ASTRONOMIA W SZKOLE NA STRONACH 3, 30–31, 54–56 i 68

Urania
Postępy Astronomii

4/2016 (784)
Tom LXXXVII

Cena 12,90 zł
w tym 5% VAT

www.urania.edu.pl

ukazuje się od 1920 r.

I Ty możesz odkryć supernową!

Druga Ziemia przy Proximie

Witelo — pierwszy polski astronom

Galeria obłoków srebrzystych

ISSN 1689-6009 indeks 401323

OBEJRZYJ RAZEM ZE SWOIMI UCZNIAMI!

nowy program telewizyjny
o astronomii i badaniach kosmosu

ASTRONARIUM

odcinki popremierowe
www.youtube.com/c/AstronariumPl

emisje
jesienią 2016 w TVP3
w środy g. 15.35 i 24.50,
w czwartki g. 9.30
(na przemian premiery i powtórki)
w TVP Polonia w środy g. 15.55
w TVP 1 i TVP1 HD
w piątki g. 8.35,
w soboty g. 10.35

www.astronarium.pl
facebook.com/AstronariumTVP

Niekomercyjne pokazy publiczne w szkołach, uczelniach, podczas wykładów i imprez popularyzujących astronomię wolne od jakichkolwiek opłat.

producenci programu

TVP TELEWIZJA POLSKA

TVP 3 BYDGOSZCZ

partner medialny

Urania POSTĘPY ASTRONOMII

dofinansowanie produkcji

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Dawno, dawno temu, jeden jedyny raz w powojennej historii ministrem edukacji był… astronom. Czy to dlatego, jak przekonywał Robert Głębocki, że astronomia jako źródło całej kultury i tak tkwi we wszystkich przedmiotach, od matematyki i fizyki, poprzez język ojczysty, historię do religii, czy też może przez jakiegoś diabełka wyskakującego z kałamarza, nasz minister wziął pióro i podpisał… likwidację astronomii w szkole. Próżne zdawały się adresowane do ministra protesty środowiska podpisywane przez ówczesnego prezesa Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, … Roberta Głębockiego. Robert przez wiele lat był dla mnie wzorem uczonego, najzdolniejszym chyba astronomem z pierwszych pokoleń wykształconych w Toruniu. To niesłychane, był niestrudzonym pedagogiem, jednym z budowniczych Uniwersytetu Gdańskiego, założycielem jednych z pierwszych społecznych szkół w Polsce, gdzie dziś znakomicie działa obserwatorium jego imienia. Potem, kiedy spotykaliśmy się jako jurorzy — również gdy był ministrem — na Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w Grudziądzu, dzieląc pokój w gierkowskiej „pięcioczarnodziurowej" Bursie, chyba już mógłbym go nazwać starszym przyjacielem. Zresztą, nie tylko ja! Był duszą każdego astronomicznego towarzystwa i pośmiertnie laureatem Medalu Zonna.

Potem było już tylko gorzej i gorzej… Nie powiodła się próba wpisania astronomii w podstawy programowe różnych przedmiotów, pewnie dlatego, że po 11 miesiącach Robert przestał być ministrem, a nikt po nim o jego ideach nie pamiętał. I tak dzisiaj, nasz przyjaciel, metodyk, Czesław Stawikowski znalazł na 380 stronach obowiązującej podstawy programowej na wszystkich etapach edukacyjnych słowo „astronomia" 4 razy, słowo „Kopernik" 7 razy, a słowo „gwiazda" 5 razy tylko na IV etapie edukacyjnym. Brak w podstawie programowej słów: teleskop, luneta, Heweliusz. Co ciekawe, degradacja nauczania nie dotyczy tylko astronomii, jeśli słowo „Wisła" pojawia się jeden (sic!) raz, podobnie jak „odra" (jako… choroba).

Nie ma się co oszukiwać, wszystkie reformy struktury szkolnictwa, unifikacja przedmiotów i zmiany podstawy programowej ostatnich 25 lat obróciły w ruinę nauczanie przedmiotów matematyczno-przyrodniczych. Dostrzegają to wszyscy nauczyciele akademiccy wydziałów przyrodniczo-matematycznych i technicznych uniwersytetów i politechnik. Często cały semestr albo dwa trzeba poświęcić na studiach na nadrobienie tego, co jeszcze ćwierć wieku temu powinien wiedzieć każdy maturzysta. A cóż dopiero sięgać czasów, kiedy blisko 100 lat temu 3 maturzystów zakładało… „Uranię". Tragiczne na poziomie wykształcenia ogólnego jest zupełne niezrozumienie przez współczesną młodzież obowiązujących w świecie relacji skutkowo-przyczynowych. To również mój dramat osobisty, bo obydwie córki właśnie pobierają edukację w gimnazjum i liceum.

Zapowiadana przez Ministerstwo Edukacji Narodowej reforma systemu szkolnictwa (4+4+4 lata) w tym powrót do pierwotnych, odpowiadających dyscyplinom naukowym nazw przedmiotów szkolnych, wielu z nas odebrało jak światełko w tunelu. Po ratunek udaliśmy się — Czesław Stawikowski i Robert Szaj z PTMA (na skrajach zdjęcia) i ja (jako przedstawiciel PTA) — do samej pani minister Anny Zalewskiej. Wizytę wspierał poseł Leonard Krasulski (w środku). Rozmowa była bardzo konstruktywna i dobrze rokująca. Jest wielka nadzieja, że przedmiot „Astronomia i badania kosmiczne" (lub podobny) pojawi się najpierw w liceach, potem w technikach i być może zreformowanych szkołach podstawowych. Wielu kolegów zwarło szyki i przygotowało projekty odpowiednich dokumentów.

Czekamy zatem na sygnał z Ministerstwa. Jestem optymistą. Argumenty mamy solidne i uczciwe, a astronomia jest całkowicie apolityczna. Nie tak dawno przecież podobną wizytą w innym ministerstwie przy wsparciu posła partii rządzącej przypomnieliśmy o ESO. No i przecież jesteśmy w ESO!

Maciej Mikołajewski
w Warszawie 13 lipca 2016 r.

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 1920 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii".

Nakład: 3000 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Sylwester Kołomański, Michał Kusiak, Sebastian Soberski, Robert Szaj, Adam Tomaszewski, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Karolina Zawada, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 509 44 17 17
fax. (56) 611 30 09
e-mail**:** redakcja@urania.edu.pl

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

Dystrybucja, sekretariat:
Joanna i Ernest Świerczyńscy,
tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.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

Prenumerata dla szkół 30 zł/rok szkolny i numer specjalny dofinansowane przez

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Wydawcy:

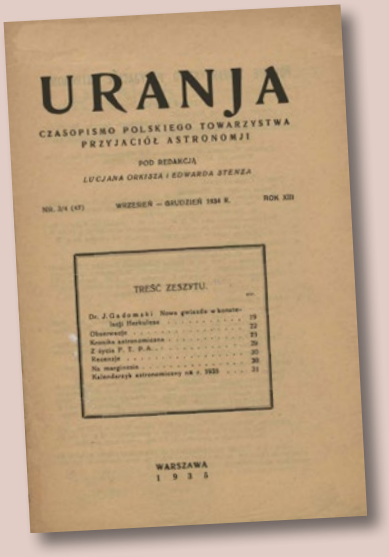
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18,
00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35,
31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: zarzad@ptma.pl

*** ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA * 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 ***

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

Dawno temu w… „Uranii”


URANJA
CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYJACIÓŁ ASTRONOMJI
POD REDAKCJĄ
LUCJANA ORKISZA I EDWARDA STENZA
WRZESIEŃ – GRUDZIEŃ 1934 R.
ROK XIII
TREŚĆ ZESZYTU:
WARSZAWA
1935

Zgon wybitnego astronoma

W listopadzie 1934 r. zmarł na zapalenie płuc, w wieku 63 lat, dyrektor obserwatorjum w Lejdzie, prof. dr. Willem de Sitter, jeden z najwybitniejszych uczonych współczesnych. Do najważniejszych prac de Sittera należy zaliczyć jego prace nad teorją względności oraz teorją rozszerzania się Wszechświata, której był głównym twórca, Obserwatorium Lejdejskiem, zaliczanem do najczynniejszych i najlepiej zorganizowanych placówek astronomicznych w Europie, kierował Zmarły od roku 1919.

Sprawozdanie

Roczne sprawozdanie „American Association of Variable Star Observers” wykazuje za rok 1933 czynnych 111 obserwatorów, którzy dokonali w sumie 36140 obserwacyj. Największą aktywność wykazał w okresie sprawozdawczym Lacchini (4521 obs.), Jones (4194 obs.) oraz znany odkrywca komet, Peltier (3151 obs.).

Z działalności Obserwatorium na Mount Wilson

Ze sprawozdania za rok 1933 tego obserwatorium podajemy kilka danych. W roku sprawozdawczym fotografowano Słońce podczas 309 dni, uzyskując w sumie 1007 spektrogramów. Prof. E. Hubble, znany badacz świata mgławic pozagalaktycznych, dowiódł, że liczba osiągalnych przy pomocy fotografji mgławic pozagalaktycznych wzrasta proporcjonalnie do czasu ekspozycji. Przy pomocy 2 1/2 metrowego teleskopu otrzymał on obrazy mgławic $20.^{m}0$ już po upływie jednogodzinnej fotografji. W Koronie Północnej odkrył on gromadę mgławic pozagalaktycznych. złożoną z 600 tych utworów o jasności fotograficznej przeważnie $19.^{m}5$ Pokrywa ona odcinek sfery niebieskiej o średnicy 30’. Odległość tych mgławic jest rzędu 120 miljonów lat

W AKTUALNYM NUMERZE

Dawno temu w… „Uranii” 4

Kronika **kwiecień — maj 2016** 6

8 Andrzej Strobel, Józef Szudy

Witelo — pierwszy polski astronom

Witelo był pierwszym astronomem w dziejach Polski, i to od razu o międzynarodowej, wielowiekowej sławie. Jego działalność znacznie poszerza polski wkład w rozwój intelektualny Europy — od jej początków. Niestety, w wyniku nieporozumień i często przekłamań został zapomniany — także w Polsce.

Proxima Centauri ma w ekosferze planetę o masie ziemskiej! 16

Przeczytane w *Nature* i *Science*
Księżycowe nowości 18

Czytelnicy obserwują

22 Jarosław Grzegorzek

Supernowe kwitną w moim ogrodzie

Czy biorąc pod uwagę poszukiwania supernowych w innych galaktykach przez obserwatoria na całym świecie, mamy jeszcze jakiekolwiek szanse na własne, amatorskie odkrycie z przydomowego, podmiejskiego ogródka tu, w Polsce? Autor postanowił to sprawdzić. Od kwietnia 2014 r. prowadzi własny program poszukiwania supernowych, który dotychczas zaowocował 4 odkryciami.

W kraju

Zamknięcie ostródzkiej sekcji astronomicznej 29

Astronomia w szkole

Policzcie gwiazdy razem z nami 30

Ciekawe strony internetowe*:*
Encyclopedia astronautica 32

Astronawigacja

36 Józef Gawłowicz

Metoda wysokościowa

Po wprowadzeniu do użycia sekstantu i chronometru przyszedł czas na udoskonalenie metod wyznaczania pozycji – stało się to w XIX wieku, a twórcy nowego podejścia to kapitanowie Thomas Hubbard Sumner i Marcq Saint-Hilaire.

W skrócie

Detekcja tranzytu egzoplanety przez polskiego miłośnika astronomii 33
Projekt ARISS ponownie czeka na zgłoszenia od szkół 33
10 lat czasopisma dla nauczycieli *Science in School* 33
Sonda Juno dotarła do Jowisza 40
Dzięki astronomii określono porę roku powstania starożytnego wiersza Safony 41
Planeta karłowata 2007 OR10 jest większa, niż sądzono 41
W Irlandii i USA powstały trzy nowe parki ciemnego nieba 41
Jedno z mórz na Tytanie zawiera sam metan 42
Odkryto trzy planety idealne do poszukiwania na nich oznak życia 42
Zaobserwowano cykliczne zmiany w atmosferze księżyca Jowisza 43

Astrofotografia amatorska: *Galeria obłoków srebrzystych* 34

Spacerkiem po Księżycu

Z wizytą u Kopernika 44

Szkoła astropejzażu

Najczęstsze błędy w fotografii ruchu gwiazd (*startrails*) raz jeszcze 46

Komeciarz

Komety trzydziestolecia 48

CYRQLARZ No 218

Perseidy 2016 — pierwsze rezultaty 50

Kącik olimpijczyka

LX Olimpiada Astronomiczna 2016/2017 54
Zadanie drugiej serii I stopnia LVIII Olimpiady Astronomicznej 55

Młodzi badacze

Kosmiczne wrażenia z włoskich Alp 56

Kalendarz astronomiczny: *styczeń — luty 2016*

Niebo nad Polską we wrześniu i październiku 2016 58
W gromadach bywa ścisk 62

Astronomia i muzyka

Ponownie w Olsztynie 63

Obserwator Słońca

Historia SOS PTMA — ciąg dalszy 64
AR 2546 65
***Raport:* maj — czerwiec 2016** 65

Krzyżówka 66
Astrożarty Jacka D. 66
Poczta 69
Zaproszenia (zloty, obozy, konkursy etc.) 69

światła. — Humason wykrył dwie nowe gwiazdy w mgławicy Andromedy. — Pease, przy pomocy interferometru Michelsona o rozpiętości 13 m, pomierzył średnice: α Scorpii (0.029), α Bootis 0.”019, α Ceti (0”.0115). Dla pomiaru szybkości radjalnych gwiazd uzyskano 1650 nowych spektrogramów. — Pogodnych nocy było na szczycie góry 299, z czego najwięcej latem (w lipcu 30). — 1 1/2 metrowy teleskop był przeznaczony w piątki dla pokazów nieba, z których skorzystało 6435 osób. — Dla Plutona Dr. Baade wyznaczył jasność fotograficzną: 15.^{m} 40. — Bibljoteka obserwatorjum wzrosła do 12271 numerów.

Gwiazda zmienna o najkrótszym okresie zmian blasku

Odkrył ją w lipcu 1934 r. C. Hoffmeister w obserwatorium na Sonnenberg, stanowiącem oddział obserwatorjum uniwersyteckiego w Berlin-Babelsberg. Odkrycia dokonał przy opracowaniu klisz z r. 1929. W sierpniu 1934 r. zbadano tę gwiazdę bliżej w Babelsbergu. Przebiega ona wszystkie fazy swych zmian blasku w rekordowo krótkim czasie, bo w ciągu zaledwie 88 minut, czyli 16 razy na dobę. Spadek blasku od maksymum do minimum jest bardzo szybki, gdyż odbywa się w ciągu 16 minut, przyczem blask gwiazdy spada od 10.^{m}0 do 10.^{m}7. Jest to krótkookresowa cefeida typu RR Lyrae.

J(an). G(adomski). Kronika astronomiczna, Urania 3/4, 1934, pisownia oryginału.

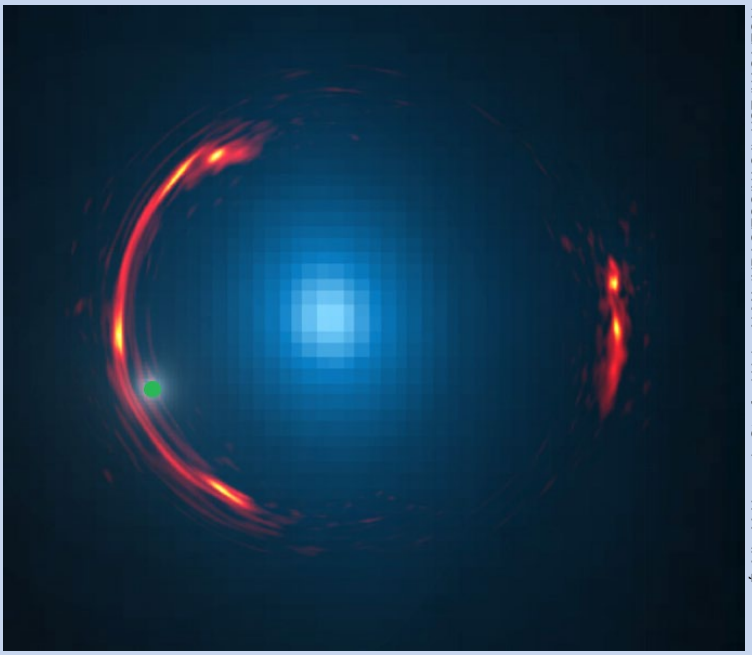
NA OKŁADCE

Obłoki srebrzyste (NLC) widoczne 24 czerwca br. około godz. 1.00 CEST. Na pierwszym planie stacyjka meteorologiczna w Lidzbarku Warmińskim. Obecnie badane są związki występowania NLC z globalnymi zmianami klimatu. Fot. J. Drążkowski (Canon 600D, f/5, 42 mm, ISO 400, eksp. 5 s)

KWIECIEŃ 2016

1 IV — Biały karzeł powstaje gdy gwiazda o masie początkowej < 10 $M_\odot$ odrzuca wodorowo-helową otoczkę, odsłaniając węglowo-tlenowe lub tlenowo-neonowo-magnezowe jądro. Jednak odrobina helu, a najczęściej i wodoru zawsze pozostaje, tworząc cienką lecz nieprzezroczystą atmosferę. Taki był stan naszej wiedzy do wczoraj. Od dziś zamiast „zawsze" trzeba mówić „zwykle". Odkryto bowiem pierwszego białego karła (o nazwie SDSS J1240+6710) z atmosferą tlenową (z domieszkami Mg, Ne i Si), ale bez śladu H i He. Jak powstał? To na razie zagadka.

7 IV — W efekcie drobiazgowej analizy śladów na niebie i Ziemi, wspartej wyrafinowanym modelunkiem komputerowym wydedukowano gdzie i kiedy miały miejsce ostatnie bliskie wybuchy supernowych. Bliskie, czyli mało, że w Galaktyce, ale nie dalej niż kilkaset lat św. od nas. Przedostatni wydarzył się 2,3 mln lat temu w odległości 290 lat św., a ostatni 1,5 mln lat temu 325 lat św. od Ziemi („Urania" 3/2016 s. 15). Oba były skutkiem zapaści masywnych gwiazd, więc w maksimum musiały osiągnąć jasność ok. -10^m (± parę mag.). Żaden przedstawiciel gatunku *Homo sapiens* nie miał jeszcze szczęścia oglądać takiego fajerwerku.



Źródło: Y. Hezaveh, Stanford Univ.; ALMA (NRAO/ESO/NAOJ); HST (NASA/ESA)

12 IV — Rosyjski magnat Jurij Milnier (z wykształcenia fizyk), który rok temu przekazał 100 mln $ na ożywienie programu nasłuchu radiowego obcych („Urania" 5/2015 s. 7), wysupłał kolejne 100 mln $, tym razem na wstępne studia programu *Breakthrough Starshot*. Jego założeniem jest wysłanie roju malutkich próbników do systemu α Centauri. Miałyby być rozpędzone ciśnieniem światła laserów do prędkości 0,2c (więc podróż zajęłaby im tylko 20 lat), a każdy miałby kamerę, czujniki i nadajnik, choć ważyłby tylko ok. 1 g. Na razie to czysta fantastyka, ale pieniądze prawdziwe.

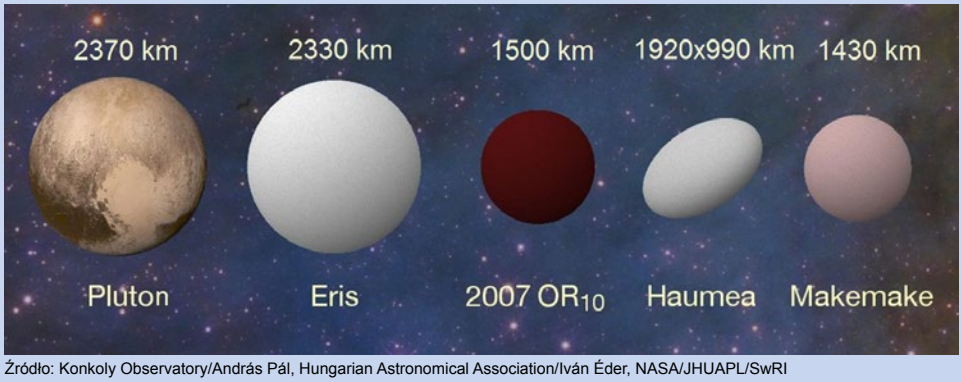
14 IV — Znaleźć igłę w stogu siana to żaden problem, gdy igła się błyszczy, a stóg można rozgrzebać. Znaleźć niewidzialną igłę w stogu, który ledwo majaczy na horyzoncie — to dopiero sztuka! A to się właśnie udało. Galaktyka SDP.81 (niebieska mgiełka w centrum obrazu powyżej), działając jak soczewka grawitacyjna tworzy obraz innej galaktyki, leżącej daleko za nią (czerwone łuki). Modele komputerowe pokazały, że aby powstał taki obraz, w halo SDP.81 musi znajdować się zbudowana głównie (lub wyłącznie) z ciemnej materii galaktyka karłowata o masie 10^9 $M_\odot$ (zielone kółko). Drobiazg, ale cieszy, bo przy każdej dużej galaktyce powinno być mnóstwo takich karłów, a dotychczas ich raczej nie było widać.

19 IV — Do listy czterech uznanych planet karłowatych, krążących poza orbitą Neptuna, a są to: Pluton, Eris, Haumea i Makemake, wkrótce pewnie trzeba będzie dołączyć piąty. Obiekt 2007 OR_{10} (wciąż bez nazwy) okazał się znacznie ciemniejszy (albedo tylko 9%), a więc i większy niż sądzono. Jego średnica szacowana jest obecnie na ok. 1500 km, co plasuje go na trzecim miejscu w tym towarzystwie (rys. poniżej). Obecnie jest 87 j.a. od Słońca i wciąż się oddala. Do peryhelium w okolicach orbity Neptuna powróci w XXIV w.

25 IV — Z wspomnianych wyżej transneptunowych planet karłowatych tylko Makemake nie miała dotychczas znanego nam księżyca. Już ma. Tymczasowo nazwano go MK2. Pojawił się na zdjęciu wykonanym teleskopem Hubble'a jako plamka 1300 razy słabsza od planety. (lewa strona fot. na sąsiedniej stronie). Dwa dni później już go nie było (strona prawa). Może skrył się za planetą? Dalszych obserwacji na razie nie ma.

MAJ 2016

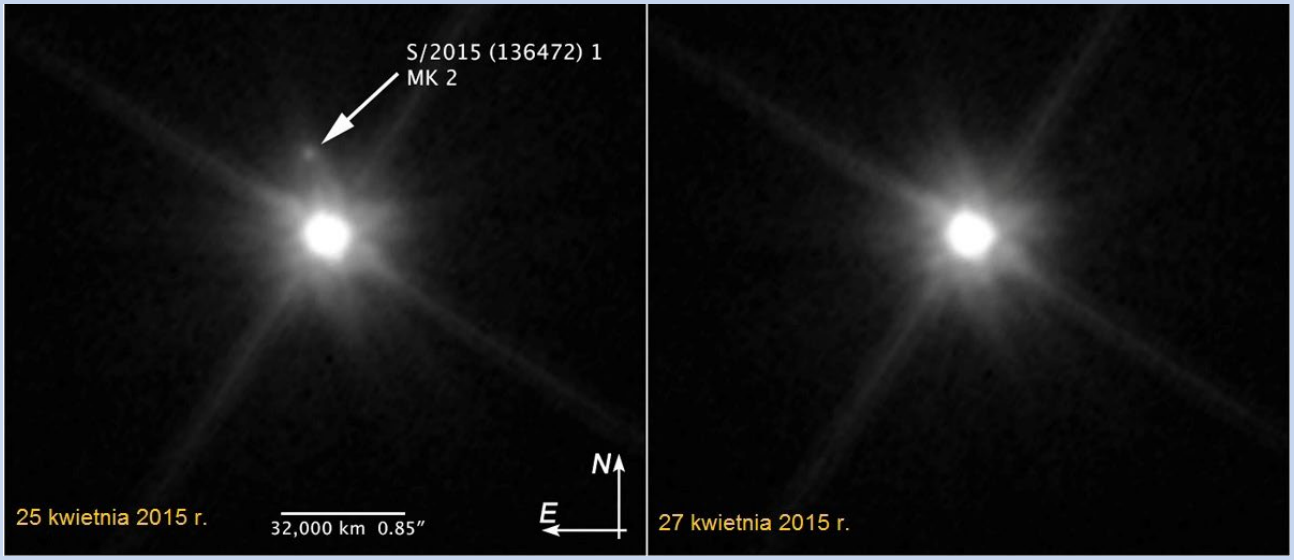
2 V — Gwiazda TRAPPIST-1 jest bardzo chłodnym czerwonym karłem (typ widmowy M8, temperatura efektywna 2550 K), o masie zaledwie 0,08 $M_\odot$. Poniżej tej masy są już brązowe karły. Jest najmniejszą gwiazdą, przy której odkryto planety. Jest ich 3 i mają rozmiary podobne do Ziemi. (zob. s. 44 w tym numerze „Uranii"). A dotychczas wątpiono, że tak małe gwiazdy w ogóle mogą mieć układy planetarne. Mogą.



Źródło: Konkoly Observatory/András Pál, Hungarian Astronomical Association/Iván Éder, NASA/JHUAPL/SwRI

9 V — Przejście Merkurego na tle tarczy Słońca. W Polsce widoczne od wczesnego popołudnia do zachodu Słońca („Urania" 6/16, s. 18). Jeśli ktoś przegapił, to następną okazję będzie miał 11 XI 2019 r.

10 V — Opublikowano listę 1284 kolejnych *potwierdzonych* (z prawdopodobieństwem > 99%) planet pozasłonecznych, odkry-



Źródło: NASA, ESA, and Z. Levay (STScI), A. Parker

tych przez zakończoną 3 lata temu misję Kepler. Tym samym liczba egzoplanet na koncie Keplera osiągnęła 2325, a w sumie znamy już ponad 3400 takich obiektów, w 2600 układach. Ostatnia część katalogu „Keplera" jest jeszcze w przygotowaniu. (por. „Urania", 3/2016 s. 43)

17 V — Próbnik New Horizons nie śpi. Po pełnym sukcesów przelocie obok Plutona zeszłego lata („Urania" 4/2015, s. 14, 16), zbadał kolejny obiekt z pasa Kuipera,1994 JR1, choć z odległości aż (a może raczej zaledwie) ponad 100 mln km. Udało się ustalić, że nie jest to, jak podejrzewano, odległy księżyc Plutona i wyznaczyć jego okres obrotu (5,5 godziny). Szacuje się, że przed planowanym na 2019 r. bliskim spotkaniem z 1994 MU69, New Horizons natknie się na jeszcze ok. 20 takich obiektów.

23 V — Wysunięto ciekawą hipotezę, dotyczącą starego problemu, znanego jako paradoks słabego Słońca. 4 mld lat temu na Ziemi istniała woda w stanie ciekłym (czego dowodzi wiek najstarszych skał osadowych). Dlaczego nie zamarzła, skoro Słońce świeciło wtedy z 70% swojej obecnej mocy? Rozwiązanie podsuwa badanie gwiazd podobnych do Słońca, ale w wieku młodzieńczym. Owszem, świecą słabiej, ale za to są ogromnie aktywne. Superwybuchy, jakie na Słońcu zdarzają się raz na 100 lat, tam są codziennością. Zapewne tak samo zachowywało się młode Słońce. Potężny strumień cząstek, docierając do ziemskiej atmosfery wzbogacał jej chemię, tworząc np. podtlenek azotu (N_2O), gaz cieplarniany 300 razy silniejszy od CO_2, który z kolei chronił Ziemię przed wychłodzeniem. Być może przy okazji powstawały też kwasy nukleinowe RNA i DNA, zarodki życia?

25 V — W siedzibie Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO) podpisano wart 400 mln € kontrakt na budowę 85-m kopuły i montury dla 39-m teleskopu E-ELT (*European Extremely Large telescope*). Budowa na chilijskim szczycie Cerro Armazones rozpocznie się w przyszłym roku (zob. „Urania" 5/2014, s. 6, „Urania" 4/2016, s. 43).

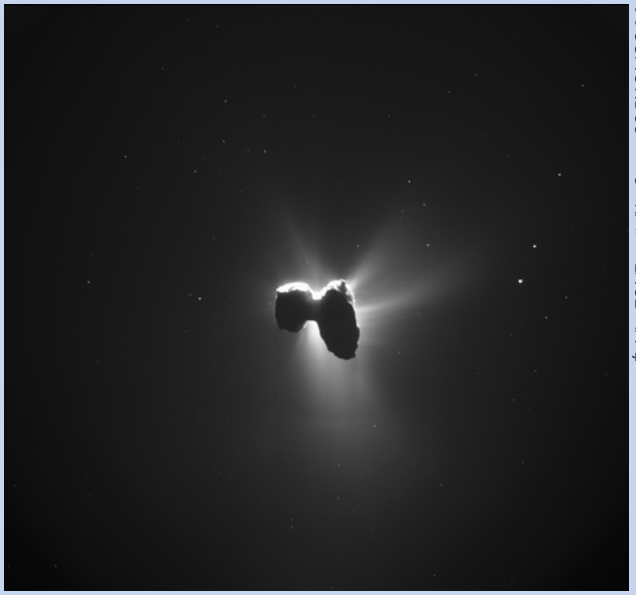
27 V — Przypominający hantle kształt jądra komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko (fot. obok) nie jest wyjątkowy. Z 7 komet, dla których dostaliśmy wystarczająco wyraźne obrazy, aż 5 wykazuje podobną strukturę (choć nie tak jaskrawą). Widać jest to powszechny los komet okresowych: pływy powodowane przez Słońce i Jowisza, wspomagane odrzutem wywoływanym przez ulatujące z jądra gazy mogą tak je rozkręcić, że jest ono rozrywane przez siłę odśrodkową. Tak powstałe dwa kawałki nie oddalają się jednak od siebie zanadto i po pewnym czasie znów się sklejają w kształt kartofla (jak 1P/Halley, 19P/Borrelly lub 103P/Hartley 2) albo nawet kaczki (jak 67P/Cz-G — por. „Urania" 6/2015, s. 7).

27 V — Wśród bogactwa związków organicznych znalezionych przez europejską sondę Rosetta w otoczce komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko odkryto również glicynę (H_2NCH_2COOH), najprostszy z 20 aminokwasów białkowych. To pierwsza detekcja tego związku w kometach i pierwszy *niewątpliwy* dowód jego istnienia w kosmosie.

28 V — W galaktyce eliptycznej NGC 4125 (Smok) wybuchła supernowa nazwana SN 2016 coj. W chwili odkrycia miała jasność wizualną $15{,}5^m$ i szybko jaśniała. Dwa tygodnie później osiągnęła 13^m — do obejrzenia przeciętnym amatorskim teleskopem.

31 V — Nowe, szczegółowe badania skał księżycowych dowodzą, że woda, w śladowych ilościach obecna we wnętrzu Księżyca została tam naniesiona w ponad 80% przez meteoryty (głównie chondryty węgliste), a tylko w drobnej części przez komety. Potwierdza to wcześniej wyciągnięte wnioski co do pochodzenia ziemskiej wody.

Wybrał i skomentował: Marek Muciek



Źródło: ESA/Rosetta/NavCam – CC BY-SA IGO 3.0

Kim był i dlaczego warto o nim pamiętać

Witelo — pierwszy polski astronom

Andrzej Strobel
Józef Szudy

Witelo był pierwszym astronomem w dziejach Polski, i to od razu o międzynarodowej, wielowiekowej sławie. Jego działalność znacznie poszerza polski wkład w rozwój intelektualny Europy — od jej początków. Niestety, w wyniku nieporozumień i często przekłamań został zapomniany — także w Polsce. A jego dzieła czytał Kopernik, Kepler, Leonardo da Vinci...

Przekład i opracowanie Księgi X Perspektyw, poświęconej m.in. zjawiskom optycznym w atmosferze i zagadnieniom astronomicznym ukazał się w roku 2015, ogłoszonym przez ONZ Międzynarodowym Rokiem Światła.

REZOLUCJA

Na posiedzeniu plenarnym 68. Sesji Zgromadzenia Ogólnego ONZ została przyjęta Rezolucja[1], proklamującą rok 2015 *Międzynarodowym Rokiem Światła i Technologii Wykorzystujących Światło*. Uzasadnieniem wyboru roku 2015 było przypadające w nim milenium od chwili napisania przez arabskiego uczonego Ibn al-Haytham (w Europie bardziej znanego pod zlatynizowanym nazwiskiem Alhazena) około roku 1015 traktatu poświęconego optyce, zatytułowanego *Kitab al-Manazir* (*Książka o Optyce*)[2]. W traktacie tym Alhazen przedstawił opis matematyczny rozchodzenia się promieni świetlnych, włączając w to zjawiska odbicia i załamania. W Rezolucji ONZ wskazano również na szereg innych przypadających na rok 2015 „okrągłych" rocznic wielu zdarzeń i odkryć związanych z badaniami światła. Jednym z ważnych celów, które znalazły się w programie Roku Światła jest walka z zanieczyszczeniami świetlnymi i emisją sztucznego światła w niebo. Podkreślono w niej, że troszcząc się o ciemne niebo, przyczynimy się do redukcji zużycia energii na Ziemi. Mając to na względzie, ideę Roku Światła poparła Międzynarodowa Unia Astronomiczna, która zwróciła uwagę na specyficzny aspekt zagadnienia ochrony obszarów naturalnego ciemnego nieba, traktując je jako dziedzictwo ludzkości. Nawiązanie Roku Światła do milenium traktatu Alhazena przywołuje pamięć największego popularyzatora dzieła Alhazena a równocześnie jednego z największych uczonych średniowiecza — pierwszego polskiego uczonego o wielowiekowej, międzynarodowej sławie — Witelona. Witelon w wieku XIII nie tylko rozwinął i spopularyzował myśl Alhazena, ale także znacznie przyczynił się do rozwoju optyki oraz astronomii w późnym średniowieczu i na początku czasów nowożytnych. W tym aspekcie zupełnie niezrozumiały jest całkowity brak wzmianki o tej postaci w uzasadnieniu rezolucji.

ŻYCIE

Postać Witelona otoczona jest nadal wieloma tajemnicami. Wobec całkowitego braku dokumentów jednoznacznie odnoszących się do postaci i życia Witelona, jego biografię i działalność odtworzono na podstawie strzępów informacji dotyczących samego Witelona, rozsianych w tych jego dziełach, które dotrwały do czasów obecnych. Niektóre uzyskano poprzez skojarzenia wymienionych w jego dziełach postaci, miejsc i zdarzeń [3].

Witelo żył i działał w XIII wieku. Urodził się około roku 1230 prawdopodobnie w Legnicy (na Śląsku). Ojcem jego był kolonista z Turyngii z miasta Żytyc (Ziz), matką Polka ze Śląska.

Sam Witelo przedstawiał się konsekwentnie jako Turyngo-Polak. Ziemię ojczystą, Śląsk, nazywał Polską. Tak prezentowali go wydawcy jego dzieła, a w powszechnej ówczesnej świadomości uchodził za Polaka.

Wykształcenie początkowo — w zakresie trivium i quadrivium — odebrał prawdopodobnie w Legnicy i Wrocławiu, po czym studiował nauki wyzwolone (Artium) w Paryżu a następnie prawo kanoniczne w Padwie, gdzie był również lektorem na wydziale sztuk wyzwolonych. Swoje badania i pisanie traktatów naukowych prawdopodobnie rozpoczął jeszcze w Paryżu, ale później głównie we Włoszech, w Padwie i podczas pobytu w kurii papieskiej w Viterbo. Oprócz działalności naukowej aktywnie uczestniczył także w dyplomacji jako wysłannik książąt śląskich i dworu królewskiego oraz cesarskiego w Pradze. Ostatnie lata życia Witelona są otoczone tajemnicą; zmarł w nieznanym miejscu i nieokreślonym bliżej czasie po roku 1281.

ROZPRAWY WITELONA[4,5]

Zainteresowanie i działalność naukowa Witelona koncentrowały się głównie na styku filozofii i badań światła (optyki). Witelo napisał szereg traktatów naukowych, z których do naszych czasów zachowały się w całości tylko dwa:

1. Napisany w Padwie, w formie listu do przyjaciela, Ludwika we Lwówku Śląskim pt. *De causa prymaria poenitentiae In hominibus et de natura daemonum*, czyli „O najgłębszej przyczynie żalu za grzechy u ludzi i naturze demonów".

Tekst tego listu został odkryty w latach 20. XX w. i wydany drukiem w 1979 r.

2. Dzieło poświęcone optyce „Perspektywa".

Poza tym znamy tytuły kilku innych traktatów Witelona z informacji o nich zawartych w wyżej wymienionych rozprawach:

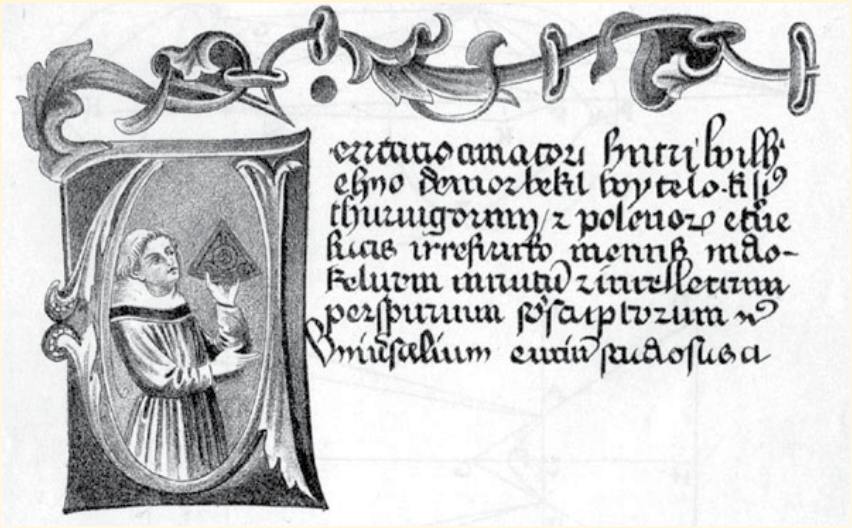
De ordine Pentium („O porządku bytów"),

De elementis conclusionibus („O wnioskach podstawowych"),

Philosophia naturalia („Filozofia przyrody"),

Scientia motuum coelestium („Nauka o ruchach niebieskich"),

Naturales animae passiones („Naturalne doznania duszy"),



Strona z rękopisu „Optyki" z miniaturą przedstawiającą Witelona; manuskrypt z końca XIII w. Źródło: http://monika.univ.gda.pl/~literat/grafika/optyk.htm

De partibus Universi („O częściach Wszechświata").

PERSPECTIVA

Główne dzieło Witelona, *Perspectiva*, które rozsławiło jego imię przez kolejne cztery wieki, było poświęcone optyce. Poza rękopisami, zostało dwukrotnie wydane drukiem: pierwszy raz w roku 1535 w Norymberdze, w tej samej oficynie, w której osiem lat później wydano „O Obrotach" M. Kopernika. Warto zauważyć, że w 1539 r. Georg Joachim Retyk, odwiedzając we Fromborku Kopernika, podarował mu egzemplarz tego wydania. W czasie „potopu" Szwedzi wywieźli ten egzemplarz z Polski i obecnie znajduje się on w zbiorach Uniwersytetu w Upsali. W roku 1551 w tej samej oficynie w Norymberdze ukazał się przedruk tego wydania.

Kolejne wydanie drukiem nastąpiło w roku 1572 r. w Bazylei, przez włączenie tego traktatu, jako głównej części, do dzieła zatytułowanego „Skarbiec Optyki", wydanego przez Fryderyka Risnera za namową matematyka francuskiego Petrusa Ramusa. Wspólnie z dziełem Witelona wydano w tym samym woluminie pracę Alhazena *De aspectibus*, któremu Risner nadał grecki tytuł „Optyka". Tekst „Perspektywy" Risner przeanalizował krytycznie, ale umieszczając ją w swoim wydaniu po „Optyce" Alhazena, wywołał na wiele lat wrażenie, że Witelon był prostym naśladowcą Alhazena.

Dzieło Witelona pod pełnym tytułem *Perspectivorum libri X* było monografią i obejmowało całokształt greckiej, arabskiej i współczesnej Witelonowi nauki o optyce. Stanowiło też jedno z najobszerniejszych dzieł w historii tej dziedziny. Witelo zajmuje się w nim nie tylko optyką geometryczną, ale i budową oka i mechanizmem widzenia a także optyką meteorologiczną. „Perspektywa" była traktowana jako główny podręcznik akademicki w największych uniwersytetach europejskich i zapewniła Witelonowi wielowiekową sławę do początków XVII wieku. Korzystali z niego najwięksi uczeni przez kilkaset lat. Stworzyło ono pomost dla powstania i rozwoju nauki nowożytnej. Pośrednim potwierdzeniem jego znaczenia i popularności jest fakt, że do czasów obecnych udało się już znaleźć przeszło 20 rękopisów dzieła rozsianych po całej Europie[3].

Traktat o optyce Witelo napisał prawdopodobnie w okresie 1270–1274, podczas pobytu na dworze papieskim w Viterbo, w czasie prawie trzyletnich oczekiwań na wybór papieża po śmierci Klemensa IV. Tam poznał i zaprzyjaźnił się z Wilhelmem z Moerbeke (z Holandii), spowiednikiem papieskim i tłumaczem dzieł starożytnych z greki na łacinę. Przekładów takich dokonał Wilhelm osobiście także dla Witelona. Pod wpływem Wilhelma, za jego namową i przy jego wsparciu, Witelo podejmuje pracę nad „Perspektywą", którą zresztą dedykuje Wilhelmowi.

Przedmiotem „Perspektywy" jest głównie tzw. optyka geometryczna. Witelo w swym dziele przeszedł od aksjomatów i twierdzeń geometrycznych do ich zastosowań w prawach optycznych załamania i odbicia.

Dzieło Witelona składa się z 10 ksiąg.

W Księdze I są zawarte podstawowe twierdzenia trygonometrii wykorzystane w kolejnych twierdzeniach i dowodach. Niektóre z twierdzeń geometrycznych, autorstwa Witelona, są jego oryginalnym wkładem do geometrii. Księga II stanowi kompleksowy przegląd zagadnień poruszanych w pozostałych księgach. W Księdze III przedstawia budowę oka, mechanizm powstawania obrazu oraz aspekty psychologii i fizjologii widzenia. Księgę IV Witelo poświęcił widzeniu przedmiotów bezpośrednio i błędom postrzegania. Omówił w niej również zagadnienia perspektywy w malarstwie. Z tej części korzystał m.in. Leonardo da Vinci w swojej „Historii Malarstwa". Na podstawie treści Ksiąg III i IV, gdzie rozwinął teorię widzenia, Witelo wszedł także do historii medycyny. W Ksiegach V–IX omówione są zjawiska odbicia i widzenie przy użyciu zwierciadeł, w Księdze X zjawiska załamania, widzenie w świetle załamanym oraz pewne aspekty optyki atmosfery a także niektóre zagadnienia astronomiczne.

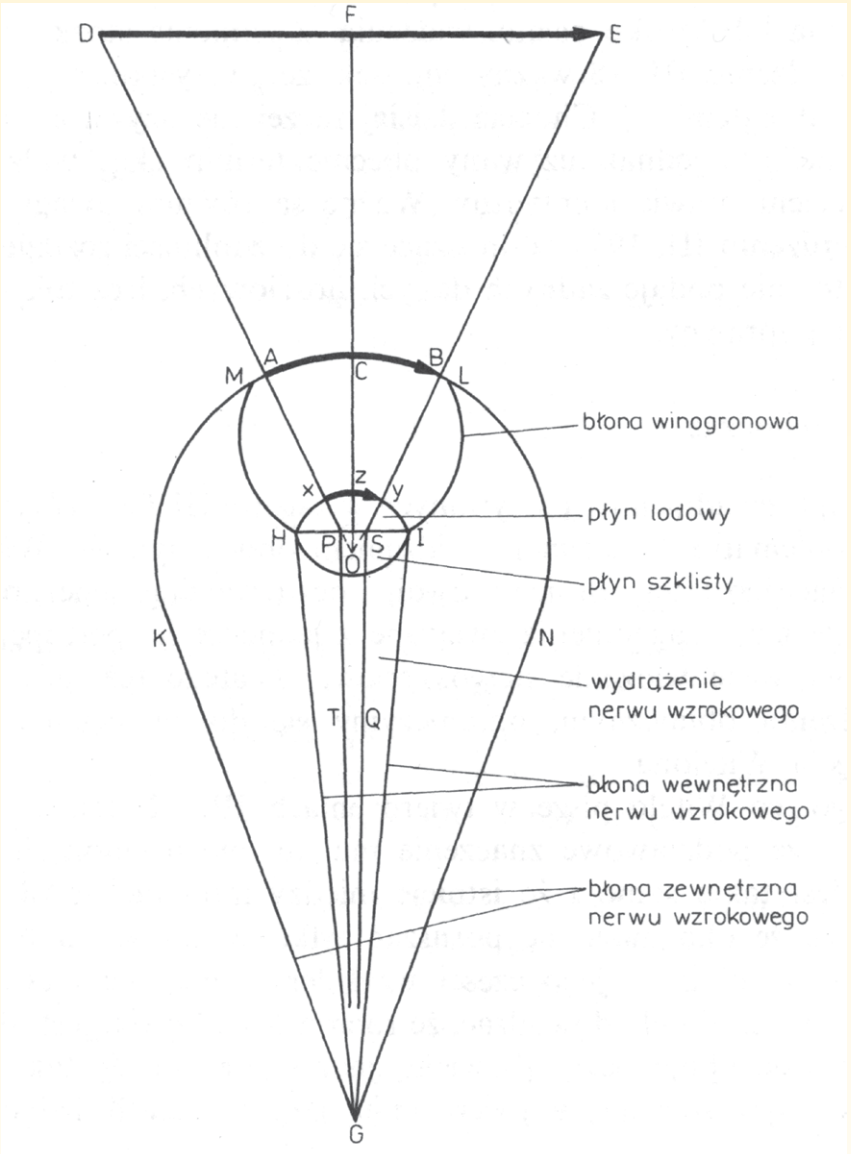
ASTRONOMIA WITELONA

Główne dzieło Witelona „Perspektywa" dotyczy światła, a ściślej, w rozumieniu współczesnym, optyki geometrycznej. Co zatem uzasadnia i usprawiedliwia uznanie Witelona za astronoma?

