

Księżycy pyłowe
ISTNIEJĄ!

Zdjęcie
CZARNEJ DZIURY

Pierwiastki
WE WSZECHŚWIECIE

DWUMIESIĘCZNIK • Tom XC • 2/2019 (800)

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII



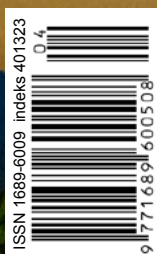
CENA 14,90 zł
w tym 5% VAT

PULSARY

zakręcone gwiazdy

DROGA MLECZNA

w obiektywie



100 lat Uranii i PTMA

Nowy serial dokumentalny twórców ASTRONARIUM



astronomia niepodległa



**Filmowa historia polskiej astronomii po odzyskaniu
niepodległości w roku 1918.**

**Losy astronomów, obserwatoriów, instrumentów
i odkryć na tle dziejów ostatniego 100-lecia.**

Aktualne godziny emisji w ogólnopolskim pasmie TVP3

premiery (co 2 tygodnie):

czwartek godz. 17.00

powtórki:

piątek godz. 1.05

sobota godz. 7.05, 23.40

niedziela 5.35

Wszystkie odcinki na:

<https://www.youtube.com/AstronariumPL>

KOPRODUKCJA

FINANSOWANIE



Urania nasza muza



Dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Chwila nieuwagi i oto kolejny sukces! Jeszcze nie zdążyliśmy się przyzwyczaić do stulecia „pierwszej” *Uranii*, a właśnie „strzela nam” okrążyły 800. numer *Uranii*! Licząc po 40 okładek w wierszu powinniśmy ich ułożyć 20. Okazało się jednak, że kilkudziesięciu okładek brakuje. Część zeszytów

miała bowiem numerację podwójną. Większość wydawanych w postaci miesięcznika roczników powojennych miało zawierać podwójny numer wakacyjny sygnowany „lipiec–sierpień”. Jednak licząc legendarne cztery numery powielaczowe z lat 1919–21, kilka *Uranii* specjalnych oraz wszystkie numery *Postępów Astronomii*, pewnie dobiegamy do tysiąca.

Od siedmiu lat zastanawiam się, jak uczcić rok 2019, rok 100-lecia pierwszej *Uranii*. Były różne pomysły. Numery specjalne i reprinty, konferencje, sesje naukowe, konkursy, koncerty w miastach mieszczących historyczne redakcje etc. Tymczasem nie robię nic lub prawie nic! Wydaję pismo i na nic więcej nie ma czasu. Ale jeśli macie pomysły? Działajcie!

Wybaczenie więc, że nie organizujemy tych sesji, konferencji, koncertów etc. Ilu z Was moglibyśmy na nie zaprosić? Pojawiła się okazja uczczenia Jubileuszu nie tylko teraz, ale pozostawienia czegoś dla przyszłych pokoleń. Pozostawienia astronomom trwałego śladu historii polskiej astronomii w ciągu ostatniego stulecia. Stulecia, którego świadkiem była nasza *Urania*. To „Astronomia Niepodległa”.

To tutaj na archiwalnych filmach i zdjęciach spotykamy legendy...

Kiedy proponowaliśmy Ministerstwu ten serial, nie przypuszczaliśmy, że zadanie będzie trzy razy trudniejsze, bardziej odpowiedzialne i czasochłonne niż *Astronarium*. Po prostu chcieliśmy wykorzystać lukę w emisji programu, aby nie stracić miejsca w ramówkach pasm ogólnopolskich TVP i ciągłości odcinków w internecie. Okazało się jednak, że realizacja dokumentu historycznego wymaga o wiele

więcej wysiłku. W *Astronarium* mogliśmy sobie kształtować narrację tematu na niemalże dowolne sposoby, w zależności od dostępu do atrakcyjnych zdjęciowo miejsc, kompetentnych rozmówców i posiadanych środków. W „*Niepodległej*” nie za bardzo da się przeszkadzać historii. Dokumentacja każdego odcinka, znalezienie i przekonanie do występu przed kamerą odpowiednich rozmówców, logistyka i w końcu zdjęcie w ciągu dwóch tygodni to istne szaleństwo!

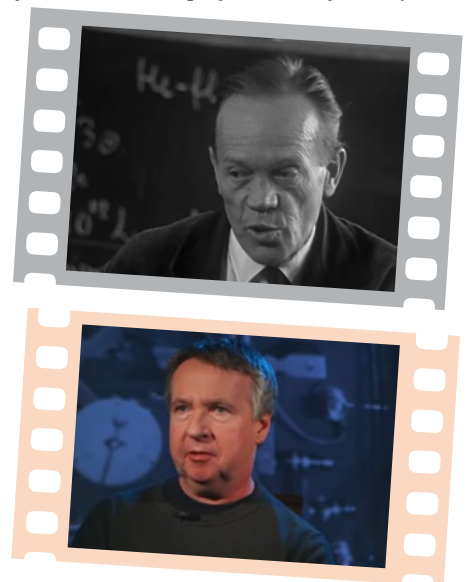
Pięć lat pracy i 77 odcinków *Astronarium* scaliło naszą ekipę. Nauczaliśmy się ze sobą pracować i podróżować. W telewizyjnym samochodzie często krystalizuje się narracja bieżących odcinków i powstają pomysły na nowe. Zyskaliśmy chyba jeszcze coś więcej, zaufanie środowiska. Prezentowanie milionowej publiczności *Astronarium*, osiągnięcie swoich mistrzów, kolegów i uczniów, to jedno. Uwiecznienie dziedzictwa całej polskiej astronomii ostatniego stulecia w „*Niepodległej*”, to zadanie i odpowiedzialność, które nie mogły mi się nawet przyśnić. To już nie tylko zaspokajanie ciekawości pasjonatów najnowszych wieści z kosmosu. To jednak jakiś wkład do kultury. To tutaj na archiwalnych filmach i zdjęciach spotykamy legendy, Banachiewicza, Dziewulskiego, Mergentalera, Rybkę, Rudnickiego, Hurnika, Paczyńskiego i wielu innych. Oto jedyna szansa, kiedy przypomnieć możemy żywego Włodzimierza Zonna (na zdjęciu), prawdziwego czarodzieja popularyzacji astronomii wszech czasów.

Ale jest też nagroda za naszą pracę. To emocje i wzruszenia, których dostarczają często nasi koledzy przed kamerą. Niezwykle ogólnokulturowe i humanistyczne przesłanie o astronomii ponad wszelkimi podziałami w odcinku wrocławskim stworzył Paweł Rudawy. Astronoma budzącego się do społecznych działań, „bo źle się dzieje, bo trzeba protestować” przypomniał w odcinku o CAMK Antoni Stawikowski. Można być szczęśliwym i dumnym, będąc astronomem.

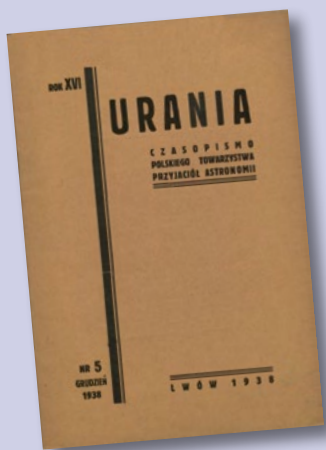
Jest też bardzo smutne przeżycie związane z naszą pracą. Wojtek Borczyk (na zdjęciu) nie tylko wystąpił w odcinku o obserwatorium Uniwersytetu Adama Mickiewicza, pięknie opowiadając o swoich ukochanych zegarach. Był naszym przewodnikiem i gospodarzem w Poznaniu i Borowcu, stając się faktycznym współautorem programu. Zmarł niespodziewanie trzy tygodnie po zdjęciach i tydzień po premierze. Nie chcemy więcej robić filmów pożegnalnych.

Toruń 21 kwietnia 2019

 Maciej Mikołajewski



Dawno temu w... „Uranii”



Fotograficzne obserwacje zorzy polarnej. Wielka zorza polarna z 25–26 stycznia 1938 r. była fotografowana w południowej Norwegii w dziewięciu specjalnych stacjach, założonych dla obserwacji zórz polarnych i kierowanych przez prof. C. Störmera. Zebrano 21 grup jednoczesnych zdjęć tej pięknej zorzy. Zdjęcia te dały możliwość obliczyć, że łuk zielony był na wysokości 95 km nad ziemią, podstawa promieni od 150 do 200 km, ich wierzchołki — na wysokości 500 – 600 km. Promienie zorzy były położone nad Danią, zaś łuk zielony rozciągał się od wyspy Oesel przez Danię do północnej Irlandii. Zjawisko zorzy było połączone z efektami akustycznymi, które były słyszane przez dwóch różnych obserwatorów niezależnie od siebie. Jeden z tych obserwatorów obserwował zjawisko z góry 733 m nad poziomem morza w absolutnej ciszy, bez jakiegokolwiek hałasu, pochodzącego z wiatru, wodospadów, linii telegraficznych lub samochodów. Według doniesienia tego obserwatora dźwięk trwał około 10 sek., wzmacniając się i słabnąc wraz ze wzmacnianiem i słabnięciem zorzy. Dźwięk był podobny do szmeru palącej się trawy. Osobliwością zorzy było jej czerwone zabarwienie, występujące bądź jako czerwone tło bądź też jako czerwone jarzenie wierzchołków promieni zorzy.

(Nature Nr 3758, 1938). E. R.

Popularyzacja astronomii

w Ameryce. Wielkie obserwatoria amerykańskie nie tylko przyczyniają się wybitnie do rozwoju wiedzy o niebie gwiazdowym, lecz również wiedzę tę umiejętnie popularyzują. Np. obserwatorium na Mont Wilson przez jeden wieczór w tygodniu jest dostępne dla zwiedzających, którzy mogą obserwować ciała niebieskie 1 1/2 metrowym reflektorem. Również 2 1/2 metrowy reflektor bywa dostępny

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

marzec–kwiecień 2019

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „Uranii” (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, istniejącego się od 1919 r. i „Postępów Astronomii” (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”.

Nakład: 3200 egz.

Zespół Redakcyjny:

Wieżyczysław Bykowski, Krzysztof Czart (zastępca red. naczelnego), Jacek Drązkowski (grafika, skład), Agnieszka Górską-Pukownik (sekretariat), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikotajewski (red. naczelnego), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk (zastępca red. naczelnego)

Współpraca:

Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Paweł Z. Grochowalski, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczynski, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikotaj Sabat, Robert Szaj, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Koncepcja graficzna pisma: Joanna Dobkowska

Adres Redakcji:

Urania, Centrum Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
tel. 600 663 640 Sekretariat, tel. 509 44 17 17 Redaktor Naczelny
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:

<https://www.urania.edu.pl>

Dystrybucja:

Joanna i Ernest Świerczyński, tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 12 zł

Prenumerata roczna 72 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

Szczegóły dotyczące prenumeraty i promocje wewnątrz numeru i na stronie

<https://www.urania.edu.pl/prenumerata>

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: sekretariat@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 * ZASTRZEŻA SIĘ PRZED DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW * PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI * OPINIE I POGŁADY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW * REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM *



Drukarnia

GRAFFITI BC

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

NA OKŁADCE

Fragment zdjęcia Piotra Potępy, autora drukowanego od kilku lat na łamach Uranii „Poradnika astrofotografa”. Tym razem dowiemy się jak fotografować Mleczną Drogę. Zapraszamy do lektury materiału na s. 38



Foto: Piotr Potępa

Artykuły

Księżyc pyłowe Ziemi 10

Księżyc pyłowe Ziemi były odkryte ponad 60 lat temu przez Kazimierza Kordylewskiego, astronoma z Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pozostały jednak prawie nieuchwytny, bo nie wszystkie obserwacje potwierdzały ich istnienie. Nowe obserwacje polarymetryczne wykonane przez zespół węgierskich naukowców jednoznacznie wskazały na ich istnienie!

Zakrecone gwiazdy 18

Polskie stacje międzynarodowej sieci nietypowych radioteleskopów funkcjonują od kilku lat. Czas przyjrzeć się pierwszym efektom badań z ich użyciem!

Jak fotografować Drogę Mleczną? 38

Widok Drogi Mlecznej – galaktyki, w której żyjemy, jest jednym z najpiękniejszych, jakie możemy zobaczyć na nocnym niebie. Ogrom gwiazd, widoczne gołym okiem struktury są widokiem niezapomnianym i niestety coraz rzadszym. Doświadczony astrofotograf Piotr Potępa radzi, jak efektywnie utrwalić ten obraz na zdjęciach.

Stałe działy

Dawno temu w... „Uranii” 4

Kronika Odkrycia i wydarzenia astronomiczne (grudzień 2018 – styczeń 2019) 6

Kronika Misje i badania kosmiczne (grudzień 2018 – styczeń 2019) 8

Biblioteka Uranii Jubileuszowe wydanie „Dzień” Kopernika 15

100 lat Uranii i PTMA Początki PTMA jakich nie znacie 26
Astrowspomnienia Janusza Wilanda, cz. 1: Kosmografia 29

Mała Urania Przygody Uranii w kosmicznej otchłani, 6. Liczby astronomiczne 32

Ciekawe adresy internetowe Tak daleko, a tak blisko 37

Przeczytane w Nature i Science Powstawanie pierwiastków 48

Astropodróżę Rodopskie kopuły 52

Komeciarz Komety obserwowane w 2018 r. 54

Cyrklarz Stacja bolidowa PFN 76 ZS nr 1 Kozienice 57

Kalendarzyk astronomiczny Niebo w maju i czerwcu 2019 60

Spójrz w niebo Letnie zgromadzenia gwiazd 64

Astronomia i muzyka Grek, fortepian i gwiazdy 65

Konkurs na fotki z Uranią 65

Astronomia w szkole W cieniu Malaperta 66

Kącik olimpijczyka Rozwiązanie zadania nr 5 zawodów finałowych LXII Olimpiady Astronomicznej 68

Obserwator Słońca Natura Słońca, cz. 3; II Zjazd Sekcji SOS PTMA 70
Raport: styczeń – luty 2019 71

Relaks z Uranią logogryf; Astrozarty Jacka D. 72

Poczta / Zaproszenia 73

Galeria Uranii 74

Inne Pierwszy w historii obraz czarnej dziury 51
Konferencja Studenckich Astronomicznych Kół Naukowych 73

W skrócie

Pierścienie Saturna powoli zanikają (46), Sonda OSIRIS-REx dotarła do planetoidy Benu (46), Cztery nowe detekcje fal grawitacyjnych (46), Gwiazda kierująca się ku Słońcu przyniesie ze sobą komety i asteroidy (47)

dla zwiedzających. W 1936 r. zwiedziło to obserwatorium 100 000 osób. Dla użytku zwiedzających wybudowano specjalny budynek, zawierający m. i. modele astronomiczne i fotografie ciał niebieskich. W budynku tym znajduje się sala wykładowa, zdolna pomieścić 270 osób. Wykłady w tej sali są wygłaszane przez wybitnych astronomów, pracujących w obserwatorium na Mount Wilson.

E. R.

Gwiazda podwójna z orbitą paraboliczną.

Astronom angielski R. v. d. R. Woolley opracował ostatnio obserwacje gwiazdy podwójnej Σ 1639 w Warkoczu Bereniki, stosując nową prostą metodę rachunków w założeniu, że orbita jest nie elipsą, ale parabolą. Zgodność rachunków z obserwacją jest zupełnie dobra nasuwa się zatem przypuszczenie, że zachodzi tu rzeczywiście rzadki wypadek ruchu dwu słońc po orbitach parabolicznych (a może nawet hiperbolicznych) jedno względem drugiego. Drugi taki wypadek to gwiazda σ_2 w gwiazdozbiórze Wielkiej Niedźwiedzicy, dla której orbitę paraboliczną obliczył w 1932 roku J. L. Halpern w Obserwatorium Yerkesa w St. Zjedn. Ameryki Północnej. Obie te gwiazdy byłyby zatem przykładem spotkania się przypadkowego słońc, bez zamiany na stałą gwiazdę podwójną. Z rozkładu i ilości gwiazd w przestrzeni, zwłaszcza w okolicach uboższych w gwiazdy, w jakich omawiane pary znajdują się, łatwo obliczyć, że takie przypadkowe spotkania gwiazd są niezmiernie mało prawdopodobnym wydarzeniem. Tym więcej zaciekawienia budzą Σ 1639 i σ_2 Ursae Maioris.

j. m-r.

Spadek wielkiego meteorytu w Rosji.

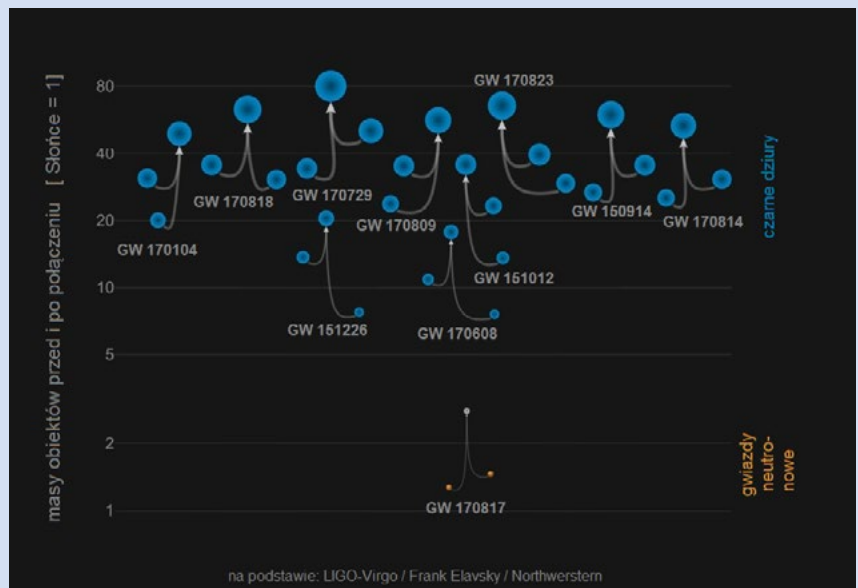
13 września 1937 r. w pobliżu miejscowości Kainsaz (Republika Tatarska, szerok. geogr. $+55^\circ 26'$, długość wschodnia od Greenwich $53^\circ 15'$) spadł duży kamienny meteoryt. Meteoryt ten uległ rozerwaniu w atmosferze na wiele części; detonację słyszano do odległości 130 km. Odłamki meteorytu rozsypały się na eliptycznym obszarze na Ziemi z osią 40 km w kierunku północno-zachodnim i małą osią 7 km, czyli blisko na 900 km². Największy odłamek wagi 102.5 kg upadł w Kainsaz w skrajnym północno-zachodnim miejscu elipsy, najmniejsze zaś odłamki znaleziono w przeciwnym miejscu eliptycznego obszaru, objętego spadkiem meteorytu. Znaleziono jeszcze trzy duże bryły ważące kolejno po 53 kg, 27.5 kg i 22 kg.

13 maja 1937 r. spadł w stepach Kirgiskich drugi meteoryt kamienny, ważący jednak tylko 3.5 kg.

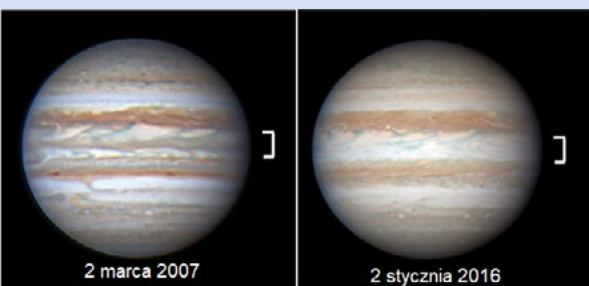
(Nature Nr 3596). E. R.

Urania 5/1938, pisownia oryginalna.

1.12 Wszystkie trzy detektory fal grawitacyjnych od sierpnia 2017 r. przechodzą modernizację, ale to nie znaczy, że nic w tej dziedzinie się nie dzieje. Wykorzystując ten czas, jeszcze raz drobiazgowo przeczesano zarejestrowane wcześniej dane. Wykryto w nich jeszcze 4 przeoczone przedtem zdarzenia. Wszystkie były skutkiem połączenia się dwóch czarnych dziur w jedną. Najciekawszy, bo podwójnie rekordowy jest przypadek z 29 lipca 2017 r. (GW170729): jedna ze zlewających się czarnych dziur miała masę ok. $50 M_{\odot}$, a wydarzenie nastąpiło w galaktyce odległej aż o 9 mld lat św. Łącznie, zarejestrowano dotychczas 11 niewątpliwych przypadków emisji fal grawitacyjnych (wszystkie na rys. obok).



1.12 Przeanalizowano zdjęcia Jowisza (głównie podczerwone), wykonane na przestrzeni ponad 40 lat. Wydaje się, że istnieje pewna okresowość w wyglądzie jasnej strefy równikowej, rozdzielającej dwa ciemne pasy. Zalegająca tam zwykle biała mgła amoniaku co 6–7 lat rozwiewa się, odsłaniając na 1–1,5 roku leżące poniżej ciemniejsze i cieplejsze chmury (fot. niżej). Tak było w latach 1973, 1979, 1992, 1999/2000 i 2006/7, choć nie w 1986/7 i 2012/13. Jeśli to nie złudzenie, kolejny taki epizod powinien nastąpić właśnie teraz, w latach 2019–2021. Warunki obserwacji Jowisza są coraz lepsze – przyglądamy się.



Źródło: Anthony Wesley (lewe) i Tiziano Olivetti (prawe)

3.12 Zmierzone stosunek obfitości deuteru do zwykłego wodoru dla pierścieni i dużych księżyców Saturna. Większość z nich przypomina pod tym względem Ziemię ($D/H \approx 0,00015$), z wyjątkiem Febe. Już jej wsteczny obieg Saturna wskazuje, że jest ciałem obcym, przechwyconą planetoidą, która nie mogła powstać wraz z planetą.

Stosunek D/H wyróżnia ją jednak nie tylko w rodzinie Saturna, ale w całym Układzie Słonecznym: 8-krotnie przekracza wartość ziemską i ponad dwukrotnie przebija dotychczasową rekordzistkę – kometę 67P/Czuriumow-Gierasimienko. Febe musiała się więc uformować w dość egzotycznym miejscu Układu Słonecznego.

5.12 Pojawiła się idea alternatywna wobec panującej dziś wiary w ciemną materię i ciemną energię, zastępująca obie te substancje jedną: materią o masie ujemnej, stale tworzoną

w rytm pęczniącego Wszechświata. Można tym sposobem również dobrze wyjaśnić np. rotację galaktyk czy przyspieszenie ekspansji Wszechświata, pozostając w zgodzie ze znanymi prawami fizyki. Jest to oczywiście konstrukcja czysto myślowa, nie bardziej jednak niż koncepcja ciemnej materii i ciemnej energii. Ma za to nad nimi tę przewagę, że zastępuje dwa enigmatyczne byty jednym. Może to jest właściwy trop?

Obecne odległości od Słońca



17.12 Odkryto obiekt, oznaczony jako 2018 VG18 i tymczasowo przezwany „Farout”, który okazał się najdalszym ciałem Układu Słonecznego. Nie jest najdalszy w sensie rozległości orbity (długości wielkiej półosi, czyli okresu obiegu) – pod tym względem ustępuje Sednie, 2012 VP113 i 2015 TG387 (zob. „Urania” 1/2019, s. 6), o kometach jednopojawieniowych nie wspominając. Jednak obecnie znajduje się najdalej ze wszystkich znanych, w odległości 120 au od Słońca (rys. wyżej). Jego średnicę ocenia się na ok. 500 km, może więc jest planetą karłowatą.

18.12 Niemal pionowo, z prędkością 32 km/s, w atmosferę ziemską wpadł kosmiczny głaz o średnicy kilku metrów, który eksplodował na wysokości 26 km, wyzwalał energię 173 kt TNT. To największe takie wydarzenie od czasu katastrofy w Czelabińsku 6 lat temu (tamta była 2,5 razy silniejsza – zob. „Urania” 2/2013 s. 6). Rzecz wydarzyła się nad Mo-

rzem Beringa, więc tym razem szkód ani świadków nie było. Bolid został zarejestrowany przez satelity wojskowe.

9.1 W niezbyt odległej (d= 60 Mpc) galaktyce CGCG 137-068 w czerwcu ub.r. pojawił się nowy obiekt.

Wypadło oznaczyć go symbolem AT 2018cow, więc natychmiast nadano mu przezwisko „Krowa”, co kojarzy się ze stworzeniem dużym, ale powolnym. Duży (w sensie jasności absolutnej) istotnie był, kilkadziesiąt razy przekraczając moc promieniowania typowej supernowej. Pod tym względem pasowałby do superjasnych supernowych (por. „Urania” 2/2017, s. 6). Jednak bynajmniej nie był powolny. Pojaśnił i osłabł błyskawicznie (rys.obok wyżej), przypominając tym raczej superszybkie obiekty przejściowe „FELT” (por. „Urania” 3/2018, s. 6). Lista osobliwości „Krowy” jest długa. Jeśli w ogóle była to supernowa, to z gatunku dotychczas nie widzianego. Jest pomysł, że może raczej byliśmy świadkami rozzerwania białego karła przez czarną dziurę o pośredniej masie. Prawdę poznamy zapewne dopiero po odkryciu kolejnych obiektów tego typu.

9.1 Szacunkowo co kilka sekund gdzieś na niebie pojawia się szybki rozbłysk radiowy

(FRB – fast radio burst). Jednak każdy z nich trwa zaledwie milisekundy. Dlatego w ciągu 16 lat poszukiwań zarejestrowano ich tylko kilka tuzinów, w tym 1 obiekt, który wybuchł wielokrotnie. Wiemy o nich na razie tylko to, że pojawiają się w odległych galaktykach i są potężne (zob. „Urania” 2/2017, s. 7). Kończy się jednak budowa nowego kanadyjskiego radioteleskopu CHIME, który już w trakcie trwającej kilka tygodni sesji próbnej odkrył ich 13, wśród nich FRB180814 – drugi (dopiero? już?) powtarzający wybuchy. Znosi się wreszcie na przełom w badaniu tych tajemniczych zjawisk, przynajmniej ilościowy.

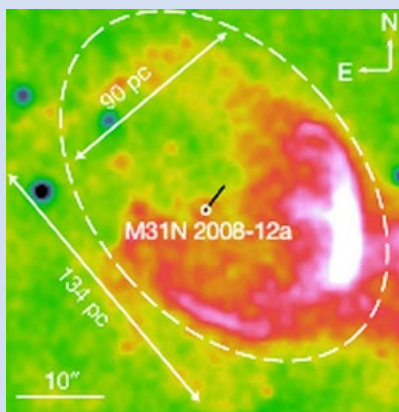
9.1 Wybuchając, klasyczne nowe nie wyrzucają dużo materii, więc nie tworzą widowskich mgławic.

Przytłaczająca większość tych obiektów rozbłysła tylko raz za naszej pamięci. Zaledwie kilkanaście wybuchło wielokrotnie, przeciętnie w odstępie kilkudziesięciu lat (zob. „Urania” 6/2014, s. 14). Ale w 2008 r. w galaktyce



Źródło: Daniel Perley (Liverpool John Moores University, UK)

M31 odkryła nową M31N 2008-12a, która łamie obie te reguły. Wybuha corocznie i otoczona jest pierścieniem materii, którego rozmiary przekraczają nawet pozostałości po supernowych (fot. niżej). Obliczono, że aby powstało coś takiego, obecna aktywność tego obiektu musi trwać już od 6 mln lat. Biały karzeł, serce tej „maszyny”, ma masę $1,38 M_{\odot}$, bliską granicy Chandrasekhara (ok. $1,4 M_{\odot}$), po osiągnięciu której wybuchnie jako supernowa typu Ia. Przybiera na masie w tempie $\sim 1,6 \times 10^{-7} M_{\odot}/\text{rok}$, więc stanie się to niebawem, za mniej niż 40 tys. lat. To najpewniejszy, znany nam prekursor supernowej tego typu.



Źródło: Damley i in., doi: 10.1038/s41586-018-0825-4

17.1 Analizując dane z sondy Cassini, wyznaczono masę pierścieni A, B i C Saturna:

$1,5 \times 10^{19}$ kg, mniej niż sądzono. Niedawno oszacowano też tempo, w jakim materia z pierścieni opada na planetę – parę ton/s. Łatwo obliczyć, że za czas rzędu 100 mln lat pierścienie przestaną istnieć! Z niskiej masy pierścieni wynika też drugi wniosek: mogły powstać całkiem niedawno, nawet 10–100 mln lat temu. Mieliśmy szczęście, że pojawiliśmy się w Układzie Słonecznym właśnie teraz.

21.1 Całkowite zaćmienie Księżyca, widoczne

również z Polski (z powodu chmur tylko gdzieśgdzie). Tym razem atrakcją specjalną był błysk, który o godz. 4:41:38 UT pojawił się na 0,3 s przy krawędzi zaciemnionej już części tarczy (fot. niżej). Został zapewne sfotografowany przez setki kamer, jednak tylko nieliczni obserwatorzy wypatrzyli ten jasny punkt. Obliczenia pokazały, że był to efekt uderzenia meteorytu wielkości małej piłki, który wybił krater o średnicy kilku metrów. Takie pociski trafiają w Księżyc średnio co godzinę, ale rzadko udaje się je zarejestrować. Zwłaszcza w czasie zaćmienia.



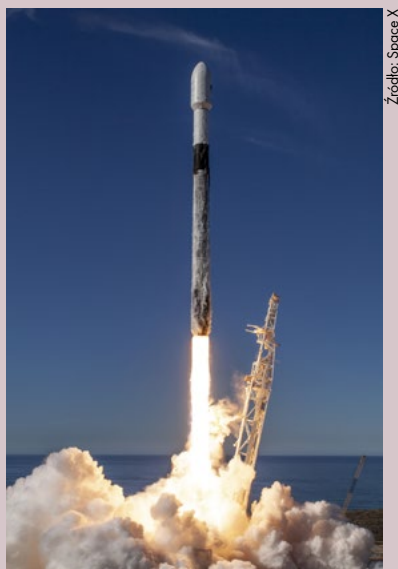
Foto: Fritz Richardo Astromod, Dominikana

28.1 Znany z licznych odkryć program Pan-STARRS polega na wielokrotnym fotografowaniu całego nieba

widocznego z Hawajów 1,8-m teleskopem, przez 5 szerokopasmowych filtrów (g, r, i, z, y). Od teraz cały plon pracy programu z lat 2010–2014 jest dostępny dla wszystkich (<https://panstarrs.stsci.edu>). Są to wszystkie zdjęcia (o łącznej objętości 1,5 PB) oraz astrometria i fotometria 3 mld obiektów (150 TB). Razem jest to największy opublikowany zbiór danych astronomicznych – kopalnia skarbów, wcięż czekających na swoich odkrywców.

Wybrał i skomentował:
Marek Mućiek

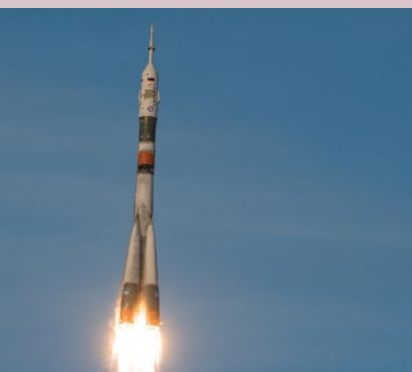
3.12 Rakieta Falcon 9 wyniosła na orbitę 4. polskiego sztucznego satelitę. PW-Sat2 to drugi satelita stworzony przez Studenckie Koło Astronautyczne Politechniki Warszawskiej. Ładunkiem tej misji było 64 satelitów z 34 firm i instytucji. Oprócz PW-Sat2 na orbitę trafił polsko-fiński satelita radarowy ICEYE-X2 firmy ICEYE. SpaceX po raz pierwszy przeprowadził 3. start tego samego dolnego stopnia swojej rakiety Falcon 9.



Źródło: SpaceX

Rakieta Falcon 9 startująca z misją Spaceflight SSO-A. Na jej pokładzie znalazł się polski satelita studencki PW-Sat2 oraz polsko-fiński satelita ICEYE-X2 firmy ICEYE

3.12 Z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie wystartowała rakieta Sojuz FG z załogowym statkiem Sojuz MS-11. Na jego pokładzie znalazło się trzech astronautów: Oleg Kononienko (Rosja), David Saint-Jacques (Kanada) oraz Anne McClain (USA). Był to pierwszy



Źródło: NASA/Aubrey Gemignani

Rakieta Sojuz FG ze statkiem Sojuz MS-11, startująca z trzyosobową załogą z kosmodromu w Kazachstanie

lot załogowy do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej od czasu awarii rakiety Sojuz FG z astronautami w misji Sojuz MS-10. Wystąpiła załoga wejdzie w skład 57. i 58. Ekspedycji do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i będzie tam przebywała przez około 6 miesięcy.

4.12 Europejska rakieta nośna Ariane 5 wyniosła z Gujany Francuskiej na orbitę parę satelitów: indyjski statek telekomunikacyjny GSAT 11 oraz pogodowy GEO-Kompsat 2A dla Korei Południowej. Oba ładunki zostały umieszczone na orbicie transferowej i o własnym napędzie trafią na orbitę geostacjonarną.

5.12 Rakieta Falcon 9 wystartowała z kosmodromu Cape Canaveral na Florydzie, wynosząc w kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej statek towarowy Dragon. Lot przebiegł pomyślnie, jednak na skutek awarii systemu hydraulicznego dolny stopień nie wylądował w wyznaczonym miejscu. Było to pierwsze nieudane lądowanie dolnego stopnia rakiety od czerwca 2016 r., kończące serię 27 udanych odzysków.

11.12 Rosyjscy kosmonauci Oleg Kononienko i Sergiej Prokopiew przeprowadzili spacer kosmiczny na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Jego celem było zbadanie dziury w poszyciu statku załogowego Sojuz MS, która doprowadziła do niewielkiego wycieku powietrza w sierpniu 2018 r. 213. spacer kosmiczny w historii istnienia ISS trwał 7 godz. i 45 min.

13.12 Raketoplan SpaceShipTwo amerykańskiej firmy Virgin Galactic po raz pierwszy w locie



Źródło: MarsScientific.com/Trumbull Studios/Virgin Galactic

Raketoplan VSS Unity podczas działania silnika raketowego w pierwszym locie testowym do granic kosmosu

testowym przekroczył umowną granicę kosmosu. Statek osiągnął pułap 82,7 km oraz maksymalną prędkość 2,9 Mach. Firma rozwija system, który ma oferować suborbitalne loty turystyczne. W grudniowym locie testowym umieszczono też eksperymenty NASA do badań technologii w warunkach nieważkości.

17.12 Rakieta Electron firmy Rocket Lab wystartowała z prywatnego kosmodromu w Nowej Zelandii, umieszczając na orbicie grupę 13 nanosatelitów standardu CubeSat w ramach edukacyjnego programu NASA ElaNu.

19.12 Indyjska rakieta GSLV Mk.II wystartowała z kosmodromu Satish Dhawan, umieszczając na supersynchronicznej orbicie transferowej do geostacjonarnej satelitę telekomunikacyjnego GSAT 7A dla wojska. Był to siódmy i ostatni start rakiety orbitalnej Indii w 2018 r. Indie wyrównały tym samym rekord z 2016 r. w liczbie startów.

19.12 Na kazachstańskich stepach wylądowała kapsuła Sojuz MS-09 z trzema astronautami, wracającymi z misji na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Rosjanin Sergiej Prokopiew, Amerykanka Serena Auñón-Chancellor oraz Niemiec Alexander Gerst spędzili na orbicie 196 dni.

23.12 Rakieta Falcon 9 wyniosła na orbitę pierwszego satelitę nawigacyjnego GPS 3. generacji. Lot przebiegł pomyślnie i statek GPS III-SV01 po prawie 2 godzinach misji został wypuszczony przez górny stopień rakiety na średniej orbicie okołoziemskiej (MEO). Nowe satelity GPS cechują się podwojonym czasem działania (15 lat), mogą podawać 3 razy dokładniejsze dane lokalizacyjne i mają usprawnione mechanizmy przeciwważkości.

27.12 Rosyjska rakieta Sojuz 2.1a wystartowała z nowego kosmodromu Wostocznyj na dalekim wschodzie Rosji. W udanej misji wyniosła na orbitę parę satelitów

obserwacyjnych Kanopus-V 5 i 6 oraz 26 mniejszych ładunków. Był to czwarty start z kosmodromu Wostocznij od jego oficjalnego otwarcia w 2016 r.

29.12 Z kosmodromu Jiuquan wystartowała po raz ostatni w 2018 r. chińska rakiet orbitalna. System Długi Marsz 2D wyniósł na orbitę 7 niewielkich ładunków z dziedziny telekomunikacji i obserwacji pogodowych. Państwo Środka przeprowadziło w 2018 r. 39 startów orbitalnych, z czego tylko jeden był nieudany. To pobicie rekordu kraju, ustanowionego w 2016 r., kiedy Chiny wystrzeliły 22 rakiety.

31.12 Amerykańska sonda OSIRIS-REx weszła na orbitę wokół asteroidy Bennu. Jest to najmniejszy obiekt, wokół którego kiedykolwiek w historii orbitował statek kosmiczny. Sonda będzie teraz z bliska badać cechy fizyczne asteroidy. W 2020 r. ma pobrać materiał z jej powierzchni, z którym następnie wróci na Ziemię w 2023 r.

z bliska ciała niebieskie w historii. Teraz statek będzie aż do połowy 2020 r. wysyłać zebrane podczas operacji dane naukowe.

3.1 Chińska misja Chang'e 4 wylądowała jako pierwsza w historii na niewidocznej stronie Księżyca. Jest to już drugi zestaw lądowik-łazik, jaki został wysłany przez Chiny do naszego naturalnego satelity. Misja jest wyposażona m.in. w spektrometr światła widzialnego i bliskiej podczerwieni do analizy skał, radar powierzchniowy i eksperyment biologiczny z przeprowadzeniem uprawy roślin w zamkniętej biosferze.



Widok z lądownika misji Chang'e 4 tuż po wylądowaniu w kraterze Von Kármán w regionie Basenu Biegun Południowy-Aitken

11.1 Rakiet Falcon 9 firmy SpaceX wysłała na orbitę 10 satelitów sieci Iridium-NEXT. To ostatni zestaw satelitów, wysłanych na niską orbitę w ramach modernizacji budowanego w latach 90. systemu telekomunikacyjnego Iridium. Dzięki sieci można korzystać z mobilnej łączności satelitarnej o przepustowości do 1,4 Mb/s.



Z satelitów korzystają użytkownicy na lądzie, statki morskie i powietrzne. Na satelitach sieci umieszczono także odbiorniki Aireon do śledzenia ruchu lotniczego.

15.1 Irańska rakiet Simorgh nie dostarczyła na orbitę wynoszonego satelity obserwacyjnego. Irański minister informacji i komunikacji potwierdził, że rakiet nie osiągnęła prędkości orbitalnej przez awarię 3. stopnia. Był to trzeci lot tej rakiety i pierwsza jej próba orbitalna. Irański program kosmiczny wzbudza wiele kontrowersji, a Stany Zjednoczone oskarżają Iran o program rozwoju pocisków międzykontynentalnych ICBM.

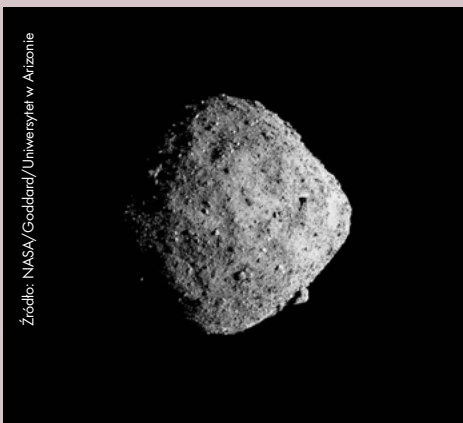
18.1 Japońska lekka rakiet Epsilon wystrzeliła na orbitę 7 niewielkich satelitów demonstracji technologii. Na szczycie rakiety umieszczono m.in. satelitę RA-PIS 1, testującego cienkie membranowe panele słoneczne i „zielone” paliwo do manewrów na orbicie.

19.1 Amerykańska rakiet Delta IV Heavy wystartowała z kosmodromu w Vandenberg, umieszczając na orbicie tajnego satelity Narodowego Biura Rozpoznania USA NROL-71. Analitycy podejrzewają, że wysłany satelita może być pierwszym statkiem nowej generacji programu KH-11 – dużych satelitów obserwacyjnych dla wojska, z bardzo wysoką osiąganą rozdzielczością.

23.1 Rakiet New Shepard firmy Blue Origin wystartowała z Van Horn, wykonując udany lot suborbitalny i lądowanie na Ziemi. W kapsule na szczycie rakiety znalazły się eksperymenty NASA przeznaczone do badań w warunkach nieważkości. Firma rozwija system, który do końca 2019 r. ma zacząć świadczyć usługi turystyki suborbitalnej.

Zródło: NASA/Johns Hopkins Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute, National Optical Astronomy Observatory

Wybrał i skomentował:
Rafał Grabiński



Fotografia asteroidy Bennu, wykonana nad równikiem 12 grudnia 2018 r. przez sondę OSIRIS-REx. Statek wtedy zbliżał się do asteroidy z odległości 13 km

1.1 Sonda NASA New Horizons wykonała udany bliski przelot obok planetoidy 2014 MU69 w Pasie Kuipera. O 6:33 statek znalazł się w odległości 3500 km od obiektu. Jest to najdalsze zbadane

Najdokładniejsze zdjęcie planetoidy Ultima Thule. Wykonane o 6:33 1 stycznia 2019 r. Obiekt ma na fotografii rozdzielczość 33 m/px

Uchwytne tylko w ciemności

KSIĘŻYCE PYŁOWE ZIEMI

Pod koniec 2018 r. zespół węgierskich naukowców, Judit Sliz-Balogh, Andras Barta i Gabor Horvath, doniósł o zaobserwowaniu tak zwanego księżycy pyłowego Ziemi. Księżyce pyłowe były poszukiwane i odkryte ponad 60 lat temu przez Kazimierza Kordylewskiego, astronoma z Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pozostawały jednak prawie nieuchwytne, bo nie wszystkie obserwacje potwierdzały ich istnienie. Nowe obserwacje polarymetryczne wykonane przez zespół węgierski jednoznacznie wskazały na istnienie pyłowego księżycy Ziemi.

PUNKTY LAGRANGE'A

O istnieniu stabilnych punktów Lagrange'a L4 i L5 wiemy już od roku 1772, kiedy to Joseph-Louis Lagrange przedstawił teoretyczną pracę na temat tzw. zagadnienia trzech ciał. Punkty Lagrange'a (zwane też libracyjnymi), których jest w sumie pięć, występują w układzie dwóch masywnych ciał poruszających się jedynie pod wpływem swych wzajemnych sił grawitacyjnych. W tych punktach niewielki obiekt (trzecie ciało), o masie znikomej w porównaniu z masami tych ciał, zachowuje względem nich stałe (stabilne) położenie. Stąd określenie, że punkty libracyjne są stabilne. Astronomowie znaleźli dużą liczbę drobnych ciał niebieskich zlokalizowanych wokół punktów L4 i L5, szczególnie w układzie Słońce-Jowisz (tzw. planetoidy trojańskie Jowisza). Planetoidy trojańskie posiadają też inne planety, np. Neptun, Mars i Ziemia.

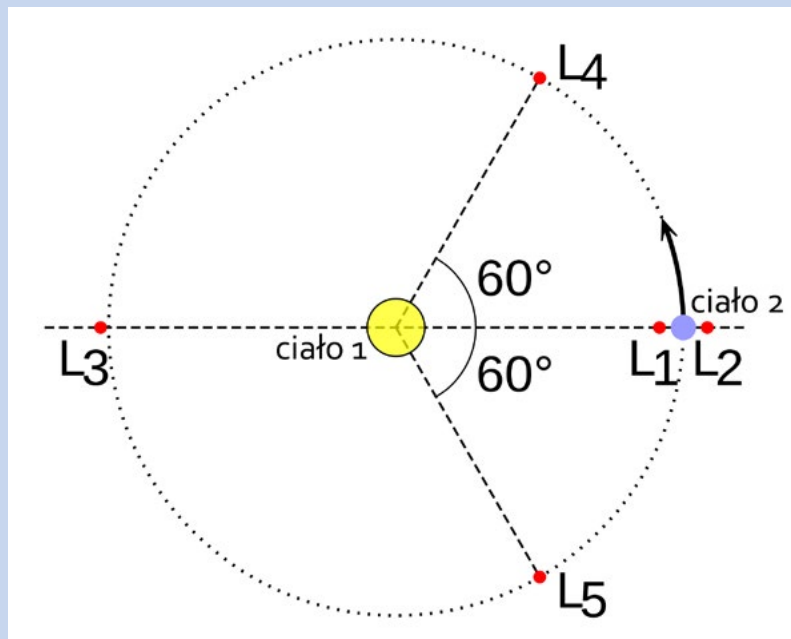
Czy takie zagęszczenia materii międzyplanetarnej możemy również wykryć w punktach libracyjnych położonych w naszym najbliższym otoczeniu, w układzie Ziemia-Księżyc? Wiosną roku 1961 słynny krakowski astronom Kazimierz Kordylewski [1] zaobserwował i sfotografował dwa lokalne pojaśnienia tła nieba w miejscach odpowiadających położeniu punktu L5 Ziemi i Księżycy, prawdopodobnie pochodzące od światła słonecznego rozproszonego na obecnym tam zagęszczeniu pyłu. Miało to miejsce w obserwatorium meteorologicznym na Kasprowym Wierchu. Kordylewski szukał ich na niebie już wcześniej, co najmniej od roku 1956. Na jego cześć twory te nazwano po latach pyłowymi Księżycami Kordylewskiego, są one bowiem swoistymi satelitami Ziemi.

