot)$.

Założenia przyjęte przez Szakurę i Sunjajewa pozwoliły na radykalne uproszczenie, *oraz rozwiązanie*, zawiłych równań Naviera-Stokesa, opisujących ogólne prawa hydrodynamiki, to znaczy prawa zachowania masy, energii i pędu w poruszających sie gazach i cieczach. Oto lista najważniejszych założeń (niektóre z nich są błyskotliwymi odgadnięciami):

(1) RÓWNOWAGA DYNAMICZNA: Dyski są bardzo cienkie, ich rotacja jest keplerowska. Stosunek grubości do promienia h jest wszędzie mniejszy niż ≈ 0,1. Warunkiem koniecznym na to, aby dysk mógł być cienki, jest bardzo pod-Eddingtonowskie tempo akrecji, $\dot{m}_0 < 0{,}1$. Uśrednioną po małej grubości strukturę cienkiego dysku można traktować jako jednowymiarową, to znaczy zależną tylko od odległości r od centralnej czarnej dziury. Cienkość dysku pozwala na odrzucenie z równań Naviera-Stokesa wyrazów kwadratowych w h: jeśli występujące w równaniu wyrazy A + B spełniają $A \approx h^2 B$, to wyraz A można odrzucić, ponieważ $A < 0{,}01B$.

(2) RÓWNOWAGA CIEPLNA: W każdej odległości r od centrum, ciepło uwolnione przez lepkość jest całkowicie zamieniane na promieniowanie, które opuszcza dysk w tym samym miejscu r. Dysk jest bardzo nieprzeźroczysty, to znaczy ma dużą grubość optyczną, $\tau >> 1$. To sprawia, iż promieniowanie dysku ma widmo *termiczne* dane prawem Plancka, a więc w szczególności w każdej długości fali λ jego natężenie zależy *tylko* od temperatury T promieniującego gazu.

(3) RÓWNOWAGA LEPKA: Przyczyną hamowania rotacji, jak również zamiany energii orbitalnej w ciepło, jest turbulentna lepkość gazu. Jej działanie można opisać wzorem $X = \alpha P$, gdzie X jest momentem siły hamującej, P ciśnieniem, natomiast α jest uniwersalną stałą bezwymiarową o nieznanej z góry wartości. Tę wartość trzeba wybrać tak, aby uzyskać zgodność z obserwacjami *oraz* z teorią opisującą turbulencję.

(4) WARUNEK BRZEGOWY: Moment siły hamującej jest na ISCO *bardzo* mały, praktycznie zerowy. Stąd wynika prosta (najważniejsza w modelu) formuła na strumień promieniowania lokalnie emitowanego przez stacjonarny dysk. Formuła nie zależy od α. Stanowi podstawę wyliczania większości obserwowanych własności modelu, w tym widma.

Rzeczywiste dyski akrecyjne spełniają powyższe założenia tylko w pewnym przybliżeniu, a ich obserwowane własności nie zgadzają się *dokładnie* z przewidywaniami modelu. Na przykład, obserwowane widma dysków dowodzą, że pewna część promieniowania pochodzi z procesów *nietermicznych*, zachodzących zapewne w optycznie cienkiej koronie ponad dyskiem, której obecność nie jest uwzględniona w standardowym modelu Szakury-Sunjajewa. Mająca długą historię w astronomii metoda wprowadzania empirycznych poprawek jest i w tym wypadku praktycznie skuteczna; pozwala na coraz dokładniejsze dopasowanie teorii do obserwacji. Dopasowanie kształtu teoretycznego i obserwowanego widma promieniowania posłużyło do dokładnych pomiarów prędkości obrotu czarnych dziur, czyli spinu. Wyniki uzyskane przez zespoły Chris Done z Durham oraz Ramesha Narayana z Harvardu są najbardziej miarodajne. Ich poprawność zależy głównie od poprawności założonego warunku brzegowego (4). Przez kilka lat było to przedmiotem kontrowersji, która dziś jest już ostatecznie rozstrzygnięta na korzyść poprawności tego warunku brzegowego dla dysków z $h \ll 1$. Przeważyły ogólne argumenty Bohdana Paczyńskiego z Princeton, piękne i eleganckie, oraz wyniki bezpośrednich komputerowych symulacji magnetohydrodynamicznych Rebeki Shafee i jej kolegów z Harvardu.

Standardowy model Szakury-Sunjajewa plus poprawki stał się już dawno podstawowym narzędziem w badaniach akrecji. Znają go, stosują i cytują wszyscy. Do dnia, w którym piszę ten felieton, to znaczy do 12 maja 2013 r., praca Szakury i Sunjajewa cytowana była 5965 razy! Tak wielka ilość zacytowań z całą pewnością świadczy o *wyjątkowej* randze naukowej opisanych w artykule wyników oraz o ich *wyjątkowej* praktycznej użyteczności. Dla porównania wspomnę, że druga na liście najczęściej cytowanych prac Sunjajewa zebrała „tylko" 856 zacytowań. Jest to napisana z Jakowem Zeldowiczem w roku 1972 praca, która wprowadziła do kosmologii słynny efekt Sunjajewa-Zeldowicza. Moja najczęściej cytowana praca napisana w roku 1988 z Bożeną Czerny, Jean-Pierre Lasotą i Ewą Szuszkiewiczówną, zebrała 708 zacytowań. Dotyczyła szczupłych dysków akrecyjnych (*slim disks*), które opisują sytuację około-Eddingtonowskiej akrecji, $\dot{m} \sim 1$, poza zasięgiem stosowalności standardowego modelu Szakury-Sunjajewa. Także poza zasięgiem stosowalności lokują się adafy, dyski gorące i optycznie cienkie, czyli z $\tau \ll 1$. Narayan i jego współpracownicy przyczynili się najbardziej do rozwoju ich teorii.

W roku 1991 Steven Balbus i John Hawley, pracujący wtedy w Charlottesville, opublikowali w *The Astrophysical Journal* ważną pracę (do 12 maja 2013 r. cytowaną 2042 razy) wyjaśniającą, iż przyczyną występowania turbulencji w dyskach akrecyjnych jest niestabilność magneto-rotacyjna MRI[2]. Pojawia się ona w słabo namagnesowanym gazie, który rotuje niesztywno. Czarnodziurowe dyski akrecyjne rotują (prawie) keplerowsko, a więc na pewno niesztywno; spodziewamy się także, iż są na ogół słabo namagnesowane. Dowód na występowanie niestabilności MRI nie budzi zastrzeżeń, bowiem wynika z nietrudnego do zrozumienia faktu, iż słabe pole magnetyczne sprzęga sąsiednie elementy gazu. Poruszają się one tak, jakby łączyły je łatwo rozciągliwe sprężyny. Wywołuje to niestabilną, czyli wzrastającą w czasie, wymianę momentu pędu prowadzącą do turbulencji. Choć opisana wyżej *przyczyna* powstawania turbulencji jest bardzo prosta, dalszy rozwój turbulencji i jej własności są niezwykle skomplikowane, jak zresztą na ogół wszystko, co turbulencji dotyczy — fizyka nie zna bowiem matematycznie zadawalającej, analitycznej, „teorii turbulencji". Dlatego turbulencję MRI bada się numerycznie, przeprowadzając trudne i czasochłonne symulacje

Mikołaj Szakura (z lewej) i Raszyd Sunjajew w roku 1973. Na tablicy widać jedno z równań opisujących ich model dysku akrecyjnego wokół czarnej dziury. Zdjęcie pochodzi z prywatnych zbiorów Raszyda Sunjajewa

na najpotężniejszych superkomputerach. Z powodu ogromnej złożoności problemu, do niedawna symulowano MRI tylko *lokalnie*, w bardzo małych obszarach dysku. Nawet w tak ograniczonym zakresie nie można było do niedawna uwzględnić wszystkich istotnych procesów fizycznych, w tym chłodzenia przez promieniowanie. Dziś sytuacja jest lepsza, ale „prawie realistyczne" symulacje lokalne potrafi przeprowadzić zaledwie kilka zespołów badawczych. Nie wszystkie wyniki uzyskane przez różne zespoły są ze sobą zgodne. Natomiast wyczekiwana era realistycznych *globalnych* symulacji jeszcze nie nadeszła, choć są pewne nadzieje oparte na kilku już wykonanych próbach (bardzo obiecujących), że może nie będzie trzeba na nią czekać zbyt długo.

Z numerycznych symulacji MRI wynika bardzo mała wartość $\alpha \approx 0{,}01$—$0{,}03$, niezgodna z oszacowaniem $\alpha \approx 0{,}2$ wynikającym z obserwacji dysków akrecyjnych w nowych karłowatych. Są to układy podwójne złożone z gwiazdy podobnej do Słońca i białego karła, wokół którego utracona przez gwiazdę masa tworzy dysk akrecyjny. Znanym przykładem nowej karłowatej jest U Gem. Dyski akrecyjne zostały po raz pierwszy odkryte (w latach 1960.) przez warszawskich astronomów Wojtka Krzemińskiego i Józefa Smaka — właśnie w nowych karłowatych. Przedtem nie zdawano sobie sprawy, że takie twory istnieją! Na podstawie wnikliwej interpretacji danych obserwacyjnych, zebranych przez siebie i innych, Smak wyjaśnił istotne własności procesu akrecji w nowych karłowatych. Większość z nich dotyczy niestabilności termiczno-lepkiej takich dysków. Niestabilność, przewidziana przez teorię Szakury-Sunjajewa, powoduje rozbłyski („gwiazdy Nowe"), w przypadku U Gem obserwowane co około 100 dni. W modelu Szakury-Sunjajewa skale czasowe, w których zmienia się jasność dysku, zależą od wartości α, a więc ich obserwacyjny pomiar pozwala na oszacowanie $\alpha \approx 0{,}2$. Nie wiemy, dlaczego najbardziej zaawansowane symulacje numeryczne niestabilności MRI, na przykład symulacje przeprowadzone całkiem ostatnio (w roku 2013) przez Shigenobu Hirose, które najstaranniej jak to możliwe odtwarzają warunki w dyskach nowych karłowatych, dają wartość dziesięciokrotnie mniejszą, $\alpha \approx 0{,}01$. Jest to na dziś największa zagadka teorii dysków akrecyjnych.

Дорогие Рашид Алиевич и Николай Иванович! Я восхищен вашим научным достижением и горжусь многолетней дружбой с вами!

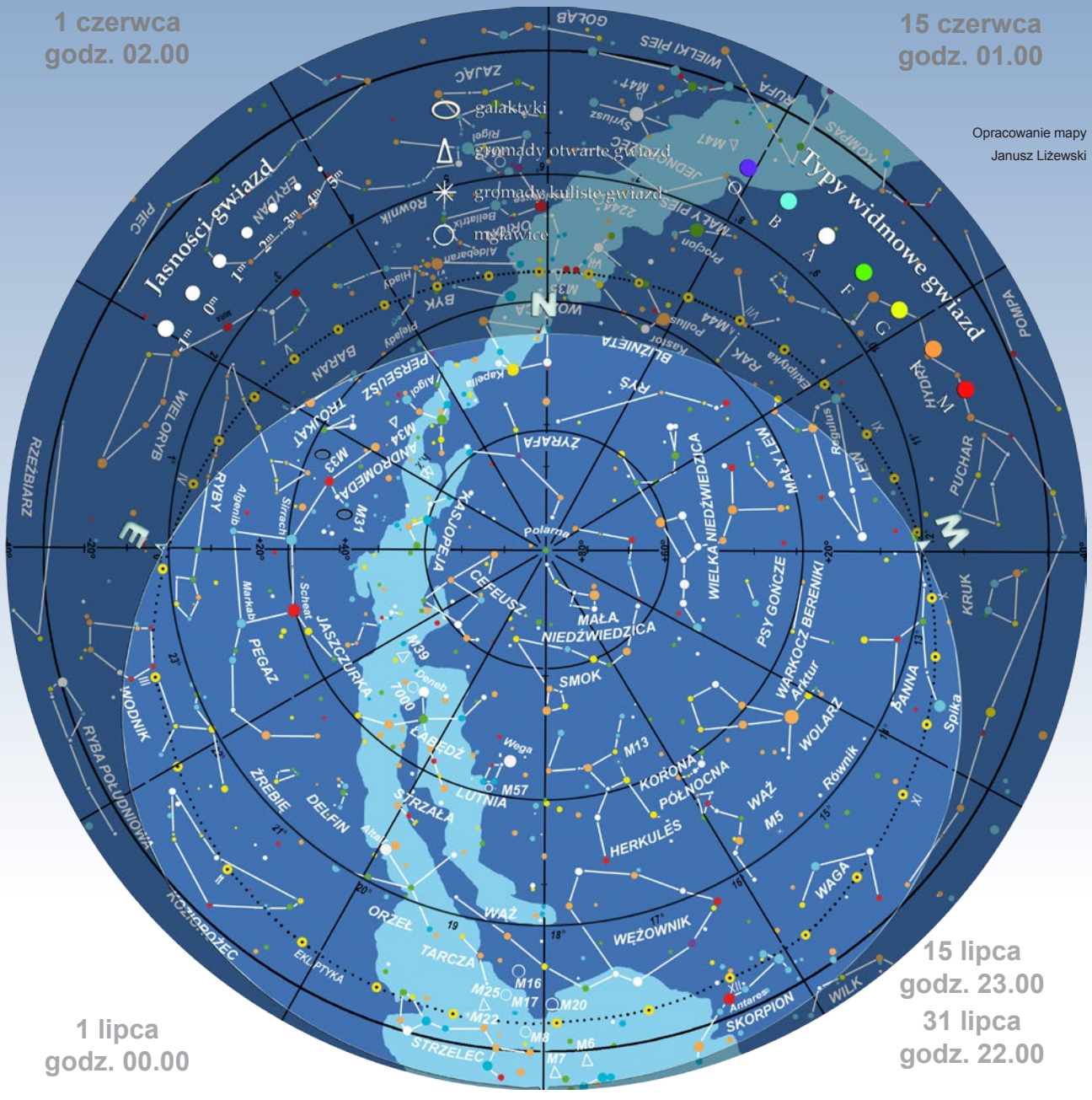
Marek Abramowicz

[1] ISCO = Inicjalnie Stabilna Cyrkulacyjna Orbita.
[2] MRI = Magneto Rotacyjna nIestabilność.