Opinię o Witelonie jako najdawniejszym polskim astronomie wyraził Aleksander Birkenmajer[5], a powtórzył m.in. Stanisław R. Brzostkiewicz w swoim krótkim artykule umieszczonym w 1963 r. w „Uranii"[6], podając w nim kilka szczegółów z życia i twórczości tego uczonego, ale ograniczając się tylko do przypomnienia jego wkładu do optyki, nie akcentując jego działalności *explicite* astronomicznej. Opinia o Witelonie jako pierwszym polskim astronomie znalazła również swoje odbicie w „Historii Astronomii Polskiej"[7] gdzie czytamy:

Działalność naukowa Witelona dotyczyła czterech dziedzin: fizyki z optyką na czele, filozofii, matematyki i astronomii. Ta ostatnia dziedzina (astronomia) była prawdopodobnie szerzej omówiona w zredagowanym przez Witelona, w formie listu, traktacie „De partibus universi", w jego dziele „Philosophia naturalis" poświeconym częściowo meteorologii oraz w piśmie „Scientia motuum caelestianum" zapewne poruszającym już cały zespół zagadnień (jednoznacznie) astronomicznych. Żadne z tych pism nie dotrwało do naszych czasów. Z wymienionych dwóch ostatnich traktatów, podał Witelo kilka cytatów w swoim głównym dziele o Optyce.

Na podstawie treści tego optycznego dzieła możemy odtworzyć w ogólnych zarysach astronomiczne poglądy, wiedzę i działalność Witelona.



Rys. 1. Powstawanie obrazu w oku wg mechanizmu opisanego przez Witelona. DFE — oglądany przedmiot; ACB — jego odwzorowanie na powierzchni widzenia, XZY odwzorowanie przedmiotu na przedniej powierzchni kuli lodowej. O — środek oka. DAXPT i EBYSQ — linie rozprzestrzeniania się form dających wyraźne widzenie punktów D i E (są one prostopadłe do powierzchni rogówki i przedniej powierzchni płynu lodowego); HI — powierzchnia rozgraniczająca płyn lodowy i szklisty, G — punkt środkowy nerwu wspólnego; ML — powierzchnia rogówki; FCZO — linia prostopadła do powierzchni rogówki, przedniej powierzchni płynu lodowego i powierzchni rozgraniczającej płyn lodowy i szklisty. Źródło: *Perspektywy Księga II i III*

Według Birkenmajera, dwie rozprawy Witelona poświęcone astronomii, mianowicie *De partibus Universi* („O częściach Wszechświata") i *Scientia motuum coelestium* („Nauka o ruchach niebieskich"), Witelo napisał w latach 1262–1273, a więc przed napisaniem *Perspektywy*[5]. Ze względu na to, że nie odnaleziono dotąd żadnych wiarygodnych informacji o rozprawach dotyczących astronomii napisanych przez kogokolwiek z Polski przed rokiem 1273, można — na podstawie ustaleń Birkenmajera — uznać Witelona za pierwszego polskiego uczonego zajmującego się astronomią. Jarosław Włodarczyk[8], przedstawiając dzieje astronomii w Polsce, pisze o „dwóch uczonych europejskiego formatu, którzy wywodzili się ze Śląska" i obaj w XIII wieku — mając na myśli Witelona i Franko z Polski. Według ustaleń Włodarczyka — i wcześniejszych Birkenmajera — traktat Franka z Polski został napisany w Paryżu przed lipcem

1284 r., a więc później niż dzieła Witelona. Poza tym, Franko był prawdopodobnie uczniem Witelona.[6]

W „Perspektywie" można znaleźć szereg treści, które nawet w rozumieniu współczesnym dotyczą zagadnień astronomicznych[9]. Podawane treści astronomiczne Witelo odnosi albo do własnych traktatów, albo do powszechnie uznawanych autorytetów z tej dziedziny — głównie Arystotelesa, Ptolemeusza i Mesahalli. W większości jednak przypadków, mimo że korzystał z wyników innych autorów, to ich nie cytował.

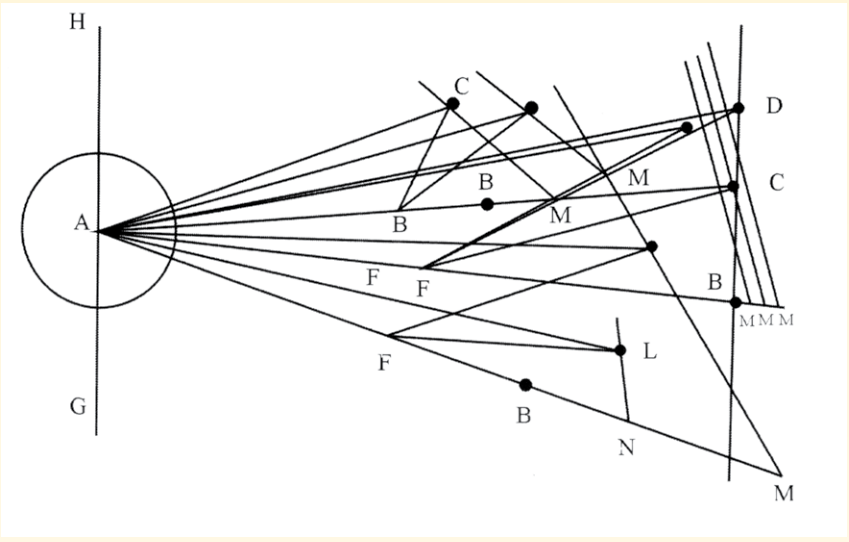
W Księdze IV (Twierdzenie 77) Witelo mówi o ruchu Księżyca wokół Ziemi i powstawaniu faz Księżyca w wyniku zmian obserwowanej, oświetlonej jego części — różnego wzajemnego ułożenia stożków oświetlenia i widzenia. Stwierdza też, że planety widzimy dzięki odbitemu od nich światłu słonecznemu, ale nie obserwujemy faz tych planet tak jak Księżyca, w wyniku ich znacznych odległości. Powołuje się tu na arabskiego astronoma — Messahali, żyjącego na przełomie VII/VIII w. Kwadry dla planety Wenus zaobserwował dopiero Galileusz, używając skonstruowanej przez siebie lunety. Dalej, typowo dla swoich czasów przyjmuje, że ciała niebieskie i Księżyc mają pewną gęstość — przezroczystość. Na przykład w Księdze X (Twierdzenie 50) stwierdza, że przezroczystość ciała niebieskiego jest rzadsza niż przezroczystość powietrza i ognia (Alh. VII,16).

W Księdze X (Twierdzenie 52) Witelo mówi o średnicach gwiazd (planet) — mając na myśli ich rozmiary kątowe, ale przyjmując oczywiście za realne ich rzeczywiste rozmiary.

W Księdze X (Twierdzenie 59) czytamy: *Przyjąwszy… co w innym miejscu wykazali starożytni i ja, że ciało Słońca jest większe niż ciało Ziemi*. Wydawcy piszą w dopisku o dziele *In Astronomicis* — niewiadomego autora. Być może to stwierdzenie wynikało z jego własnych pomiarów. Podaje tu też odległość od Słońca do Ziemi równą 1200 promieniom Ziemi.

W Księdze X (Twierdzenie 60) Witelo mówi o cieniu Ziemi w przestrzeni w postaci stożka… i że przejście stożka tego cienia przez Księżyc wywołuje jego zaćmienie.

W Księdze X Twierdzenie 69 ma brzmienie: *Bieg ciał błądzących (planet) jest ograniczony do części, w której kończy się punkt skrajny zodiaku* — mając na myśli ekliptykę.

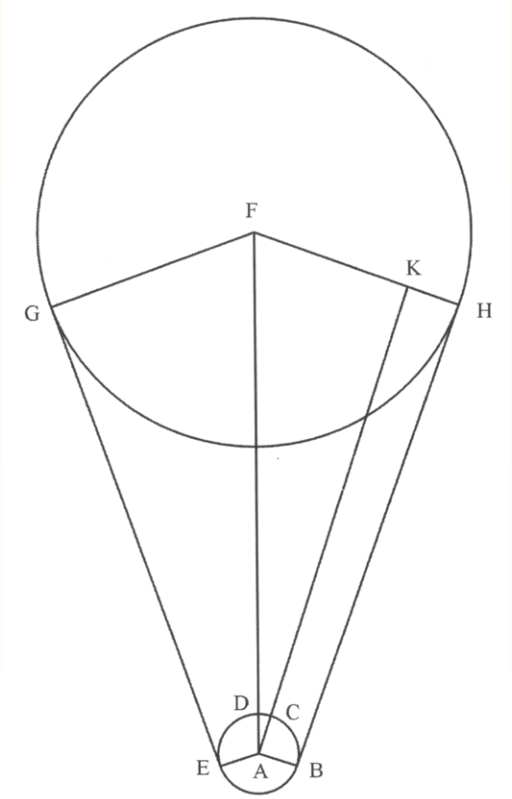


Rys. 2. Tęcza jako produkt skomplikowanych, wielokrotnych odbić i załamań promieni światła w tzw. „wilgotnych oparach", tzn. małych kroplach wody w chmurach. Rozważania Witelona są ilustrowane twierdzeniami odnoszącymi się do geometrii zjawiska. Opierając się na geometrii i rozszerzonej przez siebie arystotelesowskiej fizyce Witelon nie był jednak w stanie podać właściwego wyjaśnienia powstawania tęczy — pierwsze zadowalające wytłumaczenie zjawiska tęczy podał w roku 1637 Kartezjusz, ale kolory udało się wytłumaczyć dopiero dzięki Newtonowi w trzydzieści lat później. Źródło: *Perspektywy Księga X*

W Księdze X (Twierdzenie 77), chociaż wyraźnie nie cytuje Ptolemeusza, to podaną przez niego wartość 23°51 nachylenia ekliptyki do równika bierze od niego.

W wielu twierdzeniach Witelo poprawnie posługuje się terminami astronomicznymi, pojęciem „wielkości" gwiazdowych, południka lokalnego, równika, ekliptyki. Zdawał on sobie doskonale sprawę — czego dowodzi w kilku miejscach — z olbrzymiej odległości przestrzennej między Ziemią a sferą gwiazd stałych. Cytuje w takich przypadkach swój traktat *De partibum Universi*.

Witelo przyjmuje także, jako oczywiste, że ciała niebieskie, przebywające w świecie nadksiężycowym, posiadają określoną przezroczystość, należą do żywych jestestw duchowych i złożone są z duszy i z właściwego ciała niebieskiego. Przykładami takich ciał są dla Witelona także Słońce i Księżyc. Ziemia, należąca do podksiężycowej, niższej strefy układu kosmicznego, gdzie ciała stanowią związki czterech elementów: ziemi, wody, ognia i powietrza, (w przypadku Ziemi z przewagą ziemi i wody) stanowi środek całego świata, a jej środek jest niepodzielny i nieruchomy. Jest rzeczą godną podkreślenia, że Witelo znał takie instrumenty astronomiczne, jak astrolabium, sfera armilarna oraz kwadrant i poprawnie potrafił się tymi przyrządami posługiwać. Jednakże podawanie wymienionych treści astronomicznych może



Rys. 3. Ilustracja twierdzenia, że Słońce będąc większe od Ziemi, oświeca ją na powierzchni większej od półkuli. Źródło: *Perspektywy Księga X*

równie dobrze wskazywać na dobrą znajomość XIII-wiecznej astronomii, a niekoniecznie na astronomiczną działalność Witelona.

We fragmencie „Historii Astronomii w Polsce" dotyczącym astronomicznej działalności Witelona[7] czytamy dalej:

O astronomicznym wykształceniu i działalności na tym polu Witelona świadczyć więc mogą następujące fakty:

1) Napisanie przynajmniej dwóch dzieł o treści astronomicznej (Departibus Universi i Scientia motuum caelestium),

2) znajomość Almagestu Ptolemeusza,

3) tablic i instrumentów astronomicznych,

4) zajmowanie się rozmiarami ciał niebieskich i ich odległościami przestrzennymi,

5) próba wytłumaczenia przenoszenia wpływów świata nadksiężycowego na świat podksiężycowy za pomocą fizykalnej teorii światła,

6) wyjaśnianie niektórych zagadnień z zakresu optyki meteorologicznej.

Trzeba jednak pamiętać, że dowody na astronomiczną działalność Witelona ograniczone wyłącznie do haseł zgodnych ze współczesnym rozumieniem takich badań mogą nie odzwierciedlać w pełni astronomicznych aspektów jego działalności. Przykładem tego może być działalność wymieniona w punkcie 5 powyższej listy, gdzie zwrócono uwagę na rolę światła jako przekaźnika informacji o obiektach niebieskich.

Jakie zatem fakty przemawiają za astronomiczną działalnością Witelona i pozwalają uznać go rzeczywiście za astronoma? Jaki był związek jego działalności z badaniami astronomicznymi?

Okazuje się, że odpowiedź na pytania o astronomiczną działalność Witelona ściśle wiąże się z motywacją podjęcia przez Witelona, prawnika od prawa kanonicznego, badań światła i skupienia uwagi na optyce. I odpowiedź ta zdaje się tkwić w filozoficznych i kosmologicznych poglądach Witelona.

FILOZOFIA I KOSMOLOGIA WITELONA

Epoka, w której żył Witelo, była okresem budzenia się Europy z intelektualnego uśpienia trwającego tysiąclecie. Zerwanych ciągłości intelektualnej i naukowej ewolucji trzeba było poszukiwać w starożytności. Ale to intelektualne uśpienie dotyczyło całego otoczenia Morza Śródziemnego. Pierwsi z odrętwienia obudzili się Arabowie. Oni też pierwsi podjęli próbę odtworzenia ewolucji intelektualnej poszukując w spuściźnie starożytnych idei przewodnich, sugestii, wyników badań i teorii dotyczących przyrody.

Europa na tę drogę weszła dwa — trzy wieki później, głównie w XIII w. Dowodem tego zachodnioeuropejskiego zrywu było masowe powstawanie uniwersytetów we Włoszech, Anglii, Francji a nieco później w Niemczech i Polsce. Tworzyła się coraz liczniejsza elita intelektualistów. Na terenie Polski proces ten objął głównie jej najlepiej rozwinięte gospodarczo i unormowane politycznie obszary, np. Śląsk. Równocześnie jednak nie zanikł całkowicie charakterystyczny dla epoki średniowiecza okres niepokojów politycznych, rozruchów i wojen, niesprzyjających rozwojowi intelektualnemu. Obrazem tych niepokojów były m.in. najazdy Tatarów na Europę. Witelo znalazł się w szczególnie trudnych uwarunkowaniach zewnętrznych dla prowadzenia badań naukowych.

Witelo należał do czołówki nowej europejskiej generacji intelektualnej, która poszukując w przeszłości wskazówek, wiedzy, idei i teorii sięgała zarówno do starożytności, jako głównego skarbca takich informacji, jak i do nauki arabskiej, która wyprzedzała Europę w intelektualnym rozwoju.

OPTYKA — ASTRONOMIA W XIII WIEKU

Jedną z dziedzin, którą pozostawili w spuściźnie wcześniejsi starożytni i arabscy badacze, była fizyka, a w niej, w szczególności nauka o świetle — częściej rozumiana jako nauka o widzeniu.

Związek optyki z astronomią wynikał np. z etymologii słowa optyka[11] *— od widzę — i u Arystotelesa odnosiło się ono do nauki o prawach widzenia. W łacinie używano też greckiego słowa* optice*, albo w tłumaczeniu łacińskim* perspectiva *— od patrzę, oglądam — dokładnie oglądam. Optykę więc rozumiano nie tyle jako naukę o świetle, ile naukę o widzeniu, a więc według Arystotelesa, o pewnej potencji naszych zmysłów. W tym znaczeniu jest ona pomocna astronomii* — stanowi podstawę metody oglądania gwiazd. Stanowiło to istotne, „techniczne" powiązanie optyki i astronomii.

W Europie XIII w. głównymi źródłami wiedzy o optyce były, oprócz dzieł Arystotelesa, także dzieła innych greckich uczonych, jak np. Euklidesa czy Ptolemeusza oraz autorów arabskich.

Za największy autorytet w dziedzinie optyki uchodził wspomniany powyżej arabski uczony z przełomu IX i X wieku znany pod zlatynizowanym imieniem Alhazena, autor najbardziej popularnego traktatu *De aspectibus* („O optyce") — przetłumaczonego w XI w. na łacinę. Witelo, rozpoczynając swoje badania nad światłem, potraktował to dzieło, w oczywisty sposób, jako punkt wyjścia do swoich rozważań. Ale nie ograniczył się wyłącznie do niego, sięgał również bezpośrednio do autorów starożytnych. Co więcej, podjął próbę objęcia i usystematyzowania całej wiedzy o świetle od czasów najdawniejszych, dostępnej mu w pismach starożytnych, arabskich (głównie Alhazena) aż do wyników badań współczesnych mu uczonych i myślicieli. Powstało w efekcie dzieło „Perspektywa" o niezwykłych rozmiarach, jedno z najobszerniejszych w historii tej dziedziny, zawierające całą dostępną wiedzę optyczną powstałą na przestrzeni tysiąca pięciuset lat (!) — od starożytności do XIII w., nie mające w zakresie objętości treści sobie równych przez kilkaset kolejnych lat. Jak zatem widać, badanie światła miało istotne powiązanie z astronomią i optyka była, aż do czasów Keplera, traktowana najczęściej jako dział astronomii[11].

W roku 1603 Johannes Kepler zainteresował się teorią widzenia i zaczął studiować *Perspektywę* Witelona, którą uznał za kompendium średniowiecznej wiedzy z dziedziny optyki. Wyniki swoich rozważań opisał w wydanym w 1604 r. traktacie, któremu dał tytuł *Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiae pars optica traditur*, czyli „Uzupełnienia do Witelona, które wykładają część optyczną astronomii". Historycy nauki uważają ten traktat Keplera za pierwsze dzieło poświęcone optyce nowożytnej, przyjmując, że dzieło Witelona było dla niego symbolem i wypełnieniem nauki czasów minionych.

Ale optykę w średniowieczu wiązano także z meteorologią, a więc zagad-

nieniami ówcześnie bliskimi astronomii[11,12].

W swojej *Meteorologica* Arystoteles przypisywał wszystkie zmiany obserwowane na niebie, oprócz ruchów ciał niebieskich, zmianom zachodzącym w sferach elementów ognia i powietrza znajdujących się pomiędzy sferą Księżyca a Ziemią, która z kolei składała się głównie z ziemi i wody. *Meteorologica* była w XIII w. głównym źródłem „meteorologii" obejmującej te zmiany. Komety i pozorne zmiany na niebie zaliczano do zjawisk meteorologicznych a nie astronomicznych. Zmiana tego podejścia nastąpiła dopiero w XVI w".

Podobnie do starożytności, w XIII wieku także uważano, że meteorologia dotyczy tego samego przedmiotu co optyka. Składały się na nią przede wszystkim zjawiska, które miały pojawiać się tylko między sferą Księżyca a Ziemią. W strefie poniżej Księżyca miały zachodzić wszystkie obserwowane na niebie nieregularne zmiany, jak na przykład pojawianie się komet, zórz, błyskawic, wiatrów opady dreszczu, gradu i śniegu., zjawisko słonecznego i księżycowego halo oraz tęcza. Niektóre ze wspomnianych zjawisk meteorologicznych omówił Witelo w ostatniej części dziesiątej księgi Optyki. Włączenie do Perspektywy zagadnień optyki meteorologicznej było oryginalnym pomysłem Witelona. Nie miał on w tym przypadku wzorów u poprzedników Euklidesa, Ptolemeusza czy Alhazena, do których dzieł głównie nawiązywał. Zjawiska meteorologiczne bowiem do tej pory wchodziły głównie w zakres badań filozofów — np. Arystotelesa[7]. Być może Witelo właśnie pod jego wpływem zajął się zjawiskami meteorologicznymi w swoim dziele optycznym. Na podstawie powyższego można zatem przyjąć, że Witelon, zajmując się optyką, w istocie, według ówczesnych pojęć zajmował się w najszerszym tego słowa znaczeniu — astronomią.

Ale poza powiązaniem optyki z teorią widzenia i meteorologią optyka wiązała się także bezpośrednio z astronomią. To powiązanie tkwiło głębiej, w filozofii, a ściślej, w kosmologii. I to właśnie ono najbardziej motywowało badaczy średniowiecza do skoncentrowania się na badaniu światła, co w efekcie przyniosło w średniowieczu najbardziej zauważalny postęp właśnie w optyce. Podobnie mogło być i w przypadku Witelona. Podjęcie przez niego badań nad światłem prawdopodobnie wiązało się z jego poglądami kosmologicznymi.

Typowa dla świata starożytnego kosmologia wiązała we wspólną, nierozerwalną i zgodną całość świat metafizyczny i fizyczny, świat pozazmysłowy i świat dostępny badaniom zmysłowym — świat duchowy i materialny. Takie całościowe ujmowanie otaczającego świata okazało się niezwykle atrakcyjne dla następców myślicieli starożytnych, a szczególnie badaczy w średniowieczu. W pełni odpowiadało bowiem ówczesnemu powszechnemu stanowi umysłowemu: poglądom, wierzeniom i przekonaniom. Ten sposób ujmowania świata przejęli najpierw Arabowie, a później, w oparciu o nich, jak i bezpośrednio w oparciu o przekazy i wzorce starożytnych, także świat średniowiecznej Europy. Przy tym w średniowieczu wieku XIII, w powszechnie przyjmowanym obrazie kosmosu, „fizyczny", tzn. bezpośrednio obserwowany układ astronomiczny był podporządkowany jego strukturze metafizycznej.

Tablica upamiętniająca Witelona na fasadzie Muzeum Miedzi w Legnicy. Źródło: Aw58, commons.wikimedia.org

Podobnie uważał również Witelo. W swoich poglądach kosmologicznych odwoływał się do arabskiego uczonego Awicenny oraz bezpośrednio do Arystotelesa. Zresztą sam Awicenna w swojej kosmologii przejął wiele z kosmologii Arystotelesa w postaci kształtującego podstawę całego świata układu jestestw duchowych żywych, od Boga, poprzez anioły — motory sfer nieba i ciał niebieskich, demony, aż do ludzi i zwierząt bezrozumnych oraz świata roślinnego w hierarchicznej, nadrzędno-podrzędnej strukturze. Konsekwencją nadrzędnej roli świata metafizycznego był podległy mu przestrzenny układ astronomiczny świata — uporządkowanie (uszeregowanie) obiektów astronomicznych.

Witelo przejął i jedynie nieco zmodyfikował taki układ natury, wprowadzając do niego elementy będące wynikiem współczesnych mu rozważań i osiągnięć filozoficznych, głównie szkoły oksfordzkiej i własnych przemyśleń.

Koncepcje filozoficzne Witelona dotyczące wizji świata podał i przeanalizował Burchardt w 1991r.[13].

„Historia Astronomii Polskiej" w dziale: Astronomia podaje[7], że (…) *Pod wpływem Fizyki Arystotelesa zapanował w XIII wieku w Europie pogląd, że cały wszechświat dzieli się na świat nadksiężycowy i podksiężycowy. Te dwa światy różniły się od siebie w sposób zasadniczy. Taki pogląd przyjął również Witelo*.

Pierwszą fazę swojej kosmologii — pierwsze ujęcie układu bytów w świecie Witelo opracował w Padwie w roku 1267 w krótkim liście *De Partibus Universi*, który posłał swym kolegom w Polsce. List zaginął, ale pozostała wzmianka w liście do Ludwika napisanym w następnym roku. *Partibus Universi* dzielił świat na części. Najważniejszymi były niebo i Ziemia. Witelo wyodrębnił je za głównymi autorytetami XIII w. kosmologii, Arystotelesem i Awicenną. Witelo rozróżniał w świecie dwie strefy: strefę sfer i ciał nieba oraz strefę świata podksiężycowego.

Witelo zakładał, że wieczny i niezniszczalny świat nadksiężycowy w ja-

kiś sposób oddziaływał na zniszczalny i podległy zmianom świat podksiężycowy.

Główny dla Witelona problem sprowadzał się do pytania, w jaki sposób odbywa się oddziaływanie ciał niebieskich na ciała ziemskie i co jest nosicielem tych tajemniczych sił (informacji).

W zaawansowanej i zmodyfikowanej wersji swojej kosmologii, którą zawarł w przedmowie do „Perspektywy" i która powstała zaledwie kilku lat później, w środowisku papieskim w Viterbo, głównie w wyniku dyskusji z Wilhelmem i włączenia uwzględnienia koncepcji Grossetesta i być może Bacona, Witello przyjmuje, że głównym przekaźnikiem tych informacji jest światło.

Grosseteste z Oksfordu (ok. 1175––1253) przywiązywał szczególną wagę do badań optycznych, ponieważ uważał, że światło jest „pierwsza formą cielesną rzeczy materialnych i nie tylko nadaje im wymiary przestrzenne, ale stanowi naczelną zasadę ruchu i przyczynowości sprawczej"[12,13]. Według niego, „wszystkie zmiany we wszechświecie można przypisać ostatecznie działaniu tej podstawowej formy cielesnej, a oddziaływanie na odległość, jednego przedmiotu na drugi, spowodowane jest przez rozprzestrzenianie się promieni siły, lub sił (form). Rozumiał przez to przekazywanie jakiejś formy przyczyny sprawczej za pomocą czynnika pośredniczącego, np. światła, które było przy tym najdogodniejsze do badania".

Teorię Grosseteste'a o rozprzestrzenianiu się form przyjęli Bacon, Peckham i Witelon a także inni pracujący nad optyką w nadziei wyjaśnienia nie tylko działania światła, lecz także natury przyczynowości sprawczej w ogólności. Aby to osiągnąć, zasadniczą rzeczą było zastosowanie matematyki, ponieważ wg Arystotelesa optyka podporządkowana jest geometrii.

Witelo jednak rozróżnia w systemie przekazu w świecie światło boskie i światło cielesne. Burchardt[14]: „pełne ujęcie problematyki kosmologicznej Witelona z zachowanych jego dzieł jest istotne (przede wszystkim) dla rekonstrukcji węzłowych zagadnień Witelońskiej psychologii, bo… filozoficzne ujęcie kosmosu rzutuje na sytuację psychiczną człowieka jako bytu uzależnionego w swym istnieniu i poznawaniu wg Witelona od dwu kategorii kosmicznych wpływów niesionych przez dwa całkowicie odrębne rodzaje światła. Światło Boskie i światło cielesne."

Edycja wersji polskiej Księgi X „Perspektywy" stanowi zakończenie prac edytorskich, których celem było udostępnienie czytelnikowi krajowemu dzieła pierwszego polskiego uczonego o międzynarodowym znaczeniu. Prace te były prowadzone na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika przez zespół badaczy, któremu przez cały okres datujący się od końca lat 70. minionego wieku przewodzili prof. Andrzej Bielski z Instytutu Fizyki oraz prof. Witold Wróblewski z Katedry Filologii Klasycznej UMK. Wydano w sumie 5 tomów dzieł Witelona.

(1) *Witelona Perspektywy Księga II i III. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Wstęp, przekład i komentarze: L. Bieganowski, A. Bielski, R. S. Dygdała, W. Wróblewski. Redaktor przekładu: W. Wróblewski, Studia Copernicana XXIX, Ossolineum, Wrocław 1991*.

(2) *Witelona Perspektywy Księga IV. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Przekład z języka łacińskiego: W. Wróblewski. Wstęp, opracowanie przekładu i komentarz: L. Bieganowski, A. Bielski, W. Wróblewski. Studia Copernicana XXXIII, Wydawnictwa IHN PAN, Warszawa 1994*.

(3) *Witelona Perspektywy Księga V, VI, VII. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Przekład z języka łacińskiego: W. Wróblewski. Wstęp, opracowanie przekładu i komentarz: A. Bielski i W. Wróblewski. Studia Copernicana XL, Wydawnictwo UMK, Toruń 2003*.

(4) *Witelona Perspektywy Księga VIII, IX. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Przekład z języka łacińskiego: W. Wróblewski. Wstęp, opracowanie przekładu i komentarz: A. Bielski i W. Wróblewski. Studia Copernicana XLI, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2009*.

(5) *Witelona Perspektywy Księga X. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Przekład z języka łacińskiego: W. Wróblewski. Wstęp, opracowanie przekładu i komentarz: A. Bielski, W. Wróblewski, A. Strobel. Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2015*.

Na podstawie przedmowy prof. Stanisława Chwirota do Księgi X „Perspektywy" Witelona.

Pierwsze — Boskie jest bezpośrednim tworem Boga i daje (niesie ze sobą) bytowanie (*entitas*), pojmowanie (*intelligibilitas*) i życie (*vitalitas*).

Drugie — światło cielesne, oddziałuje na rozciągłą materią ziemską i nadaje jej właściwości geometryczne — świat dostępny poznawczo pięciu zmysłom zewnętrznym. Kształtuje świat materialny. Ale tym samym, światło to podległe badaniu zmysłowemu, staje się dostępne bezpośrednim badaniom zmysłowym.

To światło okazuje się niezwykle intrygującym przedmiotem badań celem wykrycia i zrozumienia przyczynowości sprawczej w ogóle. Podnosiło to zainteresowania badania światła (cielesnego) i kierujących nim praw do rangi niezwykle ważnej. Można przyjąć, że podobne motywacje przyciągnęły do badania światła również Witelona.

Fakt, że Witelo koncentrował się wyłącznie na fizycznym badaniu światła mogłoby sugerować, że prowadził

swoje badania zgodnie ze współczesnym rozumieniem badań przyrodniczych — badań świata rzeczywistego. W rzeczywistości takie jego podejście było efektem skupienia uwagi na jedynie dostępnym obszarze badań — świecie fizycznym, a nie odrzuceniu świata duchowego — metafizycznego. Świat jest bowiem dla niego bardziej złożony i nie cały poddający się badaniom wyłącznie zmysłowym.

W atmosferze takich poglądów badania nad światłem przyciągały uwagę szczególnie tych, którzy w filozofii skłaniali się do idei augustyńsko-platońskiej. Dla św. Augustyna i innych neoplatończyków światło było analogiczne do łaski Bożej i oświecenia rozumu ludzkiego przez Boską prawdę, a przy tym było dostępne badaniom, gdyż można było do niego zastosować matematykę. W tej sytuacji badania optyczne nabierały szczególnego znaczenia dla zrozumienia świata fizycznego.

Witelo, podobnie jak Robert Grosseteste, wychodził z założenia, że zarówno w optyce, jak i w astronomii trzeba stosować geometrię, której te dwie nauki są podporządkowane.

Grosseteste wywodził, że geometria może wytłumaczyć, co się zdarzyło, ale nie, dlaczego. Mówił, że w naturze samego światła leży przyczyna jego obserwowanego zachowania i dopiero poznanie (niedostępnej dla ówczesnych badaczy) fizycznej natury światła umożliwi zrozumienie istoty przyczyny ruchu.

BADANIE ŚWIATŁA — DZIAŁALNOŚĆ ASTRONOMICZNA

W efekcie przyjęcia takich poglądów Witelo traktuje badanie światła jako poznanie drogi i sposobu przekazywania informacji w strukturze świata poszczególnym jego elementom, idąc od istoty najwyższej — od nieba.

Witelo, koncentrując się na matematycznym podejściu do badania przenoszenia informacji poprzez światło — zachowania się światła w przyrodzie i jego odbioru przez człowieka — sugerował wejście na drogę nowoczesnych badań przyrodniczych i oderwanie tych badań od rozważań metafizycznych. W tym aspekcie można przyjąć, że cała „Perspektywa" Witelona jest w istocie traktatem astronomicznym. Stanowi bowiem próbę badania światła w kontekście jego pośrednictwa w przekazie informacji między ciałami nieba a Ziemią.

ZAKOŃCZENIE

Witelo zajmował się różnymi zagadnieniami, w tym także takimi, które we współczesnym rozumieniu mają sens badań astronomicznych. Jego optyka, badanie światła było w istocie działalnością astronomiczną, gdyż dotyczyło badań praw rządzących przesyłaniem informacji od ciał niebieskich.

W świetle powyższego można przyjąć, że Witelo był także astronomem. Pierwszym astronomem w dziejach Polski, i to od razu o międzynarodowej, wielowiekowej sławie. Jego działalność znacznie poszerza polski wkład w rozwój intelektualny Europy — od jej początków. Niestety, w wyniku nieporozumień i często przekłamań został zapomniany — także w Polsce. Chcieliśmy, tym artykułem, przypomnieć czytelnikom „Uranii" tę wielką postać polskiej i światowej astronomii.

[1] Resolution 68/221 adopted by the General Assembly on 29 December 2013.

[2] A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 64.

[3] J. Burchardt, *Witelo, pierwszy polski przyrodnik, matematyk i filozof. (XIII w.)*, *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, rok XX-1 (1975) s.15

[4] J. Burchardt, *List Witelona do Ludwika we Lwówku Śląskim*, *Studia Copernicana XIX*, Wydawnictwo IHN, PAN, Warszawa ,1979.

[5] A. Birkenmajer, *Astronomowie i astrologowie śląscy w wiekach średnich*, Wydawnictwo Instytutu Śląskiego, Katowice 1937, s. 11–13.

[6] S.R. Brzostkiewicz, *Witelo — najdawniejszy polski astronom*, *Urania* 1963, Nr 3, s. 83–84.

[7] J. Dobrzycki, M. Markowski, T. Przypkowski *Historia Astronomii Polskiej*, red. E. Rybka Tom I, Wydawnictwo PAN, Warszawa, 1975, strona 46–49.

[8] J. Włodarczyk, *Astronomia w Polsce*, [W:] *Historia astronomii*, red. M. Hoskin, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2007, s. 321–322.

[9] A. Bielski, W. Wróblewski, A. Strobel, *Witelona Perspektywy, Księga X*, Wydawnictwo Naukowe UMK, 2015.

[10] J. Burchardt, *Kosmologia i Psychologia Witelona*, PAN, IHN, *Studia Copernicana XXX*, Zakład Naukowy Ossolińskich Wydawnictwo PAN, Wrocław-Warszawa-Kraków, 1991.

[11] R.S. Ingarden, *Witelo — matematyk, fizyk, filozof*, [w:] *Witelo — matematyk, fizyk, filozof*, red. J. Trzynadlowski, Ossolineum, Wrocław, 1979, s. 22, 26.

[12] A.C. Crombie, *Nauka Średniowieczna i początki nauki nowożytnej*, Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa 1960, T.1, 124.

[13] J. Burchardt, *Kosmologia i Psychologia Witelona*, *Studia Copernicana XXX*, Wydawnictwo IHN, PAN, Warszawa, 1991.

[14] J. Burchardt, *Kosmologia i Psychologia Witelona*, *Studia Copernicana XXX*, Wydawnictwo IHN, PAN, Warszawa ,1991, s. 5, 17.

Andrzej Strobel, emerytowany profesor nadzwyczajny w Centrum Astronomii UMK na tle portretu prof. Władysława Dziewulskiego — współzałożyciela Obserwatorium Astronomicznego UMK w Piwnicach pod Toruniem. Profesorowie Bielski i Wróblewski zaprosili prof. Strobla do współpracy w opracowaniu ostatniej, Księgi X Perspektyw. Po ich śmierci doprowadził on w roku ubiegłym edycję tego najbardziej związanego z astronomią dzieła Witelona do końca.

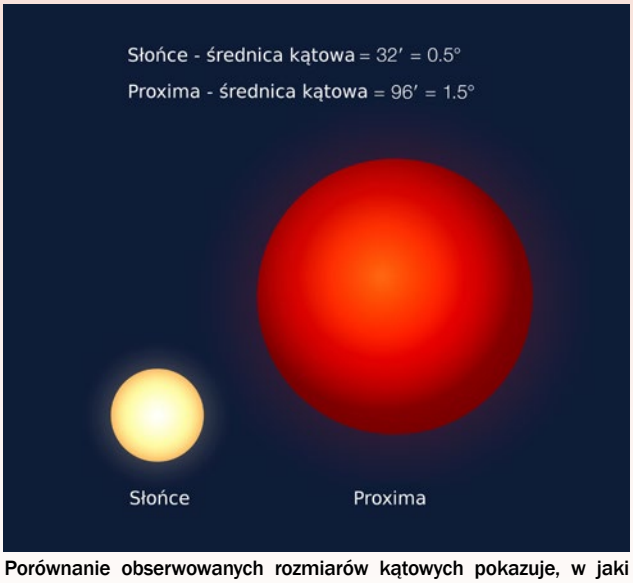
Józef Szudy jest emerytowanym profesorem w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, członkiem korespondentem PAN. Na zdjęciu pozuje w gabinecie swojego Mistrza, założyciela toruńskiej szkoły fizyki, Aleksandra Jabłońskiego. Jest on m.in. współautorem książki o A. Jabłońskim i autorem wielu artykułów przypominających słynnych fizyków związanych z Polską. Po śmierci prof. Bielskiego i Wróblewskiego był głównym inicjatorem dokończenia opracowania Księgi X Perspektyw Witelona.

Artystyczna wizja powierzchni planety okrążającej gwiazdę Proxima Centauri. Na niebie, po prawej od Proximy Centauri, widać gwiazdę podwójną Alfa Centauri AB. Źródło: ESO/M. Kornmesser

Proxima Centauri ma w ekosferze planetę o masie ziemskiej!

Najbliższa gwiazda względem Układu Słonecznego, Proxima Centauri, posiada planetę o masie niewiele większej niż masa Ziemi. Na dodatek planeta krąży w tzw. strefie życia (ekosferze), czyli obszarze, w którym temperatura umożliwia występowanie wody w stanie ciekłym na powierzchni planety. Tę sensacyjną informację ogłosiło 24 sierpnia Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) i kilka innych instytucji naukowych, a dzień później w *Nature* ukazała się publikacja z wynikami badań. W badania zaangażowany był polski astronom z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego.

Planeta wokół Proximy Centauri nosi nazwę „Proxima b" i wykazuje trochę podobieństw do Ziemi. Po pierwsze, jej masa to około 1,3 masy Ziemi. Jest to dolna granica, być może realnie planeta jest nieco masywniejsza, ale pewnie niezbyt wiele. Po drugie, planeta krąży w ekosferze wokół swojej gwiazdy, czyli tak jak Ziemia. Jest to obszar, w którym panują warunki temperatury umożliwiające występowanie wody w stanie ciekłym na powierzchni planety. Niestety w tym miejscu podobieństwa do Ziemi się kończą. Orbita nowo odkrytej planety przebiega zaledwie 7 mln km od jej gwiazdy, czyli 5% dystansu Ziemia-Słońce. Ale sama gwiazda jest bardzo niewielka w porównaniu do Słońca, ma z grubsza 10% masy i rozmiaru Słońca. Dlatego strefa życia wypada w tym układzie znacznie bliżej niż w przypadku Układu Słonecznego. Najprawdopodobniej na skutek oddziaływań pływowych planeta jest stale zwrócona jedną stroną do swojej gwiazdy, czyli na jednej półkuli panuje wieczny dzień, a na drugiej wieczna noc. Dystans, jaki dzieli nas od Proxi-



Porównanie obserwowanych rozmiarów kątowych pokazuje, w jaki sposób gwiazda Proxima może być widoczna na niebie z planety Proxima b, w porównaniu do widoku Słońca na ziemskim niebie. Proxima jest znacznie mniejsza niż Słońce, ale Proxima b znajduje się bardzo blisko swojej gwiazdy. Źródło: ESO/G. Coleman

Infografika porównuje orbitę planety krążącej wokół Proximy Centauri z wewnętrznym rejonem Układu Słonecznego. Proxima Centauri jest mniejsza i chłodniejsza niż Słońce, a jej planeta krąży znacznie bliżej niż Merkury. W wyniku tego znajduje się w ekosferze (oznaczonej na zielono), w której woda w stanie ciekłym może występować na powierzchni planety. Źródło: ESO/M. Kornmesser/G. Coleman

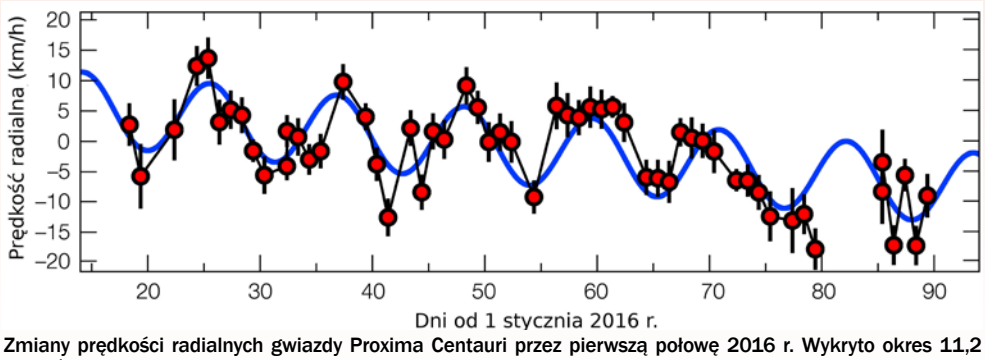
my Centauri i jej planety to nieco ponad cztery lata świetlne, a dokładniej 4,24 roku świetlnego.

Obserwacje były prowadzone w ramach kampanii Pale Red Dot. Nazwa ta jest odniesieniem do określenia „błękitna kropka" (ang. pale blue dot) używanym czasem w przypadku Ziemi (zastosował je Carl Sagan, znany amerykański astronom). W przypadku Proximy Centauri angielską nazwę kampanii można przetłumaczyć jako „bladoczerwona kropka". Kampania trwała od stycznia do kwietnia 2016 r. W jej ramach prowadzono obserwacje za pomocą spektrografu HARPS na 3,6-metrowym teleskopie ESO w Obserwatorium Paranal Chile. Korzystano także z danych zebranych innymi teleskopami i z danych archiwalnych (wstecz do 2000 r.).

Swoją obecność planeta zdradziła poprzez oddziaływanie, jakie wywiera na gwiazdę. W obserwacjach spektroskopowych dostrzeżono regularne przesunięcia linii widmowych odpowiadające zbliżaniu się i oddalaniu gwiazdy od Ziemi z prędkością około 5 km/h, czyli odpowiadającą tempie spaceru człowieka. Przesunięcia linii widmowych są skutkiem efektu Dopplera związanego z ruchem gwiazdy wokół wspólnego środka masy układu gwiazda-planeta.

Aby jednak móc mówić o planecie jako wytłumaczeniu wyników obserwacji, trzeba było najpierw wykluczyć inne możliwości. Dlatego potrzebne były dłuższe obserwacje i to nie tylko spektroskopowe, ale także fotometryczne, mierzące zmiany jasności gwiazdy. Proxima Centauri charakteryzuje się zmiennością blasku z okresem 83 dni, za co odpowiada rotacja gwiazdy dookoła swojej osi. W danych fotometrycznych nie ma natomiast okresu 11 dni, odnalezionego w danych spektroskopowych. Na dodatek nie zmieniają się kształty linii widmowych, co by następowało, gdyby przyczyną były procesy zachodzące na gwieździe, a nie planeta.

Badania prowadził międzynarodowy zespół naukowców, którym kierował Guillem Anglada-Escudé z Queen Mary University of London. Wśród autorów publikacji jest polski astronom z Uniwersytetu Warszawskiego, dr hab. Marcin Kiraga. Polak analizował dane fotometryczne we wcześniejszym etapie badań, około dwa lata temu. Analiza ta była potrzebna do sprawdzenia, czy podobnych efektów jak obecność planety nie dają procesy fizyczne związane z samą gwiazdą.



Zmiany prędkości radialnych gwiazdy Proxima Centauri przez pierwszą połowę 2016 r. Wykryto okres 11,2 dnia. Źródło: ESO/G. Anglada-Escudé

Warto wspomnieć, że w 2012 r. ogłoszono odkrycie planety wokół gwiazdy Alfa Centauri B, ale po trzech latach zweryfikowano wyniki i obecnie raczej sądzi się, że była to pomyłka, błąd w obliczeniach. W przypadku Proximy Centauri przekonanie naukowców o pewności uzyskanych wyników jest dużo większe.

Krzysztof Czart

Księżycowe nowości

Księżyc, mimo że bardzo bliski, nie jest wcale dobrze znany. Z jednej strony dlatego, iż wiemy o nim dużo, a jak wiadomo każda wiedza rodzi nowe pytania. Dlatego pytań bez odpowiedzi dotyczących Księżyca jest sporo. Z drugiej strony, to rzeczywiście dość tajemnicze ciało. Nawet zupełnie „oczywiste" własności Księżyca okazują się niezbyt zrozumiałe.

W jednym z ostatnich numerów *Sky & Telescope* (P.D. Spudis, kwiecień 2016, s. 16) znajdziemy artykuł, z którego wynika, że nie znamy nawet powodów, dla których obie strony Księżyca się tak zasadniczo różnią. Oczywiście jest pewna ilość hipotez, ale żadna nie wydaje się odpowiednio przekonująca. Można dodać, że mało przekonująca jest nawet hipoteza, w jaki sposób doszło do powstania Księżyca: zderzenie Ziemi z mniejszą planetą nazwaną Theia — jednym z argumentów przeciw jest fakt, iż nie znaleziono śladów chemicznej odrębności tej planety (*Science*, t. 338, s.1040 i 1052). W sumie wspomniany artykuł wymienia sporo niezrozumiałych faktów dotyczących Księżyca. Warto kilka z nich wyliczyć. Skorupa przeciwnej strony Księżyca jest dużo grubsza od jej odpowiedniczki z naszej strony. Na naszej stronie są liczne morza (wypełnione lawą baseny). Po przeciwnej stronie morza są nieliczne. Skład chemiczny, a zwłaszcza zawartość pierwiastków promieniotwórczych (toru), w różnych lawach są wyraźnie różne, co wskazuje na jakieś mało zrozumiałe własności wnętrza Księżyca. I w końcu, centrum masy Księżyca jest przesunięte około 2 kilometry w stronę Ziemi względem geometrycznego środka bryły*.

Te wszystkie własności Księżyca, mimo że ciekawe, są znane od dawna. Natomiast z początkiem 2016 r. ukazało się w *Science* i *Nature* kilka tekstów związanych z atmosferą Księżyca. Już samo stwierdzenie „atmosfera Księżyca" budzi pewne opory. Twór ten jest tak rzadki, że w praktyce atomy należące do „księżycowej atmosfery" nie zderzają się między sobą. Trudno więc mówić o gazie i jego własnościach. Jak to określiły C. Dukes i D. Hurley (*Science*, t. 351, s. 230), są to atomy, których swoboda jest z jednej strony ograniczona powierzchnią Księżyca, a z drugiej jego polem grawitacyjnym — w praktyce odlatujące w przestrzeń kosmiczną na tysiące kilometrów. Nietrudno się domyśleć, skąd się biorą. Oczywiście pochodzą z powierzchni Księżyca: niektóre wyrzucone w przestrzeń w wyniku zderzeń drobnych meteorytów z Księżycem, inne uwolnione na skutek oddziaływania światła lub wiatru słonecznego z powierzchnią. Jeszcze inne mogą być uwolnione w wyniku rozpadów promieniotwórczych. Ten ostatni mechanizm może być źródłem takich pierwiastków, jak Ar, He,Th, Po, Rn, Pb i K. W sumie atmosfera Księżyca jest bardzo cienka i trudna do pomiaru. Jak zauważają wspomniane autorki, mierzy się więc nie tyle to, co by się chciało, a raczej to, co się da. Inaczej mówiąc, próbuje się mierzyć te pierwiastki, które mają silne i bardzo charakterystyczne widmo, czyli potas i sód, mimo że najprawdopodobniej to mało znaczące składniki księżycowej atmosfery.