KSIĘŻYCE TRUDNE DO UCHWYCENIA

Wielu astronomów zakwestionowało to odkrycie. Ich argumentacja była następująca: hipotetyczne księżyce pyłowe nie mogą istnieć, bowiem grawitacyjne wpływy Słońca i innych planet oraz zjawisko wiatru słonecznego skutecznie zakłócają stabilizujący efekt wynikający z obecności punktów libracyjnych. Celem potwierdzenia swych wcześniejszych obserwacji Kordylewski zorganizował w latach 1966, 1973 i 1974 obserwacyjne wyprawy morskie

Punkty Lagrange'a

W mechanice nieba punktami Lagrange'a nazywamy położenia równowagi równań ruchu ograniczonego kołowego zagadnienia trzech ciał. W układzie obiegających się dwóch ciał istnieje pięć takich miejsc, przy czym dwa z nich – L4 i L5 – są tak zwanymi stabilnymi punktami Lagrange'a. Jeżeli w takim punkcie znajdzie się małe masywne ciało, może ono przez długi okres czasu zachować względem dwóch masywniejszych ciał stałe położenie – innymi słowy, pozostawać tam w spoczynku. Stabilność oznacza, że niewielkie ciało o parametrach ruchu niewiele różniących się od parametrów danego punktu Lagrange'a pozostanie w pobliżu tego punktu dowolnie długo – o ile jego ruch nie zostanie zaburzony przez czynniki zewnętrzne.



Punkty Lagrange'a L1 – L5 (czerwone punkty) w układzie dwóch masywnych ciał. Ciałem 1 może być np. Słońce lub Ziemia, a ciałem 2 odpowiednio Ziemia lub Księżyc. Źródło: Wikipedia

na wody równikowe, jednak nie przyniosły one rozstrzygających rezultatów. Za całokształt swej pracy naukowej polski astronom został jednak odznaczony Brązowym Medalem NASA (1972), Złotym Krzyżem Zasługi (1973), Medalem Komisji Edukacji Narodowej oraz Medalem 500-lecia Urodzin Kopernika (1974).

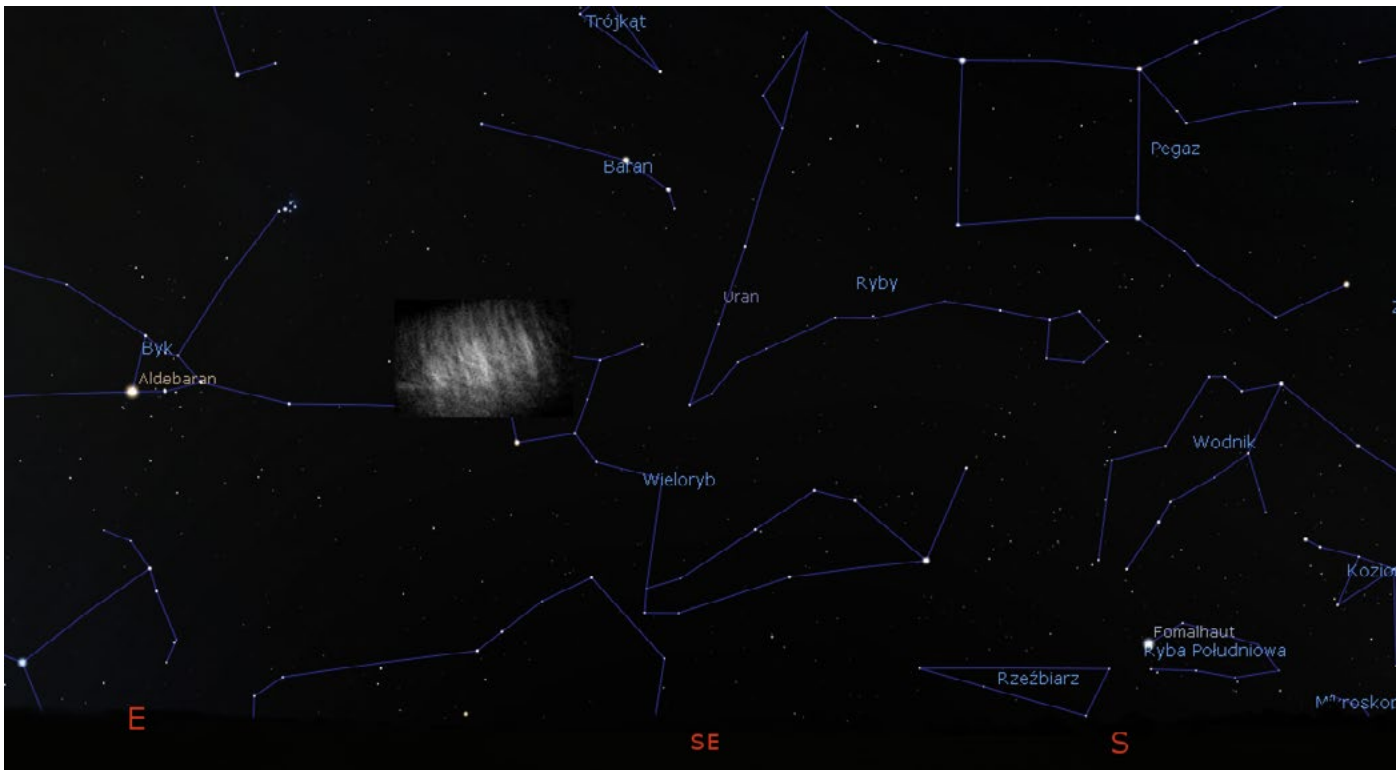
Pyłowe obłoki libracyjne są trudne do obserwacji ze względu na swą niską jasność powierzchniową. Ich istnienie próbowano potwierdzić wielokrotnie. Również w roku 1961 w Rockport w stanie Massachusetts próbował je dostrzec astronom Richards G. Hodgson [2]. Bezskutecznie. Odkrycie Kordylewskiego potwierdził z kolei w roku 1964 amerykański astronom amator J. W. Simpson.

Na podstawie kolejnych obserwacji oszacowano, że rozmiary obłoków pyłowych są porównywalne z rozmiarami

Ziemi, a ich masy wynoszą zaledwie około 10 ton. Gęstość księżyców pyłowych powinna być zatem niewielka. Stwierdzono ponadto, że obłoki wykazują fazy podobne do faz Księżycy, a przestrzeń w pobliżu punktów libracyjnych stanowi grawitacyjną pułapkę, w której poszczególne drobiny materii przebywają tylko przez pewien czas, a następnie opuszczają ją i w ich miejsce są wychwytywane nowe cząstki.

ZŁAPANE W BIESZCZADZKICH CIEMNOŚCIACH

Historia ta ma jeszcze jeden ciekawy aspekt związany z Krakowem i Uniwersytetem Jagiellońskim. Księżyce Kordylewskiego wielokrotnie próbowano zaobserwować w badawczej stacji uniwersyteckiej w bieszczadzkich Roztokach Górnych.



Tak wyglądałby księżyc Kordylewskiego obecny w punkcie Lagrange’a L5 układu Ziemia-Księżyc na nocnym niebie o godzinie 01:14, w dniu 19 sierpnia 2017 r., podczas jego obrazowania polarymetrycznego przez zespół węgierski. Jasność księżyca została tu podniesiona powyżej rzeczywistości. Ilustracja wykonana na podstawie [7]

Badaniami tymi zajmował się doktor Maciej Winiarski, wieloletni adiunkt w Obserwatorium Astronomicznym UJ. Jest wysoce prawdopodobne, że z pomocą znajdującego się tam astrografu Ernstara 300/2 udało mu się zarejestrować księżycy pyłowe na kliszach fotograficznych. W artykule naukowym opublikowanym w roku 1989 i zatytułowanym „Photographic observations of the cloud in the neighbourhood of libration point L5 of the earth-moon system” napisał: *Przedstawiono wyniki trójbarwnych obserwacji fotograficznych pozycji i jasności obłoku w pobliżu punktu L5 układu Ziemia-Księżyc. Rzeczywisty charakter uzyskanych obrazów potwierdza zgodność ich pozycji na różnych kliszach naświetlanych w tym samym czasie. Barwy obłoków są zasadniczo różne od kolorów przeciwblasku. Obłoki okazują się znacznie bardziej czerwone, co może wskazywać na to, że tworzące je cząsteczki mają inny charakter niż te powodujące istnienie przeciwblasku* [3].

Ciekawostką jest, że w odpowiedzi na powyższą publikację w roku 1997 zwrócono uwagę na zasadność badań zagęszczeń materii w punktach Lagrange’a wykonywanych bezpośrednio w przestrzeni kosmicznej [4]. A już wcześniej, bo w roku 1975, J. R. Ro-

ach ogłosił odkrycie obłoków pyłowych w danych zebranych przez orbitalne obserwatorium Słońca OSO 6 (Orbiting Solar Observatory) [5].

WĘGIERSKIE POLOWANIE NA KSIĘŻYCE PYŁOWE

W roku 2018 zespół węgierskich naukowców znalazł nowe dowody obserwacyjne na istnienie pyłowych satelitów Ziemi [6]. Wykorzystano w tym celu polarymetrię — technikę polegającą na zbieraniu danych na temat obiektów rozciągniętych w świetle spolaryzowanym. Teleskopy naziemne wyposażone w polaryzatory badają koronę słoneczną, powierzchnie planet i księżyców Układu Słonecznego, odległe gwiazdy oraz galaktyki i mgławice. Światło pochodzące bezpośrednio ze Słońca jest niespolaryzowane, ale jego rozpraszanie na drobinach pyłu lub w ziemskiej atmosferze powoduje polaryzację liniową. Dłuższe fale są przy tym rozpraszane słabiej niż krótsze. Hipotetyczny Księżyc Kordylewskiego może być wykryty na drodze obserwacji światła rozpraszanego przez tworzący go pył, przy czym jest to trudniejsze w podczerwieni niż w świetle widzialnym. Dodatkowo obłok pyłowy jest najlepiej widoczny kiedy znajduje się w „pełni”, tzn. wówczas gdy punkt

L4 lub L5 znajduje się po przeciwnej stronie Ziemi niż Słońce. Z drugiej jednak strony stopień polaryzacji liniowej światła słonecznego po przejściu przez obłok pyłu jest maksymalny przy jego kątach fazowych bliskich 90°.

Węgrzy wykonali swe pomiary polarymetryczne z użyciem kamery CCD z trzema liniowo polaryzującymi filtrami. Wybrany obszar nocnego nieba fotografowali przez każdy z filtrów z czasem ekspozycji równym 180 sekund. Po wykonaniu trzech zdjęć wybranego obszaru przez liniowy filtr polaryzacyjny z trzema różnymi kierunkami polaryzacji przetwarzali uzyskane mapy polaryzacji za pomocą autorskiego oprogramowania. W ten sposób zebrali wzorce natężenia oraz stopnia i kąta polaryzacji dla obserwowanego obszaru w świetle czerwonym, zielonym i niebieskim.

Wykryto bardzo charakterystyczną sygnaturę polaryzacji. Teoretycznie światło słoneczne rozpraszane przez pył powinno być częściowo liniowo spolaryzowane w kierunku prostym do płaszczyzny przechodzącej przez ziemskiego obserwatora, Słońce i obłoku pyłu w kosmosie. Po wyeliminowaniu możliwych artefaktów wywołanych przez aparaturę obserwacyjną i ziemską atmosferę, jedynym wyjaśnieniem za-



obserwowanej polaryzacji jest zdaniem naukowców rozpraszanie światła Słońca na cząsteczkach pyłu zebranych wokół punktu L5 układu Ziemia-Księżyc. [7].

Te nowe dowody polarymetryczne dodatkowo potwierdzają niezależnie uzyskane przez tych samych autorów wyniki symulacji komputerowej obrazującej powstawanie obłoków pyłu w punktach Lagrange'a. Pokazuje ona, że drobiny o wielkościach od mikrona do rozmiarów przeciętnego kamienia mogą przebywać w punkcie L5 przez długi czas. Złożony z nich obłok ma jednak kształt, który nieustannie się zmienia — w szczególności może on pulsować i wirować [8].

POŻYTKI Z PUNKTÓW LAGRANGE'Ń

Wiele więc wskazuje na to, że Księżyc Kordylewskiego są zjawiskiem nietrwałym i przejściowym. Od dawna wiadomo, że punkty libracyjne L4 i L5 nie są w pełni stabilne ze względu na zaburzenia grawitacyjne wywołane przez planety Układu Słonecznego. Nawet częściowa stabilność tych punktów w układzie Ziemia-Księżyc zasługuje jednak na dalsze badania ze względu na ich możliwe zastosowanie praktyczne — na przykład do „parkowania” sond kosmicznych i satelitów przy minimalnym zużyciu paliwa. Mogą być też one wykorzystywane jako stacje przesiadkowe w przyszłych misjach na Marsa

i inne planety. Badanie dynamiki księżyców pyłowych jest też ważne z punktu widzenia bezpieczeństwa nawigacji kosmicznej.

HISTORIA ZAPISANA NA KLISZACH

Czy obiekty dostrzeżone niemal pół wieku temu przez Kordylewskiego i Wińskiego faktycznie były poszukiwanymi księżycami pyłowymi? Czy księżycy te okresowo zanikają, przez co wielu innym obserwatorom nieba nie udało się ich zobaczyć? Trudno ocenić.

Księżycy pyłowe próbowano zaobserwować wiele razy, ale obserwacje z dawnych lat wykonywano za pomocą innych, mniej zaawansowanych metod, a często po prostu gołym okiem. Z pewnością wartościowe byłoby jednak dokładne zbadanie klisz szklanych, na których obiekty te ze znacznym prawdopodobieństwem udało się zarejestrować w latach osiemdziesiątych w Roztokach. Duże, wielotysięczne zbiory różnych klisz astronomicznych z lat 1920-1990 wciąż znajdują się w Obserwatorium Astronomicznym UJ, czekając na do-

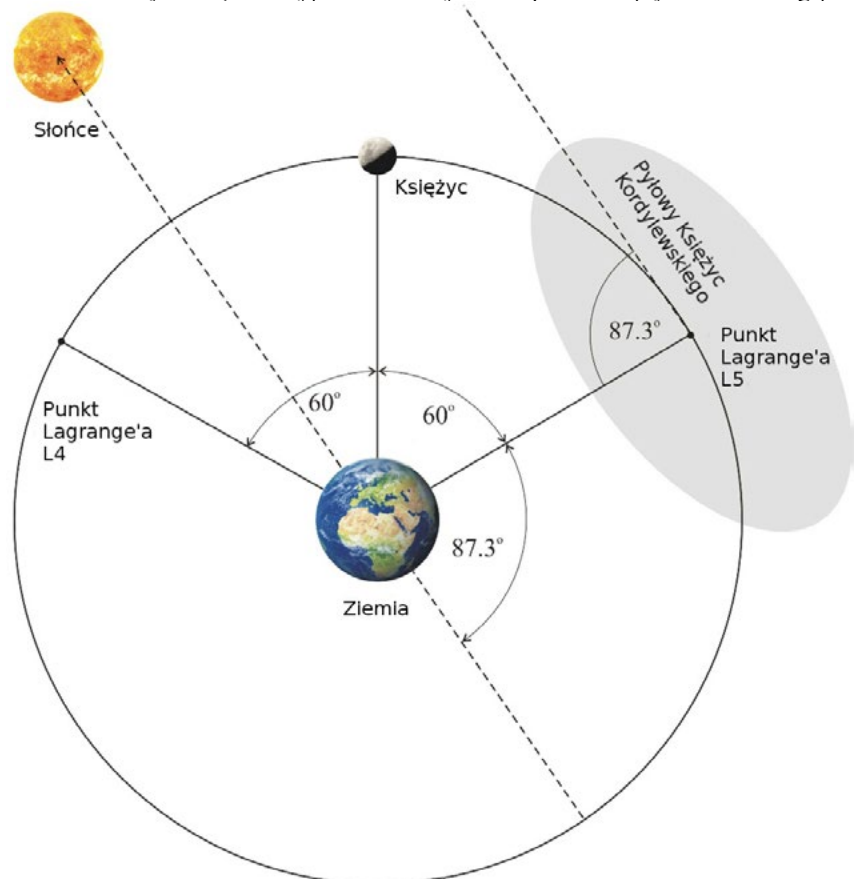
kładne zbadanie i digitalizację. Prace związane z ich konserwacją niedawno się rozpoczęły.

Tymczasem możemy zachęcić czytelników *Uranii* do podjęcia próby zobaczenia Księżyców Kordylewskiego na własne oczy lub sfotografowania ich. Wyzwanie nie jest proste. To najprawdopodobniej jedne z najbardziej nieuchwytnych obiektów na ziemskim niebie. Potrzebne będzie miejsce z niebem wolnym od zanieczyszczenia światłem i sporo wytrwałości.

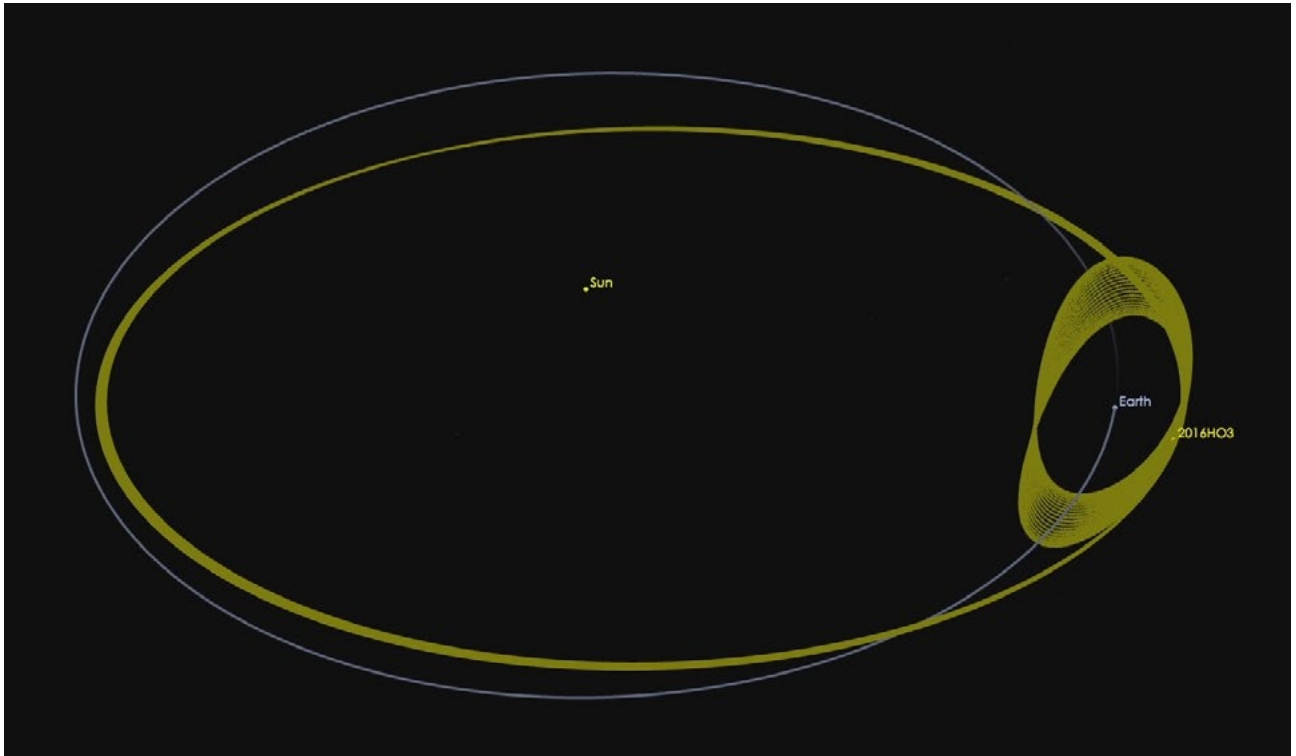
CZWARTY KSIĘŻYC ZIEMI?

Czy zatem Ziemia ma jednego naturalnego satelitę — Księżyc — oraz najprawdopodobniej słynne księżycy pyłowe? Nie do końca. Ciekawostką jest, że już od prawie stu lat naszą planetę okrąża jeszcze dodatkowo, i to na stabilnej orbicie, planetoida o nazwie 2016 HO3. To kolejny, mały księżyc Ziemi, który po raz pierwszy dostrzeżono w kwietniu 2016 r. w ramach przeglądu nieba Pan-STARRS.

Planetoida ta oficjalnie nazywana jest jednak pseudoksiężycem ze względu



Położenie punktu L5 układu Ziemia-Księżyc w płaszczyźnie orbity Księżyca 19 sierpnia 2017 o godzinie 01:14 UT. Kąt fazowy dla tego punktu wynosił w tym momencie 87,3°. Skala rozmiarów i odległości nie jest zachowana. Kąt fazowy to kąt Słońce — obiekt — obserwator. Źródło: [7]



Nietypowa orbita 2016 HO3. Planetoida ta okrąży wprawdzie Słońce, ale jednocześnie krąży wokół Ziemi. Jej orbita jest uważana za stabilną dla czasów rzędu kilku wieków, ale prawdopodobnie nie pozostanie taką w dłuższej skali czasowej. Z tego powodu obiekt ten nazywa się często obiektem koorbitalnym, kwazisatelitą lub po prostu kwaziskieżycem – dla odróżnienia od Księżyca poruszającego się po orbicie stabilnej w dużo dłuższych okresach czasu. Animowana wersja tego rysunku znajduje się pod adresem [en.wikipedia.org/wiki/\(469219\)_2016_HO3](https://en.wikipedia.org/wiki/(469219)_2016_HO3)
 Źródło: NASA/JPL-Caltech

na to, że krąży ona wokół Słońca, jednocześnie okrążając przy tym Ziemię, ale już poza granicą jej strefy Hilla (czyli obszaru wyraźnej grawitacyjnej dominacji naszej planety). Ma przy tym średnicę około 50 m. Symulacje komputerowe wykazały, że jej orbita nie zmienia się znacząco przez co najmniej kilka następných stuleci, a sama planetoida została przechwycona, być może z Pasa Planetoid, na początku XX w.

and Space Science 1975, tom 23, s. 173.

[6] [ras.ac.uk/news-and-press/research-highlights/earths-dust-cloud-satellites-confirmed](https://www.ras.ac.uk/news-and-press/research-highlights/earths-dust-cloud-satellites-confirmed)

[7] Sliz-Balogh J., Barta A., Horváth G., *Celestial mechanics and polarization optics of the Kordylewski dust cloud in the Earth-Moon Lagrange point L5 — Part II. Imaging polarimetric observation: new evidence for the existence of Kordylewski dust cloud*, *Monthly Notices*

of the Royal Astronomical Society 2018, tom 482, s. 762.

[8] Sliz-Balogh J., Barta A., Horváth G., *Celestial mechanics and polarization optics of the Kordylewski dust cloud in the Earth-Moon Lagrange point L5 — Part I. Three-dimensional celestial mechanical modelling of dust cloud formation*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 2018, tom 480, s. 5550.

Bibliografia

[1] www.kordylewski.pl

[2] Hodgson, R. G., *Report on Dr. K. Kordylewski's „Cloud Satellites”: A Negative Observation of the L4 Position*, *The Strolling Astronomer* 1962, tom 16, s. 99–100.

[3] Winiarski, M., *Photographic observations of the cloud in the neighbourhood of libration point L5 of the earth-moon system*, *Earth, Moon, and Planets* 1989, tom 47, s. 193.

[4] Moeed, N. S., Zamecki, J. C., *Feasibility of space based observations of the Kordylewski clouds*, *Advances in Space Research*, 1997, tom 20, s. 1527.

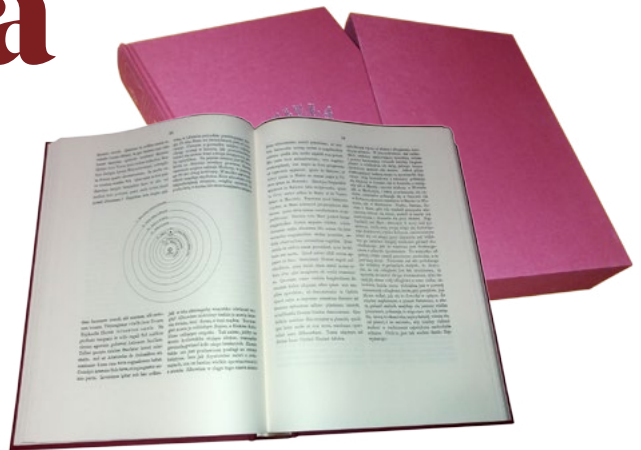
[5] Roach, J. R., *Counter glow from the earth-moon libration points*, *Planetary*



Dr Elżbieta Kuligowska w roku 2013 obroniła doktorat z astronomii („Modelowanie dynamiki klasycznych radioźródeł”) na Uniwersytecie Jagiellońskim. W chwili obecnej pracuje w Dziale Teledetekcji Satelitarnej IMGW-PIB i wciąż współpracuje z Obserwatorium Astronomicznym UJ, zajmując się m. in. badaniami radiogalaktyk, archiwizacją dawnych danych astronomicznych i promocją astronomii. Jest stałym członkiem zespołu redakcyjnego portalu „Urania – Postępy Astronomii”. Poza astronomią interesuje się zwiedzaniem Polski, aktywnym spędzaniem czasu na świeżym powietrzu, meteorologią, geografią oraz historią nauki i muzealnictwem.

Jubileuszowe wydanie „Dzieł” Kopernika

 Józef Gawłowicz



Wydanie tomu *Dzieła Mikolaja Kopernika* przez Fundację Nicolaus Copernicus z okazji setnej rocznicy odzyskania Niepodległości i setnej rocznicy powstania *Uranii* jest znaczącym wydarzeniem. Siedemset bez mała stron z tekstem jednego z najważniejszych dzieł w historii nauki wydany w solidnej płóciennej oprawie oraz płóciennym etui to wytworna ozdoba biblioteki miłośnika astronomii. Lewa część każdej stronicy zawiera tekst łaciński a prawa polski w przekładzie Jana Baranowskiego. Przedzielają je czytelne ilustracje wspólne dla obu tekstów danej stronicy.

Przytoczę tylko kilka uwag z niektórych rozdziałów książki pierwszej — dowód na kulistość Ziemi przykuwa swoją prostotą: wędrując po ziemi na północ biegun obrotu dziennego, zwolna coraz bardziej będzie się wznosił nad poziom, czyli że Gwiazda Polarna stopniowo wznosić się będzie do zenitu, jeśli dołączymy do bieguna. W XIX w., kiedy Baranowski trudził się nad przekładem *De revolutionibus*, jakiś niezbyt uważny obserwator nieba błędnie podpowiedział Mickiewiczowi umiejscowienie północ-

nego bieguna przy świecącej brylantowym blaskiem gwiazdzie *Arcturus* zamiast w okolicy niezbyt jasnej *Polaris*, stąd poeta umieszczając w ósmej księdze „Pana Tadeusza” piękne strofy *Astronomii Wojskiego*, zamiast o tylnych kołach Wielkiego Wozu napisał:

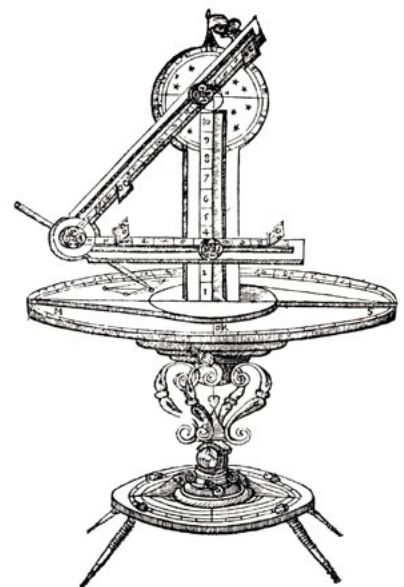
*Nieco wyżej Dawida Wóz
gotów do jazdy
Krzywy dyszel kieruje
do Polarnej Gwiazdy.*

Wywód o kulistości Ziemi zakończył Kopernik motywem morskim — *gdyby kto na wierzchołku masztu coś błyszczącego umieścił, wtenczas w miarę oddalania się okrętu od lądu, ludzie na brzegu stojący widzieć będą to światło powoli zniżające się, dopóki nareszcie w oddaleniu, jakby zachodzące słońce pod poziom całkiem się nie skryje.*

Rozdział X zawiera *Porządek ciał niebieskich* z rysunkiem na stronie 37 przedstawiającym istotę odkrycia — heliocentryczny system kopernikański z pięcioma znanymi w średniowieczu planetami.

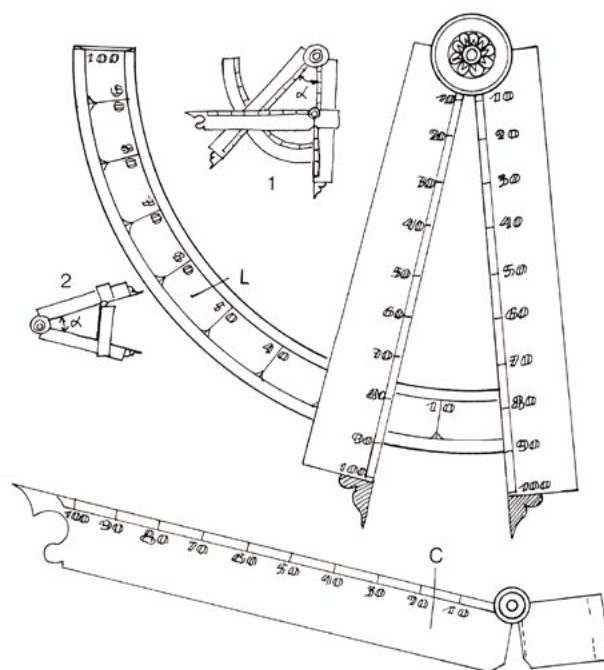
Ważny jest dzisiaj rozdział XIII o trójkątach płaskich, podkreślając ich dzielenie na trójkąty prostokątne, co znalazło zastosowanie nie tylko w astronomii, ale także w geodezji i nawigacji.

Kopernik — jak wiemy — miał skromne wyposażenie techniczne decydujące o małej dokładności jego pomiarów. Tycho de Brahe w 1569 r. wykonał duży drewniany kwadrant o promieniu 6 metrów celem zwiększenia dokładności pomiarów, a opracowanie Kopernika o trójkątach inspirowało innych wynalazców do konstruowania poręcznych przyrządów pomiarowych pozwalających



Rys. 1. Le Cosmolabe Jacquesa Bessona

znaleźć dokładne rozwiązania drogą podziału dowolnego trójkąta na dwa trójkąty prostokątne. W 1567 r. Jacques Besson, profesor z Orleanu wynalazł przyrząd zwany *Le cosmolabe* (rys. 1, — Jean Randier: *L'Instrument de Marine*, CELIV, 1990, s. 78) pozwalający rozwiązywać trójkąty na sferze niebieskiej, na ziemi czy powierzchni morza. Wykonanie tego przyrządu w technologii XVI wieku było bardzo kosztowne, więc po 30 latach Thomas Hood opracował poręczniejszy przyrząd do rozwiązywania problemów trygonometrycznych zwany *Sektorem* (rys. 2, J. Randier, *ibidem*, s. 59) z ruchomymi skalowanymi ramionami na wspólnej osi oraz skalowaną poprzeczką przesuwaną po jednym z ramion. Ramiona udoskonalonych *Sektorów* z miedzi lub kości słoniowej łączyła oś będąca środkiem wyskalowanego precyzyjnie kółeczka a boki trójkątów wyznaczano z pomocą cyrkli o zaokrąglonych końcówkach ramion dla maksymalnej w ówczesnej dobie dokładności (rys. 3, J. Randier, *ibidem* s. 60 — a to użycie cyrkli, b pokazuje kąty, zaś c rzuty kątów sferycznych na koło wielkie). *Sektory* z kości słoniowej z kilkoma wygrawerowanymi skalami do różnorakich obliczeń służyły astronomom, nawigatorom, geodetom a nawet artylerzystom przez ponad trzy stulecia (rys. 4, J. Randier — przekład niemiecki — *Maritime antuikiutäten*, Delius Verlag, s. 122). Jednakże dopiero Newton w 1699 r. wynalazł dokładny kątomierz lusterkowy.



Rys. 2. Przyrząd do rozwiązywania problemów trygonometrycznych zwany *Sektorem* opracowany przez Thomasa Hooda. L – limbus, C – nałodka, 1 i 2 – sposób użycia

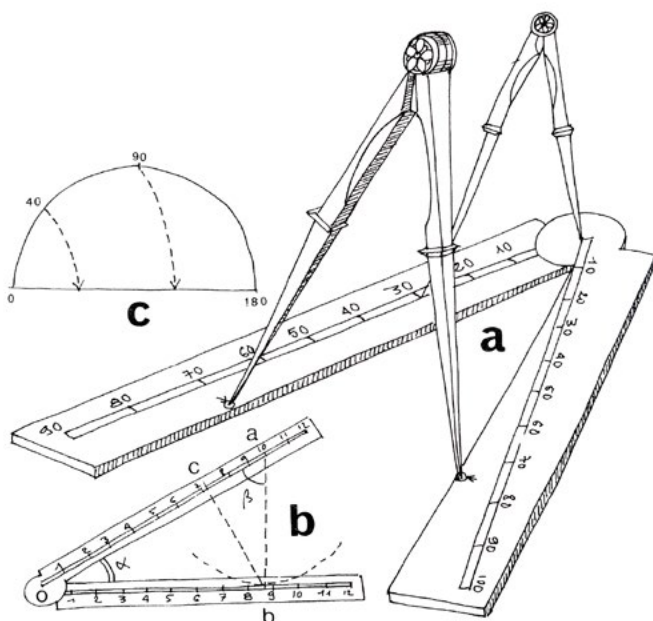
W kolejnym wykładzie (rozdział XIV — *O trójkątach kulistych*) Kopernik wprowadza pojęcia kątów dwuściennych będące doniosłym krokiem naprzód w dziedzinie trygonometrii sferycznej, nauczanej do dzisiaj. Wspominając o wpływie Kopernika na rozwój nautyki, wymienia się głównie prostotę wyznaczania promieni orbit planetarnych oraz opracowane według systemu kopernikańskiego w 1551 r. przez Reinholda

Tablice Pruskie. Reinhold przemilczał — z ostrożności — teorię heliocentryczną, ale te tablice były ważne dla reformy kalendarza dokonanej w 1582 r. przez papieża Grzegorza XIII. Dla nawigatorów *Tablice Pruskie* stały się protoplastą późniejszych roczników astronomicznych.

Wszystkie sześć ksiąg *De revolutionibus* są znane w zarysie z opracowań popularnonaukowych, stąd przytoczyłem tylko kilka uwag dotyczących książki pierwszej, więc polecam lekturę smakowitych „Dodatków” z listami tworzącymi skansen sztuki epistolograficznej i osobliwą poezją. Z siedmiu poematów Kopernika o gwiazdach w *Gwieździe V (O Chrystusie uczczonym przez trzech mędrców)* urzeka m.in. czterowiersz:

*A wszedłszy do stajenki,
gdzie Pan na was czeka,
Na kolanach uczcijcie
tę dziecinę małą,
Lecz wielką duchem Boga
i duszą człowieka,
Bo w postaci dziecięcia
bóstwem okazała.*

Sławny traktat o spodleniu monety będącej jedną z czterech przyczyn upadku państw wymienionych w kolejnym dodatku (*Sposobie urządzenia monety*) jest aktualny do dzisiaj. Ważne w nim są stwierdzenia, że moneta, będąc powszechną miarą ceny, winna być stałą



Rys. 3. Udoskonalona wersja Sektora

i niezmienną, gdyż w przeciwnym wypadku krzywdzić będzie sprzedających i kupujących. Zawarta w monecie ilość złota czy srebra jest rękojmią wiary publicznej.

Po epilogu traktatu o poprawie monety zamieszczono *Postanowienie względem opłaty sum i procentów*, w którym Kopernik zaznacza, że *długi zaciągnięte dobrmi starymi pieniędzmi (...) winny być spłacone dobrymi nowymi pieniędzmi, albo ich wartością. Podobnie, długi, które podtemi pieniędzmi zostały zaciągnięte, winny być podtemi pieniędzmi spłacone.* To samo dotyczy spadków i procentów. Długi — podobnie jak dzisiaj — musiały być więc fragmentem „krajobrazu finansowego” Polski jagiellońskiej.

Na zakończenie przytoczę uwagę profesora Karola Estreichera, tłumacza *Żywotów* Giorgio Vasariego: *W roku 1577 przekładając na język polski Biblię znakomity tłumacz Jan Leopolita tak ujął swe zadanie „Rozumie to każdy baczny, iako trudna rzecz jest ieden język drugim*

Rys. 4. Przykład Sektora z kości stoniowej z kilkoma wygrawerowanymi skalami służącymi do różnych obliczeń

językiem dostatecznie wyróżnąć. A przeto z wielką się pilnością folgowało temu, aby y prawdziwie i snadnie on text polski on text obcy wyrzynał”.

Profesor Maciej Mikołajewski i Robert Szaj w *Posłowie* do tomu *Dzieł* wymienili fundamentalne przyczyny decydujące o wydaniu tej pozycji po polsku. Pierwsza to ta, że Baranowski był świetnym astronomem i jako inteligent wykształcony w XIX stuleciu znakomicie znał łacinę. Przy tej okazji przytoczę

cytat z mojej książki *Awantury u Neptuna* będący wyznaniem Jana Parandowskiego: *Ja w gimnazjum uczyłem się łaciny i greki w takim zakresie, jak to się dzisiaj wydaje wręcz nieprawdopodobne. Wiele temu zawdzięcza struktura mojego umysłu i nie wyobrażam sobie, jak mógłbym się obejść bez bliskiego współżycia ze światem z którego pochodzą najwznioślejsze natchnienia.*

W takiej postaci świat poznał idee Kopernika!

Jedynе nowożytnе tłumaczenie i wydania Dzieł Kopernika
dokonane przez astronoma wraz z łacińskim oryginałem.



Reprint IV wydania
De revolutionibus
w tłumaczeniu
Jana Baranowskiego
z 1854 roku.



Unikatowe wydawnictwo Fundacji Nicolaus Copernicus
dostępne w internetowej księgarni URANII:
<http://www.uranii.edu.pl> (zakładka sklep)

Obserwacje pulsarów polską częścią radioteleskopu LOFAR

Zakrecone gwiazdy

Budowa w Polsce stacji międzynarodowej sieci radioteleskopów LOFAR umożliwiło naukowcom z naszego kraju udział w wiodących badaniach astronomicznych w skali światowej. Unikalna konstrukcja obserwatoriów daje astronomom nietypowe możliwości, pozwala także na samodzielne badanie obiektów niezależnie od pozostałych instytucji.

 **Leszek Błaszkwicz i Wojciech Lewandowski**

Był koniec listopada 1967 r., gdy Jocelyn Bell prowadziła obserwacje skonstruowanym niewiele wcześniej przez zespół profesora Anthony Hewisha fazowym radioteleskopem w Obserwatorium Uniwersytetu w Cambridge. W tamtych czasach sygnał radiowy pochodzący z kosmosu był utrwalany pisakiem na specjalnych papierowych taśmach. W pewnej chwili zauważyła, że zarejestrowany sygnał to sekwencja impulsów powtarzających się z niezwykłą precyzją co około 1 i 1/3 sekundy.

Jakaż była to tajemnica i jaka ekscytacja. Źródło sygnału, nazwane CP1919, posądzano nawet o sztuczne pochodzenie i już zaczynano snuć wizje kontaktów z obcymi cywilizacjami. Prawda okazała się inna, ale nie mniej pasjonująca. Otóż nadzorujący prace obserwatorium prof. Hewish skojarzył dziwny sygnał z proponowanymi już pod koniec lat 30. XX w. pracami na temat możliwości istnienia supergęstych obiektów zwanych gwiazdami neutronowymi. To ich właściwości i obecność miała być wyjaśnieniem fenomenu pulsującego sygnału.

CZYM SĄ GWIAZDY NEUTRONOWE I PULSARY?

Dziś wiemy z całą pewnością, że dziwna emisja odkryta przez panią Bell to nic innego jak promieniowanie pulsara, czyli odpowiednio ustawionej w przestrzeni obracającej się szybko gwiazdy neutronowej. Odkrycie uhonorowano Nagrodą Nobla (otrzymał ją prof. Hewish), ale czym jest i jak działa owa gwiazda neutronowa?

Gwiazdy rodzą się z ogromnych mgławic pyłowo-gazowych i zaczynają „życie”. W ich wnętrzach — tak jak w Słońcu — zachodzą reakcje syntezy pierwiastków. Wreszcie umierają. Sęk w tym, że gwiazdy mają różne masy, składy chemiczne i przez to zarówno czas życia, jak i końcowe chwile istnienia są różne.

Te najbardziej masywne, wielokrotnie większe od Słońca gwiazdy w końcowej fazie życia eksplodują jako supernowe. W wyniku takiej eksplozji powstaje mgławica, zasilająca kosmos w pierwiastki ciężkie (większość cięższych od żelaza powstaje w czasie wybuchów

supernowych, pewna ilość także w zdarzeniach gwiazd neutronowych, zwanych kilonowymi), a w samym środku pozostaje niezwykle egzotyczny obiekt — gwiazda neutronowa. Dlaczego egzotyczny? Żeby pobudzić wyobraźnię dwa słowa o naszym Słońcu. Jego średnica jest 109 razy większa od ziemskiej, zaś masa 1000 razy większa od masy wszystkich planet Układu Słonecznego razem wziętych. A teraz wyobraźmy sobie, że zamykamy masę nawet półtora raza większą od słonecznej w kuli o średnicy kilkunastu kilometrów. A na dodatek niech taki obiekt, w zgodzie z zasadą zachowania momentu obrotowego, obraca się wokół swej osi raz na sekundę, może nawet 30 razy na sekundę. No dobrze, rekordzista to ponad 700 razy na sekundę! Czy taki obiekt może powstać? Tak!

Przepis jest dosyć prosty i wynika z budowy materii. Jak zapewne szanowny Czytelnik wie, atomy to jądra naładowane elektrycznie dodatnio i elektrony z ładunkiem ujemnym. Atom jest niewielki, ale jego jądro i elektrony są tysiące razy mniejsze. Zerknijcie na swoją dłoń. Gdyby proton w atomie helu był rozmiaru

waszego kciuka, to elektron rozmiarów ziarna maku krążyłby dziesiątki metrów od was. Atom to przede wszystkim pusta przestrzeń! Jeśli byłaby szansa na włożenie elektronów do jądra atomowego, to po pierwsze — ładunki elektryczne ulegną neutralizacji, a po drugie — zyskamy bardzo dużo przestrzeni.

I właśnie taki proces zachodzi, gdy wybuchą gwiazda supernowa w samym jej centrum. Niezwykłość rodzącej się w tak ekstremalnym procesie gwiazdy neutronowej bierze się między innymi z jej kolosalnej gęstości. Jedna łyżeczka materii tego obiektu ma masę porównywalną z całym masywem góry Mont Everest!

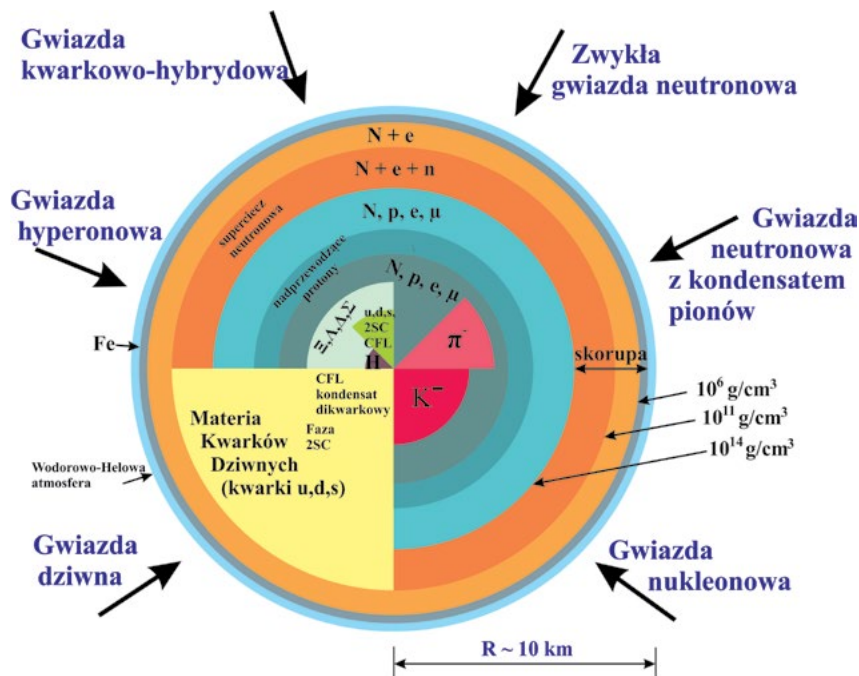
Oczywiście na problem można spojrzeć w dużo bardziej zaawansowany sposób, co też czynią astrofizycy zajmujący się materią skondensowaną, a ich rezultaty zostały zebrane na rysunku 1.