Niebo nad Polską

1 czerwca
godz. 02.00

15 czerwca
godz. 01.00



1 lipca
godz. 00.00

15 lipca
godz. 23.00
31 lipca
godz. 22.00

widziane z Bukowca

Powyższa mapa przedstawia przybliżony wygląd nieba nad Bukowcem 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 Bukowcu 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 Bukowca w czasie urzędowym. Przybliżonego przeliczenia momentów wschodów, górowań i zachodów dla innych miast można dokonać, dodając do wartości odczytu poprawki na długość geograficzną (mapka Polski).

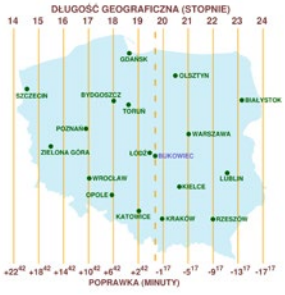
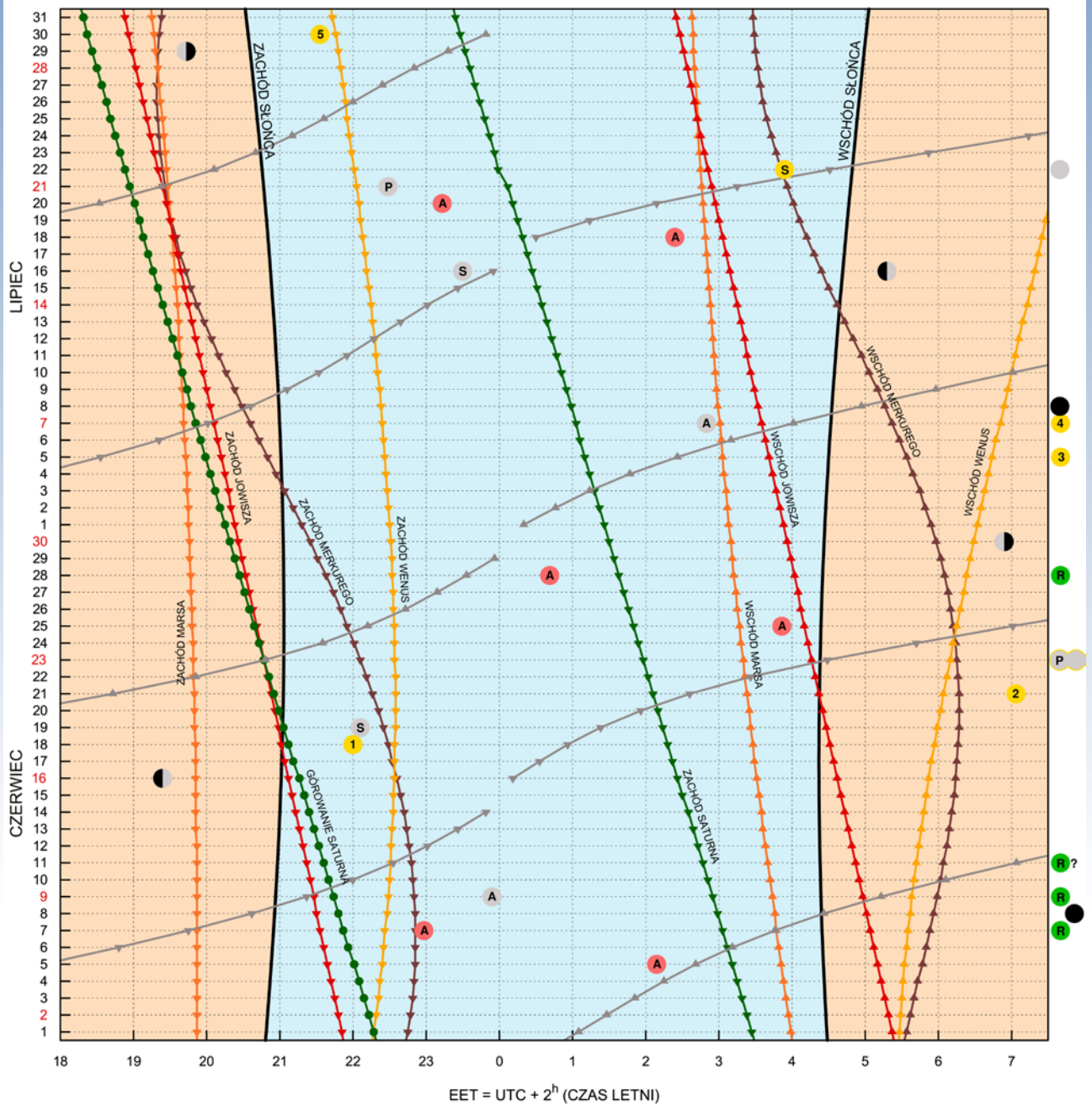


Diagram wschodów, górowań i zachodów

Czerwiec - Lipiec 2013



Księżyc

Nów	08 VI 17^h56^m; 08 VII 09^h14^m
Pierwsza kwadra	16 VI 19^h24^m; 16 VII 05^h18^m
Pełnia	23 VI 13^h32^m; 22 VII 20^h16^m
Ostatnia kwadra	30 VI 06^h54^m; 29 VII 19^h43^m
A Apogeum	09 VI 23^h54^m; 07 VII 02^h50^m
P Perygeum	23 VI 13^h18^m; 21 VII 22^h29^m

S **Spotkania z:** Saturnem 19 VI 22^h06^m ($5{,}1^o$)
16 VII 23^h30^m ($4{,}4^o$)

Wydarzenia

1. 18 VI 22^h00^m Księżyc $0{,}5^o$ od Spiki najjaśniejszej gwiazdy Panny.
2. 21 VI 07^h04^m Przesilenie letnie - początek astronomicznego lata.
3. 05 VII 16^h00^m Ziemia w aphelium (1,017 au).
4. 7 VII Maksimum miry o Cet
5. 30 VII 21^h33^m Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej (20^o).

S **Spotkania planet:** 22 VII 03^h54^m Mars - Jowisz ($0{,}8^o$)

R **Roje meteorowe:** 07 VI 12^h Arietydy (dzienne), 09 VI 11^h ζ-Perseidy (dzienne), 11 VI γ-Delfinidy ? (patrz opis), 28 VI 10^h β-Taurydy (dzienne)

A **Algol - minima:** 05 VI 02^h09^m, 07 VI 22^h58^m, 25 VI 03^h52^m, 28 VI 00^h41^m, 18 VII 02^h24^m, 20 VII 23^h13^m

OLSZTYŃSKIE PLANETARIUM I OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE

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 i ciekawe obiekty nocnego nieba

Od ostatniego tygodnia maja nie zapada astronomiczna noc i nad północnym horyzontem od zmierzchu do świtu jest obecna słoneczna łuna, znacznie utrudniająca obserwacje w tej części nieba. W czasie krótkich okresów ciemnego nieba w lecie na tle gwiazdozbiorów odnaleźć można mnóstwo obiektów, którym nawet w pośpiechu warto przyjrzeć się uważniej.

Zacznijmy od kolorowych gwiazd. Wiele czasu można poświęcić im również w zimie, ale lato to okazja do skupienia uwagi na kolorowych układach podwójnych — przede wszystkim ze względu na jeden z nich. Śmiało można stwierdzić, że wielu miłośników astronomii tylko czeka, aż gwiazdozbiór Łabędzia wieczorami będzie na tyle wysoko nad horyzontem, aby spojrzeć mu w oko, kierując teleskop na gwiazdę o nazwie **Albireo** (Oko Łabędzia). Ten najprawdopodobniej fizycznie podwójny układ, złożony z nadolbrzyma o jasności 3 mag. i karła świecącego z jasnością 5 mag., charakteryzuje się wyraźnie różnymi kolorami składników. System Albireo jest odległy od Układu Słonecznego o około 385 lat świetlnych. Temperatura powierzchniowa nadolbrzyma wynosi 4300 K i nadaje mu pomarańczową barwę, natomiast karzeł przy temperaturze 12 000 K jawi się iście niebiesko. Składniki układu dzieli na niebie spory dystans 34,5'', dzięki czemu do jego obserwacji wystarczy teleskop o średnicy obiektywu 8 cm. Jednak o wiele lepiej jest skierować na Albireo dużo większy teleskop, który, zbierając więcej światła, uwypukli różnicę w kolorach. Podobny układ, choć o kilka sekund mniejszej separacji odnajdziemy w gwiazdozbiorze Perseusza. **Miram** (η Per), bo o nim mowa, posiada składniki o podobnych kolorach do Albireo, ale jasność pomarańczowego wynosi 3,8 mag., a niebieskiego jedynie 8 mag. Kolejnym znanym „kolorowym układem podwójnym" jest **Rasalgethi** (α Her) z gwiazdozbioru Herkulesa. Separacja składników wynosi tu jedynie 4''. Jasność pomarańczowego to 3 mag., a tym razem zielonego towarzysza 5,4 mag. Warto wspomnieć o jeszcze jednym układzie, dla którego najlepsze warunki do obserwacji występują podczas wiosny. **Cor Caroli** to najjaśniejsza gwiazda konstelacji Psów Gończych. Żółty i fioletowy składnik tego systemu są oddalone na niebie o około 20''. Ich jasność to odpowiednio 3 mag. i 5,6 mag. Jednym z mniej rozdzielonych kolorowych systemów podwójnych jest **γ Del**. Jego żółty składnik o jasności 4,3 mag. odległy jest o 10' od biało-żółtego świecącego z jasnością 5,3 mag. Na przełomie czerwca i lipca, około północy góruje część gwiazdozbioru Skorpiona z najjaśniejszą gwiazdą tej konstelacji **Antaresem** (1 mag.). Światło Antaresa pochodzi również od układu podwójnego. Jego składniki dzieli jedynie 3,5'' i aby wyraźnie ujrzeć ich czerwono-zielone kolory przy jasnościach 1 mag. i 6,8 mag., dobrze jest posłużyć się teleskopem o aperturze minimum 8 cm. W tym samym gwiazdozbiorze odnajdziemy **Arcaba** (β Sco) o jasności 2,6 mag. Dwa główne składniki tego wielokrotnego układu złożonego z sześciu gwiazd są oddzielone o około 13,5'', a ich mniej zróżnicowane jasności wynoszą 2,6 mag. dla białego i 4,9 mag. dla zielonożółtego składnika. Poza układami podwójnymi, których kolory dostrzec można dopiero za pomocą teleskopu, na letnim niebie są również gwiazdy o zauważalnych nieuzbrojonym okiem kolorach odróżniających je od białosrebrnej większości gwiazd nocnego nieba. Pomarańczowawym kolorem wykazuje się najjaśniejsza gwiazda Wolarza — **Arktur**. **Wega** — najjaśniejsza gwiazda Lutni — ma niebieskawą barwę. **Kapella** w Woźnicy wpada w żółty.

Pośród gwiazdozbiorów wiosenno-letniego nieba można odnaleźć również kilka jasnych obiektów mgławicowych, będących swoistymi reprezentantami ich klas. Do bogatych w setki tysięcy gwiazd pojedynczych i układów podwójnych zaliczają się gromady kuliste gwiazd. Tych najstarszych obiektów naszej Galaktyki próżno szukać na tle Drogi Mlecznej. Zwykle są położone poza nią, oddalone od nas o dziesiątki tysięcy lat świetlnych, w tak zwanym galaktycznym halo. Najjaśniejszą reprezentantką tych obiektów na polskim niebie jest **M13**. Odnajdziemy ją w gwiazdozbiorze Herkulesa. Około godziny 23.00 wznosi się 70° nad południowym horyzontem i znajduje się w wyśmienitym położeniu dla obserwacji zarówno wizualnych, jak i fotograficznych.

Polecamy do obserwacji

M 13

W nocy z 1 na 2 czerwca 1764 odkryłem mgławicę w obrysie Herkulesa, co do której jestem pewien, że nie zawiera żadnej gwiazdy. Obserwowałem ją za pomocą teleskopu Newtona o ogniskowej 4 stóp [~137 cm] *przy powiększeniu 60 razy. Wyglądała na okrągłą i błyszczącą, z centrum jaśniejszym niż brzegiem. Oglądana przez zwykły* [nie achromatyczny] *refraktor o ogniskowej 1 stopy* [~38 cm] *wydaje się mieć średnicę trzech minut łuku. W polu widzenia towarzyszą jej dwie gwiazdy, obie około dziewiątej wielkości gwiazdowej, jedna powyżej, a druga poniżej mgławicy w niedużej odległości (...). W „Philosophical Translactions'' nr 347, strona 390, znajduje się raport z odkrycia tej mgławicy przez pana Halleya w 1714 roku. Pisał tam, że znajduje się ona niemal na prostej linii łączącej gwiazdy Zeta i Eta Herkulesa (...). Jest to* [jak pisze Halley] *nic więcej jak mała łata, którą jednak widać również bez teleskopu przy dobrej pogodzie i bez światła Księżyca (...).*

Ten obrazowy opis gromady kulistej gwiazd w Herkulesie zawarł w swym katalogu obiektów mgławicowych Charles Messier. Gromadzie przyporządkował numer 13, który rozpoznawany jest dziś przez każdego miłośnika astronomii. Wspomniany Halley, to ten sam Edmund Halley, który w 1705 roku przewidział powrót komety w 1758 (obserwowanej w 1456, 1531 i 1607).