Pracę na ten temat znajdziemy w *Science* z 15 stycznia (A. Colaprete i pięciu innych autorów, *Science*, t. 3512, s. 249). Pomiary prowadzono przy pomocy spektrometru na światło widzialne i nadfiolet umieszczonego na sondzie LADEE (Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer) znajdującej się na orbicie równikowej, co umożliwiło pomiary w pasie 20° od księżycowego równika. Pomiary prowadzono w okresie od 6 października do 18 kwietnia 2014 r., a więc przeszło pół roku. Określono zarówno synodyczne, jak i dłużej okresowe (czyli prawdopodobnie roczne) zmiany ilości tych pierwiastków. Z tych zmian można próbować odczytać przyczyny pojawiania się atomów sodu i potasu w pobliżu Księżyca. Wyraźnie synodyczna periodyczność wskazuje, że głównym mechanizmem uwalniania tych atomów z powierzchni jest promieniowanie słoneczne, konkretnie wiatr słoneczny. W przypadku sodu widać dwa maksima, symetryczne w czasie w stosunku do momentu pełni. W okolicach samej pełni następuje pewne zmniejszenie ilości atomów. Przyczyną takiego zachowania jest „ogon" ziemskiej magnetosfery — w pełni Księżyc zanurza się w ów ogon, co powoduje ograniczenie ilości cząstek wiatru słonecznego padającego na powierzchnię Księżyca. Zjawiska tego nie wykazuje (a raczej wykazuje w mniejszym stopniu) wykres gęstości potasu. Wykres dotyczący potasu jest bardziej regularny, wręcz o charakterze „piłokształtnym". Podobnie jak w przypadku sodu, w maksimum mierzono około dwukrotnie więcej atomów niż w minimum. Prawdopodobnie zależność od „ogona magnetosfery" w przypadku potasu występuje również, jednak jest maskowana przez inną silną zależność — zależność od powierzchni. Maksimum ilości atomów potasu występuje nad Oceanem Burz i Morzem Deszczów. Owe twory powierzchni Księżyca są silnie wzbogacone w materiał KREEP (potas, ziemie rzadkie, fosfor). Uwalnianie potasu z tych obszarów dominuje nad innymi mechanizmami wzbogacania tym pierwiastkiem atmosfery księżycowej. Tymi innymi mechanizmami mogą być również nagłe uwolnienia większych ilości atomów w wyniku impaktu. Zjawiska te daje się powiązać z rojami meteorów. W okresie omawianym w pracy udało się zidentyfikować wpływ Geminidów, Leonidów i Kwadrantydów. Wpływ rojów jest widoczny zarówno w przypadku sodu, jak i potasu. Jak widać, badając te mało istotne składniki atmosfery księżycowej, dowiedziano się jednak sporo zarówno o pochodzeniu jej atomów, jak i oddziaływaniu z ziemskim polem magnetycznym.

Nieco później (24 marca) w *Nature* ukazały się artykuły dotyczące biegunów Księżyca. Jak wiadomo, Księżyc obraca się wokół osi prawie prostopadłej do płaszczyzny jego słonecznej orbity. Dlatego w zagłębieniach terenu, np. na dnie głębszych kraterów, panuje wyjątkowo niska temperatura wynosząca około 25 K (*Science*, t. 339, s. 282) . W tej temperaturze woda pod postacią lodu jest stabilna w okresie przekraczającym wiek Wszechświata. Konkretnie w temperaturze około 100 K sublimuje do próżni około milimetrowa warstwa lodu w ciągu miliarda lat (*Science*, t. 339, s. 300). Wspomniane 100 K odpowiada warunkom w głębokich kraterach w pobliżu biegunów Merkurego, gdzie, jak się zdaje, mamy spore ilości stabilnego w trakcie istnienia Układu Słonecznego lodu (i czego dotyczyły cytowane powyżej artykuły w *Science* z roku 2013).

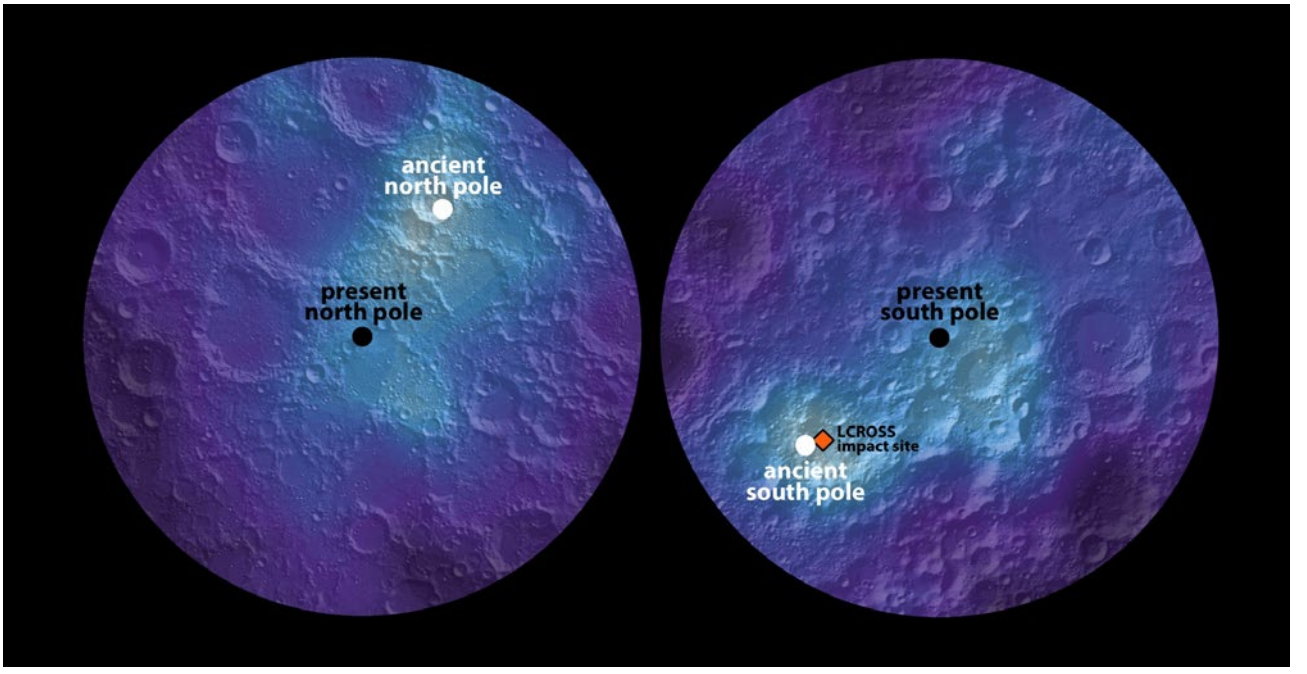
* Akurat tę własność autor uważa za oczywistą. Środek obrotu bryły obracającej się synchronicznie w polu grawitacyjnym innego ciała jest zawsze nieco przesunięty w kierunku tego ciała. Rząd wielkości tego przesunięcia jest zgodny z podaną wartością nawet dla bardzo uproszczonego modelu (kształtu bryły). Np. umieszczając w miejscu Księżyca jednorodną belkę o rozmiarach Księżyca łatwo wyliczyć, że odległość środka masy od środka obrotu wyniesie kilkanaście kilometrów, czyli wartość tego samego rzędu co rzeczywista mimo skrajnie prymitywnego przybliżenia.

Pytanie, skąd ten lód się na Księżycu i Merkurym mógł wziąć. Dzięki wiedzy o atmosferze Księżyca nietrudno to wymyślić — woda dostarczona do tych ciał, np. przez komety, szybko zasila atmosferę. Jednak gdy cząsteczki wody, powracając do powierzchni, trafią do wnętrza biegunowego krateru, pozostają tam już na stałe. Inaczej mówiąc, w historii Księżyca powinien się powoli tworzyć „depozyt" lodu w kraterach w pobliżu bieguna (I. Garrick-Bethell. *Nature*, t. 531, s. 455). Pozostaje problem, jak zmierzyć istnienie tego lodu. Otóż jeszcze pod koniec XX wieku (*Science*, t. 281, s. 1496) wymyślono, że można to zrobić, mierząc ilość neutronów oddziałujących z protonami wody. Używając tej metody, M.A. Siegler i ośmiu innych autorów (*Nature*, t. 531, s. 480) donieśli, że znaleziono miejsca, w których zalega woda. Owe miejsca są wprawdzie w pobliżu biegunów, a nie dokładnie w biegunach. Maksima zalegania wodoru leżą około pięciu i pół stopnia od obecnych biegunów. Konkretnie te miejsca to 84,9 N, 147,9 E oraz 84,1 S i 309,4 E. Ilość wodoru (wody) w obu tych miejscach wydaje się zbliżona, nie korelując z obecnymi temperaturowymi czy wyjątkowo zacienionymi miejscami. I w końcu są to miejsca na antypodach. Autorzy sugerują, że jest to związane ze zmianą położenia biegunów — znalezione depozyty lodu miałyby odpowiadać dawnym położeniom biegunów. Sugestie o ruchach biegunów Księżyca już się pojawiały i dotyczyły nawet dużo większych przesunięć (np. I. Garrick-Bethell, *Nature*, t. 512, s. 181). Przyczyny ruchu biegunów mogą być różne, poczynając od sposobu akrecji przez impakty, poprzez oddziaływania pływowe, aż do procesów konwekcji wewnątrz globu. Zwłaszcza te ostatnie wydają się w tym przypadku interesujące, bo odpowiadają stosunkowo późnym okresom istnienia Księżyca. Autorzy sugerują, że przyczyną zmiany położenia biegunów mogła być solidna zmiana rozkładu mas wewnątrz globu. Mechanizm wpływu tego zjawiska na położenie biegunów jest bardzo prosty — obracające się ciało ma tendencję do obracania się wokół osi największego momentu bezwładności. Po prostu obrót wokół tej osi minimalizuje energię kinetyczną obrotu. Dlatego wzrost gęstości w jakimś punkcie powoduje, że punkt ten ma tendencję do przesunięcia się w kierunku równika. Na odwrót: zmniejszenie gęstości powoduje przesunięcie tego punktu bliżej bieguna. W pracy Sieglera rozważono możliwość dużych erupcji wulkanicznych, w wyniku których następuje istotna zmiana gęstości w jakimś obszarze Księżyca. Zmiana gęstości następuje zarówno ze względu na zmiany temperatur (gorąca lawa), jak i skład chemiczny (skład chemiczny lawy). Nietrudno się domyśleć, że najbardziej „podejrzane" jako przyczyny takich zjawisk są morza stanowiące pozostałość po wielkich erupcjach wulkanicznych. W szczególności Ocean Burz ze swoim składem chemicznym (materiał KREEP) wydaje się móc odpowiadać za opisaną zmianę położenia biegunów. Tak więc znowu ten rejon, podobnie jak w przypadku potasu w atmosferze, wydaje się mieć istotne znaczenie. Być może warto się bliżej przyjrzeć temu obszarowi naszego Księżyca.

KREEP — akronim określający geochemiczny składnik niektórych skał księżycowych. Poszczególne litery to odpowiednio: K — potas, REE — pierwiastki ziem rzadkich (od ang. *rare earth elements*), P — fosfor.

Geochemia — dział nauk geologicznych korzystający z metod stosowanych w chemii do badania historii dużych struktur geologicznych, zarówno w przypadku Ziemi, jak i innych obiektów Układu Słonecznego.

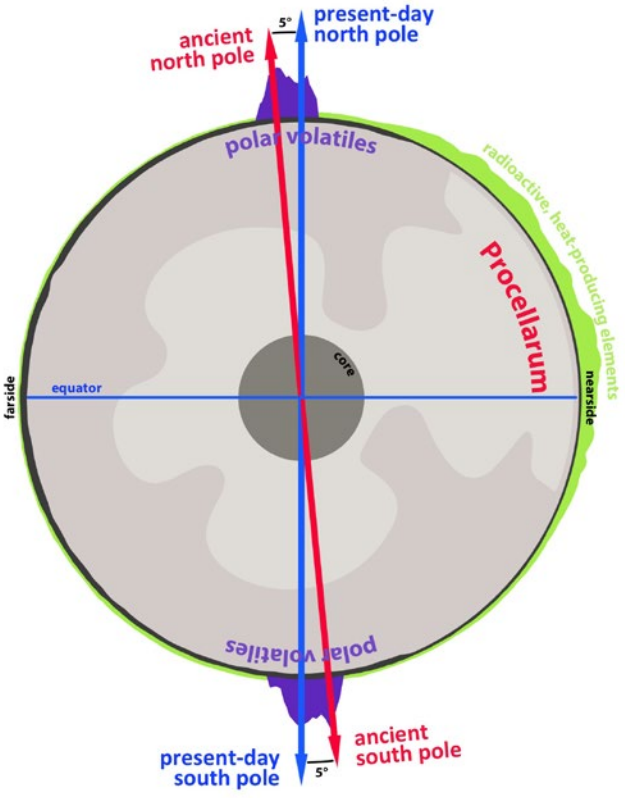
Warto również się zastanowić, czy podobny mechanizm nie mógłby mieć wpływu na położenie osi w przypadku innych ciał niebieskich. I od razu przychodzi na myśl Mars i jego ogromny rejon Tharsis — największy wygasły obszar wulkaniczny w całym Układzie Słonecznym. Druga część tego zdania jest niemal dosłownym tłumaczeniem pierwszego zdania artykułu S. Bouleya i sześciu innych autorów (*Nature*, t. 531, s. 344 z 17 marca 2016 r.), a cały artykuł jest poświęcony ustaleniu położenia osi Marsa z czasów przed powstaniem Tharsis. W gruncie rzeczy artykuł jest niezwykle podobny do omawianej powyżej pracy Sieglera. Oszacowano więc „antyczne" położenie osi dzięki dwóm niezależnym metodom. Pierwsza to oczywiście obliczenie jej położenia wynikające z momentu bezwładności



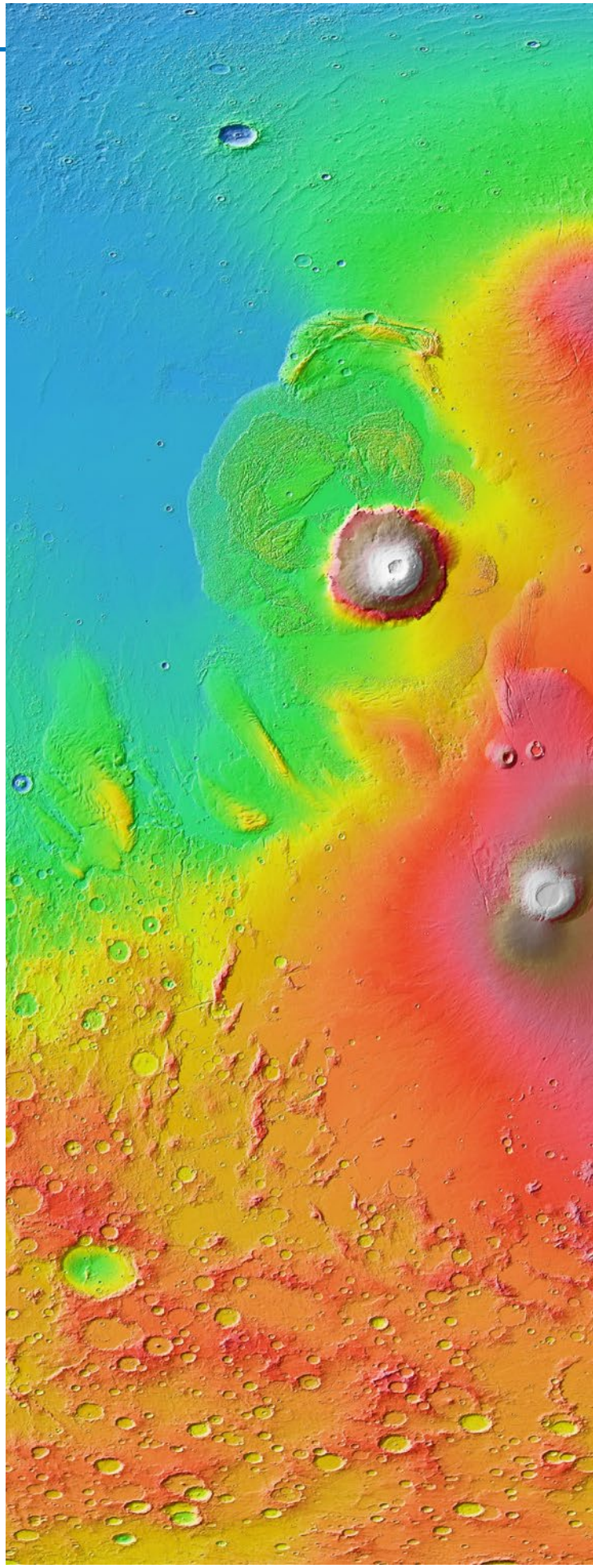
Mapa wodoru w okolicach biegunów Księżyca (pośrednio wskazująca obszary występowania lodu w stale zacienionych kraterach w pobliżu biegunów). Jaśniejszy kolor oznacza większą koncentrację wodoru. Według hipotezy, miejsca podwyższonej koncentracji mogą wskazywać dawne położenie biegunów. Źródło: James Keane, University of Arizona; Richard Miller, University of Alabama at Huntsville

sprzed powstania Tharsis. Druga to istniejąca sieć... dolin rzecznych. To ostatnie znowu wynika z rozumowania niezwykle podobnego do tego w przypadku Księżyca — gazowa woda wędrowała w chłodniejsze rejony, w przypadku Marsa położone wyżej i bliżej bieguna południowego. Tyle że w przypadku Marsa rzecz jest o wiele bardziej spektakularna. Grubość atmosfery, w dużej mierze powstałej w wyniku eksplozji wulkanów Tharsis, umożliwiła powstanie wody w stanie płynnym i sieci dolin rzecznych, która to sieć zachowała się do chwili obecnej. Kierunki spływu wód okazują się konsystentne z dawnym położeniem biegunów — przesuniętym w stosunku do obecnego o 20–25 stopni. Biorąc pod uwagę, że oba artykuły ukazały się niemal jednocześnie, wydaje się, że mamy pewnego rodzaju modę na wędrówkę biegunów pod wpływem zmiany momentu bezwładności. Zobaczymy, czy trwałą.

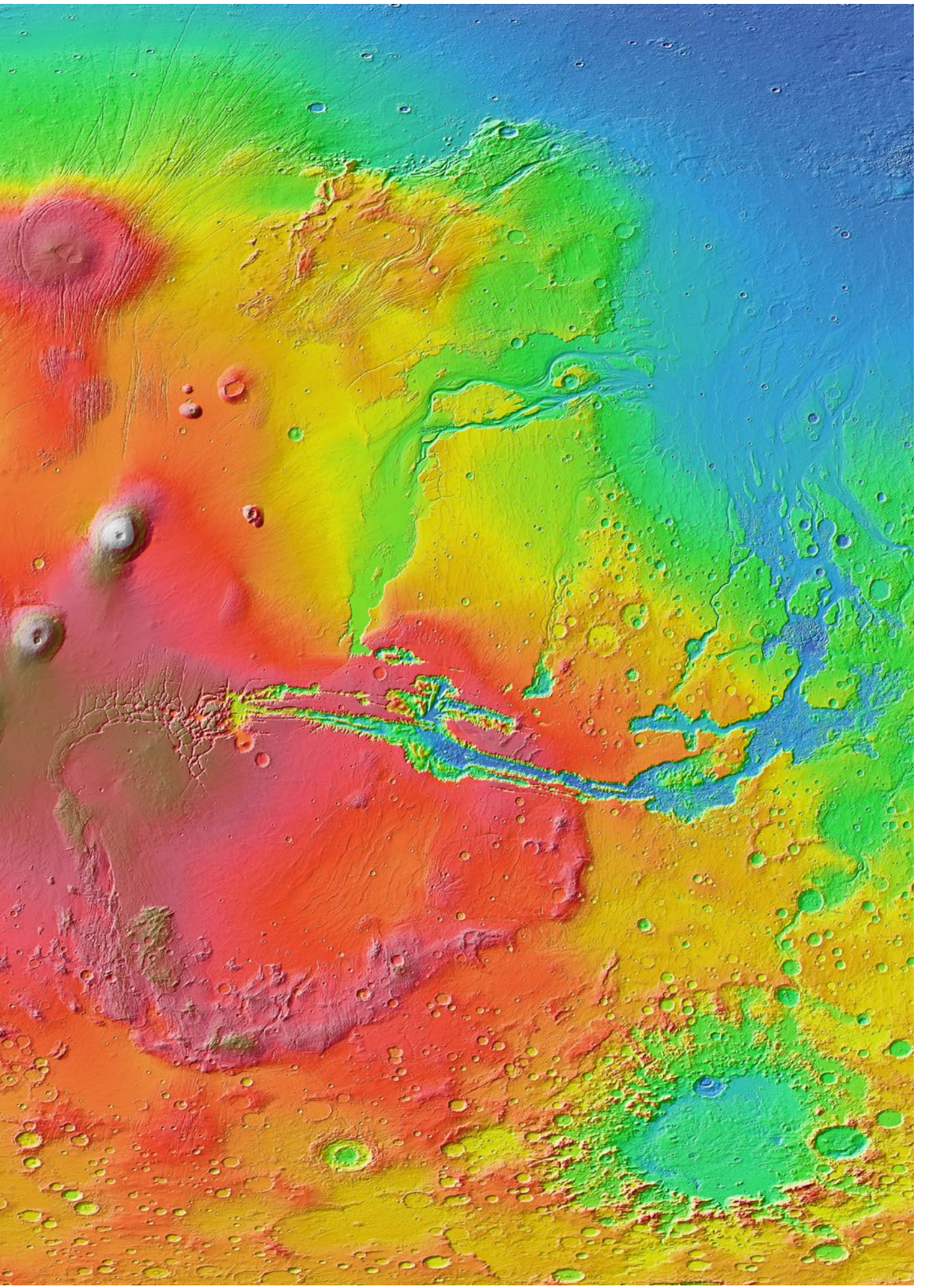
Jerzy Kuczyński



Schemat prezentujący zmianę położenia biegunów Księżyca. Kolor niebieski pokazuje aktualną orientację osi obrotu, a czerwony dawną. Zmiana orientacji osi obrotu mogła nastąpić na skutek procesów zachodzących na obszarze nazwanym „Procellarum", znajdującym się po widocznej z Ziemi stronie Księżyca. Źródło: James Tuttle Keane, University of Arizona



Mapa topograficzna wulkanicznego płaskowyżu Tharsis na Marsie. Jego powstanie kilka miliardów lat temu mogło być przyczyną przesunięcia osi obrotu Marsa i zmiany położenia biegunów. Wysokość terenu oznaczono kolorami od niebieskiego (nisko) do czerwonego (wysoko), najwyższe szczyty mają kolor biały. Źródło: NASA / JPL-Caltech / Arizona State University



I Ty możesz być odkrywcą!

Supernowe kwitną w moim ogrodzie

Jarosław Grzegorzek

Wybuch supernowej to jedno z najgwałtowniejszych zjawisk we Wszechświecie. W naszej Galaktyce ostatnio był obserwowany ponad 400 lat temu. Dlatego od blisko 100 lat w obserwatoriach na całym świecie poszukuje się ich w innych galaktykach. Od lat 80. XX w. do tego wyścigu nieco śmielej starają się włączać astronomowie amatorzy. Dziś obserwatoria poszukujące supernowych (nawet amatorskie) są w większości zautomatyzowane. Zlokalizowane zostały w miejscach suchych, z wyśmienitą pogodą i odległych od świateł miast. Czy wobec tak silnej konkurencji mamy jeszcze jakiekolwiek szanse na własne, amatorskie odkrycie supernowej z przydomowego, podmiejskiego ogródka tu, w Polsce? Postanowiłem to sprawdzić. Od kwietnia 2014 r. prowadzę własny program poszukiwania supernowych, który dotychczas zaowocował 4 odkryciami.

Odkrywanie supernowych w warunkach amatorskich

Na pierwszy rzut oka poszukiwanie supernowych wydaje się dość proste. Polega na porównywaniu aktualnych zdjęć galaktyk z ich obrazami wykonanymi w przeszłości. Szukamy różnic, obiektów gwiazdopodobnych, które pojawiają się na bieżących obrazach galaktyk, a nie było ich wcześniej. Trudność polega na tym, że takich zdjęć należy wykonać bardzo dużo i z odpowiednią jakością. Tylko wówczas można mieć nadzieję, że przyjdzie taki dzień (czy też raczej noc), kiedy uda się na jednej z fotografii odnaleźć światełko nieznanej supernowej.

Często można usłyszeć opinię, że zasadniczą trudnością jest niewielka liczba pogodnych nocy w naszych warunkach klimatycznych. To prawda, jest to pewna przeszkoda, ale szanse przez to wcale nie maleją do zera. Czy można je jakoś oszacować? Spróbujmy. Zdecydowana większość obserwatoriów poszukujących supernowych wykonuje zdjęcia w krótkich ekspozycjach. W moim projekcie stosuję czasy od 40 do 60 s. Osiągam wówczas dostatecznie duży zasięg gwiazdowy — ok. 19^m. Uwzględniając czas niezbędny na przestawianie teleskopu na nowy obiekt, wykonuję około 50 ekspozycji w ciągu godziny. Daje to kilkaset zdjęć galaktyk w ciągu jednej nocy, zależnie od czasu jej trwania. W sumie, w ciągu roku udaje mi się wykonać około 24–25 tys. zdjęć. Podstawowe pytanie, jakie ciśnie się na usta, brzmi: ile średnio zdjęć należy wykonać, aby odkryć jedną supernową? Różni obserwatorzy, poszukiwacze superowych deklarują różne wartości — od kilku do kilkunastu tysięcy. Zależne jest to od paru czynników: pola widzenia, jakie obejmuje zdjęcie, skali, zasięgu gwiazdowego, ale przede wszystkim doświadczenia obserwatora oraz trafności doboru galaktyk do przeglądu. Moje dotychczasowe wyniki plasują mnie w połowie stawki — ok. 10 tys. obserwacji na jedno odkrycie. Przyjmując powyższe dane, pozwolę sobie postawić tezę, że w naszym klimacie, przy wykorzystaniu każdej chwili pogodnego nieba, całkiem realna jest szansa na odkrycie 1–2 supernowych w ciągu roku.

Obserwatorium

Posiadanie obserwatorium uważam za jeden z istotniejszych warunków niezbędnych do osiągnięcia celu, jakim jest odkrycie supernowej. Znane są co prawda przypadki odkryć dokonywanych za pomocą sprzętu przenośnego (SN 2002dp, SN2002gd — Alain Klotz, Francja). Jednak, jak wynika z nazwy obiektów, zdarzyło się to 14 lat temu. Przy dzisiejszej konkurencji ze strony innych obserwatoriów osiągnięcie takie wydaje się wyjątkowo trudne,

a przynajmniej wymagałoby nadzwyczajnego zaangażowania i wytrwałości ze strony obserwatora. Obserwatorium pozwala utrzymywać sprzęt w stałej gotowości. W każdym momencie można niemal natychmiast rozpocząć obserwacje. Ma to bezpośrednie przełożenie na czynnik, o którym wspomniałem wcześniej — wykorzystywanie każdej chwili pogodnego nieba. Wielokrotnie zdarzało się, że obserwatorium otwierałem niespodziewanie, nawet na 1–2 godziny, bo na tyle pozwalały warunki atmosferyczne. Swoją pierwszą supernową odkryłem w 3-godzinnym „okienku" względnie dobrej pogody.

Moje obserwatorium wybudowałem samodzielnie na terenie posesji, która znajduje się kilkanaście kilometrów na południowy zachód od Szczecina. To teren wiejski, ale niebo jest jednak nieco zanieczyszczone światłem pobliskiego, dużego miasta. W skali Bortle'a oceniam je na 5. Obserwatorium to nieduża budka z przesuwanym dachem, na planie prostokąta 210 × 200 cm (fot. 1). Obsługiwane jest głównie zdalnie, więc jego wielkość wystarcza, aby pomieścić nawet 30-cm astrograf Newtona lub większy SCT. Nie miałem żadnego doświadczenia w pracach stolarskich, więc przez długi czas studiowałem szczegółowo różne konstrukcje opisane w sieci. Kupiłem również projekt opracowany w znanej kanadyjskiej firmie Skyshed.com i w pewnym stopniu wykorzystywałem zawarte w nim rozwiązania. Jest on dostępny w niewygórowanych cenach i różnych wersjach na stronie internetowej firmy. Podłoga spoczywa na betonowych bloczkach, dzięki czemu zapewniona jest pod nią swobodna cyrkulacja powietrza. To pomaga w walce z wilgocią wewnątrz obserwatorium.

Obserwatorium otwierane jest ręcznie, co sprowadza się do odsunięcia dachu i włączenia systemu komputerowego. Automatyzacja w celu zdalnego wykonywania tych czynności jest możliwa, ale obecnie nie czuję potrzeby jej wprowadzania — pawilon znajduje się w odległości 25 m od domu.

Fot. 1. Obserwatorium — moje własnoręczne dzieło

Fot. 2. Sprzęt wewnątrz obserwatorium gotowy do pracy

Sprzęt

Teleskop, za pomocą którego prowadzę poszukiwania, to światłosilny (f/4), 25-cm reflektor w układzie Newtona Sky-Watcher Quattro CF, z tubusem z włókna węglowego (fot. 2). Wykonałem do niego system podgrzewania lusterka wtórnego. Dzięki temu nie musiałem nigdy przerywać sesji ze względu na zaparowane lusterko wtórne, nawet w najtrudniejszych, jesienno-zimowych warunkach pogodowych. Podstawową kamerą jest SX Lodestar X2. Czuła matryca ICX 829, duży piksel (8,2 µm × 8,4 µm), niski poziom szumów, maksymalna wydajność kwantowa 77% dla długości fali 620 nm oraz 16 bitów, to jej główne zalety. Nie używam żadnych filtrów. Ze względu na bardzo krótkie czasy ekspozycji nie stosuję kamery śledzenia (tzw. „śledzika", ang. *guider*).

Całość waży około 13 kg i jest zawieszona na masywnym, węgierskim montażu G-40 o udźwigu 40 kg. W układzie napędu przestarzały nieco, fabryczny FS/2 zastąpiłem sterownikiem AstroEQ, który bardzo dobrze współpracuje z moim oprogramowaniem. Przy zdalnej obsłudze obserwatorium nieodzowny jest też napęd ogniskowania. Zastosowałem popularny napęd Sky-Watcher, ale bez standardowego pilota. Jego funkcję przejął sterownik, wykonany przez mnie na bazie mało znanego u nas mikroprocesora PICAXE. Sterowanie ogniskowaniem to tylko jedna z funkcji tego układu. Oprócz tego pozwala na zdalne włączenie i wyłączanie innych urządzeń obserwatorium oraz ma kilka portów wejściowych, dzięki którym mogę

kontrolować temperaturę, wilgotność oraz opad deszczu.

W obserwatorium działają dwie kamery monitorujące. Pierwsza z nich to kamera przemysłowa z 1/3" sensorem CCD oraz szerokokątnym obiektywem (pole widzenia: 100°). Pokazuje wnętrze obserwatorium oraz duży fragment nieba w kierunkach od południowego do zachodniego (fot.3). Druga, to kamera „AllSky", którą skonstruowałem na bazie czułej matrycy CMOS IMX 322. Umieszczona na zewnątrz pawilonu pełni szczególnie ważną funkcję. Nie wychodząc z domu, mogę stale monitorować zachmurzenie nieba i szybko zareagować otwarciem obserwatorium, kiedy tylko chmury ustąpią. Jest to więc kolejne, niezwykle pomocne narzędzie w wykorzystywaniu każdej chwili pogodnego nieba. Obie kamery podłączone są do serwera/rejestratora kamer, który zapewnia dostęp do transmitowanych obrazów (również przez internet) nie tylko za pośrednictwem komputera, ale i z innych urządzeń: tabletu lub smartfona.

Fot. 3. Zdjęcie z kamery przemysłowej w obserwatorium, kontrolującej pogodę i teleskop. Łączny czas ekspozycji 5,12 s (256 × 1/50 s)

System komputerowy i oprogramowanie

System komputerowy obsługujący projekt składa się z 4 komputerów działających pod kontrolą systemów Windows (XP oraz 10):

1. W obserwatorium — zdalne włączanie i wyłączanie urządzeń, sterowanie montażem, rejestrowanie obrazów, odbieranie danych z czujników meteorologicznych.
2. W domu — serwer SQL na silniku Firebird. Tu w głównej bazie danych są gromadzone dane obserwacyjne oraz meteo.
3. W domu — końcówka użytkownika, gdzie na bieżąco analizuję dane spływające do bazy serwera SQL. Dzięki takiej konfiguracji mogę szybko zareagować na fakt pojawienia się podejrzanego obiektu i natychmiast zarządzić ponowne sprawdzenie galaktyki, bez przerywania sesji.
4. W domu — komputer służący do monitorowania ogólnego stanu nieba i pracy montażu za pomocą kamer zainstalowanych w obserwatorium. Komputer ten służy mi też do kontrolowania sytuacji meteorologicznej (mapy satelitarne oraz czujniki meteo w obserwatorium).

Łącze bezprzewodowe między obserwatorium a domem jest zrealizowane z pomocą dwóch punktów dostępu.

Każdy projekt poszukiwania supernowych, zarówno amatorski, jak i profesjonalny, wiąże się z operowaniem na bardzo dużej ilości danych. Głównie są to oczywiście pliki fotograficzne rejestrujące każdą obserwację, ale również i inne niezbędne informacje. Dodatkowo konieczne jest sprawne i precyzyjne sterowanie montażem, szczególnie istotne wówczas, kiedy fotografuje się małe pola, a tak właśnie jest w moim przypadku (16' × 22'). Do tego dochodzi jeszcze konieczność zautomatyzowania podstawowej chociażby obróbki materiałów, tak aby uniknąć „fałszywych alarmów". Na rynku jest dostępna cała gama oprogramowania, które odpowiednio skonfigurowane spełni wymagania „łowcy supernowych". Wielu z nich korzysta z takich produktów jak Orchestrate, CCD Commander czy też popularny MaximDL uzupełniony zestawem skryptów. Jednak z zawodu jestem programistą, postanowiłem więc stworzyć własną aplikację dla potrzeb projektu.

Rozpocząłem od pozyskania katalogu galaktyk. Skorzystałem z zasobu „Third Reference Catalogue of Bright Galaxies (RC3)" George'a de Vaucouleurs'a, przenosząc go do swojej bazy danych działającej na silniku Firebird. Następnie rozbudowałem program o sterowanie montażem, wykonywanie ekspozycji, podstawową obróbkę materiału, rejestrowanie obserwacji i w końcu procedurę automatycznego wyboru galaktyk do przeglądu, którą uważam za najważniejszy element całego systemu. Argumentami tej procedury jest 7 parametrów związanych z daną galaktyką: typ galaktyki, jej prędkość radialna (czyli miara jej odległości), inklinacja, jasność, wielkość kątowa, współrzędne (rektascensja, deklinacja) i data ostatniej obserwacji. Pierwszym pięciu z powyższych parametrów przypisane są odpowiednie współczynniki wagowe. Jedne z nich są bowiem mniej, inne bardziej istotne z punktu widzenia szansy na pojawienie się lub dostrzeżenie supernowej. Wagi wyznaczam na podstawie analizy statystyk (zaczerpniętych ze strony BrightSupernova) dotychczasowych obserwacji supernowych z ostatnich kilkunastu lat. Sumując te wartości, uzyskuję swego rodzaju „ranking galaktyk". Współrzędne decydują o dwóch rzeczach: wyborze galaktyki oraz jej miejscu w kolejce do obserwacji. Chodzi o to, by w danej części sesji wybierać galaktyki niezbyt odległe kątowo od siebie, co minimalizuje czas, jaki tracę na przesuwanie z teleskopu z jednego obiektu na kolejny. Znaczenie daty ostatniej obserwacji wydaje się dość oczywiste. Nie sprawdzam galaktyk, które obserwowałem 2–3 dni wcześniej. Zwykle robię to po 8–10 dniach od ostatniej obserwacji. W selekcji brana jest też pod uwagę ewentualna niekorzystna pozycja Księżyca.

Oprogramowanie steruje montażem, ustawia go na wybrane galaktyki w odpowiedniej kolejności, rejestruje i przetwarza obraz. Każda obserwacja otrzymuje numer identyfikacyjny (widoczny zawsze na publikowanych przeze mnie zdjęciach w lewym dolnym rogu) i jest zapisywana w bazie danych — na serwerze SQL. Klatki najlepsze stają się obrazami referencyjnymi.

Sesja obserwacyjna

Po otwarciu obserwatorium włączam system informatyczny. Od tej chwili wszystkie czynności wykonywane są zdalnie, z domu. Pierwszą, bardzo ważną procedurą jest kalibracja montażu tak, aby naprowadzanie teleskopu na poszczególne obiekty było precyzyjne, a błąd nie przekraczał 5'. Ewentualne drobne korekty dokonywane są też później, w trakcie trwania sesji.

Następnie są wybierane galaktyki, które będą monitorowane w zadanej jednostce czasu. Montaż ustawia teleskop na kolejne fotografowane obiekty. Zdjęcia zapisywane są na serwerze. Dostęp do nich mam po 5 s od zakończenia ekspozycji. To małe opóźnienie spowodowane jest konieczną kalibracją klatek. Teraz mogę zająć się wizualną analizą otrzymanego obrazu. Nie używam automatycznych algorytmów do analizy zdjęć różnicowych, stosowanych przez większość profesjonalnych obserwatoriów. W wyszukiwaniu nowych obiektów pomaga szybkie przełączanie, co 0,5 sekundy, dopasowanych widoków — zdjęcia aktualnego i referencyjnego danej galaktyki, wykonanego przeze mnie w przeszłości. Staram się wychwycić ewentualne różnice pomiędzy tymi obrazami. W przypadkach wątpliwych wspomagam się zewnętrznymi, fotograficznymi bazami danych (DSS2, SDSS-III, MAST), które służą jako obrazy porównania. Podobnie jak przy procedurze szybkiego przełączania, tak i tu pomaga mi mój program. Odpowiedni skrót klawiszowy uruchamia połączenie z jedną z ww. baz i automatycznie wprowadza współrzędne obiektu. Po krótkiej chwili widzę gotowy obraz galaktyki i mogę porównywać. Tak spędzam większość czasu, poszukując supernowych.

Czasem jednak na jednym ze zdjęć pojawia się obiekt, którego tam wcześniej nie było. To jednak wcale nie musi być supernowa. Trzeba wykluczyć wiele możliwych przyczyn: znaną lub nieznaną planetoidę, gwiazdę zmienną czy też zwykły błąd matrycy CCD. Może to być też sytuacja, kiedy faktycznie jest to supernowa, tyle że odkryta wcześniej przez kogoś innego. Niezbędne są następne fotografie potwierdzające, wykonane w pewnych odstępach czasu (co najmniej kilkunastu lub kilkudziesięciu minut). Tymczasem sprawdzam też następujące bazy danych gwiazd zmiennych, planetoid oraz dotychczas odkrytych supernowych:

- GCVS (http://www.sai.msu.su/gcvs/cgi-bin/search.htm#coor)
- AAVSO (https://www.aavso.org/vsx/index.php?view=search.top&ql=1)
- Minor Planet Center (http://scully.cfa.harvard.edu/cgi-bin/checkmp.cgi)
- BrightSupernova (http://www.rochesterastronomy.org/snimages/snlocations.html)
- TNS (https://wis-tns.weizmann.ac.il//search).

Jeżeli po przeprowadzeniu tych wszystkich czynności jedynym wytłumaczeniem nowego obiektu pozostaje nieznana supernowa, to wykonuję pomiary położenia oraz jasności, które są wymagane do prawidłowego zgłoszenia odkrycia. Posługuję się w tym celu programem Astrometrica (http://www.astrometrica.at) oraz katalogiem gwiazd UCAC-4 (a od niedawna USNO-B 1.0). Mając komplet danych loguję się do Transient Name Server i zgłaszam odkrycie.

Moje supernowe

1. PSN J22394901+3812500

Swoją pierwszą supernową odkryłem 15 października 2014 r. Pojawiła się w galaktyce UGC 12137, odległej o 60 Mpc, w gwiazdozbiorze Jaszczurki. Okazała się niezbyt jasnym obiektem, a na dodatek wybuchła dość blisko centrum galaktyki, co stanowiło dodatkową trudność w jej dostrzeżeniu (fot. 4). Początkowo trudno było mi uwierzyć, że pierwsze odkrycie przyszło tak szybko. Jednak wszystkie wykonane przez mnie obserwacje nie pozostawiały cienia wątpliwości. To supernowa i żadne inne obserwatorium na świecie jej nie zgłosiło. W końcu zmierzyłem jej położenie, jasność i pełen obaw odważyłem się wysłać raport do Centralnego Biura Telegramów Astronomicznych na Uniwersytecie Harvarda (*CBAT*). O odkryciu poinformowałem również Davida Bishopa — twórcę strony *Bright Supernova* (http://www.rochesterastronomy.org/snimages/). Trzy dni później, 18 października 2014 r., odkrycie zostało potwierdzone. W obserwatorium Yunnan w Chinach wykonano obserwację spektroskopową przy wykorzystaniu

Fot. 4. Zdjęcie odkrywcze pierwszej supernowej PSN J22394901+3812500 z dnia 15 X 2014 r. Jej jasność: 17,5^m. Czas ekspozycji 120 s

teleskopu o aperturze 2,4 m. Moja PSN J22394901+3812500 została zidentyfikowana jako supernowa typu II-P w okolicy maksimum jasności. Typ II oznacza to, że wybuch był skutkiem zapaści masywnej gwiazdy u kresu jej życia, a w widmie dominują emisyjne linie wodoru. Kształt linii Hα wskazywał na prędkość ekspansji 5700 km/s. Litera „P" w oznaczeniu typu znaczy, że blask gwiazdy, po wstępnym spadku od maksimum, zatrzymuje się na kilka miesięcy na pewnym poziomie, tworząc charakterystyczne *plateau*. Tak też było w tym wypadku. W ciągu 2 tygodni po odkryciu jeszcze 6 obserwatorów sfotografowało tę gwiazdę. Jej jasność przez ten czas pozostawała w okolicach 17,5^m.

Fot. 5. Zdjęcie odkrywcze PSN J17162885+0625585 z dnia 12 VI 2015 r. Jasność gwiazdy 18,1^m. Czas ekspozycji 51 s

2. PSN J17162885+0625585

Połowa czerwca nie jest najlepszym czasem na obserwacje astronomiczne, szczególnie obiektów głębokiego nieba. Krótka noc astronomiczna (a raczej jej brak) nie ułatwia też poszukiwań supernowych. Mimo tak trudnych warunków 12 czerwca 2015 r., na fatalnej jakości zdjęciu zarejestrowałem nieznany obiekt w odległej o 95 Mpc galaktyce UGC 10779 (fot. 5). Niestety, nie zdążyłem sprawdzić go ponownie, ponieważ 10 minut później Słońce było już 11,5° pod horyzontem. Błyskawicznie robiło się jasno. Aby potwierdzić ewentualne odkrycie, musiałem więc czekać do najbliższej pogodnej nocy. Szczęśliwie pogoda dopisała już dobę później, chociaż warunki znów były nie najlepsze. Okołorównikowa deklinacja galaktyki UGC 10779 (+06° 25' 55") też nie ułatwiała zadania obserwatorowi z północy. Musiałem jednak wykonać zdjęcia potwierdzające. Udało się i nie miałem już wątpliwości — to nieodkryta jeszcze supernowa. Włoscy astronomowie, G. Masi oraz niezależnie R.Belligoli i F.Castellani wykonali jeszcze tej samej nocy fotometrię, w dużo lepszych warunkach niż moje. Otrzymali odpowiednio 18,5 i 18,6 magnitudo. Jest to więc najsłabsza supernowa, jaką do tej chwili odkryłem. Obserwacje spektroskopowe pokazały jej typ — IIb. Znów więc była to zapaść masywnej gwiazdy, ale widmo wygląda inaczej. Linie wodoru, od początku słabe, wkrótce znikają, ustępując miejsca liniom helu. Tak kończy gwiazda, która żyła w układzie podwójnym i już wcześniej została przez towarzyszkę odarta z prawie całej wodorowej otoczki.

Fot. 6. Trzecie odkrycie: PSN J22412689+3917220 z dnia 19 VIII 2015 r. Jasność gwiazdy 17,0^m. Czas ekspozycji 60 s

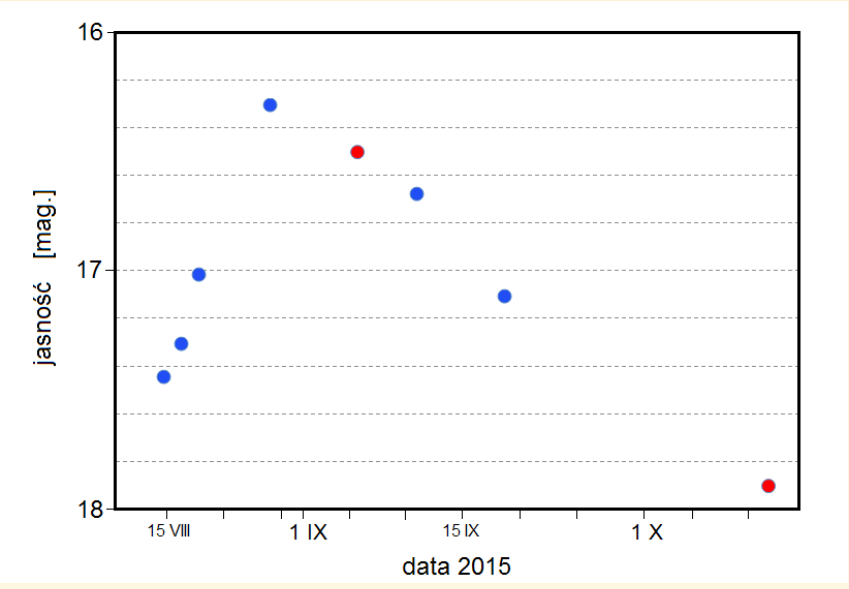
3. PSN J22412689+3917220

Na kolejne odkrycie nie musiałem czekać zbyt długo. 19 sierpnia 2015 r. dostrzegłem obiekt 11" na południowy wschód od centrum galaktyki UGC 12156, odległej o 67 Mpc (fot. 6). Podobnie jak w przypadku drugiego odkrycia miałem pewien problem z potwierdzeniem tej obserwacji. Warunki pogodowe załamały się i nie byłem w stanie wykonać kolejnych ekspozycji. Wiedziałem, że raport o odkryciu do CBAT mogę wysłać tylko wówczas, kiedy będę miał pewność, że jest to nowa, nieznana możliwa supernowa. Prognozy pogody na najbliższe dni nie wyglądały najlepiej. W takich przypadkach korzystam ze zdalnych teleskopów iTelescope (www.itelescope.net) dwóch amerykańskich obserwatoriów: w Nowym Meksyku oraz w górach Sierra Nevada. Te lokalizacje są dla

mnie szczególnie korzystne. Dzięki różnicy stref czasowych wynoszącej 8 oraz 9 godzin, mogę wcześniej zarezerwować czas teleskopu oraz przygotować skrypty. Moim ulubionym przyrządem jest T24 — Planewave CDK 622 mm f/6.5. Jednak 19 sierpnia w celu potwierdzenia obserwacji odkrywczej musiałem skorzystać z innego — T21 — Planewave CDK 431mm f/4.5 z obserwatorium w Nowym Meksyku. Zdjęcia z T21 potwierdziły możliwą supernową.