CO MA WSPÓLNEGO PULSAR Z LATARNIĄ MORSKĄ?

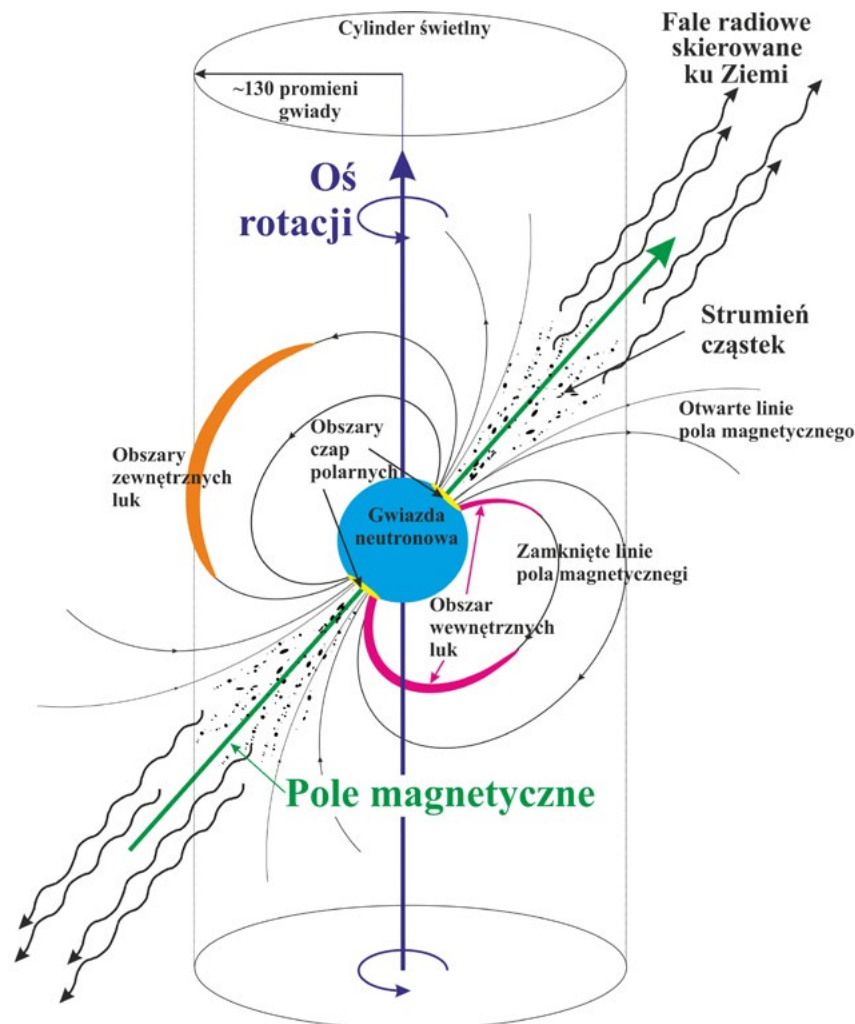
Zatem pulsar to obracająca się, czasami niezwykle szybko, supergęsta gwiazda neutronowa. W jaki sposób taki obiekt emituje swoje promieniowanie?

Wszystkim steruje niezwykle silne pole magnetyczne, którego dipolowy układ zazwyczaj nie pokrywa się z osią rotacji gwiazdy neutronowej. To energia pola magnetycznego wymusza ruch naładowanej elektrycznie materii wpływającej z obszarów biegunów magnetycznych w dwóch wąskich wiązkach. Przyspieszane w takich warunkach elektrony i pozytony emitują w kierunku ruchu promieniowanie, przy czym jego zakres zależy od obszaru emisji — najbliżej powierzchni gwiazdy neutronowej powstaje promieniowanie o największej częstotliwości.

Wyobraźmy sobie zatem rotującą kulę wielkości sporego miasta, z której w dwóch podobnych do wąskich stożków wiązkach jest emitowane promieniowanie. Wyobraźmy sobie wreszcie nas jako obserwatorów, którzy akurat znaleźli się na drodze takiej wiązki fal radiowych. Będziemy w sytuacji analogicznej jak marynarz na statku nocą, omiotany snopem światła z morskiej latarni. Taki model emisji pulsara nazywa się nie bez przyczyny modelem morskiej latarni. Schemat pulsara przedstawia rysunek 2. Oczywiście takie podejście nie zamyka



Rys. 1. Zbiór schematów przedstawiający różne idee dotyczące wewnętrznej budowy gwiazd neutronowych. Obraz bazuje na Weber i in., 2009. Niewyjaśnione na rysunku skróty to: CFL – Color-Flavor-Locking oraz 2CS, który odnosi się do color superconducting quark matter



Rys. 2. Schemat najbliższego otoczenia rotującej gwiazdy neutronowej. Rysunek bazuje na Lorimer i Kramer, 2009

zakresów emisji pochodzących z okolic gwiazd neutronowych. Nie będziemy poruszać tu szczególnie pewnych mechanizmów, ale wystarczy wspomnieć, że często na gwiazdę neutronową zachodzi akrecja materii — najczęściej z gwiazdowego towarzysza — co powoduje także emisję w zakresach X i gamma.

RÓŻNORODNOŚĆ GWIAZD NEUTRONOWYCH

Biorąc za podstawę liczbę gwiazd i rozkład ich parametrów, przyjmuje się, że w Galaktyce znajduje się około 100 mln gwiazd neutronowych. Z tej liczby zaledwie 0,01% daje nam możliwość obserwacji tworzących się pulsów promieniowania. Oczywiście zdecydowanie najwięcej, bo około 2500, jest pulsarów radiowych, w tym około 300 znanych pulsarów milisekundowych (o tym, skąd się biorą, piszemy w ramce 1). Gwiazdy neutronowe występują czasami w parach, zwanych DNS (ang. *Double Neutron Star*), a takich znamy 15; wiele pulsarów tworzy też układy podwójne z innymi obiektami, głównie z białymi karłami. Tu warto zauważyć, że odkryto także pulsar (PSR J0337+1715), który jest składnikiem układu potrójnego. Dwa pozostałe obiekty w tym układzie to białe karły.

Badania gwiazd neutronowych pokazują, że posiadają one niezwykle silne pola magnetyczne, jednak są takie, których pola przyjmują wartości ekstremalne (powyżej 10^{10} tesli lub 10^{14} gausów)¹. Takich obiektów wykryto do tej pory 30 i nadano im miano magnetarów.

Istnieją wreszcie takie pulsary, na które następuje akrecja materii z pobliskiej związanej z nimi gwiazdy. Mechanizmy akrecji poprzez przyspieszanie powodują grzanie materii spływającej na neutronową gwiazdę, a w wyniku tego silną emisję promieniowania rentgenowskiego. Stąd nazwa takich obiektów: *Accreting Millisecond X-Ray Pulsars* (AMXPs). Znamy obecnie 14 pulsarów tego typu. Wreszcie znanych jest też 8 pulsarów tworzących grupę XDINS (ang. *X-ray Dim Isolated Neutron Stars*), czasami zwaną też XINS. Ta grupa określana była wcześniej nieformalnie jako „siedmiu wspaniałych” (ang. *The Magnificent Seven*) — samotne obiekty odkryte przez satelitę ROSAT. Są

¹ Ziemskie pole magnetyczne przy powierzchni ma natężenie wahające się między 25 do 65 mikrotesli (od 0,25 do 0,65 gausów).

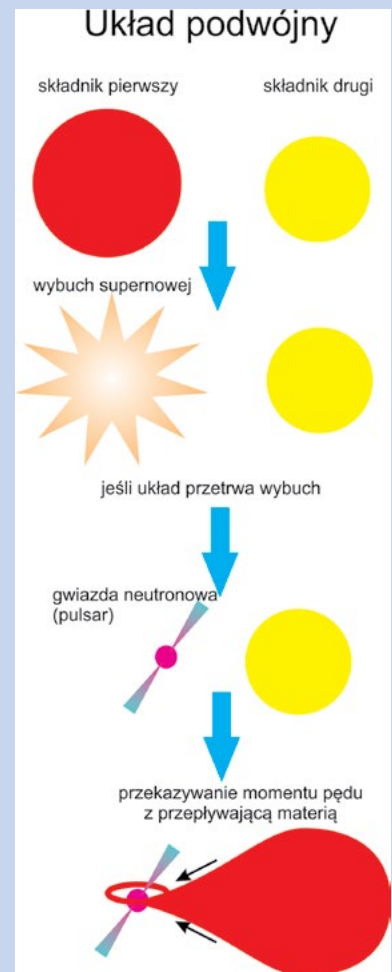
Skąd się biorą pulsary milisekundowe?

Najprostsze kalkulacje biorące pod uwagę zasadę zachowania pędu uczą nas, że obiekt gwiazdowy, zmniejszając się do rozmiarów kuli o promieniu około 10 km, zwiększa tempo rotacji do maksymalnie 60 obrotów na sekundę. Pulsary milisekundowe zaś, jak sama nazwa wskazuje, obracają się nawet kilkaset razy na sekundę. Jakie zjawisko jest w stanie nadać gwiazdom neutronowym tak dużą prędkość obrotową?

Odpowiedź jest prosta, chociaż możliwych scenariuszy ją realizujących jest wiele. Wszyscy doskonale znają analogię z łyżwiarką figurową, która składając ręce zaczyna kręcić się w piruecie dużo szybciej. Jak zwiększyć jej tempo? Wystarczy ktoś stojący obok, kto będzie rytmicznie w odpowiednim tempie popychał jej ramię. Możemy też, w bardziej techniczny sposób, owinąć ją pasem transmisyjnym i podłączyć do silnika i w ten sposób dostarczyć dodatkowej energii.

Podobnie gwiazda neutronowa zwiększa tempo rotacji kosztem pędu przekazywanego od towarzyszącej jej gwiazdy. Dzieje się to poprzez przepływ materii do dysku akrecyjnego i dalej na powierzchnię gwiazdy albo poprzez „absorbpcję” wiatru gwiazdowego towarzysza.

Schematycznie takie scenariusze pokazuje rysunek 9.



Rys. 9. Schemat powstawania pulsarów milisekundowych w podwójnych układach kataklizmicznych

to relatywnie bliskie (do kilkuset parseków) emiterzy promieniowania rentgena, dla których wiek to kilkaset tysięcy lat. Okresy rotacji zawierają się w zakresach od 3 do 12 sekund.

Wreszcie na końcu wypada wspomnieć też nieregularne pulsary określane jako RRAT (ang. *Rotating Radio Transient*). Impulsy radiowe tych obiektów nie występują w równych odstępach czasowych. Czas trwania impulsów to ułamki sekund, natomiast odstęp między nimi wynoszą od 4 minut do kilku godzin.

Generalnie wiele aspektów związanych z podziałem pulsarów przedstawianych jest na dosyć szczególnych wykresach okres — pochodna okresu ($P-\dot{P}$), gdzie oprócz tych parametrów umieścić

można także inne, takie jak wiek i natężenie pola magnetycznego (wyznaczone w sposób pośredni), jak na przykładowym rysunku poniżej.

CZEGO UCZĄ NAS PULSARY?

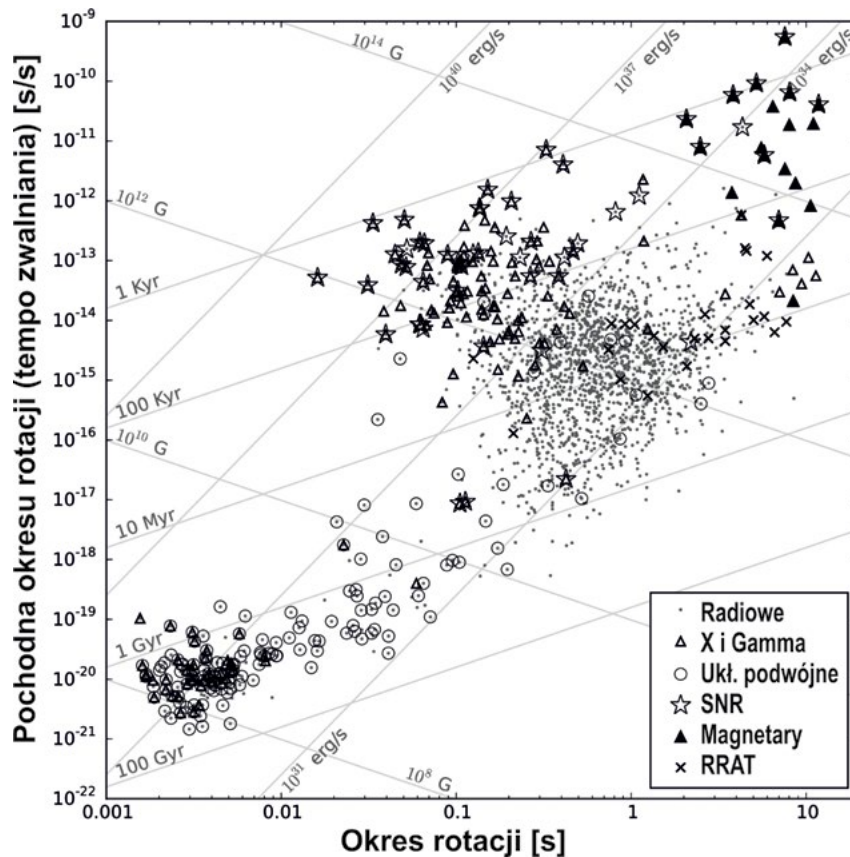
A jakież to ciekawe informacje niosą w sobie sygnały od pulsarów i po co je badać?

Po pierwsze dowiadujemy się wielu ciekawych informacji o fizyce samych gwiazd neutronowych. Zjawiska dostrzegane poprzez wnikliwą analizę czasu przyścia pulsów oraz zmian w morfologii tychże (badanych puls po pulsie albo poprzez analizę zintegrowanych profili, patrz rys. 8). Czasami obserwacje przy-

noszą rezultaty, które nawet pomimo 50 lat badań nie do końca są dla nas zrozumiałe. Mamy, co prawda, ogólne pojęcie o tym, w jaki sposób powstaje promieniowanie radiowe pulsarów, jednakże pewne aspekty tego mechanizmu promieniowania wymykają się dokładniejszemu opisowi. Przykładami tego typu zjawisk są obserwowane polskimi teleskopami systemu LOFAR zjawiska zaniku sygnału pulsara (tzw. *nulling*), które trwać może przez kilka do kilkuset okresów rotacji gwiazdy neutronowej, występowanie w przychodzących do nas impulsach tzw. subpulsów² i ich quasi-periodyczne zachowanie czy zjawiska zmiany trybów promieniowania (tzw. *mode switching*), gdy zazwyczaj stabilny kształt impulsu radiowego przysłanego nam przez pulsar zmienia się na kilka minut do kilku godzin, po czym wraca do normalnego stanu. Podobnie jest z występującymi u różnych pulsarów gigantycznymi pulsami (także notowane w danych obserwacyjnych LOFAR-u), kiedy to pojedynczy impuls potrafi przynieść nam nawet tysiące razy więcej energii niż normalnie.

Choć pulsary są fantastycznymi i niezwykłymi obiektami do badań ze względu na ich ekstremalne właściwości, to badanie sygnału przysłanego nam przez te „kosmiczne latarnie” może posłużyć nie tylko do poznawania ich samych, ale także do studiów tego, co się dzieje z wyemitowanym przez nie promieniowaniem po drodze do naszych teleskopów. Przestrzeń międzygwiazdowa nie jest idealnie pusta, znajdują się w niej niewielkie ilości materii, zarówno obojętnej elektrycznie (zwykłe atomy i cząsteczki), jak i zjonizowanej (jony i uwolnione z nich swobodne elektrony). I choć wydawać by się mogło, że materii tej jest mało (średnio 1 cząstka na centymetr sześcienny), to pamiętać trzeba, że sygnał radiowy pulsara pokonuje długą drogę, sięgającą do kilkunastu tysięcy lat świetlnych. Nawet tak znikome ilości materii (szczególnie tej zjonizowanej) mają wpływ na wyemitowane przez pulsar fale radiowe — absorbując je lub zniekształcając, zanim do nas dotrą. Ten wpływ możemy oszacować poprzez analizę wyników obserwacji, a co za tym idzie, wyciągać wnioski na temat stanu i ilości materii międzygwiazdowej

² Profile pulsarów mogą być bardzo złożone i obok pulsu głównego notuje się też występowanie subpulsów poprzedzających tenże lub występujących po nim. Nierzadko notuje się oba przypadki.



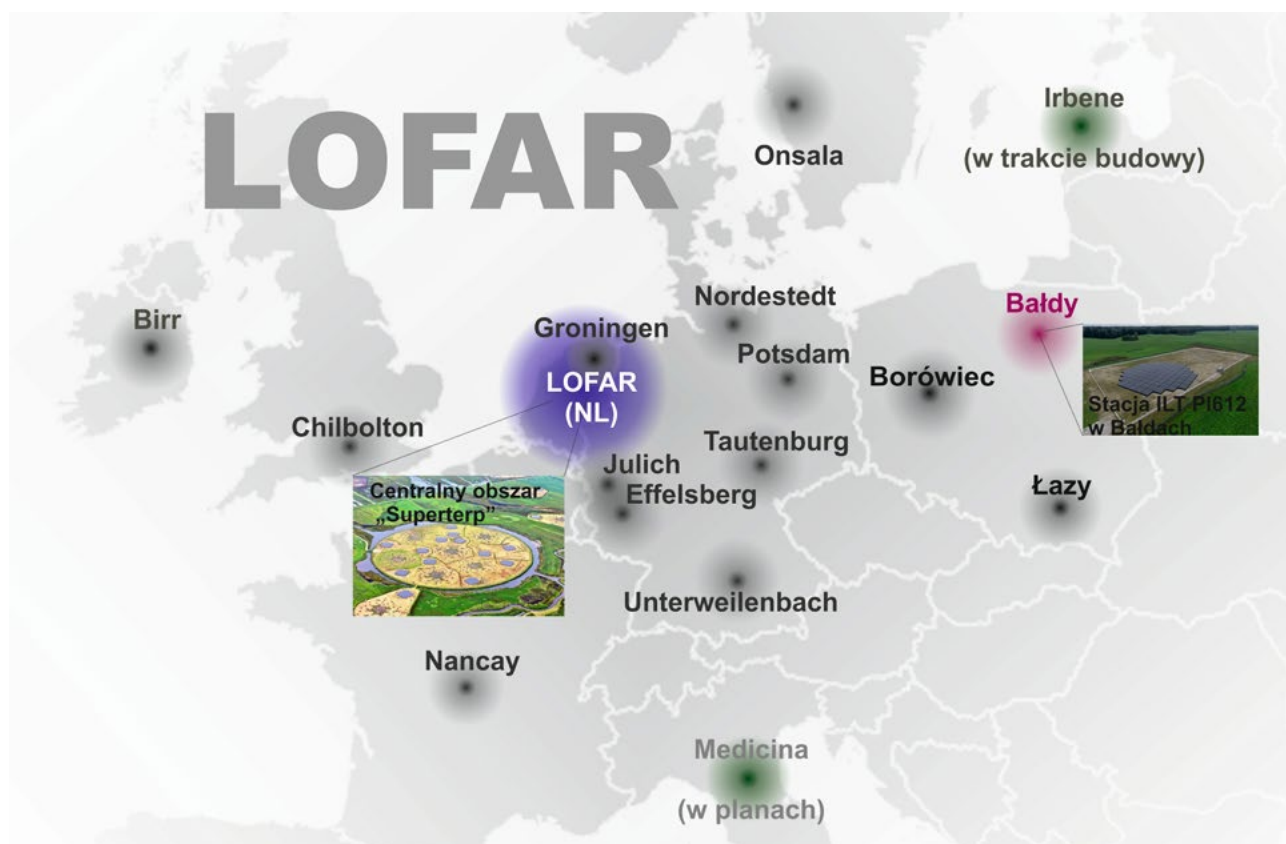
Rys. 3. Wykres okres – pochodna okresu. Wykres pozwala na wyodrębnienie grupy pulsarów milisekundowych (lewy dolny obszar) i zwykłych. Odrębnymi symbolami zaznaczono dodatkowo obiekty emitujące promieniowanie rentgenowskie i gamma, pulsary wchodzące w skład układów podwójnych; takie, które są powiązane z pozostałością po wybuchu supernowej (SNR – SuperNova Remnant); pulsary nieregularne – RRATy

w kierunku pulsara. Szczegóły znajdują się w ramce 2 i na rysunku 4.

Inną dziedziną astrofizyki, która wykorzystuje pulsary jako swojego rodzaju narzędzie badań, jest tzw. chronometr, czyli badanie czasu nadejścia kolejnych pulsów. Pulsary ze względu na swoje ekstremalne własności fizyczne można traktować jako niebywale stabilne „kosmiczne zegary”, a regularność ich „tykania” jest porównywalna w niektórych przypadkach z najlepszymi zegarami atomowymi. Kiedy więc obserwujemy zaburzenia tej regularności, to znaczy, że z pulsarem coś się dzieje; np. gdy pulsar się oddali, obserwowane przez nas impulsy będą przychodziły z opóźnieniem (będą miały dłuższą drogę do pokonania), a gdy się zbliży — odwrotnie, pulsary będą przychodzić przed czasem. Metoda ta pozwoliła Aleksandrowi Wolszczanowi odkryć pierwsze pozasłoneczne planety krążące wokół jednego z pulsarów.

Jednak nie to było największym sukcesem tego typu badań. Okazuje się, że chronometr podwójnych gwiazd neutronowych jest doskonałym laboratorium do te-

stawiania teorii grawitacji. Kamieniem milowym okazało się w tej materii odkrycie pulsara PSR B1913+16 przez Russela Hulse’a i Josepha Taylora, którzy dzięki obserwacjom tego układu *pulsar–gwiazda neutronowa* potwierdzili pośrednio istnienie fal grawitacyjnych, co przyniosło im Nagrodę Nobla. Skoro jesteśmy przy falach grawitacyjnych, to zaburzenia te są tym większe, gdy przyspieszane masy są największe. Możemy sobie zadać pytanie: co się stanie, jeśli takie dwie gwiazdy neutronowe się zderzą? Wzbudzają się wtedy wielkie niczym tsunami fale grawitacyjne, które mknąc przez ocean czasoprzestrzeni mogą zostać zauważone przez ziemskie detektory... I zostały zarejestrowane! Po raz pierwszy 14 września 2015 o godz. 09:50:45 UTC przez detektory systemu LIGO (sygnał GW150914), zaś już 17 sierpnia 2017 r. po raz pierwszy zaobserwowano fale grawitacyjne (sygnał GW170817) wraz z towarzyszącym im rozbłyskiem gamma (GRB 170817A), pochodzącymi z połączenia dwu gwiazd neutronowych w galaktyce NGC 4993 odległej o ok. 40 Mpc.



Rys. 5. Mapa systemu LOFAR. Na mapie zaznaczono tylko schematycznie obszar anten rozlokowanych w Holandii. Pokazano też miejsce usytuowania dwóch dodatkowych elementów, które znajdują się na Łotwie oraz we Włoszech

Cały czas obserwujemy pulsary, także teleskopami systemu LOFAR umieszczonymi w Polsce, a wyniki obserwacji są bezcennym źródłem informacji o tych egzotycznych obiektach, ich otoczeniu i wielu, wielu innych tajemniczych zjawiskach. Czas opowiedzieć w wielkim skrócie, czym jest LOFAR.

TELESKOP LOFAR W EUROPIE I W POLSCE

Teleskop gościł już nie raz na łamach *Uranii – Postępów Astronomii* (np. *Urania* 1/2016, s. 42 i *Urania* 2/2013, s. 38).

Aby przypomnieć i uaktualnić tamte artykuły trzeba napisać, że do dziś w ramach tego systemu powstały 53 stacje, w których zainstalowano łącznie ponad 100 000 dipolowych anten z systemami odbiorczymi przystosowanymi do rejestracji fal o długości od jednego do kilkunastu metrów. W skład sieci wchodzi 40 stacji na terenie Holandii (24 stanowią tzw. Core, z czego 6 ulokowano w obszarze nazywanym „Superterp”) oraz 13 stacji wchodzących w skład ILT (*International LOFAR Telescope*) na terenie Europy — trzy z tych stacji zainstalowano w Polsce. Dodatkowo, co zaznaczono już

na schemacie rozlokowania elementów sieci LOFAR (rys. 5) dwie dodatkowe stacje ILT są w trakcie budowy.

Pola anten wyglądają niepozornie i w niczym nie przypominają gigantycznych stalowych paraboloidów „klasycznych” radioteleskopów. Na powierzchni około 2 ha ulokowane są pokryte czarną folią skrzynie oraz proste kratownice z 2-metrowymi słupkami (patrz rysunek). Jednak ta prostota to tylko pozór. 40 km kabli zakopanych pod ziemią łączących każdy dipol ze skomplikowanym systemem analizatorów próbkujących i kwantujących sygnał, a później posyłających go internetem do korelacji w tempie nawet 10 Gb/s.

By zachować systematyczność, należy napisać, że anteny w stacjach instalowane są w dwóch typach:

Anteny Wysokiej Częstotliwości (HBA) przystosowane do odbioru fal w zakresie 110—250 MHz (czyli o długości od 1 do 3 m), które zebrane są w panelach po 16 par dipoli. Każde pole to 48 lub 96 paneli.

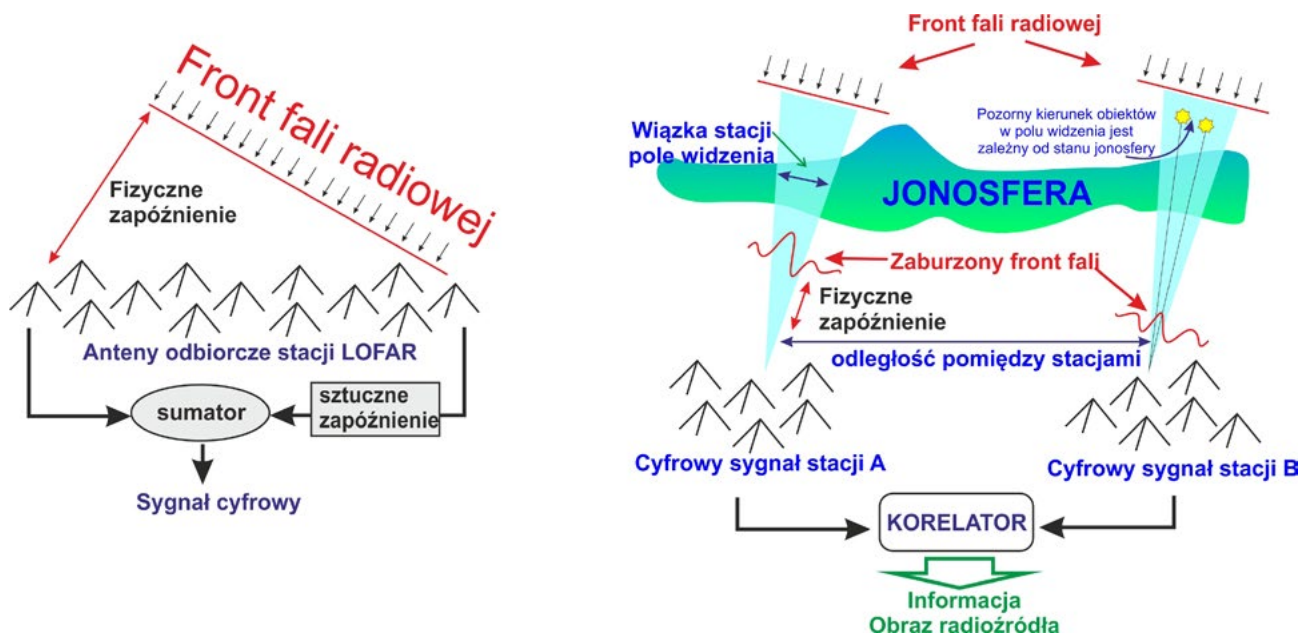
Anteny Niskiej Częstotliwości (LBA) do odbioru fal w zakresie 10—90 MHz (czyli od 4 do 10 metrów). Każda stacja to 48 lub 96 anten.

W pierwszej oddanej w sierpniu 2015 r. do użytku stacji w Bałdach pod Olsztynem należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego zainstalowano maksymalną konfigurację, czyli łącznie 3264 dipole. Podobna konfiguracja jest w stacji w Borówcu pod Poznaniem należącej do Centrum Badań Kosmicznych, zaś stacja Uniwersytetu Jagiellońskiego została wybudowana w Łazach koło Krakowa w nieco skromniejszej wersji.

JAK DZIAŁA TELESKOP LOFAR?

Każdy dipol jest anteną dookólną, czyli „widzi” całe niebo, ale ich układ — dzięki cyfrowemu sterowaniu zapóźnieniami sygnału (fazami) w poszczególnych elementach — może symulować pojedynczy kierunkowy radioteleskop. Wówczas pole widzenia takiej anteny (wiązka) ma na niebie rozmiary kilka razy mniejsze niż rozmiary kątowe Księżycy (patrz lewa część rys. 6).

Jeśli jednak połączymy dwa lub więcej kompletów anten, to wiązka staje się znacznie mniejsza, ale nie to jest najważniejsze. Jeśli bowiem będziemy dysponować odpowiednio szybkim systemem informatycznym, możemy tak sterować



Rys. 6. Schemat ukazujący idee działania teleskopu fazowego (część lewa) oraz opartego na takich teleskopach interferometru (część prawa)

fazami, by jednocześnie tworzyć więcej niż jedną wiązkę. Czyli możemy obserwować w tym samym czasie wiele obiektów w różnych częściach nieba ponad horyzontem! Teoretycznie całą siecią LOFAR możemy jednocześnie prowadzić 256 niezależnych obserwacji.

Bardzo istotnym elementem podczas obserwacji fal radiowych o długościach powyżej 1 metra jest ziemską jonosferą, która potrafi skutecznie zmienić kierunek rozchodzenia się fal radiowych. Jest to zauważalne przy obserwacji pojedynczymi elementami systemu, a bez odpowiednich korekt czyniłoby obserwacje interferometryczne prowadzone jednocześnie wieloma oddalonymi od siebie stacjami ILT wręcz niemożliwymi (zobacz rys. 6, strona prawa). Na szczęście opracowane metody kalibracji (przy wydatnym współdziałaniu zespołu z Centrum Diagnostyki Radiowej Środowiska Kosmicznego UWM w Olsztynie, kierowanego

przez prof. Andrzeja Krankowskiego) pozwalają na skuteczną eliminację niepożądanego wpływu jonosfery

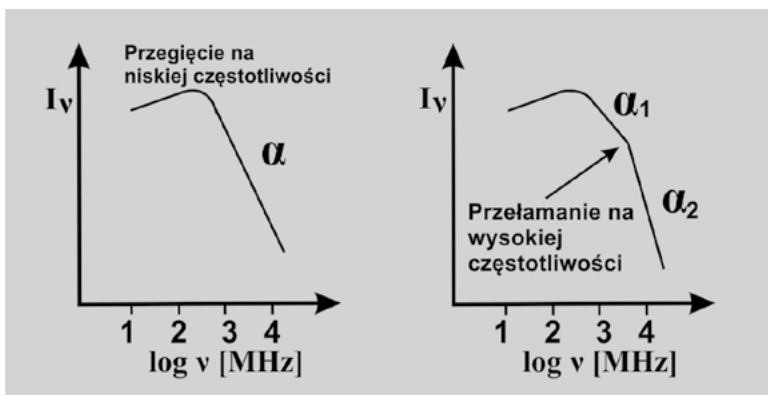
Po tym krótkim opisie instrumentu wypada zadać pytanie: Dlaczego LOFAR? Wszak pojedyncza stacja to zaledwie ekwiwalent kilkunastometrowego paraboloida. Odpowiedzią jest widmo pulsarów, które w części wysokich częstotliwości (powyżej 1 GHz) jest strome i słabnie wraz ze wzrostem częstotliwości. Jednak w obszarze częstotliwości, w których pracuje system LOFAR, widmo wykazuje swoje maksimum (patrz rys. 7). To sprawia, że pojedynczą stacją jesteśmy w stanie zarejestrować profile około 100 pulsarów, zaś przeglądy prowadzone centralną częścią systemu (Core region) dały detekcje dla ponad ćwierć tysiąca pulsarów.

NAJCIEKAWSZE WYNIKI

Badania pulsarów to analiza sygnałów docierających do nas od tych obiektów.

Jak już napisałem, pulsar emituje modulowany amplitudowo sygnał o pewnej charakterystyce czasowej. Bardzo często zmiana strumienia na tle szumu jest tak niewielka, że do analizy wykorzystywane są profile pulsarów dodawane do siebie tak, by zintegrowany profil miał dostatecznie wysoką wartość stosunku sygnału do szumu (zobacz przykłady profilów na rys. 8). Dodając do siebie, celem zminimalizowania szumu, pojedyncze pulsy w jednej wybranej częstotliwości, musimy znać parametry rotacji pulsara (okres, pochodna okresu) oraz nasze dokładne położenie i kierunek ruchu — teleskop porusza się przecież na skutek rotacji Ziemi, a wraz z nią obiega Słońce. Gdy chcemy jednak dokonać tego w szerokim zakresie widma, musimy znać też wartość dyspersji w kierunku pulsara (patrz rys. 4). Po tych kilku zdaniach można wyrobić sobie opinię, jak trudne jest poszukiwanie pulsarów, gdy dodatkowo nasze obserwacje zakłóca jonosfera. A mimo to przy pomocy systemu LOFAR nie tylko prowadzi się regularne obserwacje, ale dokonuje także odkryć nowych pulsarów.

Podczas jednego z przeglądów nieznanymi źródłami promieniowania gamma zarejestrowanych przez satelitarne obserwatorium Fermi należące NASA odkryto dwa pulsary milisekundowe: pierwszy, PSR J1552+5437, rotuje 412 razy na sekundę, zaś drugi (PSR J0952-0607) okazał się najszybszym pulsarem w płaszczyźnie galaktyki i rotuje aż 707 razy



Rys. 7. Widmo pulsara

Promieniowanie a materia międzygwiazdowa

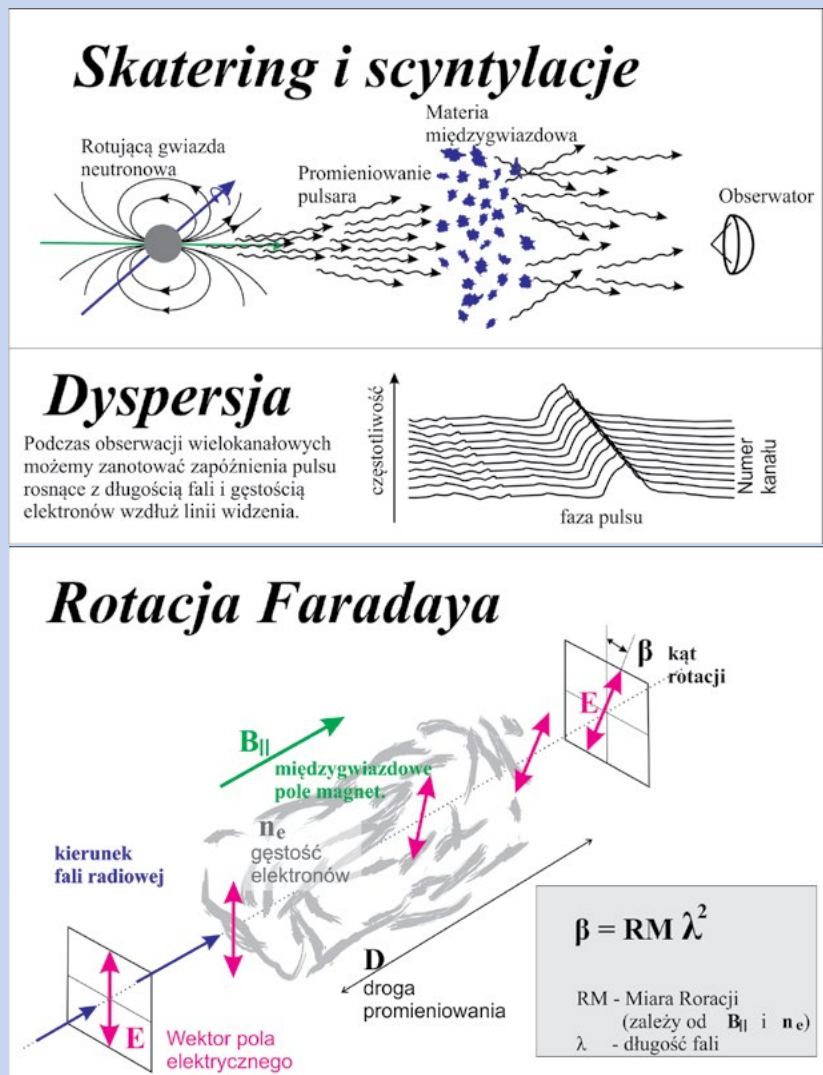
Zjonizowana materia międzygwiazdowa wpływa na poruszające się w naszym kierunku fale radiowe wysłane przez pulsar na kilka sposobów. Pierwszym z nich jest zjawisko dyspersji międzygwiazdowej: materia wpływa na prędkość propagacji fal zależnie od ich częstotliwości, bardziej spowalniając fale o niskiej częstotliwości (fale dłuższe). Fale takie docierają do nas z opóźnieniem; gdy obserwujemy pulsar w miarę szerokim zakresie częstotliwości, to impuls pojawia się najpierw na najwyższych częstotliwościach, a potem dopiero stopniowo dociera do nas na coraz niższych. W obserwacjach pulsarów musimy uwzględnić ten efekt, inaczej obserwowane przez nas impulsy zostałyby mniej lub bardziej „rozmyte” w czasie. Efekt ten wydaje się więc nam przeszkadzać w ujrzeniu promieniowania pulsara w takiej formie, w jakiej zostało ono wysłane, ale z drugiej strony dzięki pomiarom tego efektu możemy się dowiedzieć, ile zjonizowanej materii fale radiowe napotkały w czasie swojej propagacji.

Kolejnym ważnym aspektem jest turbulentny charakter ośrodka międzygwiazdowego. Obszary zjonizowane w Galaktyce występują często w postaci obłoków lub „bąbli”. Te ostatnie związane są często z rozszerzającymi się otoczkami supernowych lub gromadami gorących gwiazd, które jonizują materię wokół siebie. Propagujące się w przestrzeni fale radiowe napotykając taki obszar (który z ich punktu widzenia będzie miał inny współczynnik załamania światła niż normalna neutralna próżnia), mogą ulec zjawiskom rozpraszania i scyntyłacji.

Na skutek rozpraszania, czyli zmiany kierunku propagacji fali dotrą do nas „promienie”, które pierwotnie nie poruszały się w naszym kierunku, a zostały (na skutek refrakcji w ośrodku) do nas skierowane. Ponieważ fale propagujące się w ten sposób mają

do pokonania nieco dłuższą drogę, to docierają do nas z opóźnieniem, co sprawia, że obserwowany kształt impulsu się zmienia i poszerza, uzyskując tzw. „ogon”, który zazwyczaj przyjmuje kształt funkcji eksponencjalnego zaniku. Gdy wiele takich promieni od tego samego obiektu propaguje się w naszym kierunku, to dodatkowo mogą zacząć ze sobą interferować, powodując wzmocnienie lub osłabienie fal, co nazywamy zjawiskiem scyntyłacji międzygwiazdowych. Zjawisko to przypomina w swej naturze efekt migotania gwiazd, z tym że w wypadku pulsarów dotyczy fal radiowych a nie światła widzialnego, a jego powodem jest nierównomiernie rozłożony i turbulentny ośrodek międzygwiazdowy a nie ziemiska atmosfera. Obserwacje wpływu obu tych zjawisk na odbierane przez nas promieniowanie pulsarów są bezcennym źródłem informacji o fizycznych własnościach zjonizowanej materii międzygwiazdowej.

Ostatnim z obserwowanych w promieniowaniu pulsarów zjawisk jest rotacja Faradaya. Promieniowanie radiowe pulsarów jest wysoce spolaryzowane, gdyż powstaje w warunkach bardzo silnego pola magnetycznego. Występujące w przestrzeni międzygwiazdowej galaktyczne pole magnetyczne powoduje obrót płaszczyzny polaryzacji tego promieniowania, a zależny od częstotliwości, na której obserwujemy. Stopień tej rotacji zależy od natężenia pola magnetycznego, które promieniowanie spotyka na drodze swojej propagacji i pozwala oszacować właściwości pola magnetycznego Drogi Mlecznej.

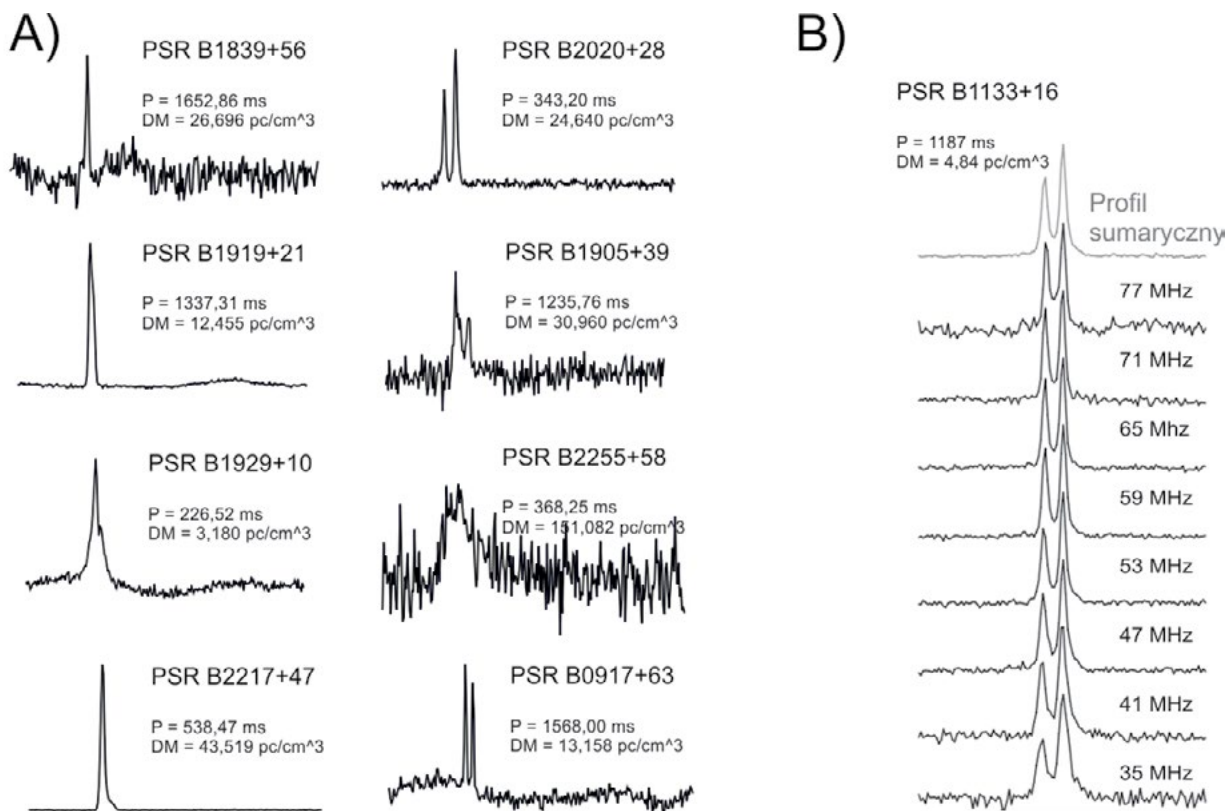


Rys. 4. Zestawienie podstawowych zjawisk obserwowanych w sygnałach odbieranych od pulsarów

na sekundę. Przypomnijmy, że najszybszy pulsar ma częstotliwość rotacji 716 Hz, jednak znajduje się w gęstej grupie gwiazd poza dyskiem Drogi Mlecznej.

Jednym z podstawowych programów obserwacyjnych sieci LOFAR jest przegląd LOTAAS (*LOFAR Tied-Array All-Sky Survey*). Dzięki pracom w ramach

tego programu szukającego szybkozmiennych zjawisk na północnej hemisferze, w paśmie o centralnej częstotliwości 135 MHz, odkryto najwolniejszy



Rys. 8. Profile pulsarów obserwowanych polskimi stacjami systemu LOFAR. A) Przykłady profili zintegrowanych po czasie i w częstotliwości. B) Seria profili zintegrowanych po czasie przedstawionych oddzielnie dla różnych częstotliwości

pulsar. PSR J0250+5854 ma okres obrotu równy 23 i pół sekundy.

Niezwykle interesujących odkryć dokonano podczas analizy danych prowadzonego od 2016 r. lat eksperymentu polegającego na niezależnych obserwacjach pulsara PSR B1508+55, w których czynny udział biorą polskie stacje LOFAR. Program nadzorowany przez dr. Olafa Wucknitza z Instytutu Radioastronomii Towarzystwa Maksa Plancka (*Max Planck Institut für Radioastronomie*) pozwolił odkryć w profilu pulsara dziwny kształt — subpuls — towarzyszący głównemu profilowi, nazwany „składową-duchem” (*ghost component*). Dokładna analiza zmienności głównego profilu oraz dodatkowego subpulsu pozwoliły na stwierdzenie, że powstaje on poprzez załamanie promieniowania w ośrodku międzygwiazdowym. Co więcej, analiza pozwoliła na ustalenie, gdzie dokładnie znajduje się ów ośrodek. Powoduje on, że dochodzi do nas główny profil drogą prostą oraz odkryte echo drogą wydłużoną. Wstępny wynik sugeruje dystans od nas do obłoku materii powodującego rozdzielenie sygnału na około 124 pc, co przy odległości do PSR B1508+55, równej 2,13 kpc jest odległością małą.