Ci wybitni astronomowie przez ograniczenia sprzętowe nie mogli dostrzec, że M13 zawiera jednak gwiazdy. Może ją tworzyć nawet 300 tysięcy gwiazd pojedynczych, wielokrotnych i zmiennych. XVIII-wieczne teleskopy, którymi się posługiwali, były zbyt małe, aby wyciągnąć poprawne wnioski o jej naturze. Przez niewielki teleskop, na przykład o średnicy obiektywu 8 cm, światło gwiazd mgławicy rzeczywiście zlewa się w szarą mgiełkę. Aby dostrzec, czym jest naprawdę i przyjrzeć się jej strukturze, trzeba użyć teleskopu o aperturze przynajmniej 15 cm. Wówczas zobaczymy już nie mgiełkę, lecz obszar złożony z wielu gwiazd ułożonych nie przypadkowo, ale na wzór kuli z najjaśniejszym centrum, bez wyraźnego zewnętrznego brzegu.

M13 jest najjaśniejszym obiektem tego typu na północnym niebie. Gromady kuliste skupiają w ogromnych ilościach najstarsze gwiazdy w Galaktyce. Ich średnia gęstość gwiazd to około 0,4 gwiazdy na 3,3 l.św. W wewnętrznych obszarach M13 może być nawet 400 obiektów na 3,3 l.św., przez co na zdjęciach, ukazujących rozmiary gromady, centralna część staje się zwykle jedną jasną plamą. Porównajmy tę gęstość z otoczeniem Słońca. Najbliższa nam gwiazda znajduje się dopiero w odległości ponad 4 lat świetlnych! Gromady kuliste są więc bardzo gęsto „zamieszkane".

Oczywiście rozmiary i strukturę M13 w pełni można podziwiać dopiero na fotografiach. Jedynie one pozwalają poznać naturę gromad kulistych. M13 na niebie zajmuje około 20', co przy odległości 24 tys. lat świetl-

Po lewej: gromada otwarta Dzika Kaczka (M11) sfotografowana teleskopem Foulkesa przez obserwatorów z angielskiej szkoły Moreton Hall
Po prawej: gromada kulista M13 (19.06.2010) i mgławica planetarna M27 (24.05.2007) sfotografowane teleskopami Faulkesa przez Krzysztofa Rochowicza

Pomiędzy Herkulesem i Łabędziem znajduje się gwiazdozbiór Lutni, w którym kilkunastocentymetrowe teleskopy są w stanie ukazać szczegóły mgławicy planetarnej **M57.** Tak jak ona, za mniej więcej 6 mld lat, może z odległości wyglądać nasz Układ Słoneczny. W zależności od perspektywy, z której przyszły odległy obserwator widziałby mgławicę planetarną Układu Słonecznego, mógłby porównać ją również do innych tego typu obiektów, np. do **M27** położonej w graniczącym z Lutnią gwiazdozbiorze Liska. Wykonując zdjęcia tej mgławicy, dużo łatwiej niż w M57 jest uchwycić centralnego białego karła. Interesującymi obiektami do obserwacji są również gromady otwarte. Te najmłodsze skupiska gwiazd w Galaktyce łatwo spotkać w pasie Drogi Mlecznej, a w szczególności wzdłuż szyi, tułowia i ogona Łabędzia. Jednym z przedstawicieli tych obiektów jest gromada otwarta **Dzika Kaczka** (M11) z Tarczy Sobieskiego przedstawiona na ilustracji powyżej.

Gdy gwiazdozbiór Łabędzia znajduje się wysoko na niebie, również nieuzbrojonym okiem można wykonać ciekawe obserwacje. Poza miastem, po przyzwyczajeniu oczu do ciemności, powinno się udać dostrzec tak zwaną **Szczelinę Łabędzia** — obszar Drogi Mlecznej bogaty w gaz i pył przesłaniający światło gwiazd. Brak światła odległych gwiazd wzdłuż Łabędzia sprawia, że wydaje się, jakby Droga Mleczna była rozdzielona w tym obszarze na dwie części.

Słońce i Księżyc

21 czerwca o 7.04 rozpocznie się astronomiczne lato. Tego dnia w Bukowcu Słońce nad horyzontem utrzyma się 16^h i 41^m, wznosząc się nad nim w momencie górowania na wysokość prawie 62°.

Przy odpowiednich warunkach atmosferycznych w czerwcu Księżyc może dostarczyć ciekawych obserwacji w czasie pełni bliskiej perygeum, przypadających na 23 czerwca. W tym dniu Księżyc wschodzi kilkanaście minut przed zachodem Słońca. Obserwatorzy z dostępem do niskiego horyzontu mogą mieć szansę zaobserwowania wyjątkowo dużej tarczy Księżyca. Powiększa ją oczywiście perygeum i niska wysokość nad horyzontem. W niewyjaśniony do końca sposób „powiększyć" Księżyc mogą również położone na jego tle lub w pobliżu ziemskie obiekty (drzewa, domy itp.), które łudzą większą niż zazwyczaj w pełni tarczą Srebrnego Globu. W czasie takiego połączenia pełni i perygeum szczególnie efektownie mogą udać się zdjęcia Księżyca.

Planety

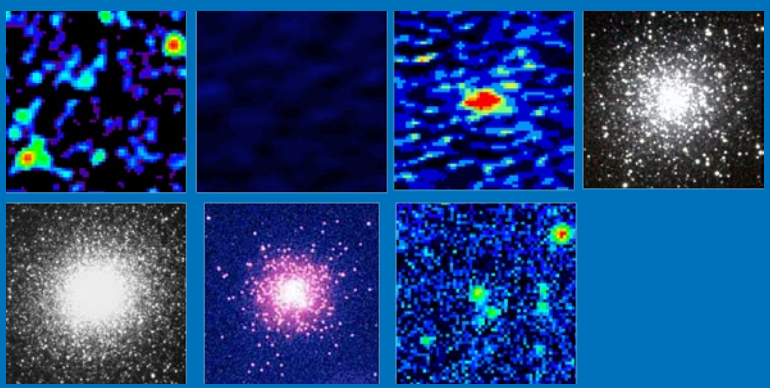
Już od pierwszych dni czerwca można rozpocząć polowania na **Merkurego** i **Wenus**, które w łunie zachodzącego Słońca świeciły będą kilka stopni nad północno-zachodnim horyzontem (azymut ~304°). Merkurego świecącego około 6° nad horyzontem z jasnością –0,1 mag. dostrzeżemy prawdopodobnie już za pomocą lornetki. Wenus może być widoczna nieuzbrojonym okiem, gdyż świeci z jasnością –3,3 mag., około 2° nad horyzontem. Początek czerwca to najlepszy czas na obserwacje Merkurego w tym półroczu. Z każdym dniem świeci słabiej, a od około połowy czerwca, godzinę po zachodzie Słońca będzie obecny coraz niżej nad horyzontem. Na początku lipca zachodzi razem ze Słońcem, a w połowie miesiąca już godzinę przed nim. Natomiast wysokość Wenus niewiele, ale systematycznie rośnie. W trzecim tygodniu czerwca z nieznacznie zmienioną jasnością będzie świecić 4° nad horyzontem. Każdego kolejnego wieczoru zwiększać będzie odległość kątową od Słońca, dążąc do listopadowej maksymalnej elongacji.

nych odpowiada średnicy gromady równej 140 latom świetlnym. Z powodu trudności w określeniu jej granic, możemy spotkać się z innymi, choć zbliżonymi, oszacowaniami. Przynależność do gromady danej gwiazdy można sprawdzić, badając jej ruch własny w stosunku do galaktyk tła. Samą odległość do gromad kulistych określa się z obserwacji odkrytych w nich gwiazd zmiennych – krótkookresowych cefeid. W większości gromad kulistych najwięcej jest gwiazd olbrzymów i nadolbrzymów (gwiazdy 100, a nawet 1500 razy większe niż Słońce) z wyjątkiem tych niebieskich, czyli młodych. W gromadzie kulistej znajdują się stare gwiazdy. Przejawem tego są zdjęcia M13 wykonane w dalekiej podczerwieni, na których gromady po prostu nie widać. Światło emitowane w tym zakresie promieniowania elektromagnetycznego jest produkowane głównie przez oddziałujące z gazem i pyłem młode gwiazdy. Nowo narodzone, masywne gwiazdy gros swej energii wyświecają w ultrafiolecie. Jeśli fotony UV napotkają cząsteczki pyłu, zostają zaabsorbowane, a ich energia zużyta na podgrzanie pyłu i emisję w zakresie dalekiej podczerwieni. Takiego promieniowania z M13 i innych gromad kulistych się nie obserwuje, ponieważ nie ma w nich młodych gwiazd. Można się również spodziewać, że gromady kuliste są praktycznie pozbawione gazu i pyłu, który zużyty został na budowę ich składników.

Obserwacje M13 w promieniach rentgenowskich ukazują słabą, skoncentrowaną w obszarze centralnym emisję. Mimo iż same obserwacje w promieniach X nie dostarczają informacji o odległości ich źródła (może to być emisja z obiektu przed lub za M13), przypuszcza się, że gromady kuliste mogą posiadać w swych środkach czarne dziury. Spadająca na nie materia mogłaby być źródłem emisji rentgenowskiej.

Obecnie znamy około 160 gromad kulistych w naszej Galaktyce. Na letnim niebie dostępnych jest kilka ich jasnych przedstawicieli: M2 w Wodniku, M5 w Głowie Węża, M10 i M12 w Wężowniku, M15 w Pegazie i ponownie w Herkulesie M92. Z pewnością będą bardzo wdzięcznymi obiektami do obserwacji, nawet jeśli nie mamy dużego teleskopu.

Piotr Wychudzki



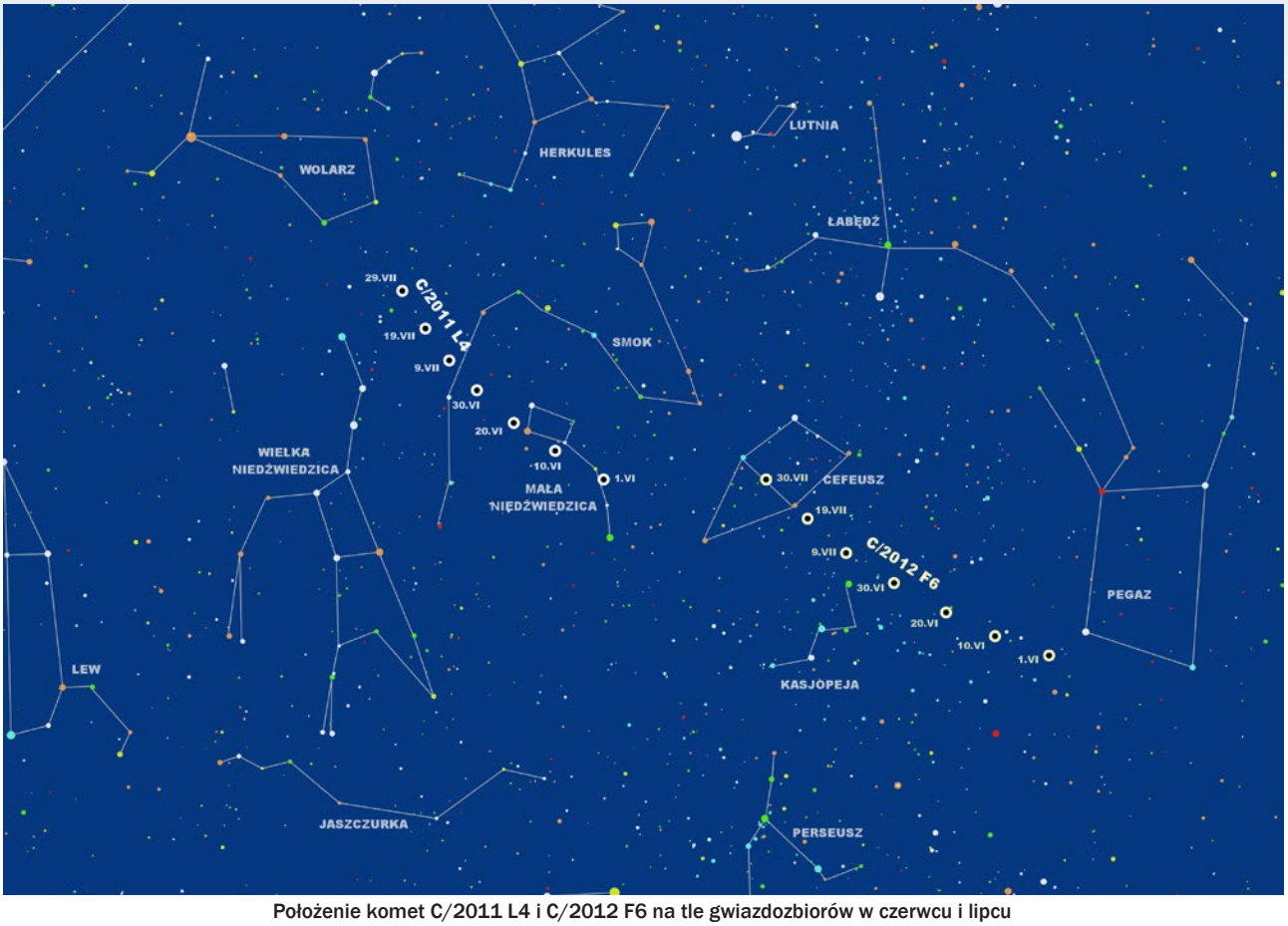
M13 w różnych zakresach promieniowania elektromagnetycznego. Od góry, od lewej: fake radiowe, daleka podczerwień, średnia podczerwień, bliska podczerwień, światło widzialne, ultrafiolet, promieniowanie X. Źródło: Multiwavelength Astronomy

Na obserwację **Marsa** poczekać trzeba mniej więcej do połowy lipca. Wówczas, przed wschodem Słońca, będzie świecił około 6° nad wschodnim horyzontem (azymut ~60°) z jasnością 1,8 mag. w towarzystwie **Jowisza**, który po majowo-czerwcowej przerwie w widoczności przesunie się na poranne niebo. 22 lipca dojdzie do bliskiego spotkania Marsa i Jowisza. Obserwatorzy dysponujący niewysokim horyzontem będą mieli okazję oglądać te planety odległe od siebie o jedynie 0,8°. Miejsce spotkania to gwiazdozbiór Bliźniąt przy granicy z Bykiem i Orionem. 26° nad planetami świeci wówczas Kapella (0,1 mag.), a w podobnej odległości na prawo będzie obecny czerwonawy Aldebaran. W kolejnych dniach, wraz z powiększającym się dystansem na niebie między planetami, warunki ich widoczności się poprawiają.