Według wyglądu widma określono jej typ jako słabą (*sub-luminous*) Ia, przed maksimum blasku. To rzadki gatunek, którego natura jest do dziś nieznana. Bardzo przypominają zwykły typ Ia — słynne „świece standardowe" Wszechświata, ale ich jasność absolutna jest niższa i inna w każdym przypadku. Nie wiadomo, czy te dwa typy mają w ogóle ze sobą coś wspólnego — a więc czy jest to biały karzeł, który tak utył, że przekroczył granicę Chandrasekhara (ok. 1,44 M_o) i musiał się zapaść pod własnym ciężarem (tak jest w typie Ia), czy też mamy tu efekt zlania się dwóch białych karłów, czy może osobliwy przypadek kolapsu masywnej gwiazdy.

Pod koniec sierpnia supernowa osiągnęła swoje maksimum — 16,3^m. Przez wielu obserwatorów była śledzona przez prawie 2 miesiące, dzięki czemu powstała piękna krzywa blasku (rys. 7).

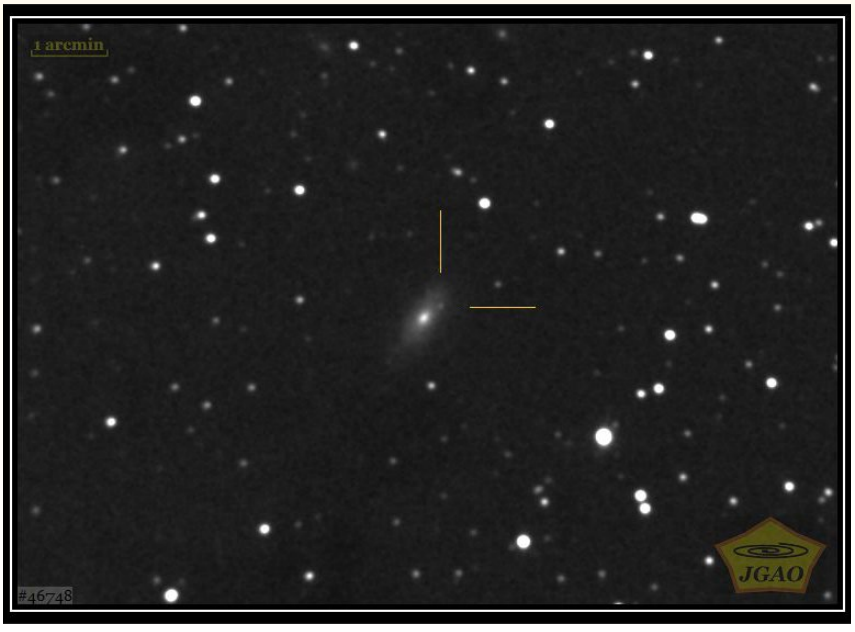


Fot. 7. Krzywa blasku PSN J22412689+3917220. Na czerwono obserwacje autora. Pozostałe pomiary wykonali: J. Brimacombe, JM. Llapaset, P.Campaner, R. Benavides, Z. Xu i X. Gao

4. SN 2016G

Rok 2016 rozpoczął się dla mnie doskonale. 9 stycznia odkryłem czwartą supernową, tym razem w odległej o 35 Mpc galaktyce NGC 1171 (fot.8). Zaledwie kilka dni wcześniej uruchomiony został nowy podmiot przyjmujący i rejestrujący odkrycia supernowych — *Transient Name Server* (TNS). Zmienił się też nieco system nadawania nazw. Każda nowa, ale niepotwierdzona supernowa otrzymuje teraz oznaczenie AT RRRRprzyrostek (gdzie RRRR to rok a przyrostek to kolejna litera lub ciąg liter alfabetu). Po potwierdzeniu możliwej supernowej obserwacją spektroskopową przedrostek „AT" automatycznie zmieniany jest na „SN". Moja supernowa została zatem ostatecznie oznaczona jako SN 2016G.

Maksimum blasku 16,3^m osiągnęła pod koniec stycznia. W jej widmie nie ma linii wodoru (więc nie jest to typ II) ani zjonizowanego krzemu (więc nie jest to też typ Ia). Nie ma też linii helu. Najsilniejszą strukturą widmową jest linia magnezu (rys. 9). Jej typ określono więc jako Ic-BL (Ic z szerokimi liniami). A zatem była to eksplozja masywnej gwiazdy, która przez kolapsem jądra pozbyła się (lub została pobawiona) nie tylko całej otoczki wodorowej, ale i helowej. Prędkość ekspansji otoczki wyznaczono z widma na 22 000 km/s.



Fot. 8. Zdjęcie odkrywcze SN 2016G z dnia 09 I 2016r. Jasność gwiazdy 17,2^m. Czas ekspozycji 45 s

Odkrycie to nie wszystko

Poszukiwanie i odkrywanie supernowych na możliwie najwcześniejszym etapie wybuchu jest oczywiście ważne. Nie mniej istotne są jednak następne obserwacje odkrytej już supernowej. Spektroskopia tak słabych obiektów jest w zasadzie poza zasięgiem sprzętu, jakim dysponują amatorzy. Jednak fotometria nie. Rzetelne obserwacje fotometryczne pozwalają na wykreślenie krzywej blasku, która jest niezwykle ważną cechą charakteryzującą supernową. Instrukcje opisujące metody pomiarów fotometrycznych są dostępne w sieci. Odpowiednie oprogramowanie również. Dla astroamatorów zajmujących się np. gwiazdami zmiennymi fotometria jest chlebem powszednim. Należy zdać

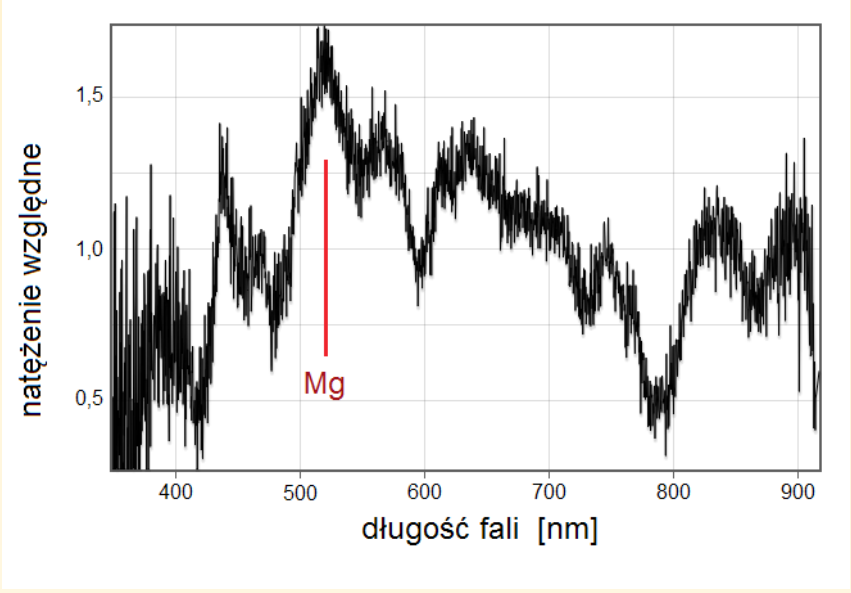
sobie sprawę, że w przeciwieństwie do gwiazd zmiennych supernowe są zjawiskami przejściowymi. Pojawiają się i dość szybko przemijają. Niewykonanie pomiarów w odpowiednim czasie powoduje, że tracimy tę możliwość. Na zawsze. W ramach własnych obserwacji staram się również rejestrować i publikować wyniki dla supernowych odkrytych przez inne obserwatoria (http://supernowe.pl/inne.html). Zachęcam więc, aby wysyłać i publikować własne dane z obserwacji:

- na stronie Bright Supernova (http://www.rochesterastronomy.org/snimages/)
- na liście VSNET (http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/)
- na stronie TNS (https://wis-tns.weizmann.ac.il) — konieczna wcześniejsza rejestracja.

Jest to niezwykle wartościowa z naukowego punktu widzenia forma aktywności, szczególnie dla tych, którzy nie mogą zaangażować się w czasochłonny, pełny projekt poszukiwawczy. Warto też podkreślić, że obserwacja supernowej oraz wykonanie jej fotometrii, a następnie przesłanie wyników na ww. adresy sprawiają, że wpisujemy się na listę wąskiej grupy astronomów, którzy udokumentowali daną supernową, może jedyną, jaka w ciągu setek lat pojawi się w danej galaktyce.

Polscy odkrywcy supernowych

Moja PSN J22394901+3812500 to pierwsza supernowa odkryta z obserwatorium zlokalizowanego na terenie Polski, co naturalnie jest dla mnie szczególnym powodem do zadowolenia. Należy jednak przypomnieć, że nasi rodacy dokonywali już wcześniej odkryć supernowych w obserwatoriach poza granicami naszego kraju. Pierwszym był prof. Konrad Rudnicki, który w latach 1962–1967 odkrył ich 11 w obserwatorium na Mt Palomar. W latach 2006–2010 kolejny Polak — Grzegorz Duszanowicz — odkrył 10 supernowych w swoim obserwatorium w miejscowości Åkersberga, niedaleko Sztokholmu. Obecnie, wraz z Michałem Żołnowskim, prowadzi poszukiwania z obserwatorium Rantiga we Włoszech. W styczniu tego roku uwieńczone one zostały sukcesem — SN 2016P. Cała gama odkryć należy też do programu OGLE prowadzonego w obserwatorium w Las Campanas (Chile) przez astronomów z Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem prof. Andrzeja Udalskiego. Trzeba również pamiętać o odkryciu SN 2007va dokonanym przez dr. Szymona Kozłowskiego na podstawie analizy danych z Kosmicznego Teleskopu Spitzera oraz o projektach Gaia i ASAS-SN, w których swój udział mają również polscy naukowcy.



Fot. 9. Widmo supernowej SN 2016G. Źródło: TNS (https://wis-tns.weizmann.ac.il)

A jednak warto

Ze zrozumiałych powodów w tak krótkim artykule można jedynie zasygnalizować pewne zagadnienia związane z obserwacjami gwiazd supernowych. Zainteresowanych zachęcam do samodzielnego studiowania tematu i prowadzenia obserwacji, które mogą mieć realną wartość naukową. Może to być też doskonały wstęp do przyszłych własnych poszukiwań i odkryć. Czasami spotykam się z opinią, że poszukiwanie supernowych w warunkach amatorskich wymaga sporego wysiłku, zaangażowania własnych środków i przede wszystkim czasu. Na dodatek nikt nie jest w stanie zagwarantować nam sukcesu. Tak, to wszystko prawda. Dla astroamatora obcowanie z setkami galaktyk jest jednak przyjemnością samą w sobie. Pewności nigdy nie ma, ale jest szansa, że raz na jakiś czas możemy zostać nagrodzeni niezwykłą chwilą — odkryciem supernowej. Odkrywca jest pierwszym i z początku jedynym człowiekiem na świecie, który widzi nowy obiekt na niebie. Zapewniam, że są to niezapomniane, niezwykle silne przeżycia, dla których warto zapłacić cenę kilku nieprzespanych nocy. ■

Jarosław Grzegorzek, z wykształcenia inżynier elektronik, pracuje jako programista, prowadząc własną firmę komputerową. Należy do licznego grona „dzieci Pana Adama" — młodych niegdyś ludzi, których pasją astronomiczną zaraził szczecinecki krawiec Adam Giedrys. Infekcja okazała się nieuleczalna. Zaowocowała już czterema odkryciami supernowych, a o dalszych na pewno usłyszymy wkrótce.

Strona domowa Autora:
http://supernowe.pl

Zamknięcie Ostródzkiej Sekcji Astronomicznej

Po dwuletnim okresie intensywnego działania Ostródzka Sekcja Astronomiczna (OSA) została zamknięta przez jej pomysłodawcę i prezesa Piotra Skorupskiego. Powodów takiej decyzji była kilka. Z jednej strony osobiste plany, z drugiej malejące zainteresowanie astronomią mieszkańców Ostródy i okolic.

Ostródzka Sekcja Astronomiczna została założona 10 kwietnia 2014 r. Jej misją była popularyzacja astronomii wśród mieszkańców gminy Ostróda. Na początku zajęcia były prowadzone w ostródzkim zamku, gdzie w roku 1807 stacjonował sam Napoleon Bonaparte. A następnie na Dworcu Rzecz Jasna, czyli byłym dworcu PKP poddanym rewitalizacji i zarządzanym przez Stowarzyszenie Inicjatyw Możliwych RzeczJasna, gdzie zbierały się różne osoby, które były zainteresowane pracą na rzecz lokalnej społeczności.

Ostródzka Sekcja Astronomiczna stawiała sobie za cel zainteresowanie astronomią mieszkańców Ostródy i okolic. W tym celu Piotr Skorupski — prezes OSA oraz Anna Majewska — wiceprezes, wymyślali i realizowali różne inicjatywy z pomocą niewielkiego zespołu współpracowników. W kwietniu 2014 r. sekcja wystartowała z 5 członkami, zaś w najlepszym okresie swojej działalności liczyła 11 osób plus wielu mieszkańców Ostródy, którzy nieformalnie brali udział w pracach sekcji.

Wśród regularnych działań OSA można wymienić: prowadzenie raz w miesiącu pokazów nieba dla mieszkańców przy wyciągu nart wodnych nad Jeziorem Drwęckim, czynny udział w akcji Globe at Night, tworzenie co miesiąc „Nieba nad Ostródą", które ukazywało się na najbardziej znanych portalach ostródzkich czy prowadzenie systematycznie kalendarzyka astronomicznego w radiu. Należy do tego dodać, że członkowie OSA (głównie Piotr Skorupski) często byli gośćmi w Radiu Zet Gold, gdzie opowiadali słuchaczom o ważnych nadchodzących zjawiskach astronomicznych czy zbliżających się pokazach nieba. Dodatkowo, niejako w ramach popularyzacji astronomii, Piotr Skorupski przez rok zajmował się także propagowaniem idei ochrony ciemnego nieba w regionie Ostródy.

Piotr Skorupski w trakcie prowadzenia pokazów Słońca. Fot. Jacek Drążkowski

Ponadto OSA współpracowała ze szkołami z gminy Ostróda. W Szkole Podstawowej w Rudzienicach koło Iławy organizowane były nocne pokazy nieba i planet, a Piotr Skorupski wygłosił kilka prelekcji na temat Układu Słonecznego. Natomiast w Liceum Ogólnokształcącym im. Jana Bażyńskiego w Ostródzie członkowie OSA poprowadzili warsztaty plenerowe z zakresu astrofotografii.

Warto wspomnieć także o zrealizowaniu przez OSA we wrześniu 2015 r. wystawy meteorytów w Muzeum w Ostródzie w murach pokrzyżackiego zamku.

Jednak największym wydarzeniem, w którym wzięła udział Ostródzka Sekcja Astronomiczna, było zorganizowanie w ostródzkim amfiteatrze w dniu 5 sierpnia 2015 r., wspólnie z Fundacją Nicolaus Copernicus, imprezy astronomicznej pt. „Piknik pod Gwiazdami". Na to wydarzenie przybyło niemal 900 osób i co należy podkreślić, miało to miejsce w środku tygodnia.

Po okresie intensywnych działań OSA w latach 2014–2015, zainteresowanie działalnością sekcji przez mieszkańców Ostródy i okolic zaczęło maleć od początku 2016 r. Anna Majewska wyjechała na studia do Gdańska i nie mogła już dalej pomagać w prowadzeniu sekcji. W tej sytuacji prezes Piotr Skorupski zdecydował o zamknięciu Ostródzkiej Sekcji Astronomicznej w dniu 4 lipca 2016 r.

Paweł Z. Grochowalski

Nocne pokazy nieba w ramach „Pikniku pod Gwiazdami". Fot. Robert Szaj

Policzcie gwiazdy razem z nami

Zachęcamy uczniów i nauczycieli do wspólnego udziału w projektach Star Count i Globe at Night. Są one związane z Ogólnoświatowym Liczeniem Gwiazd, którego celem jest badanie zanieczyszczenia nieba sztucznym światłem. Uczniowie na całym świecie, biorąc udział w tych projektach, mają możliwość zauważenia, w jaki sposób oświetlenie znajdujące się w okolicy miejsca zamieszkania wpływają na zanieczyszczenie nocnego nieba.

Udział w tych projektach w znaczny sposób wpływa na świadomość społeczną młodych ludzi. Możemy to potwierdzić z całą pewnością, ponieważ rzesza uczniów skupiona przy kruszwickiej Astrobazie jest świadoma zagrożeń wynikających z negatywnych skutków oddziaływania sztucznego oświetlenia — szczególnie w miastach. Zanieczyszczenie światłem ujemnie wpływa na faunę i florę naturalnie przystosowaną do życia w ciemności w czasie nocy, zdobywanie pożywienia, rozmnażanie, komunikację oraz inne istotne zachowania. Podobnie jak w przypadku zwierząt, zanieczyszczenie światłem ma również wpływ na ludzi. Powoduje zaburzenia snu, częstsze bóle głowy, zmęczenie, stres, odczucie niepokoju, bezsenność. Nadmierne, nierównomierne i oślepiające oświetlenie drogowe może zmniejszać też zdolność widzenia uczestnikom ruchu drogowego oraz odwracać ich uwagę od przeszkód, przyczyniając się do powstawania wypadków. Co więcej, złe oświetlenie jest szczególnym utrudnieniem, a nawet zagrożeniem, dla osób z niektórymi chorobami wzroku. Zanieczyszczenie światłem znacznie utrudnia prowadzenie obserwacji obiektów astronomicznych astronomom i miłośnikom nocnego nieba.

W roku 2015 w projekcie tym wykonano łącznie na świecie 23 040 obserwacji w 105 krajach. Polscy obserwatorzy wykonali 987 pomiarów i znaleźli się na 6 miejscu. Rok wcześniej z Polski przesłano 1836 pomiarów, co dało nam miejsce 3.

Być może, dzięki naszej wspólnej aktywności rok 2016 przyniesie nam pierwsze miejsce na świecie, ale przede wszystkim uświadomi ludziom, że zanieczyszczenie światłem jest poważnym problemem, tak jak np. zanieczyszczenie atmosfery, wody i gleby, dziura ozonowa oraz efekt cieplarniany. W odróżnieniu jednak od nich nie jest aż tak powszechnie znany. Wiele osób nie zdaje sobie nawet sprawy z jego istnienia!

Realizowane przez nas projekty Star Count i Globe at Night mają znaczący wpływ na świadomość młodego pokolenia. Przyłączcie się do nas, wspólnie policzmy gwiazdy!

Nie bójmy się spojrzeć w niebo! To nie jest trudne, wystarczy się tylko do tego przygotować.

Star Count

Projekt badawczy powstający przy współudziale ochotników z całego świata, związany ze wspieraną przez NASA platformą Windows to the Universe („Okno na Wszechświat). „Liczenie gwiazd" odbyło się po raz pierwszy w 2007 r.

http://www.windows2universe.org/citizen_science/starcount/

Globe at Night

Projekt badawczy organizowany przez amerykańskie Narodowe Astronomiczne Obserwatorium Optyczne (NOAO) prowadzony od 2006 r. W 2015 r. wzięli w nim udział naukowcy-ochotnicy z 104 krajów, wysyłając raporty w 23 językach!

http://www.globeatnight.org/

Obserwowanie nieba w siedmiu prostych krokach:

Pierwszy krok — uczymy się rozpoznawania gwiazdozbiorów nieba nocnego. Wystarczy zaopatrzyć się w obrotową mapkę nieba lub pobrać darmową aplikację programu Stellarium i zainstalować go na własnym

komputerze. Z nim w sposób wirtualny nauczymy się patrzeć w niebo. (Do nauki szybkiej orientacji na niebie pomocny jest schemat, który zamieszczamy na rysunku niżej — przyp. red.)

Drugi krok — konfrontujemy obraz wirtualny z rzeczywistym. W tym celu, godzinę po zachodzie Słońca, opuszczamy mieszkanie i wychodzimy na zewnątrz — tam czeka na nas wieczorne niebo. Pamiętajmy, że należy wybrać takie miejsce, gdzie lampy uliczne nie będą nam ograniczały widoczności.

Trzeci krok — odnajdujemy najbardziej charakterystyczne gwiazdozbiory. Najłatwiejszym do zidentyfikowania jest Wielka Niedźwiedzica, której widoczną częścią jest Wielki Wóz. Potem już łatwo zlokalizować Małą Niedźwiedzicę. Natomiast gdy chcemy odnaleźć Oriona, szukamy trzech charakterystycznych gwiazd, ułożonych w linii prostej — tak zwany Pas Oriona. Gwiazdozbiór ten przypomina postać człowieka. Teraz już tylko wystarczy odnaleźć najjaśniejszą gwiazdę na niebie, czyli Syriusza w gwiazdozbiorze Wielkiego Psa lub Aldebarana w gwiazdozbiorze Byka.

Gdy nauczymy się rozpoznawać gwiazdozbiory, możemy rozpocząć przygodę z Ogólnoświatowym Liczeniem Gwiazd!

Czwarty krok — zapoznajmy się z informacjami umieszczonymi na stronach internetowych Star Count i Globe at Night.

Wielkość gwiazdowa

Logarytmiczna jednostka miary stosowana do oznaczania blasku gwiazd i innych ciał niebieskich, nazywana magnitudo. Im większa wartość magnitudo, tym słabiej jest widoczna obserwowana gwiazda. Wartość bliską 0 mag mają gwiazdy Arktur z gwiazdozbioru Wolarza i Wega z gwiazdozbioru Lutni. Ludzkie oko jest w stanie dostrzec gwiazdy do około 7 mag przy bardzo dobrych warunkach pogodowych, z dala od sztucznego oświetlenia. Słońce ma –26,74 mag, zaś Księżyc w pełni osiąga maksymalnie –12,90 mag.

Piąty krok — pobieramy mapki z konstelacjami, które w danych miesiącach obserwujemy.

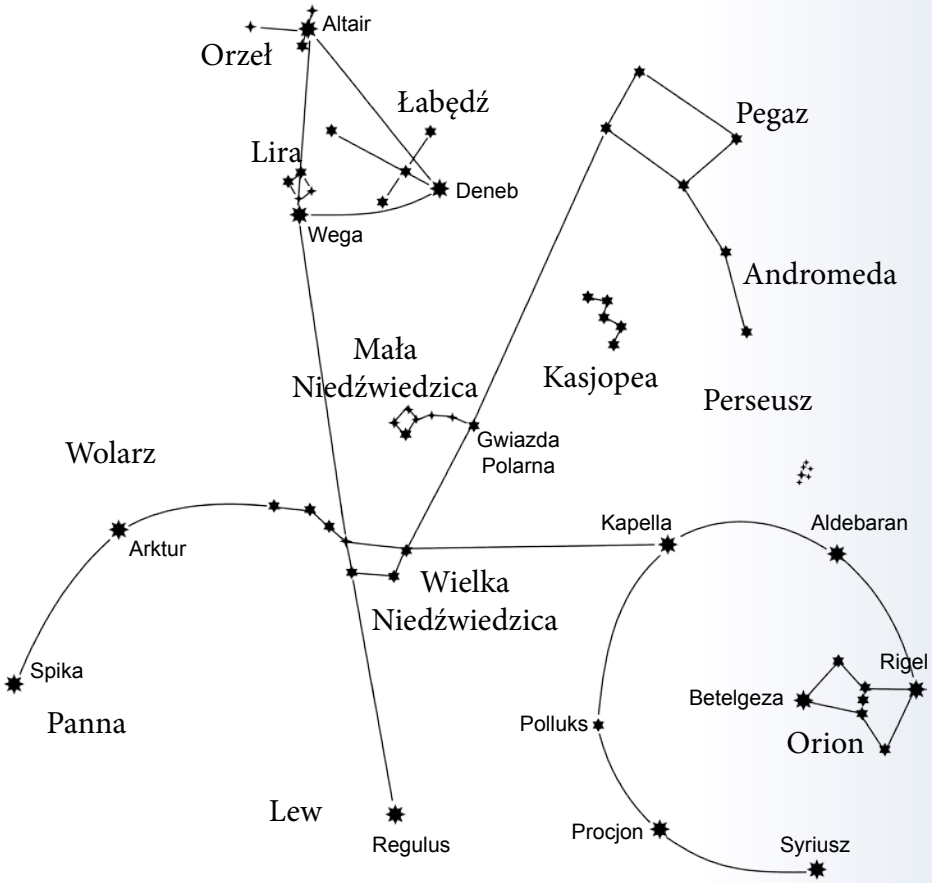
Szósty krok — przeprowadzamy obserwację. Robimy to zwykle godzinę po zachodzie Słońca. Pamiętajmy, że najpierw potrzebujemy około 10–15 minut, aby oko przyzwyczaiło się do ciemności i dzięki temu mogło rozróżnić więcej gwiazd.

Szukamy danego gwiazdozbioru. Gdy go odszukamy, notujemy datę, godzinę, miejsce obserwacji, zachmurzenie oraz graniczną wielkość gwiazdową, czyli wartość magnitudo najsłabszych widocznych gwiazd. Graniczną wielkość gwiazdową możemy określić dzięki mapkom dostępnym na stronach internetowych projektów — każda z nich ma wpisane magnitudo w zależności od widocznej ilości gwiazd.

Można wykonać jednej nocy kilka obserwacji. Jednak należy pamiętać, by kolejne miejsce obserwacji było oddalone o co najmniej 1 km.

Siódmy krok — umieszczamy dane na stronie internetowej projektu, w zakładce Raport.

KoordynatorzyAstrobazyKruszwica
Ilona Dybicz
i Magdalena Musiałowska



Aby orientować się na niebie pośród wielkiej ilości widocznych gwiazd, trzeba mieć jakiś układ odniesienia. Dobrze do tego celu nadaje się układ gwiazd zwany Wielkim Wozem. Jest to fragment gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy. Dwie gwiazdy Wielkiego Wozu z naprzeciwka złamanego dyszla przydają się do znalezienia Gwiazdy Polarnej, która wyznacza nam kierunek północny. To jedyna jasna gwiazda, która nie bierze udziału w dobowym wirowaniu nieba!

Najbliższe kampanie obserwacyjne

W drugiej połowie 2016 r. obserwujemy następujące gwiazdozbiory:

28.07–06.08, 25.08–02.09 — Łabędź

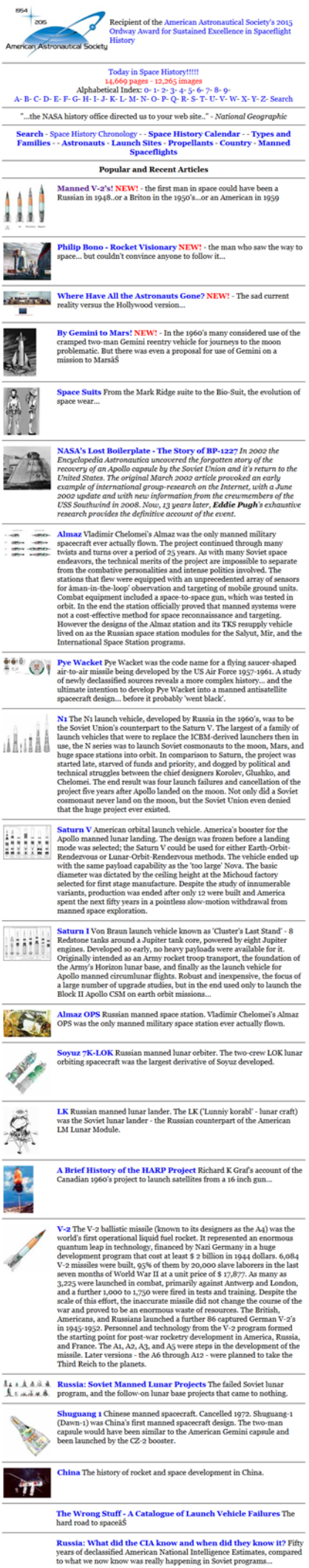
21–31.10 — Pegaz

20–30.11, 20–30.12 — Perseusz

Encyclopedia Astronautica

Dziś proponuję zajrzeć pod adres http://www.astronautix.com/. Pod zgrzebną szatą graficzną znajdziemy przebogate źródło informacji o historii astronautyki. Historia nie oznacza tutaj jedynie informacji o znanych misjach i projektach — tych, które się udały i zdobyły rozgłos. Jest to raczej zbiór olbrzymiej ilości wzajemnie ze sobą powiązanych artykułów i artykulików dotyczących bardzo różnych, również często dziś zapomnianych prób czy niedokończonych projektów. Patrząc z naszej perspektywy czasowej, trudno dostrzec te właśnie elementy obrazujące kręte drogi, które w końcu doprowadziły do sukcesu. Jak wskazuje nazwa „Encyclopedia" mamy do czynienia z klasycznym układem alfabetycznym. Jeśli wiemy, czego szukamy, to nie powinno być problemów z odnalezieniem hasła (a jest ich prawie 15 tysięcy). Hasła zawierają z kolei odsyłacze do kolejnych kwestii, etc. Można też przeszukiwać zasoby encyklopedii, wykorzystując kilka zaproponowanych ogólnych haseł-tematów. Jedną z możliwości jest sortowanie według krajów. Daje to dobre wyniki dla krajów z głównego nurtu rozwoju astronautyki, ale np. dla Polski dane są ubogie. Przykładowo, odnotowano wprawdzie liczne starty rakiet meteorologicznych Meteor, ale nie dowiemy się niczego na temat ich głównego twórcy, Jacka Walczewskiego. Możliwe jest też przeglądanie haseł związanych z danym rokiem, jest też nawet opcja zobaczenia, co wydarzyło się w danym dniu (w różnych latach). Na stronie głównej wita nas długi spis artykułów: najbardziej popularnych, jak i najnowszych — w chwili pisania tej notki widzę cztery artykuły oznaczone hasłem „NEW!" i powyżej trzystu pozostałych (co stanowi maleńką część dostępnych materiałów). Nie ma chyba sensu opisywać, co można znaleźć w co ciekawszych artykułach, bo dla każdego może to być coś innego. Ale na pewno warto do nich zajrzeć — autor haseł Mark Wade pracuje nad nimi od 1997 r., ciągle je uzupełniając i wzbogacając.

Roman Schreiber



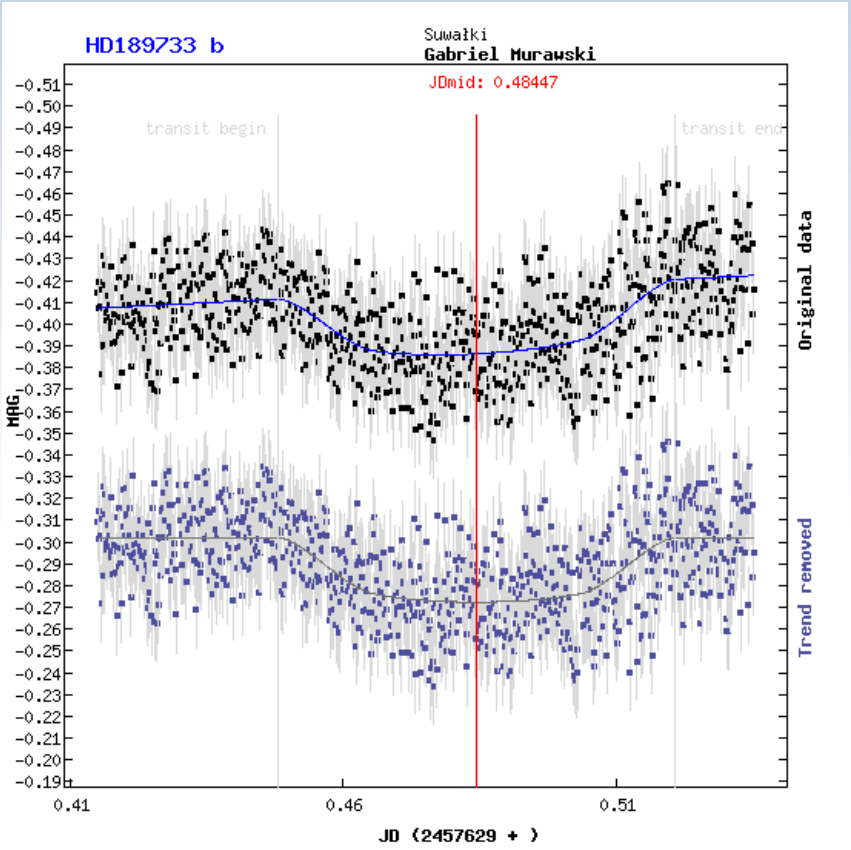
Detekcja tranzytu egzoplanety przez polskiego miłośnika astronomii

W nocy z 28 na 29 sierpnia 2016 r. miłośnik astronomii z oddziału PTMA Białystok — Gabriel Murawski — obserwował przejście planety pozasłonecznej HD 189733 b na tle macierzystej gwiazdy.

Po wielu próbach zarejestrowania zjawiska, tym razem detekcja okazała się udana. Egzoplaneta znajduje się w konstelacji Liska i krąży wokół gwiazdy o jasności 7,67 mag. Na skutek tranzytu dochodzi do spadku jasności o 0,028 magnitudo. Lustrzanka z obiektywem Jupiter 4/200 wykazała się wystarczającą precyzją, aby uchwycić tak niewielką zmianę blasku. Wykorzystany sprzęt do obserwacji tranzytu to: Canon EOS 60D, obiektyw Jupiter 4/200 na mocowaniu M42, montaż EQ5, oprogramowanie: Muniwin 2.1. Każda klatka o parametrach: ISO 400, ogniskowa 200 mm, przysłona f/4.0, czas ekspozycji 10 sekund.

Egzoplaneta HD 189733 b znajduje się w odległości około 60 lat świetlnych od nas. Została odkryta w 2005 r. i należy do kategorii tzw. gorących jowiszów. Jej masa wynosi około 1,14 masy Jowisza, a średnica 1,14 średnicy Jowisza. W lipcu 2007 r., dzięki użyciu Kosmicznego Teleskopu Spitzera, naukowcy stwierdzili z dużym prawdopodobieństwem, że atmosfera egzoplanety HD 189733 b może zawierać parę wodną.

Adam Tużnik



Krzywa zmian blasku gwiazdy HD 189733 na skutek tranzytu planety pozasłonecznej. Źródło: Gabriel Murawski / PTMA Białystok

Projekt ARISS ponownie czeka na zgłoszenia od szkół

Rozmowa uczniów z astronautą lub kosmonautą z Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) przelatującej w tym czasie w okolicy? Polskie szkoły mogą zgłosić się do projektu ARISS, który umożliwia takie rozmowy radiowe. Właśnie rozpoczął się nowy nabór wniosków. Zachęcamy nauczycieli do zgłaszania swoich szkół!

Szkoły, które są zainteresowane edukacyjną rozmową w Kosmosie z astronautą lub kosmonautą przebywającym na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, mogą składać wnioski od września do listopada 2016 r. W tym okresie ARISS-Europa będzie przyjmować zgłoszenia od szkół z Europy, Afryki i Bliskiego Wschodu.

Wnioski przesyła się w formie e-mailowej na adres school.selection.manager@amsat.it. Formularz zgłoszeniowy jest dostępny do pobrania na stronie internetowej www.ariss-eu.org/school-contacts (znajdziemy go w menu po prawej jako „ARISS Application Form"). Do wniosku należy koniecznie dołączyć opis projektu edukacyjnego dotyczącego tematyki przestrzeni kosmicznej, który szkoła zrealizuje przy okazji łączności ze stacją ISS.

Podczas przygotowywania wniosku pomocna może być polska strona internetowa ARISS (http://ariss.pzk.org.pl/). Można też wybrać się na konferencję dla nauczycieli poświęconą temu zagadnieniu, która odbędzie się 22 października 2016 r. w Gorzowie Wielkopolskim. Szczegóły na temat konferencji znajdziemy na wskazanej stronie internetowej. Zachęcamy także do przeczytania obszernego artykułu o ARISS, który opublikowaliśmy w „Uranii" nr 1/2016.

Krzysztof Czart

10 lat czasopisma dla nauczycieli Science in School

W tym roku okrągłą rocznicę ukazywania się, dokładnie dziesiątą, obchodzi kwartalnik dla nauczycieli przedmiotów matematyczno-przyrodniczych pt. *Science in School*. To bezpłatne czasopismo często zawiera artykuły dotyczące astronomii i kosmosu. W rocznicowym numerze „Wiosna 2016" (35) znajdziemy kilka tematów związanych z kosmosem i astronomią. Jeden z artykułów przedstawia ćwiczenia dotyczące plam słonecznych na obracającym się dookoła swojej osi Słońcu. W innym jest propozycja pomiaru odległości do Księżyca z wykorzystaniem geometrii na poziomie szkoły ponadgimnazjalnej. Aby dokonać pomiaru potrzebna jest współpraca pomiędzy szkołami w różnych krajach.

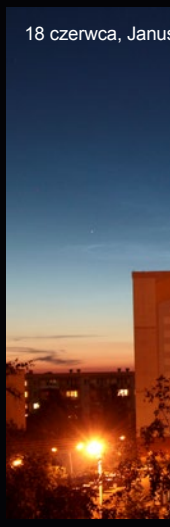
Czasopismo ukazuje się w języku angielskim. Wydawcą jest EIROforum, czyli organizacja zrzeszająca międzyrządowe organizacje badawcze z Europy. *Science in School* można zaprenumerować w formie papierowej albo pobierać cyfrowo jako plik PDF. Na stronie internetowej www.scienceinschool.org znajdują się tłumaczenia części artykułów na inne języki, w tym także na polski.

Krzysztof Czart

Galeria obłoków srebrzystych

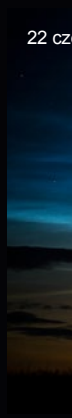
W tym roku obłoki srebrzyste (*Noctilucent Clouds*) były obserwowane na północnej półkuli co najmniej od 24 maja do 10 sierpnia. W naszym kraju pierwsze doniesienia pojawiły się 11 czerwca (J. Drążkowski), a ostatnie rejestracje zjawiska pochodzą z 2 sierpnia (M. Nikodem). Najbardziej intensywne i najlepiej widoczne w Polsce były te w nocy z 17 na 18 czerwca, o czym świadczy bardzo duża liczba zdjęć wykonanych w tym czasie na terenie całego kraju.

11 czerwca, ok. godz. 22.30 UT, Tomasz Zaraś, Ostoja Ciemnego Nieba Izdebno



18 czerwca, Janus

11 czerwca, ok. godz. 21.30 UT, Jacek Drążkowski, Lidzbark Warmiński



22 cz

18 czerwca, godz. 20.30 UT, Adam Tuźnik, Ożarów

18 czerwca, Hubert Dróżdż, Radomsko

18 czerwca, Kamila Mazurkiewicz-Osiak, okolice Puław

sz Wiland, Piotrków Trybunalski

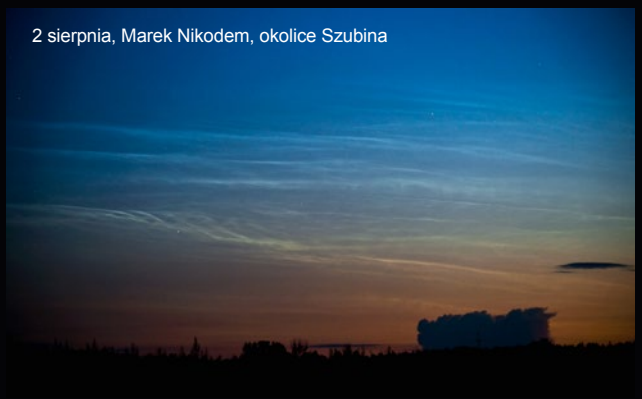
18 czerwca, Diana Przedworska, Warszawa

erwca po północy, Marek Nikodem, okolice Szubina

30 czerwca, Marek Nikodem, Kcynia

7 lipca, godz. 22.54 UT, Jacek Drążkowski, Lidzbark Warmiński

2 sierpnia, Marek Nikodem, okolice Szubina



Metoda wysokościowa

Józef Gawłowicz

Astronawigacja, najstarsza córa astronomii, była od starożytności do lat 70. ubiegłego wieku głównym sposobem prowadzenia okrętu po obszarach wodnych Ziemi w warunkach oderwania się od lądu. Sceneria tego działu nawigacji jest urzekająca. Oto ciemny aksamit olbrzymiej kopuły nieba skrzącego się gwiezdnym pyłem. Na jego tle rozsypane klejnoty migocących w nieskończonej dali gwiazd. Dookoła bezmiar oceanu i pusta linia widnokręgu. Samotny okręt, odległy o setki i tysiące mil od lądu, podąża do celu. Prowadzi go człowiek według tych właśnie gwiazd… Jak? Czy można to opisać językiem prostym, zrozumiałym i jednocześnie wystarczająco ścisłym?

Metoda długościowa dawała dokładną linię pozycyjną, gdy azymut obserwowanego ciała niebieskiego zawierał się okolicach kilkunastu stopni w pobliżu wschodu lub zachodu. Im bliżej azymutów północy lub południa dokładność metody siecznej malała postępująco, więc szukano metody uniwersalnej dla dowolnych położeń obserwowanych ciał niebieskich. Drugą wadą były podwójne obliczenia, aby móc linię pozycyjną wykreślić na mapie. Taką uniwersalną linię pozycyjną określił amerykański kapitan Thomas H. Sumner, wychowanek Uniwersytetu Harvard. Okoliczności i przebieg tego historycznego odkrycia, zapoczątkowującego nową erę w nawigacji, opisał Sumner w wydanej w 1843 r. w Bostonie książce: *„A New and Accurate Method of Finding a Ship's Position at Sea by Projection on Mercator's Chart"*.

Dowodzony przez niego statek żaglowy wypłynął 25.11.1837 roku z Charlestonu w Południowej Karolinie. Portem przeznaczenia był Greenock w zachodniej Szkocji. W drodze statek przeszedł kilka silnych sztormów zachodnich. Po minięciu Wysp Azorskich wiatr zmienił ogólny kierunek na południowy, a gdy statek osiągnął długość 21° W, warunki widoczności pogorszyły się do tego stopnia, że aż do wejścia do Kanału św. Jerzego astronomiczne określenie pozycji stało się niemożliwe.

Około północy z 17 na 18 grudnia statek znajdował się, według zliczenia, o 40 mil od latarni Tuskar Rock (φ = 52°12,2' N, λ = 6°12,4' W). Aby przy południowo — wschodnim wietrze zachować bezpieczną odległość od brzegów Irlandii postanowiono halsować pod skróconymi żaglami. Ponieważ rano okazało się, że w polu widzenia nie znajduje się żaden obiekt, według którego można by określić pozycję, postanowiono położyć się na kurs ENE. Dopiero około godziny 10 rano udało się przeprowadzić obserwację Słońca, z której obliczono długość dla niepewnej szerokości zliczonej i dla dwóch innych szerokości, różniących się wzajemnie o 10', leżących na N od szerokości zliczonej. Po naniesieniu tych trzech pozycji na mapę okazało się, że leżą one na wspólnej linii ENE — WSW przechodzącej przez latarnię Smalls (φ = 51°43,3' N, λ = 5°40,1' W) stojącą na wysepce przed przylądkiem St. David's Head (wybrzeże walijskie). Analizując naniesione punkty i wykreśloną linię pozycyjną Sumner wysnuł swój słynny wniosek: **w momencie obserwacji Słońce miało jedną i tę samą wysokość na wszystkich pięciu pozycjach, tj. na trzech obliczonych (rys. 1), na pozycji latarni Smalls oraz na — nieznanej jeszcze — rzeczywistej pozycji statku, a zatem wykreślona linia pozycyjna była linią jednakowych wysokości.** Była więc ona również linią rzeczywistego namiaru latarni Smalls pod warunkiem, że wskazania chronometru były bezbłędne. Ponieważ pozycja statku, jakkolwiek znajdującego się na tej linii, była niepewna, postanowiono trzymać się kursu ENE, tj. płynąc wzdłuż wykreślonej linii aż do ewentualnego odkrycia się latarni Smalls. Po upływie godziny ukazało się jej światło w namiarze 73° (ENE 1/2 E). Był to dla Sumnera sukces podwójny: sukces trafnego rozumowania i sukces nawigacyjny, ponieważ — po określeniu pozycji z namiarów terestrycznych — okazało się, że mimo prowadzenia na statku żaglowym przez tak długi czas jedynie nawigacji zliczeniowej, błąd zliczonej szerokości wyniósł tylko 8'.

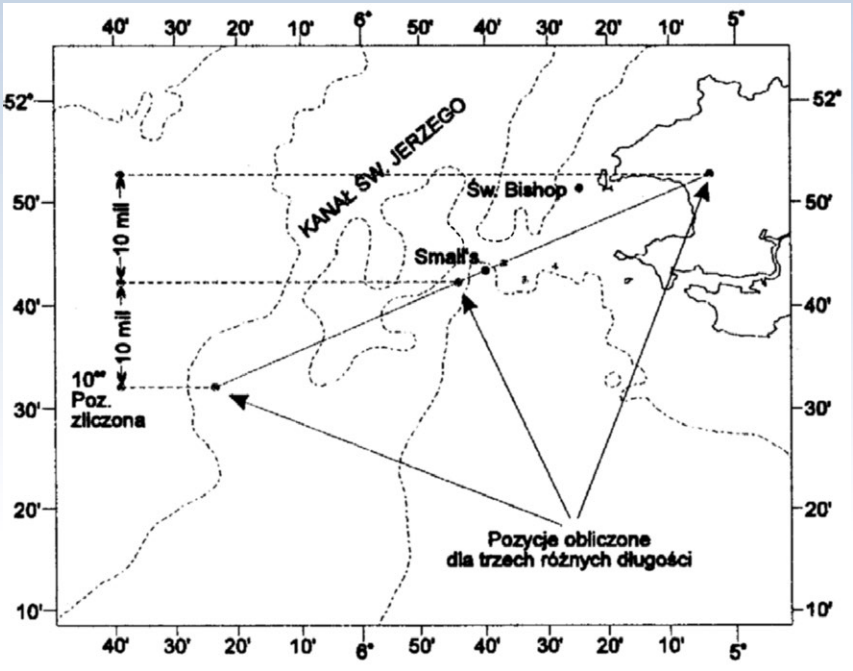
Warto nadmienić, że linia (koło) równych wysokości, zwane linią Sumnera, stała się podstawą całej współczesnej astronawigacji, zwłaszcza od czasu opracowania przez francuskiego kapitana (później admirała) noszącego barokowe nazwisko Adolphe Laurent Anatole Marcq de Blonde de Saint-Hilaire, tzw. wysokościowej metody określania elementów wytycznych linii pozycyjnej.

Kapitan Sumner, odkrywszy linię jednakowej wysokości wyobraził sobie gigantyczne koło pozycyjne, którego środkiem był rzut słońca na Oceanie Indyjskim (gdzieś w okolicy Madagaskaru), a styczna w Kanale św. Jerzego jego małym fragmentem. Poszedł więc w swoim rozumowaniu dalej: nie zakładajmy szerokości geograficznej obserwatora dwa razy, aby obliczyć dwie długości dla metody siecznej, lecz załóżmy **jeden raz** długość i szerokość obserwatora w pobliżu koła pozycyjnego, którego środkiem jest na przykład wybrana gwiazda (rys. 2). Jej rzut na oceanie (z powodu ogromnego promienia astronomicznego koła pozycyjnego — AKP) znajduje się na mapie A odległej o setki mil od mapy B, według której nawiguje obserwator.