Ten krótki przegląd warto zakończyć informacją, że polskie stacje LOFAR prowadzą obserwacje pulsarów w trybie ILT, ale także w trybie pracy samodzielnej. Przykładowo, stacja PL612 w Bałdach do tej pory przeprowadziła w trybie samodzielnym blisko 1100 godzin obserwacji w kierunku kilkudziesięciu pulsarów nieba północnego. Głównymi aspektami badań jest analiza sygnału

pod kątem jego zmian w ośrodku międzygwiazdowym (patrz ramka 2), krótko i długookresowe zmiany morfologii pulsów, badania chronometrażowe. Polska obecność w sieci LOFAR oraz grupach naukowców związanych z LOFAR-em i pracujących przy badaniu pulsarów już owocuje ciekawymi wynikami, a w najbliższej przyszłości zapewne o LOFAR-ze jeszcze wiele usłyszymy.



Dr Leszek Błaszkwicz — radioastronom pracujący na UWM w Olsztynie i zajmujący się obecnie obsługą stacji, w tym także obserwacjami oraz badaniami pulsarów.

Dr hab. Wojciech Lewandowski — astronom pracujący w Instytucie Astronomii im. prof. Janusza Gila Uniwersytetu Zielonogorskiego. Od początku swej kariery naukowej zajmuje się różnymi aspektami naukowymi związanymi z pulsarami, a przede wszystkim propagacją sygnałów pulsarów przez ośrodek międzygwiazdowy.

Początki PTMA jakich nie znacie

Wydawałoby się, że znamy dość dobrze historię powstania Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Olbrzymia ilość materiałów znajduje się przecież w archiwalnych numerach Uranii, do których mamy ogólnie dostęp. Okazuje się jednak, że to nie wszystko. Historia bowiem zaczyna się dużo wcześniej i mimo że nie jest bezpośrednio związana z PTMA, to jednak dała początek tworzenia największego w Polsce Towarzystwa Miłośników Astronomii.

W początkach XX w. istniały na rynku prasy takie tytuły jak „Wszechświat”, „Przyroda i Technika”, w których podejmowano próby tworzenia stowarzyszenia o tematyce astronomicznej. Pierwsze próby założenia Towarzystwa Przyjaciół Astronomii miały miejsce już 1899 r. we Lwowie, gdzie Czech, Waclaw Laska (1862–1943), docent geodezji wyższej w praskiej politechnice, a od 1897 profesor w zakresie astronomii na Uniwersytecie Lwowskim, rozpoczął nawet prace nad statutem. Towarzystwo niestety nie zostało założone, a po dziś dzień nie zachowały się żadne informacje ani kopia statutu.

Kolejne informacje, do jakich możemy dotrzeć, pojawiły się w czasopiśmie „Wszechświat”, które w tym okresie jest jedynym z niewielu źródeł wiedzy ze świata astronomii. To tutaj ukazują się pierwsze informacje o zjawiskach astronomicznych czy też pierwsze kalendarzyki astronomiczne i efemerydy.

W roku 1908 na łamach „Wszechświata” (nr 25 z 21 czerwca) ukazuje się artykuł Feliksa Przyrkowskiego (1872–1951) z Jędrzejowa pt. „Miłośnicy i protektorowie astronomii”, w którym postuluje się założenie dwóch towarzystw: ściśle naukowego astronomicznego oraz zrzeszającego miłośników astronomii. W artykule tym czytamy:

*(...) pożądanemby było założenie u nas towarzystwa astronomicznego ściśle naukowego lub też towarzystwa miłośników i protektorów astronomii. Mielibyśmy wówczas instytucję wyraźnie dążącą do obalenia przesądów i zabobonów (...)**

Wkrótce na łamach tego samego „Wszechświata” nr 33 z 13 sierpnia 1911 r. ogłasza list otwarty o udzielenie na łamach tego czasopisma miejsca dla miłośników astronomii, by mogli się zrzeszać na tej płaszczyźnie.

Polskie Towarzystwo Przyjaciół Astronomji. Istniejące od lat 8 w Warszawie Towarzystwo Miłośników Astronomji zmieniło swą organizację, przekształcając się na Polskie T-wo Przyjaciół Astronomji.

Głównym motywem tej reorganizacji była potrzeba założenia oddziałów w szeregu miast, w których znajdują się większe skupienia miłośników nieba gwiazdowego i sympatyków T-wa.

Poza Warszawą, gdzie zostanie również utworzony oddział niezależnie od Zarządu Głównego całego T-wa, pierwszy oddział powstał w Częstochowie z inicjatywy ks. B. Motlera i przy poparciu miejscowego Magistratu, który udzielił znacznego poparcia finansowego dla założenia dostrzegalni.

Drugi z kolei oddział został zorganizowany we Lwowie z inicjatywy Zarządu Głównego. Wybór Lwowa w tym wypadku nie jest przypadkowy. We Lwowie już 30 lat temu zostały poczynione próby celem założenia pierwszego w Polsce Towarzystwa Przyjaciół Astronomji. Śladem tych prób jest ogłoszony wówczas przez prof. Łaskę statut T-wa. Poza tem Lwów jest siedzibą dwóch zakładów astronomicznych i ośrodkiem akcji popularyzacyjnej prof. M. Ernsta, któ-

LIST OTWARTY W SPRAWIE ASTRONOMÓW-AMATORÓW

*Na obszarze Królestwa jest wielu miłośników astronomii, którzy, pracując osobno, chcieliby dla dobra nauki podzielić się swemi myślami, swemi spostrzeżeniami. Rzucić chcę myśl, aby każdy z tych pracowników nadesłał do Redakcji Wszechświata kilka danych o sobie (...)**

Pierwszy zgłosił się na to wezwanie Maksymilian Białęcki (nr 36 z 3 września 1911), apelując również o założenie towarzystwa.

*W sprawie astronomów-amatorów. W No 33 Wszechświata, znajduje się list otwarty p. d-ra Przypkowskiego w sprawie astronomów-amatorów, który powinien znaleźć oddźwięk pośród miłośników pięknej nauki astronomii (...)**

Zaznaczyć należy, że w tym czasie od roku 1887 istniało już Towarzystwo Astronomiczne Francji, którego członkiem od 1913 r. był Feliks Przypkowski. Listownie zgłaszają się do Przypkowskiego (poza Białęckim) Felicjan Kępiński (1885–1966), inż. Władysław Szaniawski z Przegalin (1861–1931), dr Tadeusz Rakowiecki (1878–1965), a także Tadeusz Banachiewicz (1882–1954), wówczas asystent w Obserwatorium Uniwersyteckim w Kazaniu, który współpracował z „Wszechświatem”, publikując kalendarzyki astronomiczne.

KOŁO MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

Założenie Koła Miłośników Astronomii to pomysł dwóch uczniów ostatniej klasy w gimnazjum męskim Kazimierza Kulwiecia w Warszawie (pl. Trzech Krzyży 8) — Stefan Kałiński (1902–1970) i Stanisław Mrozowski (1902–1999), którzy zafascynowali się kometą okresową Brorsena-Metcalfa. Zwrócili się oni do prof. Feliksa Kępińskiego, prowadzącego wówczas lekcje kosmografii w paru gimnazjach, z propozycją utworzenia Towarzystwa Miłośników Astronomii. Szczęście w ówczesnym braku nauczycieli spowodowało, że prof. Kępiński prowadził zajęcia, również w innych szkołach w tym w słynnym gimnazjum Reja. Właśnie z tego liceum dołączył do zespołu Jan Mergentaler (1901–1995), a następnie dwóch



młodych studentów Edward Stenz (1897–1956) i Antoni Zygmund (1900–1992).

5 października 1919 r. za zgodą dyrektora gimnazjum prof. Jana Kozakiewicza oraz kuratora p. Jezińskiego powstaje oficjalnie Koło Miłośników Astronomii.

Na spotkaniu inauguracyjnym pojawia się kilkunastu uczniów warszawskich szkół.

Pod koniec roku Koło liczy już około 20 członków, a wśród pojawiają się dr Felicjan Kępiński i zapalony miłośnik astronomii, urzędnik pocztowy Maksymilian Białęcki.

Dwa ostatnie miesiące 1919 r. to głównie sobotnie spotkania, omawianie planów utworzenia tzw. „dostrzegalni”, czyli obserwatorium oraz założenia czasopisma „Uranja”, które w początkowym okresie ma być kwartalnikiem. Pierwszy numer został wydany jeszcze w listopadzie 1919 r. Spotkania i odczyty dyskusyjne, jak to wtedy nazywano, dotyczyły: lunet astronomicznych, światła zodiakalnego, kanałów na Marsie, ruchu Słońca w przestrzeni, planety pozanepturnowej i atmosfery ziemskiej. Kilku członków Koła zajmuje się obliczaniem efemeryd planetoid. Od pierwszej połowy lutego rozpoczynają obserwacje Jowisza i Saturna za pomocą skromnej lunety o średnicy 52 mm.



21 lutego 1920 r. odbyło się pierwsze zebranie Koła, na którym ogłoszono pierwsze sprawozdanie z obserwacji planet. 20 marca 1920 r. na kolejnym ogólnym zebraniu postanowiono utworzyć Koło Meteorologiczne oraz Wydział Wydawniczy, który oprócz wydawania „Uranji” ma za zadanie wydawanie różnych prac naukowych. W ten sposób w połowie kwietnia 1920 r. ukazuje się rozprawa dr. Feliksa Kępińskiego „O zaćmieniach Księżycowych” z uwzględnieniem zbliżającego się wtedy całkowitego zaćmienia Księżycy z dnia 2/3 maja 1920 r. W okresie wakacyjnym Koło nie organizuje spotkań, a ukazanie się 4. numeru „Uranji”

* pisownia oryginalna

zaplanowano na 1 września. Numer ten jednak nigdy się nie ukazał z powodu wojny polsko-bolszewickiej. Stanisław Mrozowski wstąpił na ochotnika do wojska. Brał udział w obronie Warszawy i walkach o Grodno, za co został odznaczony Krzyżem Walecznych. Z oczywistych względów zawierucha wojenna spowodowała przerwanie zarówno działalności Międzyszkolnego Koła, jak i wydawania „Uranji”. W połowie października 1920 r. Stanisław Mrozowski został zwolniony z wojska i wraca do swojej szkoły, w której wiosną 1921, zdaje maturę i zaczyna studia na Uniwersytecie Warszawskim. Wybiera fizykę.

Pozostali członkowie Koła Miłośników Astronomii także rozpoczęli studia — Jan Mergentaler na Uniwersytecie Warszawskim, Stefan Kaliński na Politechnice Warszawskiej. Studia kontynuują Edward Stenz i Antoni Zygmund. Wszyscy z czasem dochodzą do wniosku, że istnienie Koła jako organizacji międzyszkolnej się nie sprawdza i trzeba szukać nowych form organizacyjnych, które mogłyby obejmować szersze kręgi osób zainteresowanych astronomią.

ZAŁOŻENIE STOWARZYSZENIA

26 listopada 1921 r. odbyło się zebranie założycielskie, na którym postanowiono przekształcić Koło w Towarzystwo Miłośników Astronomii (TMA). Jedną z pierwszych ważnych uchwał Towarzystwa była decyzja o systematycznym wydawaniu jako swojego organu w postaci drukowanej — czasopisma pod nazwą „Urania”. Pierwszy Zarząd Towarzystwa to: dr Felicjan Kępiński (prezes), prof. G. Tołwiński (wiceprezes), dr J. Danilewicz (zastępca wiceprezesa), red. J. Larissa-Domański (sekretarz), S. Nowińska (zastępca sekretarza), inż. Br. Rafalski (skarbnik), artysta fotograf Zdzisław Marcinkowski (zastępca skarbnika). Skład Komisji Rewizyjnej to: prof. St. Michalski, mec. J. Niewodniczański i E. Stenz, asystent uniwersytecki. Dodani do Zarządu: pp. St. Kaliński (bibliotekarz) i Maksymilian Białęcki (kierownik dostrzegalni).

Tymczasową siedzibą Towarzystwa było prywatne mieszkanie sekretarza PTMA — Józefa Larissa-Domanieckiego. W późniejszym czasie uzyskano „własny lokal” przy ul. Siennej 15, co zawdzięczamy pomocy p. Kruszewskiego, prezesa Towarzystwa „Nasz Sklep”. W lokalu tym zorganizowano bibliotekę i czytelną Towarzystwa.

W 1921 r. uruchomiono również własne obserwatorium, tzw. „dostrzegalnię” na poddaszu gmachu przy ul. Chmielnej 88-90



(Szkoła Techniczna Kolejowa). Wyposażono ją w dwa przyrządy obserwacyjne: lunetę z obiektywem 96 mm, której właścicielem był Maksymilian Białęcki i lunetę Bardou z obiektywem 108 mm, zakupioną w styczniu 1922 r. ze składek członków Towarzystwa. Dostrzegalnia dostępna była dla publiczności trzy razy w tygodniu i w latach 1921–1924 odwiedziło ją ok. 3000



osób. Od 1922 r. trwały prace nad statutem Towarzystwa Miłośników Astronomii, który został zalegalizowany 2 lutego 1923 r. Przed legalizacją statutu, 21 listopada 1922 r., wybrano nowy Zarząd Towarzystwa. Prezesem zostaje Piotr Strzeszewski, wiceprezesem Edward Stenz, a sekretarzem Stefan Kaliński.

W tym roku mija 100 lat od ważnego dla PTMA spotkania inauguracyjnego, które przyczyniło się do stworzenia Towarzystwa. Przez jego szeregi przeszło wiele tysięcy, jak nie nawet dziesiątki tysięcy osób. Na pewno był to dobry krok i szansa na popularyzację astronomii w Polsce. Jak to w życiu bywa, początki zawsze są trudne i wiele problemów założyciele Towarzystwa musieli rozwiązywać sami. Brak sprzętu i inna epoka technologiczna nie przeszkodziły im założyć coś pięknego i dać innym poczucie dumy z bycia członkiem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii.

Zebrano z materiałów: *Urania*, *Wszechświat*, *Przyroda i Technika*

Astrowspomnienia Janusza Wilanda, cz. 1

KOSMOGRAFIA

Ponad 60 lat obserwacji nieba w tym 40 lat w Polskim Towarzystwie Miłośników Astronomii, dziesiątki wykonanych teleskopów czy montażów Fastron, aplikacje: AstroJaWil, Nocny Obserwator, uczestnik niezliczonych wyjazdów astronomicznych. Zapraszamy do lektury początków historii jednego z najbardziej znanych miłośników astronomii w Polsce – Janusza Wilanda.



Rozpaczam pisanie moich astronomicznych wspomnień w końcu sierpnia 2018 r. Uzmysłowiłem sobie, że właśnie w tych dniach mija równo 60 lat od mojej pierwszej obserwacji nieba gwiazdzistego.

POCZĄTKI

60 lat temu mój tata pracował w firmie Biuro Projektów Typowych i Studium Budownictwa Miejskiego, którego główna siedziba mieściła się w Warszawie przy ul. Wierzbowej 9/11. Biuro to miało swój dom wczasowy w Zakopanem na Antałówce w willi „Witkiewiczówka”. Tak, to jest ta sama willa, której wykonanie nadzorował Stanisław Witkiewicz, a w latach 1931–1939 mieszkał tam i pracował Stanisław Ignacy Witkiewicz polski pisarz, malarz, dramaturg i fotografik. Tak się złożyło, że przez wiele lat jeździliśmy z rodzicami i bratem na cały lipiec i sierpień na Antałówkę. W czasie tego naszego pierwszego tam pobytu mieszkaliśmy i stołowaliśmy się w „Witkiewiczówce”. Od następnego tylko stołowaliśmy się w „Witkiewiczówce”, a mieszkaliśmy już w willi „Mariówka” — kilkaset metrów dalej — pierwszy dom od ul. Broniewskiego z widokiem na Koziniec i panoramę gór od Koszystego po Kominiarski Wierch. Przez wiele lat widzieliśmy na ścianach, drzwiach „Witkiewiczówki” ręcznie malowane portrety przez Witkacego. Pamiętam, że już wtedy, jako mały chłopiec wykazywałem swój talent budowlańca i jak po każdym deszczu ulicą Broniewskiego, która wiele lat nie wiedziała, co to jest asfalt, po kamienistogliniastej drodze płynęły strumyki wody, to ja rozpoczynałem budowę tamy z lokalnych kamieni. Cieszyło mnie, jak kałuża osiągała większe rozmiary. Wracając do mojej pierwszej obserwacji astronomicznej pragnę zauważyć, że jako małe dziecko nie miałem możliwości w nocy patrzeć w gwiazdy. Po całym dniu biegania i hasania po Antałówce w nocy mogłem tylko spać. Ale raz był wyjątek. W 1958 r. na koniec pobytu w Tatrach wracaliśmy do Warszawy autokarem załatwionym przez biuro taty. Wyjechaliśmy dość późno i kierowca chciał jeszcze pokazać wracającym urlopowiczom chlubę Polski Ludowej,

czyli Nową Hutę pod Krakowem. Po krótkim zwiedzaniu pojechaliśmy już prosto do Warszawy. W czasie jazdy, podczas ciemnej nocy, kierowca autokaru zdecydował się zatrzymać autokar blisko lasu z powodu pilnej potrzeby fizjologicznej. Wiele osób z autokaru również skorzystało z tej okazji. Ja zostałem także wyprowadzony z autokaru i wówczas swoimi młodymi oczami spojrzałem do góry i zobaczyłem czarne niebo i mrowie jasnych punktów świecących tam wysoko. Ten obrazek mam ciągle w pamięci. Byłem mocno poruszony tym widokiem, ale nieprędko miałem okazję ponownie spojrzeć w gwiazdy.

Ten następny raz miał miejsce około 1960 r., dzięki tryumfowi nauki i techniki Związku Radzieckiego, który posyłał na orbitę swoje pierwsze sztuczne satelity. Właśnie w tym czasie w „Życiu Warszawy” czy „Trybunie Ludu” można było przeczytać, że został wypuszczony kolejny sztuczny satelita z nadajnikiem radiowym, który wysyła sygnały na falach krótkich. Zachęceni byliśmy do słuchania go w radiodbiornikach, a także do obserwowania go na niebie. Wtedy drugi raz spojrzałem w niebo i wyszukiwałem lecącego satelitę. Niestety mimo kilku prób satelity ani nie widzieliśmy, ani nie usłyszeliśmy w radiu, ale za to znowu zobaczyłem gwiazdy na niebie.



15 lutego 1961 r. w Warszawie widoczne było częściowe zaćmienie Słońca o bardzo dużej fazie. To było moje pierwsze zaćmienie Słońca, które widziałem na własne oczy. Mama przygotowała filtr słoneczny techniką tamtych lat, czyli kawałek szyby okopconej nad płomieniem świecy. Potem wiele lat toczyło się moje życie bez udziału gwiazd aż do maja 1966, kiedy to widziałem moje drugie zaćmienie Słońca. Wówczas moja mama wspominała zaćmienie z 30 czerwca 1954 r., podczas którego zrobiło się prawie ciemno i pies Arkan schował się nawet do budy, myśląc, że to noc nadchodzi.

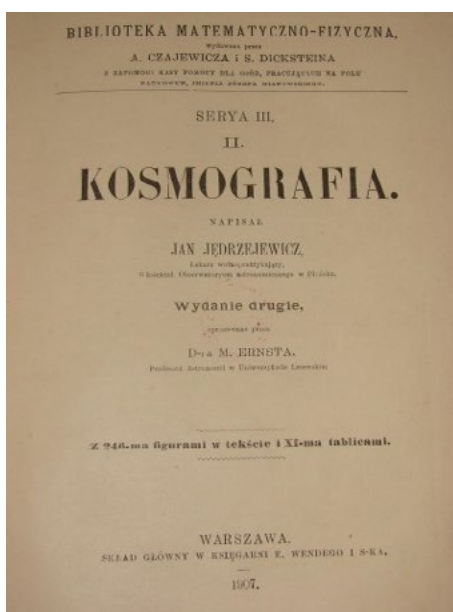
KOSMOGRAFIA 1907

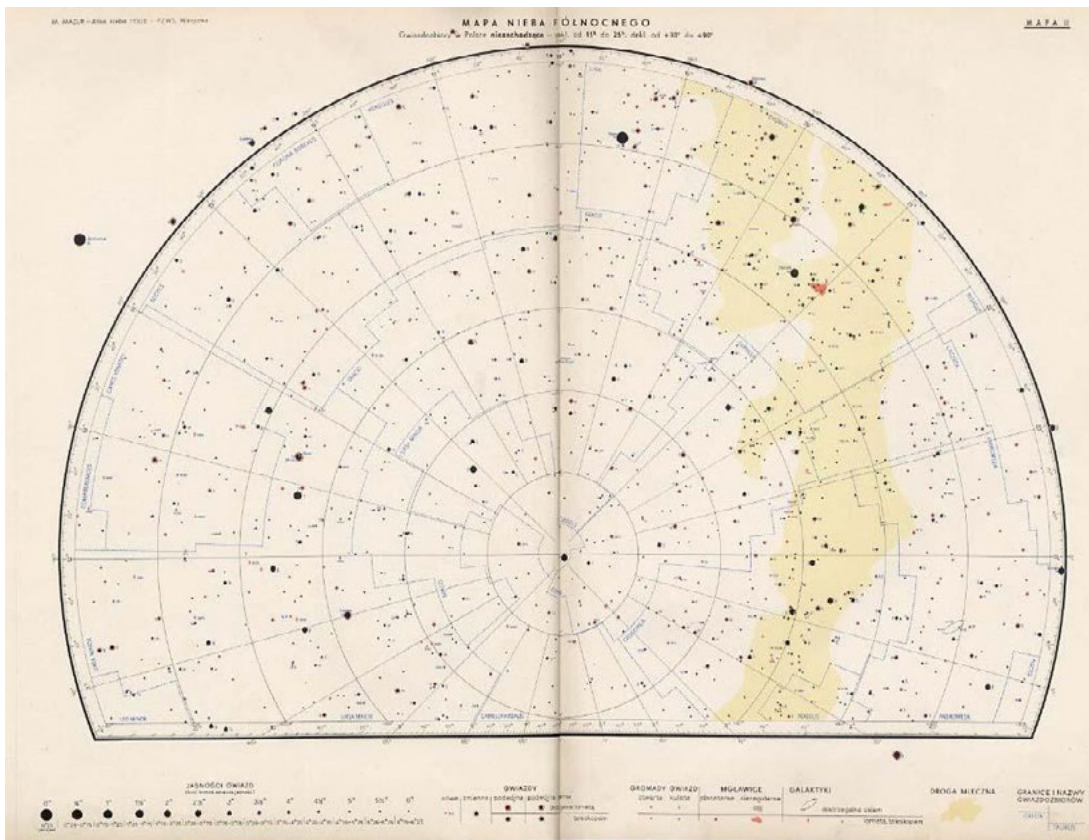
Od 1968 r. wakacje spędzaliśmy tak: w lipcu byliśmy w Zakopanem, a w sierpniu jechaliśmy z bratem już bez rodziców do rodziny w Garbatce Letnisko. Tam na skraju Puszczy Kozienickiej mama wynajmowała nam pokój w domku miejscowej ludności prawie po sąsiedzku, gdzie całe wakacje spędzała nasza bliska rodzina. Pokój nasz mieliśmy na piętrze, z którego było jeszcze wyjście na strych budynku. Pewnego sierpniowego dnia 1968 r. — równo 50 lat temu — spytałem gospodynię, co tam jest na strychu. Ona lekceważąco stwierdziła, że jest bałagan, brud, kurz i jakaś stara skrzynia i żeby tam nie chodził, bo się pobrudzę. Ale mówiąc młodemu chłopakowi o starej skrzyni, nie zdawała chyba sobie sprawy, że mnie tym brudem nie zniechęci do poznania tajemnicy tej starej skrzyni. W kilku przeczytanych przeze mnie powieściach przygodowych dla dzieci i młodzieży występowała stara skrzynia i zawsze w niej było coś ciekawego. Tak więc decyzja została podjęta i uzbrojony w latarkę wszedłem po drewnianych schodach i z emocjami otworzyłem klapę w stropie. Wszedłem na strych. Było dokładnie tak jak opisała to gospodyni, czyli rupieciami, brud, masa kurzu, pajęczyny jak w przeczytanych książkach, ciemno i strasznie. Kiedy przyzwyczałem wzrok do ciemności, odnalazłem tę starą skrzynię. Była drewniana, o grubych ściankach, ciężka — nie dałem rady jej ruszyć — około metr długości, 80 cm wysokości i 60 cm szerokości z wiekiem wypukłym ze stalowymi okuciami. Dokładnie taka, jaką można sobie wyobrazić jako rekwizyt do filmu przygodowego ze skrzynią pełną skarbów. Moja ciekawość sięgała już zenitu i bardzo chciałem wiedzieć, co tam jest w środku. Próbowałem otworzyć wieko, ale ręcznie nie dałem rady. Znalazłem w rupiecach jakiś metalowy pręt i przy jego pomocy udało mi się podważyć wieko. Ciężko się otwierało. Po pokonaniu pierwszego oporu, wieko przy otwieraniu wydawało głośny chrzęst — chrobot. Skrzynia na pewno nie była otwierana przez wiele lat. Jak tylko otworzyłem tę skrzynię, zaświeciłem latarkę, aby zobaczyć jej zawartość. Rzeczywiście była pełna skarbów w postaci starych książek naukowych, które zostawił przebywający tu pewien profesor z Radomia. Ponieważ na strychu nie było warunków do oglądania książek, więc wszystkie je zaniósłem do pokoju. Tam wśród wielu przyrodniczo-chemicznych książek jedna szczególnie

zwróciła moją uwagę. Była oprawiona w sztywnych, brązowych okładkach charakterystycznych dla woluminów pożyczonych z bibliotek. Ta też należała do jednej z radomskich bibliotek, ale nie wiem, kto jej nie oddał. Przypuszczam, że mogło to być spowodowane wybuchem II wojny światowej. Książką tą był podręcznik „KOSMOGRAFIA” Jana Walerego Jędrzejewicza — astronoma z Płońska — wydanie II z roku 1907. Pięknie napisana starym polskim językiem. Wiedza astronomiczna obejmująca wszystkie dziedziny tej pięknej nauki z wieloma ilustracjami, mapkami i zdjęciami. Nazajutrz z bratem wybraliśmy się na kocyk na polankę do Puszczy Kozienickiej (5 min od domu) i wśród szumu wiatru czytaliśmy swoje wybrane książki. Brat czytał jakiś kryminał, a ja czytałem „KOSMOGRAFIE”. Książka okazała się nadzwyczaj ciekawa, opisywała wiele ciekawych zjawisk, jak zaćmienia Słońca i Księżyca, co to są komety, co to są meteory, jak widać ruch planet z Ziemi. Wiele szczegółowych informacji, mapek i diagramów tak mi się podobało, że zostałem zauroczony astronomią. Zdałem sobie sprawę, jak wiele można zobaczyć tam na niebie. Postanowiłem najbliższej nocy spojrzeć na niebo już inaczej. Chciałem na początku spróbować rozpoznać jakieś gwiazdozbiory i odszukać najjaśniejsze gwiazdy i poznać ich nazwy. Jak tylko się ściemniło, a była to noc bezksiężycowa, zgasilem światło w pokoju, zszedłem na dół i wyszedłem przed dom. Tego widoku nie zapomnę nigdy, gdyż niczego nie widziałem. Światła uliczne to były żarówki 15 W ustawione co 100 m, których światło ledwo dolatywało do podstawy latarni, były wygaszane po godz. 23. Od tego momentu już nic nie świeciło. Było czarno jak tylko można sobie wyobrazić. Przez parę minut stałem w miejscu i przyzwyczałem wzrok do ciemności. Po dobrych kilku minutach zdecydowałem się pójść przed siebie, ale nie chcąc wejść na jakieś drzewo, machałem rękami przed sobą. Gdzie

były drzewa, widać było tylko po braku gwiazd na niebie w tym miejscu — tak było czarno. Po chwili znalazłem się na podwórku, skąd widziałem duży kawał rozgwieżdzonego nieba. Mrowie gwiazd było przeogromne. Tak stałem i patrzyłem z podziwem na te gwiazdy, aż w pewnym momencie z mojej lewej strony pojawiło się coś jasnego na niebie i przez ok. 2–3 sekundy przeleciało prawie całe pole widzenia, by na końcu rozbłyskiem zakończyć swój lot. W pierwszej chwili przestraszyłem się nagłością zdarzenia, ale szybko się uspokoiłem, bo pamiętałem, że taki przebieg miały opisywane w „KOSMOGRAFII” jasne bolidy. Nie minęło 5 min, a prawie z tego samego kierunku przyleciał drugi jasny bolid, którego obserwowałem

do samego końca i on także rozbłysnął na końcu, ale z tej kuli światła poleciały jeszcze dalej trzy krótkie smugi świetlne. To było niesamowite, że w moich pierwszych minutach świadomego patrzenia w gwiazdy doświadczyłem takiego spektaklu na niebie. To było coś, co chyba zaważyło na tym, że pochałem astronomię tak samo jak do tej pory kochałem fizykę i chemię. Jak się później okazało, astronomia pozostała u mnie





do dziś, ale wiedza fizyczna i chemiczna przydaje mi się cały czas w życiu.

Po powrocie do Warszawy po wakacjach stwierdziłem, że potrzebuję innych książek astronomicznych. W mojej szkole podstawowej w bibliotece była tylko jedna pozycja astronomiczna — mały rocznik astronomiczny na 1960 rok, który od ośmiu lat był na stanie w bibliotece. Przyszedł wreszcie taki czas, że znalazł się pierwszy chętny do wypożyczenia tej książki. Zrobiłem to w 1968 r. Kiedy tak zagadywałem brata (jest starszy ode mnie o 4,5 roku) o astronomię, to powiedział mi, że nasz sąsiad — jego kolega należy do Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Warszawie i posiada jakieś mapy nieba. Nie bez problemów, ale udało mi się pożyczyć od niego te mapy. Był to Atlas Nieba Macieja Mazura z gwiazdami do 6 mag. Już wtedy wiedziałem, że 6 magnitudo to jest jasność graniczna i żadnej słabszej gwiazdy niż 6 mag gołym okiem nie widać. Czyli Atlas zawiera wszystkie widoczne gwiazdy. W tamtych czasach oczywiście nie było punktów ksero i aby mieć takie mapy na własność, musiałem je... sobie przerysować.

Miałem to szczęście, że mój ojciec był projektantem budowlanym i miał doświadczenie do kalki technicznej i nowoczesnych wtedy rapidografów. Mozolnie gwiazda po gwiazdzie przerysowałem cały „Atlas Nieba” na kalkę. Najgorzej było z bardzo szczegółowym katalogiem gwiazd do każdego gwiazdozbioru i nie wystarczyło mi cierpliwości na przepisanie go. Później, wykorzystując najnowocześniejszą technikę, nagrałem na magnetofon szpulowy, lampowy, dwuścieżkowy ZK 120 (na licencji Grundig) czytany przeze mnie katalog. Jednak tych nagrań nigdy nie wykorzystałem. Następnego roku znowu pojechałem na wakacje do Garbatki Letnisko. Tym razem miałem już swoje mapy nieba. Jedną noc spędziłem u rodziny, która miała wielki taras wychodzący na północną stronę. Znowu trafiłem na czarną

noc astronomiczną i postanowiłem odszukać charakterystyczny gwiazdozbiór Kasjopei. Szukałem litery „W” na niebie. Do tej pory przeczytałem wiele już książek o tematyce astro i wiedziałem, że są takie gwiazdy, które pojawiają się na niebie, a których wcześniej w tym miejscu nie było widać. To są gwiazdy nowe i supernowe. Mając swoje mapy nieba na kalce, postanowiłem odszukać tę Kasjopeję i sprawdzić, czy widzę jakąś gwiazdę, której nie było na mojej mapie. Kiedy wreszcie odnalazłem Kasjopeję, to zdałem sobie sprawę, że tych „nowych” i „supernowych” gwiazd widzę setki, jeśli nie są to tysiące. Tam było takie mrowie gwiazd, że chyba już nigdy w takich warunkach nieba nie widziałem. Mój zasięg gołym okiem wtedy miałem chyba 7–7,5 mag. Wówczas na tarasie pomyślałem sobie, a gdyby tak spojrzeć na niebo przez jakąś lunetę czy lornetkę, to co byloby widać. W ciągu dnia zagadałem wujka o to, czy można gdzieś przez coś spojrzeć na niebo, a on opowiadał mi, jak zaraz po wojnie na bazarach w Radomiu można było kupić za małe pieniądze lunety wymontowane z poniemieckich czołgów. Tylko rozpałił mnie tymi wspomnieniami, ale dalej miałem tylko własne oczy. Z tego tarasu w kierunku wschodnim między drzewami były przerwy, bo korony gałęzi były wysoko, ale na dole były tylko gołe pnie. Z mojej mapy wynikało, że po północy tam nisko mogą być widoczne Plejady, których nigdy jeszcze nie widziałem. Postanowiłem poczekać do oporu i pamiętam swoją olbrzymią radość i satysfakcję, jak zobaczyłem tę gromadę w wyliczonym przeze mnie miejscu. Bardzo mi się to spodobało. A wracając do kwestii posiadania lunety czy lornetki, na razie nie miałem na to szans. Lornetka w sklepach Foto-Optyki najtańsza 8×30 kosztowała około 3000 zł, co przy moim kieszonkowym 20 zł stanowiło kwotę osiągalną tylko w marzeniach.

Przygody Uranii w kosmicznej otchłani

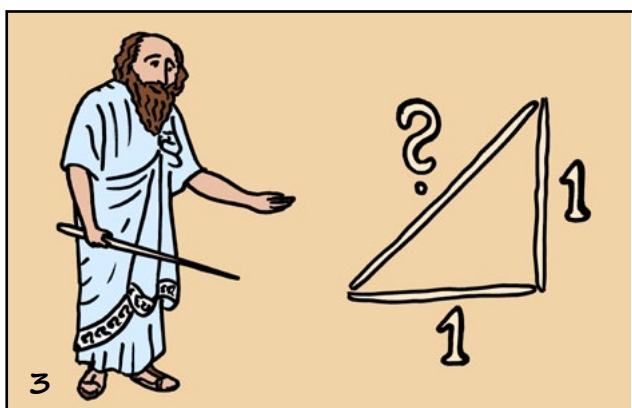
6. Liczby astronomiczne



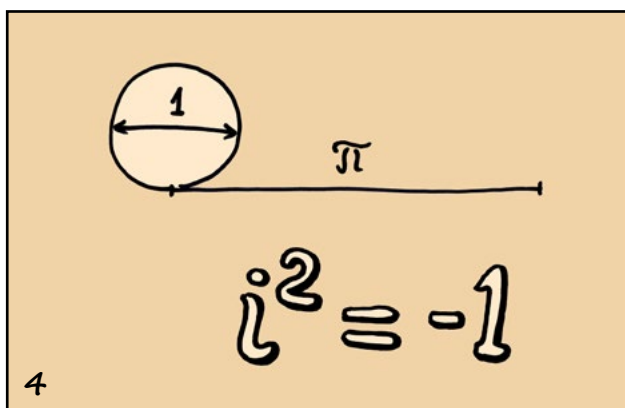
1
Kto dziś nie umie zliczyć do trzech:
Raz, dwa i... dużo – często powtarza.
Po płaskich czołach i bladych twarzach
W mig ich rozpoznasz, od a do zet.



2
W matematyce, liczb liczny sort,
Co od początku zdziwienie budzi:
Są liczby pierwsze, nie ma liczb drugich,
Za to parzystych, co drugi rząd!



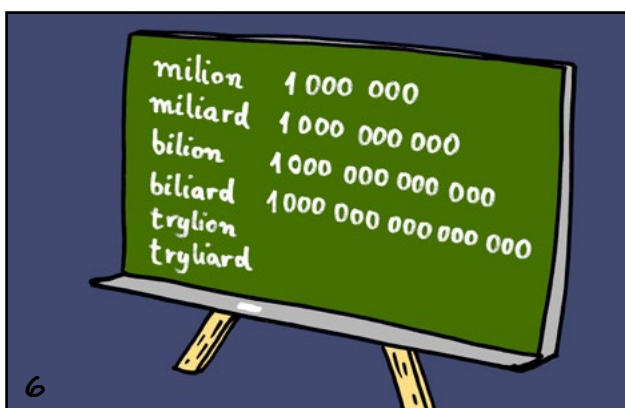
3
Są liczby, które zna każdy zuch:
Liczby podzielne i niepodzielne
Liczby wymierne... A niewymierne?
Ile wynosi pierwiastek z dwóch?



4
Jeszcze dziwniejsza jest liczba pi,
Co się nie mieści w mózgu neuronach –
Wciąż rzeczywista! Zaś urojona:
Minus w kwadracie da liczba i!



5
Inne Kopernik w „Obrotach sfer”
Odnalazł liczby wprost gigantyczne!
Tak zwane liczby astronomiczne,
Choć składające się głównie z... zer:



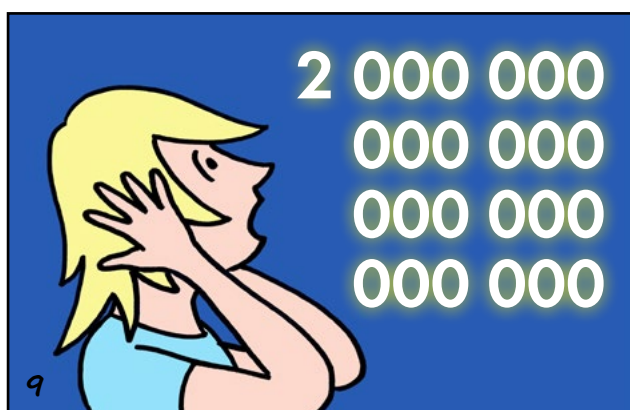
6
Tysiąc to mało, tym bardziej sto
Milion i miliard, bilion i biliard,
Ciągłe niewiele, trylion i tryliard...
O takie liczby tu właśnie szło!



7
Bo w astronomii ich główny sens,
Kiedy mówimy o odległościach
Gwiazd i galaktyk lub ich ilościach.
Zaś nie dotyczą pensji i rent!



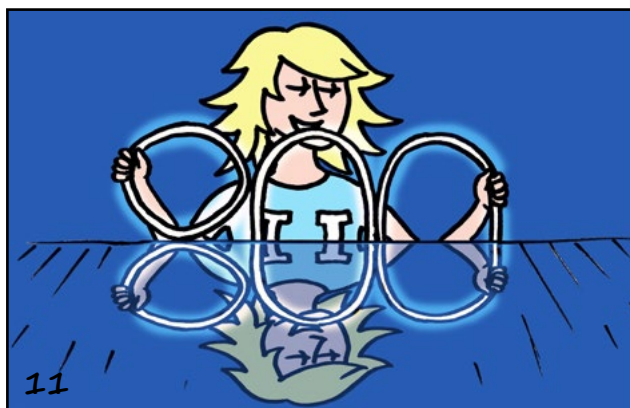
8
Na niebie widzisz tysiące gwiazd
Ale w Galaktyce ich z pół biliona
A tych galaktyk, o niech ja skonam,
Cztery biliony! Policz i sprawdź!



9
Liczy Urania: cztery... przez... pół...
Jeszcze do tego... bilion... bilionów
Gwiazd we Wszechświecie... dwa kwadryliony...
Zer dwa tuziny! Kto z was tak czuł?



10
A odległości? Miliardy lat
Świetlnych do granic metagalaktyk
Każdy Czytelnik wie, że to fakty
Jeśli z Uranią jest za pan brat.



11
Liczba „osiemset”, co o niej wiesz?
W osi poziomej jest symetryczna...
Lecz dziś jest również astronomiczna
I liczbie tej poświęcam ten wiersz.



12
1919 - 2019
Pośród bilionów, najmniejsza z liczb
Wprost wypowiedzieć tego nie umiem:
To osiemsetny Uranii numer
Od stu lat niesie oświaty znicz.



Tekst: Maciej Mikołajewski, rysunki: Jacek Drażkowski



ASTROSHOW

IX MIĘDZYNARODOWY OTWARTY
ZŁOT MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
EUROPEJSKIE CENTRUM EDUKACJI GEOLOGICZNEJ
W CHĘCINACH
30.08 - 1.09.2019

Najlepsza impreza astronomiczna w Polsce!

Jak co roku, czekają Was kosmiczne atrakcje:

- ★ obserwacje pięknego nocnego nieba przez potężne teleskopy
- ★ spotkania i wykłady z popularyzatorami nauki
- ★ dzienne warsztaty astronomiczne i astrofotograficzne
- ★ wypożyczalnia sprzętu obserwacyjnego i fotograficznego
- ★ dla najmłodszych: zajęcia z biologii, geologii oraz zajęcia z mikroskopami w ramach Klubu Młodego Przyrodnika



• Patronat Honorowy:



Marszałek Województwa Świętokrzyskiego
Andrzej Bętkowski



Burmistrz Gminy i Miasta Chęciny
Robert Jaworski

• Patronat Medialny:



• Partnerzy:



DELTA[®]
o p t i c a l

INFORMACJA I ZAPISY:

astroshow@deltaoptical.pl
801 011 337 lub 25 786 05 20
www.astroshow.deltaoptical.pl



Sky-Watcher®

DELTA[®]
optical



DOBSON 8"

ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 203 MM
OGNISKOWA: 1200 MM

DOBSON 10"

ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 254 MM
OGNISKOWA: 1200 MM

DOBSON 12"

ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 305 MM
OGNISKOWA: 1500 MM

DOBSON ROZSUWANY

SW-1310 SKY-WATCHER DOBSON 8" PYREX FLEX TUBE	1 999,-
SW-1320 SKY-WATCHER DOBSON 8" FLEX TUBE GO-TO	4 499,-
SW-1311 SKY-WATCHER DOBSON 10" FLEX TUBE	2 299,-
SW-1321 SKY-WATCHER DOBSON 10" FLEX TUBE GO-TO	5 499,-
SW-1312 SKY-WATCHER DOBSON 12" FLEX TUBE	4 799,-
SW-1322 SKY-WATCHER DOBSON 12" FLEX TUBE GO-TO	6 999,-
SW-1324 SKY-WATCHER DOBSON 16" FLEX TUBE GO-TO	11 999,-

DOBSON KLASYCZNY

SW-1301 SKY-WATCHER DOBSON 6"	969,-
SW-1302 SKY-WATCHER DOBSON 8" PYREX	1 399,-
SW-1303 SKY-WATCHER DOBSON 10" PYREX	1 979,-
SW-1304 SKY-WATCHER DOBSON 12"	3 089,-

Teleskop zwierciadlany systemu Newtona oparty na azymutalnym montażu typu Dobsona to propozycja dla znakomitej większości miłośników astronomii. Atrakcyjna cena, prostota montażu, imponujące gabaryty i mnogość funkcji – to cechy, które robią wrażenie! Teleskopy tego typu należą do grupy **najczęściej używanych przyrządów do obserwacji nieba**. Dzięki nim ujrzymy nawet najślabiej widoczne w warunkach amatorskich mgławice, gromady gwiazd i galaktyki oraz Księżyc, planety i dziesiątki innych fascynujących obiektów. Początkującym obserwatorom **szczególnie polecamy model 8"**, który od lat cieszy się mianem jednego z najpopularniejszych teleskopów na świecie.

www.deltaoptical.pl ★ [blog: www.deltasky.pl](http://blog:www.deltasky.pl) ★ www.facebook.com/Delta.Optical.Polska

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

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Atrium Garden
T. 25 786.05.28

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

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

PRENUMERATA

Numery bieżące i archiwalne

PROMOCJE

nr rachunku odbiorcy
85 1160 2202 0000 0003

nr rachunku odbiorcy c.d.
3341 8732

Obchowa
POLSKIE TOWARZYSTWO
ASTRONOMICZNE
BARTYCKA 18
00-716 WARSZAWA

kwota

imie, nazwisko, adres wydawnictwa

Tytułem

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nr rachunku odbiorcy
8 5 1 1 6 0 2 2 0 2 0 0 0 0 0 0 0 3 3 3 4 1 8 7 3 2

nr rachunku odbiorcy c.d.
WP* P L N

kwota

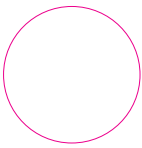
kwota słownie (wpłata)

imie i nazwisko lub nazwa prenumeratora

adres wysyłki prenumeraty

adres wysyłki prenumeraty c.d.

Tytułem
Prenumerata Uranii od nr 3/2019, dodatkowo zamawiam

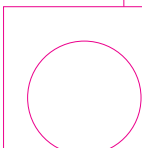


Opłata

Data (pieczęć) podpis złociodawcy

Opłata

Podpis



Cena pojedynczego numeru Uranii:
14,90 PLN

Roczna prenumerata krajowa:
72,- PLN (12,- zł za numer)

Dłuższa prenumerata krajowa: 144,- PLN
(12 numerów)

Bieżące numery można zamawiać
również w wersji elektronicznej.

Ceny numerów archiwalnych pozostają bez zmian
Szczegóły i promocje:

<https://www.urania.edu.pl/prenumerata>

PRENUMERATA DLA SZKÓŁ

Promocyjna prenumerata dla szkół w cenie 60,- PLN obejmuje trzy ostatnie (4,5,6) i trzy pierwsze (1,2,3) numery „Uranii” odpowiednich roczników w roku szkolnym. Promocyjne ceny dotyczą również pakietów „Uranii” za wcześniejsze lata szkolne.