Planety Jowisz i Mars 22 lipca godzinę przed wschodem Słońca (Stellarium)

Saturn po kwietniowej opozycji jest wciąż planetą o najlepszych warunkach obserwacyjnych. Na początku czerwca około godziny 22.00 odnajdziemy go ponad 27° nad południowym horyzontem, świecącego z jasnością 0,5 mag. Pierścienie planety są widoczne już przez niewielki teleskop o średnicy obiektywu 8 cm przy powiększeniu 60 razy. Około 30-letni okres widoczności pierścieni Saturna działa obecnie na naszą korzyść i z roku na rok widoczna jest ich coraz większa powierzchnia. Kolejny sezon obserwacyjny planety z pewnością na tym zyskuje. Czasu na obserwacje nie zostało jednak wiele. Wieczorne warunki obserwacyjne systematycznie się pogarszają. Pod koniec lipca, około 22.00 Saturn wznosi się jedynie 10° nad południowo-zachodnim horyzontem, a jasność planety spadnie do 0,8 mag.

W czerwcu **Uran** będzie dostępny teleskopowym obserwacjom w drugiej połowie miesiąca, gdy nie trzeba szukać planety poprzez łunę poranka. Około 20 czerwca, na dwie godziny przed wschodem Słońca świeci ponad 19° nad wschodnim horyzontem w gwiazdozbiorze Ryb. Do końca lipca warunki obserwacji Urana będą się poprawiały. Z nocy na noc wschodzi coraz wcześniej i pod koniec lipca jego obserwacje można rozpocząć już przed północą.



Położenie komet C/2011 L4 i C/2012 F6 na tle gwiazdozbiorów w czerwcu i lipcu

Teleskopowe obserwacje **Neptuna** w pierwszej połowie czerwca również będą utrudnione ze względu na niewielką wysokość planety nad horyzontem. Na początku miesiąca pojawiał się będzie nad wschodnim horyzontem około 01.30. Godzinę przed wschodem Słońca, już w porannej łunie świeci z jasnością 7,7 mag. w konstelacji Wodnika, 21° nad południowo-wschodnim horyzontem. Z upływem tygodni sytuacja obserwacyjna Neptuna się poprawi. Na przełomie miesięcy, dwie godziny przed wschodem Słońca, można zapolować na tę planetę nad południowym horyzontem, gdzie z niewiele zmienioną jasnością będzie świeciła około 0,6° od σ Aqr — jednej ze słabszych, ale widocznych nieuzbrojonym okiem gwiazd Wodnika.

Komety i meteory

Na czerwcowym i lipcowym niebie nie pojawi się żadna jasna kometa. Od kilku miesięcy obserwować można **C/2011 L4**, która mimo optymistycznych przewidywań nie stała się w marcu dostępna dla nieuzbrojonego oka. Kometę tę w ciągu pierwszych miesięcy lata, już za pomocą niewielkiego teleskopu lub lornetki, będzie można odnaleźć w obrębie gwiazdozbioru Małej Niedźwiedzicy, Smoka i Wielkiej Niedźwiedzicy. Na początku czerwca jej jasność wyniesie około 8,4 mag., a do końca lipca spadnie do 10,6 mag.

Równie jasną kometą dostępną obserwacjom teleskopowym jest **C/2012 F6**. Została odkryta 23 marca 2012 r. przez A. R. Gibbsa przy pomocy 1,5-metrowego teleskopu przeglądu CSS (Catalina Sky Survey) umieszczonego na górze Leamon (USA, Arizona, Tucson). Jasność komety od czerwca do końca lipca zmniejszy się od 8,8 mag. do 12,6 mag. Do jej obserwacji dobrze jest więc posłużyć się teleskopem o aperturze przynajmniej 13 cm. Położenie komety na tle gwiazdozbiorów sprawdzić można na ilustracji obok.

Obie komety podczas letnich nocy będą się wznosić wysoko nad północny horyzont. Mimo ustawicznej w tym czasie słonecznej łuny znajdą się w bardzo dobrych warunkach dla astrofotografii. C/2011 L4 nad horyzontem obecna będzie przez całą noc, natomiast C/2012 F6 przez całą noc można obserwować dopiero pod koniec czerwca.

Najbliższe dwa miesiące to domena dziennych rojów meteorowych, których obserwacje prowadzi się w dziedzinie fal radiowych. Około 11 czerwca może pojawić się rój **γ-Delfinidy** dostępny obserwacjom wizualnym. Międzynarodowa Organizacja Meteorytowa (www.imo.net) informuje w corocznym meteorytowym kalendarzu o możliwości pojawienia się tego roju, który był obserwowany tylko raz 11 czerwca 1930 r. przez trzy osoby z Amerykańskiego Stowarzyszenia Meteorowego. Oszacowany wówczas radiant znajdował się przy współrzędnych α=312° i δ=+17°. W ciągu pół godziny zaobserwowano 39 przelotów o jasności większej niż +1 mag. i 10 o jasności powyżej 0 mag. Meteory pozostawiały krótkie ślady koloru żółtawobiałego.

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/

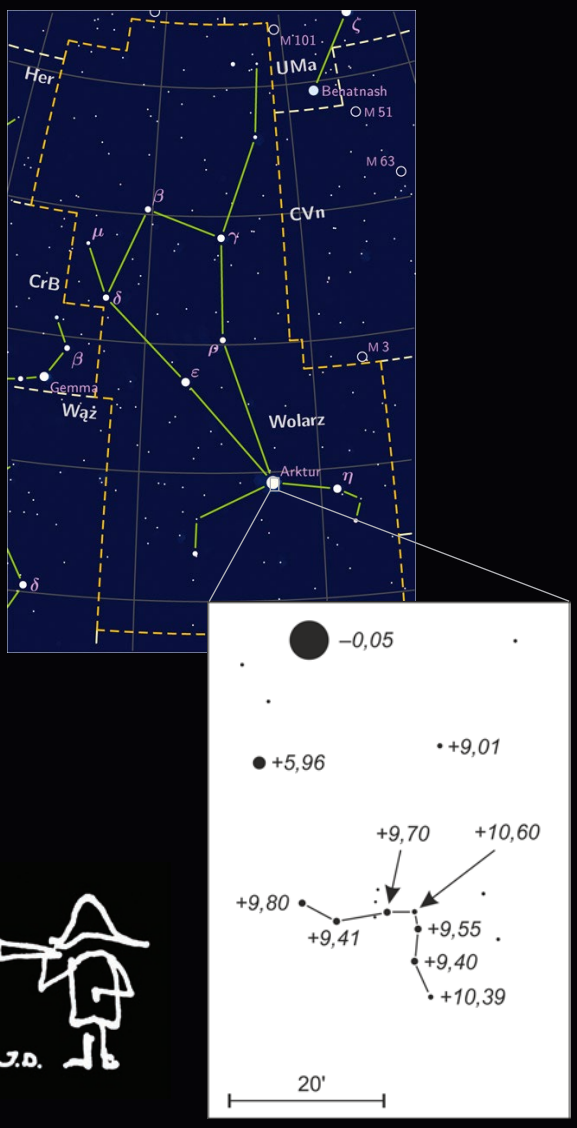
Spójrz w niebo – asteryzmy

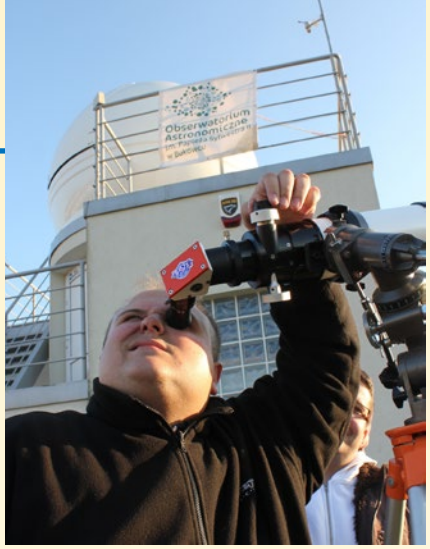
Kapelusz Napoleona

Siedem gwiazd składających się na ten asteryzm ma przypominać nieco przechylony, charakterystyczny kapelusz napoleoński. Układ ten dość łatwo odnajdziemy w gwiazdozbiorze Wolarza, zaledwie 40' na południe od Arktura (α Boo, –0,05 mag.) widocznej na rysunku najjaśniejszej gwiazdy tej konstelacji. To właśnie ta gwiazda będzie punktem odniesienia podczas jego poszukiwań. Asteryzm ten zajmuje na niebie obszar o rozmiarach 20'×7' i składa się z gwiazd o jasnościach od +9,40 mag. (TYC 1472 718) do +10,59 mag. (TYC 1472 684). Do jego obserwacji będzie więc potrzebna duża lornetka lub jeszcze lepiej teleskop z odpowiednio dobranym powiększeniem, tak aby poza polem widzenia znalazł się Arktur, który mógłby nas oślepiać, bardzo utrudniając dostrzeżenie 10 tys. razy ciemniejszych gwiazd asteryzmu.

Współrzędne: $\alpha = 14^h\ 15^m$, $\delta = +18°33'$ [2000,0]

Marek Substyk





13 lutego zmarł Paweł R. Maksym, Przewodniczący Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, twórca i budowniczy Obserwatorium Astronomicznego im. Papieża Sylwestra II w Bukowcu, ważny współpracownik Uranii, *od grudnia 2012 członek Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, astronom amator zdobywający międzynarodową pozycję naukową, niestrudzony popularyzator wiedzy o Wszechświecie, autor niezliczonych artykułów popularnonaukowych i charyzmatyczny wykładowca, wspaniały kolega i przyjaciel.*

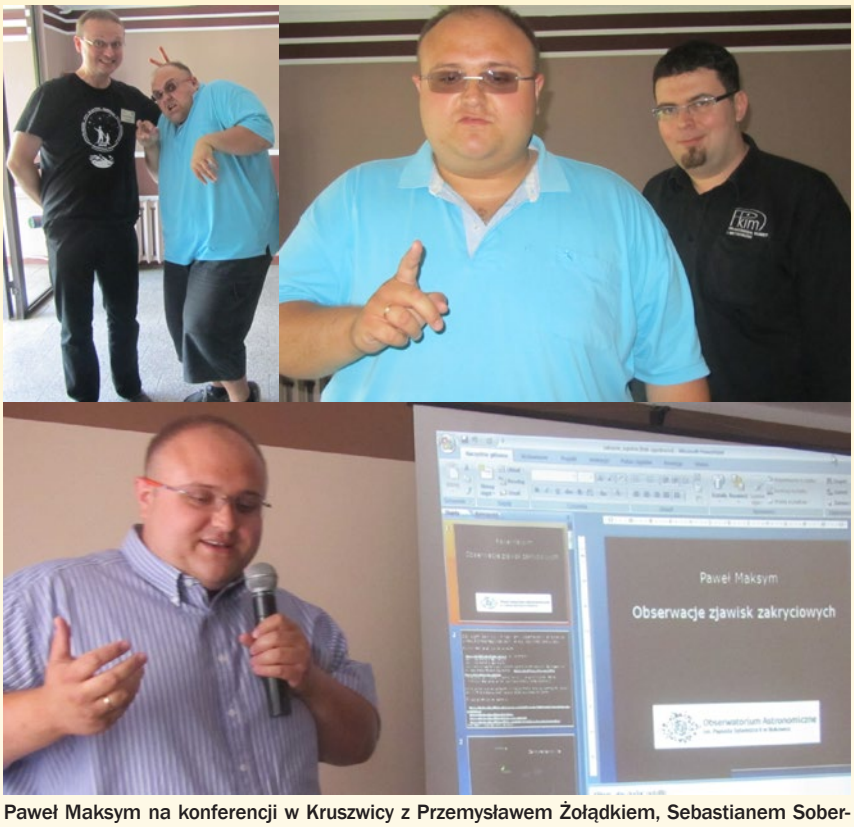
Pożegnanie Pawła Maksyma (1983 – 2013)

Osierocone obserwatorium

CICHY BOHATER

Od kiedy przejąłem *Uranię* po zmarłym blisko dwa temu Andrzeju Woszczyku i zorientowałem się, iż praktycznie 90% pisma redagował sam wespół z Jackiem Drążkowskim, rozpocząłem poszukiwania utalentowanych, a przede wszystkim uspołecznionych współpracowników i redaktorów. Przedmiotem ambicji w roku 90-lecia było dla mnie zwrócenie pisma ich prawowitym właścicielom i tradycyjnym czytelnikom — miłośnikom astronomii. Było oczywiste, że muszę trafić m.in. na Janusza Wilanda, Przemka Żołądka oraz Pawła Maksyma i wszyscy szybko znaleźli się w stopce.