Znając trzy elementy trójkąta biegunowego (bok B_NG z szerokości geograficznej rzutu, bok B_NP_P z szerokości geograficznej punktu P_P oraz kąt przy B_N) obliczamy odległość GP_P i porównujemy ze zmierzoną sekstantem odległością ZG. Różnicę, nazywaną delta h, odkładamy na prostej azymutu gwiazdy G, wykreślonej z P_P, otrzymując punkt wytyczny P_W łuku koła pozycyjnego przechodzącego przez pozycję Z okrętu (rys. 3, róg mapy B). Na mapie zamiast łuku koła pozycyjnego, które — ze względu na swe rozmiary — ma małą krzywiznę, wykreślamy prostą ALP, styczną do tego łuku.

Przecięcie się dwóch lub więcej łuków kół pozycyjnych, a na mapie linii pozycyjnych, da nam szukaną rzeczywistą pozycję okrętu. Skrótem ALP oznaczyliśmy astronawigacyjną linię pozycyjną.

Przedstawione powyżej geometryczne ujęcie astronawigacji jest dydaktycznie najprostsze i najbardziej przejrzyste.



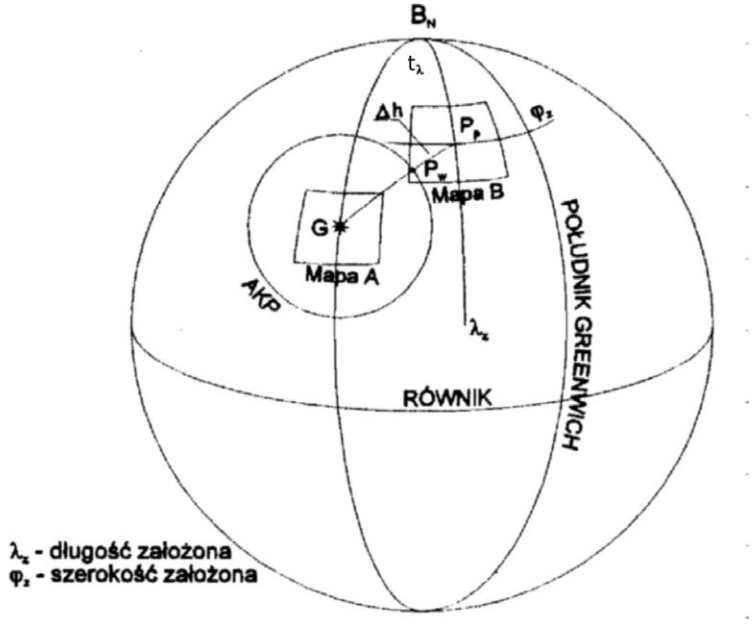
Rys. 1. Odkrycie Sumnera

Metody wysokościowej używamy na morzach i oceanach do dzisiaj, jest uniwersalna i nie obarczona błędami metody długościowej.

Obliczenie wysokości założonej dokonywano z przekształconego wzoru cosinusowego: *cosinus dowolnego boku trójkąta sferycznego równa się iloczynowi cosinusów pozostałych boków plus iloczyn sinusów tychże boków i cosinusa kąta między nimi zawartego.* Trzy boki wspomnianego trójkąta są dopełnieniami do kąta prostego, a więc po zamianie na kofunkcję otrzymamy prosty wzór:

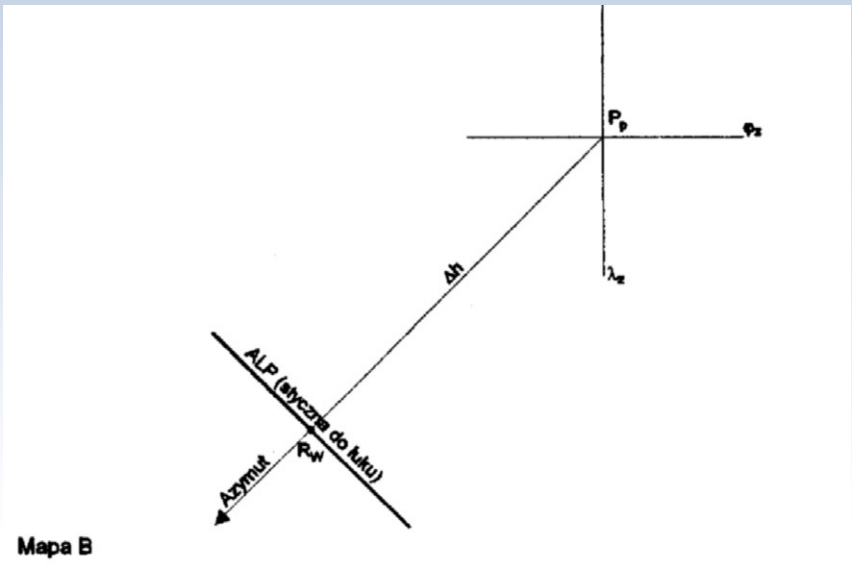
$$\sin(h) = \sin(\varphi)\sin(\delta) + \cos(\varphi)\cos(\delta)\cos(t_\lambda)$$

Mając obliczoną według tego wzoru wartość wysokości założonej (w stopniach, minutach i sekundach kątowych), podpisujemy pod nią wartość wysokości zmierzonej sekstantem i otrzymujemy deltę h (Δh), którą odkładamy z punktu Pp na linii azymutu do punktu wytycznego Pw i wykreśla-



Rys. 2. Wykreślanie linii pozycyjnej

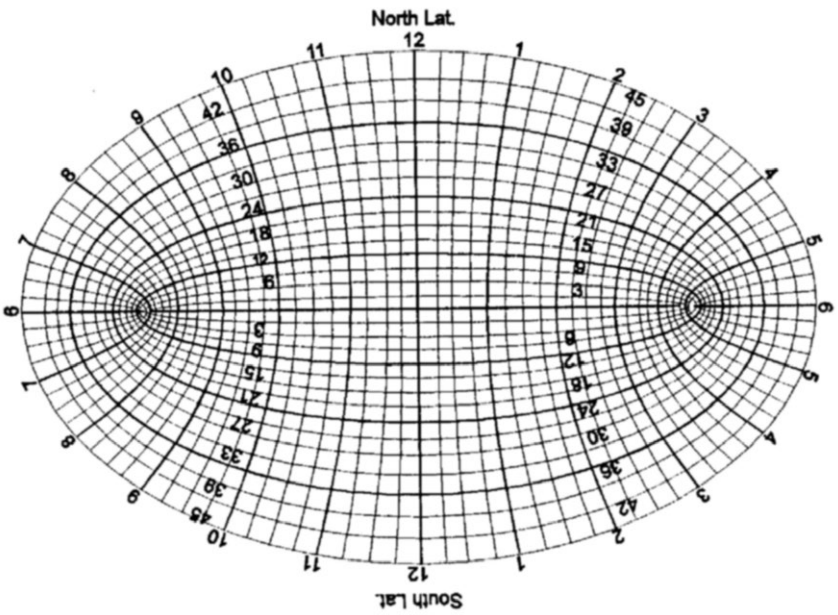
my prostopadle linię pozycyjną. Logarytmowanie wzorów z trygonometrii sferycznej dla obliczenia wysokości zajmowało kilkanaście minut, zaś azymut określano chętniej za pomocą różnego rodzaju diagramów, z których najbardziej znany był diagram kapitana Weira. Niezwykle pomysłowy, piękny pod względem matematycznym, stanowi przykład klasycznego rozwiązania opartego wyłącznie o analizę przekształconego wzoru cotangensów. Siatka przecinających się wzajemnie elips i hiperboli tworzy pełną uroku konstrukcję graficzną o nieskazitelnej harmonii i symetrii z dwoma charakterystycznymi zagęszczeniami na osi poziomej. Wynalazek kpt. Patricka Weira uznany został swego czasu przez sławnego specjalistę w dziedzinie nawigacji Wiliama Thomsona (lorda Kelvina) za najbardziej udane rozwiązanie w tej dziedzinie (*the neatest thing of its kind ever produced*).Wykres Weira z objaśnieniami w języku angielskim sprzedawano jako mapy Admiralicji brytyjskiej nr 5000 i 5001, znana też była niemiecka wersja tego diagramu. Siatka elips diagramu obejmowała szerokości geograficzne od 0° do 85°, czyli od równika do akwenów polarnych na obu półkulach. Wykreślanie azymutu nie było skomplikowane, ale zafascynowany pięknem diagramu Hilsenrath wynalazł karetkę z ruchomym liniałem dla jeszcze większego uproszczenia tej czynności. Weir najprawdopodobniej nie złożył zastrzeżenia patentowego, że można w innym wynalazku wykorzystać połowę diagramu czy dowolną jego część, więc po przystąpieniu USA do II wojny światowej, kiedy znane były pewne sukcesy dywizji pancernych armii niemieckiej na pustynnych terenach Afryki Północnej, wynalazcy amerykańscy zastosowali diagram Weira dla skonstruowania oryginalnego kompasu słonecznego, który mógłby być montowany na czołgach. Idea kompasu suchego polega na odwrotnym niż na morzu zastosowaniu diagramu Weira — nie szukamy azymutu, lecz mając azymut Słońca, np. cień pionowego odcinka drutu, szukamy kierunku północnego, a tym samym dowolnego kierunku, w którym chcemy skierować pojazd bojowy. Rysunek 4 przedstawia płytę tego kompasu. Jest to część diagramu Weira obejmująca szerokości geograficzne od równika do 45 stopni na obu półkulach. Taki oryginalny kompas został przez autora niniejszego szkicu zakupiony dla muzeum w Niechorzu od polskiego emigranta — czołgisty walczącego pod rozkazami generała Kopańskiego w Afryce Północnej.



Rys. 3. Widok na mapie

Pewna uciążliwość obliczeń skłoniła uczonych do szukania nowych rozwiązań, to znaczy tablic z gotowymi rozwiązaniami elementów linii pozycyjnej. Pierwszymi autorami tego rodzaju tablic byli Francuzi: Cassini (1770) oraz Lalande (1793). Sporządzenie kompletnych tablic wymagało tak olbrzymiej ilości obliczeń, że dopiero zastosowanie maszyn cyfrowych mogło podołać zadaniu. Jako pierwsze ukazały się tablice H.O. No.214 wydane w 1936 r. przez Hydrographic Office w USA. Używane są do dzisiaj (lub ich autoryzowany angielski przedruk H.D. 486). Obliczenie pojedynczej linii pozycyjnej z użyciem takich tablic zajmuje początkującemu nawigatorowi około trzech minut, stąd ich ogromna popularność.

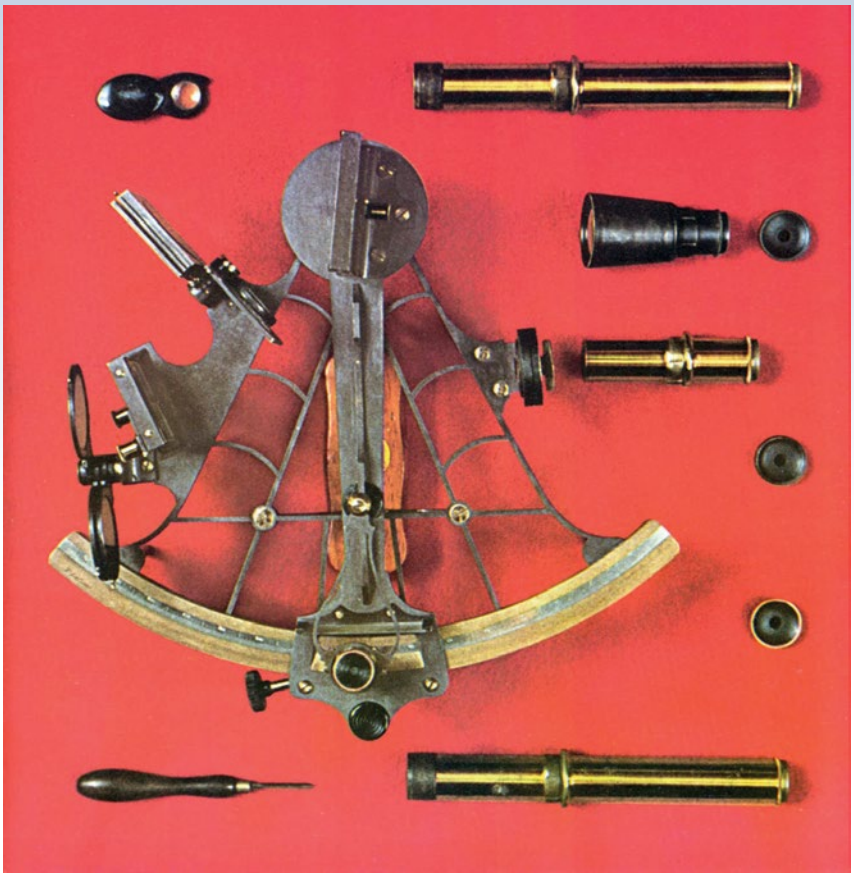
W drugiej połowie XX w. zaczęto produkować kalkulatory elektroniczne z funkcjami trygonometrycznymi, więc rozwiązywanie trójkątów sferycznych było również przyjemne i proste. Dominacja jeszcze łatwiejszego określania pozycji na morzu wg sztucznych satelitów (niczym używanie GPS w sa-



Rys. 4 Diagram Weira jako suchy kompas słoneczny

mochodach) spowodowała, że astronawigację przez pewien czas uważano za naukę rezerwową i w Akademiach Morskich zredukowano ilość wykładów i ćwiczeń z tego przedmiotu. Dopiero lawinowy wzrost cen budowy statków i cen ładunków odwrócił tę proporcję, gdyż np. po awarii prądnicy wałowej następuje awaria zasilania komputerów, a sekstant jest niezmienny. Natomiast wzywanie holownika ratowniczego na odległe akweny jest dodatkowo kosztowne, jeśli nie poda mu się dokładnej pozycji statku. Sekstanty więc nadal są na wyposażeniu jednostek pływających.

Rysunek 5 przedstawia doskonały angielski sekstant firmy Heath & Co z roku 1900 wyposażony w komplet części zapasowych: Szkiełko powiększające do odczytu pomiarów, lunetki do obserwacji dziennych i nocnych z dodatkowymi filtrami (oprócz filtrów zamocowanych na ramie przyrządu oraz śrubokręt zegarmistrzowski. W skrzyni przyrządu znajdują się (niewidoczne na zdjęciu): buteleczka z olejem kostnym oraz kluczyk do regulacji prostopadłości i równoległości lusterek. Ten ostatni drobiazg jest ważny dla dokładności pomiaru: lusterka winny być w pozycji zerowej alidady



Rys. 5. Sekstant angielski Heath & Co

równoległe do siebie, zaś obydwa idealnie równoległe do ramy przyrządu, wówczas sekstant można porównać do fachowo przygotowanego sztucera dla polowań na grubego zwierza.

Józef Gawłowicz

Człowiek pisze, Pan Bóg słowa nosi

W artykule kpt. Gawłowicza w „Uranii" 3/2016 trafił się wart wyjaśnienia lapsus. Otóż powody, dla których nie ma i nie może być „chronometru wskazującego czas lokalny" są oczywiste — czas lokalny zmienia się (ogólnie rzecz biorąc — wyjątkiem byłaby żegluga wzdłuż południka) na ruch statku. Stąd opisany przez kpt. Gawłowicza sposób POMIARU (na okrzyk „stop") czasu lokalnego. Rzecz oczywista i w zasadzie opisana w omawianym tekście. Jednak opowieści o zegarach i „chronometrze lokalnym" zaciemniają na tyle obraz, że czytelnik niezorientowany w problemie może zupełnie się pogubić, zwłaszcza że podano szczegóły uzyskiwania linii pozycyjnej (uzyskiwania punktu wytycznego), w których wspomniany pomiar jest dość mocno uwikłany, nie podając zupełnie prostej idei polegającej na tym, że mierzymy czas lokalny i znajdujemy różnicę zmierzonej wartości z posiadaną wartością dla dowolnego znanego południka. Tą ostatnią oczywiście posiadaną we wspomnianym chronometrze. Można by dodać, że w zasadzie czas określonego południka też można by zmierzyć. I próbowano to robić, np. metodą odległości księżycowych — mierząc odległość kątową Księżyca od Słońca, w zasadzie można określić czas dowolnego południka. Warto zwrócić uwagę, że „w zasadzie" oznacza, iż zarówno pomiar, jak i prowadzące do czasu uniwersalnego rachunki są bardzo skomplikowane i obliczenie były wykonywane raczej do celów naukowych niż nawigacyjnych (p. np. wspomnienia Lisianskiego).

W sumie jednak mamy do czynienia z poważnym błędem o charakterze dydaktycznym (bo formalnie można upierać się, że jest dobrze), który warto wyjaśnić. Warto również dodać, że zwycięzca spod Tulonu kadm. Showell prawdopodobnie nie zginął „śmiercią marynarza". Są przekazy świadczące o tym, że katastrofę przeżył, jednak śmierć przyniósł mu zegar (a więc temat omawianego artykułu). Według pewnych (a właściwie niepewnych, bo przyznanie się do takiej wiedzy groziło w najlepszym wypadku stryczkiem — warto zauważyć, że sposoby egzekucji w tych czasach były często znacznie mniej sympatyczne od zwykłego powieszenia) przekazów admirał znalazł się żywy na brzegu, jednak spotkał się z kimś, kto w celu uzyskania zegarka admirała dopomógł mu w znalezieniu się w lepszym świecie. Warto przypomnieć, że sam zegarek oznaczał wówczas majątek, a i pokaźna złota oprawa miała swoją wartość!

Z poważaniem

j.kpt.ż.w. Jerzy Kuczyński

Odpowiedź

Odpowiadając na list kapitana Jerzego Kuczyńskiego, chcę podkreślić, że uznałem dokładniejsze omówienie metody długościowej za bezzasadne z uwagi na zastąpienie tej metody bar- ▶

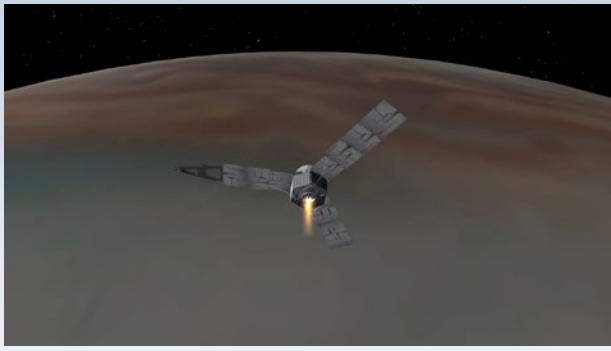
Sonda Juno dotarła do Jowisza

5 lipca 2016 r., po prawie pięcioletniej podróży, bezzałogowa amerykańska sonda kosmiczna Juno dotarła na orbitę wokół Jowisza — największej planety Układu Słonecznego. Naziemne centra NASA, JPL w Pasadenie w Kalifornii oraz w Lockheed Martin w Littleton w Kolorado, uzyskały potwierdzenie udanego manewru wejścia na orbitę. Dane telemetryczne zostały także odebrane przez anteny Deep Space Network w Goldstone w Kalifornii oraz w Canberze w Australii.

Przed wejściem na orbitę sonda Juno zmieniła swoją orientację tak, aby główny silnik był skierowany w odpowiednią stronę oraz zwiększyła tempo obrotu z 2 do 5 razy na minutę. Główny silnik sondy (645-Newton Leros-1b) został uruchomiony na okres 35 minut, aby zmniejszyć prędkość o 542 metry na sekundę, co pozwoliło na przechwycenie przez pole grawitacyjne Jowisza i wejście na orbitę. Gdy to nastąpiło, sonda ponownie obróciła się w stronę Słońca, tak aby 18 698 komórek baterii słonecznych dostarczyło jej energii.

Aktualnie zespół misji testuje podsystemy sondy i dokonuje kalibracji instrumentów naukowych. Faza naukowa misji rozpocznie się w październiku 2016 r., ale naukowcy mają nadzieję, że część systemów będzie zbierać dane naukowe już wcześniej.

Celem misji jest lepsze poznanie pochodzenia i ewolucji Jowisza. Za pomocą dziewięciu instrumentów naukowych Juno będzie zgłębiać tajemnice wnętrza Jowisza (np. czy planeta ma stałe jądro), wykonywać mapy pola magnetycznego, mierzyć ilość wody i amoniaku w głębszych warstwach atmosfery i obserwować zorze polarne.



Sonda kosmiczna Juno wchodzi na orbitę wokół Jowisza — wizja artystyczna. Źródło: NASA/JPL-Caltech

Sonda Juno została wystrzelona z Ziemi 5 sierpnia 2011 r. z Cape Canaveral

---

dziej udaną. Uznałem, że uwidoczniona na rysunku poglądowym idea 30 stopni różnicy długości geograficznej dla różnicy dwu godzin jest wystarczająca dla początkującego czytelnika.

W dalszej części listu bardzo ciekawa jest uwaga kapitana Kuczyńskiego dotycząca ewentualnego losu kontradmirała Shovella. Zetknąłem się z tą ciekawostką w broszurce zakupionej w londyńskim antykwariacie Charlie Browna na West India Dock. Natomiast nie potwierdza jej sławny uczony, amerykański kapitan Nathaniel Bowditch w wydanym w 1803 r. kompendium (i co kilka lat wznawianym do dziś), a z tego źródła głównie korzystałem. Jest oczywiście prawdopodobne, że fale zmyły admirała na skały razem z jakimś marynarzem, który skradł zegarek dowódcy flotylli i zabił go lub (mniej prawdopodobne), że zabił go bandyta przypadkowo będący na tych skałach. Eric Bruton, autor dzieła *The history of clock and watches* utrzymuje wersję podobną jak u Bowditcha: *Altering course to run before westerly gale, the fleet found itself suddenly among the rocks of the Scily Isle at night. Four ships with about 2000 men and the Admiral himself were lost. (zmieniając kurs, aby uciec przed zachodnim sztormem, flota znalazła się nagle w ciągu nocy pomiędzy skałami wysp scilijskich. Rozbiły się cztery okręty z około 2000 marynarzy i admirałem).* Oczywiście ówczesny złoty zegarek kieszonkowy był ogromną pokusą dla złodzieja. Przygotowując się do aukcji astrolabiów w 1980 r. jako pełnomocnik, zakupiłem rocznik domu aukcyjnego „Sotheby's" z lat 1978–1979. Na rysunku obok podaję z tego tomu reprodukcję takiego zegarka z czasów admirała, sprzedanego 1.12.1978 r. za 11.000 funtów szterlingów (równowartość 22.550 dolarów). Jeszcze dzisiaj taka suma jest imponująca, w roku sprzedaży zegarka w Polsce za 11 tys. funtów można było kupić domek jednorodzinny, a w czasach Shovella za taki zegarek dawano dwie wioski. Przyznać należy, że ten jest wyjątkowo piękny.

Na otwarcie sławnego targu dominikańskiego w Gdańsku (sierpień 2011 r.) widziałem wystawiony do sprzedaży przez pewnego kolekcjonera złoty zegarek z tego okresu sygnowany nazwiskiem francuskiego geniusza zegarmistrzostwa Pierre'a le Roi za „tylko" 8 i pół tysiąca złotych polskich. Nie był tak okazały jak zegarek angielski, ale miał na kopercie piękną grawerkę i wisiał na szerokiej złotej dewizce z epoki podobnej do przywieszek masońskich odznaczeń. Podsłuchałem rozmowę dwu zegarmistrzów, amatorów zakupu, którzy cały eksponat szczegółowo oglądali:

Młodszy: — Bierzemy! Jest piękny, oryginalny i na chodzie!

Starszy: — Jest piękny, ale na chodzie jest tylko teoretycznie.

— Co znaczy teoretycznie? — zdziwił się młodszy.

— Chodzi tylko w czasie zakupu — oparł stary wyga.

Józef Gawłowicz

Zegarek z kolekcji Hornby'ego, w pozłacanej i emaliowanej kopercie o średnicy 4,8 cm, wykonany około roku 1700 w Londynie przez Francisa Rainsforda

Air Force Station na Florydzie (USA). Misja jest realizowana przez NASA.

Krzysztof Czart

Dzięki astronomii określono porę roku powstania starożytnego wiersza Safony

Jak określić, kiedy napisano starożytny wiersz? Okazuje się, że czasem może w tym pomóc astronomia. Fizycy i astronomowie pracujący na jednym z amerykańskich uniwersytetów postanowili użyć oprogramowania astronomicznego do określenia pory roku powstania jednego z wierszy Safony — słynnej greckiej poetki żyjącej ponad 2500 lat temu.

Wiersz Safony, który jest określany jako *Midnight Poem* („Wiersz o północy"), zawiera opis zachodu Plejad około północy (Plejady to gromada otwarta gwiazd). Przypuszczalnie Safona obserwowała opisywany przez siebie widok z wyspy Lesbos. Wykorzystując oprogramowanie astronomiczne, można sprawdzić, kiedy Plejady zachodziły nad Lesbos około północy lokalnego czasu za życia Safony. Naukowcy z Uniwersytetu Teksańskiego w Arlington użyli oprogramowania Starry Night w wersji 7.3 oraz oprogramowania dla planetariów Digistar 5, aby odtworzyć widok nieba, jaki mogła podziwiać Safona.

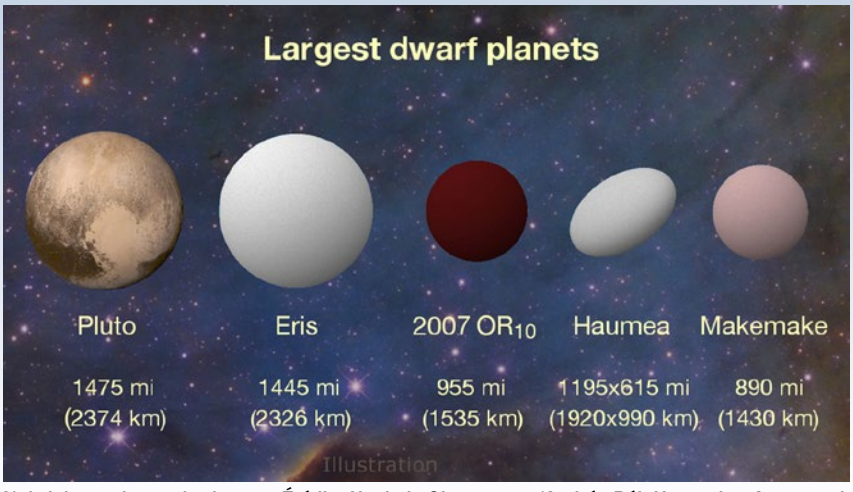
Analizy pozwoliły ustalić, że w roku 570 p.n.e. Plejady zachodziły o północy najwcześniej 25 stycznia. Czyli zakładając, że wiersz był pisany „na żywo", to najwcześniej mógł powstać w tym dniu. Sprawdzono także najpóźniejszy dzień, kiedy Safona mogła widzieć Plejady wieczorem — było to 31 marca. Zatem wiersz musiał powstać w środku zimy albo na początku wiosny.

Warto zwrócić uwagę, że nie oznacza to, iż wiersz był napisany w 570 r. p.n.e. Rok ten badacze przyjęli w analizie, ponieważ według niektórych przypuszczeń wtedy zmarła Safona (ale data jej śmierci nie jest znana). Wiersz mogła napisać oczywiście też we wcześniejszych latach. Autorzy publikacji stawiają hipotezę na temat pory roku, w której mógł on powstać, jeśli był pisany „na żywo" (wyszło im, że środek zimy lub początek wiosny).

Starożytny fresk przedstawiający poetkę (nazywany „Safona") ze zbiorów Narodowego Muzeum Archeologicznego w Neapolu. Źródło: Wikipedia

Safona jest uznawana za jedną z największych poetek swoich czasów. Żyła na przełomie VII i VI wieku p.n.e. Do naszych czasów przetrwało zaledwie kilkanaście wierszy z jej bardzo bogatej twórczości.

Krzysztof Czart



Największe planety karłowate. Źródło: Konkoly Observatory/András Pál, Hungarian Astronomical Association/Iván Éder, NASA/JHUAPL/SwRI

Planeta karłowata 2007 OR10 jest większa, niż sądzono

Astronomowie przeanalizowali dane z dwóch kosmicznych teleskopów: Keplera oraz Herschela i odkryli, że średnica planety karłowatej (225088) 2007 OR10 jest większa, niż do tej pory oceniano. Zatem to największy z obiektów w Układzie Słonecznym spośród tych, które nie posiadają jeszcze nazwy słownej, a tylko oznaczenia katalogowe.

Jak oceniano do tej pory, obiekt 2007 OR10 miał średnicę 1280 km, ale nowe pomiary wskazują na 1535 km, czyli około 250 km więcej. Udało się to ustalić dzięki połączeniu danych z misji Kepler (z fazy K2) z archiwalnymi danymi z teleskopu Herschela. Dzięki obserwacjom K2 odkryto powolną rotację obiektu, co pozwoliło uszczegółowić model. Badacze określili procent światła słonecznego odbity przez 2007 OR10 (teleskopem Keplera) oraz procent światła zaabsorbowanego, a potem wyemitowanego w postaci ciepła (teleskopem Herschela).

Większy rozmiar 2007 OR10 ma kilka skutków. Oczywiście oznacza większą masę, a tym samym silniejszą grawitację. Zwiększa się więc prawdopodobieństwo, że powierzchnia 2007 OR10 jest pokryta lotnymi lodami metanu, tlenku węgla i azotu, które w przypadku ciała o mniejszej masie mogłyby łatwo zostać utracone w przestrzeń kosmiczną. Większa średnica oznacza też, że powierzchnia obiektu jest bardzo ciemna (obiekt ma określoną jasność, a okazuje się, że światło odbija większa powierzchnia, czyli w przeliczeniu na metr kwadratowy robi to mniej efektywnie niż w przypadku mniejszego ciała o tej jasności), co by go wyróżniało spośród planet karłowatych.

Planety karłowate są kategorią pośrednią pomiędzy planetami a planetoidami. Nie zalicza się ich do planet, bo co prawda krążą dookoła Słońca i mają masę na tyle dużą, że ich kształt jest zbliżony do kulistego, ale nie udało im się wyczyścić otoczenia swojej orbity z innych względnie dużych obiektów.

Krzysztof Czart

W Irlandii i USA powstały trzy nowe parki ciemnego nieba

Na początku maja powołano do życia trzy nowe międzynarodowe parki ciemnego nieba (PCN). W pewnym sensie są to wyjątkowe obiekty, ponieważ Park Mayo jest pierwszym PCN w Irlandii, Park Great Basin pierwszym PCN na terenie amerykańskiego stanu Nevada, a Park Flagstaff Area National Monuments powstał tuż obok słynnego Obserwatorium Lowella, gdzie w latach 30. ubiegłego wieku odkryto Plutona.

Międzynarodowy Park Ciemnego Nieba Mayo powstał z inicjatywy studentów i pracowników irlandzkich uniwersytetów (Galway-Mayo Institute of Technology, Trinity College), lokalnych organizacji ochrony środowiska, miejscowych gmin

oraz organizacji skupiających miłośników astronomii. Zajmuje obszar ponad 110 km^2 w zachodniej części Irlandii i obejmuje swoim zasięgiem Park Narodowy Ballycroy oraz obszar ochrony przyrody Wild Nephin Wilderness.

Niebo nad nowo powołanym parkiem otrzymało tzw. Złotą Odznakę, przyznawaną przez Międzynarodowy Związek Ciemnego Nieba (IDA). Wyróżnienie to oznacza, że tereny nad Parkiem Mayo odznaczają się naturalnie ciemnym niebem pozbawionym wpływu zanieczyszczenia świetlnego. Według wypowiedzi lokalnych urzędników utworzenie parku ciemnego nieba na tych terenach jest nie tylko szansą na rozwój turystyki, ale również doskonałą okazją do promowania walki z zanieczyszczeniem świetlnym poza kręgiem osób związanych z astronomią i ochroną środowiska. Należy dodać, że Park Mayo jest drugim obok Rezerwatu Kerry obszarem ochrony ciemnego nieba w Irlandii.

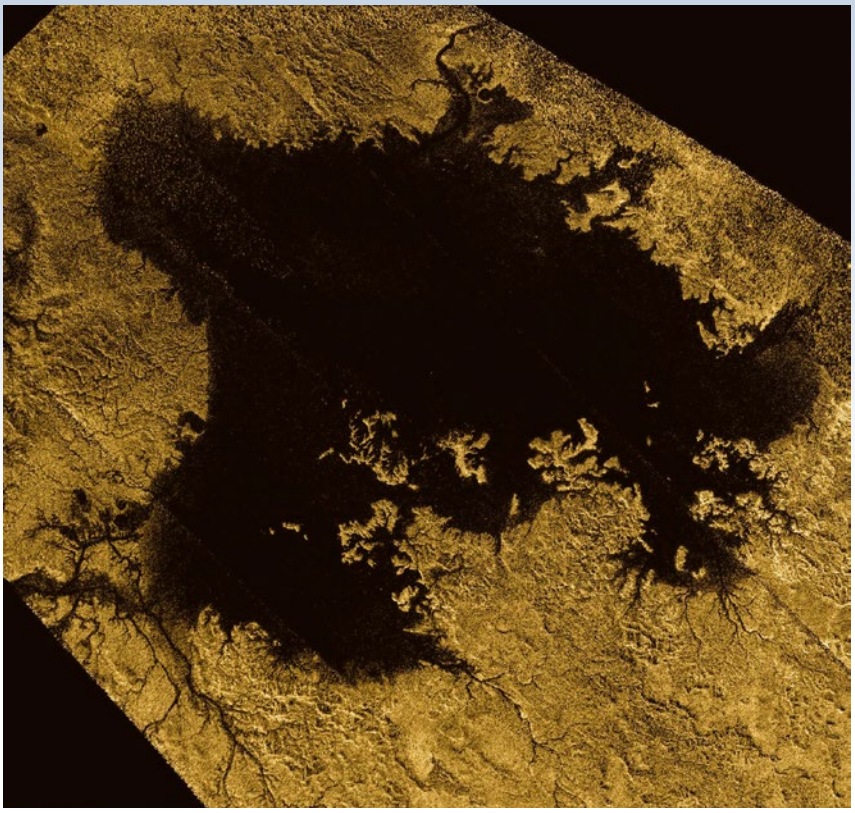
Kolejnym z opisywanych parków jest obszar utworzony na terenach Parku Narodowego Great Basin, położony we wschodniej części stanu Nevada, pomiędzy aglomeracjami Las Vegas i Salt Lake City. Od tych miast dzieli go jednak ponad 300 km gór i pustkowi, a najbliższą większą miejscowością jest 4-tysięczne miasto Ely położone 100 km na zachód od parku. Taka lokalizacja sprawia, że niebo nad Parkiem Great Basin jest naturalnie ciemne i w przyszłości może stać się celem wycieczek dla miłośników astronomii z Nevady i sąsiedniego stanu Utah.

Ostatnim z trzech nowo powstałych parków ciemnego nieba jest obszar ustanowiony na terenach pomników przyrody Sunset Crater Volcano, Walnut Canyon oraz Wupatki położonych w stanie Arizona. Wspólna nazwa tych terenów to Flagstaff Area National Monuments i właśnie tutaj, dwa dni temu, powołano kolejny międzynarodowy park ciemnego nieba. Obszar ten leży na wschód od miasta Flagstaff, które jako pierwsze na świecie uzyskało status międzynarodowego miasta ciemnego nieba (w 2001 r.), przyznawany również przez IDA. Miasto to jest siedzibą Obserwatorium Lowella, w którym m.in. w 1930 r. Clyde Tombaugh odkrył Plutona. Flagstaff Area jest trzecim tego typu parkiem w Arizonie po ustanowionych w 2014 r. parkach Oracle oraz Grand Canyon-Parashant.

Grzegorz Iwanicki

Jedno z mórz na Tytanie zawiera sam metan

Tytan, największy księżyc Saturna, ma na swojej powierzchni morza i jeziora. Nie są to jednak zbiorniki wodne, a zamiast tego zawierają ciekłe węglowodory. Najnowsze badania ustaliły, że jedno z tych mórz zawiera prawie sam czysty metan, jego dno pokryte jest warstwą organiczną, a na wybrzeżach prawdopodobnie są mokradła.



Ligeia Mare w sztucznych barwach. Zdjęcie wykonane przez sondę Cassini. Obszar pokrywa 420 × 350 km. Źródło: NASA/JPL-Caltech/ASI/Cornell

Księżyc Tytan ma pewne podobieństwa do Ziemi. Jako jedyny spośród księżyców w Układzie Słonecznym posiada grubą warstwę atmosfery oraz duże rozlewiska cieczy na powierzchni. Jego atmosfera jest zdominowana w ponad 95% przez azot (dla porównania w ziemskiej jest 78% azotu). W atmosferze Tytana jest też wodór i śladowe ilości innych gazów.

W odległości od Słońca, w jakiej znajduje się Tytan, jest możliwe, aby metan i etan występowały na powierzchni w stanie ciekłym. Taką możliwość rozważano już od dawna, a w 2004 r. udało się to potwierdzić dzięki dotarciu sondy Cassini na orbitę wokół Saturna i wypuszczeniu lądownika Huygens. Od tamtej pory badania ustaliły, że więcej niż 1,6 mln kilometrów kwadratowych powierzchni Tytana jest pokryta cieczą. To prawie 2 procent całej powierzchni tego księżyca. Zidentyfikowano trzy duże morza w okolicach bieguna północnego, otoczone dziesiątkami jezior. Natomiast na półkuli południowej znane jest tylko jedno jezioro.

Niedawno opublikowano mapę rozmieszczenia zbiorników wodnych na Tytanie. Naukowcy oczekiwali, że morza będą zawierać głównie etan, powstający w atmosferze w procesach, w których światło słoneczne rozbija molekuły metanu. Ale najnowsze analizy obrazów radarowych, wykonanych przez sondę Cassini w latach 2007–2015, dają inny rezultat. Okazuje się, że Ligeia Mare jest wypełnione prawie samym metanem. Być może spadł na nie niedawno świeży deszcz metanowy. Możliwe też, że jakiś nieznany proces powoduje usuwanie etanu z morza, przykładowo może on odkładać się na dnie albo wypływać do sąsiedniego morza Kraken Mare.

Ustalono także, iż dno morskie jest pokryte warstwą substancji organicznych. Prawdopodobnie molekuły organiczne wytwarzane w atmosferze Tytana opadają na powierzchnię morza (a potem osadzają się na dnie) bezpośrednio z atmosfery albo w trakcie deszczów, część z nich może być też nanoszona przez rzeki.

Zbadano także zmiany temperatury od zimy do wiosny. Co zaskakujące, nie odnotowano większych różnic w ocieplaniu się obszaru morza i terenów nadbrzeżnych. W związku z tym pojawiła się hipoteza, że wybrzeża pokryte są ciekłymi węglowodorami, czyli że występują tam mokradła.

Krzysztof Czart

Odkryto trzy planety idealne do poszukiwania na nich oznak życia

Astronomowie ogłosili odkrycie trzech planet krążących w układzie odległym

od nas o 40 lat świetlnych. Centrum układu stanowi niezwykle mała i chłodna gwiazda, tzw. „ultrachłodny karzeł". Jak mówią naukowcy, konfiguracja układu jest idealna do tego, aby w najbliższych latach spróbować poszukać oznak życia poprzez analizę własności atmosfer tych planet. Publikacja ukazała się w *Nature*, a o wynikach poinformowało także Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO).

Zbadany obiekt gwiazdowy jest oznaczony jako 2MASS J23062928-0502285. Posiada też nazwę TRAPPIST-1, bowiem odkrycia dokonano dzięki obserwacjom wykonanym 60-cm belgijskim teleskopem TRAPPIST, pracującym w Europejskim Obserwatorium Południowym (ESO) na terenie Chile. Astronomowie odkryli, iż gwiazda regularnie osłabia swój blask. Po wykluczeniu różnych potencjalnych przyczyn takiego stanu, okazało się, że w układzie znajdują się trzy planety tranzytujące, czyli co pewien przechodzące przed swoją gwiazdą, powodując jej niewielkie osłabienia.

Mimo że to bliskie galaktyczne sąsiedztwo Słońca, gwiazdy nie zobaczymy na niebie gołym okiem ani nawet dość sporym teleskopem amatorskim, bowiem świeci bardzo słabo (V = 18,8 mag). Ma zaledwie 5% mocy promieniowania Słońca, jest bardzo chłodna, jej rozmiar to 11% średnicy Słońca, a masa stanowi jedynie 8% masy Słońca. Czyli jest to obiekt o masie bardziej przypominającej bardzo duże planety lub brązowe karły aniżeli normalne gwiazdy. W publikacji w *Nature* opisującej odkrycie, naukowcy przypisują obiekt do kategorii tzw. „ultrachłodnych karłów", czyli obiektów typu gwiazdowego, do których należą najmniej masywne gwiazdy oraz brązowe karły (czyli obiekty o masach pośrednich pomiędzy planetarnymi a gwiazdowymi).

Artystyczna wizja ultrachłodnego gwiazdowego karła widocznego na niebie okrążającej go planety. Źródło: ESO/M. Kornmesser

Wnikliwa analiza danych, w tym uzyskanych przy pomocy instrumentu HAWK-I na 8-m teleskopie VLT w Obserwatorium Paranal w Chile, pozwoliły na ustalenie dokładniejszych parametrów planet. Mają one rozmiary podobne do Ziemi, ale zdecydowanie krótsze okresy orbitalne. Pierwsza okrąża swoją gwiazdę co 1,4 dnia, druga co 2,4 dnia, a dla trzeciej okres wyznaczony jest w przedziale od 4,5 dnia do 73 dni (nie jest znany dokładnie).

Pierwsza z planet otrzymuje cztery razy więcej promieniowania niż Ziemia, a druga — dwa razy więcej. To oznacza, że krążą nieco bliżej niż ekosfera — strefa wokół gwiazdy, w której panują warunki umożliwiające występowanie na powierzchni planety wody w stanie ciekłym. Ale naukowcy nie wykluczają, że mimo tego na planetach mogą istnieć obszary nadające się do zamieszkania. Z kolei trzecia z planet otrzymuje mniej promieniowania niż Ziemia, ale być może krąży w ekosferze.

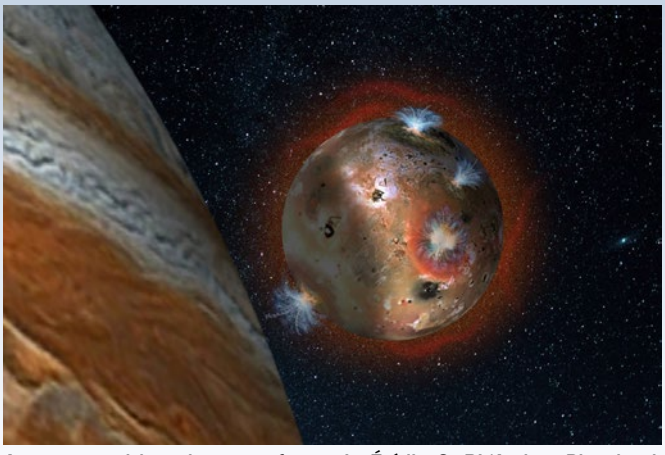
Jak optymistycznie zakładają odkrywcy, dzięki kilku olbrzymim teleskopom znajdującym się obecnie w trakcie budowy, wkrótce będziemy w stanie badać skład atmosferyczny tych planet i sprawdzać najpierw, czy posiadają wodę, a następnie szukać oznak potencjalnej aktywności biologicznej. Idealne do takich poszukiwań są planety okrążające bardzo słabe gwiazdy, wtedy w trakcie tranzytów efekty wywoływane przez ich atmosfery na światło gwiazdy są realne do wychwycenia. W przypadku normalnych, jasnych gwiazd, wydaje się to jeszcze poza zasięgiem naukowców. Warto zaznaczyć, że aż 15% gwiazd w pobliżu Słońca to właśnie ultrachłodne karły.

Krzysztof Czart

Zaobserwowano cykliczne zmiany w atmosferze księżyca Jowisza

Amerykańscy naukowcy odkryli, że cień rzucany przez Jowisza, powodujący zmiany temperatury na jego wulkanicznym księżycu Io, w rezultacie wpływa na cykliczne fluktuacje w cienkiej atmosferze księżyca.

Io to wyjątkowy księżyc w całym Układzie Słonecznym, obiekt odznaczający się największą aktywnością wulkaniczną, która jest powodowana przez oddziaływanie sił grawitacyjnych Jowisza i jego księżyców galileuszowych. Skutkiem tego są potężne pływy występujące na Io, powodujące tak podwyższoną aktywność geologiczną. Wulkany na jego powierzchni wyrzucają ogromne ilości materii, która wskutek cienkiej atmosfery opada z powrotem na powierzchnię, tworząc charakterystyczne struktury. Sama atmosfera jest złożona głównie z dwutlenku siarki, który pochodzi z erupcji wulkanów. Okazało się, że gaz ten podlega cyklicznym zmianom stanu skupienia, co opisano w *Journal of Geophysical Research*.



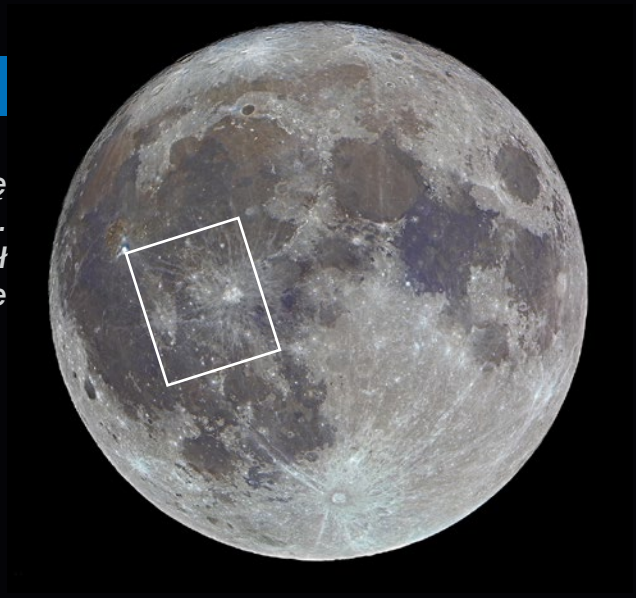
Artystyczna wizja zmian atmosfery na Io. Źródło: SwRI/Andrew Blanchard

Do obserwacji tych cyklicznych zmian wykorzystano ośmiometrowy teleskop Gemini North na Hawajach oraz instrument Texas Echelon Cross Echelle Spectrograph (w skrócie TEXES). Dzięki niemu była możliwa detekcja promieniowania cieplnego, co było kluczowe w zaobserwowaniu opisywanego zjawiska.