<https://www.urania.edu.pl/prenumerata>

Promocja dla członków PTMA

Cena indywidualnej prenumeraty na rok 2019 z wysyłką na adres domowy dla członków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (PTMA) wynosi 50,- zł.

Skarbników lub prezesów oddziałów prosimy o dokonywanie wpłat oraz o podanie imiennej listy prenumeratorów z adresem zbiorowym lub adresami indywidualnymi do wysyłki.

Prenumeratory indywidualni PTMA mogą przedłużać prenumeraty samodzielnie (wpłata 50 zł na konto Uranii) wraz z oświadczeniem/informacją wystaną na urania@urania.edu.pl o przynależności oddziałowej i mailowym adresem do władz oddziału. Szczegóły:

<https://www.urania.edu.pl/prenumerata>

Tak daleko, a tak blisko



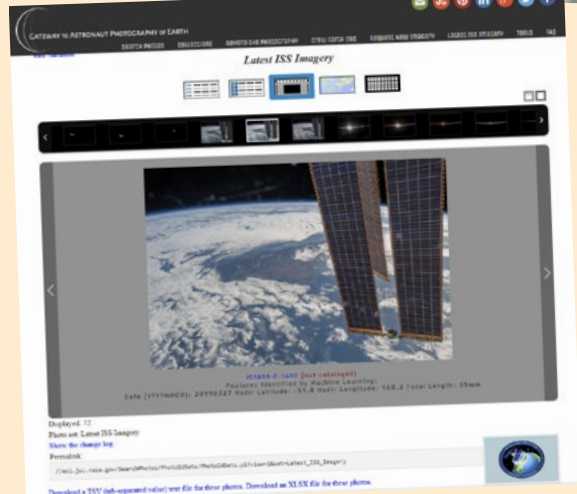
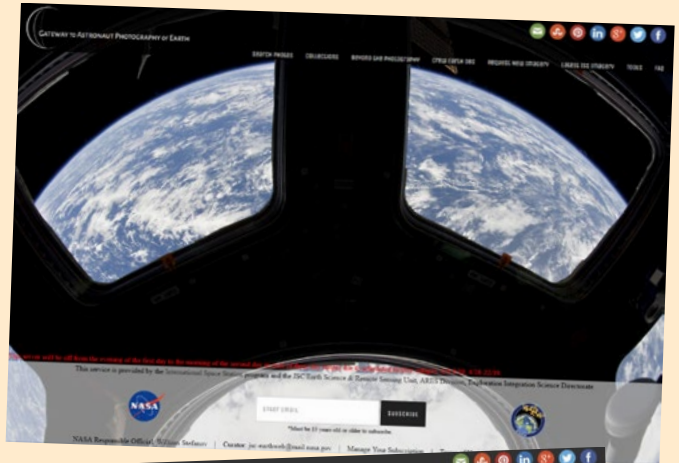
W poprzednim odcinku naszego serialu pisałem o ziemskich zjawiskach atmosferycznych. Dziś proponuję nadal pozostać przy tematyce związanej z Ziemią, ale patrząc na naszą planetę z pewnej odległości. Pomoże nam w tym portal <https://earth.jsc.nasa.gov> oferujący dostęp do ciągle powiększającej się bazy zdjęć Ziemi robionych głównie z pokładu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS), ale też promów kosmicznych, Skylaba, misji Apollo lub nawet znacznie wcześniejszych misji jak Gemini czy Mercury.

Zanim zaczniemy myszkować po zakamarkach portalu, warto przeczytać czerwony napis nałożony na główną stronę i informujący o najbliższych przedziałach czasu (rzędu trzech i pół dnia) w obrębie których portal będzie niedostępny. Sam padłem ofiarą braku uwagi w tej sprawie, inaczej własnego gapiostwa — adres odwiedziłem już wcześniej, a potem chciałem przygotować tekst notki i akurat trafiłem na jedną z takich przerw. Przez trzy dni z rzędu próbowałem bezskutecznie dostać się do portalu. W końcu się udało.

Możemy zacząć podróż, wybierając poszczególne zakładki odsyłające nas m.in. do wyszukiwarki zdjęć czy gotowych kolekcji tematycznych. Niektóre są precyzyjnie zdefiniowane (jak np. „Lodowce” czy „Wulkany”). Zdjęcia zostały wykonane przy pomocy różnych kamer o różnych ogniskowych jak i różnych rozmiarach matrycy rejestrujących obrazy. Niektóre zdjęcia wykonano z użyciem filmu — kamerami z ery „przedcyfrowej”, jak np. zdjęcia uzyskane w czasie trwania misji Apollo.

Wszystkie (przynajmniej te, z którymi sam miałem do czynienia) można oglądać w dużej rozdzielczości. Są na to dwa sposoby: przesuujemy ramkę-lupę po zdjęciu widocznym na ekranie komputera lub zapisujemy całe zdjęcie w maksymalnej rozdzielczości. W obydwu wypadkach mamy do czynienia z tą samą rozdzielczością. Ale to są proste zabawy, portal oferuje dużo, dużo więcej. Możemy m.in. dotrzeć do galerii przepięknych filmów uzyskanych ze zdjęć wykonanych na pokładzie ISS w trybie poklatkowym. Dodatkowo do dyspozycji mamy mapę Ziemi, na której możemy wybierać interesujące nas punkty/obszary. Pod spodem pojawi się lista, tym razem krótszych filmików wykonanych dla wybranych przez nas okolic.

Kolejnym krokiem może być zapoznanie się z treścią FAQu. Znajdziemy tu mnóstwo istotnych szczegółów technicznych, w tym związanych z geometrią Ziemi — ISS — ustawienie aparatu w przestrzeni. Do FAQu będziemy wracać w miarę potrzeb, w szczególności gdy zaczniemy posługiwać się narzędziami oferowanymi przez portal.



Interesujące nas zdjęcia możemy wyszukiwać, posługując się prostym interfejsem tekstowym. Ale portal oferuje również specjalne narzędzie o nazwie I4 będące zaawansowanym interfejsem graficznym. Dostęp do poszczególnych opcji poszukiwań znajdziemy pod pierwszą zakładką „Search Photos”.

Portal umożliwia usystematyzowany dostęp do bogatych archiwów fotografii Ziemi wykonanych spoza atmosfery naszej planety. Zdjęcia nie ograniczają się jedynie do obszaru widzialnego widma, wiele z nich wykonano z myślą o multispektralnej analizie danych. Możemy też dowiedzieć się, co dzieje się na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Również i tu mamy najświeższe informacje. Portal jest ciągle uzupełniany o nowe materiały, a małe ikonki w prawym górnym rogu pozwalają na szybkie przesyłanie informacji do Twittera, Facebooka czy innych serwisów. Możliwa jest też subskrypcja comiesięcznego listu z informacjami o nowych zdjęciach. Niestety, jest to możliwość oferowana osobom w wieku 13 lat i więcej...

PORADNIK **ASTROFOTOGRAFA**

 Piotr Potępa

JAK FOTOGRAFOWAĆ DROGĘ MLECZNA?

Widok Drogi Mlecznej – galaktyki, w której żyjemy, jest jednym z najpiękniejszych, jakie możemy zobaczyć na nocnym niebie. Ogrom gwiazd, widoczne gołym okiem struktury są widokiem niezapomnianym i niestety coraz rzadszym.

Droga Mleczna – nasz dom

Stale rosnące zanieczyszczenie światłem sprawia, że coraz mniej ludzi może ten widok podziwiać. A szkoda, bo on od zawsze inspirował ludzi, pobudzał ciekawość, skłaniał do zadawania pytań.

Droga Mleczna jest również bardzo wdzięcznym, a może nawet najciekawszym obiektem do fotografowania. To właśnie na fotografii można pokazać bogactwo jej kolorów i struktur, które są zbyt słabe, aby je obserwować nieuzbrojonym okiem. Wstęga Drogi Mlecznej jest ozdobą zdjęć astrokrajobrazowych i odpowiednio wkomponowana w kadr wzbudza zachwyt wśród oglądających.



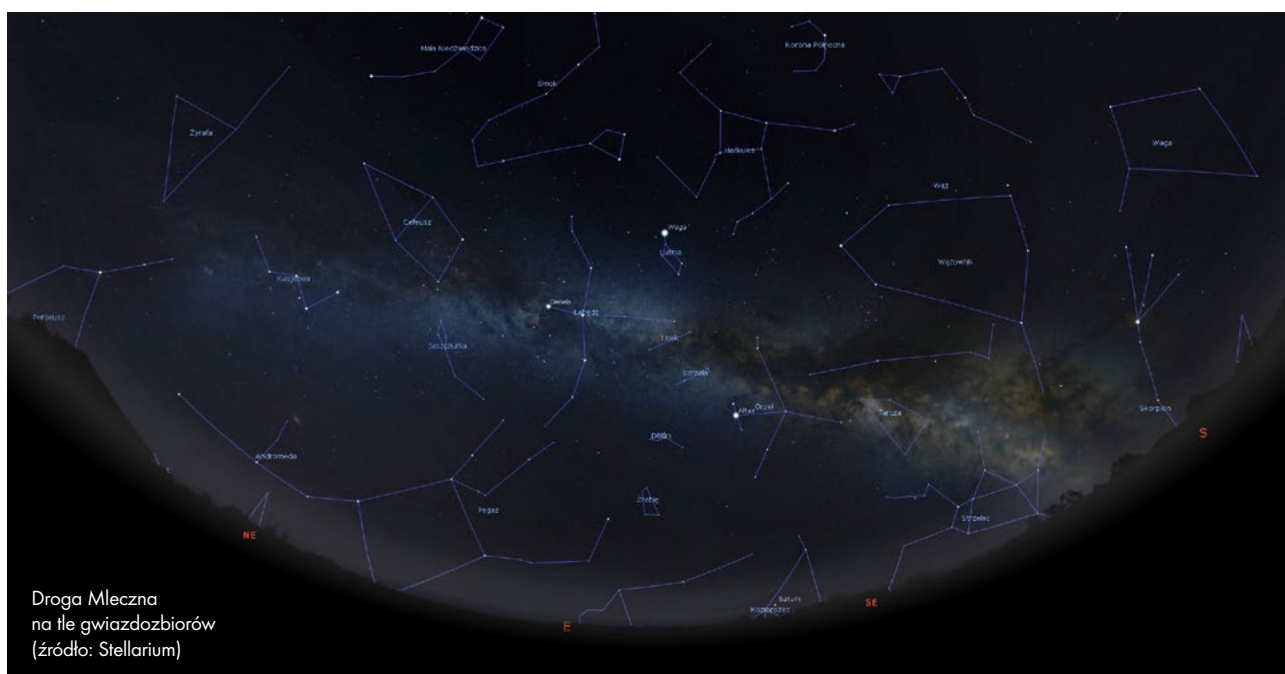
KIEDY OBSERWOWAĆ I FOTOGRAFOWAĆ DROGĘ MLECZNĄ?

Droga Mleczna, galaktyka spiralna, jest naszym domem. To w niej żyjemy. W związku z tym patrzymy na nią od wewnątrz. Nasza Galaktyka widoczna jest dla nas w formie wyraźnie jaśniejszej smugi przecinającej całe niebo, niczym mleko rozlane po nieboskłonie.

Droga Mleczna widoczna jest dla nas przez cały czas, o każdej porze roku. Jednak nie zawsze widzimy jej centrum. A to właśnie centrum Galaktyki potocznie w środowiskach fotograficznych nazywano Drogą Mleczną. Głównie dlatego, że właśnie ono jest najjaśniejsze i najbardziej atrakcyjne zarówno wizualnie, jak i fotograficznie. Na fotografowaniu centrum Drogi Mlecznej, czyli okolic gwiazdozbioru Strzelca, skupimy się w tym poradniku.

GDZIE NA NIEBIE SZUKAĆ DROGI MLECZNEJ

Jak już mowa o gwiazdozbiorach, zatrzymajmy się przy nich na chwilę. Drogę Mleczną najłatwiej zlokalizować na niebie, odnajdując bardzo charakterystyczny układ gwiazd tworzący Trójkąt Letni. Jest to asteryzm, który, jak sama nazwa wskazuje, ma kształt trójkąta. Jego wierzchołki tworzą jasne gwiazdy: Deneb z gwiazdozbioru Łabędzia, Wega z gwiazdozbioru Lutni oraz Altair z gwiazdozbioru Orła. Droga Mleczna przecina wspomniany Trójkąt Letni, biegnąc w dół ku horyzontowi przez gwiazdozbiór Tarczy (nazwany pierwotnie przez Heweliusza Tarczą Sobieskiego) i gwiazdozbiór Wężownika. W Polsce tuż nad horyzontem, w okresie najlepszej widoczności Drogi Mlecznej można zobaczyć jeszcze gwiazdozbiór Strzelca, którego gwiazdy



360-stopniowa panorama
pokrywająca całe niebo
południowej i północnej
sfery niebieskiej z wyraźnie
widoczną w całości Drogą
Mleczną
(źródło: www.eso.org)

To właśnie centrum Galaktyki potocznie w środowiskach fotograficznych nazywano Drogą Mleczną

tworzą kształt przypominający czajniczek. Należy również wspomnieć o gwiazdozbiornie Skorpiona z pięknie świecącym w ciepłych barwach jasnym Antaresem.

Odnalezienie Drogi Mlecznej jest na początku największym wyzwaniem dla początkujących fotografów nocnego nieba. Wiem, że część osób ma z tym duży problem. Często próbują fotografować o złej porze roku, przy złej fazie Księżyca lub najzwyczajniej kierują aparat nie w tę stronę co trzeba. Zatem kiedy i gdzie najlepiej fotografować Drogę Mleczną?

PORY ROKU MAJĄ ZNACZENIE

Najlepszy czas na fotografowanie to okres od połowy marca do maksymalnie połowy października, przy czym największą część centrum Galaktyki zaobserwu-

jemy na wiosnę podczas kwietniowego nowiu. Wiąże się to z koniecznością bardzo wczesnego wstawania, bo na wiosnę Droga Mleczna widoczna jest przed wschodem Słońca. Można również nie kłaść się przez całą noc :)

Latem i jesienią jest łatwiej, bo wypatrywanie centralnej części Galaktyki możemy rozpocząć wieczorem, gdy tylko dostatecznie się ściemni.

No właśnie, musi być ciemno, a precyzyjnie musi być noc astronomiczna. W Polsce w okresie przesilenia letniego cieszymy się tak długim dniem, że noce astronomiczne nie występują. W tym okresie mamy do czynienia z tzw. „białymi nocami”, kiedy to niebo nigdy nie robi się całkiem czarne. To najtrudniejszy okres dla wielbicieli rozgwieżdżonego nieba. Na północy Polski to okres mniej więcej od początku maja do początku sierpnia. Na południu kraju noce astronomiczne zegnamy na krócej, od początku czerwca do początku lipca. W tym czasie możemy się wybrać na romantyczny spacer przy gwiazdach, jednak Drogi Mlecznej raczej nie zobaczymy.

Należy również wspomnieć, że w zależności od pory roku, Droga Mleczna inaczej przecina nasze niebo. Na wiosnę jest nachylona pod większym kątem, przez co łatwiej ją ująć w po-



Porównanie zimowej Drogi Mlecznej w Bieszczadach (po lewej) i letniej Drogi Mlecznej nad Tatrami (po prawej)



ziomym kadrze. Późnym latem Galaktyka wylania się nad horyzontu praktycznie pionowo. Jeśli więc chcemy pokazać jej większą część, musimy fotografować w pionowym kadrze.

KSIĘŻYC LUBI PRZESZKADZAĆ

Poza porą roku jest jeszcze jeden element, istotny przy wyborze dogodnego do fotografowania terminu. Mowa tu oczywiście o Księżycu. Droga Mleczna jest bardzo subtelnym obiektem na niebie. Aby była widoczna, musi być ciemno, a więc również Księżyc nie może rozświetlać nieba. Najlepszą fazą, przy której sfotografujemy Księżyc, jest oczywiście nów i jego okolice. To wtedy światło odbite od Księżycy nie będzie nam zupełnie przeszkadzało. Jednak nie tylko w nowiu możemy fotografować Galaktykę.

Na wiosnę, gdy centrum Drogi Mlecznej widoczne jest nad ranem, możemy fotografować od nowiu nawet do pierwszej kwadry. Ważne jest, aby Księżyc zachodził przed rozpoczęciem świtu astronomicznego [patrz *Urania 6/20015*], dając tym samym szansę na sfotografowanie centrum Drogi Mlecznej.

Późnym latem i jesienią mamy do czynienia z odwrotną sytuacją. Droga Mleczna w największym zakresie widoczna jest wieczorem, po zachodzie Słońca [patrz *Urania 6/20015*]. Ważne, aby to wtedy na niebie nie było Księżycy. Z taką sytuacją mamy do czynienia od trzeciej kwadry do nowiu.

Zestawienie okresów najlepszej widoczności centrum Drogi Mlecznej w Polsce przedstawia poniższa tabela.

GDZIE FOTOGRAFOWAĆ DROGĘ MLECZNĄ

Poza porą roku i fazą Księżycy kolejnym bardzo istotnym czynnikiem jest miejsce, z którego będziemy prowadzili obserwację lub będziemy fotografować. Wybierając lokalizację, powinniśmy zwrócić szczególną uwagę na zanieczyszczenie światłem. Im większe rozświetlenie nieba sztucznym oświetleniem, tym mniejsze szanse na zobaczenie Drogi Mlecznej. Dlatego na poszukiwanie Drogi Mlecznej najlepiej udać się w miejsce z dala od zabudowy oświetlenia dużych miast. Z pomocą przyjdzie nam mapa zanieczyszczenia światłem dostępna pod adresem <https://www.lightpollutionmap.info>

Planując dalszą wycieczkę, wybierajmy raczej kierunek południowy niż północny. Szerokość geograficzna, na której będziemy, też ma znaczenie. Im dalej na południe, tym wyżej na niebie będzie się znajdowało centrum Galaktyki. W Polsce zdecydowanie lepiej jechać w góry niż nad morze lub Mazury. Wybierając już konkretne miejsce, w danej lokalizacji zadbajmy o to, aby elementy krajobrazu nie zasłoniły nam najważniejszej części Drogi Mlecznej, która na naszych szerokościach geograficznych jest widoczna nisko nad horyzontem. Upewnijmy się, że wiosną będziemy mieli odsłonięty horyzont w kierunku południowo-wschodnim i południowym. Latem i jesienią musimy zadbać o dobrą wi-

NAJLEPSZA WIDOCZNOŚĆ CENTRUM DROGI MLECZNEJ W POLSCE			
MIESIĄC	NAJLEPSZA PORA/CZAS WIDOCZNOŚCI	WYMAGANA FAZA KSIĘŻYCA	KIERUNEK
Styczeń	niewidoczne	–	–
Luty	od końca lutego, tuż przed wschodem Słońca (utrudnione)	3Q - Nów	E - SE
Marzec	3:00 - 4:30, nad ranem, przed wschodem Słońca	Nów - 1Q	SE - S
Kwiecień	3:00 - 4:00 nad ranem, przed wschodem Słońca	Nów - 1Q	SE - S
Maj	23:00 - 2:00 (utrudnione, tylko południe kraju)	Nów - 1Q	S
Czerwiec	prawie niemożliwe (białe noce)	–	–
Lipiec	23:00 - 00:00 (utrudnione, tylko południe kraju)	3Q - Nów	S - SW
Sierpień	22:00 - 23:00	3Q - Nów	S - SW
Wrzesień	21:00 - 22:00	3Q - Nów	S - SW
Październik	19:30 - 21:00	3Q - Nów	SW
Listopad	niewidoczne	–	–
Grudzień	niewidoczne	–	–

doczość w kierunku południowym i południowo-zachodnim. To właśnie tam będzie widoczna Droga Mleczna.

Podsumujmy. Idealne miejsce do fotografowania Drogi Mlecznej położone jest na południu, musi być wolne od zanieczyszczenia światłem, zwłaszcza w kierunku południowym. Jak widać, w Polsce wszystkie drogi prowadzą astropejzażystów w Bieszczady. Najlepiej jechać tam na wiosnę lub późnym latem.

POTRZEBNY SPRZĘT

Fotografowanie Drogi Mlecznej zasadniczo nie różni się od fotografowania innych obiektów na nocnym niebie. Musimy się więc zaopatrzyć w typowy sprzęt używany w fotografii nocnej.

Aparat — To oczywiście podstawowy element, jaki będziemy potrzebowali. Najlepiej jak będzie to lustrzanka lub bezlusterkowiec z wymienną optyką. Może to być również kompakt lub nawet smartfon z górnej półki. Ważne jest, aby posiadał tryb manualny, który umożliwi pełną kontrolę nad parametrami naświetlania. Oczywiście im nowszy aparat, z nowszą matrycą, tym lepsze jakościowo zdjęcia zrobimy. Fotografowanie Drogi Mlecznej jest bardzo wymagające dla sprzętu.

Obiektyw — Im jaśniejszy obiektyw posiadamy, tym lepiej. Będziemy w stanie „złapać” więcej światła, co jest jak najbardziej wskazane przy tak słabo świecącym obiekcie, jakim jest Droga Mleczna. Jaśniejszy obiektyw to ten, który pozwala nam fotografować z mniejszą wartością przysłony. Im mniejsza wartość przysłony, jaką możemy

ustawić w obiektywie, tym jaśniejszy jest sam obiektyw. Przykładowo przysłona $f/1.4$ wpuści więcej światła niż $f/2.0$ czy też $f/2.8$. Zdecydowanie lepsze będą również obiektywy szerokokątne niż teleobiektywy. Pozwolą one z jednej strony dłużej naświetlać bez poruszenia gwiazd, a z drugiej pozwolą zarejestrować większy obszar samej Drogi Mlecznej.

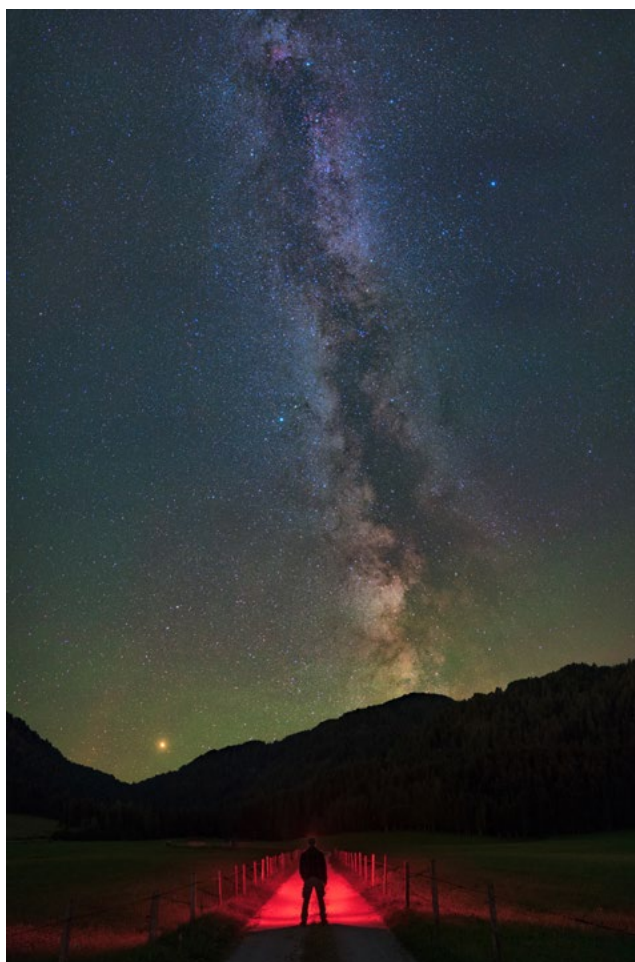
W Polsce wszystkie drogi prowadzą astropejzażystów w Bieszczady

Typowe obiektywy kitowe to zazwyczaj te o ogniskowych 18–55 i światłosile $f/3.5$ – 5.6 . Są one trochę „ciemne”, jednak nawet nimi możemy sfotografować Drogę Mleczną. Możemy również wykorzystać jasne obiektywy stałogniskowe o dłuższej ogniskowej 35 lub 50 mm. Są one relatywnie tanie w stosunku do jasności, jaką oferują. Jednak w takim przypadku, chcąc pokazać większy obszar Galaktyki, będziemy musieli wykonać panoramę.

Statyw — Jak w każdej fotografii nocnej, tak i tutaj będziemy musieli skorzystać ze statywu umożliwiającego zrobienie ostrych zdjęć z dłuższymi czasami naświetlania. Statyw może być dowolny, byle był w stanie stabilnie utrzymać nasz aparat z obiektywem.

Pilot lub wążyk — Przydadzą się do zdalnego wyzwolenia migawki. Nie są jednak niezbędne. Mo-

Droga Mleczna sfotografowana w miejscu o dużym zanieczyszczeniu światłem i w górach przy ciemnym niebie





Sierpniowa Droga Mleczna sfotografowana w Alpach austriackich

zemy również skorzystać z wbudowanej w aparat opcji samowyzwalacza. Ważne jest, abyśmy nie poruszyli aparatu w trakcie wykonywania zdjęć.

Latarka lub nawet dwie — Niby sprawa oczywista, lecz trzeba o niej wspomnieć. W nocy dobrze jest mieć ze sobą dwie latarki, w tym jedną czołówkę. Ułatwia to znacznie poruszanie się po terenie oraz fotografowanie. Drugą latarkę wykorzystamy do ustawienia ostrości.

Opcjonalnie przydadzą się nam również:

Smartfon — Nie, nie będziemy go używać jako latarki. Przyda się on osobom nieobeznanim z nocnym niebem. Przy pomocy odpowiedniego oprogramowania z łatwością odszukamy Drogę Mleczną. Polecam zainstalowanie i przetestowanie takich programów jak: Sky Map, SkySafar czy Star Walk 2.

Zielony laser — Bardzo przydatne narzędzie znacznie ułatwiające kadrowanie ciemną nocą.

JAK FOTOGRAFOWAĆ DROGĘ MLECZNA

Fotografowanie rozpoczynamy od stabilnego rozłożenia statywu. To ważne, bo będziemy naświetlać kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt sekund, podczas których statyw nie może się np. osuwać na niestabilnym gruncie. Statyw warto również wypoziomować. Ułatwi nam to kadrowanie i wykonywanie panoram, jeśli się na nie zdecydujemy.

Ustawiając parametry w naszym aparacie pamiętajmy o:

Format zapisu RAW — Zawsze w nocy fotografujemy w formacie RAW. Pozwoli nam to w pełni wykorzystać potencjał naszego aparatu. Zarejestrujemy więcej danych co będzie później bardzo pomocne przy postprocesingu.

Ogniskowa — Jeśli dysponujemy obiektywem zmiennoogniskowym (tzw. zoom), ustawmy najkrótszą możliwą ogniskową.

Ustawienie ostrości — Zalecam ustawić ostrość ręcznie, korzystając z trybu *live-view*. Przy powiększonym obrazie kręcimy pierścieniem ostrości tak długo, aż uzyskamy punktowe gwiazdy, najmniejsze jak to tylko możliwe. Możemy również skorzystać z autofocusa, ostrząc na jakieś

oddalone źródło światła, takie jak np. latarnia na horyzoncie. W tym wypadku musimy pamiętać, aby po ustawieniu ostrości wyłączyć w aparacie lub na obiektywie autofocus.

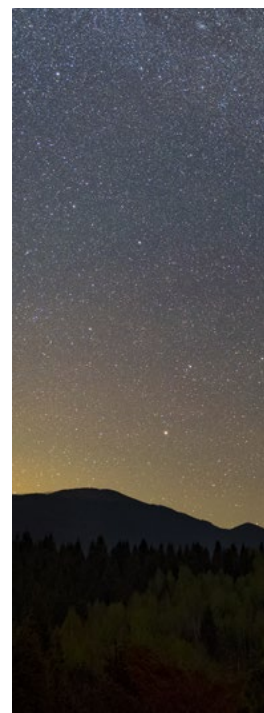
Tryb manualny — Przystawmy aparat w tryb manualny oznaczony najczęściej w aparatach literą M. W nocy automatyka aparatu zazwyczaj się nie sprawdza. Jest najwycyżajniej za ciemno, aby światłomierz aparatu był w stanie poprawnie dobrać parametry.

Odszumianie — Możemy się pokusić o włączenie w aparacie funkcji odszumiania przy długich czasach ekspozycji. Jeśli włączymy tę funkcję, aparat po zrobieniu zdjęcia wykona drugą ekspozycję przy zamkniętej migawce aparatu. Zarejestruje wtedy same szumy, które następnie odejmiemy od właściwego zdjęcia. Pozwoli to uzyskać mniej zaszumione zdjęcia, co ma duże znaczenie, zwłaszcza jeśli fotografujemy starszym aparatem.

Balans bieli — W tym przypadku możemy zdać się na tryb automatyczny. Jeśli nasz aparat pozwala na manualne ustawienie temperatury barowej, to warto skorzystać z tej możliwości. W takim przypadku gdy fotografujemy w miejscu o małym zanieczyszczeniu światłem, ustawmy balans bieli na 4500–5000 K. Pozwoli to na wierniejsze zarejestrowanie kolorów Drogi Mlecznej. Gdy fotografujemy przy dużym zanieczyszczeniu światłem, możemy ustawić balans bieli przesunięty w stronę chłodniejszych kolorów, na poziomie 2500–3500 K. Dzięki temu niebo nie będzie aż tak bardzo brązowe, jednak kolory Drogi Mlecznej będą zdecydowanie zbyt chłodne, a barwy gwiazd nie zostaną oddane wiernie.

PARAMETRY NAŚWIETLANIA

Na koniec zostanie nam ustawienie parametrów samej ekspozycji. Tu



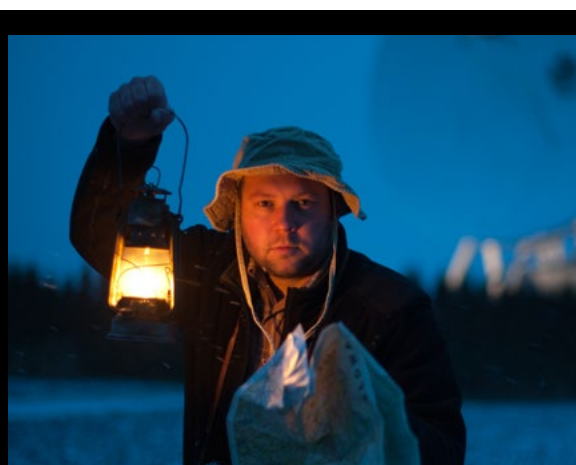
nie ma jednego uniwersalnego ustawienia, a wszystko zależy od tego, czym i gdzie fotografujemy.

Prysłona — Rozpocznijmy od ustawienia najniższej dostępnej w naszym obiektywie przysłony, czyli zostawmy obiektyw maksymalnie otwarty. W przypadku obiektywu kitowego, sprzedawanego razem z aparatem, będzie to zazwyczaj wartość $f/3.5$. Jeśli mamy jasny obiektyw stałogniskowy, to możemy pokusić się o jego delikatne przymknięcie w celu skorygowania wad optycznych obiektywu i poprawienia jakości rejestrowanego obrazu. Poruszamy się raczej w zakresie niższych wartości $f/1.4 - f/2.8$.

Czas — W kolejnym kroku przechodzimy do ustalenia czasu, przez jaki będziemy naświetlać nasze zdjęcie. Nie możemy tego robić zbyt długo, gdyż wtedy gwiazdy na zdjęciu zarejestrują się formie kresek a nie punktów. Wynika to oczywiście z pozornego ruchu obrotowego gwiazd na niebie. Chcąc uniknąć tego efektu, skorzystajmy z reguły reguła 600 (lub 500), o której już kiedyś pisałem [patrz *Urania* 1-2/2016]. Maksymalny czas naświetlania, na jaki możemy sobie pozwolić, otrzymamy, dzieląc liczbę 600 lub 500 przez ogniskową, jaką będziemy fotografowali.

W przypadku fotografowania Drogi Mlecznej zalecam bardziej restrykcyjne podejście i podstawienie do wzoru liczbę 500. Wynika to z faktu, że będziemy fotografowali w kierunku południowym, gdzie najszybciej zauważamy przemieszczanie się gwiazd w kadrze. Czasy, jakie będziemy stosować przy fotografowaniu ze statywu, powinny się zawierać w przedziale mniej więcej od 10 do 30 s. Dla bardzo szerokich obiektywów typu rybie oko może to być nawet 40 s. Będzie to też zależało, jak duże poruszenie gwiazd na zdjęciu będzie dla nas akceptowalne.

ISO — Na końcu ustawiamy czułość, z jaką będziemy fotografować. Zaczynamy od ustawienia iso na poziomie 3200. Zróbmy zdjęcie i oceńmy poziom jego naświetlania. Jeśli jest zbyt jasne, zmniejszymy iso do 1600 i wykonujemy kolejne zdjęcie. Jeśli pierwsze zdjęcie



Piotr Potępa

Zawodowo zajmuje się geofizyką, prywatnie zaś jest miłośnikiem fotografii. Od wielu lat w kręgu jego szczególnych upodobań znajduje się astrofotografia krajobrazowa. Jest autorem tysięcy zdjęć ukazujących piękno nocnego nieba w plenerze. Swoją pasję dzieli się w trakcie warsztatów astrofotografii „Szlakiem gwiazd”. Od kilku lat na łamach „Uranii” publikujemy jego poradnik, jak fotografować nocne niebo. W internecie można je znaleźć na stronach autora: <http://nightscaapes.pl>

było zbyt ciemne, wykonujemy kolejne zdjęcie z iso podniesionym do 6400. Jeśli drugie zdjęcie jest zbyt jasne/ciemne, wykonujemy kolejne, zmieniając wartość iso.

Najczęściej parametry, z jakimi fotografujemy Drogę Mleczną, wyglądają następująco: przysłona — $f/1.4 - f/2.8$; czas — 15 — 30 sekund; iso — 3200 — 6400. Są to oczywiście sugerowane zakresy parametrów wynikające z mojego doświadczenia. Mogą się one różnić w zależności od miejsca, w którym fotografujemy, zanieczyszczenia światłem, jakie tam występuje, sprzętu, jakim dysponujemy. ■



Panorama kwietniowej Drogi Mlecznej w Bieszczadach

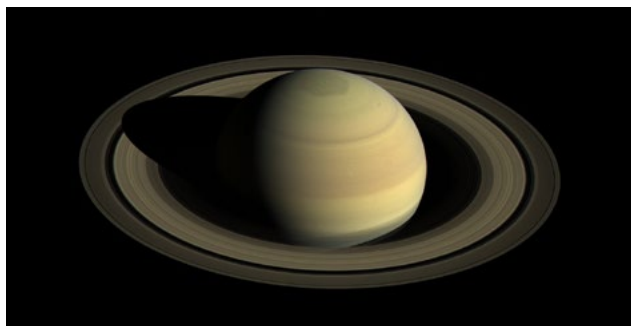
Wiadomości z portalu URANIA.EDU.PL

Pierścienie Saturna powoli zanikają

Zespół naukowców z instytucji amerykańskich i brytyjskich opublikował pracę, w której potwierdza oszacowania tempa, w jakim Saturn traci materię z pierścieni. Najbardziej charakterystyczny element Saturna – jego pierścienie – może zaniknąć w ciągu 300 mln lat.

Mimo iż to długi okres czasu, to porównaniu do wieku planety (ponad 4 mld lat), oznacza to, że pierścienie nie są stałą cechą Saturna. Dla przykładu w czasach dinozaurów mogły być znacznie większe i jaśniejsze niż obserwujemy to obecnie.

O tym, że pierścienie tracą materię, wiadomo już od dość dawna. Początki sięgają czasów misji sond Voyager 1 i Voyager 2, które przeleciały koło Saturna kilkadziesiąt lat temu. Zaobserwowano wtedy pozornie niewiążące się ze sobą zjawiska: zmiany w jonosferze Saturna, zmiany gęstości w pierścieniach i trzy wąskie ciemne pasma okrążające planetę w północnych szerokościach. Ciemne pasma były widoczne na zdjęciach z 1981 r. wykonanych przez sondę Voyager 2.



Północna półkula Saturna i jego system pierścieni. Zdjęcie wykonano w 2016 r. sonda Cassini z odległości około 3 mln km

W 1986 r. opublikowano pracę, która wskazała na związki pomiędzy tymi ciemnymi pasmami a kształtem linii pola magnetycznego Saturna. Wnioskiem z tego było, iż elektrycznie naładowane lodowe cząstki z materii zawartej w pierścieniach Saturna opadają na planetę wzdłuż linii pola magnetycznego. Ten proces powoduje dostarczanie wody do górnych warstw atmosfery i czyści ją z mgły stratosferycznej – w ten sposób generując ciemne pasma widoczne na zdjęciach.

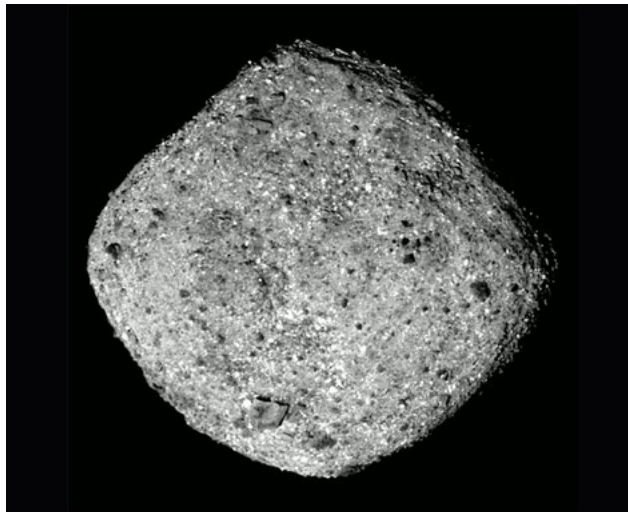
Zjawisko „deszczu” z pierścieni było też obserwowane przez sondę Cassini, która wykryła opad materii z pierścieni na obszar równikowy Saturna. Siłą, która wyciąga materię z pierścieni, jest grawitacja.

Dr James O'Donoghue z NASA Goddard Space Flight Center w Greenbelt (USA, Maryland) jest pierwszym autorem nowej publikacji, która ukazała się w czasopiśmie „Icarus”. Według jego szacunków, tempo spadku materii (wody) z pierścieni wynosi od 432 do 2870 kilogramów na sekundę, co odpowiada zabieraniu z pierścieni objętości całego basenu olimpijskiego w ciągu pół godziny. W trakcie nowych analiz wykorzystano obserwacje wykonane w 2011 r. przy pomocy 10-m teleskopu Kecka na Hawajach.

Ryszard Czart

Sonda OSIRIS-REx dotarła do planetoidy Benu

Amerykańska sonda OSIRIS-REx dotarła 3 grudnia 2018 r. do planetoidy Benu. Statek znalazł się w odległości 19 km od obiektu. Następnie 31 grudnia sonda weszła na orbitę wokół asteroidy. Podróż z Ziemi trwała od 8 września 2016 r. Od tamtej pory sonda pokonała 2 mld km.



Zdjęcie planetoidy Benu wykonane przez sondę OSIRIS-REx z odległości około 80 km

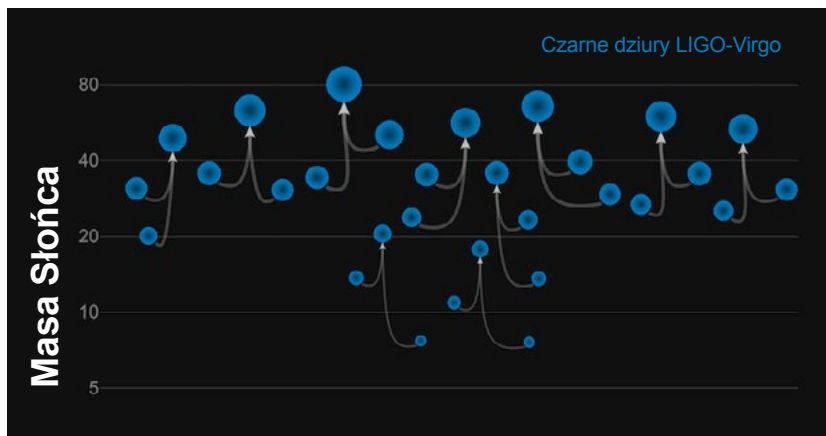
Pierwszym celem naukowców będzie dokładniejsze oszacowanie masy planetoidy, prędkości jej rotacji i ukształtowania powierzchni. Przegląd ten pomoże też w wyborze kandydatów na miejsca do pobrania próbek materiału skalnego, co ma nastąpić w 2020 r. Dostarczenie próbek na Ziemię zaplanowano na rok 2023.

Z dotychczasowych badań, dzięki spektrometrii zamontowanej na sondzie wykryto obecność wody uwiecznionej w minerałach na powierzchni Bennu, a przeloty przeglądowe nad biegunami i równikiem asteroidy umożliwiły wykonanie dokładnych map pola grawitacyjnego, dzięki czemu możliwe było zaprojektowanie ostatecznej orbity.

Rafał Grabiński

Cztery nowe detekcje fal grawitacyjnych

1 grudnia 2018 r. naukowcy przedstawili nowe wyniki z interferometru laserowego LIGO oraz detektora fal grawitacyjnych Virgo, które wyszukują łączących się obiektów kosmicznych, takich jak pary czarnych dziur bądź gwiazd neutronowych. Urządzenia wspólnie wykryły fale grawitacyjne pochodzące w sumie od dziesięciu łączących się czarnych dziur o masach gwiazdowych oraz jednego połączenia się gwiazd neutronowych, które są gęstymi, sferycznymi pozostałościami po gwiazdnych eksplozjach. Sześć zdarzeń związanych z łączeniem



Masy czarnych dziur z detekcji LIGO-Virgo

się czarnych dziur zostało zgłoszonych wcześniej, a cztery ogłoszono niedawno.

Od 12 września 2015 r. do 19 stycznia 2016 r., podczas pierwszej serii obserwacyjnej LIGO, wykryto fale grawitacyjne z trzech potrójnych połączeń czarnych dziur. Druga seria obserwacyjna, która trwała od 30 listopada 2016 r. do 25 sierpnia 2017 r. przyniosła jedno potwierdzenie z łączących się gwiazd neutronowych i siedem od łączących się czarnych dziur, w tym cztery nowe zdarzenia fal grawitacyjnych zgłaszane teraz. Zdarzenia zostały nazwane GW170729, GW170809, GW170818 oraz GW170823, w odniesieniu do dat, kiedy zostały wykryte.

Warto wskazać, iż GW170729 to najmasywniejsze i najodleglejsze źródło fal grawitacyjnych, jakie kiedykolwiek zaobserwowano. Wydarzyło się 5 mld lat temu, a w promieniowanie grawitacyjne została przekształcona energia równa prawie 5 masom Słońca.

Następna seria obserwacyjna rozpocznie się na wiosnę 2019 r. i powinna przynieść znacznie więcej kandydatów do fal grawitacyjnych.

Agnieszka Nowak

Gwiazda kierująca się ku Słońcu przyniesie ze sobą komety i asteroidy

Gliese 710 to czerwony karzeł leżący około 62 lat świetlnych stąd. Astronomowie z Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu osza-

cowali, że za kilka milionów lat minie on Słońce w odległości zaledwie 13 tys. jednostek astronomicznych. Gwiazda będzie miała wówczas jasność około $-2,7$ mag, a na ziemskim niebie zaświeci ponad trzy razy jaśniej niż Syriusz.