Paweł, równie sprawny w posługiwaniu się piórem co teleskopem, został stałym autorem działki Kalendarza Uranii, poświęconego Jego ukochanym zakryciom gwiazd przez planetoidy. Wiązał z tym ogromne plany. Poprzez *Uranię* chciał uczyć podobnych obserwacji innych amatorów i młodzież. To Jego Bukowiec stał się pierwowzorem kujawsko-pomorskich astrobaz i w sposób niestrudzony dzielił się z każdym chętnym swoimi doświadczeniami z budowy i eksploatacji budynku. Wyobrażał sobie Polskę pokrytą gęstą siecią podobnych szkolnych obserwatoriów i gwiazdowy cień poruszającej się nad nimi planetoidy. Określanie kształtów, mas i rotacji planetoid Układu Słonecznego może mieć fundamentalne znaczenie dla zrozumienia formowania i ewolucji masowo dziś odkrywanych pozasłonecznych układów planetarnych. W Kujawsko-Pomorskie planował za rok sprowadzić najwybitniejszych „zakryciowców" z całego świata. Wciąż poszukiwał też środków na udoskonalanie wyposażenia swojego obserwatorium. Ponieważ zarówno Jego plany, jak i badania były w pełni profesjonalne, radziłem Mu, by przystał do Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, co może Mu pomóc rozwiązywać niektóre problemy choćby poprzez osobiste kontakty



Paweł Maksym na konferencji w Kruszwicy z Przemysławem Żołądkiem, Sebastianem Soberskim i podczas wykładu

ze środowiskiem polskich astronomów. Ponieważ zawsze odpowiadał, że to dla niego „za wysokie progi", sprawdziłem i znalazłem kilka Jego publikacji w bazie Astrophysics Data System (ADS). Przy okazji poradziłem, by podpisywał się podwójnym imieniem (inicjałem), bo na świecie jest jeszcze co najmniej dwóch aktywnych astronomicznie imienników. Stąd w swoich ostatnich artykułach w *Uranii* podpisuje się już „Paweł R. Maksym". Przyjmując Pawła do PTA cały Zarząd na wyprzódki pochylał się nad jego podaniem, by napisać rekomendacje!

Kilkakrotnie pisałem o Pawle w *Uranii* we wstępniakach. Bukowiec zainaugurował cykl o szkolnych i społecznych obserwatoriach. Jego zdjęcie ilustruje przypomnienie programu konferencji szkoleniowej dla opiekunów astrobaz w Kruszwicy. Szczególnie ciepło wspominam spotkanie nad Gopłem, gdzie w konfrontacji z zawodowymi astronomami to właśnie Paweł wraz z Przemkami Żołądkiem i Rudziem okazali się gwiazdami konferencji. Miałem plan, by uczynić z Pawła jednego z głównych wykładowców na planowanych studiach podyplomowych dla opiekunów astrobaz. W dniu Jego śmierci rozmawiałem o tym ze swoim dziekanem w Toruniu. Paweł każdą wzmiankę na swój temat w *Uranii* kwitował natychmiastowym telefonem i protestował, żebym nie przesadzał. Ale ja nie przesadzałem!

PAWEŁ MAKSYM W INTERNECIE

Testament:
http://astrojawil.pl/blog/testament-s-p-pawla-maksyma/
Wykładowca na konferencji w Kruszwicy (fragmenty wykładu, prezentacja):
http://urania.pta.edu.pl/wiadomosci/zmarl-pawel-maksym.html
Wokalista:
http://www.facebook.com/photo.php?v=10151331937848261
Filmografia:
http://www.filmpolski.pl/fp/index.php/1159695
Ostatni wywiad w „Czterech porach roku" w radiowej Jedynce:
http://www.polskieradio.pl/7/163/Artykul/757457,Komety-sa-jak-kobiety-A-Jowisz-jest-krolem

Długo rozważaliśmy, jak zreformować PTMA, tak by oddziały mogły korzystać z grantów i konkursów samorządowych. Planowaliśmy nowe konferencje, szkolenia i specjalny edukacyjny program społeczny dla młodzieży i nauczycieli. Paweł jak nikt inny w naszym kraju łączył świat miłośników i zawodowców. Swoją pasją, doświadczeniem i charyzmą zarażał innych i mógł odegrać niepoślednią rolę we wprowadzeniu przynajmniej części ruchu amatorskiego do prawdziwej nauki.

W styczniu występował w „Czterech porach roku" radiowej Jedynki. W formie prezentu dla słuchaczy na Jego prośbę przeznaczyliśmy 10 Kalendarzy „Astrofotografia Mistrzów". Po audycji zadzwonił podniecony: wiesz, ile przyszło sms-ów zainteresowanych kalendarzami? Ponad 2 tysiące! Kolejne kalendarze wysłaliśmy na adres: Paweł Maksym… Polskie Radio. Kilka dni przed operacją śmiał się, że kalendarze *Uranii* zdobią całe studio radiowe. Nie można było nie kochać Pawła!

Maciej Mikołajewski — Urania, *PTA*

Z Januszem Wilandem

PRZYJACIEL ASTRONOM

Paweł Maksym był moim przyjacielem, z którym znaliśmy się kilkanaście lat. Łączyła nas wspólna pasja — astronomia, a szczególnie zjawiska zakryciowe w ramach Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Kilka razy w roku spotykaliśmy się na wspólnych obserwacjach brzegowych zakryć gwiazd przez Księżyc w różnych zakątkach Polski oraz na corocznych konferencjach SOPiZ. Byliśmy zafascynowani obserwacjami zakryciowymi i dążyliśmy do tego, aby rezultaty naszych obserwacji były coraz dokładniejsze i miały wartość naukową.

W ostatnich latach znaczenie obserwacji zakryć gwiazd przez Księżyc zmalało i nasze działania ukierunkowały się na zakrycia gwiazd przez asteroidy, w czym szczególnie Paweł torował nam drogę. Posiadał wielką znajomość narzędzi do obróbki filmów, które były niezbędne w prawidłowym odczytywaniu zarejestrowanego zjawiska. Potrafił doskonale opracować te obserwacje i przedstawić je w języku angielskim podczas corocznych europejskich sympozjów przewidywań zakryciowych *European Symposium on Occultation Projects* (w skrócie ESOP, http://www.farago.de/ESOP), w których zawsze brał udział. Był też głównym organizatorem kolejnej konferencji ESOP, która w 2009 r. odbyła się w Polsce, w Niepołomicach. Paweł pokazywał na międzynarodowym forum, że w Polsce potrafimy dobrze wykonywać wartościowe obserwacje. Swoją postawą zyskał przyjaźń, szacunek i uznanie wielu znanych astronomów na świecie. Także u nas w kraju Jego profesjonalizm został zauważony i doceniony, kiedy pod koniec 2012 r. został członkiem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego zrzeszającego zawodowych astronomów.

Paweł przez wiele ostatnich lat przewodniczył Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA. Z jego inicjatywy powstało Obserwatorium Astronomiczne im. Papieża Sylwestra II w Bukowcu, w którym popularyzował astronomię wśród ludności z okolic Łodzi, jak również prowadził badania naukowe, w tym głównie obserwacje zakryć asteroidalnych. Kilkanaście dni przed Jego operacją spotkaliśmy się w Warszawie i rozmawialiśmy o naszych wspólnych planach zbudowania bazy obserwatoriów w Polsce, które będą prowadziły obserwacje tych zakryć w różnych miejscach kraju. Dzięki temu będzie większa możliwość zbadania rozmiarów, kształtu i orbit poszczególnych planetoid.

Paweł był niezmiernie pracowity i bardzo uzdolniony. Dopiero po Jego odejściu dotarło do mnie jeszcze wiele innych faktów świadczących o tym, jakim był wartościowym człowiekiem. Astronomia polska poniosła olbrzymią stratę a ja wspaniałego Przyjaciela.

Janusz Wiland — PTMA Warszawa

Wszystkie podziękowania pozostawiam w sercu — tylu ludzi spotkałem, tylu chciałbym podziękować. Dziękuję! […] Proszę Was byście nie płakali, spotkamy się! Czekam na Was. Proszę Was o to, byście pamiętali, że (jak pisał Wojtyła): przecież nie cały umieram — to, co we mnie niezniszczalne, trwa!

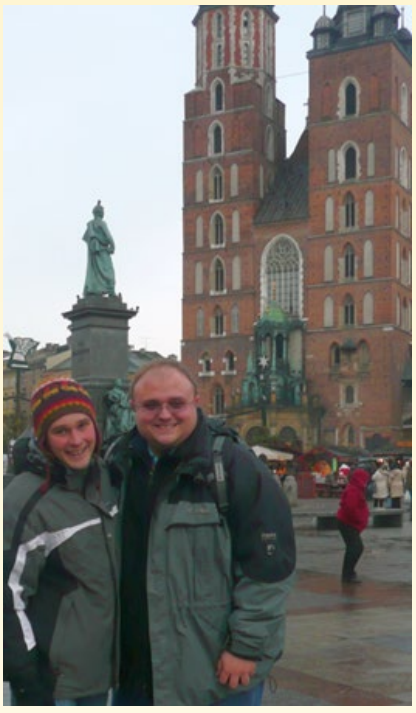
Fragment testamentu

HUMOR, SERCE I WIARA

W roku 2000 byłem aktywnym miłośnikiem astronomii i zapalonym obserwatorem komet. Latem, z ramienia Sekcji Obserwatorów Komet PTMA, zorganizowałem obóz „Kudłacze 2000", aby szkolić przyszłych obserwatorów tych ciał. Z uczestnikami spotkałem się najpierw w krakowskiej sali PTMA, a następnie — po oficjalnym rozpoczęciu obozu przez Henryka Brancewicza — ruszyliśmy do zaparkowanego niedaleko autobusu. Ruszyliśmy w drogę. Od siedzącego obok mnie Pawła po raz pierwszy usłyszałem o secesyjnej zabudowie Łodzi i podróż ta okazała się początkiem naszej serdeczniej przyjaźni.

Niedługo później odkryłem Jego legendarne już poczucie humoru. Jego żarty, choć zupełnie nieposkromione, zawsze trzymały jednak najwyższy poziom i nie były nigdy dla nikogo przykre. Nie o treść zresztą chodziło, ale o Jego fantastyczne zdolności aktorskie. „Kochaj i rób, co chcesz" głosi słynne powiedzenie św. Augustyna. Tak właśnie żył Paweł — na luzie, ale z wielką klasą!

Ale niezwykłe poczucie humoru to zaledwie mała cząstka Pawła. Jeszcze w czasie podróży na kudłaczowy obóz odkryłem w Nim człowieka o wielkim sercu, emanującego dobrocią i pokojem ducha, z którego wydobywała się ogromna, całkowicie naturalna radość i energia do życia. Cechy, dzięki którym nie pozwolił mi zamartwiać się skradzionym przed „Kudłaczami" komputerem i wielokrotnie podnosił na duchu. Paweł po prostu autentycznie kochał ludzi i był dla nich gotowy do wielkich poświęceń, np. gdy jeszcze jako nastolatek podjął się heroicznej opieki nad swoją umierającą prababcią. Jego głęboka wrażliwość naturalnie przenikała się z mocną wiarą w Boga, któremu był wierny zarówno w modlitwie, jak i poszanowaniu tradycyjnych wartości chrześcijańskich. Za Swojego przewodnika duchowego obrał



Z Michałem Drahusem

Jana Pawła II i do samego końca dał się ufnie prowadzić jego nauczaniu. Dobre serce Pawła nie mogło być spokojne, kiedy kilka miesięcy po „Kudłaczach 2000" uwikłałem się w przykry i długotrwały konflikt z PTMA. Jestem Mu przeogromnie wdzięczny za Jego aktywne starania o pojednanie zwaśnionych stron. Przez te wszystkie lata zawsze mogłem na Niego liczyć, jak choćby podczas przebudowy mojej stacji astronomicznej „Kudłacze", albo przed samą śmiercią, kiedy zdobywał potrzebne mi oprogramowanie. Nigdy też nie zapomnę naszych astronomicznych pogawędek. Choć wyraźnie różniliśmy się tym, co nas najbardziej pasjonowało, rozmowy te były długie i ciekawe. Podziwiałem Go za zapał i fantastyczne osiągnięcia w dziedzinie zakryciowej i popularyzatorskiej, z największą perełką — obserwatorium w Bukowcu — na czele. Mieliśmy też plany współpracy naukowej, w tym nawet jedną próbę połączenia pomiarów zakrycia planetoidalnego z okołozakryciową fotometrią.

Jestem wdzięczny Pawłowi za serdeczną przyjaźń i za wspaniałe świadectwo życia. Za to, że pokazał, jak żyć na luzie, a jednocześnie z ogromną klasą i poszanowaniem wartości. Jak całym sercem kochać Boga w pełnej harmonii z naukowo-badawczym spojrzeniem na świat. Wreszcie, za Jego ostatnią lekcję, którą przekazał nam w Swoim Testamencie.