Obserwacje zostały przeprowadzone podczas dwóch nocy w listopadzie 2013 r. i dotyczyły stanu atmosfery przed zaćmieniem oraz po zaćmieniu Słońca przez Jowisza w momencie, kiedy księżyc Io znajdował się 675 mln km od Ziemi. Okazało się, że atmosfera Io ochładza się i opada podczas zaćmienia, a zawarty w niej dwutlenek siarki zamarza i osiada na powierzchni księżyca w formie szronu. Gdy zaćmienie dobiega końca, atmosfera zostaje na nowo ogrzana promieniami Słońca, a zamarznięty dwutlenek siarki sublimuje, „odbudowując" w ten sposób cienką atmosferę.

Zaćmienie Słońca przez Jowisza trwa codziennie przez dwie godziny (dzień na Io trwa 1,7 doby ziemskiej), co sprawia, że atmosfera księżyca jest poddawana regularnym wahaniom. Temperatura spada wtedy z –235°C, podczas gdy świeci Słońce, do –270°C w trakcie zaćmienia.

Grzegorz Iwanicki



Jeden z najpiękniejszych i najbardziej rzucających się w oczy kraterów księżycowych nosi nazwę Kopernik. Nie byłoby w tym nic dziwnego, gdyby nie fakt, iż nazwał go tak człowiek, który wyznawcą heliocentryzmu wcale nie był...

Z wizytą u Kopernika

Nazwę swą krater Kopernik (*Copernicus*), podobnie jak i wiele innych, zawdzięcza Ricciolemu, autorowi *Nowego Almagestu* (*Almagestum novum*) – włoskiemu jezuicie opowiadającemu się po stronie geocentryzmu. Trzeba mu jednak oddać sprawiedliwość, że miał spory szacunek dla dokonań współczesnych mu astronomów głoszących odmienne poglądy. Stąd obecność na Srebrnym Globie Reinholda, Keplera, Heweliusza i wielu innych „heretyków".

Krater Kopernik jest dobrze widoczny w pobliżu środka obserwowanej z Ziemi tarczy Księżyca na północnym skraju Morza Chmur (*Mare Nubium*) i można dojrzeć go już przez zwykłą lornetkę. Jego zewnętrzna średnica sięga ponad 100 km, natomiast wewnętrzny, płaski obszar, ma ok. 46 km rozpiętości. Tarasowy system gór pierścieniowych ma szerokość ponad 20 km i wypiętrza się 3350 m nad powierzchnię dna krateru.

Zewnętrzne zbocza opadają bardzo łagodnie, rozgałęziając się na wiele pasm górkich, a różnica wysokości względem otoczenia to już tylko 1010 m. Wzniesienia centralne krateru mają siedem rozróżnialnych wierzchołków, z których najwyższy osiąga wysokość względną 730 m.

Krater Kopernik powstał ok. 1,1 mld lat temu, rozpoczynając tzw. okres kopernikański w historii geologicznej Księżyca.

Zdjęcie z 7 sierpnia 2015 r. (faza Księżyca ok. 59%) wykonane teleskopem Schmidta-Cassegraina 280/2800 z soczewką Barlowa ×1,5 GSO, kamerka Point Grey Blackfly IMX249, filtr pomarańczowy 570 nm. Posadzone na montażu Losmandy G11

Fot. Adam Tomaszewski

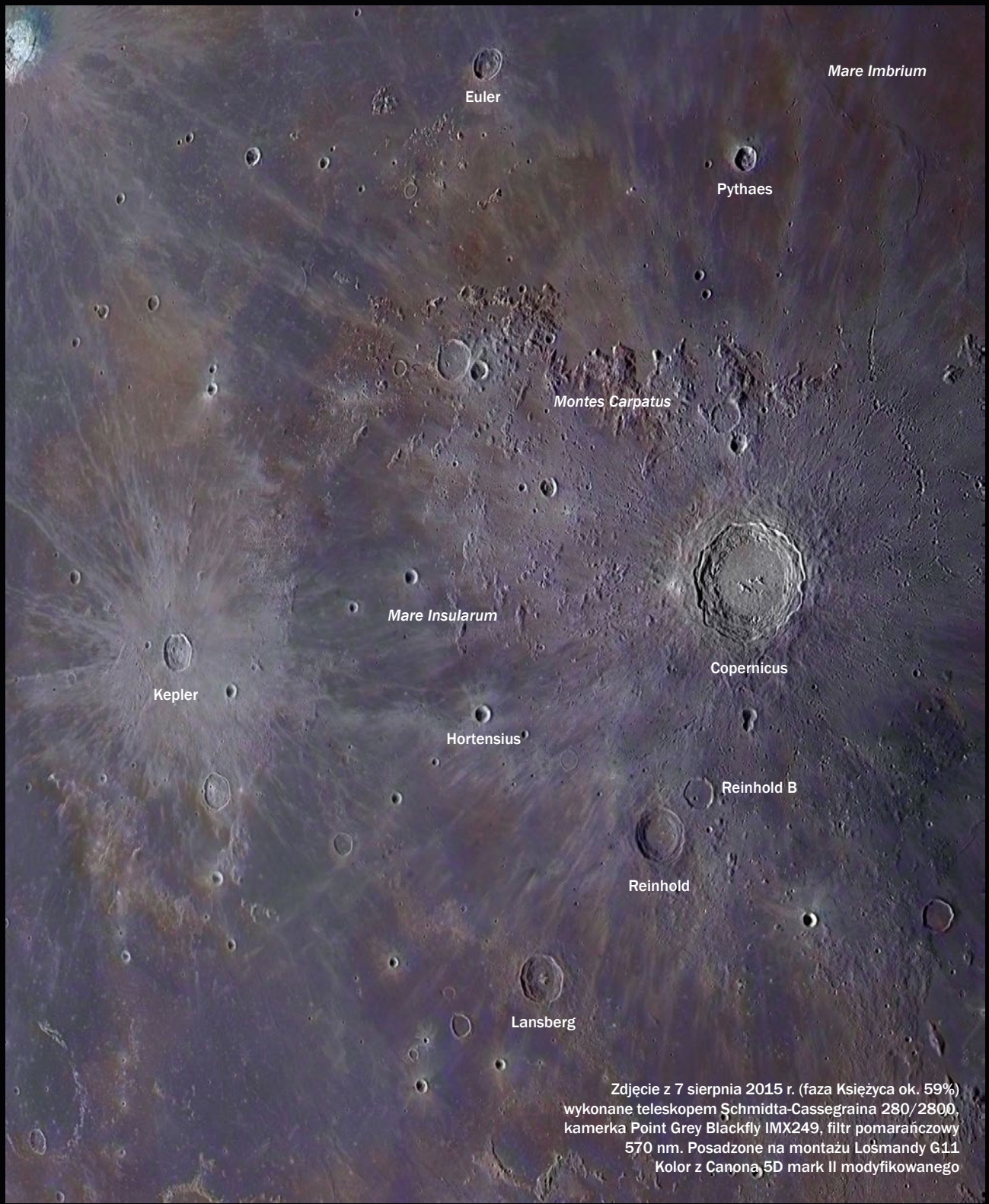
W czasie pełni Kopernik jest tak jasny, że może być zauważony gołym okiem. Jednak przez teleskopy najefektowniej prezentuje się 10. dnia po nowiu.

Na północy od krateru rozciąga się na 360 km górskie pasmo Karpat (*Montes Carpatus*), które stanowią południową krawędź Morza Deszczów (*Mare Imbrium*). Tworzące je luźno związane obszary górskie mają wysokości 1–2 km.

Na zachód od Kopernika leży Morze Wysp (*Mare Insularum*), ograniczone z drugiej strony 32-km kraterem Kepler. Warto w tym miejscu przypomnieć, że to właśnie temu twórcy praw ruchu planet zawdzięczamy wprowadzenie do selenografii pojęć *ziemia* (*terra*) dla jaśniejszych obszarów i *morze* (*mare*) dla ciemniejszych. Krater Kepler otacza okazały wieniec jasnych smug.

Na koniec zwróćmy jeszcze uwagę na położony na południowy zachód od Kopernika krater Reinhold o średnicy 48 km. Żyjący w XVI w. Erasmus Reinhold na podstawie heliocentrycznej teorii Mikołaja Kopernika stworzył „Tablice Pruskie" podające przewidywane położenia planet na niebie.

Jacek Drążkowski
Zdjęcia: Adam Tomaszewski



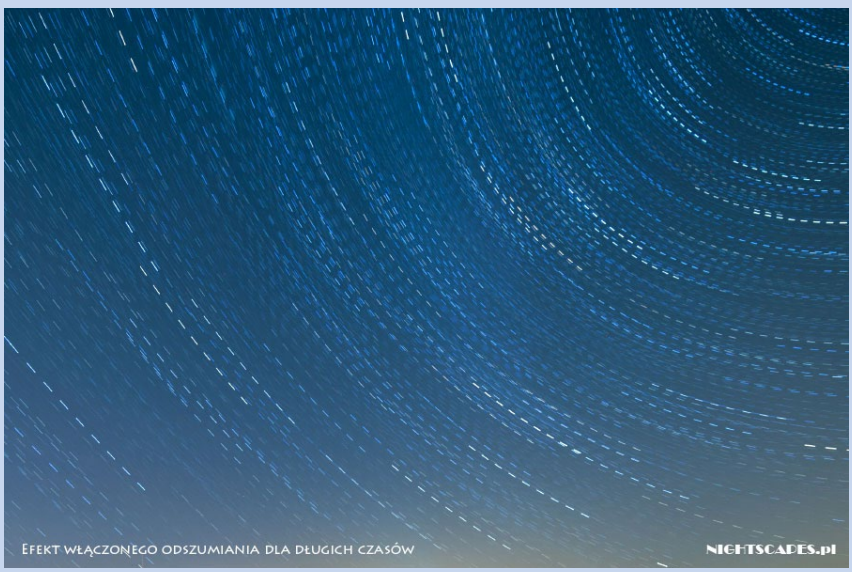
Zdjęcie z 7 sierpnia 2015 r. (faza Księżyca ok. 59%) wykonane teleskopem Schmidta-Cassegraina 280/2800, kamerka Point Grey Blackfly IMX249, filtr pomarańczowy 570 nm. Posadzone na montażu Losmandy G11 Kolor z Canona 5D mark II modyfikowanego

Najczęstsze błędy
w fotografii ruchu gwiazd (*startrails*) raz jeszcze

Problemy, jakie napotykamy przy wykonywaniu fotografii gwiazd typu *startrails*, opisywaliśmy w paru ubiegłorocznych numerach „Uranii" (3–5/2015). Tematu jednak nie wyczerpaliśmy. Autor na prowadzonym przez siebie fotoblogu *Nightscapes* opisał ich znacznie więcej. Ponieważ wydłużające się sierpniowe noce zachęcają wiele osób do zabawy z tego typu fotografią, powracamy do tematu. (Red.)

Uważaj, gdzie świecisz

W nocy wystarczy nawet pozornie dość słabe źródło światła, by zepsuć nam nasz kadr. Dlatego jeśli nie planujemy w sposób kontrolowany doświetlać pierwszego planu, bardzo ostrożnie obchodźmy się z oświetleniem. Musimy pamiętać, że matryca aparatu jest w stanie zarejestrować dużo więcej niż nasze oczy. Kombinacja długiego czasu naświetlnia, wysokiego iso wraz z jakimś źródłem oświetlenia zazwyczaj kończy się małą katastrofą. Widać to dokładnie na poniższym zdjęciu. Za piękny czerwony kolor odpowiadają światła stopu, które włączyłem nieświadomie, naciskając pedał hamulca siedząc w samochodzie. Nawet tak słabe światło potrafi zaświetlić dół kadru, psując całe ujęcie. Na szczęście była to jedna z ostatnich klatek, której nie uwzględniłem w procesie składania.



Stabilizacja drgań

Wiele aparatów i obiektywów jest wyposażonych w system redukcji drgań. Są to technologie, które pozwalają wykonać ostre zdjęcie przy fotografowaniu „z ręki" w gorszych warunkach oświetleniowych. Dzięki nim nawet dla pozornie za długich czasów naświetlania otrzymamy nieporuszone zdjęcia. Jednak przy wykonywaniu zdjęć aparatem ustawionym na statywie, systemy te powinny zostać wyłączone. Oprogramowanie odpowiedzialne za działanie tych systemów zostało zaprojektowane tak, aby redukować każde, nawet najmniejsze drgania. W przypadku gdy aparat jest ustabilizowany ma statywie, takich drgań nie ma. Niestety system o tym nie wie i cały czas stara się korygować drgania, sam je generując. Dlatego to, co jest zbawienne przy wieczornym fotografowaniu „z ręki", okazuje się zupełnie bezużyteczne i niepotrzebne przy fotografowaniu ze statywu.

Włączone odszumianie dla długich czasów naświetlania

To opcja bardzo przydatna, gdy robimy pojedyncze, długie ujęcie na wysokim ISO. Aparat po zasadniczym naświetlaniu wykonuje tzw. darka, czyli naświetla drugi raz, ale tym razem bez otwierania migawki. Ma to na celu zarejestrowanie samych szumów, jakie powstają przy długim naświetlaniu

i następnie ich automatyczne odjęcie od zasadniczego zdjęcia. Jeśli nasz czas naświetlania wynosi 1 minutę, to tyle samo aparat będzie wykonywał rejestrację szumów. Oznacza to, że kolejne ujęcie będziemy mogli wykonać po 2 minutach. W efekcie, gdy zapomnimy wyłączyć tę opcję, będziemy mieli przerwy pomiędzy kolejnymi ujęciami, a co za tym idzie, nie otrzymamy ciągłych śladów gwiazd.

Wstępne podnoszenie lustra

Opcja ta, występująca w niektórych aparatach, pozwala na zminimalizowanie drgań wywołanych uderzającym lustrem i tym samym zrobienie w teorii ostrzejszego zdjęcia. Gdy korzystamy z tej opcji, aparat stosuje opóźnienie pomiędzy podniesieniem lustra a otwarciem migawki. Nie jest ono wielkie, rzędu 1–2 sekund, jednak w przypadku fotografii ruchu gwiazd zupełnie zbędne. Zdecydowanie większe poruszenia zarejestrujemy w związku z długim czasem naświetlania i poruszającymi się obiektami, jak np. liście na drzewach. W fotografii startrails opcja ta oznacza kolejną niepotrzebną przerwę między kolejnymi ujęciami.

Zaparowany obiektyw

Mając do dyspozycji interwałometr, żal z niego nie skorzystać. Ustawiamy parametry ekspozycji, określamy, ile ujęć chcemy wykonać, włączamy proces fotografowania i mamy sporo wolnego czasu. Można iść poczekać w cieple, w aucie. Niestety natura tylko czeka, aż stracimy czujność, by zrobić nam niespodziankę. Przy bezchmurnych i bezwietrznych nocach, gdy tylko temperatura powietrza spadnie poniżej punktu rosy, para wodna zawarta w powietrzu zaczyna się osadzać

na zimnych przedmiotach. Najpierw wilgoć zacznie się osadzać na nogach statywu, by chwilę później dobrać się do naszego obiektywu. W skrajnych przypadkach cała przednia soczewka obiektywu może pokryć się wodą.

Osiadanie statywu

Kolejny błąd związany ze statywem, a dokładniej mówiąc, z jego rozstawieniem. Wystarczy odrobinę mniej stabilny grunt pod jedną z nóg statywu, by pod wpływem ciężaru aparatu wraz z obiektywem cały zestaw bardzo powoli, ale systematycznie przechylał się w jednym kierunku. Przy pojedynczych zdjęciach, nawet tych dłuższych, nie będzie to miało żadnego znaczenia i wpływu na naświetlanie. Nawet minuta to zbyt krótki czas, abyśmy mogli zaobserwować ten wpływ na zdjęciu. Jednak w przypadku fotografii ruchu gwiazd, która trwa znacznie dłużej, efekt będzie już zauważalny i może popsuć całe ujęcie. O ile potrącenia statywu jesteśmy zazwyczaj świadomi i możemy zareagować, rozpoczynając wszystko od nowa, to o powolnym przechyleniu się statywu wraz z aparatem dowiemy się niestety już po fakcie, w domu.

Uwaga na Księżyc

Nasz naturalny satelita jest często niedocenianym, bardzo mocnym źródłem światła w nocy, źródłem dynamicznym, zmieniającym swoje położenie z czasem. Zwróćmy uwagę, czy przypadkiem za jakiś czas nie znajdzie się on w naszym kadrze. Może to mieć zgubny efekt dla naszego zdjęcia. Księżyc to takie Słońce nocy, a pod Słońce lepiej nie fotografować. Jeśli na plener fotograficzny wybraliśmy się w okresie po pełni a przed nowiem, musimy pamiętać, że Księżyc może nam sprawić niespodziankę, wyłaniając się spod horyzontu, prosto w centrum naszego kadru. Jest to wprawdzie bardzo mało prawdopodobne, jednak może się zdarzyć. Znajomość zachowania się Księżyca na niebie jest bardzo przydatna w nocnej fotografii. To jednak temat na oddzielny artykuł.

Rutyna

Pewność siebie zgubiła już niejednego. Wraz z doświadczeniem i ilością udanych nocnych kadrów powoli usypia nasza czujność. Z czasem wyzbywamy się wypracowanych nawyków, dzięki którym nasze zdjęcia były coraz lepsze. Zapominamy, jak ważne były pewne detale. Przestajemy zwracać na nie uwagę, co kiedyś na pewno przełoży się na nieudaną sesję i naszą frustrację. Tak, właśnie frustrację, bo takie uczucie towarzyszy, gdy mamy świadomość, że te idealne warunki, z których tak się cieszyliśmy, mogą się już nie powtórzyć. Pamiętajmy, że diabeł tkwi w szczegółach. Zwracajmy na nie uwagę.

Piotr Potępa

Komety trzydziestolecia

Kiedy w 1705 r. Edmond Halley zaproponował swoje wyjaśnienie ruchu komet, stwierdzając cykliczność powrotów tej, która po dziś dzień sławi jego imię, rozpoczął zupełnie nowy rozdział w dziejach astronomii. Któż by przypuszczał, jak wielu nowym osiągnięciom da ono początek. Dociekanie, z czego jest zbudowana pierwotna materia Układu Słonecznego, zabezpieczanie Ziemi przed możliwą kolizją z innym obiektem kosmicznym czy w końcu spektakularne misje sond badających komety — to wszystko rezultat rewolucyjnej pracy Halleya. Wcześniej do odpowiedzi na najbardziej nurtujące pytania służyły głównie mity. Nie tylko Astronom Królewski stanowił siłę napędową dla rozwoju tej nauki. Również sam obiekt, który obserwował i stwierdził jego periodyczne zbliżanie się do Słońca, dał ludzkości wiele początków. Kometa Halleya po raz kolejny doprowadziła do znacznego poszerzenia wiedzy o fizyce komet, głównie dzięki europejskiej misji Giotto, będącej później doskonałym źródłem doświadczeń dla lądowania Philae na 67P/Czuriumow-Gerasimenko przed niespełna dwoma laty. Jednak mało kto wie, że od komety oznaczonej cyfrą jeden rozpoczęła się także działalność Sekcji Obserwatorów Komet w ramach Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Mimo że do podjęcia uchwały zawiązującej SOK PTMA doszło dopiero 20 maja 1989 r., tak naprawdę właściwym momentem rozpoczynającym skoordynowane obserwacje komet w Polsce była ogólnoświatowa akcja International Halley Watch w latach 1985–1986, zakładająca ścisłą współpracę profesjonalnych i amatorskich obserwatorów komet w celu lepszego zrozumienia natury komety Halleya, powracającej do nas przecież tak rzadko. To właśnie polska kampania w ramach IHW scaliła środowisko pasjonatów komet i w następstwie doprowadziła do powstania największej w Polsce organizacji zajmującej się przygotowywaniem materiałów obserwacyjnych komet, analizą danych z ich obserwacji, a także działalnością popularyzatorską. Dziś ten ruch „komeciarzy", jak mamy w zwyczaju nazywać miłośników komet, może pochwalić się 30-letnim stażem w monitorowaniu komet pojawiających się na niebie, mającym niemałe znaczenie dla poznawania natury każdego z tych obiektów.

17P/Holmes 20 listopada 2007 r., Adam Kisielewicz (Lublin)

Jednak kimże byliby komeciarze, gdyby nie te najciekawsze i najbardziej wyczekiwane obiekty — komety, które z jakichś przyczyn nie tylko intrygują, ale również dostarczają szczególnych emocji czy po prostu zachwycają? Pierwszą z nich była już wspomniana 1P/Halley. Podczas ostatniego powrotu na polskim niebie została zauważona po raz pierwszy 4 listopada 1985 r., kiedy wyłaniała się ponad wschodnim horyzontem w gwiazdozbiorze Byka jako obiekt ósmej wielkości gwiazdowej. Od tego czasu była obserwowana jeszcze do drugiej połowy stycznia 1986 r., kiedy jej jasność oceniano na ok. 4 mag. Jednak jej dostrzeżenie w dużej mierze utrudniała pogoda — obserwatorzy byli zmuszeni wyczekiwać krótkotrwałych rozpogodzeń. Nieco lepsze warunki do zobaczenia najsłynniejszej z komet pojawiły się podczas wiosennego powrotu na polskie niebo. W kwietniu, dwa miesiące po peryhelium, po raz kolejny wyłaniała się ponad horyzont na wieczornym niebie jako obiekt o podobnej jasności jak poprzednio, przy czym słabnący w miarę oddalania się od Słońca. Przełożyło się to na znacznie więcej obserwacji wykonanych lornetkami niż gołym okiem. W dużo lepszej sytuacji byli mieszkańcy południowej półkuli, gdzie 1P osiągnęła 2,6 mag na początku marca, rozwijając okazały, 15-stopniowy warkocz.

Największa do tej pory polska akcja obserwacyjna jednej komety zakończyła się zebraniem 205 raportów obserwacyjnych. Jednak szybko się okazało, że rekord ten da się znacznie bardziej wyśrubować. Kiedy w 1990 r. na niebie pojawiła się kometa C/1989 X1 (Austin), zapowiadana na „kometę stulecia", wynik z akcji IHW udało się podwoić, mimo że ostatecznie obiekt jaśniał wolniej od przewidywań i w maksimum osiągnął jasność 3,5 mag. Jednak i na tym się nie skończyło. Jeszcze latem tego samego roku polscy obserwatorzy mogli śledzić kometę C/1990 K1 (Levy), która pomimo że była słabsza od komety Austina (4,2 mag w maksimum), to w znakomity sposób umiliła komeciarzom czas letni, co przełożyło się na ponad 1200 przesłanych do SOK obserwacji! I pomyśleć, że wszystkie te raporty zostały później ręcznie przepisane do komputera przez Marka Mućka, za-

Kometa Halleya na tle Drogi Mlecznej w 1986 r. (fot. David Malin, Australia). Po prawej 153P/Ikeya-Zhang 05.04.2002 (fot. Grzegorz Duszanowicz, Szwecja)

łożyciela i ówczesnego koordynatora Sekcji. Obserwacji było tak wiele, że w opracowaniu opublikowanym w „Uranii" nie sposób było nanieść wszystkich punktów na wykres jasności! W tak efektowny sposób zakończył się okres występowania na naszej szerokości geograficznej czterech jasnych komet (oprócz dwóch wspomnianych stosunkowo jasna była jeszcze C/1989 Q1 i z trudem dostrzeżona w Polsce C/1989 W1, osiągająca 3 mag). Jednak to nie one najbardziej zapadły w pamięć obserwatorom w ostatniej dekadzie XX w.

W końcu wśród komet minionego trzydziestolecia znalazły się przynajmniej dwie komety TYSIĄCLECIA! W dodatku występujące rok po roku. Tę niezwykłą historię rozpoczyna, dosyć niespodziewanie, C/1996 B2 (Hyakutake), osiągając maksymalną jasność –0,5 mag w 1996 r. Stosunkowo szybko przemieszczająca się po niebie kometa z ogromnym, dochodzącym nawet do 50 stopni kątowych warkoczem gazowym po dziś dzień ma status żywej legendy. Podobnie jak druga z wielkich — C/1995 O1 (Hale-Bopp). Po półtorarocznym wyczekiwaniu, wiosną 1997 r. nie tylko była bez trudu widoczna gołym okiem, ale jej jasne warkocze dało się zauważyć nawet z największych miast Polski. Na kolejną tak widowiskową kometę wciąż pozostaje nam czekać. Trochę mniej okazałą, ale również ekscytującą była kometa Heweliusza — 153P/Ikeya-Zhang, która jaśniała na niebie w 2002 r. Gdański astronom prawdopodobnie widział ją w 1661 r. podczas jej ostatniego powrotu do Słońca. Tak, ostatniego! Ma ona najdłuższy okres orbitalny spośród regularnie obserwowanych komet okresowych, a jej powrót na początku XX w. był wyjątkowo korzystny. Była bez trudu dostrzegalna gołym okiem na podmiejskim niebie, osiągając maksymalną jasność nieco lepszą od 3 mag. Kolejną zachwycającą kometą okresową, jednak powracającą do nas znacznie częściej, była 17P/Holmes w 2007 r. Podczas nagłego rozbłysku stała się obiektem widocznym nawet z miast, choć takich szczegółów, jak np. warkocz, przez większość czasu nie dało się zaobserwować. Za to w lornetkach można było zobaczyć mocno rozmytą kulistą otoczkę komety, przekraczającą wielkość nawet 1 stopnia!

Oczywiście w ciągu ostatnich trzech dekad na naszym niebie pojawiło się co najmniej kilkanaście całkiem jasnych komet, ale wspomniałem tylko te wywołujące największe emocje. Być może zauważyliście, jak regularnie tego typu obiekty pojawiają się na polskim niebie. Od czasu komety Halleya, mniej więcej co 5 lat mieliśmy do czynienia z ponadprzeciętnie widowiskowym obiektem (1985, 1990, 1996–1997, 2002, 2007, …). Ta „zasada" miała zostać potwierdzona jeszcze w 2013 r., okrzykniętym już zawczasu „rokiem komet". Wszyscy liczyliśmy na wielkie widowisko za sprawą C/2012 S1 (ISON), jednak ostatecznie najwięcej splendoru przypadło komecie, która zjawiła się kilka miesięcy wcześniej. I nie bez powodu! W końcu C/2011 L4 (PANSTARRS) wiosną 2013 r. była bez trudu widoczna tuż po zachodzie Słońca i osiągnęła rekordową jasność ok. 1 mag w połowie marca. Doskonale pamiętam swoje pierwsze (i jedyne) obserwacje tej komety. Wyjechałem wtedy do miejscowości, za którą przemawiały nie tylko mapy *light pollution*, ale również stosowna nazwa — do Zasłońca w okolicy Łopuszna i kiedy trafiłem na tę kometę, wyłaniającą się z rozproszonego blasku Słońca, sprawiała wrażenie, jakbym patrzył na popularną uliczną sodówkę — przypominała ją zarówno kolorem, jak i swoim blaskiem. Takimi kometami naprawdę moglibyśmy oświetlać ulice! Mimo że największą przeszkodą w obserwacjach komety PANSTARRS była wtedy kapryśność pogody, z pewnością wielu z nas żyje jeszcze tymi wspomnieniami.

C/2011 L4 (PANSTARRS) 15 kwietnia 2013 r., Maciej Kapkowski

Kiedy przyjdzie nam obserwować choć tak atrakcyjną kometę jak C/2011 L4? To pytanie wciąż pozostaje otwarte. Miejmy nadzieję, że wydarzy się to wcześniej niż w 2018 r., wynikającym z opisanej już „zasady". A jeśli nawet przyjdzie nam czekać nieco dłużej, liczymy na to, że jakaś kuzynka wielkich komet odwdzięczy się fascynującym widowiskiem na niebie.

Mikołaj Sabat

Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA — 8–9 października 2016

Chcesz dowiedzieć się więcej o kometach, poznać inspirujące historie ich badań i spotkać się z polskimi badaczami? Zapraszamy do wzięcia udziału w IX Konferencji Sekcji Obserwatorów Komet Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Odbędzie się ona w dniach 8–9 października 2016 r. w Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym im. Kazimierza Kordylewskiego w Niepołomicach (ul. Mikołaja Kopernika 2, Niepołomice).

Tegoroczne spotkanie to powrót do bogatej tradycji SOK PTMA i kontynuacja serii konferencji o tematyce kometarnej, organizowanych przez naszą sekcję w latach 1999–2006. IX Konferencja będzie zatem pierwszą od 10 lat okazją do spotkania się w gronie obserwatorów i miłośników komet.

Najważniejszymi zagadnieniami omawianymi podczas konferencji będą:

- sposoby amatorskich obserwacji komet,
- analiza wyników obserwacji zebranych przez SOK PTMA i COK w ostatnich latach,
- projekty badawcze i programy wykorzystujące obserwacje komet,
- polskie osiągnięcia w obserwacjach komet na przestrzeni lat (z okazji jubileuszu 30-lecia akcji International Halley Watch).

Bardzo ważną częścią konferencji będzie także integracja środowisk obserwatorów komet w Polsce i nakreślenie planów rozwoju Sekcji Obserwatorów Komet na kolejne lata. Konferencję uświetnią prelekcje m.in. dr. Krzysztofa Ziołkowskiego z CBK PAN oraz odkrywcy komety Polonia — Michała Kusiaka. Szczegółowy program i zapisy na stronie Sekcji Obserwatorów Komet (sok.ptma.pl) w zakładce „Konferencja".

Serdecznie zapraszamy!

Koordynator SOK PTMA Mikołaj Sabat

Perseidy 2016 — pierwsze rezultaty

Perseidy od ponad 150 lat przykuwają uwagę zarówno tych, którzy zajmują się na co dzień meteorami, jak i zwykłych ludzi pamiętających o niezwykłej nocy spadających gwiazd mającej miejsce w połowie sierpnia. Aktywność Perseidów jest zwykle na tyle wysoka, że nawet bez specjalnych przygotowań i umiejętności można dostrzec dziesiątki, a nawet setki meteorów w ciągu nocy. Sierpniowe noce są już dość długie i nadal dość ciepłe, a urlopowy sezon sprzyja całonocnym obserwacjom.

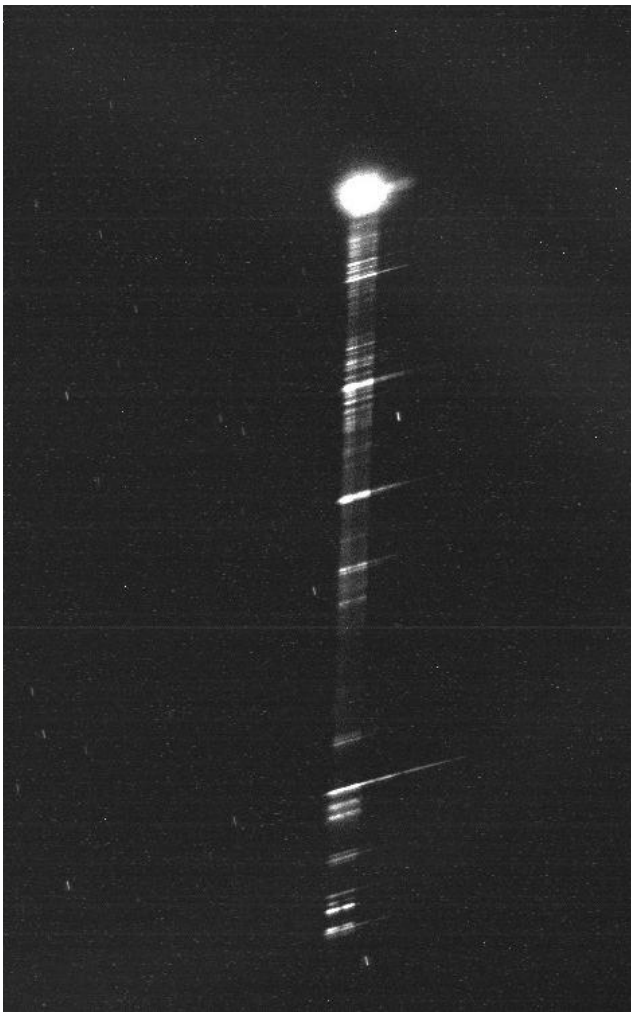
Aktywność Perseidów jest wysoka i podlega pewnym zmianom. Długofalowe zmiany aktywności dotyczą głównie szerokiego maksimum średniego, które co roku obserwować można przy długości ekliptycznej Słońca około 140°. Moment maksimum wypada każdego roku w nocy z 11 na 12 sierpnia bądź też z 12 na 13 sierpnia. Często maksimum wypada, gdy w Polsce świeci słońce, wówczas warto obserwować przez obie noce, jako że maksimum jest dość szerokie. Główne, standardowe maksimum osiąga aktywność ZHR* na poziomie od 60 do 120. Szczyt aktywności obserwowano w latach 90. tuż po przejściu komety Swift-Tuttle, wówczas aktywność osiągała ZHR = 400. Aktualnie obserwuje się stopniowy spadek aktywności maksimum standardowego. Z roku na rok będzie ona mniejsza. Na opisaną wyżej aktywność składają się konkretne strumienie materii wyrzucone z komety podczas różnych jej przejść przez peryhelium. Dzięki istniejącym modelom jesteśmy w stanie lepiej lub gorzej śledzić zachowanie takich strumieni, przewidując ich możliwe spotkania z naszą planetą. Strumienie takie wyrzucone często setki lat temu ewoluują osobno, tworzą w przestrzeni kosmicznej struktury, które kształtem można by porównać do rozciągniętej rowerowej dętki zwiększającej z czasem swoje rozmiary. Strumień taki z biegiem czasu jest perturbowany (zniekształcany) przez wielkie planety, które zmieniają parametry orbitalne strumienia, przesuwając go niekiedy w stronę orbity ziemskiej. Z czasem następuje też ewolucja niegrawitacyjna. Cząstki w zależności od rozmiarów ulegają wpływowi ciśnienia promieniowania czy też efektu Poyntinga-Robertsona, w rezultacie starsze strumienie oczyszczone są z najdrobniejszej materii i składają się głównie z większych meteoroidów.

Aktywność z konkretnych strumieni z różnych przejść komety w pobliżu Słońca nakłada się, generuje aktywność standardową i powoduje niekiedy bardzo wyraźne zmiany w obserwowanej ilości meteorów. Na wykresach aktywności zauważalne są wówczas dodatkowe wysokie piki, a sytuacja bywa dynamiczna i przyprawiająca obserwatorów o niemałe emocje.

Dodatkowy strumień był spodziewany między innymi w 2004 r. Przewidywania znanego fińskiego badacza Esko Lyttinena mówiły nawet o 1000 meteorów w ciągu godziny. Noc 12/13 sierpnia 2004 r. była w Polsce pogodna i faktycznie zaobserwowano wzrost aktywności dokładnie o wyznaczonej godzinie. Nie była to co prawda aż tak wysoka aktywność, obserwowano wówczas 190 meteorów w ciągu godziny, co więcej były to zjawiska dość słabe i dostrzec je można było pod ciemnym niebem. Niespodzianką był natomiast drugi strumień, który pojawił się przed świtem. Tym razem pojawiły się meteory o większej jasności i wiele z nich zarejestrowano za pomocą stosowanych wówczas aparatów analogowych. Sześć lat później dodatkowe strumienie zaskoczyły obserwatorów. W nocy z 11/12 sierpnia przewidywano standardowe maksimum, jednak była to noc niepogodna. Do obserwacji 12/13 sierpnia przystępowaliśmy z przeświadczeniem, że jest już po wszystkim. Tymczasem zmierzch przywitał nas prawdziwym widowiskiem. Przez około 2 godziny pomimo niewielkiej wysokości radiantu pojawiały się licznie jasne Perseidy, dając niezapomniane widowisko. W dalszej części nocy aktywność wyraźnie spadła. W kilka dni później opublikowano pierwsze analizy roju. Na wykresie widniały aż 3 maksima — jedno standardowe, którego nie zobaczyliśmy, drugie spowodowane przez nieznany wcześniej strumień i trzecie, którego też nie widzieliśmy, jako że przypadło ono 13 sierpnia w dzień. Maksimum, od którego rozpoczęła się noc, było bardzo wysokie, ZHR przekroczył wartość 200.

Sytuacja w 2016 roku

Jeszcze przed 2010 rokiem istniały prognozy, wedle których tegoroczne maksimum miało być inne niż zazwyczaj.



Widmo bolidu z godziny 23.19 UT. Kamera CGMS2, PFN55 Ursynów

* ZHR – Zenitalna Liczba Godzinna, parametr określający aktywność meteorów w sposób pozwalający pominąć wpływ warunków i wysokości radiantu. ZHR jest równy liczbie meteorów widocznych w ciągu godziny przy widoczności 6,5 mag, przy radiancie znajdującym się w zenicie. Gdy radiant znajduje się niżej, liczba widocznych meteorów jest mniejsza, również gdy widoczność jest gorsza, obserwujemy znaczący spadek ilości widocznych meteorów.

Od tego czasu jednak modele ulegały udoskonaleniu i do tematu trzeba było podejść od nowa. W ostatnich latach z trafnością takich przewidywań bywało różnie. Można odnieść wrażenie, że opanowaliśmy dość dobrze technikę przewidywania momentu maksimum, natomiast pojawiały się problemy z określaniem jego wysokości. Prawdziwym dzwonkiem alarmowym było więc niezależne opublikowanie zbliżonych prognoz trzech badaczy: Jeremie Vaubaillona, Michaiła Masłowa i Billa Cooka. Każdy z nich, korzystając z własnych metod i modeli, przewidział znaczący wzrost aktywności w nocy z 11/12 sierpnia 2016 r., a momenty maksimum zgadzały się co do 30 minut.

Będąc pewnym, że dojdzie do wyższego niż zwykle maksimum i z tradycyjnym optymizmem w temacie pogody przystąpiono do przygotowań. W pierwszej kolejności przyspieszono rozprowadzanie świeżo zakupionych kamer Mintron 12V6. Przed maksimum udało się zamontować te bardzo czułe urządzenia w stacjach w Krakowie, Kobiernicach, Rzeszowie, Podgórzynie i Jeziórku. Wyposażone w obiektywy o światłosile f/0,75 kamery są w stanie rejestrować zjawiska o jasności do $+3^m$ w umiarkowanie szerokich polach widzenia. Udało się też uruchomić kilka stacji nowego typu działających w oparciu o kamery Full HD. Ostatnia z nich zainstalowana w grudziądzkim planetarium zarejestrowała pierwsze zjawiska podczas nocy maksimum.

Pozostały sprzęt w dyspozycji PFN został zgromadzony w stacji PFN68 Dąbrowa koło Nowego Miasta nad Pilicą. Miejsce to charakteryzuje się znakomitymi warunkami obserwacyjnymi, widoczność podczas bardzo pogodnych nocy dochodzi do +6,8 mag (średnio +6,3 mag), miejsce to położone jest w centralnej Polsce i pozwala na obserwacje nieba we wszystkich kierunkach.

Na miejscu zainstalowano 3 kamery megapikselowe FullHD z obiektywami o różnych ogniskowych. Dwie z kamer o dużym przetworniku wyposażono w obiektywy o parametrach 6 mm f/1,8 oraz 25 mm f/0,85. Pierwsza z kamer skierowana została na północ, obejmując mniej więcej jedną trzecią nieba, druga obserwowała niewielki wycinek nieba przy zasięgu dochodzącym do $+8^m$. W kierunku południowym zamontowano kamerę szerokokątną z obiektywem o ogniskowej 3 mm, natomiast w kierunku wschodnim skierowano analogowego Mintrona 12V6 z obiektywem 12mm f/0,8. Ta ostatnia kamera również miała za zadanie obserwować bardzo słabe meteory w niewielkim polu widzenia. Wybór pól i kamer był nieprzypadkowy. Zasięg kamer szerokokątnych i kamer z wąskim polem różni się bardzo wyraźnie. Porównując ilości zarejestrowanych zjawisk (i rozmiary pól widzenia), można wyciągnąć ciekawe wnioski co do tak zwanego współczynnika masowego roju, czyli mówiąc w prosty sposób — stosunku ilości meteorów słabych do meteorów jasnych. W PFN68 przygotowano też do pracy lustrzanki z obiektywami 3,5/8 mm oraz 2,8/14 mm. Na wypadek złej pogody pozostawał zestaw do obserwacji radiowych składający się z transceivera Yaesu FT-857D z filtrem CW, skrzynki antenowej oraz prostej drutowej anteny o długości 10 m. Dostrojony do częstotliwości 49,75 MHz dawał silne sygnały odbić meteorowych (jak się później okazało zestaw był wręcz zbyt czuły).

Noc z 11 na 12 sierpnia 2016

W centralnej Polsce rozpogodzenia przyszły jeszcze w nocy z 10 na 11 sierpnia. Dzień 11 sierpnia upłynął pod znakiem zmiennej pogody i przelotnych opadów, co zaowocowało dość dużą wilgotnością powietrza podczas maksimum. Noc była pogodna za wyjątkiem zachodnich krańców

Bolid z godziny 23.58 UT. Fot. Mariusz Wiśniewski, PFN

Polski, gdzie od granicy niemieckiej przesuwała się w głąb kraju strefa zachmurzenia. W pierwszej części nocy niebo było zauważalnie rozświetlone przez Księżyc po pierwszej kwadrze. Początek nocy nie zachwycał aktywnością. Przy widoczności zbliżonej do 5,8 mag można było zaobserwować po kilka zjawisk w 15-minutowym przedziale czasowym, w większości dość słabych. Niewielka ilość widocznych zjawisk była spowodowana po części niezbyt dużą wysokością radiantu oraz z rzeczywistej, dość umiarkowanej aktywności roju. Nieznaczny wzrost ilości widocznych meteorów dało się zauważyć około północy. O godzinie 22.56 UT niebo zostało rozświetlone przez bolida o jasności około –7 mag. Bolid ten należący do roju Perseidów w stacji PFN68 widoczny był w pobliżu radiantu i pozostawił po sobie ślad widoczny przez wiele minut. W kilkanaście minut później kamery sieci PFN zaobserwowały serię jasnych bolidów, między innymi zaobserwowano bardzo jasne zjawisko o godzinie 23.19 UT, dla którego uzyskano bardzo dobrej jakości widmo. Moment pojawienia się jasnych zjawisk można uznać za chwilę, gdy Ziemia napotkała na swojej orbicie strumień, którego obecność została wcześniej przewidziana. Można było odnieść wrażenie, że aktywność wzrosła bardzo szybko w ciągu kilkunastu minut. System radiowy zarejestrował bardzo wyraźny wzrost liczby odbić około godziny 23.23 UT. Moment ten był zgodny z przewidywaniami Michaiła Masłowa, który przewidział spotkanie ze strumieniem dokładnie o godzinie 23.23 UT i aktywność ZHR na poziomie 160–180. Również przewidywania Jeremie Vaubaillona nie odbiegały znacząco od rzeczywistości, francuski badacz przewidział nadejście

Ślad po bolidzie z godziny 23.58 UT, składanka z 24 ekspozycji 15-sekundowych. PFN68 Dąbrowa

maksimum na godzinę 0.00 UT. Pomiędzy godziną 23.20 a 23.40 UT utrzymywała się bardzo wysoka aktywność, obserwowano kilka Perseidów w ciągu każdej minuty, co sprawiało wręcz pewne trudności obserwatorom wizualnym. Aktywność najprawdopodobniej przekraczała ZHR = 200 i była znacznie wyższa niż zazwyczaj. Po godzinie 23.40 nastąpił zauważalny spadek aktywności. Chwilową ciszę na niebie przerwało pojawienie się najjaśniejszego zjawiska tej nocy. Bolid o jasności –10 mag pojawił się o godzinie 23.58 UT niemal dokładnie nad Warszawą, rozświetlając tam całe niebo. W stacji PFN68 widoczny był nieomal jako stacjonarny, bardzo blisko radiantu. Zarejestrowany został przez aparaty fotograficzne i kamery, w tym zupełnie przypadkiem przez kamerę Mintron 12V6 o wąskim polu widzenia. Po przelocie bolidu pozostał ślad, który początkowo był jaskrawozielony. Ślad w ciągu kilku sekund przyjął kształt powyginanej linii, a następnie, zmieniając kolor na pomarańczowy stopniowo słabł i rozpraszając się przesuwał się na niebie w kierunku południowej części gwiazdozbioru Perseusza. Przestał być widoczny po 6 minutach.

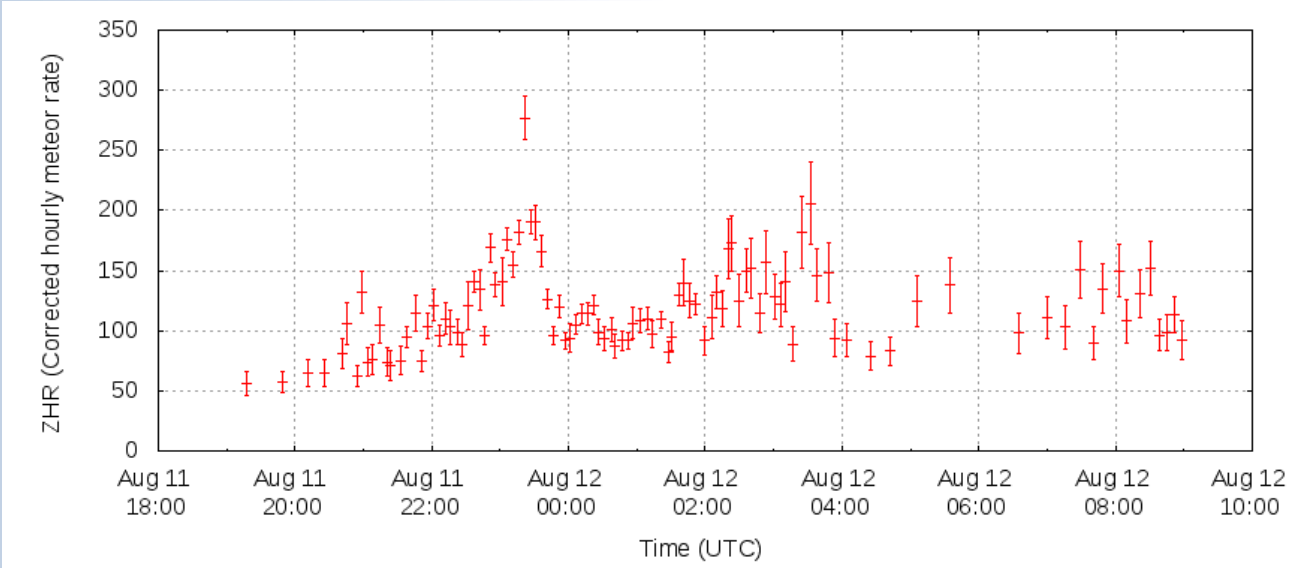
W tym samym czasie odbiornik radiowy zarejestrował odbicie od śladu trwające ponad 2 min. W kolejnych minutach aktywność pozostawała na niezbyt wysokim poziomie aż do godziny 1.00 UT, kiedy to dał się zauważyć kolejny wzrost, być może spowodowany rosnącą aktywnością ze standardowego maksimum Perseidów. Pomimo stopniowo psującej się widoczności obserwowano 1–2 meteory w ciągu minuty. Uwagę zwróciła seria zjawisk z godziny 1.26 UT. Kolejno pojawił się meteor o jasności -4^m, -1^m a następnie silny błysk na południowym horyzoncie spowodowany zapewne pojawieniem się jasnego bolidu. Błysk ten jest widoczny na kamerach PFN, jednakże sam bolid znajdował się bardzo daleko, zapewne nad Słowacją lub Węgrami. Musiał mieć przy tym bardzo dużą jasność porównywalną z Księżycem w pełni. Obserwacje wizualne zakończyły się około godziny 1.45 UT, natomiast kamery rejestrowały liczne zjawiska jeszcze do godziny 2.30 UT.