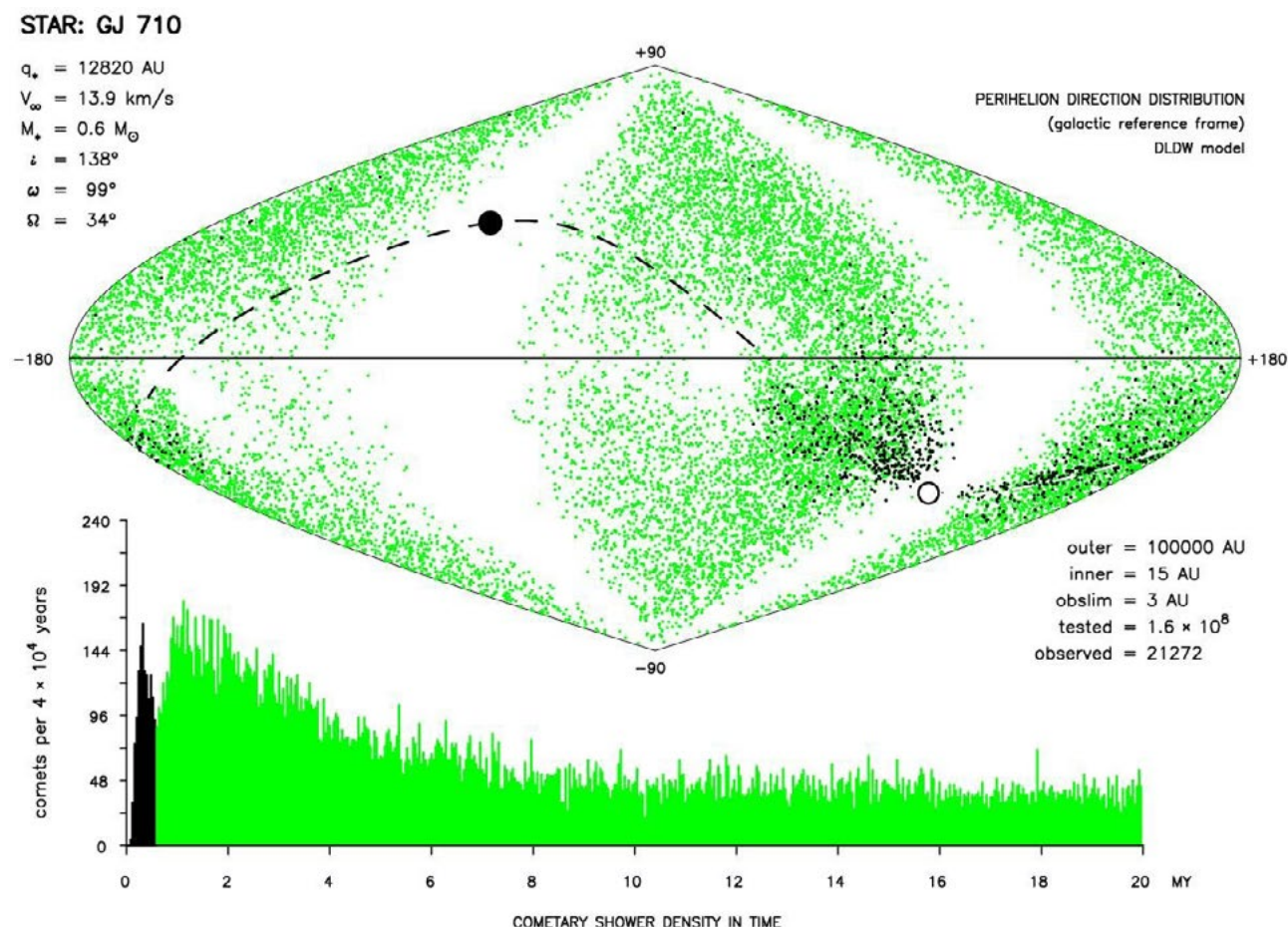
Będzie to jednocześnie największe zbliżenie innej gwiazdy do Słońca w przedziale 10–20 mln lat od chwili obecnej. Co więcej – według polskich naukowców korzystających w swej pracy między innymi z dokładnych danych z sondy Gaia – przelatując w pobliżu naszego układu przejdzie przez Obłok Oorta, czyli krążące na jego rubieżach skupisko drobnych, lodowych ciał, kierując w stronę Słońca i planet wewnętrznym duże ilości komet i planetoid.

Oszacowano, że któryś z tych obiektów może z dość dużym prawdopodobieństwem zderzyć się z Ziemią. Obliczono także, że bliski przelot Gliese 710 wywoła obserwowalny deszcz komet o średniej częstotliwości wynoszącej nawet 10 komet na naszym niebie rocznie, trwający przy tym od 3 do 4 mln lat!

Naukowcy zastanawiają się, czy podobne „bliskie spotkanie” z inną gwiazdą naszej Galaktyki o dużym ruchu własnym mogło w przeszłości przekierować w okolice Ziemi liczne ciała z Obłoku Oorta. Jeśli tak, jedna z komet lub planetoid może być odpowiedzialna za zagładę dinozaurów mającą miejsce prawie 65 mln lat temu.

Gliese 710 jest od nas obecnie odległa o prawie 64 lata świetlne, ale zbliża się do Słońca z prędkością 51,499 km/h. Pamiętajmy jednak, że od jej przelotu dzieli nas wciąż miliony lat – to dość dużo czasu na ewentualne przygotowania.

Elżbieta Kuligowska



Źródło: publikacja zespołu

Rozkład roju komet, jaki uruchomi przyszły bliski przelot Gliese 710 w pobliżu Słońca. Początkowe parametry gwiazdy są przedstawione w lewym górnym rogu, natomiast parametry wynikające z symulacji komputerowej pokazano na dole po prawej. Zastosowano model DLDW (Dones et al. 1998). Projekcja heliocentrycznej orbity GJ 710 jest oznaczona linią przerywaną. Peryhelium gwiazdy symbolizuje duża, czarna kropka. Obserwowalny napływ komet rozpoczyna się krótko po bliskim przejściu gwiazdy, osiagając maksimum milion lat później

Powstawanie pierwiastków

Jak wiemy, jesteśmy popiołami gwiazd – pierwiastki, z których zbudowana jest prawie cała otaczająca nas materia, powstały w gwiazdach. Jedynie wodór, praktycznie nie występujący na Ziemi hel oraz trochę litu powstało w pierwotnej nukleosyntezie. Cała reszta powstała w różnych etapach ewolucji różnych rodzajów gwiazd.

 Jerzy Kuczyński

Wiemy o tym już od sześćdziesięciu kilku lat. Konkretnie w październiku 1957 r. Margaret Burbidge, Geoffrey Burbidge, William A. Fowler i Fred Hoyle opublikowali pracę zwaną B²FH¹, w której, jak się uważa, problem został wyjaśniony. Oczywiście od tego czasu wiedza i o gwiazdach, i o nukleosyntezie nieco się powiększyła. Rzecz jest zdecydowanie istotna, więc warto zreferować współczesny stan wiedzy w tym zakresie.

1 lutego w *Science* ukazał się artykuł omawiający ten problem (Jennifer A. Johnson, *Science*, 2019, 363, s. 474). Artykuł jest przeglądowy i dość precyzyjnie przedstawia całość problemu. Poniżej spróbuję go streścić, raczej niewiele odbiegając od jego zawartości — jak się wydaje, temat jest dosyć ustabilizowany i rewelacji jest niewiele (czas powstania B²FH!).

Na wstępie omawianego tekstu znajdziemy podsumowanie sytuacji. Otóż w ciągu prawie 14 miliardów lat istnienia Wszechświata powstałe w pierwotnej nukleosyntezie wodór i hel były przerabiane na inne pierwiastki. Skuteczność tej przeróbki nie była jednak wielka. Metale (w nomenklaturze astronomicznej wszystkie pierwiastki cięższe od helu nazywamy metalami) to około 2% materii barionowej. Nie licząc wodoru, cała materia, z której zbudowana jest bliska nam rzeczywistość, to około jedna pięćdziesiąta z nie więcej jak 5% całości materii Wszechświata — w przybliżeniu jeden promil. Tym niemniej obecnie metali jest wystarczająco dużo, by zapewnić, przynajmniej gdzieś, różnorodność związków chemicznych. Potrzebne do tego pierwiastki zawdzięczamy procesom zachodzącym w gwiazdach. Dlatego im dłużej działają gwiazdy, tym więcej jest metali i tym bogatsza chemia. Przy czym udaje się dość precyzyjnie oszacować, jakie procesy złożyły się na obecną ilość danego pierwiastka. I w dużej mierze temu ostatniemu jest poświęcona praca J.A. Johnson.

¹ Widziałem, ale nie czytałem — praca ma sto stron od początku do bibliografii. Tym niemniej jest powszechnie do dzisiaj cytowana i jest łatwo dostępna — po wpisaniu do wyszukiwarki B²FH można ją przeczytać. W tekście J.A. Johnson jest cytowana pod numerem 4.

Metale a masa gwiazd

Przed wszystkim trzeba zauważyć, że interesujące jest nie tyle, ile metali zostanie wyprodukowanych, ale ile z nich znajdzie się w przestrzeni tak, by mogły wejść do „dalszej obróbki”. Gdy Wszechświat osiąga „poważny wiek” rzędu 10⁸ lat, temperatura jest wystarczająco niska, by obszary o większej gęstości mogły kurczyć się, tworząc następnie gwiazdy III populacji. Te gwiazdy nie zawierają metali, co ma istotne znaczenie. Otóż wzbudzony, np. w wyniku zderzenia, atom, wracając do stanu podstawowego, emituje foton, który w praktyce może z powrotem pochłonąć tylko taki sam atom. A że metali jest mało, nawet w „wysoko metalicznych” obłokach materii, droga swobodna tak wytworzonego fotonu jest duża i po względnie niewielkiej ilości zderzeń energia opuszcza obłok materii — w konsekwencji obłok się chłodzi i kurczy, w miarę szybko prowadząc do powstawania gwiazd. Metale tworzą więc kanał ucieczki energii z wnętrza cieplejszych obszarów. W materii złożonej wyłącznie z wodoru i helu chłodzenie jest słabe, bo wyemitowany foton natychmiast jest absorbowany i ciśnienie wewnątrz nawet masywnego obłoku materii powstrzymuje kurczenie się. W przypadku gwiazd tworzących się współcześnie temperatura wewnętrzna obłoku gazu jest rzędu 10 K i nawet względnie mało masywny obłok może się kurczyć. W przypadku gwiazd III populacji było to około 100 K, dlatego masy obłoku, a tym samym i masy powstających gwiazd, musiały być odpowiednio większe. Był to jedyny okres w historii Wszechświata, gdy powstawały głównie bardzo masywne gwiazdy.

Wraz z kurczeniem się obłoku i wzrostem ciśnienia w centrum rośnie też temperatura². W temperaturze milionów kelwinów zaczynają być możliwe reakcje termojądrowe. Jednak sytuacja jest zupełnie inna niż w pierwotnej nukleosyntezie. Przed wszystkim nie ma, bardzo ważnych w pierwotnej nu-

² Warto zwrócić na tę oczywistą, a na pierwszy rzut oka absurdalną, własność — w układach związanych zwykle utrata energii wiąże się ze wzrostem energii kinetycznej. A więc im bardziej chłodzimy, tym temperatura jest wyższa. Nie prowadzi to do perpetuum mobile, bo układ ma (z zasady) „widmo ograniczone od dołu”. W przypadku gwiazd tym dolnym ograniczeniem widma jest stan białego karła, gwiazdy neutronowej lub czarnej dziury.

kleosyntezie, wolnych neutronów. Jedyłą możliwością jest powstawanie deuteru z dwu protonów przy emisji pozytonu i neutrina. To reakcja z zakresu oddziaływania słabego więc mało prawdopodobna (powolna). Na szczęście na tę reakcję jest sporo czasu, bo protogwiazda kurczy się wolno. Warto zauważyć, że dla pierwotnej nukleosyntezy czas był liczony w minutach (i w tych warunkach kluczową rolę pełniły powszechne wówczas swobodne neutrony), bo Wszechświat chłodził się bardzo gwałtownie. Tu czas liczony jest przynajmniej w tysiącletniach i dodatkowo temperatura ciągle rośnie. Tym niemniej reakcja proton-proton jest zbyt mało efektywna do powstrzymania kontrakcji. Parametry w centrum gwiazdy rosną i powstały hel zamienia się w węgiel. Ten ostatni katalizuje reakcję zwaną CNO (węgiel-azot-tlen). Ta reakcja jest wystarczająco energetyczna, by powstrzymać kurczenie się gwiazdy, a produktem ubocznym są azot i tlen. Gdy wodór zaczyna się wyczerpywać, jądro znowu się kurczy, a temperatura rośnie. Zaczynają się tworzyć coraz cięższe pierwiastki. Zależy to od masy gwiazdy, ale gwiazdy masywne (o masie 8 i więcej M_{\odot}) mogą tworzyć pierwiastki z „piku żelaza” (mające największy defekt masy). Tempo „spalania” jest coraz większe. W gwieździe o masie $15 M_{\odot}$ wodór pali się miliony lat, węgiel już tylko tysiące, tlen kilka tygodni, a krzem kilka dni. Jak wiemy, czas życia gwiazdy zależy od jej masy. Po prostu masywniejsza gwiazda ma wyższe ciśnienie i temperaturę w centrum, więc reakcje następują szybciej i paliwo szybciej się wyczerpuje. Gwiazda o masie zbliżonej do słonecznej „żyje” około 10 miliardów lat. Dziesięciokrotnie masywniejsza 25 mln, a 30-krotnie już tylko 6 mln. Gwiazdy III populacji mogły mieć masy nawet kilkaset razy większe od Słońca, dlatego we względnie krótkim czasie powstaje sporo różnych pierwiastków.³

Jak wydobyć metale z gwiazd

Mamy więc już podstawowe metale i pozostaje problem, jak je wydobyc z wnętrza gwiazdy. Masywne gwiazdy kończą życie jako supernowe — po wyczerpaniu paliwa jądro gwiazdy zapada się i wydziela się energia powodująca rozpad gwiazdy. Rozpadająca się gwiazda zasila w metale otaczającą przestrzeń. Rozproszone przez supernowe metale powstają na trzy sposoby. Pierwszy to oczywiście synteza w trakcie życia gwiazdy. Drugi to produkcja nuklidów w trakcie rozpadu — w fali uderzeniowej supernowej są tak ekstremalne warunki, że może tam powstawać nawet żelazo. I w końcu powstałe w trakcie wybuchu promieniowanie (w tym i cząstki masywne o prędkościach zbliżonych do „c”) produkuje nowe nuklidy, głównie przez rozpad cięższych nuklidów. Ten ostatni mechanizm odpowiada za większość obserwowanych w przestrzeni lekkich pierwiastków, takich jak lit, beryl czy bor oraz część węgla i tlenu. Pierwiastki z supernowych gwiazd III populacji odpowiadają za pojawienie się metali w materii, z której powstały gwiazdy II populacji. Mogą to być również niewielkie gwiazdy, bo metali jest już wystarczająco dużo, by zapewnić chłodzenie. Te rzeczywiście niewielkie gwiazdy II populacji dotrwały do teraz, świadcząc o nukleosyntezie w początkach istnienia Wszechświata.

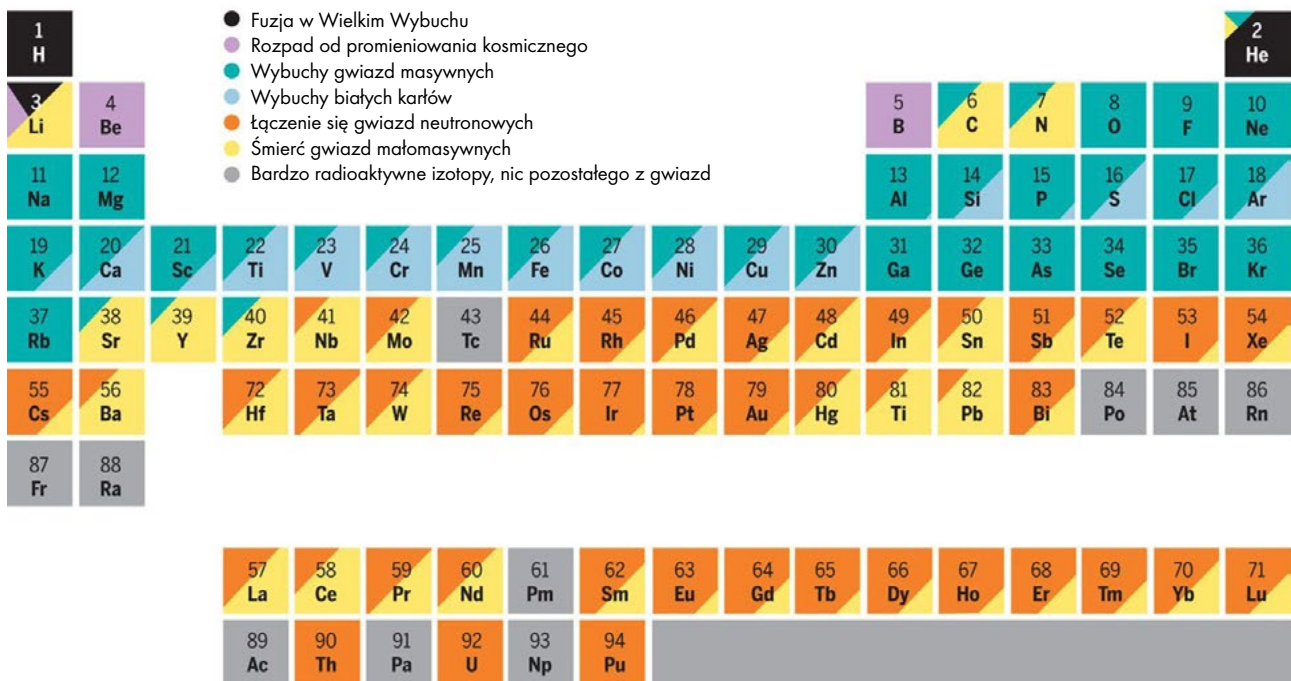
³ Tak naprawdę nuklidów. Ale biorąc pod uwagę, że materia barionowa jako całość jest elektrycznie obojętna, to elektronów do utworzenia normalnych atomów nie brakuje.

Supernowe wprawdzie rozsypują wokół metale, tym niemniej nie wszystkie pierwiastki mogły w ten sposób znaleźć się w przestrzeni. W szczególności większość pierwiastków masywniejszych od niklu (pik żelaza) musiało powstać w wyniku wychwytu neutronów. To dość trudna droga tworzenia pierwiastków — zaczynając od nuklidów z pik żelaza, jest potrzebnych około stu takich zdarzeń, by stworzyć pierwiastki ziem rzadkich. Warunki do takich procesów nie są częste. Duża ilość wychwyty neutronów może zachodzić w gwiazdach neutronowych, gdzie w wyniku tzw. procesu „r” (szybki wychyt neutronów) mogą tak powstawać nawet uranowce. Aby te nuklidy znalazły się w przestrzeni, gwiazda neutronowa musi się rozpaść. To jest możliwe w przypadku zlewania się dwóch gwiazd neutronowych w jeden obiekt lub pochłaniania takiej gwiazdy przez czarną dziurę. Wówczas część materii wzbogaconej o te pierwiastki może się rozsypać w przestrzeni. Jak łatwo się domyśleć, takie zdarzenia nie są częste i pierwiastków tego typu jest niewiele, na przykład w Układzie Słonecznym około miliona razy mniej niż tlenu. Warto dodać, że jeszcze cięższe pierwiastki o masach atomowych powyżej 250 też powstają w tym procesie, ale ze względu na niewielki czas życia nie dotrwały do naszych czasów.

Gwiazdy o masach mniejszych od $8 M_{\odot}$ nie tworzą supernowych. Ich koniec życia jest bardziej łagodny. W części centralnej pojawia się dodatkowe ciśnienie związane z degeneracją gazu elektronowego powstrzymujące dalsze kurczenie się, zanim nastąpi spalanie tlenu i krzemu. Pojawia się jednak sporo neutronów w obszarze spalania helu. Neutrony wchodzą w reakcje ze znajdującymi się tam nuklidami. Nie jest to zbyt istotne energetycznie, ale czasu jest tu sporo. Gwiazdy tego typu mają znaczne obszary konwekcji wynoszącej materię do chłodnych warstw w pobliżu powierzchni gwiazdy, skąd już łatwo dostają się w przestrzeń. Również większość ołowiu pochodzi z takich względnie lekkich gwiazd — proces r zachodzi tu szybciej niż rozpad. W umierających lekkich gwiazdach wychyt neutronu w danym nuklidzie zachodzi w skali czasowej rzędu tygodni. A ponieważ proces umierania lekkich gwiazd trwa około stu tysięcy lat, jest dość czasu, by powstało sporo ciężkich nuklidów. Jeżeli zostanie wyprodukowane niestabilne jądro, to oczywiście rozpada się, dążąc do jąder o większej stabilności (tzw. proces s). Powstałe pierwiastki są rozrzucone w przestrzeni w wyniku odrzucenia zewnętrznych warstw gwiazdy — jak wiemy, masy białych karłów są mniejsze od $1,4 M_{\odot}$, w praktyce zwykle dużo mniejsze i pozostały po gwieździe biały karzeł zawiera niewielką część początkowej masy gwiazdy. Do tego lekkich gwiazd jest dużo więcej niż masywnych, więc mają one znaczący wpływ na ilość metali we Wszechświecie.

Wpływ małomasowych gwiazd na rozpowszechnienie metali we Wszechświecie się na tym nie kończy. Białe karły w układach podwójnych też mają udział w powstawaniu metali. W wyniku transferu masy biały karzeł przekracza granicę Chandrasekhara i zapada się, uwalniając energię umożliwiającą zapalenie się reakcji w zewnętrznych rozpraszających się w przestrzeni warstwach. To oczywiście wybuch supernowej typu Ia. Wprawdzie nukleosynteza trwa tutaj zaledwie sekundy, to jednak produkowane są wszystkie pierwiastki aż do żelaza. Cięższe pierwiastki nie są produkowane, bo nie ma tu wolnych neutronów. Powstawanie metali w lekkich gwiaz-

Ewolujący skład Wszechświata



Źródło: Jennifer A. Johnson / Science

Źródła nukleosyntezy pierwiastków w Układzie Słonecznym. Każdy pierwiastek w układzie okresowym został pokolorowany w sposób pokazujący źródła pierwiastków. Pokazano jedynie pierwiastki naturalnie występujące w Układzie Słonecznym, a pozostałe – wytworzone sztucznie lub na skutek radioaktywnego rozpadu długo żyjących jąder – pokazano na szaro

dach trwa w ciągu całej historii Wszechświata. Wyłączony jest tylko krótki okres na początku — by pojawiła się supernowa tego rodzaju, względnie lekka gwiazda musi przeżyć całą ewolucję, co dla masy granicznej, by powstał biały karzeł, trwa minimum 30 mln lat. Do tego akrecja materii na białego karła trwa długo. W sumie dopiero po upływie miliarda lat po Wielkim Wybuchu mechanizm z supernowymi tego typu nabiera istotnego znaczenia w procesie produkcji metali. I od tego czasu we Wszechświecie działają już wszystkie główne źródła produkcji metali.

Chemiczna ewolucja Wszechświata w skrócie

Można więc krótko podsumować historię powstawania metali. Bardzo szybko po powstaniu pierwszych gwiazd powstały wszystkie pierwiastki z tablicy Mendelejewa. Po prostu pierwsze gwiazdy ewoluowały bardzo szybko, a zlewanie się gwiazd neutronowych nastąpiło niewiele później. Świadczy o tym skład najstarszych zbadanych gwiazd. Nie widać tam jedynie izotopów, których powstanie związane jest z ewolucją lekkich gwiazd. Późniejsze gwiazdy zawierają już nuklidy pochodzące z ewolucji lekkich gwiazd i powstałe w supernowych typu Ia, co zmienia wzajemne stosunki izotopów i ogólnie powoduje wzrost metaliczności. Ta ostatnia własność sugeruje możliwość powstawania planet. Najpierw gazowych olbrzymów, a później planet typu Ziemi. Wprawdzie trudno powiedzieć, kiedy staje się możliwe powstanie pierwszych tego typu planet, ale z faktu istnienia Układu Słonecznego wynika, że musiało to nastąpić nie później niż 8–9 mld lat po Wielkim Wybuchu. Od tego czasu skład izotopowy Wszechświata praktycznie się nie zmienia. Oczywiście lekkie gwiazdy i supernowe Ia dorzucają metali, ale to ilościowo

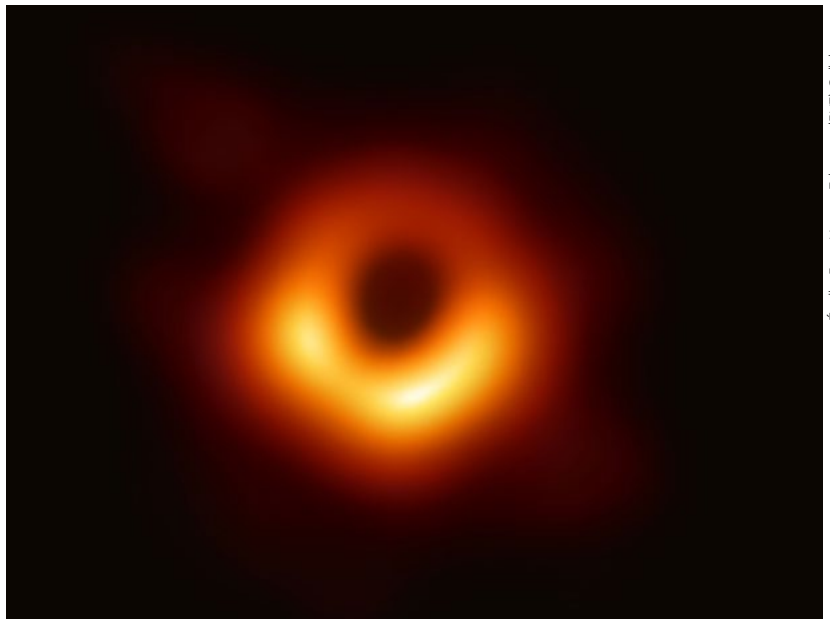
coraz mniej istotny proces. Po prostu powstają coraz lżejsze gwiazdy, których ewolucja jest coraz dłuższa, a więc produkują coraz mniej metali i potrzebują na to coraz więcej czasu. Wprawdzie, jak pisze Johnson, wiele jest jeszcze niejasności (np. powstawanie pierwiastków od niklu do cyrkonu), ale w zasadzie chemiczna ewolucja Wszechświata jest znana.

Praca Johnson jest wyposażona w rysunek przedstawiający tablicę Mendelejewa, w której kolorami zaznaczono procentowe pochodzenie danego pierwiastka. W suplemencie znajdziemy tabelę przedstawiającą to samo w postaci tabelarycznej. Referując to w skrócie: wodór i hel w praktyce pochodzą z Wielkiego Wybuchu. W przypadku litu jest to około jednej czwartej, a reszta pochodzi z lekkich gwiazd i fotonizacji. Ta ostatnia odpowiada za całość istniejącego berylu i boru. Masywne i lekkie gwiazdy mają udział 25% i 75% w produkcji węgla i neonu. Tlen, fluor, neon, sód, magnez, aluminium i fosfor (3% w supernowych typu Ia) w całości powstały w wyniku eksplozji masywnych gwiazd. Podobne pochodzenie mają gal, german, arsen, brom, krypton i rubid. Następnie w kolejności pierwiastki, takie jak krzem, siarka, chlor, potas, wapń, tytan, żelazo, miedź czy cynk, powstały głównie w supernowych i supernowych typu Ia. Kolejna seria pierwiastków pochodzi z masywnych supernowych i z nukleosyntezy w ginących lekkich gwiazdach. Są to stront, itr i cyrkon. Nieco masywniejsze od nich pierwiastki powstały w zlewających się gwiazdach neutronowych oraz w ostatnim etapie ewolucji lekkich gwiazd. Są to np. srebro, cyna, cez, wolfram, platyna, złoto, rtęć, ołów. Z kolei ostatnie trzy pierwiastki (tor, uran i pluton) mające wystarczająco stabilne izotopy, by dotrwać do naszych czasów, powstały w wyniku zlewania się gwiazd neutronowych. ■

Pierwszy w historii obraz czarnej dziury!

10 kwietnia astronomowie pokazali pierwszy obraz czarnej dziury (a tak naprawdę jej cienia). Udało się to osiągnąć w obserwacjach supermasywnej czarnej dziury w centrum galaktyki M87, odległej od nas o 55 mln lat świetlnych. Wyniki uzyskane w ramach projektu o nazwie Teleskop Horyzontu Zdarzeń (EHT) ogłoszono na jednoczesnej konferencji prasowej w Brukseli i w kilku innych miastach. Informacja szybko obiegła nagłówki mediów na świecie. Udział w odkryciu mają Polacy.

Czarne dziury fascynują wiele osób. O ich istnieniu jesteśmy w zasadzie przekonani, chociażby na podstawie obserwacji ruchów innych obiektów w pobliżu czarnych dziur i przewidywań ogólnej teorii względności, ale do tej pory nie udało się takiej czarnej dziury zaobserwować bezpośrednio. Aby zmienić tę sytuację, ponad 200 naukowców zaangażowało się w Event Horizon Telescope (EHT), czyli Teleskop Horyzontu Zdarzeń. To globalny projekt z celem zaobserwowania cienia czarnej dziury. Łączy radioteleskopy z różnych miejsc na Ziemi, tworząc wirtualny teleskop o wielkości naszej planety, techniką tzw. interferometrii wielkobazowej (VLBI). W ten sposób w przypadku supermasywnej czarnej dziury w galaktyce M87 udało się uzyskać kątową zdolność rozdzielczą 20 mikrosekund łuku. To tak jakbyśmy siedząc w kawiarni w Paryżu, byli



Tak wygląda cień supermasywnej czarnej dziury w galaktyce M87

w stanie przeczytać gazetę umieszczoną w Nowym Jorku, albo będąc na Ziemi, rozróżnić szczegóły wielkości karty kredytowej na Księżycu.

Jak przebiegło to przełomowe odkrycie? Najpierw wielokrotnie obserwowano strukturę w kształcie pierścienia w sercu galaktyki M87. Wewnątrz tej struktury znajduje się ciemny obszar. Po upewnieniu się, że wszystkie elementy występują w kolejnych obserwacjach EHT, zaczęto sprawdzać wyniki obserwacji z przewidywaniami modeli teoretycznych, takich które uwzględniają fizykę zakrzywionej przestrzeni, supergrzanie materii i silne pola magnetyczne. Okazało się, że obserwacje zgadzają się z przewidywaniami teoretycznymi. Ten ciemny obszar w środku to cień czarnej dziury!

Obserwacje prowadzono na fali o długości 1,3 mm. Udało się uzyskać obraz cienia czarnej dziury oraz wyznaczyć jej masę. Uzyskany wynik to 6,5 mld mas Słońca, co jest zgodne z niezależnymi wyznaczeniami na podstawie dynamiki gwiazd w M87. Sam cień czarnej dziury jest około 2,5 razy większy niż horyzont zdarzeń, który mierzy nie więcej niż 40 mld km średnicy (mniej niż 250 au). Zaobserwowany rozmiar cienia jest zgodny z przewidywaniami.

Europa jest zaangażowana w EHT zarówno od strony sprzętowej (teleskopy), naukowej (astronomowie), jak i finansowej (np. grant Europejskiej Komisji ds. Badań Naukowych w wysokości 14 mln euro na projekt BlackHoleCam). W projekcie bierze też udział dwoje Polaków: prof. Monika Mościbrodzka z Radboud University w Nijmegen w Holandii oraz dr Maciek Wielgus z Black Hole Initiative na Harvard University w USA. Prof. Mościbrodzka kieruje grupą badawczą zajmującą się polaryzacją, była też w gronie naukowców referujących uzyskane wyniki podczas konferencji prasowej w Brukseli. Z kolei dr Wielgus kieruje statystyczną weryfikacją danych oraz badaniem czasowej zmienności obserwowanych źródeł.

Opracowanie: Krzysztof Czart

Dr Maciej Wielgus z Black Hole Initiative na Harvard University w USA jest zaangażowany w badania prowadzone w ramach Teleskopu Horyzontu Zdarzeń. Oto jego krótki komentarz do opisywanego odkrycia.

Maciej Mikołajewski: Dłaczego wcześniej zaobserwaliśmy czarną dziurę w M87 niż w centrum Galaktyki?

Maciek Wielgus: Supermasywna czarna dziura w M87 wykazuje zmienność w skali dni, natomiast przeszło tysiąc razy mniej masywna czarna dziura w centrum naszej Galaktyki, Sagittarius A*, ewoluuje w skali minut. Standardowa technika radiowej interferometrii wielkobazowej wymaga natomiast, by obiekt nie zmieniał się w ciągu pełnej nocy obserwacji. Obrazowanie Sagittariususa jest zatem większym wyzwaniem i konieczne jest użycie specjalnych, nowatorskich algorytmów.

Dłaczego promień horyzontu ok. 100 au jest 2,5-3 razy mniejszy?

Jest to związane z bardzo silnym zakrzywieniem trajektorii fotonów, co jest bezpośrednim skutkiem ogromnej krzywizny czasoprzestrzeni w pobliżu horyzontu zdarzeń. Ten efekt, opisany dokładnie przez równania ogólnej teorii względności, powoduje, że cień rzucany przez czarną dziurę jest około 2.5 razy większy od samej średnicy horyzontu zdarzeń.

Co właściwie widać na „zdjęciu”?

Na „zdjęciu”, albo lepiej „obrazie”, jako że jest to nie tyle zdjęcie, co rekonstrukcja danych radiointerferometrycznych, widać ślad emisji promieniowania synchrotronowego w najbliższym otoczeniu czarnej dziury, którego geometria została bardzo silnie odkształcona przez wpływ bardzo silnej grawitacji. Większa jasność w dolnej części obrazu zgadza się z interpretacją dopplerowskiego wzmocnienia promieniowania rotującego gazu, gdzie kierunek rotacji odpowiada rotacji dżetu obserwowanej w większej skali.

W drodze przez rozgwieżdżoną Bułgarię

RODOPSKIE KOPUŁY

Bałkany rzadko kojarzą się z nauką czy astronomią. Czy jednak słusznie? Odrodzona po wiekach tureckiej niewoli Bułgaria zapragnęła dołączyć do grona „cywilizowanych” krajów Europy, między innymi inwestując w naukę. Tak rozpoczęły się dzieje astronomii w tym pięknym zakątku planety.

Bułgaria kojarzy się przede wszystkim ze słonecznymi, czarnomorskimi plażami. Rozciągające się od Dobrudży po Trację są zdecydowanie najważniejszym magnesem na turystów. Moim zdaniem ciekawszy jest jednak interior tego państwa, pełen zaskakujących krajobrazów, ciekawych zabytków, kolorowej kultury łączącej w sobie wpływy wielu ludów — Słowian, Traków, Turków, Greków, Rumunów czy Cyganów.

Dzisiejsza Bułgaria powstała w 1878 r. na fali odrodzenia narodowego z XIX w., kończąc 482 lata panowania osmańskiego. Średniowieczne królestwo było jednym

z najpotężniejszych państw chrześcijańskich, a jego wpływy kulturowe sięgały niemal całej słowiańszczyzny. Szkoły piśmiennicze w Presławiu i Ochrydzie (dziś w Macedonii Północnej) powstałe w IX stuleciu dały początek słowiańskiej literaturze, to choćby z nich wywodzi się cyrylica. Odkrywanie bogatego dziedzictwa średniowiecznej Bułgarii jest fascynującym zajęciem. Nic też dziwnego, że nowe państwo inspirowało się okresem dawnej świetności. Między innymi z tych pobudek powołano w XIX w. dwie instytucje naukowe: Akademię Nauk i Uniwersytet w Sofii.

Uniwersytet, dziś noszący imię św. Klementa z Ochrydy, powstał w 1888 r. i dłu-

go był jedynym w kraju. Bardzo szybko, bo w 1892 r., powstała katedra astronomii założona przez prof. Marina Baczewarowa. Pierwszą lunetę należącą do obserwatorium można dziś oglądać w Narodowym Muzeum Politechnicznym. Zbudował ją wybitny pedagog, dr Piotr Beron. Pięć lat później naukowcom udało się zakupić teleskop o średnicy 15,2 cm — pierwszy na stałe zamontowany instrument astronomiczny w historii kraju. Co ciekawe, jest używany w celach edukacyjnych do dzisiaj. Trzeba jednak pamiętać, że obserwatorium uniwersyteckie od początku służyło przede wszystkim edukacji, a badania naukowe były drugorzędne. Zawodowych astronomów w całej monarchii było zaledwie kilku, w większości pracowali oni w powołanym na Uniwersytecie w 1910 r. Instytucie Astronomii. Z czasem jednak coraz solidniej ugruntowywali swoją pozycję w świecie nauki. Zaczęły też powstawać nowe grupy badawcze, a prof. Cyryl Popow jako pierwszy bułgarski astronom zdobył uznanie międzynarodowe, przede wszystkim za swoje prace dotyczące mechaniki nieba.

Druga wspomniana instytucja, Bułgarska Akademia Nauk, powstała w 1869 r. w rumuńskiej Brailli jako Bułgarskie Towarzystwo Literackie. Jak tylko Bułgaria zdobyła niepodległość, instytucja przeniosła się do Sofii. Z czasem stowarzyszenie nabierało coraz bardziej naukowego charakteru i przyjęło używaną do dziś nazwę oraz nowy statut w 1911 r. W jej ramach astronomia zaistniała w 1958 r., gdy powołano Instytut Astronomii BAN. Wkrótce zbudowano należące do niego obserwatorium w Bełogradcziku w północno-zachodniej części państwa, nadając pracy badawczej nową jakość. W pierwszych latach istnienia było ono intensywnie wykorzystywane w sowieckim programie kosmicznym przy śledzeniu satelitów. Między innymi te doświadczenia zaowocowały powołaniem w 1987 r. Instytutu Badań i Technologii Kosmicznych, jednej z najstarszych agencji kosmicznych wśród państw uzależnionych od Związku Sowieckiego.

Kilka lat wcześniej, w smutnym dla Polaków roku 1981, otwarto na górze Rožen



Najstarszy profesjonalny teleskop w Bułgarii z 1897 r.

w Rodopach nowe Bułgarskie Narodowe Obserwatorium Astronomiczne. Była to największa inwestycja w infrastrukturę badawczą w całej historii państwa, a wydano około 10 mln dolarów amerykańskich.

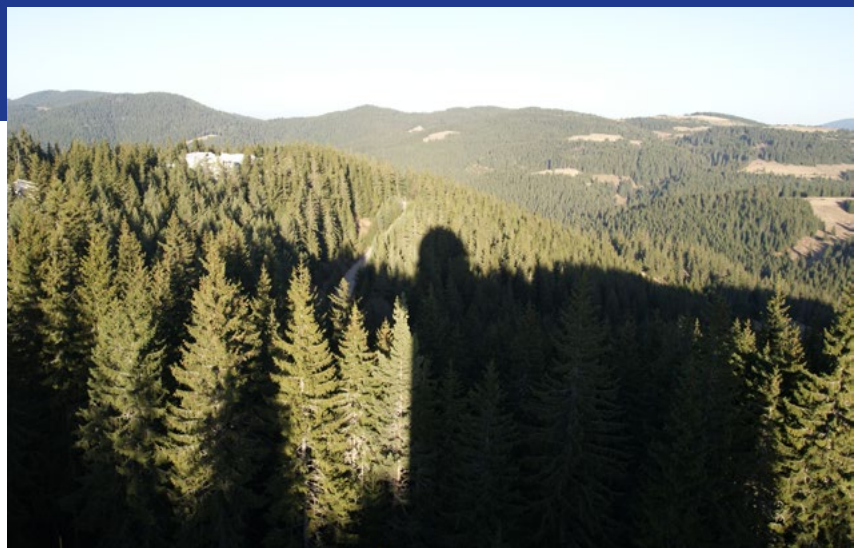
* * *

Rodopy są zalesionymi górami wznoszącymi się łagodnie nad Niziną Tracką. Według greckiej mitologii w Trigradskim Wąwozie znajdowało się wejście do Hadesu, a na położonej na północ od nich Nizinie Trackiej bachantki rozerwały na strzępy zrozczonego po ponownej stracie Eurydyki pieśniarza Orfeusza. Odludne, do dziś wyróżniają się charakterem etnicznym. We wschodniej części mieszka wielu Turków, zaś w zachodniej — Pomaków, czyli bułgarskojęzycznych muzułmanów. Południowa część masywu stanowi granicę między Grecją a Bułgarią, która w czasie zimnej wojny rozdzielała NATO od Paktu Warszawskiego. Z tej przyczyny obserwatorium zbudowano nieco bardziej na północ, mimo nieco gorszych warunków pogodowych. Oczywiście sytuacja z czasem się zmieniła, a granica stała się dużo przyjaźniejsza.

Wjeżdżając w góry od strony Płowdiwu (którego historyczne centrum zdecydowanie warto zwiedzić), mija się strategicznie położony zamek, mający chronić wnętrze kraju przed bizantyjczykami. Znacząco



W okolicy znajduje się немало kapliczek, jedna — pod kopułą teleskopu



Krajobraz Rodopów z kopuły dwumetrowego teleskopu i jego cień

rozbudowany przez cara Iwana Asena II w XIII w. nosi dziś jego imię, podobnie jak znajdujące się u jego stóp miasto. Nieco bardziej w głębi Rodopów stoi klasztor w Baczkowie, jeden z najważniejszych w Bułgarii. Dalej, jadąc doliną Czepelarskiej Rzeki pomiędzy zalesionymi stokami Rodopów, mija się kilka miejscowości, by ostatecznie dojechać na szczyt mający 1759 m n.p.m. — wspomniany wcześniej Rozen.

Zbudowany na nim kompleks astronomiczny jest rozległy i składa się z budynku hotelowo-administracyjnego, wielkiej sali muzealnej oraz kopuł kilku teleskopów. Najważniejszym jest — największy na Półwyspie Bałkańskim — 2-m teleskop Ritcheya-Chrétiena-Coude, skryty w charakterystycznej, wysokiej białej budowli. Ponadto w obserwatorium umieszczono kilka mniejszych instrumentów: 60-cm teleskop Cassegraina, 50/70 cm teleskop Schmidta i 15-cm koronograf. Do tego własnością instytutu jest 30-cm teleskop Meade wykorzystywany w celach edukacyjnych. W 2012 r. na terenie obserwatorium uruchomiono jeszcze, niezależne od BAS, dwa robotyczne 30-cm refraktory IRIDA, mające w zamierzeniu śledzić komety, planety pozasłoneczne i gwiazdy binarne.

Malowniczo położone obserwatorium można zwiedzać, wystarczy wcześniej zadzwonić. Astronomowie, jak i turyści mogą też w wolnej chwili przejść się przez zalesione szczyty i doliny jednym z kilku oznakowanych szlaków turystycznych.

Względnie niedaleko znajduje się także popularny ośrodek sportów zimowych w Pamporowie oraz turystyczne miasteczka Czepelare i Smolian.

Szczególnie to drugie może zainteresować miłośników astronomii. Miejscowość rozwinęła się z małych wsi w miasto w ostatnich dekadach, nie jest więc zbyt historyczna. Mimo to jest głównym ośrodkiem kulturowym regionu. Znajduje się tu więc teatr, kino, muzea, a także największe w Bułgarii planetarium. Jego kopuła ma 15 m średnicy, a spektakle może oglądać 150 widzów. Wyposażone jest w ana-

Najważniejszy jest – największy na Półwyspie Bałkańskim – 2-m teleskop Ritcheya-Chrétiena-Coude

logowy projektor Zeissa Cosmic Flight Planetarium, a także bibliotekę astronomiczną i dwa teleskopy wykorzystywane przy pokazach nocnego nieba. Spektakle są na szczęście dostępne w wielu językach, zagraniczni turyści nie są więc skazani na zagłębianie się w skomplikowaną bułgarszczyznę.

Bułgaria jest położona na peryferiach dzisiejszej Europy. Najbiedniejsze spośród państw unijnych przyciąga miliony turystów na swoje plaże, zazwyczaj ignorując jego wnętrze. Warto jednak pojechać w głąb kraju, zapoznać się z jego skomplikowaną historią, przejść przez piękne góry, a także zobaczyć rozgwieżdżone niebo w środku zielonych Rodopów! Astropodróżnicy nie będą zawiedzeni.

 **Wieńczysław Bykowski**



KOMETRY OBSERWOWANE W 2018 R.

Jak co roku, na łamach *Uranii* publikujemy wyniki obserwacji przeprowadzonych przez członków Sekcji Obserwatorów Komet PTMA. Rok temu, podsumowując obserwacje z 2017 r., napisałem, że uzyskaliśmy rekordowy wynik na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat. Tym milej przychodzi mi powtórzyć te słowa, podsumowując kolejną kampanię obserwacyjną. W 2018 r. zebraliśmy 467 raportów obserwacyjnych dotyczących 21 komet. I obie liczby stanowią swoisty rekord! Po raz ostatni ponad 20 obiektów Polacy obserwowali w 2008 r., a liczbą obserwacji poważnie zbliżyliśmy się do znakomitego wyniku z 2007 r. Tym razem nie za sprawą całkowicie nieprzewidywalnego wybuchu jednej z komet, lecz kilku stosunkowo jasnych obiektów i, co najważniejsze, niesłabnącej aktywności obserwatorów. Na wielkie słowa uznania zasługują Piotr Guzik i Maciej Kwinta, którzy jako jedyni przekroczyli liczbę stu obserwacji w ciągu roku, dostarczając do SOK kolejno 140 i 104 raporty. Dla Macieja ubiegłoroczny wynik to rekord osobisty, natomiast Piotr zanotował najbardziej udaną serię obserwacji w ciągu całej dekady. Niezmiernie budujący jest stały wzrost liczby otrzymywanych obserwacji.

Rok 2017 określiliśmy na łamach *Uranii* „rokiem komet krótkookresowych”, a przecież największą popularność ostatecznie zdobyła długookresowa kometa C/2015 V2 (Johnson). W przeciwieństwie do 2017, miniony rok w pełni zasługuje na to miano. Mimo że spośród okazałej liczby 21 obserwowanych w 2018 r. komet, krótkookresowych było zaledwie o jedną więcej niż pozostałych, to jednak cztery z największą liczbą obserwacji to właśnie te o krótszych okresach orbitalnych. Mimo że na 2018 r. każdy komeciarz czekał z utęsknieniem głównie za sprawą historycznego powrotu 46P/Wirtanen, to nie ona zdominowała wizualne obserwacje w naszej sekcji. Pokróćce przyjrzyjmy się kilku najchętniej obserwowanym kometom minionego roku.