Michał Drahus — Caltech, Pasadena

Nie pozostawiam po sobie istotnej materialnej własności, którą należy zadysponować. To, o co proszę, to podtrzymanie — w miarę możliwości — pracy Obserwatorium w Bukowcu. Proszę przeto wszystkich moich astronomicznych przyjaciół, by pomogli mojej żonie, tak by dzieło, które pozostało w Bukowcu, nie umarło. Pamiętajcie, by tworzyć je w duchu nauki, ale i dobrze pojmowanej wiary. Niech patron Sylwester II — Papież, zawsze Wam przyświeca. Janusz Wiland, Maciej Mikołajewski, Pan Henryk Brancewicz, Łukasz Wieteska, Michał Kata, Michał Drahus, Constantino Sigismondi — zadbajcie o Sylwestra II w Bukowcu — proszę!

Fragment testamentu

Z Łukaszem Wieteską

OPIEKUN I KOLEGA

Pawła Maksyma spotkałam osobiście tylko raz — na pierwszym obozie Sekcji Obserwatorów Komet PTMA w 2000 r. na Kudłaczach. Spotkanie organizował Michał Drahus, wtedy tak jak ja — licealista.

Pawła na obozie nie dało się nie zauważyć — wiecznie uśmiechnięty, podśpiewujący coś pod nosem, z niesamowitą energią. Wieczorem, przy ognisku — naczelny gawędziarz, człowiek, który czego się nie podjął, robił to z prawdziwą pasją. Przez cały obóz wydawało mi się (i nie tylko mnie), że Paweł jest dużo starszy, może już po jakichś astronomicznych studiach. Podczas gdy dla mnie astronomia to było tylko podziwianie nieba przez teleskop, on mówił o efemerydach, sygnałach GPS, służbie czasu, raportach, zakryciach, kalibracjach, obliczeniach, montażach… Był jedną z osób na obozie, która uświadomiła mi, że astronomia zawodowa to nie tylko piękne obrazki, ale mieszanina matematyki, fizyki i inżynierii, w zależności od specjalizacji podana w różnych proporcjach.

Prace na Kudłaczach

Pogoda na obozie nie była najlepsza, pamiętam, że wyjeżdżając schodziłyśmy z koleżanką z Kudłaczy podczas ulewy. Krótki odcinek szlaku ze schroniska do asfaltowej drogi zmienił się w błotny potok, było ślisko. Pamiętam, że przy pożegnaniach Paweł zaordynował, że mamy się mu meldować — czy dotarłyśmy do Krakowa, a potem do Szczecina.

Nie pamiętam dziś wszystkich uczestników obozu — wszystkich nazwisk, imion, twarzy… Z niektórymi spotkałam się na studiach w Toruniu, inni, w tym Paweł, prowadzili swoje strony internetowe, na które czasem zaglądałam, z jeszcze innymi załatwiałam różne sprawy w okresie, gdy pracowałam dla *Uranii*. Gdy dowiedziałam się, że z inicjatywy Pawła powstało obserwatorium astronomiczne, wcale mnie to nie zdziwiło. W biblioteczce obserwatorium w Bukowcu nie było *Uranii*, więc szybko dogadaliśmy sprawy wysyłki. A przy okazji gratulacje — Paweł właśnie został tatą!

Paweł odszedł bardzo wcześnie, jednak zdążył zostawić po sobie tak wiele dobrego.

Z rozmów z obecnym redaktorem naczelnym *Uranii*, wiem, że miał jeszcze wiele planów, których sam już nie zrealizuje. Wiem też, że Jego przyjaciele podjęli się kontynuacji tego, co Paweł zaczął. Trzymam za nich kciuki!

Monika Adamów — UMK Toruń

REALIZATOR MARZEŃ

Pierwsze kroki zmierzające ku powstaniu Obserwatorium w Bukowcu można odszukać w projekcie „Zostań Młodym Kopernikiem". Wtedy to z Pawłem — pomysłodawcą projektu — udaliśmy się na zaproszenie Stowarzyszenia ONJATY do miejscowości Bukowiec pod Łodzią, gdzie spotkaliśmy się z tamtejszą młodzieżą, aby pokazać niebo naszym 8-calowym Newtonem. Niewielka odległość od Łodzi, a jednocześnie pozbawione już miejskiej łuny południowe niebo oraz życzliwość mieszkańców sprawiła, że wracaliśmy do Bukowca wielokrotnie. Często niestety bywało tak, że po trwającym 1–1,5 godz. ustawianiu sprzętu przychodziły chmury, dlatego nie raz marzyliśmy o tym, jak to cudownie byłoby móc zostawiać część sprzętu na miejscu, od razu gotową już do obserwacji.

Paweł jako osoba niezwykle energiczna i łatwo nawiązująca kontakty szybko zaczął wdrażać pomysł w życie. Początkowo miała to być niewielka drewniana budka, która byłaby schronieniem dla najcięż-

szego sprzętu. Zaangażowanie Pawła w tę ideę i uzyskanie pomocy dyrekcji Szkoły Podstawowej w Bukowcu oraz przychylności władz gminy Brójce sprawiły, że efekty przyćmiły nasze najśmielsze wówczas marzenia.

Myślę, że Paweł bardzo się wyróżniał spośród innych miłośników astronomii chęcią i potrzebą dzielenia się pięknem nieba z innymi. Cały sprzęt, który kupował, miał służyć nie tylko Jemu, ale także był dostępny dla każdej duszy głodnej widoku nieba i wiedzy z zakresu astronomii. Bukowiec był zawsze miejscem spotkań miłośników astronomii, choć Pawłowi również bardzo zależało, aby poza pospolitym „podglądactwem" nieba prowadzić obserwacje o znaczeniu naukowym. To właśnie skłoniło Go do zainteresowania się zjawiskami zakryciowymi (od roku 2005 był przewodniczącym Sekcji Obserwatorów Pozycji i Zakryć PTMA). Niejako automatycznie Obserwatorium Astronomiczne w Bukowcu stało się centrum obserwacji zakryciowych, koordynacji uzyskiwanych przez wszystkich obserwatorów wyników oraz powstawania raportów. Trzeba także wspomnieć, że Paweł bardzo dbał o to, by Bukowiec był zauważany wśród społeczności astronomów amatorów nie tylko w Polsce, ale i na świecie.

W dniu 22 lutego 2013 r. spotkała się po raz pierwszy w Obserwatorium w Bukowcu grupa osób chętna kontynuować dzieło Pawła. Postaramy się uczynić wszystko, aby miejsce to dalej skupiało rzesze miłośników astronomii i aby w dalszym ciągu z Bukowca wychodziły raporty obserwacji zakryciowych. Jedno jest pewne — będzie nam Pawła ogromnie brakowało.

Łukasz Wieteska — Bukowiec

NISZA PO WIZJONERZE

Kilka dni przed fatalną w skutkach operacją Paweł zadzwonił do mnie, aby podzielić się swoimi obawami odnośnie zabiegu, zwłaszcza że (jak mnie wtedy poinformował) jakiś czas wcześniej ktoś w tymże szpitalu pożegnał się z życiem w podobnych okolicznościach. Starałem się bagatelizować sprawę, zwracając żartobliwie uwagę na statystykę bezpieczeństwa połączeń lotniczych, kiedy katastrofa w jakimś miejscu świata drastycznie zwiększa szanse bezpiecznego lotu pozostałych maszyn. Ale to wszystko były żarty. Wyczuwałem w jego głosie niepewność, która po kolejnej operacji miała tragiczny finał. Z płaczem, rozgoryczeniem, kompletnym załamaniem uświadomiłem sobie, że stało się coś, czego nigdy nie brałem pod uwagę, a Paweł tak bardzo się obawiał…

Pogrzeb Pawła był wspaniałą i podniosłą ceremonią pożegnania wielkiego, pełnego empatii człowieka, naszego przyjaciela, zasłużonego członka międzynarodowej społeczności astronomicznej. Jego list pożegnalny mógłby z powodzeniem znaleźć się w kanonie lektur szkolnych jako epickie, ale również pełne poezji pożegnanie się ze wszystkim, co doczesne, a co tak bardzo kochał. W kościele pełnym ludzi krzepiący był widok tylu znajomych twarzy, które w ciągu ostatnich kilku, kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu lat aktywnie współtworzyły i wciąż napędzają polskie środowisko miłośników astronomii. Trudno ich wszystkich wymienić jednym ciągiem, aby bez urazy nie pominąć nikogo.

Myślę, że realny brak Pawła Maksyma będzie docierał do nas stopniowo, choć z pewnością zauważalnie. Jeśli wśród młodego pokolenia obserwatorów nieba nie pojawi się kontynuator tej klasy i takiej skali pasji, jakim był Paweł z jego wyjątkową wizją popularyzacji nauki o niebie, połączonej z poważnymi badaniami naukowymi, to nieodparcie ciśnie się na usta ponura konkluzja, że nad polską astronomią miłośniczą zbierają się czarne chmury. Chciałbym być złym prorokiem i mimo wszystko żywię nadzieję, że dorobek i spuścizna Pawła będą pamiętane i stale rozwijane przez następców. Przy odrobinie dobrej woli i chęci uda się zagospodarować niszę, jaką zostawił po sobie, a przyszłość naszego wspaniałego hobby w epoce „postmaksymowej" rysuje się w ciepłych kolorach. Sam również deklaruję, że postaram się dołożyć cegiełkę do realizacji tego trudnego zadania.

Straciłem Wspaniałego Przyjaciela, osobę oddaną rodzinie, przyjaciołom, całemu gronu ludzi ze swojego otoczenia. Odeszła osoba, która nie ukrywała, że podziwia mnie za mój, jakże błahy przy dorobku Pawła, wkład w rozwój polskiej astronomii miłośniczej. Jestem dumny z tej przyjaźni i do końca moich dni będę z pietyzmem pielęgnował pamięć o wszystkich chwilach spędzonych w towarzystwie Pawła.

Pawle, do zobaczenia! Kiedyś…

Przemysław Rudź — Gdańsk

Fot. Maciej Mikołajewski, Janusz Wiland, Michał Drahus oraz zdjęcia nadesłane przez autorów.

F.P.U.H. 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

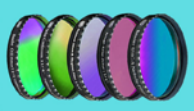
Sky-Watcher DOB 6"..... 889 zł
Sky-Watcher DOB 8"..... 1139 zł
Sky-Watcher DOB 10"..... 1789 zł
Sky-Watcher DOB 12"..... 2879 zł
Sky-Watcher DOB 8" rozsuwany..... 1509 zł
Sky-Watcher DOB 10" rozsuwany..... 2279 zł
Sky-Watcher DOB 12" rozsuwany..... 3779 zł
Sky-Watcher BKP13065 EQ2..... 645 zł
Sky-Watcher SK1309 EQ2..... 545 zł
Sky-Watcher BKP15075EQ3-2..... 1339 zł
Sky-Watcher BKP2001EQ5..... 2489 zł
Sky-Watcher 909 AZ3 ..... 594 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..... 1509 zł
Sky-Watcher BKMAK150..... 2679 zł
Sky-Watcher MAK180..... 4019 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.... 444 zł
Crayford 2" z mikrofokuserem 10:1 M-SCT001... 449 zł
Kolimator do Newtona ..... 195 zł
Łożysko do Dobsona GSO..... 245 zł
Szukacz kątowy GSO 8x50..... 265 zł
Reduktor ogniskowej 0,5x 1,25"..... 37 zł
Reduktor ogniskowej 0,5x 2"..... 135 zł
Barlow 2"ED 2x ..... 290 zł
Mikrofokuser 1:10..... 165 zł
Okular SV 30mm 2"..... 239 zł
Okular SV 42mm 2"..... 239 zł

Filtry Baader

Semi APO 1,25"..... 220 zł
Semi APO 2"..... 325 zł
Solar Continuum 1,25"..... 235 zł
Solar Continuum 2"..... 390 zł
UV/IR cut 1,25"..... 165 zł
UV/IR cut 2"..... 305 zł
UHC-S 1,25"..... 199 zł
UHC-S 2"..... 350 zł
O III 1,25"..... 254 zł
O III 2"..... 430 zł
Neodymium Moon&Skyglow 1,25"..... 190 zł
Neodymium Moon&Skyglow 2"..... 330 zł
Filtr słoneczny folia ND5 ..... 8 zł/dm^2



Okular W-O SWAN 25 mm 2"..... 465 zł
Okular W-O SWAN 33 mm 2"..... 465 zł
Okular W-O SWAN 40 mm 2"..... 465 zł
Nasadka kątowa W-O 45° 2"/2"..... 869 zł
Flattener 88 / Megrez / ..... 784 zł

Wyciągi Baader

Wyciąg 2" Crayford NT..... 829 zł
Wyciąg 2" Crayford RT..... 909 zł
Wyciąg 2" Crayford SCT..... 915 zł
Wyciąg 3" Crayford RT..... 1299 zł

Okular HR Planetary 4mm 1,25" - 60°..... 269 zł
Okular HR Planetary 5mm 1,25" - 60°..... 269 zł
Okular HR Planetary 6mm 1,25" - 60°..... 269 zł

Teleskop Słoneczny LUNT LS60THa/B1200..... 8399 zł
Teleskop Słoneczny LUNT LS60THa/B600..... 6799 zł
Teleskop Słoneczny LUNT LS35THa DX..... 4149 zł

Lornetka Nikon Action VII 8x40..... 239 zł
Lornetka Nikon Action VII 10x50..... 299 zł
Lornetka Nikon Action VII 16x50..... 399 zł
Lornetka Nikon Action EX 7x35..... 429 zł
Lornetka Nikon Action EX 8x40..... 429 zł
Lornetka Nikon Action EX 7x50..... 489 zł
Lornetka Nikon Action EX 10x50..... 529 zł
Lornetka Nikon Action EX 12x50..... 549 zł
Lornetka Nikon Action EX 16x50..... 589 zł