Noc z 12 na 13 sierpnia 2016

Noc z 12 na 13 sierpnia była niepogodna w dużej części kraju. W stacji PFN68 krótkotrwałe rozpogodzenia przyszły około północy. Nieliczne kamery działające pod pogodnym niebem zarejestrowały dość dużą ilość jasnych zjawisk w pierwszej połowie nocy przy niewielkiej ich ilości w godzinach późniejszych. Uwagę zwraca bardzo jasne zjawisko z godziny 23.20 UT obserwowane w południowo-wschodniej Polsce.

Wstępna analiza obserwacji wizualnych

W ciągu kilku dni po maksimum International Meteor Organization zebrała raporty elektroniczne od 234 obserwatorów z całego świata. Zaobserwowali oni łącznie 23581 meteorów. Na liście obserwatorów znalazło się kilka osób z Polski (w nawiasach czas efektywny obserwacji wyrażony w godzinach): Dariusz Dorosz (2,74), Tomasz Fajfer (2,0), Przemysław Żołądek (3,6), Maciej Myszkiewicz (3,5), Tomasz Adam (3,55) oraz Łukasz Woźniak (2,4). Co ciekawe, z Polski maksimum obserwowała też grupa obserwatorów z Niemiec. Jurgen Rendtel, Sirko Molau i Andre Knofel, uciekając przed chmurami, kierowali się na wschód i dotarli w okolice Wrześni, gdzie prowadzili obserwacje do godziny 0.00 UT.



Wykres aktywności Perseidów dla maksimum 2016. Źródło: http://www.imo.net

Połączenie zdjęć z trzech nocy (11–13 sierpnia) wykonanych w stacji bolidowej PFN71 Radomsko

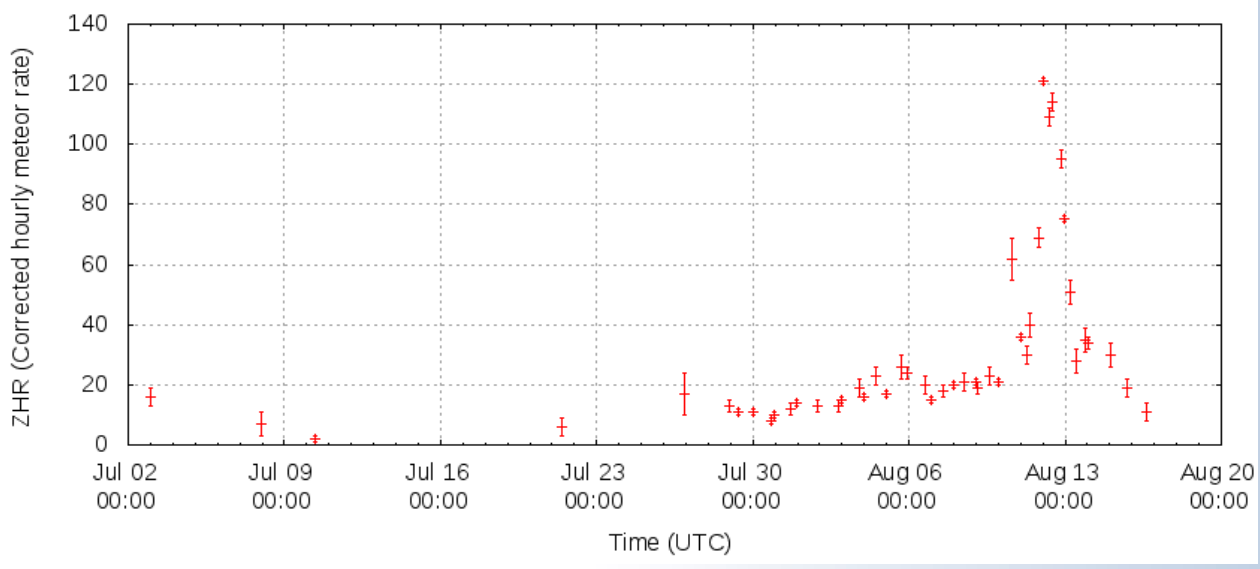
Dwa meteory uchwycone w czasie 13-sekundowej ekspozycji około godz. 21.55 UT 11 sierpnia z zaznaczonym gwiazdozbiorem Perseusza.

Patrząc na wykres aktywności możemy zauważyć krótkotrwałe i wyraźne maksimum. Odrzucając skrajny punkt widoczny na wykresie, możemy powiedzieć, że maksimum wystąpiło pomiędzy 23.16 a 23.26 UT i osiągnęło wartość ZHR = 193 ±11. Pik jest wyraźnie niesymetryczny, zaczyna być zawuażalny około 22.30 UT, aktywność wzrasta przez około godzinę, po czym gwałtownie opada w czasie nie przekraczajacym 30 min. W pierwszej połowie nocy aktywność Perseidów faktycznie była niezbyt wysoka i zmieniała się od ZHR = 60 na początku nocy do ZHR = 100 tuż przed początkiem głównego piku. Po maksimum aktywność utrzymywała się na pozimie ZHR = 100, a przed wschodem Słońca wzrosła do ZHR = 140, co dało się zawuażyć podczas przeprowadzonych obserwacji. Jako że większość danych pochodzi z Europy, dokładność danych na wykresie spada znacząco po godzinie 2.00 UT, kiedy zapadał zmrok na drugiej półkuli. Widoczna jest dość wysoka aktywność około godziny 4.00 UT, być może powiązana ze strumieniem z 1079 r. Około 8.00 UT ZHR przekracza 100, co jest zapewne powiązane z maksimum standardowym.

Podsumowanie

W 2016 r. przyszło nam obserwować jedno z najbardziej spektakularnych maksimów Perseidów w ostatnich dziesięcioleciach. Osobiście obserwowałem tylko jedno bardziej efektowne maksimum i było to pamiętne maksimum Leonidów w 2002 r. Prognozy dotyczące zachowania roju sprawdziły się nadspodziewanie dobrze zarówno pod względem momentu wystąpienia maksimum, jak i jego wysokości. Kamery sieci PFN zarejestrowały tysiące meteorów. Przed nami żmudna obróbka danych, a na wyniki obserwacji bazowych trzeba będzie poczekać kilka tygodni.

Przemysław Żołądek



Zmiany zenitalnej liczby godzinnej (ZHR) roju Perseidów w trakcie całego okresu aktywności

PLANETARIUM I OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE
im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie

LX Olimpiada Astronomiczna 2016/2017

INFORMACJE REGULAMINOWE

1. Olimpiada Astronomiczna jest organizowana dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych. Mogą w niej jednak także uczestniczyć rekomendowani uczniowie innych szkół (zgodnie z rozdz. II § 3 Regulaminu).

2. Zawody olimpiady są trójstopniowe. W zawodach I stopnia (szkolnych) każdy uczestnik rozwiązuje dwie serie zadań, w tym zadanie obserwacyjne.

3. W pierwszej serii zadań zawodów I stopnia należy nadesłać, do **17 października 2016 r.**, rozwiązania 2 zadań, dowolnie wybranych przez uczestnika, spośród zestawu zawierającego 3 zadania.

4. Uczniowie, którzy prześlą rozwiązania zadań pierwszej serii, otrzymają na adres prywatny tematy drugiej serii oraz przydzielony im osobisty kod uczestnika. Zadania drugiej serii będą również zamieszczone, od 19 października 2016 r., na stronie internetowej olimpiady astronomicznej: www.planetarium.edu.pl/oa.htm.

5. Rozwiązanie zadania obserwacyjnego należy przesłać wraz z rozwiązaniami zadań drugiej serii zawodów I stopnia, do **21 listopada 2016 r.** Nadesłanie rozwiązania zadania obserwacyjnego jest warunkiem koniecznym dalszego udziału w olimpiadzie.

6. W przypadku nadesłania rozwiązań większej liczby zadań, do klasyfikacji zaliczane będą rozwiązania ocenione najwyżej (dwa zadania z pierwszej serii, cztery z drugiej serii i jedno zadanie obserwacyjne)

7. Rozwiązania zadań zawodów I stopnia należy przesłać za pośrednictwem szkoły pod adresem: **KOMITET GŁÓWNY OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ, Planetarium Śląskie, 41-500 Chorzów, skr. poczt. 10**, w terminach podanych w p. 3 i 5. Decyduje data stempla pocztowego.

8. Rozwiązania zadań powinny być krótkie i zwięzłe, ale z wystarczającym uzasadnieniem. W przypadku polecenia samodzielnego wyszukania danych, należy podać ich źródło. Jako dane traktuje się również podręcznikowe stałe astronomiczne i fizyczne.

9. Rozwiązanie każdego zadania należy napisać na oddzielnym arkuszu papieru formatu A4. Każdy arkusz oraz wszelkie załączniki (mapki, wykresy, tabele itp.) należy podpisać imieniem i nazwiskiem.

Dodatkowo, do rozwiązań pierwszej serii zadań należy dołączyć wypełnioną ankietę uczestnika, dostępną na stronie internetowej olimpiady: www.planetarium.edu.pl/oa.htm.

10. Zawody II stopnia odbędą się **23 stycznia 2017 r.** Zawody III stopnia odbędą się w dniach **od 9 do 12 marca 2017 r.**

11. Powiadomienia o zakwalifikowaniu do zawodów kolejnych stopni otrzymają jedynie uczniowie awansujący.

12. O uprawnieniach w przyjmowaniu na wyższe uczelnie laureatów i finalistów olimpiady decydują senaty uczelni. Informacje na ten temat są umieszczane na ich stronach internetowych.

Pełny tekst Regulaminu Olimpiady zamieszczono na stronie internetowej: www.planetarium.edu.pl/oa.htm

* * *

ZALECANA LITERATURA:

Obowiązujące w szkołach podręczniki do przedmiotów ścisłych; H. Chrupała, M.T. Szczepański: *25 lat olimpiad astronomicznych;* H. Chrupała: *Zadania olimpiad astronomicznych XXVI–XXXV*; H. Chrupała, J.M. Kreiner, M.T. Szczepański: *Zadania z astronomii z rozwiązaniami*; J.M. Kreiner: *Astronomia z astrofizyką*; J.M. Kreiner: *Ziemia i Wszechświat – astronomia nie tylko dla geografów*; M. Królikowska–Sołtan, T. Kwast, A. Sołtan, M.Sroczyńska–Kożuchowska: *Słownik Szkolny – Astronomia*; *Encyklopedia szkolna – Fizyka z astronomią,* praca zbiorowa; atlas nieba, obrotowa mapa nieba; czasopisma: *Urania – Postępy Astronomii, Astronomia, Delta, Fizyka w Szkole* oraz inne periodyki popularnonaukowe, poradniki i kalendarze astronomiczne dla obserwatorów nieba.

MINISTERSTWO EDUKACJI NARODOWEJ

PLANETARIUM ŚLĄSKIE

PIERWSZA SERIA ZADAŃ ZAWODÓW I STOPNIA

1. Materia opadająca z dużej odległości na czarną dziurę tworzy dysk akrecyjny, który jest silnym źródłem promieniowania.

Oblicz wydajność procesu akrecji dyskowej na nierotującą czarną dziurę i porównaj jej wartość z wydajnością reakcji termojądrowej proton-proton.

Przyjmij, że:

– do odległości odpowiadającej tzw. orbicie marginalnie stabilnej, o promieniu $R_{\mathrm{ISCO}} = 6GM/c^2$ (gdzie G jest stałą grawitacji, M – masą czarnej dziury, zaś c – prędkością światła), materia opada po ciasnej spirali, przy czym dryf materii w kierunku radialnym jest pomijalny względem składowej prędkości ruchu orbitalnego;

– w ruchu dookoła czarnej dziury nie istnieją stabilne orbity kołowe o promieniu mniejszym od R_{ISCO} (bo materia błyskawicznie opada wtedy ku czarnej dziurze), natomiast w odległościach większych od R_{ISCO}, można przyjąć ruch po keplerowskich orbitach kołowych, dla których spełniona jest newtonowska zasada zachowania energii (znaczna część tej energii zostaje wyemitowana w przestrzeń w postaci promieniowania elektromagnetycznego);

– wydajność procesu akrecji definiujemy jako energię utraconą (wyemitowaną) przez opadającą materię, w stosunku do energii spoczynkowej tej materii: $\eta = \Delta E / (m c^2)$.

2. Od pewnego czasu wśród astronomów panuje opinia, że Betelgeza (α Ori) może w niedalekiej przyszłości stać się supernową.

Oszacuj, jaką wizualną jasność obserwowaną może osiągnąć wtedy ta supernowa. W ile dni po nowiu Księżyc może mieć dla nas taką samą jasność, jak spodziewana jasność obserwowana tej supernowej?

Potrzebne do obliczeń dane liczbowe wyszukaj samodzielnie.

3. Oblicz współrzędne horyzontalne, jakie ma w Twoim miejscu zamieszkania jeden z satelitów geostacjonarnych z rodziny Astra, którego punkt podsatelitarny ma długość geograficzną $\lambda_{\mathrm{p}} = 4{,}8^\circ\mathrm{E}$, a także określ, w których dniach roku może on znajdować się dla Ciebie na tle tarczy słonecznej.

Jako dane liczbowe przyjmij w obliczeniach wartości: doby gwiazdowej, pierwszej prędkości kosmicznej przy powierzchni Ziemi oraz promienia Ziemi.

Termin przesłania rozwiązań zadań pierwszej serii upływa 17.10.2016 r.

ZADANIA OBSERWACYJNE

Rozwiązanie zadania obserwacyjnego powinno zawierać: dane dotyczące przyrządów użytych do obserwacji i pomiarów, opis metody i programu obserwacji, standardowe dane dotyczące przeprowadzonej obserwacji (m.in. datę, czas, współrzędne geograficzne, warunki atmosferyczne), wyniki obserwacji i ich opracowanie oraz ocenę dokładności uzyskanych rezultatów. Wykonaną obserwację astronomiczną należy odpowiednio udokumentować.

1. Nieruchomym aparatem cyfrowym wykonaj trzy fotografie nieba: w okolicach bieguna niebieskiego, zenitu i równika niebieskiego, w celu wyznaczenia zasięgu tego aparatu, poprzez określenie wielkości gwiazdowej najsłabszych gwiazd, zarejestrowanych na tych zdjęciach. Na wydrukach zaznacz miejsca, w których znajdują się wytypowane gwiazdy.

Dodatkowo, pliki tych trzech fotografii (w formacie .jpg) prześlij pocztą elektroniczną na adres: olimpiada@planetarium.edu.pl.

2. Jako rozwiązanie zadania obserwacyjnego można również nadesłać opracowane wyniki innych własnych obserwacji, prowadzonych w ostatnim roku.

INTERNETOWE ZADANIE OBSERWACYJNE

3. Korzystając z mapek położeń plam słonecznych, udostępnianych w witrynie internetowej The Debrecen Photoheliographic Data Sunspot Catalogue: http://fenyi.solarobs.unideb.hu/DPD/index.html, sporządź wykres zmian liczby grup plam widocznych na tarczy Słońca (wykres zmian tzw. liczb grupowych) uwzględniając pierwszy dzień każdego z kolejnych miesięcy, począwszy od 1 stycznia 2009 roku.

Co można powiedzieć o maksimum bieżącego, 24. cyklu aktywności Słońca?

Termin przesłania zadania obserwacyjnego upływa 21.11.2016 r.

KOMITET GŁÓWNY
OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ

Zadanie drugiej serii I stopnia XLVIII Olimpiady Astronomicznej

Treść zadania:

Księżyc Saturna Phoebe — jeden z celów badań misji Cassini-Huygens — obiega macierzystą planetę po wydłużonej orbicie o mimośrodzie e = 0,164 w średniej odległości a = 13 × 10^6 km. W punkcie swojej orbity położonym najdalej od planety na niebie oglądanym z Saturna miałby jasność ok. 6,8^m w „pełni". Czy będąc w najmniejszej odległości od planety, byłby w „pełni" widoczny gołym okiem?

Zakładamy, że Saturn obiega Słońce po okręgu o promieniu a = 1427 × 10^6 km.

Rozwiązanie:

Aby prawidłowo rozwiązać zadanie, należy zwrócić uwagę na fakt, że obie podane odległości: promień orbity Saturna oraz promień orbity księżyca Phoebe różnią się zaledwie dwoma rzędami wielkości. Oznacza to, iż przy obliczaniu natężenia promieniowania Słońca, jakie dociera do Księżyca, będziemy musieli uwzględniać odległość Phoebe–Saturn.

W rozwiązaniu skorzystamy ze wzoru Pogsona:

$$m_a - m_p = -2{,}5 \log\left(\frac{I_a}{I_p}\right)$$

gdzie m_a = 6,8^m, m_p jest szukaną przez nas jasnością księżyca w sytuacji, gdy znajduje się on w perycentrum, zaś I_a i I_p wartościami natężeń promieniowania, jakie dociera do Saturna z Phoebe, kiedy księżyc znajduje się odpowiednio w apo- i perycentrum.

Z racji tego, że interesuje nas wizualna jasność księżyca — gdyż prowadzimy obserwacje gołym okiem a nie np. kamerą podczerwoną, traktujemy księżyc jako ciało odbijające światło, a część energii, którą ciało pochłania i wypromieniowuje w podczerwieni, pomijamy.

Oczywiste jest, że w czasie pełni księżyc znajduje się niemal w płaszczyźnie orbity Saturna, dlatego pozwolimy sobie dodać do promienia tej orbity odległości odpowiednio w apo- i perycentrum, aby znaleźć średnią moc promieniowania Księżyca (pamiętamy, iż moc promieniowania odbitego przez Phoebe jest równa mocy promieniowania słonecznego, jakie dociera do księżyca, przemnożonego przez współczynnik albedo):

$$L_a = \rho \times \frac{L_\odot}{4\pi(r + a(1+e))^2} \times \pi r_K^2$$

$$L_p = \rho \times \frac{L_\odot}{4\pi(r + a(1-e))^2} \times \pi r_K^2$$

gdzie $L_\odot$ jest mocą promieniowania Słońca, r — promieniem orbity Saturna, a, e — półosią wielką i mimośrodem orbity Phoebe, ρ — albedo Phoebe, wyrażenia ułamkowe wyznaczają natężenie promieniowania Słońca w odległości Phoebe-Słońce, zaś πr_K^2 — płaszczyzną rzutową księżyca. Oczywiście w obliczeniach będziemy korzystali jedynie ze stosunku L_a/L_p, mamy więc na uwadze, iż wielkości nie podane w zadaniu jako dane skrócą się.

Przekształcamy wzór Pogsona

$$m_a - m_p = -2{,}5 \log\left(\frac{L_a}{L_p} \times \frac{(a(1-e))^2}{(a(1+e))^2}\right)$$

$$m_p = m_a + 2{,}5 \log\left(\frac{(r + a(1-e))^2}{(r + a(1+e))^2} \times \frac{(1-e)^2}{(1+e)^2}\right)$$

i wstawiając dane, obliczamy wartość m_p = 6,075^m. Obserwowana z Saturna jasność Phoebe w perycentrum jest więc na granicy widoczności gołym okiem, przyjmowanej zazwyczaj za równą $m_{graniczne}$ = 6^m.

Jacek Gębala

Autor jest finalistą LIX Olimpiady Astronomicznej oraz wyróżnionym finalistą 62 Olimpiady Chemicznej. Swoje zainteresowania w dziedzinie nauk ścisłych realizuje poprzez działalność w Klubie Astronomicznym Almukantarat. Absolwent I Liceum Ogólnokształcącego im. Mikołaja Kopernika w Bielsku-Białej. W październiku rozpocznie studia na Międzywydziałowych Indywidualnych Studiach Matematyczno-Przyrodniczych Uniwersytetu Warszawskiego na kierunku głównym chemia.

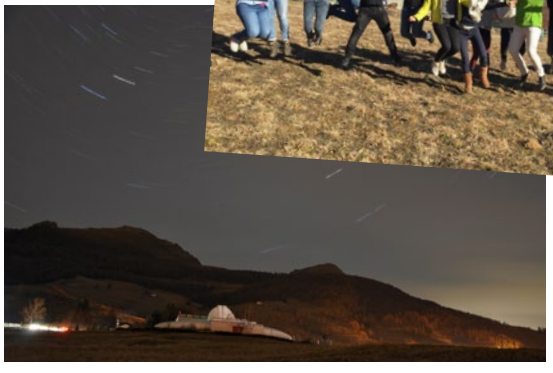
Kosmiczne wrażenia z włoskich Alp

Astronomiczne obozy dla młodzieży są organizowane przez Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) od kilku lat. Co roku bierze w nich udział kilkoro młodych Polaków. O wrażenia z poprzedniej edycji, która trwała w okresie od 26.12.2015 do 1.01.2016 r., spytaliśmy dwoje z ubiegłorocznych uczestników obozu — laureatów stypendiów od Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i Krajowego Funduszu na rzecz Dzieci. Zachęcamy także do zgłoszeń w tegorocznej edycji obozu, szczegóły w ramce.

Co Wam się najbardziej podobało podczas obozu ESO Astronomy Camp 2015?

Edyta Kołodziejczuk: Atmosfera. W życiu nie uczestniczyłam w wyjeździe, gdzie kontakt pomiędzy uczestnikami, jak i opiekunami oraz wykładowcami był tak dobry! Właśnie to sprawiło, że każdy moment stał się niezapomniany, a wszelkie aktywności ciekawsze, co pozwalało na lepsze przyswajanie wiedzy.

Jan Dziedzic: Obóz ESO Astronomy Camp to przede wszystkim ludzie. Tutorzy, wykładowcy i wspaniali uczestnicy. To właśnie oni tworzą wyjątkową atmosferę miejsca, jakim jest OAVdA w jeden tydzień w roku. Najbardziej podobało mi się, w jaki sposób astronomia połączyła licealistów z całego świata, by razem spędzić czas i nauczyć się czegoś nowego.



Na czym polegały zajęcia astronomiczne?

EK: Różnorodność zajęć była ogromna. Wykłady przeprowadzone w naukowy, a czasem zabawny sposób, na których można było zadawać pytania profesjonalnym astrofizykom, z którymi się nie ma na co dzień do czynienia. Oprócz tego aktywności praktyczne (które osobiście lubię najbardziej) — obserwacje oraz analiza danych z teleskopu, a także przeróżne prace w grupach.

JD: Zajęcia astronomiczne to przede wszystkim wykłady naukowców z całej Europy. Towarzyszą im również grupowe zadania oraz nocne obserwacje. Warte wspomnienia jest to, że obóz ESO to nie tylko astronomia. Program był urozmaicony o zwiedzanie okolicy doliny Aosta oraz zabawy w śniegu.

Jaki sprzęt astronomiczny mieliście do dyspozycji?

EK: Do dyspozycji mieliśmy kilka teleskopów Cassegraina, których używaliśmy podczas nocnych obserwacji, posiadaliśmy także dane z teleskopu głównego, z którego pozyskiwaliśmy dane do analizy

JD: OAVdA dysponuje głównym 80-cm teleskopem oraz dwoma „balkonami". Jednym przeznaczonym do celów badawczych oraz kolejnym do edukacyjnych. To właśnie drugi z nich, wyposażony w siedem 25-cm teleskopów Cassegraina, został nam udostępniony do obserwacji. Trzeba jednak pamiętać, że w Saint-Barthelemy poza świetnym sprzętem mamy do dyspozycji niesamowicie ciemne, zapierające dech w piersiach niebo.

Co możecie powiedzieć o kontaktach z uczestnikami obozu z innych krajów?

EK: Tak jak wspomniałam wcześniej, kontakt był niesamowity! Bariery językowe były przełamane już w czasie drogi z lotniska! Konwersację można było nawiązać z każdym. Dzięki obozowi poznałam ludzi z całego świata, a z wieloma z nich nadal utrzymuję kontakt.

JD: Kraje należące do Sieci Popularyzacji Nauki ESO (ESON) były reprezentowane na obozie przez uczestników z różnych klas liceów, pochodzących z całego świata, od Brazylii po Australię. Wszystkich łączyła astronomia, dla jednych hobby, dla innych kierunek przyszłych studiów. Każdy z nas miał okazję nauczyć się czegoś od innych i podzielić się swoją wiedzą. Takie wyjazdy są często początkiem cennych znajomości.

Jak byście zachęcili do udziału w tegorocznym konkursie?

EK: 'It is not a week in your life, but your life in a week'. Dosłownie! Ten tydzień pozwoli Wam nie tylko na nauczenie się czegoś nowego z zakresu astronomii, ale także czegoś o sobie. Osobiście, ESO Camp pomógł mi w wyborze studiów, a także w zawarciu przyjaźni z ludźmi na całym świecie, których łączy czasem więcej niż jedna pasja.

JD: Wszystkich niezdecydowanych na udział w konkursie muszę zapewnić — jest o co walczyć, ESO Astronomy Camp jest świetną przygodą, okazją do skorzystania z wysokiej klasy sprzętu oraz wyjątkowo czystego nieba, a przede wszystkim do poznania dobrych znajomych.

Czy macie podpowiedzi dla uczestników kolejnych edycji obozu?

EK: Dodatkowa informacja dla przyszłych uczestników — weźcie ze sobą dużo polskich słodyczy, a jak umiecie grać na instrumencie, który nie jest wielkości pianina, bierzcie go ze sobą. To pomaga w zbudowaniu świetnej atmosfery, która, według mnie, jest podstawą!

JD: Aby pojechać na obóz, nie potrzeba specjalnie szerokiej wiedzy astronomicznej. Ważna jest za to znajomość języka angielskiego — im lepsza, tym więcej wyniesie się z obozu.

Opracowanie: Krzysztof Czart
Zdjęcia: Edyta Kołodziejczuk

ESO Astronomy Camp 2016

Masz 16–18 lat? Lubisz astronomię? Chcesz pojechać na obóz astronomiczny do Włoch?

Weź udział w konkursie organizowanym przez Europejskie Obserwatorium Południowe oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne. Termin zgłoszeń: 4.10.2016 r.

Szczegóły na www.pta.edu.pl/eso-camp

Sky-Watcher® | STAR ADVENTURER

Sky-Watcher Star Adventurer wyznacza nowe standardy w prostej, mobilnej astrofotografii szerokich pól (ang. wide-wield astrophotography). Jest małym i niepozornym z wyglądu urządzeniem, które w istocie jest precyzyjną i zaawansowaną głowicą paralaktyczną z szeregiem bardzo użytecznych cech.

- 7 zaprogramowanych prędkości śledzenia
- 72 godzin pracy na 4 bateriach AA
- Podświetlana lunetka biegunowa
- Wyzwalanie migawki lustrzanek
- Dedykowany klin paralaktyczny
- Wbudowany port guidera ST-4

1399,-
~~1599,-~~

SPECJALNA CENA DLA CZYTELNIKÓW URANII*

*** PROMOCJA WAŻNA DO 31.12.2016 LUB DO WYCZERPANIA AZAPASÓW, KOD „ADV16" NALEŻY PODAĆ W TRAKCIE SKŁADANIA ZAMÓWIENIA**

Infolinia: 801.011.337 lub 25 786.05.20

www.deltaoptical.pl * facebook.com/Delta.Optical.Polska

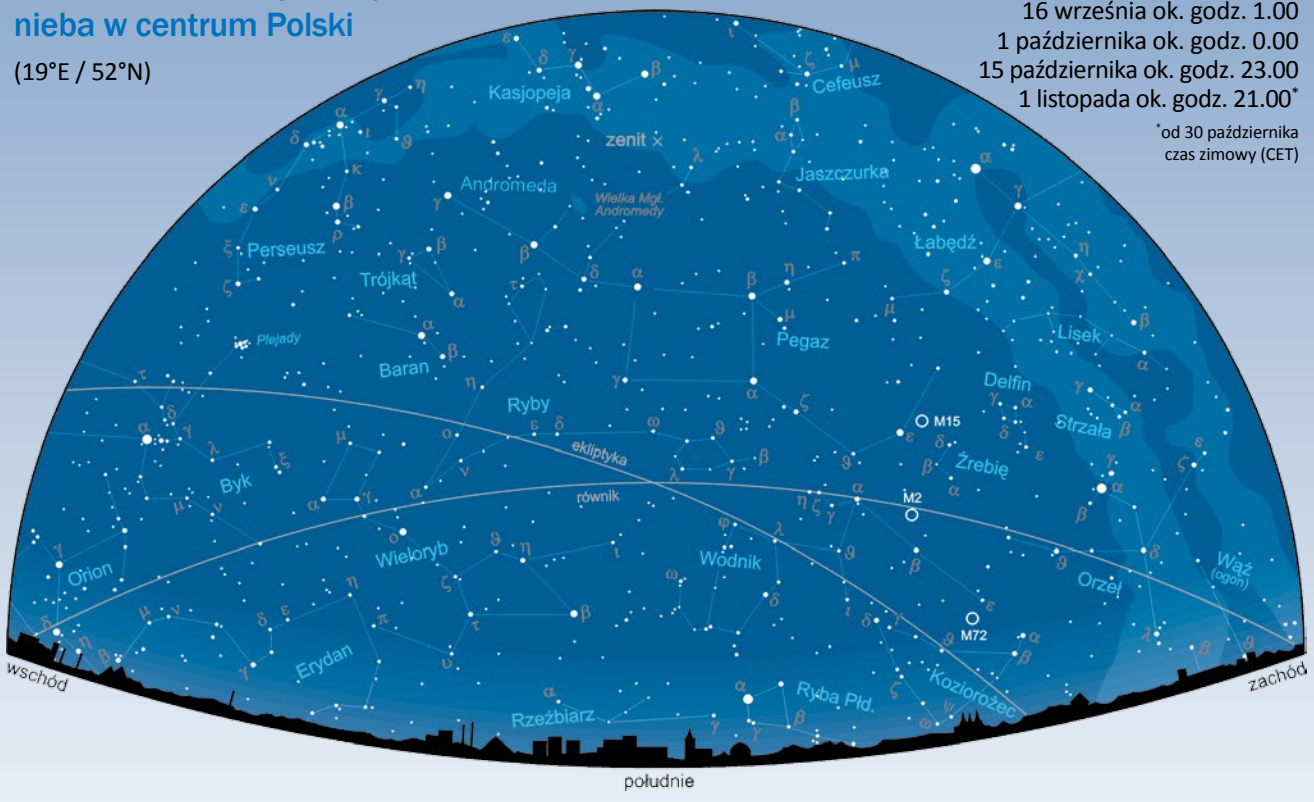
Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 września ok. godz. 2.00
16 września ok. godz. 1.00
1 października ok. godz. 0.00
15 października ok. godz. 23.00
1 listopada ok. godz. 21.00*

*od 30 października czas zimowy (CET)



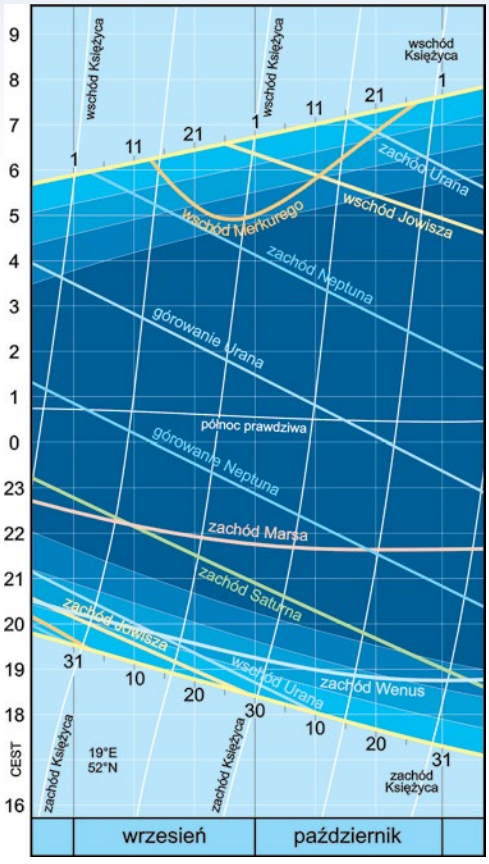
Niebo we wrześniu i październiku 2016

Ostatni letni i pierwszy w pełni już jesienny miesiąc to 61 dni dalszego skracania się dni i wydłużania nocy, w dość równym tempie, w centralnej Polsce po 2 godziny na miesiąc. Tym sposobem, z końcem października dzień trwać będzie już tylko 9 h i 35 min, a noc wydłuży się do 14 h i 25 min. Przez czas pozostały do zimowego przesilenia zmiany te będą już coraz powolniejsze. Po jesiennej równonocy, kiedy zarazem zanika do zera różnica w długości dni i nocy pomiędzy północnymi i południowymi obszarami Polski, sytuacja stopniowo odwraca się i już w końcu października dzień na południowych krańcach Polski trwa pół godziny dłużej niż na północy.

Równonoc jesienna, równoznaczna z momentem osiągnięcia przez Słońce punktu Wagi, w przestępnym roku 2016 przypada 22 września o godz. 16.21, czyli 18 h wcześniej niż przed rokiem. Faktyczne zrównanie dnia z nocą następuje jednak 2,5 doby później: w tym roku noc z 24 na 25 września i następujący po niej dzień 25 września trwają jednakowo długo: 11 h i 59 min, podczas gdy 22 września pierwszy dzień astronomicznej jesieni trwa jeszcze 12 h i 11 min.

Wraz z jesienią nadchodzi czas widoczności nocą — przynajmniej w części — gwiazdozbiorów wszystkich czterech pór roku. Przez cały omawiany okres, tuż po zmierzchu oglądamy górujący właśnie gwiezdny symbol lata, Trójkąt Letni, bo choć z każdą dobą ma to miejsce o blisko 4 minuty wcześniej, o tyleż wcześniej z dnia na dzień zapada również zmierzch. Dopiero od listopada, gdy dnia zaczyna ubywać wolniej, w kolejne wieczory trzy jasne gwiazdy tego Trójkąta — Wegę, Deneba i Altaira — obserwować będziemy stopniowo coraz bliżej zachodniego horyzontu. Będzie tak aż do pierwszych dni lutego, gdy najniższa gwiazda Trójkąta Letniego, Altair, zacznie o zmierzchu zanurzać się już pod horyzont.

Podczas gdy Trójkąt Letni góruje u progu nocy, nad zachodnim horyzontem wysoko błyszczy jeszcze Gwiazda Wiosenna, jak często nazywa się czerwonawego Arktura z gwiazdozbioru Wolarza. Nie zobaczymy już jednak pozostałych dwóch gwiazd wiosennych konstelacji — Regulusa i Spiki, tworzących wraz z nim obszerny Trójkąt Wiosenny. Ale już z końcem października ten gwiezdny symbol wiosny zacznie być w komplecie widoczny nad wschodnim horyzontem krótko przed świtem.



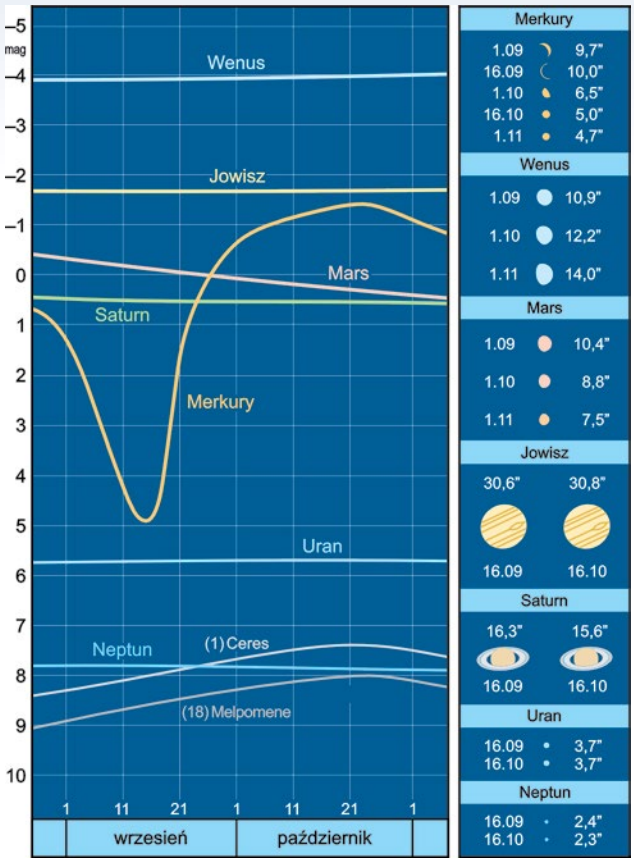
Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

W środku nocy, gdy Trójkąt Letni jest jeszcze wysoko w południowo-zachodniej stronie nieba, nad południowym horyzontem dominują najważniejsze gwiazdozbiory jesienne (mapka). Gdy w jesienne miesiące Słońce konsekwentnie porusza się przez coraz niżej położone odcinki swej drogi na tle gwiazd (ekliptyki), nocami mamy możliwość obserwacji, leżących po przeciwnej stronie, coraz wyższych jej odcinków. I to ten właśnie obszar zwykło się nazywać niebem jesiennym. Mamy tu przede wszystkim — niewyróżniające się szczególnie jasnymi gwiazdami — zodiakalne konstelacje Wodnika, Ryb i Barana, ale też szereg innych, mniejszych i większych jesiennych konstelacji.

Czterema jasnymi gwiazdami wyróżnia się wędrujący wysoko Pegaz. Pomijając tę wysuniętą najdalej na zachód, pozostałe trzy jasne gwiazdy Pegaza, wraz z pierwszą z trzech jasnych gwiazd Andromedy (dawniej zresztą zaliczaną też do Pegaza), tworzą wyraźny, obszerny prostokąt nazywany Kwadratem Pegaza albo też Jesiennym Kwadratem. Poniżej Ryb rozciąga się pokaźnych rozmiarów Wieloryb, dopełniający komplet jesiennych „wodnych" gwiazdozbiorów

Około północy nad wschodnim horyzontem pojawiają się pierwsze gwiazdozbiory zimowe — niżej Byk z czerwonym Aldebaranem, a wyżej Woźnica z, nigdy zresztą niezachodzącą, białą Kapellą. Jasność tych i szeregu innych jeszcze gwiazd zimowych konstelacji stanowi wyraźną konkurencję dla nie tak wyrazistych gwiazd nieba jesiennego. W końcu października w komplecie błyszczą na południowym wschodzie już krótko po północy. W tym roku nie znajdziemy też w obszarze jesiennego nieba jasnych planet. Od ponad 5 lat w Wodniku gości niedostrzegalny gołym okiem Neptun, a przez Ryby od 7 lat wędruje Uran, którego też raczej nie dostrzeżemy bez przynajmniej lornetki.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach naszego Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia września i października 2016

wrzesień

1	11.03	nów Księżyca
1	11.07	obrączkowe zaćm. Słońca, w Europie niewidoczne
1	17.27	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 162°29'
2	18.37	Neptun w opozycji do Słońca, 28,95 au od Ziemi
2	23.59	koniunkcja Księżyca 5,8°N z Merkurym
3	0.12	bliska koniunkcja Księżyca 0,35°N z Jowiszem
3	13.29	koniunkcja Księżyca 1,1°N z Wenus
6	20.45	apogeum Księżyca, 405 061,3 km od Ziemi
9	0.06	koniunkcja Księżyca 3,8°N z Saturnem
9	~6.00	maksimum aktywności roju meteorów eta-Perseidy
9	13.49	pierwsza kwadra Księżyca
9	17.10	koniunkcja Księżyca 7,9°N z Marsem
11	0.03	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –18°27'
13	6.46	koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem (3,3°S)
15	21.45	koniunkcja Księżyca 1,1°N z Neptunem
16	1.55	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 342°31'
16	14.41	Słońce wkracza do gwiazdozb. Panny (λ = 173,8°)
16	20.55	maksimum półcieniowego zaćmienia Księżyca
16	21.05	pełnia Księżyca
18	19.00	perygeum Księżyca, 361 901,7 km od Ziemi
18	20.31	koniunkcja Księżyca 2,8°S z Uranem
22	5.07	Merkury powraca do ruchu prostego w dług. eklipt.
22	16.21	Słońce w punkcie Wagi – początek astronom. jesieni
23	11.56	ostatnia kwadra Księżyca
23	18.45	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +19°26'
26	8.59	Jowisz w koniunkcji ze Słońcem
28	21.27	maks. elongacja Merkurego, 17,9°W od Słońca
29	0.06	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 162°29'
29	12.04	bliska koniunkcja Księżyca 0,7°S z Merkurym
30	18.53	bliska koniunkcja Księżyca 0,85°N z Jowiszem

październik

1	2.11	nów Księżyca
3	22.57	koniunkcja Księżyca 4,9°N z Wenus
4	13.03	apogeum Księżyca, 406 102,8 km od Ziemi
6	10.43	koniunkcja Księżyca 3,8°N z Satunem
8	8.04	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –18°33'
8	13.17	koniunkcja Księżyca 7,0°N z Marsem
9	6.33	pierwsza kwadra Księżyca
11	11.45	bliska koniunkcja Merkurego 0,8°N z Jowiszem
13	7.15	koniunkcja Księżyca 1,1°N z Neptunem
13	11.41	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 342°00'
15	12.42	Uran w opozycji do Słońca, 18,95 au od Ziemi
16	5.10	koniunkcja Księżyca 2,7°S z Uranem
16	6.23	pełnia Księżyca
17	1.34	perygeum Księżyca, 357 866,7 km od Ziemi
19	1.28	zakrycie $3{,}7^m$ γ Tauri (Hiady) przez Księżyc, do 2.38
19	6.00	zakrycie $3{,}4^m$ ϑ^2 Tauri (Hiady) przez Księżyc, do 7.02
19	6.04	zakrycie $3{,}8^m$ ϑ^1 Tauri (Hiady) przez Księżyc, do 7.05
21	1.37	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +18°37'
21	5.05	opoz. planety karłowatej (1) Ceres, 1,90 au od Ziemi
22	21.14	ostatnia kwadra Księżyca
23	1.46	Słońce wstępuje w znak Skorpiona (λ = 210°)
24	6.27	opoz. planetoidy (18) Melpomene, 0,83 au od Ziemi
26	3.46	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 161°26'
27	21.24	koniunkcja górna Merkurego ze Słońcem (0,5°N)
28	12.42	koniunkcja Księżyca 1,4°N z Jowiszem
30	2.44	koniunkcja Wenus 3,0°S z Saturnem
30	18.38	nów Księżyca
30	23.11	koniunkcja Księżyca 4,2°N z Merkurym
31	3.04	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Wagi (λ = 217,8°)
31	20.29	apogeum Księżyca, 406 668,4 km od Ziemi

w połowie wrześniowych i październikowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarza. Panoramiczna mapa na drugiej i trzeciej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Słońce

Każdego roku wrześniowo-październikowa trasa Słońca liczy sobie niemal dokładnie 60,0°. Warto zwrócić uwagę, że choć to okres o 1 dzień krótszy od wakacyjnych miesięcy (lipiec–sierpień), dystans pokonany w tym czasie przez Słońce jest o ponad pół stopnia dłuższy. To wyraźne świadectwo dalszego zwiększania prędkości Ziemi na okołosłonecznej orbicie, w miarę zbliżania się do peryhelium, które nasza planeta osiągnie 4 stycznia.

Swą wędrówkę na tle gwiazd, w omawianym okresie Słońce rozpoczyna niemal w centrum odcinka ekliptyki przebiegającego przez konstelację Lwa, by wczesnym popołudniem 16 września dotrzeć do granic Panny, które opuści dopiero nocą z 30 na 31 października, wkraczając do Wagi.

Przypadająca 1 września, w połowie dnia, koniunkcja Słońca z Księżycem, czyli nów, skutkować będzie centralnym zaćmieniem Słońca. Z racji mniejszych od słonecznej kątowych rozmiarów księżycowej tarczy nie będzie to jednak zaćmienie całkowite, a jedynie obrączkowe, widoczne z terenu niemal całej Afryki i Oceanu Indyjskiego.

Księżyc

Wrześniową wędrówkę na tle gwiazd Księżyc rozpoczyna niemal równo ze Słońcem, doganiając je po 11 godzinach, tym samym od nowiu rozpoczynając kolejny cykl swych faz.

Dokonawszy nieco ponad 2,2-krotnego okrążenia pasa zodiaku, po pokonaniu dystansu blisko 798°, z końcem października, 1,2 doby po kolejnym nowiu, oświetlony zaledwie w 1,4% dotrze do centrum gwiazdozbioru Wagi.

Podczas pierwszego z trzech w omawianym okresie nowiu Księżyc będzie oddalony tylko 3,5° na zachód od węzła wstępującego swej orbity, co umożliwia zaćmienie Słońca, tym razem obrączkowe (opisane wyżej), niewidoczne jednak z terenu Europy.

Z kolei pierwsza pełnia, 16 września, będzie miała miejsce 12° na wschód od węzła zstępującego księżycowej orbity. Zaowocuje to, trwającym blisko 4 godziny, półcieniowym zaćmieniem Księżyca, które rozpocznie się o 18.55, wraz ze wschodem Księżyca w centrum Polski, a zakończy o 22.54. Z natury swej mało efektowne, trudno zauważalne przyciemnienie księżycowej tarczy, obejmie około 90% jej powierzchni, z wyjątkiem południowego skrawka.

Na swej wrześniowo-październikowej trasie, jak zwykle Księżyc dwukrotnie minie każdą z planet, z wyjątkiem Merkurego, z którym spotka się trzykrotnie: nocą 2/3 oraz za dnia 29 września w Pannie, a nocą 30/31 października już w Wadze. Najbliższa spośród wszystkich, 2/3 września, 0,35-stopniowa koniunkcja z Jowiszem, niestety nie będzie widoczna, choćby z powodu, że nastąpi zaledwie 1,5 doby po nowiu.