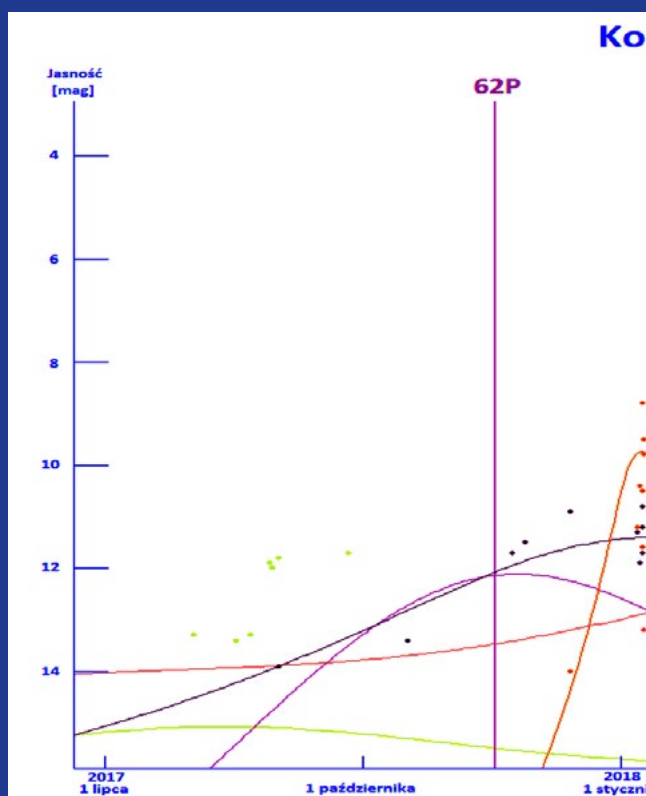
21P/GIACOBINI-ZINNER

Największą liczbę 150 raportów otrzymaliśmy dla komety 21P/Giacobini-Zinner. Powrót z jesieni 2018 r. był trzecim obserwowanym w SOK PTMA. Wcześniej 65 raportów zebrano w latach 1998–1999, kiedy kometa osiągnęła 8 mag. Kilka obserwacji wykonano również w 2005 r., choć wówczas 21P była stosunkowo słabym obiektem. Ostatni powrót był bez wątpienia najkorzystniejszym obserwowanym z terenu Polski. Dzięki korzystnemu położeniu na niebie i stosunkowo niewielkiej odległości do Ziemi (ok. 0,4 au) w czasie osiągnięcia peryhelium, kometa Giacobini-Zinner była widoczna praktycznie nieprzerwanie przez 3 miesiące w obiektywach lornetek. Maksymalną raportowaną jasność 6,6 mag osiągnęła 11 września 2018 r., zaledwie dzień po peryhelium. Pełna seria obserwacji z Polski trwała jednak nieco dłużej, bo od czerwca do połowy paź-

dziernika. Seria obserwacji doskonale oddaje ewolucję gazowej otoczki komety, która zgodnie z obserwacjami wizualnymi, w połowie czerwca wynosiła zaledwie 50 000 km, jednak wraz z poddawaniem coraz wyższym temperaturom w miarę zbliżania do Słońca, koma rozwijała się do 110 000 km w lipcu, by ostatecznie uzyskać maksymalną średnicę blisko 250 000 km w połowie sierpnia. W sierpniu i wrześniu panowały także doskonale warunki do obserwacji warkocza. 68 otrzymanych raportów zawierało ocenę jego długości i kąta pozycyjnego. Maksymalna zmierzona długość liniowa warkocza wynosiła 1 250 000 km zaledwie 3 dni po tym, jak kometa znalazła się w przysłonecznym punkcie swojej orbity.

64P/SWIFT-GEHRELS

Sprzyjające warunki w połowie jesieni i korzystne położenie na niebie komety 64P/Swift-Gehrels przełożyły się na udaną akcję obserwacyjną. Wprawdzie kometa nie zaskoczyła nas dużą jasnością, jednak mimo wszystko w maksimum uzyskała nieznacznie więcej niż prognozowaliśmy — ok. 8,3 mag. Obiekt był widoczny praktycznie przez całą drugą połowę roku. Peryhelium 64P miało miejsce 3 listopada, jednak najwyższą jasność odnotowano ponad miesiąc później. Co ciekawe, był to pierw-



szy powrót tej komety widziany przez członków SOK PTMA, jednak nie tylko dla polskich obserwatorów była do pewnego momentu nieuchwytna. Mimo że została odkryta pod koniec XIX w. przez L. Swifta, do 1972 żaden z jej powrotów nie był odnotowany przez astronomów. Dopiero wtedy bowiem jej powrotnego odkrycia dokonał T. Gehrels. Podobnie jak w przypadku 21P, dwa nazwiska w nazwie komety nie pochodzą więc od odkrywców niezależnie rejestrujących obiekt w czasie pierwszego obserwowanego z Ziemi powrotu, lecz skrywają historię o dawnym zagubieniu obiektu, w tym przypadku trwającym ponad 80 lat. Seria polskich obserwacji pozwoliła na oszacowanie jasności absolutnej komety na ok. 6 mag. Mimo że maksymalną jasność widomą zmierzono dopiero w połowie grudnia, największa raportowana średnica komy wyniosła ponad 300 000 km 29 listopada. Okres obserwacji tego obiektu trwał do końca lutego 2019 r., kiedy kometa była już obiektem słabym (ok. 13 mag). W sumie do Sekcji wpłynęło ponad 60 raportów obserwacyjnych. Nie odnotowano jednak widoczności warkoczka.

46P/WIRTANEN

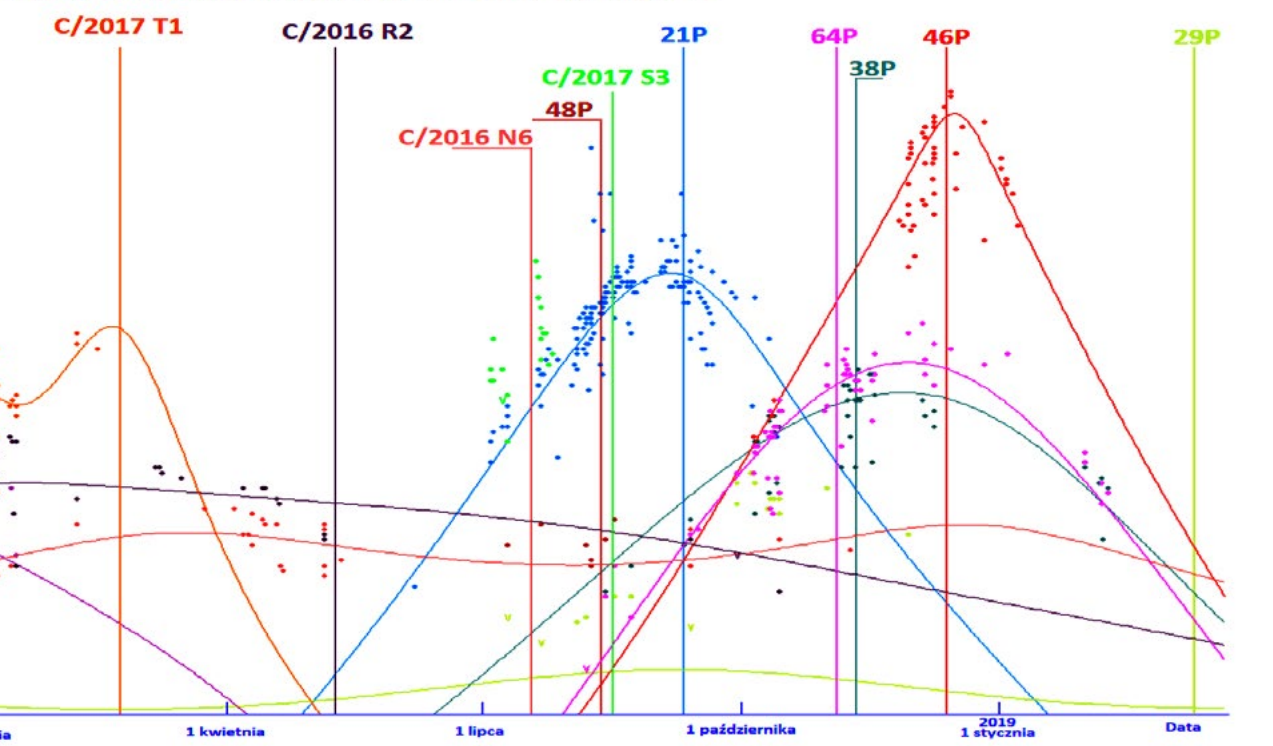
Wbrew oczekiwaniom to nie kometa Wirtanena, na którą wszyscy czekaliśmy, stała się najliczniej obserwowaną „gwiazdą z warkoczem”. Warunki pogodowe ostatniej zimy sprawiły, że nawet uzyskując oczekiwane 3,8 mag w połowie grudnia, liczba obserwacji zdecydowanie nie odzwierciedla atrakcyjności tego obiektu. Wprawdzie pojedyncze pierwsze obserwacje z Polski wykonano już we wrześniu i październiku 2018 r., jednak dopiero od końca listopada położenie obiektu pozwalało na jego ciągłe obserwacje. Na początku grudnia 46P miała jasność ok. 6 mag, jednak jej bardzo bliskie przejście w pobliżu

Ziemi (0,08 au 16 grudnia, w 4 dni po peryhelium) sprawiło, że jej jasność zwiększała się bardzo szybko. Co ważne, nie była przy tym obiektem słabo skondensowanym o słabej jasności powierzchniowej. Wręcz przeciwnie, dzięki czemu z sukcesem można było dostrzec ją nawet na niebie miejskim, choć oczywiście do ujrzenia jej w pełnej okazałości nie można było obyć się bez ciemnego nieba. Wyjazd z dala od dużych skupisk światła odpłacał się doznaniem wręcz spektakularnymi. W dobrych warunkach wprawny obserwator mógł dojrzeć ją nawet bez użycia jakiegokolwiek instrumentu optycznego. Jednak już w lornetce pod ciemnym i klarownym niebem można było dostrzec komę rozciągającą się na ponad 1 stopień! Tak dużą średnicę kątową głowa komety utrzymywała prawdopodobnie przez większą część grudnia, choć od połowy miesiąca polskie obserwacje mają wyraźną lukę, spowodowaną niekorzystną pogodą panującą wówczas praktycznie na obszarze całego kraju. Niemniej kometa pozostawała widoczna jeszcze przez pierwsze 3 miesiące 2019 r., stopniowo słabnąc wraz z oddalaniem się od Ziemi i Słońca. W sumie w 2018 r. do SOK trafiło 46 raportów obserwacyjnych, a do marca 2019 r. jeszcze kolejne 30. Biorąc pod uwagę pełną serię polskich obserwacji, kometa Wirtanena obserwowano częściej niż 64P, jednak pod koniec ubiegłego roku wynik z pewnością uległby wyraźnej poprawie, gdyby nie niesprzyjające warunki. Maksymalna średnica gazowej otoczki wyniosła 320 000 km na początku grudnia. Warkocza nie zaobserwowano.

38P/STEPHAN-OTERMA

Spośród najliczniej obserwowanych komet roku warto wyróżnić jeszcze 38P/Stephan-Oterma. Podobnie jak 64P, tę kome-

metry obserwowane w Polsce w 2018 r.



tę polscy obserwatorzy widzieli po raz pierwszy, choć sam obiekt znany jest już od 1867 r. Dlaczego więc do tej pory żaden z naszych obserwatorów nie zaraportował obserwacji tego obiektu? Wszystko za sprawą długiego okresu orbitalnego, wynoszącego niecałe 38 lat. Kiedy po raz ostatni 38P pojawiła się na niebie, nie istniała jeszcze Sekcja Obserwatorów Komet PTMA. Mimo że jasność tej komety jedynie nieznacznie przekroczyła 10 mag, uzyskując w maksimum 9,2 mag w czasie peryhelium, w samym 2018 r. wykonano 44 obserwacje tej komety. Wyjątkowo korzystne położenie na niebie i praktycznie całonocna jej widoczność z Polski sprawiła, że obserwatorzy chętnie kierowali na nią swoje lornetki i teleskopy. Jesienią na niebie można było w ciągu jednej nocy zaobserwować kilka stosunkowo jasnych komet, wśród których na pewno obowiązkową pozycją była właśnie 38P. W porównaniu do omawianych wcześniej obiektów, rzeczywista średnica kometarnej atmosfery nie była zbyt duża i nie przekroczyła 200 000 km przez cały okres obserwacji. Mimo to aktywność komety była całkiem duża, co zaowocowało dość dużą jasnością, mimo że obiekt stale znajdował się stosunkowo daleko od Ziemi. Kilka obserwacji słabnącej komety wykonano również w 2019 r. Z całkowitej serii obserwacji oszacowano jasność absolutną komety na ok. 6 mag.

POZOSTAŁE OBIEKTY

Miniony rok był tak bogaty w dość jasne komety, że nie sposób odnieść się do każdej z nich. Aż siedem obserwowano

no przynajmniej 20-krotnie w ciągu roku, co przy dobrym pokryciu czasowym wydaje się rozsądną granicą dla próby statystycznej interpretacji wyników obserwacji. Dużą popularnością cieszyły się m.in. **C/2016 R2**, **C/2016 N6** czy **C/2017 S3**. Byliśmy również świadkami kolejnych wybuchów komety **29P/Schwassman-Wachmann**, a koniec roku przyniósł odkrycie **C/2018 V1 (Machholz-Fujikawa-Iwamoto)**, dostrzeżonej wizualnie przez odkrywcę-weterana Donalda Machholza przez 18,5" teleskop. Zaledwie kilka godzin później ten sam obiekt odkryli niezależnie dwaj Japończycy. Jak wspomina Donald Machholz, od czasu jego ostatniego odkrycia musiało minąć ponad 740 godzin obserwacji, by dostrzec wizualnie nową kometa po raz kolejny. To już dwunasty obiekt odkryty przez Amerykanina. Jest on największym żyjącym odkrywcą komet, stosującym do tego celu metody wizualne. W Polsce wykonano kilka obserwacji tego obiektu. Takie odkrycia sprawiają, że świat komet nigdy nie przestanie nas zaskakiwać i nawet pomimo braku spektakularnych zapowiedzi na bieżący rok, z całą pewnością każdy komeciarz liczy na kolejną miłą niespodziankę.

Pełną analizę obserwacji będzie można znaleźć w planowanym na ten rok 51. numerze Biuletynu Naukowego SOK PTMA Komeciarz, a jego skróconą angielską wersję w najbliższym wydaniu rocznika *The Astronomical Reports*.

 **Mikołaj Sabat**



Droga Mleczna, Orion i Geminidy nad Halą Gąsienicową w Tatrach. Pod Plejadami kometa 46/P Wirtanen. Zdjęcie wykonane 13 grudnia ubr. o godz. 23.14 CSE. Fot. Michał Ostaszewski

STACJA BOLIDOWA PFN 76 ZS NR 1 KOZIENICE

Każda dodatkowa stacja bolidowa w sieci PFN jest szansą na polepszenie statystyk meteorowych i poprawę jakości zbieranych danych. Umieszczenie nowej stacji w Kozienicach było planowane już od dłuższego czasu. Chcieliśmy, żeby nasz projekt oprócz wartości naukowej miał też charakter dydaktyczny.

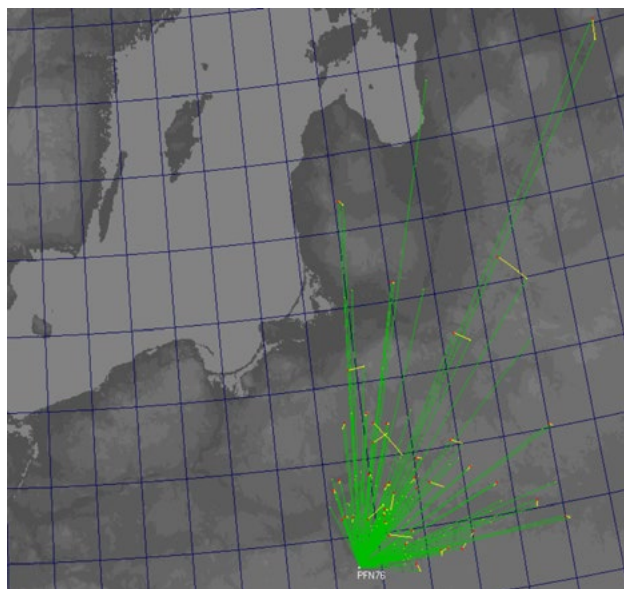
Włączenie się w projekt naukowy realizowany od 2004 r. przez Pracownię Komet i Meteorów (PKiM) oraz Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN (CAMK) w Warszawie, który służy do rejestrowania meteorów, wyznaczania orbit oraz przede wszystkim miejsc potencjalnych spadków meteoroidów, ma kilka swoich powodów. Przede wszystkim chcieliśmy zachęcić młodzież do oderwania się od smartfonów i spojrzenie w niebo. Naszym celem jest propagowanie astronomii poprzez nietypowe, bo wideoobserwacje nocnego nieba z wykorzystaniem kamer sprzężonych z komputerem oraz rejestracji meteorów za pomocą specjalnego programu wykrywającego meteory. Stacja PFN76 powstała na terenie Zespołu Szkół nr 1 w Kozienicach i była owocem innego wydarzenia, a mianowicie 35-lecia Technikum Mechanicznego. Wówczas, podczas spotkania absolwentów, powstała propozycja założenia stacji na dachu budynku szkoły. Na początek postanowiono zbudować niskobudżetową stację testową z jedną kamerą tak, aby zachęcić młodzież do obsługi i analizy rejestrowanych meteorów. W 15-letniej historii PFN założono 5 stacji bolidowych na terenach szkół i do dnia dzisiejszego tylko jedna jest obsługiwana przez kolejne pokolenie uczniów. PFN76 wyposażono w analogową kamerę firmy Tayama C3102-01A1 z obiektywem Computar TG3Z2910FCS-IR o parametrach $f = 2,9-8,2$ mm (ustawiony na ok. 3,8 mm) $F = 1,0$, komputer z systemem Windows 7, procesorem 2-rdzeniowym Intel, dyskiem twardym 580 GB i pamięcią RAM 2 GB. Do rejestracji zjawisk zakupi-



Zdj. 1. Montaż stacji, od lewej Mirosław Mazur i Zbigniew Tymiński, fot. Artur Jaśkiewicz

no program UFOCaptureHD2 (Sonotaco, www.sonotaco.com), a do wyznaczania i analizy orbit zainstalowano darmowy software UFO Analyzer V2. Montaż i uruchomienie stacji nastąpiło 1 grudnia 2018 r., po 3 tygodniach od powstania pomysłu.

Wysokość budynku oraz jego położenie pozwoliło na uzyskanie znacznego pola widzenia kamery sięgającego aż do 1500 km na północny wschód i obejmującego kraje nadbałtyckie oraz tereny za stolicą Rosji — Moskwą. Początkowo operatorami tymczasowymi zostali pomysłodawcy projektu (Mirosław Mazur — nauczyciel geografii w ZS nr 1, Artur Jaśkiewicz — absolwent) oraz Zbyszek Tymiński, który „ożywił” stację PFN76. W ciągu pierwszych dwóch miesięcy, grudzień-styczeń, zarejestrowano w sumie aż 97 zjawisk meteorowych, w tym kilka bolidów.



Zdj. 2. Zarejestrowane położenia meteorów z dwóch miesięcy pracy stacji, fot. Zbigniew Tymiński

W lutym nastąpiło uroczyste otwarcie stacji PFN76, okraszone wykładami oraz prezentacjami meteoroidów, w których uczestniczyła młodzież nie tylko ZS nr 1, ale i innych lokalnych szkół. Podczas spotkania można było obejrzeć, a nawet dotknąć meteoroidów polskich: żelaznego Morasko, kamiennego meteoroidu pułtuskiego, meteoroidów przywiezionych z wypraw na afrykańskie i arabskie pustynie oraz meteoroidów marsjańskiego i księżycowego. W sumie w wydarzeniu uczestniczyło ponad 160 uczniów.

Całe wydarzenie zostało utrwalone przez lokalne portale internetowe i telewizję — Kronikę Kozienicką. Po uroczystym otwarciu zorganizowaliśmy warsztaty dla młodych operatorów, którzy zapoznali się z podstawową obsługą oprogramowania do detekcji i analizy. Opiekun stacji Mirosław Mazur zaprosił do współpracy pięcioro uczniów ZS nr 1, a byli to: Dominika Kowalska, Mateusz Krekora, Ignacy Szymanowski, Grzegorz



Zdj. 3. Wywiad dla lokalnej telewizji, fot. Mirosław Mazur

Kacperek i Jakub Kęska. Istotą szkolenia była obróbka już zgromadzonych danych oraz wyznaczanie trajektorii na tle gwiazd i orbit meteorów. Wszystkie przeanalizowane dane w początkowej fazie są poddawane weryfikacji przez doświadczonych operatorów innych stacji. Po prostu chodzi o sprawdzenie poprawności wyznaczonych wyników przez nabierających dopiero wprawy młodych operatorów stacji PFN76. Należy pamiętać o tym, że aby projekt mógł przetrwać, trzeba pozwolić uczniom zgromadzić doświadczenie w zakresie obsługi stacji, które później powinno być przekazane ich następcom. Dane ze stacji PFN76 po analizie trafiają na serwer PFN-u znajdujący się w NCBJ POLATOM, w którym są gromadzone wyniki analiz ze wszystkich stacji bolidowych.

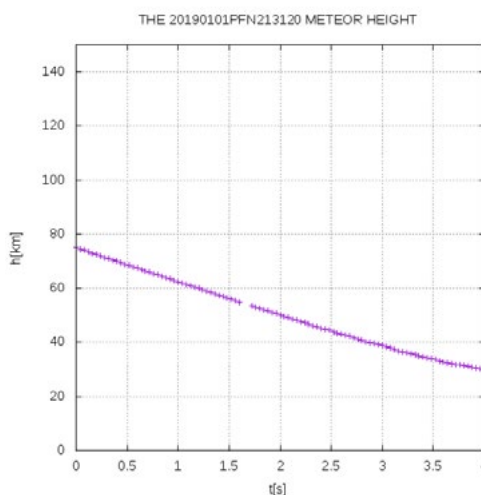
Wieczorem 1 stycznia 2019 r. stacja PFN76 zarejestrowała powolny przelot bolidu. Fakt ten został zgłoszony do prezesa PKiM Przemysława Żołądka, który jest również główną osobą odpowiedzialną za wyznaczania pola ewentualnego spadku meteoroidów. Również dzięki detekcjom z innych stacji (MDC07 Siedlce) zjawisko to zostało dokładnie policzone.

Był to całkiem ciekawy bolid wyróżniający się małą wyso-

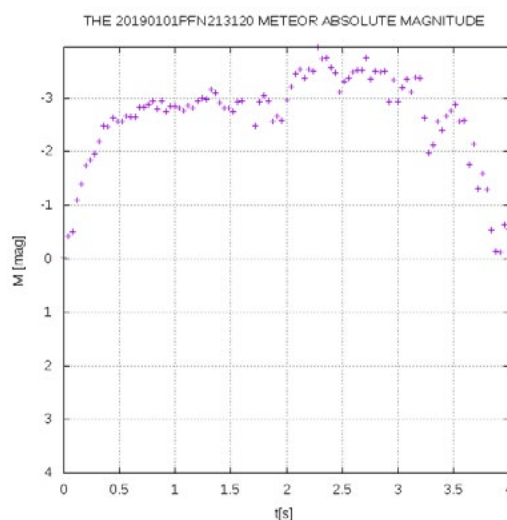


Zdj. 4. Ujęcie bolidu ze stacji MDC07 Siedlce (operator Maciej Myszkiewicz)

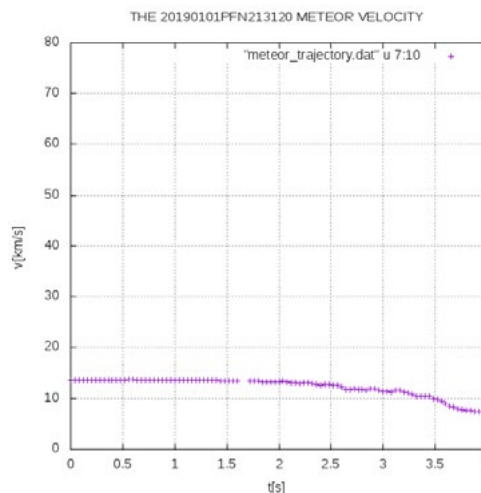
kością początkową sięgającą 74,8 km. Prędkość początkowa bolidu wynosiła 13,6 km/s i mieściła się w skrajnym obszarze wykresów opisujących zależności prędkości początkowej i wysokości początkowej dla różnych typów meteoroidów dających spadki. Można przypuszczać, że mieliśmy do czynienia z me-



Zdj. 5. Zmiana wysokości od wejścia bolidu w atmosferę aż po jego zgaśnięcie w funkcji czasu



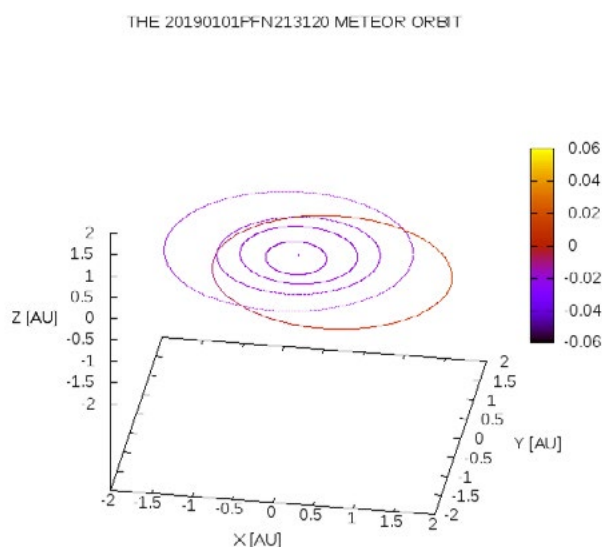
Zdj. 6. Rejestrowana jasność bolidu w M (magnitudo) w funkcji czasu



Zdj. 7. Zmiana prędkości bolidu w czasie

eteoroidem żelaznym, choć potwierdzenie tego faktu wymagałoby poważniejszych analiz z wykorzystaniem spektrometrów analizujących widmo. Wysokość końcową bolidu określono na 30 km, a prędkość końcową na 7,4 km/s.

Niestety, obiekt ten najprawdopodobniej nie dotarł do powierzchni Ziemi, wobec czego nie możemy mówić o spadku meteorytu. Bolid zakończył swój lot nad miejscowością Sobienie-Jeziory. Wyznaczona orbita była ciasna, w płaszczyźnie ekliptyki.



Zdj. 8. Wyznaczona orbita bolidu

Rejestracja takich spektakularnych zjawisk zachodzących w naszej ziemskiej atmosferze pobudziła koziennicką młodzież do zainteresowania się astronomią. W marcu tego roku wszyscy zaangażowani w projekt stacji PFN76 zostali zaproszeni na uroczyste seminarium z okazji 15-lecia PFN zorganizowanego w CAMK-u. W trakcie seminarium, zgromadzonym została przedstawiona prezentacja dotycząca młodej stacji PFN76.

Plany. Po udanym starcie projektu doszliśmy do wniosku, że rozbudujemy stację i wyposażymy ją w nowocześniejsze, cyfrowe kamery o większej rozdzielczości. To pozwoli na uzyskiwanie lepszej jakości rejestracji przelatujących meteorów, dokładniejsze wyznaczanie orbit i ewentualnych pól spadków meteorytów. Dodatkowo zamontujemy kamerę typu All-Sky (z obiektywem o polu widzenia 180°), która będzie miała za cel rejestrację najbardziej spektakularnych przelotów bolidów nad terytorium Polski.

Zachęcamy wszystkich czytelników „Uranii – PA” do wzięcia udziału w projekcie PFN i założenia własnej stacji bolidowej. Tym bardziej że obecnie istnieje możliwość pozyskania sprzętu za przysłowiowe „nic”, a zainwestować należy tylko własną, włożoną w projekt pracę.

Bibliografia

Pobrano z lokalizacji https://pl.wikipedia.org/wiki/Polska_Sie%C4%87_Bolidowa

 **Artur Jaśkiewicz, Zbigniew Tymiński, Przemysław Żołądek, Mirosław Mazur**

RADIO PLANET I KOMET

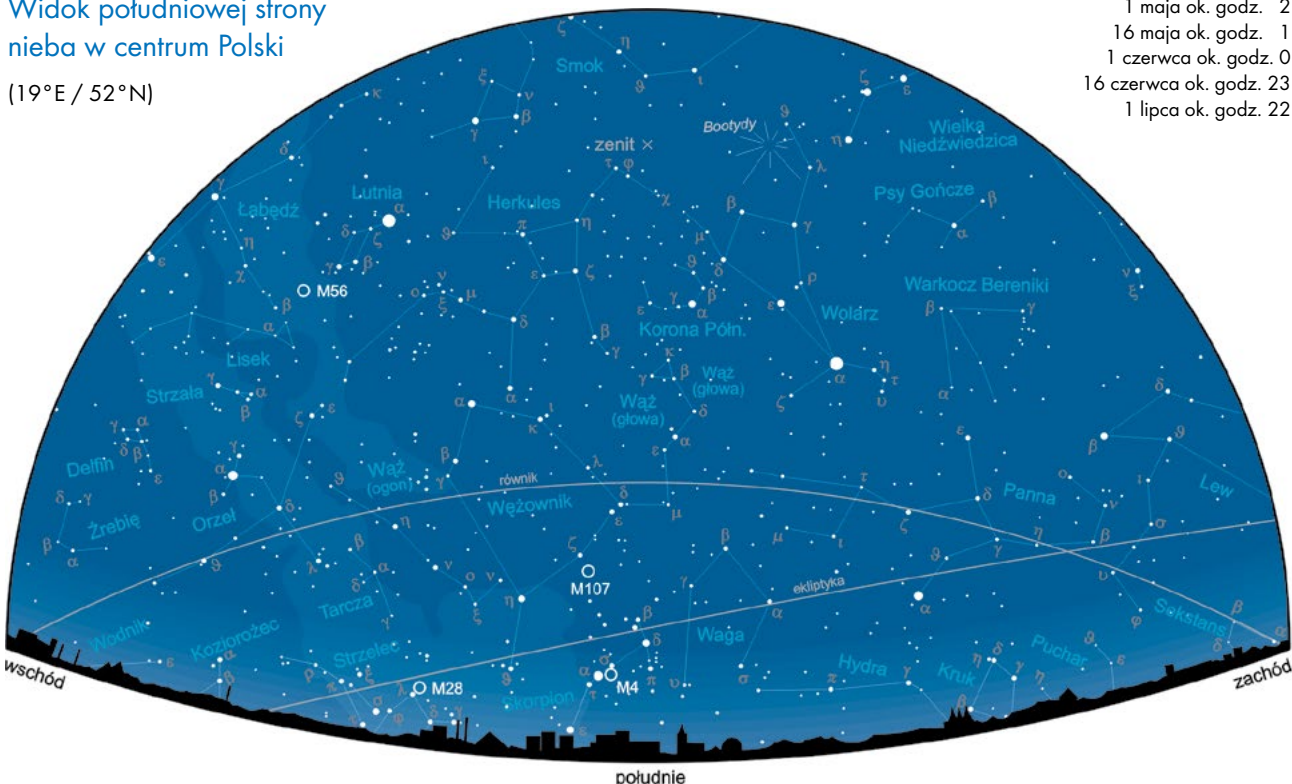
O 20:05 W DRUGI I CZWARTY
PONIEDZIAŁEK MIESIĄCA

PiK
POLSKIE RADIO

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)



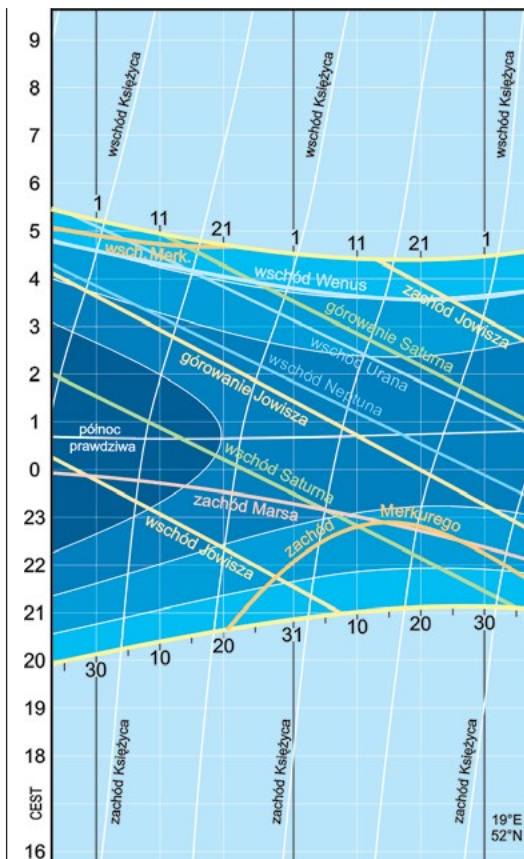
- 1 maja ok. godz. 2
- 16 maja ok. godz. 1
- 1 czerwca ok. godz. 0
- 16 czerwca ok. godz. 23
- 1 lipca ok. godz. 22

NIEBO W MAJU I CZERWCU 2019

Maj i pierwsze trzy tygodnie czerwca, to na północnej półkuli Ziemi okres dalszego wydłużania się długości dnia i tym samym skracanie nocy, jednak w miarę zbliżania się do daty letniego przesilenia tempo tego procesu stopniowo maleje do zera. Po trwającej 92 d 17 h 56 min wiosnie, wraz z osiągnięciem przez Słońce 21 czerwca o godz. 17.54 punktu Raka, rozpocznie się, dłuższe o 22,0 h, tegoroczne astronomiczne lato. Ta nieznaczna różnica ma związek z przypadającym już latem, tuż po północy 4/5 lipca, aphelium, czyli największym w roku oddaleniem Ziemi od Słońca, co przekłada się na najmniejszą wtedy liniową prędkość naszej planety.

Od początku maja do letniego przesilenia, w centralnej Polsce dzień wydłuża się z 14 h 53 min do 16 h 44 min, a więc jeszcze o blisko 2 godziny, ale do końca czerwca, przez pierwsze 9 letnich już dni ubędzie zaledwie 4 min dnia. Pierwszego dnia lata maksimum osiąga różnica w długości dnia pomiędzy południowymi a północnymi krańcami Polski: od 16 h 12 min w Ustrzykach Górnych do 17 h 19 min w Jastrzębiej Górze.

Na przełomie maja i czerwca, przez całą noc towarzyszy nam już Trójkąt Letni, gwiazdny symbol nadchodzącej pory roku, wytyczony przez najjaśniejsze gwiazdy letnich gwiazdozbiorów Lutni, Łabędzia i Orła. Najjaśniejszą jego gwiazdą jest zerowej wielkości gwiazdowej Wega z Lutni, której arabska nazwa pochodzi od określenia pikującego orła, zaś pozostałe, to 2 razy ciemniejszy Altair, czyli również... orzeł, ale tym razem z konstelacji o tej samej nazwie i jeszcze 1,5-krotnie ciemniejszy Deneb, co tłumaczy się jako ogon Łabędzia. W tym czasie, przez całą krótką już noc, Trójkąt Letni wędruje przez południowo-wschodnią stronę nieba, by najwyżej wznieść się krótko przed świtem. Wyprzedzają go jednak mniej wyraziste letnie konstelacje Herkulesa, Węzownika i Węża, nad ranem wypełniające znaczną połac południowo-wschodniej części nieba.

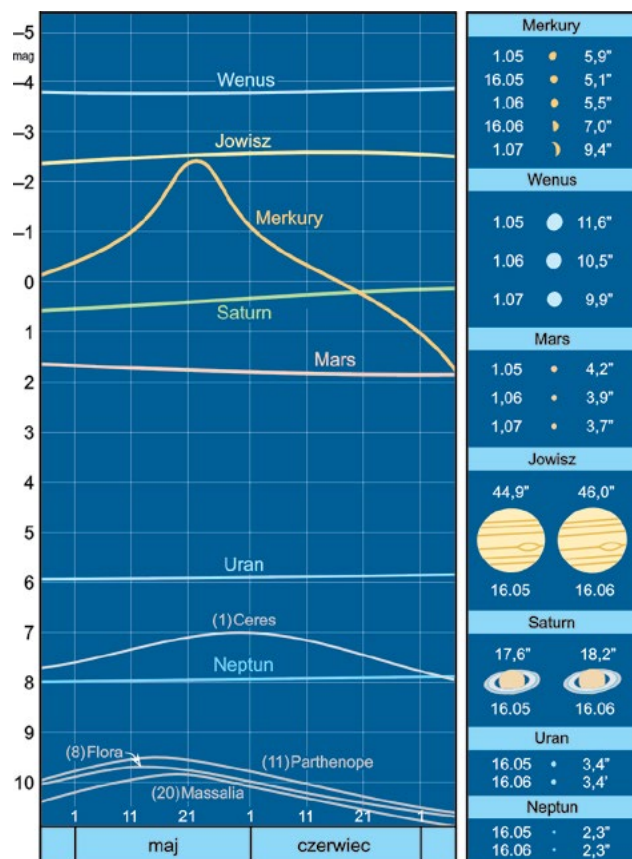


Wschody i zachody Słońca, Księżycy i planet

Więcej informacji:
 ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIĘŻORA
<http://www.urania.edu.pl/almanach>

Znacznie niżej wędrują ponad horyzontem zodiakalne letnie gwiazdozbiory Skorpiona, Strzelca i Koziorożca. Nieznacznie ustępujący jasnością Altairowi, czerwony Antares, którego nazwę należy rozumieć jako anty-Ares (czyli anty-Mars), to jeszcze jedna z czwórki najjaśniejszych gwiazd obszaru letniego nieba. Dość obszerny gwiazdozbiór Skorpiona, swymi południowymi krańcami nigdy nie wychyla się spod naszego horyzontu. Wskutek głównie precesji osi ziemskiej, w naszych czasach przez konstelację Skorpiona przebiega zaledwie 6,5° ekliptyki, natomiast kolejne 18,5° znalazło się dziś w granicach Wężownika, błędnie nazywanego nierzadko „trzynastym znakiem zodiaku”. Znaków zodiaku było i będzie zawsze 12 – wyznaczają je jednakowej długości, 30-stopniowe odcinki pozornej rocznej drogi Słońca na tle gwiazd. Dziś znaczenie znaków zodiaku w astronomii jest w zasadzie marginalne, jednak to one wytyczają położenia powoli przesuwających się punktów równonocy i przesileń, lub też – jeśli ktoś woli – to owe punkty decydują o położeniu znaków zodiaku.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarzyka pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie majowych i czerwcowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżycy 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 kil-



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia maja i czerwca 2019 roku

maj

- 2 16.38 koniunkcja Księżycy 3,3°S z Wenus
- 3 10.46 koniunkcja Księżycy 2,7°S z Merkurem
- 4 4.14 koniunkcja Księżycy 4,4°S z Uranem
- 5 0.45 nów Księżycy
- 6 ~16.00 maksimum aktywności roju meteorów Eta-Akwarydy
- 8 1.49 koniunkcja Księżycy 3,2°S z Marsem
- 8 15.22 koniunkcja Merkurego 1,3°S z Uranem
- 9 7.46 maksymalna deklinacja Księżycy, $\delta = +22^{\circ}15'$
- 9 20.50 Księżyc w węźle wstępującym, $\lambda = 109^{\circ}05'$
- 12 3.12 pierwsza kwadra Księżycy
- 12 5.09 opozycja planetoidy (8) Flora, 1,53 au od Ziemi
- 13 23.53 perygeum Księżycy, 369 014,9 km od Ziemi
- 14 20.26 Słońce wkracza do gwiazdozbioru Byka
- 15 2.56 opoz. planetoidy (11) Parthenope, 1,41 au od Ziemi
- 18 18.16 koniunkcja Wenus 1,1°S z Uranem
- 18 23.11 pełnia Księżycy
- 19 5.09 opozycja planetoidy (20) Massalia, 1,62 au od Ziemi
- 20 19.04 koniunkcja Księżycy 1,7°N z Jowiszem
- 21 9.59 Słońce wstępuje w znak Bliźniąt; $\lambda = 60^{\circ}$
- 21 14.12 koniunkcja górna Merkurego ze Słońcem (20'N)
- 22 8.38 maksymalna deklinacja Księżycy, $\delta = -22^{\circ}19'$
- 22 21.12 Księżyc w węźle zstępującym, $\lambda = 288^{\circ}12'$
- 23 0.22 bliska koniunkcja Księżycy 31°S z Saturnem
- 26 15.27 apogeum Księżycy, 404 144,3 km od Ziemi
- 26 18.34 ostatnia kwadra Księżycy
- 27 21.38 koniunkcja Księżycy 3,5°S z Neptunem
- 30 1.24 opoz. planety karłowatej (1) Ceres, 1,75 au od Ziemi
- 31 15.25 koniunkcja Księżycy 4,5°S z Uranem

czerwiec

- 1 21.55 koniunkcja Księżycy 3,1°S z Wenus
- 3 12.02 nów Księżycy
- 4 17.41 koniunkcja Księżycy 3,7°S z Merkurem
- 5 14.59 maksymalna deklinacja Księżycy, $\delta = +22^{\circ}22'$
- 5 16.47 koniunkcja Księżycy 1,6°S z Marsem
- 6 0.46 Księżyc w węźle wstępującym, $\lambda = 107^{\circ}37'$
- 8 1.15 perygeum Księżycy, 368 510,0 km od Ziemi
- 10 7.59 pierwsza kwadra Księżycy
- 10 17.27 Jowisz w opozycji do Słońca, 4,284 au od Ziemi
- 16 20.09 koniunkcja Księżycy 2,0°N z Jowiszem
- 17 10.31 pełnia Księżycy
- 18 17.28 maksymalna deklinacja Księżycy, $\delta = -22^{\circ}23'$
- 18 18.04 bliska koniunkcja Merkurego 14'N z Marsem
- 19 3.51 Księżyc w węźle zstępującym, $\lambda = 287^{\circ}21'$
- 19 5.53 bliska koniunkcja Księżycy 27°S z Saturnem
- 21 17.54 Słońce wstępuje w znak Raka; $\lambda = 30^{\circ}$
- 22 4.01 Słońce wkracza do gwiazdozbioru Bliźniąt
- 23 9.50 apogeum Księżycy, 404 554,7 km od Ziemi
- 24 1.15 maksymalna elongacja Merkurego, 25,2°E od Słońca
- 24 5.55 koniunkcja Księżycy 3,6°S z Neptunem
- 25 11.46 ostatnia kwadra Księżycy
- 28 ~0.00 maksimum aktywności roju meteorów Bootydy
- 28 2.34 koniunkcja Księżycy 4,5°S z Uranem

ku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarzyka (Spójrz w Niebo). Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Dokładniejsze terminy omawianych zjawisk zebrano w tabelce na drugiej stronie Kalendarzyka. Wszystkie momenty podane są w obowiązującym w Polsce od 31 marca do 26 października br. czasie środkowoeuropejskim letnim (CEST).

SŁOŃCE

W ciągu w sumie 61 dni maja i czerwca, Słońce pokonuje na niebie pozornie dystans $58^{\circ}33'$, rozpoczynając wędrówkę na tle gwiazd niemal w połowie odcinka ekliptyki zawartego w gwiazdozbiore Barana ($10,0^{\circ}$ znaku Byka), a kończąc w zachodniej części konstelacji Bliźniąt u stóp Kastora ($8,6^{\circ}$ znaku Raka). Krótsza tym razem, w porównaniu z innymi miesiącami, trasa pokonana przez Słońce, wiąże się również z bliską datą aphelium (4/5 lipca) i niemal już najwolniejszym pod koniec czerwca ruchem orbitalnym Słońca.

Podczas letniego przesilenia nasza Dzienna Gwiazda osiąga największą odległość na północ od równika, czyli maksymalną deklinację dodatnią: $+23^{\circ}26'$, dzięki czemu obserwowane z centralnej szerokości geograficznej Polski (52°N), podczas górowania wznosi się na $61,4^{\circ}$ nad południowy horyzont, zaś najdłuższy tego dnia łuk dziennej wędrówki Słońca po niebie, rozpoczyna się i kończy 41° na północ od kardynalnych punktów wschodu E i zachodu W.

KSIĘŻYC

Tegoroczną majowo-czerwcową wędrówkę na tle gwiazd, 4 doby po ostatniej kwadrze oświetlony w 15,8%, nasz naturalny satelita rozpoczyna w północno-wschodnim krańcu gwiazdozbioru Wodnika, $3,5^{\circ}$ od granicy z Rybami, by po dokonaniu 2,45 obiegów nieba i przebyciu łącznie dystansu 783° , z końcem czerwca, niespełna 2 doby przed nowiem, dotrzeć do centrum konstelacji Byka, z tarczą oświetloną w 4,7%.

Jak zwykle, w tym czasie Księżyc dwukrotnie przewędruje na niebie w pobliżu każdej z planet, z Uranem spotykając się nawet trzykrotnie. Podobnie jak w marcu i kwietniu, również tym razem najbliższymi z tych spotkań będą koniunkcje z Saturnem.

Podczas pierwszej z nich, krótko po północy 22/23 maja, pomiędzy pełnią a ostatnią kwadrą, oświetlony w 83% Księżyc, geocentrycznie minie Saturna w odległości $31'$, jednak z naszego punktu widzenia (topocentrycznie) będzie to 2,7-krotnie dalej ($1,4^{\circ}$). Podczas drugiej koniunkcji, rankiem 19 czerwca, Księżyc niespełna 2 doby po pełni oświetlony jeszcze w 96,7%, geocentrycznie znajdzie się w odległości $26,5'$ od Saturna, na naszym niebie, 2,5 h po wschodzie Słońca, podobnie jak poprzednio minie planetę 2,6 razy dalej. To jednak nie koniec tegorocznej serii bliskich, a nawet bardzo bliskich koniunkcji Księżyca z Saturnem, z których najbliższe, na odległość niespełna $2,5'$, czekają nas 12 sierpnia i 8 września.