Wydawnictwa

Obrotowa mapa nieba plastikowa..... 15 zł
Astronomia . Przewodnik po Wszechświecie..... 59 zł
Atlas nieba. Gwiazdy , planety, Wszechświat..... 59 zł
Gwiazdy i planety..... 89 zł
Kieszonkowy atlas nieba nocą ..... 32 zł
Wielki Atlas Kosmosu ..... 89 zł
Wielki Atlas Nieba..... 345 zł

Filtr polaryzacyjny Orion 1,25"..... 155 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
Nasadka Bino Orion ..... 714 zł
Kamera StarShoot AutoGuider..... 999 zł
Kamera Orion StarShoot Pro V2.0 Deep..... 6449 zł
Sterownik grzałki Dew Zapper Pro 4 ..... 649 zł

MEADE

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"..... 15949 zł
Meade LX200 ACF 10"..... 21949 zł
Meade LX200 ACF 12"..... 27949 zł
Meade LX200 ACF 14"..... 43949 zł
Meade LX200 ACF 16"..... 89949 zł
Meade 6" SC LX80 AZ/EQ..... 6949 zł
Meade 8" SC LX80 AZ/EQ..... 8949 zł
Meade LightSwitch 6" ACF..... 7949 zł
Meade LightSwitch 8" ACF.... 11949 zł
Meade LX90 ACF 8"..... 9949 zł
Meade ETX 90 PE..... 2979 zł
Meade ETX 125 PE..... 4149 zł
Meade multi montaż LX80 ..... 4649 zł
Meade EXOS2 GOTO..... 2679 zł

CORONADO

Teleskop słoneczny "Coronado" SolarMax 60/10..... 8449 zł
Teleskop słoneczny "Coronado" PST..... 2789 zł

Vixen

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..... 79 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..... 79 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

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

Okulary Explore Scientific

Okular Explore Scientific 4,7mm 82°..... 689 zł
Okular Explore Scientific 6,7mm 82°..... 689 zł
Okular Explore Scientific 8,8mm 82°..... 789 zł
Okular Explore Scientific 11 mm 82°..... 789 zł
Okular Explore Scientific 14 mm 82°..... 789 zł
Okular Explore Scientific 18 mm 82°..... 1189 zł
Okular Explore Scientific 24 mm 82°..... 1279 zł
Okular Explore Scientific 30 mm 82°..... 1479 zł
Okular Explore Scientific 9 mm 100°..... 1679 zł
Okular Explore Scientific 14 mm 100°..... 2179 zł
Okular Explore Scientific 20 mm 100°..... 2479 zł

GSO

Teleskop Dobson 8" Delux ..... 1479 zł
Teleskop Dobson 10" Delux ..... 1989 zł
Teleskop Dobson 12" Delux ..... 2979 zł
Teleskop Dobson 16" składany ..... 7989 zł
Tuba optyczna Newton 150/750..... 889 zł
Tuba optyczna Newton 6" 150/600..... 989 zł
Tuba optyczna Newton 8" 203/1000.. 1389 zł
Tuba optyczna Newton 10" ..... 1989 zł
Tuba optyczna Newton 12" ..... 2679 zł
Tuba optyczna RC 6" F/9 CRF..... 2279 zł
Tuba optyczna RC 8" F/8 M-LRS ..... 4559 zł

Niniejszy cennik nie stanowi oferty w myśl przepisów prawa handlowego

PORADNIK MIŁOŚNIKA ASTRONOMII

to wyjątkowa książka, napisana przez miłośnika astronomii dla miłośników astronomii.
Zawiera bogactwo informacji przydatnych w planowaniu i przeprowadzaniu obserwacji astronomicznych.
Adresowana jest przede wszystkim do początkujących obserwatorów nieba, którym powinna w praktyczny sposób pomóc wykorzystać własną lornetkę czy teleskop.
Z książki dowiedzą się oni kiedy, jak i gdzie oraz za pomocą jakich instrumentów rozpocząć swą przygodę z astronomią.
Osoby planujące zakup lub rozbudowę swojego sprzętu obserwacyjnego, zapewne skorzystają z rozdziału poświęconego temu zagadnieniu, w którym autor w przystępny sposób pokazuje, na co zwrócić uwagę przy zakupie lornetki, teleskopu czy też wyposażenia – okularów lub filtrów.
Doświadczeni obserwatorzy zapewne docenią szczegółowe opisy i porady dotyczące obserwacji kilkuset obiektów nocnego nieba, które – choć w dużej części znane – po raz pierwszy zostały tak kompleksowo zestawione.
Poradnik miłośnika astronomii to idealny przewodnik dla każdego, kto chce bliżej poznać rozpościerające się ponad naszymi głowami niebo.
Książka zawiera kalendarz zjawisk astronomicznych na lata 2013–2024.

Wydawnictwo AstroCD – sprzedaż detaliczna i hurtowa (książki, mapy, atlasy, plakaty)
http://www.astrocd.pl, e-mail: wydawnictwo@astrocd.pl
tel. +48 787-972-712
Nasze produkty do nabycia również w najlepszych sklepach związanych z tematyką astronomiczną w kraju!

Foton i Neutrino – kwartalniki wydawane przez Instytut Fizyki UJ – lektura nie tylko dla nauczycieli, studentów i uczniów lecz dla wszystkich zainteresowanych wiarygodną wiedzą z pierwszej ręki

najnowsze odkrycia
- *co to jest grawitacja kwantowa*
- *polski model supernowej*
- *bozon Higgsa*

zagadnienia z pogranicza różnych dziedzin
- *fizyka Formuły 1*
- *co ma fizyka wspólnego z epidemiologią*
- *zabawa z kwantami*

o ludziach tworzących fizykę
- *Stefan Banach i jego czasy*
- *Heisenberg w okupowanym Krakowie*
- *różne oblicza Jana Czochralskiego*
- *projekt Manhattan*

artykuły z kompletnymi obliczeniami, jakich nie ma w podręcznikach
- *skok Felixa Baumgartnera*

eseje studentów
- *jak zobaczyć pojedynczy foton*
- *FiZtaszki, czyli fizyczne przekąski*
- *manipulacje w nanoskali*

a co w *Neutrinie*? dla młodszych i mniej zaawansowanych
- *moda fotochromowa*
- *mierzenie prędkości światła za pomocą mikrofalówki*
- *dlaczego lód jest śliski*
- *gra w gigantyczne domino*
- *tłumienie dźwięków przez smog i dym*

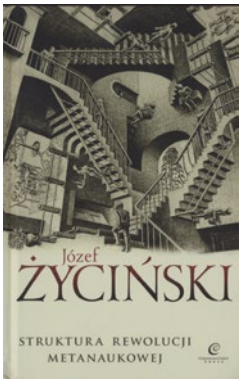
Cena prenumeraty rocznej *Fotonu i Neutrina* wynosi 31,50 zł; wpłata na konto:
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ "FOTON"
Bank PEKAO S.A. O/Kraków
Nr r-ku: 07 1240 4722 1111 0000 4855 9692

Redakcja: Zofia Gołąb-Meyer, Katarzyna Cieślar, Katarzyna Dziedzic-Kocurek, Dagmara Sokołowska, Witold Zawadzki, Anna Gagatek

http://www.if.uj.edu.pl/Foton

Książki nadesłane

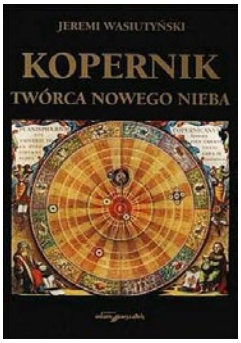
Nauka widziana „z góry”



Przetłumaczona z języka angielskiego (pierwsze wydanie w roku 1988) już po śmierci Autora książka nosi podtytuł „Studium rozwoju współczesnej nauki”. Od słynnej pozycji Thomasa Kuhna „Struktura rewolucji naukowych” różni ją wyjście poza obszar samej nauki – na ponad trzystu stronicach spotykamy się z jedyną w swoim rodzaju żywą i bogatą refleksją nad zmianami, jakie dokonały się i nadal dokonują w poglądach na naukę. Czasem takie spojrzenie „z góry” bywa bardzo odświeżające. Ciekawy byłby komentarz Autora do obecnego wydania – wiele tez pracy zachowało swą aktualność – niestety możemy go sobie jedynie wyobrażać. (rs)

Copernicus Center Press
Kraków 2013

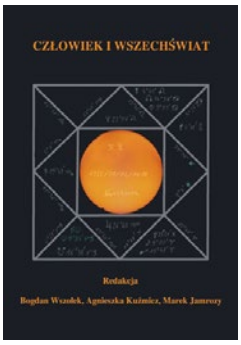
Lektura obowiązkowa



Poprawione przez autora, drugie wydanie fascynującej biografii Mikołaja Kopernika napisanej przed wojną (I wydanie 1937!) przez zdolnego astrofizyka i jednego z najwybitniejszych przedstawicieli polskiej emigracji w Norwegii. Pierwsze wydanie tego błyskotliwego dzieła ówczesne „Wiadomości Literackie” uhonorowały tytułem najlepszej książki roku 1937 (sic!) opublikowanej w Polsce. (mmi)

Wydawnictwo Adam Marszałek
Toruń 2010

Wiele Światów Konrada Rudnickiego



Drukowana wersja sesji zorganizowanej w 2011 r. dla uhonorowania Księdza Profesora Konrada Rudnickiego w 85. rocznicę urodzin. Tak jak życiorys Jubilata, tak książka jest skrajnie interdyscyplinarna, poczynając od muzycznej dedykacji (zapis nutowy!), poprzez dyskusyjne rozważania społeczne, filozoficzne i teologiczne, po klasyczne przyczynki naukowe i znakomite przeglądy popularnonaukowe. (mmi)

Stowarzyszenia Astronomia Nova i OA UJ Częstochowa – Kraków 2012

A jednak się kręci…

po raz czwarty!

Zapraszamy wszystkich nauczycieli i wychowawców prowadzących różnorodne zajęcia pozalekcyjne dla dzieci i młodzieży (kółka zainteresowań, zajęcia świetlicowe itp.) do wzięcia udziału w 4 edycji konkursu **„A jednak się kręci”**. Informacje o konkursie są dostępne na stronach: www.krakow.astronomia.pl oraz www.as.up.krakow.pl/edu/konkursy

Konkurs przeznaczony jest dla szkół, ośrodków wychowawczych, świetlic oraz instytucji organizujących letni wypoczynek dzieci i młodzieży. Zadaniem konkursowym jest przygotowanie i przeprowadzenie cyklu zajęć o tematyce astronomicznej, tematyce związanej z badaniami kosmicznymi itp.

Organizatorami konkursu są: **Polskie Towarzystwo Astronomiczne (www.pta.edu.pl)** oraz **Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie (www.up.krakow.pl). Konkurs jest dofinansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.**

Nagrodą główną jest teleskop astronomiczny ufundowany przez dystrybutora sprzętu astronomicznego: firmę Astrokrak (www.astrokrak.pl). Najlepsi otrzymają także zestaw książek, map lub akcesoriów astronomicznych.

Aby wziąć udział w konkursie należy:
— przysłać ankietę zgłoszeniową na adres: konkurs@astro.as.up.krakow.pl w formie pliku komputerowego
— do 30 września 2013 roku przysłać sprawozdanie będące podsumowaniem działalności (prezentacja, plik tekstowy, film itp).

Do korespondencji można też wykorzystać adres pocztowy: **Katedra Astronomii, Uniwersytet Pedagogiczny, ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków** z dopiskiem
„Konkurs astronomiczny”.

Głównym celem konkursu jest popularyzacja astronomii oraz wykorzystanie wątków astronomicznych w aktywizacji uczniów na polu nauk ścisłych i technicznych. Organizatorzy mają nadzieję, że uczestnicy będą się dzielić swoimi pomysłami dotyczącymi prowadzenia zajęć jeszcze w czasie trwania konkursu! Nadesłane scenariusze zajęć czy sprawozdania cząstkowe będą publikowane na bieżąco na stronie internetowej konkursu: www.krakow.astronomia.pl. Zamieszczane tam będą również informacje konkursowe, materiały pomocnicze itp.

Organizatorzy zwracają się z prośbą o przekazanie informacji o konkursie wszystkim potencjalnie zainteresowanym osobom.

*Prosimy o zapoznanie się z regulaminem zamieszczonym na stronie konkursu (**www.as.up.krakow.pl/konkursy**) oraz wypełnienie zamieszczonej tam ankiety zgłoszenowej i przysłanie jej na adres: **konkurs@astro.as.up.krakow.pl***

Mariusz Świętnicki od wielu lat przysyła nam zdjęcia nocnego nieba, na których ze smutkiem dostrzegamy coraz większy udział świateł jak najbardziej ziemskiego pochodzenia. Niestety, to znak naszych czasów. Dlatego tym bardziej cieszy fakt, że jeszcze udaje się Autorowi utrwalać z terenu Polski tak słabe zjawiska jak np. przeciwblask światła zodiakalnego! Oba prezentowane zdjęcia zostały wykonane podczas sesji wyjazdowej 25 marca br. w Beskid Niski (pogranicze Wisłoka Wielkiego i Czystogarbu). Wyżej: światło zodiakalne i Droga Mleczna. Godz. 18.45-19.15 CSE. Obiektyw Samyang aspherical 3,5/8 (f5.6) + Nikon D300. Eksp. 6×220 s, ISO 1600. Niżej: przeciwblask światła zodialkalnego (słaba poświata pod Lwem, w centrum kadru). Obiektyw Nikkor 3,5–5,6/16–85 (16 mm, f3.5) + Nikon D300. Eksp. 2×160 s, ISO 1600.