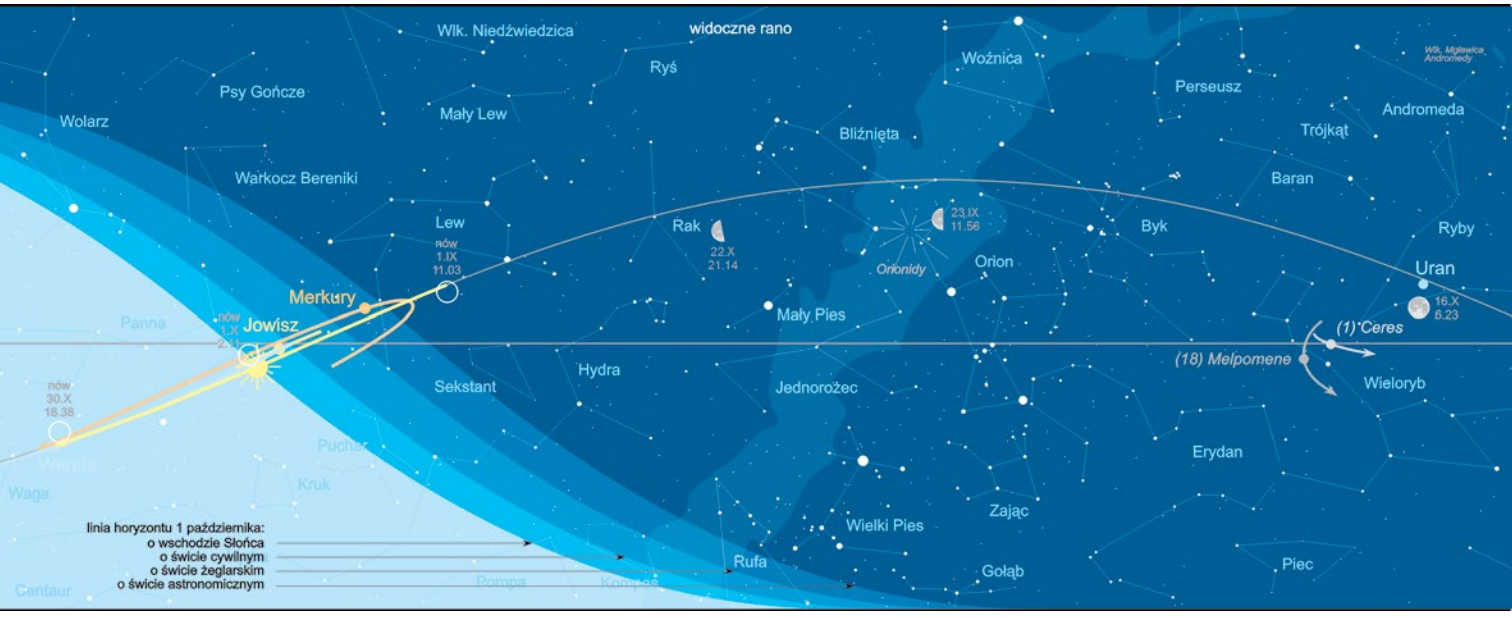
Na uwagę zasługuje, w drugiej połowie nocy z 18 na 19 października, efektowne przejście oświetlonego w 88% Księżyca na tle gromady Hiady w Byku. Obserwowane z terenu Polski zaowocuje ponad godzinnymi zakryciami dość jasnych gwiazd, kolejno: $3{,}7^m$ gamma Tauri oraz obu głównych składników $3{,}4^m$ theta^2 i $3{,}8^m$ theta^1 Tauri.

Planety i planetoidy

Mars i Saturn były planetarnymi bohaterkami wakacyjnych nocy. Po wzajemnej koniunkcji 24 sierpnia, z początkiem września są już blisko 6° od siebie i coraz szybciej poruszający się Mars wyraźnie oddala się od niedawnego towarzysza nocnych wędrówek. Podczas gdy Saturn powoli skraca swój pobyt na nocnym niebie, Mars na powrót opóźnia godziny zachodu, bo ma w planie gościć jeszcze na wieczornym niebie do połowy przyszłego roku. Z końcem października Saturn zachodzi już godzinę po Słońcu, a Marsa możemy oglądać nawet 3,5 godziny.

Wenus we wrześniu wciąż zachodzi z końcem zmierzchu cywilnego, jednak w październiku czas jej widoczności wreszcie zaczyna się wydłużać, do około 15 minut po zmierzchu. Na przełomie września i października pojawia się druga w tym roku okazja dostrzeżenia Merkurego, tym razem na porannym niebie. Najdłuższy czas widoczności przypada 29 i 30 września, kiedy Merkury wschodzi 104 minuty przed Słońcem, jednak jeszcze w pierwszej dekadzie października warunki mogą się okazać niegorsze, dzięki dalszemu wzrostowi jego jasności.

Jeszcze niedawno ozdobą nocnego nieba był Jowisz, przy praktycznym braku Wenus, najjaśniejszy obiekt wiosennych



i wczesnoletnich nocy. Pod koniec września Jowisz zaczyna wschodzić przed Słońcem, ale w miarę dobre warunki obserwacji rozpoczynają się nie wcześniej niż około 10 października.

Potencjalnie najdogodniejsze są obecnie warunki obserwacji dwóch najdalszych planet. W związku z ich opozycjami, kolejno — Neptuna w Rybach 2 września, Urana w Wodniku 15 października — obydwie są widoczne niemal przez całą noc.

W ostatniej dekadzie omawianego okresu czekają nas jeszcze dwie ciekawe opozycje. 21 października niedawna planetoida (1) Ceres, przed 10 laty awansowana do kategorii planet karłowatych, znajdzie się najbliżej nas i oglądana z odległości 1,9 au jasnością przewyższy Neptuna. Trzy dni później szczególnie blisko Ziemi (0,83 au) znajdzie się planetoida (18) Melpomene, osiągając jasność niewiele ustępującą Neptunowi. Obydwie odnajdziemy wówczas nawet za pomocą jasnej lornetki, w konstelacji Wieloryba: Ceres około 4° na południe od 4,1^m gwiazdy Alrischa (α Psc), Melpomene 7° na północ od 4,9^m ρ Cet.

Roje meteorów

Po sierpniowych Perseidach, najpopularniejszym chyba w całym roku roju meteorów, kolejne obfitsze roje, to aktywne od 6 do 10 października Drakonidy ze zmiennym pod względem nasilenia maksimum nocą 8/9 października oraz znacznie dłużej aktywne (2 października – 7 listopada) Orionidy, ze średnio obfitym maksimum (około 15 meteorów na godzinę) 21 października.

Oczywiście najbardziej atrakcyjny podczas obserwacji meteorów jest czas ich największego nasilenia — bardziej rozłożone lub wręcz ostre maksimum, kiedy zazwyczaj częstość przelotów meteoru wielokrotnie wzrasta. Istotnym czynnikiem mogącym nie tylko utrudnić, ale również wręcz uniemożliwić obserwację, oprócz pogody, jest faza Księżyca w tym czasie. Taką sytuację przewiduje się w tym roku zarówno wobec Drakonidów (pierwsza kwadra), jak i Orionidów (ostatnia kwadra).

Pozostają więc inne, znacznie mniej obfite roje, jak np. eta-Perseidy, z maksimum nad ranem 9 września, długo po zachodzie Księżyca w I kwadrze. Przed świtem mamy tu szansę dostrzec do około 5 dość jasnych, szybkich meteorów w ciągu godziny.

Gwiazdy zmienne

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) trzech przedstawicieli różnego typu gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

wrzesień	październik
4, 3.52	2, 20.11
7, 0.43	17, 4.15
9, 21.33	20, 1.03
27, 2.31	22, 21.52
29, 23.22	

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

wrzesień	październik
5, 23.45	2, 19.41
22, 2.07	8, 4.29
	18, 22.03

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. Ich prototypem jest Mira (omikron Ceti), która najbliższe maksimum osiągnie w końcu lutego 2017 r. W tabelce zestawiono przypadające w tych miesiącach maksima blasku innych, jaśniejszych miryd, pośród których na szczególną uwagę zasługuje, niewiele ciemniejsza od Miry, gwiazda chi Cygni.

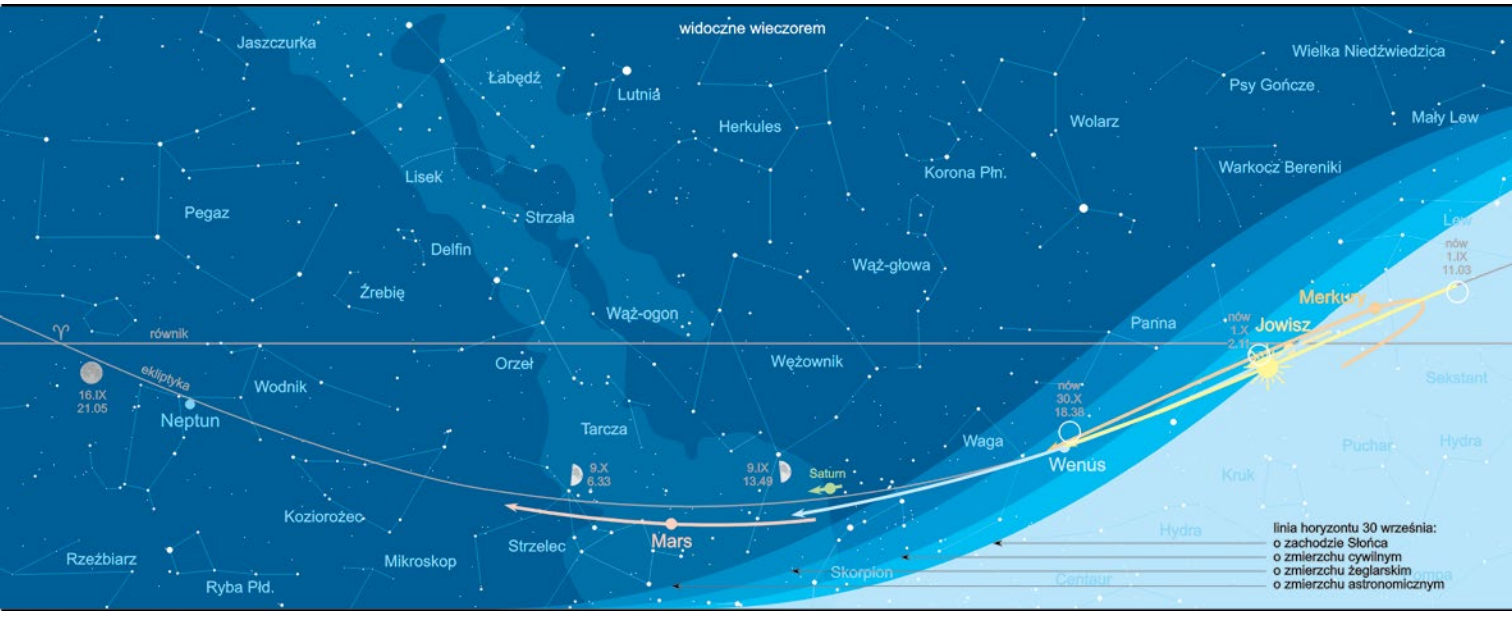
wrzesień		październik	
3, R Lyn	7,9^m	1, V CrB	7,5^m
5, U Cet	7,5^m	7, R Vir	6,9^m
17, T Her	8,0^m	8, χ Cyg	5,2^m
26, V Cas	7,9^m	25, R Oph	7,6^m

Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY
TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://www.urania.edu.pl/almanach

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



W gromadach bywa ścisk

Coraz dłuższe noce przełomu lata i jesieni pozwalają lepiej przyjrzeć się niedostrzegalnym gołym okiem szczegółom bliższego, a zwłaszcza dalszego Kosmosu. Sprzyjają temu też coraz dłużej trwające tzw. noce astronomiczne, ze Słońcem zanurzającym się co najmniej na 18° pod horyzont, gdy wygasają całkowicie, nawet te rozproszone w atmosferze, jego promienie. Spróbujmy więc raz jeszcze przyjrzeć się kilku kulistym gromadom gwiazd usytuowanym w rejonie umownie nazywanym niebem jesiennym. Przez cały wrzesień i październik można je obserwować przynajmniej przez 6 godzin, w południowej stronie nieba, najlepiej jednak w bezksiężycowe wieczory.

Również tym razem wszystkie zaproponowane tu do obserwacji obiekty można znaleźć w pierwszym słynnym „Katalogu mgławic i gromad gwiazd" Charlesa Messiera, choć tym razem tylko jedna z gromad „pochodzi" z obserwatorium tego XVIII-wiecznego francuskiego astronoma.

Zacznijmy właśnie od niej, najdalej na zachód wysuniętej, kulistej gromady gwiazd **M72** w gwiazdozbiorze Wodnika. To, spośród trzech wybranych na dziś obiektów, najmniejsza i najciemniejsza gromada. Odkrył ją w 1780 r. Pierre Méchain, przyjaciel i najbliższy współpracownik Messiera. Sumaryczna jasność obserwowana gromady wynosi $9{,}3^m$ i na naszym niebie prezentuje się ona jako plamka o rozmiarze zaledwie 6,6', więc dopiero obserwacja teleskopem o przynajmniej 200 mm średnicy obiektywie pozwala zaobserwować co jaśniejsze pojedyncze jej gwiazdy. To również jedna z najdalszych gromad, odległa od nas ponad 55 tys. lat świetlnych, która jednak zbliża się do nas z — mimo wszystko niewielką — prędkością 255 km/s. Odnajdziemy ją w południowo-zachodnim krańcu konstelacji Wodnika, 3,2° na południe od $3{,}8^m$ gwiazdy Albali (epsilon Aquarii).

Pozostałe dwie gromady odkrył w 1746 r. włosko-francuski matematyk i astronom Giovanni Domenico (Jean-Dominique) Maraldi.

Usytuowana w północnej części Wodnika gromada kulista **M2**, w oryginalnym katalogu Messiera została odnotowana jako mgławica. Tak też ten mocno zagęszczony układ około 150 tys. gwiazd, skupionych w kuli o średnicy 175 lat świetlnych, wygląda, jeśli obserwujemy go przez niewielki teleskop. Kątowe rozmiary gromady, oglądanej na naszym niebie z odległości 37,5 tys. lat świetlnych, są tylko dwukrotnie mniejsze od tarczy Księżyca, a sumaryczna jasność $6{,}5^m$ umożliwia dostrzeżenie mglistej plamy nawet za pomocą dobrej lornetki, 4,8° na północ od $2{,}9^m$ gwiazdy Sadalsuud (beta Aquarii).

Kierując teleskop jeszcze wyżej, 13° dalej na północ od M2, już w granicach gwiazdozbioru Pegaza, natrafimy na kolejną gromadę kulistą odkrytą przez Maraldiego. To **M15**. usytuowana 4,2° na północny zachód od $2{,}4^m$ gwiazdy Enif (epsilon Pegasi). Nieco bliższa (33,6 tys. lat św.) i jaśniejsza ($6{,}2^m$) od M2, ma również nieznacznie większe od niej rozmiary kątowe (18'), przy niemal równej średnicy rzeczywistej, wynoszącej 176 lat świetlnych i w takiej objętości zawiera ponad 100 tys. gwiazd.

Na tym nie kończą się podobieństwa pomiędzy tymi dwiema gromadami. Zarówno M2, jak i M15 są zaliczane do najsilniej zagęszczonych gromad kulistych gwiazd w naszej Galaktyce. Większość gwiazd M2 skupiona jest w kuli o średnicy 3,7 roku św., czyli zaledwie 2% średnicy całej gromady. Prawdopodobnie w ogóle najgęstsza z wszystkich, gromada M15 ma podobne jądro, o jeszcze 2,6-krotnie mniejszych rozmiarach. W obydwu gromadach odnaleziono liczne gwiazdy zmienne: dotąd znane są 42 zmienne w M2 i 112 w M15. Niezwykle rzadko zdarza się, by wewnątrz gromady kulistej znajdowała się mgławica planetarna. Pierwszy taki przypadek (z czterech dotąd znanych) odkryto w 1928 r. właśnie w gromadzie M15 — od nazwiska odkrywcy mgławica ta otrzymała nazwę Pease 1.

Choć zwłaszcza dwie ostatnie opisane tu gromady mają niemal bliźniaczy wygląd, warto pokusić się o odnalezienie obu na jesiennym niebie, choćby z racji skrywanych przez nie, niedostrzegalnych dla amatorskich obserwacji, ich szczególnych cech.

Jan Desselberger

Źródło: NASA/STScI

Obrazy opisywanych w tekście gromad kulistych (kolejno od lewej) M2, M15 i M72 uzyskane za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a

Ponownie w Olsztynie

W 2016 r. Olsztyn świętuje 500 rocznicę przybycia Mikołaja Kopernika do miasta. Inauguracja obchodów odbyła się 19 lutego w sali projekcyjnej Olsztyńskiego Planetarium.

Astronom rezydował w olsztyńskim zamku w latach 1516–1519 i 1520––1521. Tu skonstruował swoją słynną tablicę astronomiczną i za jej pomocą wyznaczał moment przesilenia wiosennego, zaś około 1520 r. zaczął spisywać swoje najsłynniejsze dzieło „De revolutionibus".

Po oficjalnych przemowach i panelu dyskusyjnym „Oblicza Mikołaja Kopernika" uroczystości ubarwił koncert muzyki elektronicznej dobrze znanego nam („Urania" 5/2007, 5/2008) Macieja Vandersona Wierzchowskiego. Muzyce towarzyszyły efektowne wizualizacje na kopule. Kto miał okazję, a nie był, niech żałuje.

Właściwa rocznica objęcia funkcji administratora kapituły i rozpoczęcia urzędowania Kopernika w Allenstein (bo tak się wówczas zwał Olsztyn) przypada *de facto* na jesieni, więc można się spodziewać, że jeszcze jakaś gratka dla miłośników kosmicznego grania na żywo się trafi.

W pierwszym numerze „Uranii" z 2008 r. pisałem o Katarzynie Brochockiej i jej kompozytorskim koncercie w Olsztyńskiej Filharmonii. Po ośmiu latach w nowym budynku Warmińsko-Mazurskiej Filharmonii im. Feliksa Nowowiejskiego ponownie można było usłyszeć muzykę jej autorstwa. Tym razem była to seria koncertów uświetniających 70-lecie Filharmonii. Trzy koncerty rozpoczynały kompozycje patrona (rok 2016 jest obchodzony jako rok Feliksa Nowowiejskiego!), a kończyły występy gwiazd, laureatów ubiegłorocznego Konkursu Chopinowskiego: Kate Liu i Charlesa Richarda-Hamelina.

Brochocka specjalnie na tę okazję skomponowała ośmioczęściowy utwór zatytułowany *Constellatio Allenstenium* (*Gwiazdozbiór Olsztyn*). Tytuły kolejnych części to: *Crepusculum. Primum Stellarum* (*Zmierzch. Pierwsze gwiazdy*); *Ursa Minor*, *Draco*, *Cepheus*, *Cassiopeia*, *Camelopardalis*, *Ursa Maior*, *Aurora* (*Świt*). Jak widać, poza wstępem i zakończeniem, mamy tu sześć gwiazdozbiorów północnego nieba, zawsze widocznych na olsztyńskim niebie.

Zamysłem artystki była muzyczna refleksja nad przemijaniem, bowiem spoglądając w gwiazdy widzimy przeszłość. W fakturę utworu została także wpleciona historia rozwoju olsztyńskiej filharmonii, stąd stopniowe pojawianie się coraz nowych instrumentów w kolejnych częściach, by brawurowo zabrzmieć już w pełnym składzie w najbardziej znanej konstelacji Wielkiej Niedźwiedzicy. Sądząc po reakcji publiczności wypełniającej salę po brzegi, cel został osiągniety z powodzeniem.

Nie ukrywam, z rozrzewnieniem przeczytałem później w wywiadzie prasowym, jak Kasia wspomina szkolne czasy i nocne wyprawy prowadzonego przeze mnie kółka astronomicznego z teleskopem pod gwieździstym warmińskim niebem. Tym samym, w które pięć wieków wcześniej wpatrywał się Mikołaj Kopernik.

Jacek Drążkowski

Konkurs na fotki z Uranią

Fot.: Wacław Moskal. Pomysł: Kinga Moskal, Jasło, 9 lat (na zdjęciu), młoda miłośniczka astronomii, obserwatorka Słońca. Zdjęcie zostało wykonane 6.08.2016 r. w „Juraparku" w Głobikowej koło Dębicy

Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z Uranią lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres portal@urania.edu.pl z tytułem „Fotki z Uranią" lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami **#fotkizurania** i **#urania** (dodatkowo może być też **#podrozujzurania**). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Uranii" — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania

Oddaj Uranię!

Historia SOS PTMA cz. II

Autorem drugiej części historii SOS PTMA jest były koordynator sekcji Janusz W. Kosinski.

Jak wiemy z poprzedniego mojego artykułu, dostałem zgodę na publikację napisanej przez niego historii. Przytaczam ją niemal w całości po to by nasi członkowie, obserwatorzy i sympatycy dowiedzieli się, jak to naprawdę było z rozpadem CSOS na TOS i SOS.

Zapraszam do niezwykle ciekawej lektury.

Koordynator SOS PTMA
Tadeusz Figiel

W połowie lat 70. w celu lepszej organizacji obserwacji i bieżącego opracowywania wyników powołano Centralną Sekcję Obserwatorów Słońca PTMA. W czerwcu 1974 r. ukazał się pierwszy miesięczny komunikat Sekcji. Rozpropagowanie działalności Sekcji na łamach „Uranii" przyniosło szybko pozytywne rezultaty. Do istniejącej grupy obserwatorów dołączyli na wiele lat m.in.: ks. W. Zbłowski (Bobolice), B. Szewczyk (Katowice), A. Pilski (Frombork), P. Urbański (Żychlin), D. Cupiał (Myszków), D. Lis (Kielce), M. Szulc (Tuchola), J. Brylski (Żarki).

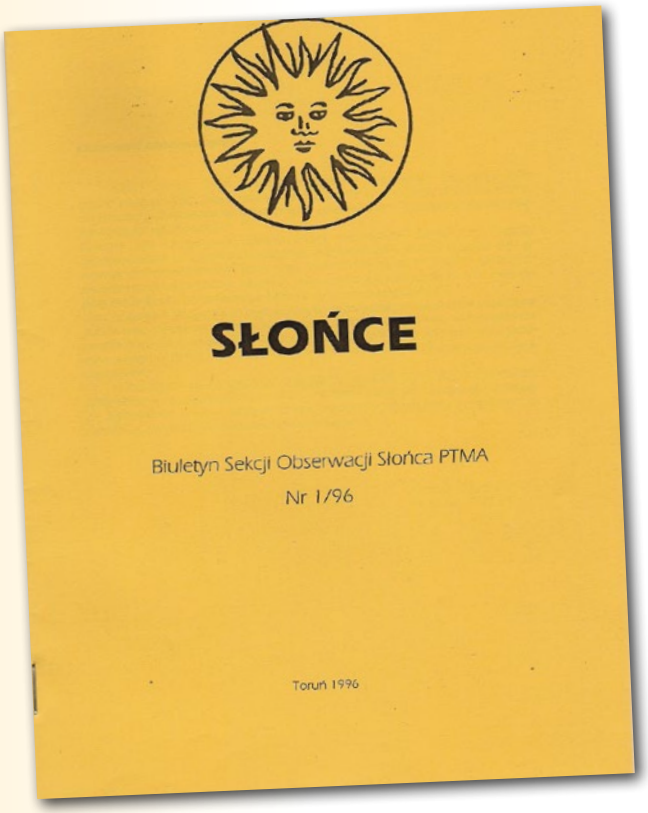
Rocznie w pracach Sekcji brało udział od 20 do 40 osób, a od 1976 r. corocznie odbywały się zjazdy obserwatorów Słońca.

W ostatnim roku działalności, tj. 1981, w pracach Sekcji uczestniczyło 42 obserwatorów (w tym 26 systematycznie przysyłających wyniki), a wykonano 1988 obserwacji w 326 dniach.

W sierpniu 1981 r. Wacław Szymański postanowił opuścić Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, zabierając również Sekcję. Prezes TOS, p. Urbański w jednym z artykułów napisał, że „(…) istniejąca grupa podzieliła się na dwie oddzielne części" i dalej „(…) druga część podzielonej grupy nadal teoretycznie istniała pod tym samym szyldem". Nie jest to prawda, gdyż działalność Sekcji została całkowicie zawieszona, część osób zrezygnowała z dalszej działalności, a W. Szymański do nowo powstałego Towarzystwa Obserwatorów Słońca zabrał nie tylko resztę obserwatorów, ale też całą dokumentację i wyniki z lat poprzednich.

Towarzystwo Obserwatorów Słońca swój prężny rozwój zawdzięczało zasobnej jeszcze w latach 80. kasie Pałacu Kultury Zagłębia w Dąbrowie Górniczej. Dalsze dzieje TOS nie są już przedmiotem niniejszego opracowania.

W roku 1988 grupa miłośników astronomii związana z PTMA postanowiła reaktywować Sekcję Obserwacji Słońca — były to głównie osoby prowadzące obserwacje niezależnie od TOS lub te, które do niego nie przystąpiły. W „Uranii" z marca i kwietnia 1988 r. ukazał się artykuł S.R. Brzostkiewicza o amatorskich obserwacjach Słońca, a w lutym 1989 r. pierwszy komunikat miesięczny z wynikami obserwacji. Koordynatorem Sekcji został Andrzej S. Pilski, a siedziba jej mieściła się we Fromborku.



Sekcja Obserwacji Słońca PTMA zaczęła systematycznie zwiększać liczbę obserwatorów i wykonywanych obserwacji. I tak na przykład w roku 1992 wykonano 2048 obserwacji, a w pracach brało udział ponad 20 obserwatorów. Najaktywniejszymi obserwatorami w tym czasie byli: A. Pilski, J. Zagrodnik (Krosno), J.W. Kosinski (Frombork), J. Łągiewka (Katowice), R. Szaj (Pasłęk), J. Ułanowicz.

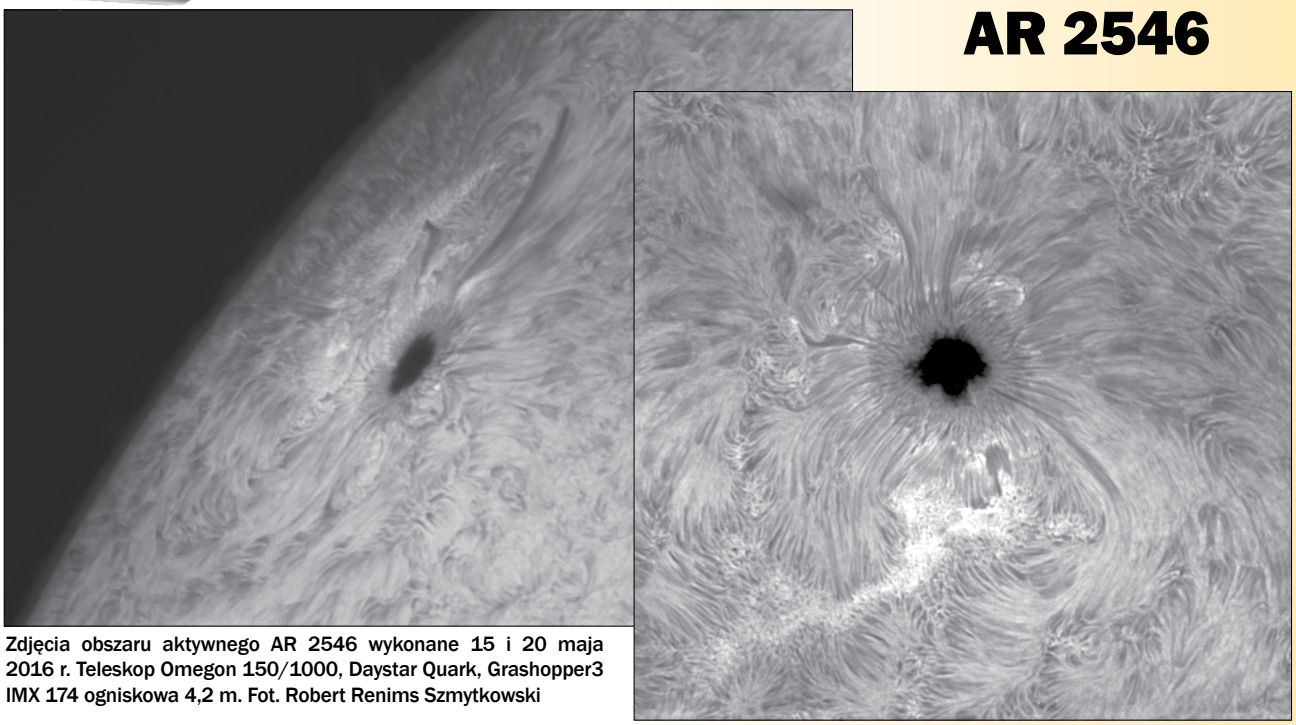
W lipcu 1992 r. koordynatorem Sekcji został Janusz W. Kosinski i funkcję tę sprawował do czerwca 1993 r. W czerwcu 1993 r. wprowadził regularne wyznaczanie liczby pochodni oraz wskaźników SN i BX.

W lipcu 1993 r. Sekcja przeniosła się do toruńskiego Oddziału PTMA, a kierownictwo jej objął Bartosz Dąbrowski. Przeprowadzka ta nie była chyba szczęśliwym posunięciem — do roku 1996 działalność Sekcji była coraz słabsza, wyniki opracowywano z coraz większym opóźnieniem, a liczba obserwatorów malała. W latach 1997–1998 działalność zamarła zupełnie — archiwizowane były jedynie napływające wyniki obserwacji.

W lipcu 1999 r. kierownictwo Sekcji objął ponownie Janusz W. Kosinski, stając przed trudnym zadaniem odbudowy Sekcji i opracowania zaległych wyników obserwacji oraz publikacji. Sekcja od lipca 1999 r. funkcjonuje w Wyszkowie, przy warszawskim Oddziale PTMA. Od września 1999 r. działalność odbywa się już bez przeszkód, a obok prac bieżących opracowywane są zaległe materiały.

Opracował
Janusz W. Kosinski

AR 2546



Zdjęcia obszaru aktywnego AR 2546 wykonane 15 i 20 maja 2016 r. Teleskop Omegon 150/1000, Daystar Quark, Grashopper3 IMX 174 ogniskowa 4,2 m. Fot. Robert Renims Szmytkowski

Raport nr 5/2016

Początek maja to lekki wzrost aktywności Słońca i liczba Wolfa dochodzi do 100 by pod koniec spaść do 27.Średnia liczba Wolfa wygenerowana z 182 obserwacji 12 obserwatorów wyniosła 40,68; a średnia SN z 133 obserwacji wyniosła 41,9. Niewątpliwie w tym miesiącu atrakcją było pojawienie się grupy 2546, która osiągnęła tak gigantyczne rozmiary, że porównywano jej średnicę z 5 średnicami Ziemi. Wszystkim obserwatorom dziękuję za przesłane raporty i zapraszam do zapoznania się z raportem sekcji.

Obserwatorzy:

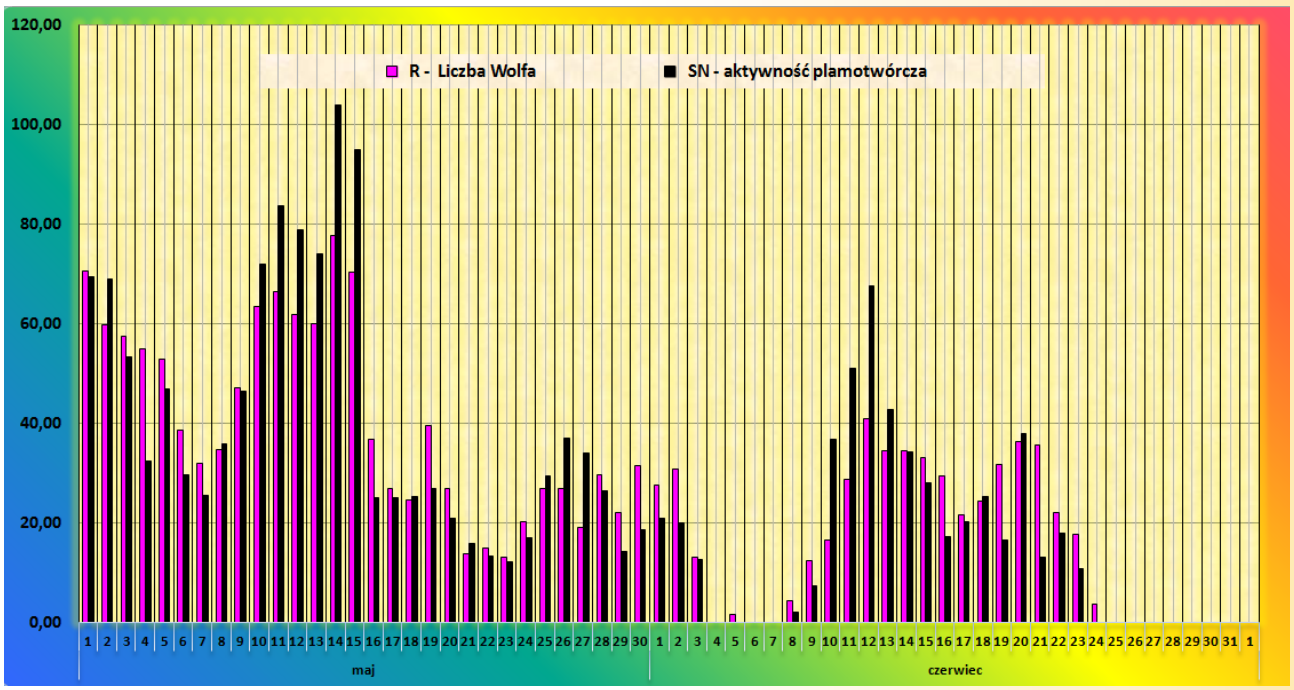
1. Zagrodnik Jerzy	27	7. Nowak Agnieszka	14
2. Bańkowski Janusz	25	8. Figiel Tadeusz	12
3. Jimenez Francisco	24	9. Burda Alex	11
4. Kucemba Łukasz	21	10. Grudniewski Piotr	8
5. Wirkus Krystyna	20	11. Bohusz Jerzy	3
6. Raczyński Łukasz	15	12. Moskal Kinga	2

Raport nr 6/2016

Końcówka czerwca to zero plam na Słońcu, co miało też wpływ na pojawienie się błędu w raporcie sekcji na naszej stronie. Średnia liczba Wolfa z czerwca wyniosła R = 15,77 a średnia SN = 15,38. Swoje raporty przysłało 14 obserwatorów, a wykres wygenerowano spośród 160 obserwacji. Wszystkim bardzo dziękuję.

Obserwatorzy:

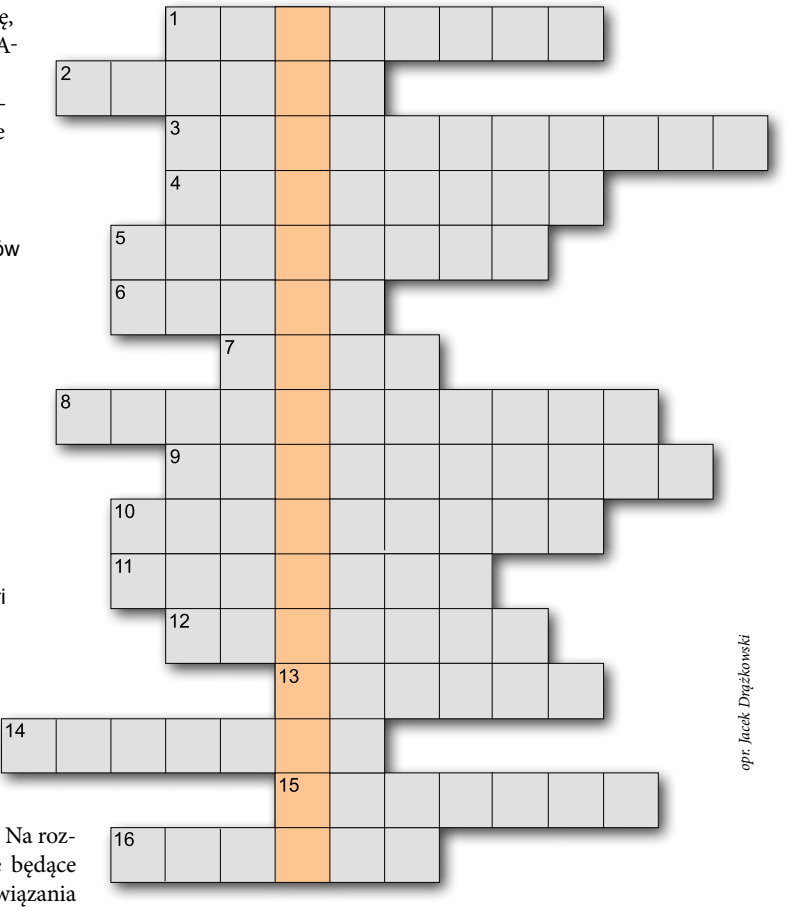
1. Jimezez Cebrian	27	8. Wirkus Krystyna	8
2. Zagrodnik Jerzy	26	9. Moskal Kinga	5
3. Bańkowski Janusz	21	10. Skorupski Piotr	5
4. Raczyński Łukasz	17	11. Burda Alex	5
5. Kucemba Łukasz	14	12. Grudniewski Piotr	5
6. Nowak Agnieszka	12	13. Żywko Krzysztof	2
7. Figiel Tadeusz	12	14. Bohusz Jerzy	1



Opracowanie: Janusz Bańkowski

W „Uranii–PA” nr 2/2016 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło FALE GRAWITACYJNE. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Paulina Jażdżewska** z Bydgoszczy i **Emil Pakulnicki** ze Słupska. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Te pozagalaktyczne szczególnie interesowały Hubble'a
2. Przewidział moment tegorocznego maksimum Perseidów
3. Badacz obiektów Pasa Kuipera
4. Jemu zawdzięcza swą nazwę krater Kopernik
5. Obserwował tranzyt egzoplanety
6. Projekt umożliwiający szkołom kontakt z astronautami
7. W lipcu br. dotarła do Jowisza
8. Słynne dzieło Witelona
9. Obłoki widoczne tylko w czasie krótkich nocy
10. Pasjonat astronomii z Ostródy
11. Sponsor fantastycznego projektu dotarcia do a Centauri
12. Nazwisko lorda Kelvina
13. W nim znajdziemy M72
14. Kometa widoczna w 1986 r.
15. Gwiazdozbiór z najbliższą planetą pozasłoneczną
16. Twórca strony *Bright Supernova*



opr. Jacek Drążkowski

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca września 2016 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@urania.edu.pl. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki Józefa Smaka „Nowe opowiadania starego astronoma” lub „Narratio Prima” Joachima Retyka (do wyboru).

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 2/2016: 1. FLORA, 2. APEX, 3. KEPLER, 4. MERKURY, 5. GODFREY, 6. COPERNICUS, 7. SAM, 8. WILHELM, 9. ARISTILLUS, 10. ATHENA, 11. ZOFIA, 12. GIACCONI, 13. HIADY, 14. EGIPCJANIE, 15. BOINC, 16. NEO.

astrożarty Jacka D.

Z archiwum „Postępów Astronomii” (nr 3/1993)

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

29 zlot miłośników astronomii
Zwardoń, 29 września – 2 października 2016
PTMA o/Katowice
www.zloty.ptma.pl

Jesienny zlot PTMA w Krzyżach
Krzyże, 29 września – 2 października 2016
PTMA o/Warszawa
http://goo.gl/HDJiQe

XXIII Seminarium dla nauczycieli fizyki
Warszawa, 30 września – 2 października 2016
CAMK Warszawa
https://goo.gl/d9o9hy

IX Konferencja
Sekcji Obserwatorów Komet PTMA
Niepołomice, 8 – 9 października 2016
SOK PTMA, COK
http://goo.gl/HN6e9F

IV Ogólnopolska konferencja na temat zanieczyszczenia światłem
Rzeszów, 13 – 15 października 2016
ZG PTMA, Uniwersytet Rzeszowski
http://tnij.org/u7vrkie

IX Międzynarodowa Konferencja „Astronomia XXI wieku i jej nauczanie"
Niepołomice, 21–23 października 2016
MOA, http://www.moa.edu.pl

II Ogólnopolski Festiwal Amatorskich Filmów Astronomicznych
OFAFA 2016

Niepołomice, 18–20 listopada 2016
ZG PTMA, www.ptma.pl/ofafa2016

Poczta

2 sierpnia dość spontanicznie wybrałem się w Bieszczady, fotografować Drogę Mleczna. O godz. 14 jeszcze nie wiedziałem ,że ruszę w drogę, a o 14.30 byłem już w trasie.
Na miejsce dotarłem dość późno i od razu zacząłem fotografować. Wilgoć w szybkim tempie zawładnęła obiektywem i aparatem, na szczęście suszarka pozwoliła uratować choćby fragmenty Drogi Mlecznej .

Mimo karkołomnej i spontanicznej wyprawy efekt finalny był zadowalający. Dawno nie widziałem na niebie tak pięknie odcinającej się Drogi Mlecznej od tła.

W załączeniu zdjęcie 6 × 2 minuty (Canon5d + rybie oko, Bieszczady, Cicha Dolina). Jeżeli zdjęcie, z punktu widzenia redakcji może zostać pokazane w czasopiśmie „Urania", proszę o umieszczenie.

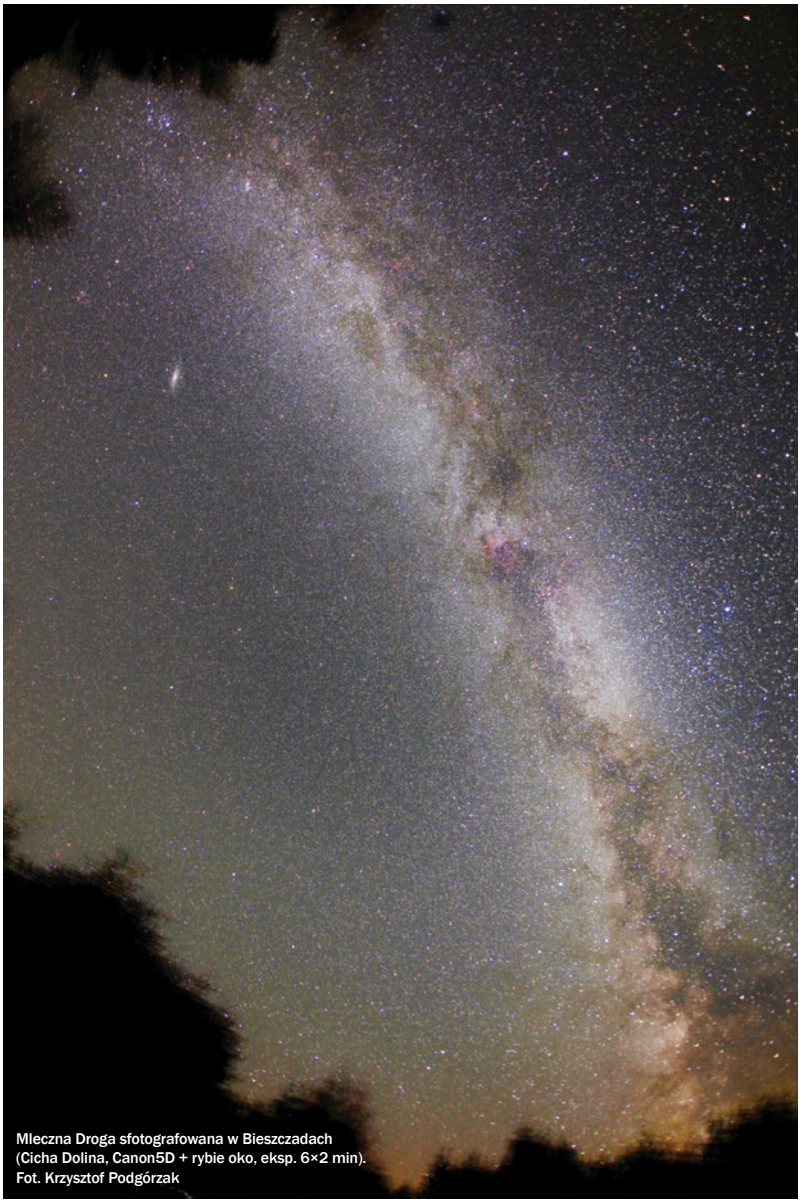
Krzysztof Podgórzak

Red. Zdjęcie z przyjemnością publikujemy obok.

ESO Astronomy Camp 2016

Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) ogłosiło nabór na kolejną edycję obozu astronomicznego dla młodzieży. Obóz odbędzie się od 26.12.2016 r. do 1.01.2017 r. w obserwatorium astronomicznym we włoskich Alpach.
Termin zgłoszeń: 4.10.2016 r.
Dla kogo: uczniowie w wieku od 16 do 18 lat (roczniki 1998–2000).
Zadanie konkursowe: przygotować krótki film w języku angielskim na temat „I would most like to discover/invent... because..."
Polski konkurs prowadzony jest przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne.
Szczegóły na www.pta.edu.pl/eso-camp

Fanpage „Uranii" na Facebooku ma już ponad 3000 polubień. Przez okres wakacji przybyło nam aż 500 fanów!
Dziękujemy :-)
http://www.facebook.com/UraniaPA



Mleczna Droga sfotografowana w Bieszczadach (Cicha Dolina, Canon5D + rybie oko, eksp. 6×2 min). Fot. Krzysztof Podgórzak

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oferują

PRENUMERATĘ SPONSOROWANĄ DWUMIESIĘCZNIKA

Urania

Postępy Astronomii

DLA SZKÓŁ!

Szkoły mogą zakupić specjalną prenumeratę URANII za połowę ceny. Koszt prenumeraty 6 numerów dwumiesięcznika w danym roku szkolnym wynosi zaledwie 30 zł – resztę kosztów pokrywa MNiSW w ramach przyznanego PTA grantu. Promocja obejmuje w tej chwili następujące produkty dla szkół na terenie Polski:

1. Roczna prenumerata na rok szkolny 2016/17: numery 4/2016-3/2017 (cena 30 zł);

2. Dwuletnia prenumerata na lata szkolne 2016/17 i 2017/18: numery 4/2016--3/2018 (cena 60 zł).

Aby uzyskać prenumeratę, wystarczy wejść na stronę internetową **www.urania.edu.pl** i wypełnić formularz zgłoszeniowy znajdujący się pod przyciskiem **„Prenumerata”** i dalej **„Prenumerata sponsorowana dla szkół”**. Faktura zostanie wysłana drogą elektroniczną bądź (na życzenie) w formie papierowej wraz z najbliższym numerem URANII.

Dodatkowo oferujemy szkołom zakup pakietów sześciu numerów „Uranii” obejmujących wcześniejsze lata szkolne, również za połowę ceny. Szkoły rozpoczynające prenumeratę otrzymają gratis książkę *Jak zainteresować uczniów astronomią w szkole podstawowej, gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej.*

Każda szkoła ma prawo do jednej prenumeraty sponsorowanej. W przypadku zespołów szkół prenumeratę sponsorowaną może zamówić każda ze szkół wchodzących w skład zespołu.

Prenumeratę na rzecz szkoły może także opłacić jej sponsor (np. firma, organizacja, gmina, rada rodziców, osoba prywatna), warunkiem jest, aby prenumerata była realizowana na rzecz szkoły (biblioteki szkolnej).

Dla szkół, będących prenumeratorami „Uranii”, Redakcja ogłasza Konkurs pn. **NASZA SZKOLNA PRZYGODA Z ASTRONOMIĄ**. W ramach Konkursu trzeba udokumentować dowolną aktywność szkoły w zakresie astronomii. Na nagrody dla zwycięskich szkół przeznaczane jest ok. 10 tys. zł ze środków PTA i grantu MNiSW. Redakcja URANII poszukuje dodatkowego sponsora, by w kolejnych edycjach Konkursu wyróżnić jedną ze szkół Super Grand Prix i wybudować na jej terenie kompletnie wyposażone szkolne obserwatorium typu harvardzkiego.

W razie wątpliwości pytania można kierować na urania@urania.edu.pl lub telefonicznie: 698 55 61 61 lub 509 44 17 17.