Poniższe zdjęcie komety PanSTARRS C/2011 L4 na tle welonu zorzy polarnej widocznej 17 marca br. to jedno z ujęć nadesłanych przez Franciszka Chodorowskiego z Koloni Księżyno k. Kleosina. (Canon 450D + Pentacon 4/300, godz. 19.05, eksp. 3 s, ISO 800)

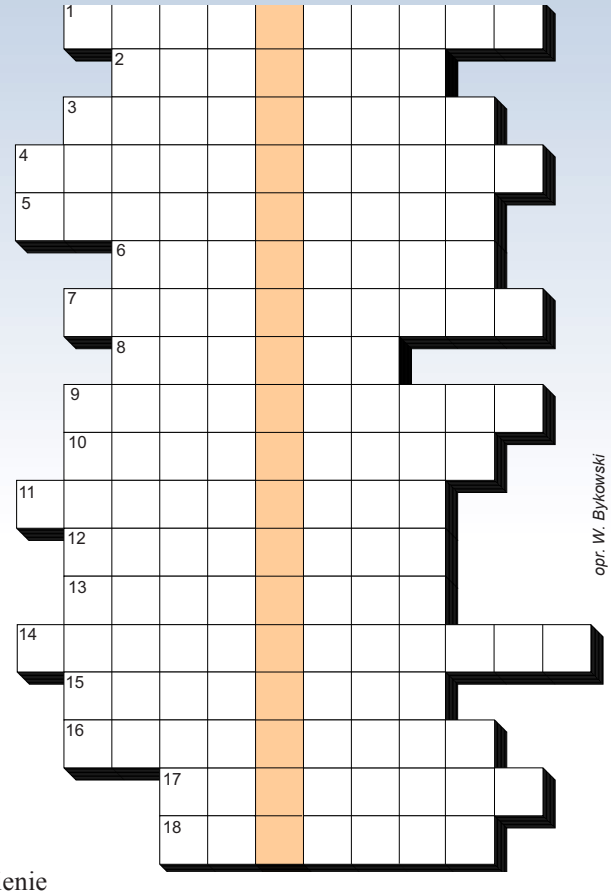
Niżej jedyne zdjęcia jakie dotarły do redakcji z częściowym zaćmieniem Księżyca widocznym w naszym kraju 25 kwietnia br. o maksymalnej fazie 0,98. Dane ono było nielicznym, dla których pogoda okazała się łaskawa. Prezentowane zdjęcia wykonał Marcin Filipek, stosując obiektywy 135 mm i 1000 mm (MTO)

Powyższa seria trzech zdjęć ukazujących samolot przelatujący na tle grupy plam słonecznych to dzieło pana Mariusza Malinowskiego z Bydgoszczy. Sytuacja została uchwycona 28 kwietnia br. (Canon 400D +SkyLux 70/700 +tele×2, f/20, eksp. 1/100 s, ISO 400)

Kupon konkursowy Urania-PA 3/2013

W „Uranii–PA” nr 1/2013 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło ANALIZA SPEKTROSKOPOWA. Nagrody książkowe wylosowali **Jacek Włodarczyk** z Rudy Śląskiej i **Kamil Tukendorf** z Wrocławia. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Końcowa warstwa heliosfery
2. Dochodzi do niej np. we wnętrzu Słońca
3. Stan pomiędzy siłami, których wypadkowa jest równa zeru
4. Odkrywca planety PH2b
5. Jako pierwszy otrzymał liniowe widmo Słońca
6. Asteryzm Napoleona
7. Kolorowy układ podwójny z gwiazdozbioru Herkulesa
8. W lipcu w koniunkcji z Marsem
9. Po polsku nazwa satelity obserwującego atomy neutralne
10. Miejscowość, w której przeprowadzono pierwszej udanej detekcji neutrin słonecznych
11. W ich zakresie znajdziemy np. promieniowanie tła
12. Na jej terenie leży miasto zwane Wrotami Północy (Tromsø)
13. Istnienie tej cząstki zapostulował W. Pauli
14. Technika fotograficzna stosująca ultradługie czasy ekspozycji
15. Zakończył działanie 29 kwietnia br.
16. Nadwiślańskie miasto znane z seminarium astronomicznego dla młodzieży
17. Rosyjski fizyk; jego praca zapoczątkowała teoretyczne badania akreujących czarnych dziur
18. Dokonano tam obserwacji umożliwiających po raz pierwszy wyznaczyć odległość Ziemia-Słońce



opr. W. Bykowski

Dla uważnych czytelników tego zeszytu „Uranii” znalezienie słów pomocniczych potrzebnych do rozwiązania nowej krzyżówki nie powinno stanowić problemu. Na rozwiązania czekamy do końca lipca 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 na adres: urania@pta.edu.pl. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki o tematyce astronomicznej.

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 1/2013:
1. ALKAID, 2. BLIŹNIĘTA, 3. ABRAHAM, 4. KALLISTO, 5. PRZYMIERZE, 6. ARIZONA, 7. DYFRAKCJA, 8. SOPIZ, 9. CZERPAK, 10. ECHELLE, 11. KAROL, 12. ARGENTINA, 13. INSERTER, 14. ASTROBAZA, 15. PRAESEPE, 16. PKIM, 17. DĘBOWIEC, 18. KEPLER, 19. NIEPOŁOMICE, 20. BORÓWIEC, 21. MERAK.

astrożarty Jacka D.

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

XXXVI ZJAZD POLSKIEGO TOWARZYSTWA ASTRONOMICZNEGO
w Centrum Astronomii im. Mikołaja Kopernika w Warszawie, 11-14 września 2013 r. Opłata konferencyjna 200 zł, studenci 100 zł. Szczegóły w najbliższym czasie na stronach pta.edu.pl i camk.edu.pl

II KUJAWSKO-POMORSKI ASTROFESTIWAL
w Złejwsi Wielkiej w ramach Święta Województwa, 15 czerwca 2013 r., www.astro-festiwal.pl

CAP 2013 WYZWANIA W POPULARYZACJI ASTRONOMII I BADAŃ KOSMOSU
– „Communicating Astronomy with the Public 2013" (CAP2013) międzynarodowa konferencja dla popularyzatorów nauki, dziennikarzy i nauczycieli, 14-18 października w Centrum Nauki Kopernik w Warszawie, http://www.communicatingastronomy.org/cap2013/

VIII OGÓLNOPOLSKIE SEMINARIUM STUDENTÓW ASTRONOMII OSSA 2013, 26-29 września we Wrocławiu, http://knsa.astro.uni.wroc.pl/ossawww/

XVII OGÓLNOPOLSKI ZLOT MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII OZMA 2013, 8-11 sierpnia, obserwatorium w Niedźwiadach, http://www.ppsae.pl/ozma-2013

DELTA OPTICAL ASTROSHOW, III Otwarty Zlot Miłośników Astronomii, Spała, 29 sierpnia – 1 września 2013, http://astroshow.deltaoptical.pl/

IV TORUŃSKI ZLOT MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII (TZMA 2013), 1-4 sierpnia, www.tzma2013.pl

NAGRODA MŁODYCH PTA
za osiągniecia naukowe, zgłoszenia kandydatów poniżej 35. roku życia może składać każdy członek PTA do Przewodniczącego Jury, prof. Tadeusza Michałowskiego (tmich@amu.edu.pl), skład Jury i regulamin http://www.pta.edu.pl/node/7

Rozwiązanie konkursu ze s. 14 numeru 1/2013

Oba zdjęcia na rys. 5 (str. 11) przedstawiają fragment Byka – okolice Aldebarana i Hiad.
W wyniku losowania zdobywcami nagrody niespodzianki zostali: **Jacek Patka** z Żagania, **Piotr Szady** z Zabrza i **Jacek Włodarczyk** z Rudy Śląskiej. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

Osiołkowi w żłóbki dano...

Osiołek to ja, a żłóbki to wiadomości z Kroniki, zamieszczone w n-rze 2/2012 Uranii. Czytam bowiem, że:

- dnia 5 grudnia 2012 roku „ustalono, że pierwsze gwiazdy pojawiły się nie wcześniej, niż 750 mln lat po Wielkim Wybuchu"
- dnia 12 grudnia 2012 roku „zaobserwowano siedem kandydatek na najstarsze galaktyki we Wszechświecie. Jedna z nich mogła wysłać światło zaledwie 380 mln lat po Wielkim Wybuchu"
- dnia 10 stycznia 2013 roku „okazało się, że gwiazda HD 140283 powstała około 500 mln lat po narodzinach Wszechświata"

Który żłóbek wybrać? Czy różnice są tylko kwestią błędu pomiaru, czy może informacje te należy rozmaicie rozumieć?

Ryszard Pastwa

***Red.**: Różnice wynikają zarówno z odmiennych dróg wnioskowania, jak i błędów wyznaczeń. Np. autor trzeciej pracy stwierdza, że gwiazda HD 140283 ma 13,9 mld lat, z błędem 700 mln lat. Ponieważ jednak Wielki Wybuch wydarzył się 13,77 mld lat temu, więc w końcu przyjął dolną wartość. Co my, „osiołki", mamy z tym zrobić? Najlepiej wyciągnąć pozytywny, ale bezpieczny wniosek: badacze zgadzają się, że pierwsze gwiazdy powstały kilkaset mln lat po Wielkim Wybuchu. Ile dokładnie? Na to trzeba będzie jeszcze trochę poczekać.*

Celowo zamieściliśmy te sprzeczne ze sobą informacje, aby pokazać Czytelnikom, jak ostrożnie należy traktować twierdzenia obserwatorów, niekiedy nader buńczuczne. A także to, że żaden wniosek nie jest całkiem wiarygodny, dopóki nie zostanie potwierdzony przez niezależne badania. I jeszcze to, że rozwój nauki następuje zwykle małymi kroczkami, czasem zygzakiem. Cierpliwość jest więc wskazana.

Wyniki internetowego konkursu Uranii „Obserwatoria ESO"

W konkursie pytaliśmy o kraj, w którym znajdują się teleskopy Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO). Prawidłowa odpowiedź brzmi: Chile. Otrzymaliśmy 42 poprawne odpowiedzi, wśród których rozlosowane zostały trzy zestawy astropocztówek z ESO. W każdym z zestawów jedna z pocztówek jest z autografem kierownika projektu budowy olbrzymiego teleskopu E-ELT. Nagrody otrzymają: **Mateusz Gibowski** z Wrześni, **Dorota Hancyk** z Żagania oraz **Krzysztof Zalewa** z Frampola.

Obóz astronomiczny ESO dla młodzieży

Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) przygotowuje we Włoszech obóz astronomiczny dla młodzieży, w którym mogą wziąć udział polscy uczniowie. Polskie Towarzystwo Astronomiczne ufundowało jedno stypendium pokrywające koszt udziału w obozie, a partnerem konkursu jest „Urania".

Obóz „ESO Astronomy Camp 2013" odbędzie się w okresie od 26 do 31 grudnia 2013 r. w Observatorium Astronomicznym Aosta Valley w Saint-Barthelemy w gminie Nus we Włoszech (w Alpach, niedaleko granicy ze Szwajcarią). Jego językiem będzie angielski. Maksymalnie zostanie przyjętych 55 uczniów z różnych krajów. Kryterium wiekowe to 16–18 lat (roczniki 1995, 1996 i 1997).

W ramach zajęć podczas obozu zostaną poruszone zagadnienia widocznego i niewidocznego Wszechświata, będzie okazja do ćwiczeń praktycznych oraz nocnych obserwacji za pomocą teleskopów i instrumentów obserwatorium. Zaplanowano także inne aktywności, takie jak sporty zimowe i wycieczki, tak aby obóz był interesującym doświadczeniem dla uczestników. ESO będzie odpowiedzialne za program naukowy obozu i wspólnie z pozostałymi partnerami przeprowadzi wykłady i dostarczy materiały.

Zgłoszenia w ramach ogólnopolskiego konkursu są przyjmowane do 15 X 2013 r. za pomocą formularza na stronie internetowej www.pta.edu.pl/eso-camp. Dodatkowe informacje znajdują się też na witrynie „Uranii". Zachęcamy uczniów interesujących się astronomią do złożenia swojej aplikacji.

Zdjęcie zorzy polarnej wykonane podczas styczniowej wyprawy do Norwegii (patrz s. 24)

W następnych numerach:

- *E-ELT — gigantyczny teleskop przyszłości*
- *Wspomnienia z Roku Heweliusza*
- *Jak znaleziono największy polski meteoryt*
- *Gwiazdy Przybylskiego i Smaka z Krzemińskim*
- *Jak obserwować komety*
- *Podsumowanie ankiet Uranii*

PRENUMERATA ROCZNA NA KOLEJNE 6 NUMERÓW KOSZTUJE TYLKO 60 ZŁ

(dłuższa – 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. Kalendarze „Mistrzowie astrofotografii 2013" będą dodawane do prenumeraty aż do wyczerpania nakładu. Na pojedyncze numery kolorowej „Uranii" od roku 2012 obowiązuje cena detaliczna 11,90 zł (liczba ograniczona).

Z początkiem roku 2013 dostępne numery archiwalne „Postępów Astronomii" z lat 1991–1997 oraz „Uranii" z lat 1998–2011 do nabycia w cenie 5 zł za zeszyt. Aktualna lista numerów wyczerpanych i bibliofilskich na stronie internetowej http://urania.pta.edu.pl

OFERTY SPECJALNE
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 45 numerów archiwalnych w tym niemal komplet roczników 2002–2008.

Prosimy o kontakt mailowy lub telefoniczny:
DYSTRYBUCJA, MARKETING, NUMERY ARCHIWALNE I INFORMACJE O PRENUMERACIE: urania@pta.edu.pl tel. 698 556161

Bieżące numery Uranii do nabycia w:

- *sklepie internetowym Uranii (http://sklep.pta.edu.pl)*
- *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)*