Choć już ponad rok minął od ostatnich z wielomiesięcznej serii zakryć Aldebarana przez Księżyc, nadal za efektywne uznac możemy same przejścia Księżyca na tle gwiazdozbioru Byka, w pobliżu Plejad i Aldebarana, jednak raczej nie będą takimi trzy majowo-czerwcowe wizyty Księżyca w Byku, przypadające w pobliżu nowiu.

PLANETY I PLANETOIDY

Choć noce coraz krótsze, maj, a zwłaszcza czerwiec, są w tym roku całkiem dogodnym okresem obserwacji większości planet. Jednak tylko dzięki dużej, nawet w minimum blasku, jasności Wenus, możemy przez cały ten czas obserwować ją jeszcze w roli Gwiazdy Porannej, ale wschodzącą zaledwie 40–50 min przed Słońcem, czyli pod koniec świtu żeglarskiego. Z kolei czerwiec, to najlepszy w całym tym roku okres wieczornej widoczności Merkurego, zachodzącego od 1 h 15 min do 1 h 45 min po Słońcu, ponad 6-krotnie zmniejszającego jednak w tym czasie swą jasność (od -1 do $+1$ magnitudo), więc optymalnie najlepsze warunki obserwacji to pierwsza połowa miesiąca.

Po wielu miesiącach zachodów Marsa o niemal stałej godzinie, od połowy kwietnia Czerwona Planeta powoli przyspiesza swoje zachody, z końcem czerwca znikając pod horyzontem już 1,5 h wcześniej niż na początku maja, przy niemal stałej, bliskiej minimum, jasności. Coraz późniejsze jednak zachody Słońca i tym samym zmierzchy, powodują, że czas widoczności Marsa maleje znacznie szybciej: licząc od zmierzchu cywilnego do zachodu Marsa — z 3 godzin 1 maja do pół godziny 30 czerwca.

Jowisz, z racji przypadającej 10 czerwca jego opozycji do Słońca, osiąga w tym czasie maksymalną jasność i przez cały



ten miesiąc będzie widoczny od zmierzchu aż po świt. Miesiąc później przypadającej opozycji Saturna zawnieźczamy również jego wzrastającą niemal do maksimum w końcu czerwca jasność oraz niemal całonocną, zwłaszcza pod koniec czerwca widoczność.

Z braku na przełomie wiosny i lata całkowicie ciemnych nocy astronomicznych, niełatwo obserwować Urana, a tym bardziej Neptuna, zwłaszcza że pojawiają się na niebie w drugiej połowie nocy również dopiero w czerwcu. Na korzystniejsze warunki ich obserwacji musimy jednak poczekać do jesieni.

W omawianym okresie brak specjalnie atrakcyjnych opozycji jaśniejszych planetoid. Warto jednak zwrócić uwagę na serię trzech opozycji planetoid: (8) Flora, (11) Parthenope i (20) Massalia, zachodzących w ciągu jednego tygodnia (12–19 lipca), na tle gwiazdozbioru Wagi, podczas których osiągają one jasności zaledwie 9,5–9,8 mag. Zdecydowanie lepiej prezentuje się podczas opozycji, niegdysiejsza planetoida (1) Ceres. Odkryta 1 stycznia 1801 r. przez Giuseppe Piazziego jako domniemana, wówczas ósma planeta, od 2006 r. zaliczana do nowej, nielicznej dotąd kategorii planet karłowatych, 30 lipca na granicy konstelacji Skorpiona i Wężownika osiągnie jasność 10–13-krotnie większą od wcześniej wymienionych trzech planetoid.

ROJE METEORÓW

W omawianym okresie godnymi uwagi są dwa obfite roje meteorów, których maksima przypadają w warunkach sprzyjających obserwacji. Pierwsze wzmianki o meteorach z roju eta-Akwarydów, związanych ze słynną kometą 1P/Halley, pochodzą z chińskich kronik z VII w. n.e. Te bardzo szybkie meteory ze śladami są aktywne od trzeciej dekady kwietnia niemal do końca maja. Tegoroczne maksimum przewidziane jest na popołudnie 6 maja, więc najlepszą porą obserwacji meteorów tego roju będzie końcówka, bezksiężycowej doby po nowiu, nocy 5/6 maja. Mamy wtedy szansę dostrzeżenia ponad południowo-wschodnim horyzontem nawet do około 50 przelotów meteoru, pozornie wybiegających z północnych rejonów, wschodzącej właśnie konstelacji Wodnika.

Radiant czerwcowego roju Bootydów usytuowany jest blisko północnej granicy konstelacji Wolarza, dzięki czemu podczas górowania sięga u nas niemal zenitu. I właśnie z bardzo wysoka rozbiegają się na wszystkie strony powolne, czerwona-

we meteory tego roju, Wywołują je drobinki okresowej komety 7P/Pons-Winnecke, do których Ziemia każdego roku zbliża się w trzeciej dekadzie czerwca. Podczas maksimum, około północy 27/28 czerwca, mamy szansę w ciągu każdej godziny dostrzec nawet do 100 przelotów meteorów. Tej nocy oświetlony w 1/4 Księżyc w Wielorybie, wszędzie dopiero około godz. 2.00, niespecjalnie utrudniając obserwacje nawet krótko przed świtem,

GWIAZDY ZMIENNE

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

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8673 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabela zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

maj		czerwiec			
4,	4.06	24,	5.47	16,	4.16
7,	0.55	27,	2.36	19,	1.05
9,	21.44	29,	23.29	21,	21.53

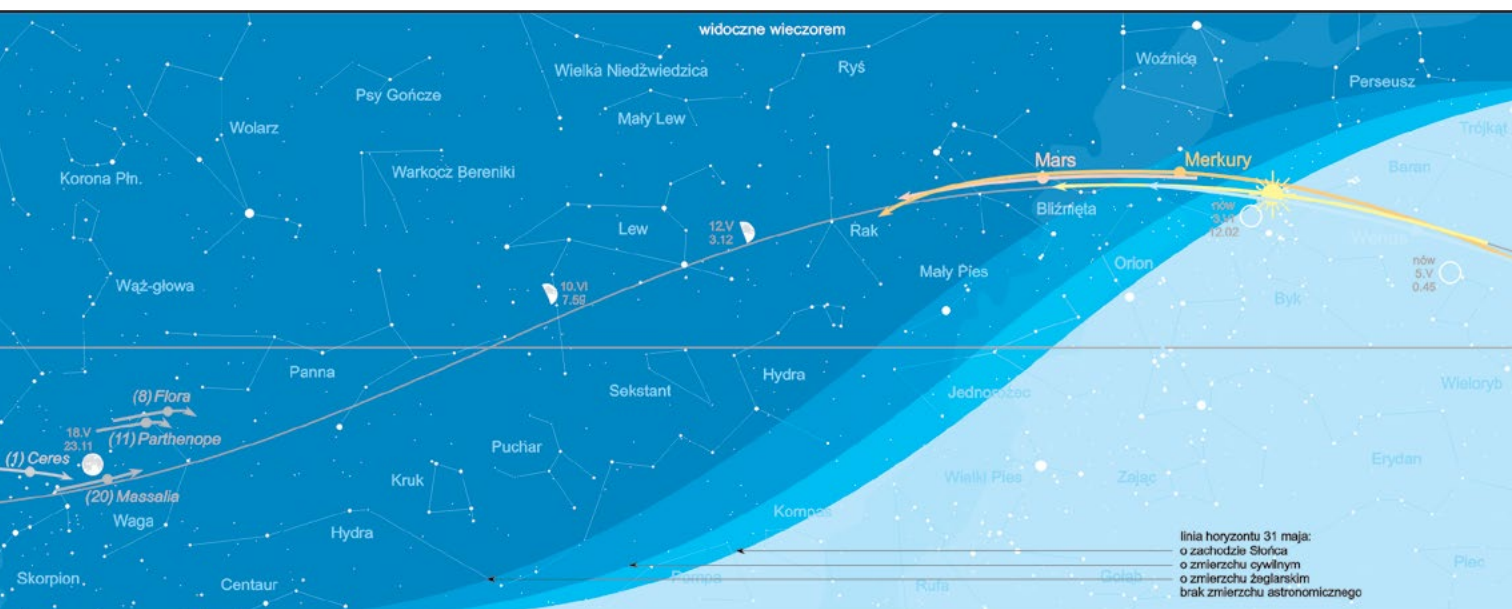
Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabela podaje momenty maksimów jasności:

maj		czerwiec	
16,	0.32	1,	2.55
		27,	22.53

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

maj		czerwiec			
5,	R Aql 6,1 ^m	1,	T Her 8,0 ^m	21,	RT Cyg 7,3 ^m
9,	R LMi 7,1 ^m	3,	U Cyg 7,2 ^m	27,	R Sgr 7,3 ^m
9,	S Vir 7,0 ^m	4,	R Ser 6,9 ^m	30,	R Aqr 6,5 ^m
14,	V Mon 7,0 ^m	19,	R Aur 7,7 ^m	30,	T Cep 6,0 ^m
16,	R Boo 7,2 ^m				
23,	R Peg 7,8 ^m				

 Jan Desselberger





Źródło: Wikipedia / ESO

Galaktyka kulista M 4



Źródło: Wikipedia / ESO

Galaktyka kulista M 107



Źródło: Wikimedia / NASA & ESA

Galaktyka kulista M 56

LETNIE ZGROMADZENIA GWIAZD

Znaczną część naszego obszaru nieba letniego obserwujemy na tle szerokich pasm Drogi Mlecznej: Ramion Tarczy-Krzyża oraz Strzelca. Dzięki temu, zwłaszcza w południowej części tego obszaru, mamy wyjątkowe bogactwo skupisk gwiazd w postaci gromad otwartych i kulistych. Te widoczne z naszych szerokości geograficznych, w przeważającej większości nie wznoszą się zbyt wysoko na niebo, więc czas ich widoczności jest niekiedy znacznie ograniczony. Jednak już nawet z początkiem maja, wybrane tu przykładowe kuliste gromady gwiazd dadzą się obserwować przez większą część krótkich letnich nocy.

Wszystkie przedstawione tym razem obiekty pochodzą z XVIII-wiecznego słynnego Katalogu mgławic i gromad gwiazd, francuskiego astronoma Charlesa Messiera, z tym że w pierwotnej jego wersji, z bliżej niewiadomych powodów, nie znalazła się m.in. gromada M 107, co wraz z kilkoma innymi obiektami znanymi już autorowi Katalogu, zostało uzupełnione dopiero w XX wieku.

Proponowane poniżej do obserwacji obiekty różnią się dość znacznie jasnością, wszystkie jednak, przynajmniej jako mgiełki, dostrzeżemy przez niewielki nawet amatorski teleskop, poszczególnych gwiazd dopatrzmy się jednak dopiero przy zastosowaniu większego teleskopu i/lub długo naświetlanych fotografii.

M 4 — najjaśniejsza z prezentowanych tu gromad kulistych, odkryta już w 1746 r., przez szwajcarskiego astronoma Jean-Philippe'a de Chéseaux, to obiekt o średnicy około 75 lat św., skupiający kilkadziesiąt tysięcy gwiazd. Jedną z bliższych

nam gromad, z odległości 7,2 tysiąca lat św., na naszym niebie przyjmuje kątową średnicę 36', czym nieznacznie przewyższa rozmiary księżycowej tarczy. Nawet za pomocą dobrej lornetki, bez trudu możemy ją dostrzec w postaci mgiełki, zaledwie 1,3° na zachód od czerwonego Antaresa, najjaśniejszej gwiazdy konstelacji Skorpiona.

M 28 — odkryta w 1764 r. przez samego Messiera, gromada kulista gwiazd w Strzelcu. Przy mniejszych o 1/5 w porównaniu z M 4 rozmiarach i 2,5-krotnie większej odległości, jej kątowa średnica na naszym niebie to niewiele ponad 11', a więc 3 razy mniej od tarczy Księżyca i również jasnością 3-krotnie ustępuje poprzedniej gromadzie. Za pomocą amatorskiego teleskopu, gromadę tę odnajdziemy niespełna 1° na północny zachód od Kaus Borealis (lambda Sagittarii), jednej z najjaśniejszych gwiazd konstelacji Strzelca

M 107 — odkryta w 1782 r. przez Pierre'a Méchaina gromada kulista gwiazd w konstelacji Wężownika, położona 12° wyżej od poprzednich, przez co widoczna ponad naszym horyzontem przez około 10 godzin, o 3 h dłużej od dwóch poprzednich. Obiekt o średnicy 80 lat św., z odległości niespełna 21 tysięcy lat św. na naszym niebie ma rozmiar 13', ale jest jeszcze 2,7-krotnie ciemniejszy od poprzedniej gromady. Gromadę odnajdziemy kierując obiektyw teleskopu 2,7° na południowy zachód od gwiazdy zeta Ophiuchi w zachodniej części Wężownika.

M 56 — jeszcze o 30% ciemniejszą od poprzedniej, największą (85 lat św.), ale też najdalszą (33 tys. lat św.) z prezentowanych tym razem kulistych gromad gwiazd, odkrył w 1779 r. Charles Messier. O różnych porach nocy można ją obserwować przez cały rok — usytuowana wewnątrz Trójkąta Letniego, w południowo-wschodniej części gwiazdozbioru Lutni, wznosi się na nasze niebo na niemal 70°. Najjaśniejsze gwiazdy gromady są jasności zaledwie 13 mag., więc przez średniej nawet wielkości amatorski teleskop o aperturze 180 mm, nie sposób dostrzec pojedynczych gwiazd, a jedynie mglistą plamę o średnicy kątowej niespełna 9'. Gromadę odnajdziemy w połowie odcinka łączącego gwiazdy Albireo (beta Cygni) w Łabędziu i Sulafat (gamma Lyrae) w Lutni.



Źródło: NASA, STScI, WikiSky

Galaktyka kulista M 28

Greki, fortepian i gwiazdy

Ostatnio o muzyce Vangelisa pisałem przy okazji wydania albumu z muzyką stworzoną na zamówienie Europejskiej Agencji Kosmicznej do misji „Rosetta” uwieńczony lądowaniem na jądrze komety Czuriomowa-Gierasimienki (*Urania 5/2016*). Ponoć kompozytor zaangażowany jest obecnie w tworzenie muzyki ilustrującej trwającą wciąż epopeję sondy Juno wysłanej przez NASA do największej planety Układu Słonecznego — Jowisza. Wykorzystane mają być w niej dźwięki przetworzonych drgań elektromagnetycznych zarejestrowanych w przestrzeni kosmicznej. Kto wie, czy na efekt końcowy nie trzeba będzie czekać do zakończenia misji Juno, czyli do lipca 2021 r.?

Na razie jednak jest czym cieszyć uszy, gdyż Wielki Grek wydał na początku tego roku piękny, nastrojowy album zatytułowany „Nocturne”. Album jakby stworzony do słuchania pod rozgwieżdżonym niebem. Wypełnia go 11 premierowych, niesłychanie subtelnych kompozycji, przeplatanych sześcioma bardzo znanymi tematami z wcześniejszej twórczości Vangelisa, ale w nowych, fortepianowych aranżacjach. W podtytułe czytamy „The Piano Album”. Nie oznacza to ograniczenia się kompozytora i wykonawcy w jednej osobie do tego jednego tylko instrumentu. Ba! W samym środku albumu w utworze *Intermezzo* i w finałowym *Pour Melia* wręcz nie usłyszymy fortepianowych dźwięków! Swoją drogą, ciekawe, kim jest owa Melia, której poświęcił Vangelis tę uroczą miniaturkę zamykającą album, a nawet zadedykował całość?

Już od pierwszego wysłuchania Vangelisowych nokturnów moim faworytem stał się trzeci utwór na płycie, czyli brawu-



rowo nagrany na fortepianie *Movement 9* — kompozycja pochodząca z albumu „Mythodea” poświęconego misji Mars Odyssey 2001. Co ciekawe, to jedyny utwór na płycie nagrany nie przez samego Vangelisa, lecz przez gościnnie występującą tu Irinę Valentinową.

Gorąco polecam wszystkim miłośnikom astronomii i muzyki to ostatnie dzieło greckiego oscarowego kompozytora samouka (tak, tak, grający i komponujący od czwartego roku życia Evangelistos Papatasiou, bo takie jest jego prawdziwe nazwisko, nie ma żadnego formalnego muzycznego wykształcenia). Słuchanie „Nocturne” to jak patrzenie nocą w niebo pełne gwiazd. Dziwne połączenie uczucia jednostkowej samotności z równoczesnym poczuciem bycia częścią czegoś wielkiego i pięknego. Nie przypadkiem okładkę zdobi zdjęcie nieba usianego gwiazdami. Nie znalazłszy informacji o jego źródle, podejrzewam, że zrobił je sam Vangelis!

 **Jacek Drązkowski**

Konkurs na fotki z Uranią



Spotkanie Opiekuna Żagańskich Astronomów – Johanna Keplera – z czytelnikami „Uranii”. Pan Johannes bardzo zainteresowany pismem zachodzi w głowę, co tam o nim powypisywano? Ale będzie zdziwiony, jak zajrzy do środka. Fot. Jacek Patka



Koło Astronomiczne w Kaliszu

W CIENIU MALAPERTA

„Astronomia jest kobietą” to tytuł wykładu, który w Kaliszu wygłosiła sekcja młodzieżowa lokalnego Koła Astronomicznego Malapert. Impreza odbyła się 7 marca 2019 r. z okazji Dnia Kobiet, w ramach obchodów 100 rocznicy powstania Międzynarodowej Unii Astronomicznej i globalnej pod hasłem „kobiety i dziewczęta w astronomii” („Women and girls in astronomy”).

Patronem naszego Koła jest Karol Malapert — jezuicki uczonek, który w 1613 r. przywiózł do Kalisza lunety i wynalazł tutaj pierwowzór montażu paralaktycznego. Publiczne wykłady to jedna z form promocji astronomii. Staramy się realizować nasze spotkania w możliwie atrakcyjny i innowacyjny sposób. Dla przykładu, w listopadzie 2018 r. obchodziliśmy 5 rocznicę powstania naszego Koła. Obchody rocznicowe przypieczętowaliśmy zorganizowanym wspólnie z Państwową Wyższą Szkołą Zawodową i Miastem Kalisz wykładem pod kontrolnym tytułem „Gdzie jest Pluton?”. Plutona szukaliśmy w wybuchowej atmosferze, przy krzykach zgromadzonej

licznie widowni. Przypomnieliśmy, że wbrew obiegowym opiniom, ta karłowata planeta jest przecież częścią Układu Słonecznego. Innym razem, z okazji prima aprilis zaprosiliśmy „wierzących w horoskopy” na prelekcję pt. „Nie wierzę w horoskopy”. Opowiadaliśmy o mitach związanych ze znakami zodiaku, rysowaliśmy horoskopy w oparciu o położenie planet na sferze niebieskiej i badaliśmy statystykę własnych dat urodzenia.

Koło Astronomiczne Malapert realizuje swoją działalność przede wszystkim poprzez regularne, cotygodniowe spotkania w dwóch grupach wiekowych. Grupa Młodsza (mówią na siebie Malapertki) skupia uczniów młodszych klas szkół



Odnaka „Prawdziwy Astronom Amator” przyznawana za zdobycie 10 sprawności astronomicznych w Grupie Młodszej, opis w tekście

podstawowych oraz przedszkolaków. Zajęcia tej grupy to bardzo dynamiczna lekcja astronomii. Na zajęciach wykorzystujemy teleskopy, mobilne planetarium, sugestywne doświadczenia z zakresu nauk ścisłych, a przede wszystkim niezmiernie kreatywność żądnych wiedzy i zabawy młodych odkrywców kosmosu.

Właśnie z myślą o młodych odkrywcach przetłumaczyłem na język polski i dostosowałem do lokalnych warunków kolekcję „sprawności” astronomicznych znanych pod nazwą odznak „prawdziwego astronoma”. „Prawdziwy astronom amator” to kolekcja 12 odznak przygotowanych dla zdobywania sprawności astronomicznych dla najmłodszych uczestników Koła Astronomicznego. Inspiracją i bezpośrednim oryginalnym źródłem dla aktywności jest przygotowana przez Universe Awareness kolekcja „The awesome amateur astronomer” dostępna na stronie: www.unawe.org/awesome Polska edycja dostępna jest pod adresem: www.malapert.pl/odznaki

Grupa Starsza, która nosi oficjalną nazwę Malaperty, zrzesza starszych uczniów podstawówek, licealistów, studentów i wszystkich starszych zainteresowanych astronomią. Zajęcia Grupy Malaperty opierają się w całości na propozycjach członków grupy. Pomysły te zwykle dotyczą bieżących zjawisk na niebie i wydarzeń medialnych znanych



Grupa Młodsza Koła Astronomicznego Malapert w Kaliszu we wrześniu 2015 r. w trakcie uroczystości otwarcia 3. sezonu zajęć. Fot. Radosław K. Pior

ze świata wielkiej astronomii i astronautyki. Młodzież zrzeszona w kole astronomicznym reprezentuje Kalisz w ogólnopolskich olimpiadach i seminariach, a także w sposób aktywny pomaga w organizacji wykładów i pokazów nieba dla mieszkańców Kalisza i okolic.

Większość członków Koła Astronomicznego dysponuje własnym sprzętem do obserwacji nieba. Korzystając z prywatnych teleskopów, staramy się obserwować niebo w czasie naszych spotkań. Niestety na przeszkodzie w realizacji tego celu, w wielu przypadkach stoją warunki pogodowe. Na szczęście za każdym razem mamy przygotowane materiały do zajęć, które pogodnego nieba nie wymagają. Dzisiejszy, niczym nieograniczony dostęp do astronomicznych materiałów filmowych i zdjęciowych w znacznym stopniu rekompensuje brak pogody nad Kaliszem w czwartki, kiedy mają miejsce nasze spotkania.

Do stałych elementów naszych spotkań należą organizowane w otwartej formie wykłady, seanse w mobilnym planetarium, pokazy nieba, wycieczki i wyprawy astronomiczne. Członkowie Koła Malapert realizują wspólnie nie tylko kosmiczne pasje, potwierdzając, że nie samą nauką żyje człowiek. Formalny opis tego fenomenu nazwałem 3×F (patrz ramka na s. 69).

Na regularnych zajęciach utrzymujemy stałą frekwencję po kilkanaście osób w każdej grupie wiekowej. Prawdziwym testem liczebności naszych imprez są jednak publiczne obserwacje nieba, na które zapraszamy mieszkańców Kalisza i okolic przy okazji wielkich wydarzeń na niebie. W przypadku dobrej pogody mieszkańcy nigdy nie zawodzą. Pod tym względem rekordowe było spotkanie pod kaliskim niebem z okazji zaćmienia Księżyca i wielkiej opozycji Marsa w lipcu 2018 r. Kilkaset osób czekało po kilka godzin w długich kolejkach przy naszych teleskopach, aby na własne oczy, przez chwilę zobaczyć skrawek nieba.

Plan pracy na kolejne lata obejmuje jeszcze większe zaangażowanie młodzieży w otwarte konkursy, olimpiady, seminaria itd., zwiększenie intensywności integracyjnych wycieczek i wykładów otwartych. W 2019 r., świętując 100-lecie Międzynarodowej Unii Astronomicznej, planujemy wyprawę do Chile na zaćmienie Słońca w dniu 2 lipca oraz (po powrocie z wyprawy) obserwacje częściowego

Astronomia w Kaliszu przez 18,5 wieku

Kalisz ma bardzo stare tradycje astronomiczne. Za sprawą mapy Klaudiusza Ptolemeusza z II w. n.e., na której oznaczono gród Calisia (kojarzony z dzisiejszym Kaliszem) jest nasze miasto „najstarszym w Polsce”. Dzięki tej tradycji wspomnienie po Ptolemeuszu z Aleksandrii i jego geocentrycznym modelu świata jest obecne w całym mieście.

W nowożytnej historii Kalisz może się poszczycić pierwszym polskim obserwatorium astronomicznym. W 1613 r. jezuita sprowadził tutaj lunety i – szukając dowodów dla obalenia teorii Kopernika – na przylegającej do jezuickiego kościoła wieży obserwowali Słońce. Obserwacje te miały potwierdzić dość śmiałą tezę, jakoby plamy słoneczne były „księżycami Słońca”, a to pozwoliłoby wysnuć teorię o tym, że Słońce jest „zwykłą planetą”, a Ziemia cały czas jest w centrum Wszechświata. To dość karkołomne zadanie realizował Karol Malapert wraz z uczniami. Przy okazji tych nowatorskich obserwacji Malapert skonstruował pierwowzór montażu paralaktycznego. Znany i lubiany po dziś dzień montaż teleskopów EQ ma więc swoje źródło właśnie na jezuickiej wieży w Kaliszu.

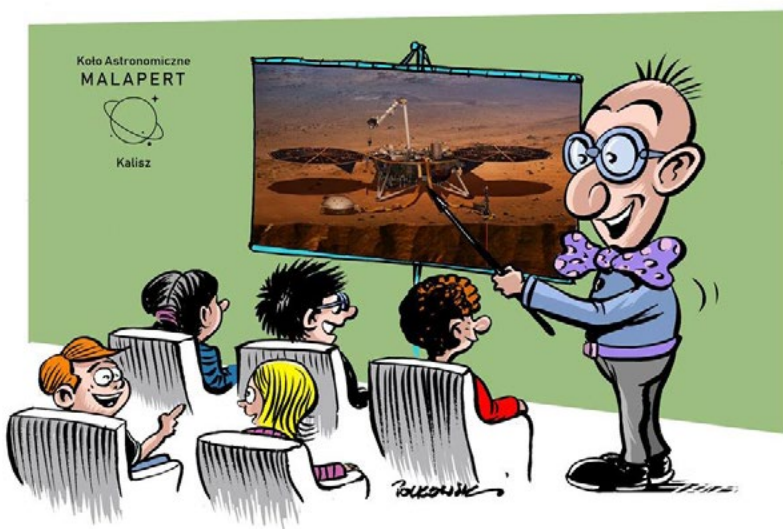
Tradycja astronomiczna w „najstarszym mieście w Polsce” była kontynuowana w XX w. w Dostrzegalni Astronomicznej prowadzonej od 1964 r. z niesamowitą pasją i pełnym zaangażowaniem przez inż. Janusza Kaźmierowskiego. Dostrzegalnia nie przetrwała zmian polityczno-gospodarczych po 1989 r., a jej tradycje – już po śmierci inż. Kaźmierowskiego – przez kilka lat kontynuowało Kaliskie Towarzystwo Astronomiczne.

zaćmienia Księżyca 16 lipca połączone z celebracją 50. rocznicy lądowania człowieka na Srebrnym Globie. Pod koniec wakacji zorganizujemy lokalny zlot astronomiczny „Pod niebem południowej Wielkopolski”, a w nowym roku szkolnym chcemy zachęcić uczniów kaliskich szkół do wzięcia udziału w miejskim konkursie o tematyce astronomicznej.

Dodatkowo, korzystając ze społeczności zgromadzonej na facebookowej grupie „Astronomia w Kaliszu”, planujemy zorganizować i wypromować na te-

renie miasta „Pogotowie astronomiczne”. Z założenia ma to być grupa wolontariuszy, którzy pomogą każdemu w dobraniu sprzętu astronomicznego i uruchomieniu pierwszego teleskopu. „Pogotowie” ma też wyjaśniać podstawowe zjawiska na niebie albo pomagać w odpowiedzi na pytanie: „Czy kamień, który trzymam w ręku to meteoryt?”.

Obserwacja interakcji pomiędzy poszczególnymi członkami Koła Malapert pokazuje, że tylko zbilansowane *facts*, *friends* i *fun*, przy jednoczesnej konse-



Maskotka Koła Astronomicznego – Profesor Malapert – prezentuje założenia i cele misji InSight. Rys. Adam Polkowski

ROZWIĄZANIE ZADANIA NR 5 ZAWODÓW FINAŁOWYCH LXII OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ

TRZEŚĆ ZADANIA

Zbadaj skutki centralnego zderzenia z Ziemią niewielkiej czarnej dziury, której masa wynosiła 10^{20} kg (co odpowiada masie sporej planetoidy). W dużej odległości od Ziemi prędkość tej czarnej dziury wynosiła 50 km/s.

Ścisłe rozwiązanie takiego problemu wymaga stosowania ogólnej teorii względności i jest bardzo skomplikowane. Dlatego w celu uzyskania prostych oszacowań można rozważyć przybliżony model zderzenia. Ze względu na potężne siły w pobliżu czarnej dziury, siły spójności ziemskiej materii można pominąć i przybliżyć tę materię zbiorem swobodnych cząstek oddziaływujących grawitacyjnie wyłącznie z czarną dziurą.

W związku z tym przyjmij, że pomijamy oddziaływania grawitacyjne innych ciał oraz że wszystkie cząstki, które znajdują się bliżej czarnej dziury niż promień ISCO, zostaną przez nią wchłonięte, natomiast wszystkie, które przelecą w większej od niej odległości będą poruszały się po orbitach hiperbolicznych zgodnie z mechaniką newtonowską i wchłonięte nie zostaną. Pomijamy również wszelkie inne oddziaływania, takie jak, np. wpływ wydzielanego promieniowania oraz tarcie dynamiczne.

Rozważając skutki zderzenia, oszacuj masę ziemskiej materii wchłoniętą przez czarną dziurę oraz oceń, czy czarna dziura utknie w Ziemi?

W obliczeniach przyjmij, że promień ISCO: $R_{ISCO} = 6GM/c^2$, gdzie M jest masą czarnej dziury, G – stałą grawitacji, a c – prędkością światła.

ROZWIĄZANIE

Rozważmy najpierw inny problem. Dana jest nieruchoma, sferycznosymetryczna masa oraz znajdująca się bardzo daleko masa m poruszająca się z prędkością taką, że $m \ll M$. Ponadto oznaczmy jako h odległość między kierunkiem wektora prędkości v oraz prostą do niego równoległą przechodzącą przez masę M . Będziemy chcieli policzyć, na jaką najmniejszą odległość zbliżą się te dwa ciała. Na mocy założenia o dużej odległości między tymi masami możemy przybliżyć, że całkowitą energią mechaniczną układu jest początkowa energia kinetyczna ciała o masie m . Mamy więc

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

Z drugiej strony możemy policzyć, jakie pole zakreśli promień wodzący w bardzo krótkim czasie dt . W tym celu oznaczmy długość promienia wodzącego jako R , a kąt pomiędzy nim a wektorem prędkości jako α . Ponieważ dt jest bardzo małe, możemy przybliżyć ruch ciała m do ruchu jednostajnego prostoliniowego. Wówczas zakreślone pole jest łatwo wyliczalne i wynosi:

$$S = \frac{R \sin \alpha v dt}{2} \quad (2)$$

Zauważmy również, że $R \sin \alpha = h$, co po podstawieniu do równości (2) daje ostatecznie:

$$S = \frac{hvd}{2} \quad (3)$$

Rozważmy teraz moment, w którym ciała znajdują się w najmniejszej odległości od siebie.

Oznaczmy ją jako R_{min} , a prędkość ciała m jako u . Na mocy założenia, że $m \ll M$, prędkość ciała o masie M będzie pomijalnie mała. Ponownie policzymy energię mechaniczną układu:

$$E' = \frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{R_{min}} \quad (4)$$

Możemy również w tej chwili wyliczyć pole zakreślone przez promień wodzący w czasie dt . W przypadku, gdy ciała są najbliżej siebie, ich prędkość radialna jest zerowa. Wynika z tego, że kąt pomiędzy wektorem prędkości ciała o masie m oraz promieniem wodzącym wynosi 90° . Możemy więc wyliczyć zakreślone w tym czasie pole

$$S' = \frac{R_{min}udt}{2} \quad (5)$$

Zastosujemy teraz zasadę zachowania energii oraz drugie prawo Keplera. Pierwsze z nich pozwala nam stwierdzić, że energia mechaniczna w czasie trwania tego ruchu pozostała stała, natomiast drugie daje nam równość pól zakreślonych przez promień wodzący w czasie dt . Otrzymujemy więc układ dwóch równań

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} - \frac{GMm}{R_{min}} \quad (6)$$

$$\frac{hvd}{2} = \frac{R_{min}udt}{2} \quad (7)$$

Możemy z nich wyznaczyć zależność między minimalną odległością, na którą zbliżą się te dwa ciała, a h . Wyznaczając u z równania (6) i podstawiając do (7) otrzymamy

$$h = R_{min} \sqrt{1 + \frac{2GM}{v^2 R_{min}}} \quad (8)$$

Wykorzystamy tę zależność we właściwej części rozwiązania zadania. Założenie o braku oddziaływań między cząsteczkami Ziemi pozwala rozważać każdą z nich osobno. Ponadto, jeżeli przyjmiemy układ odniesienia związany z czarną dziurą, każda taka cząstka spełnia wszystkie założenia potrzebne do wyprowadzenia (8). Zauważmy, że cząstka znajdzie się bliżej czarnej dziury niż R_{ISCO} , jeżeli najmniejsza odległość, na którą się zbliży, będzie od niej mniejsza, czyli $R_{min} < R_{ISCO}$. Podstawiając więc R_{ISCO} do (8) otrzymamy minimalną długość h , z której cząsteczki nie zostaną wchłonięte do czarnej dziury. Otrzymamy wówczas

$$h = \frac{6GM}{c^2} \sqrt{1 + \frac{c^2}{3v^2}} \quad (9)$$

Podstawiając wartości: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}/\text{s}^2$, $M = 10^{20} \text{ kg}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $v = 5 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ otrzymamy

$$h = 1,54 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Widzimy, że zderzenie z taką czarną dziurą spowoduje powstanie tunelu w kształcie walca o promieniu równym h . Zakładając stałą gęstość Ziemi masa materii pochłoniętej przez czarną dziurę wyniesie:

$$m_x = \frac{M_z}{\frac{4}{3}\pi R_z^3} \pi h^2 (2R_z) = \frac{3M_z h^2}{2R_z^2} = 5,3 \cdot 10^5 \text{ kg} \quad (10)$$

Dokończenie ze s. 67

kwencji w budowaniu zespołu i regularnych spotkaniach grupy pozwalają na stworzenie stabilnego filaru pod długoterminowy rozwój astronomii w Kaliszu.

OPINIE UCZESTNIKÓW KOŁA:

Wokół astronomii w Kaliszu ukształtowała się wielopokoleniowa społeczność, w której młodszy i starsi prezentują różne punkty widzenia. Uczymy się wzajemnie, bo każdy w astronomii odnajduje swój ulubiony obszar. Co ciekawe: dyskusje przenoszą się na grunt prywatny, by po tygodniu zgłębiania tematu powrócić na czwartkowe zajęcia. (Damian Kowalski)

Koło astronomiczne bardzo pomogło spełnić moje największe marzenie o zamienieniu Słońca. Ważne jest to, że mamy możliwość swobodnej rozmowy oraz poprowadzenia prezentacji. To pomaga się otworzyć i zdobyć pewność siebie. No i wymiana doświadczeń. Każdy znajduje tutaj coś dla siebie. (Daniel Stasiak)

Dlaczego chodzę na zajęcia astronomiczne? Po prostu, bo lubię! Lubię wybuchać



Efekt pracy sekcji modelarstwa kosmicznego przy Kole Astronomicznym Malapert – rakieta Pollux tuż przed startem. Fot. Damian Kowalski

Jest to masa na tyle mała, że parametry czarnej dziury nie zmieniają się prawie wcale. Dotyczy to również jej prędkości, która cały czas będzie zdecydowanie większa od prędkości ucieczki ziemskiego pola grawitacyjnego. Z tego powodu nie może ona utknąć wewnątrz planety, tylko po wydrążeniu tunelu ponownie poleci w przestrzeń kosmiczną.

 **Wojciech Kolesiński**

Autor rozwiązania jest laureatem i zdobywcą drugiego miejsca LX Olimpiady Astronomicznej i jedynym uczestnikiem Finału, który prawidłowo rozwiązał powyższe zadanie.

3×F: Facts, Friends, Fun

Od początku pracy naszego Koła Astronomicznego zależy mi na zapewnieniu jak najlepszych podwalin pod kilka, kilkanaście, a najlepiej kilkadziesiąt lat pracy. Doszedłem do wniosku, że poza oczywistymi elementami takiej współpracy (odpowiednio liczna grupa osób, brak wzajemnych niesnasek, aktywna współpraca w grupie itp.) potrzeba elementów, które w nietrywialny sposób nas zespólą:

1. **FACTS** – fakty: grupa miłośników astronomii musi gromadzić się wokół astronomicznych faktów. Nie może się spotykać i działać w oderwaniu od wspólnego celu. To dość oczywiste. Spotkanie astronomiczne musi mieć osnowę z materii kosmicznej. Ale to nie wszystko!
2. **FRIENDS** – przyjaciele: grupa osób, która się spotyka, musi się lubić. Musi kultywować wewnętrzną tradycję. Atmosfera spotkań musi być sprzyjająca wymianie myśli. Sprzyjające tej atmosferze są organizowane wspólne wydarzenia, wycieczki itd.
3. **FUN** – radość: wspólne spotkania muszą koniecznie być okazją do okazywania wewnętrznego zadowolenia, inaczej byłoby nudno. W ramach kultywowania wewnętrznej radości dodać należy, że „nie samym kosmosem żyje astronom” – wskazane są więc dyskusje i spotkania pozaastronomiczne, szczególnie te, które gromadzą kilka pokoleń.

i supernowe. Lubię miłą atmosferę i ciekawe opowieści. Lubię uczyć się i zdobywać odznaki. Lubię obserwować niebo, kiedy ktoś mi w tym pomaga. Lubię doświadczać nowości fizycznych i chemicznych. (Zbyszek Kędziński)

Nasze Koło można porównać do Plejad – gromady otwartej. Pasjonat astronomii znajduje wiele pokrewnych dusz. Nie ma ograniczeń i podziałów związanych z wiedzą astronomiczną. Nie ma pytań, na które zainteresowany nie uzyskałby odpowiedzi. Największym osiągnięciem jest chyba spo-

ra grupa młodych pasjonatów, którzy wybierają astronomię na swoją drogę życiową. (Paweł Bińczyk)

Na zajęciach obu grup panuje bardzo przyjazna atmosfera. Podoba mi się to, że mamy różnorodność tematów oraz to, że przeprowadzamy różnorakie eksperymenty (niektóre są bardziej efektowne, inne mniej). Cieszę się, że uczestniczę w zajęciach Koła Astronomicznego od samego początku. Myślę, że to wszystko wpłynęło na mnie w dużym stopniu. (Ela Samek)

 **Radosław K. Pior**



Wspólne zdjęcie w trakcie obserwacji nieba z okazji całkowitego zaćmienia Księżyca i wielkiej opozycji Marsa 27 lipca 2018 r. Fot. Damian Kowalski



Natura Słońca (cz. 3)

Niemiecki amator astronomii Samuel Heinrich Schwabe, przez 40 lat w XIX w. obserwując skrupulatnie Słońce, zliczał ilości plam występujących na jego powierzchni. Na podstawie wykonanych obserwacji S.H. Schwabe ustalił okres, po jakim czasie w sposób regularny liczba plam osiąga maksymalne i minimalne wartości. Były to w dziejach Słońca pierwsze prawidłowe naukowe wnioski wynikające z prowadzonych obserwacji. Już znacznie wcześniej przypuszczano, że plamy słoneczne pojawiają się w sposób regularny. Z taką sugestią pod koniec XVIII w. wyszedł duński astronom Christian Horrebow. Nie potrafił jednak ustalić okresu powtarzalności, w jakim przedziale on jest zawarty. Zapewne nie prowadził systematycznych obserwacji naszej Diennej Gwiazdy. Aktywność słoneczną możemy również określać nie tylko z bezpośrednich prowadzonych obserwacji powierzchni Słońca. Ślady jej aktywności zauważalne są w warstwach słoju poprzecznych starych drzew. Takim specjalistą badawczym przekrojów drzew był amerykański astronom Andrew Ellicut Douglass (1867–1962). Astronom znał lata, w których występowały momenty wzmożonej aktywności słonecznej. Badając i prowadząc analizę ściętych drzew, odkrył grubość przyrostów w poszczególnych słojach pokrywającą się z latami wzmożonej aktywności. Dokładnie odczytywał momenty występowania maksimów plam naszej Diennej Gwiazdy. Analizę badań prowadził na przecinanych poprzecznie drzewach w Kalifornii. Wykazywały one okres 72 lat. Maksima, jakie występowały w tym czasie, co 72 lata odbiegały zasadniczo od normy. W la-

tach 50. XIX w. z kolei obserwowano zmiany, jakie zachodzą w polu magnetycznym Ziemi. Analizę obserwacji dokonywano na podstawie występujących zórz polarnych. Na takie zaburzenie magnetyczne zwrócił już uwagę niemiecki astronom Johann von Lamont (1805–1879) z Monachium. Zauważył, że zaburzenie magnetyczne Ziemi związane jest z nasileniem pojawiających się zórz polarnych. Powtarza się ono regularnie średnio co 10,1 lat. Wiek XIX był tym, w którym w technice obserwacyjnej w astronomii zaczęto stosować coraz to lepsze teleskopy. Wykonywano dokładniejsze obserwacje Słońca. Astronomowie odkryli, że jego powierzchnia posiada strukturę ziarnistą – tzw. granule. Zjawisko granulacji powierzchni Słońca była zaobserwowane już XVIII za pomocą własnoręcznie wykonanego teleskopu przez Shorta. Obserwację granulacji dokonał również William Herschel w latach 1795–1801. Bardziej na granulację zwracał uwagę Dawes, który w 1830 r. ją dokładnie opisał. Obserwator plam S.H. Schwabe także widział granulację Słońca. Jak jesteśmy w latach 30. XIX w., to nie sposób pominąć sir Johna Herschela, który dokonał pierwszych fizycznych pomiarów natężenia energii słonecznej. Kilka miesięcy po tych pomiarach powtórzył je francuski fizyk Pouillet, uzyskując ten sam wynik. Chodzi tu o tzw. stałą słoneczną różniącą się troszkę od współczesnych pomiarów, a wynoszącą ok. 1,4 cal/cm². Błąd pomiarów tych uczonych z XIX w. wyniósł 2% w stosunku do współczesnych.

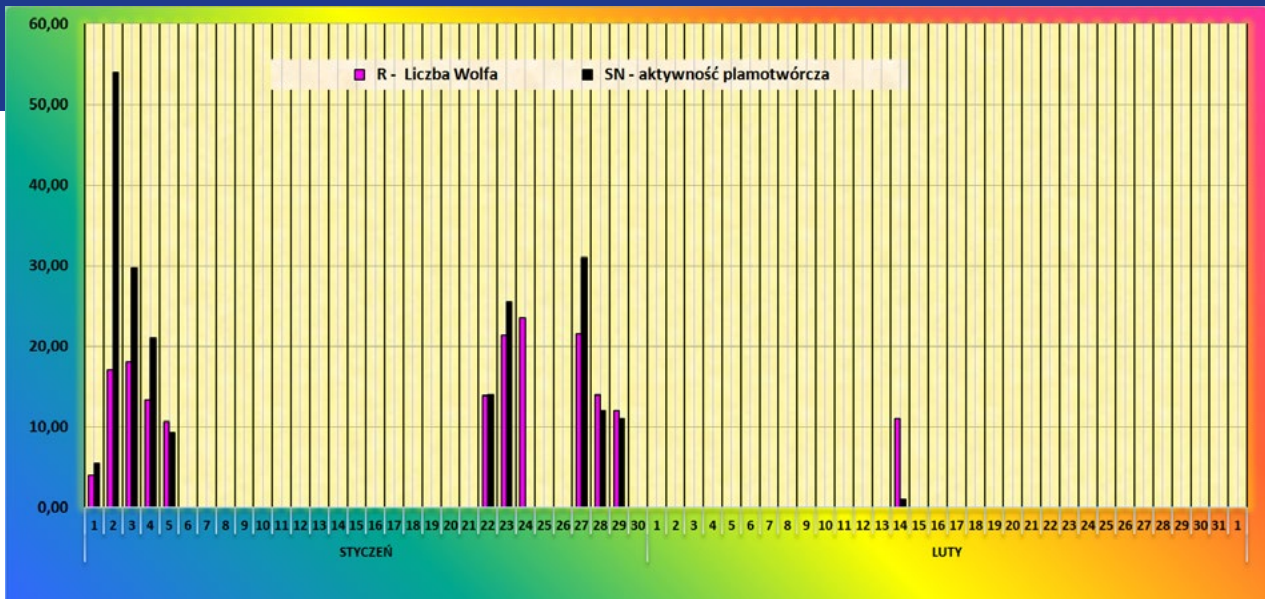
 **Janusz Bańkowski**

II ZJAZD SEKCJI OBSERWACJI SŁOŃCA PTMA

Po trzech latach od I Zjazdu SOS PTMA, który odbył się w Bachotku, ale także w Obserwatorium w Piwnicach znów wracamy na ziemię kujawsko-pomorską. Konkretnie tym razem do samych Piwnic. Początkowo plan przewidywał nocleg również w Piwnicach, ale po informacji od Agnieszki Górskiej Pukownik, iż planuje się remont hotelu w Obserwatorium, postanowiłem poszukać miejsc noclegowych w hostelach w Toruniu. Poszukiwaniami noclegu zajęła się Agnieszka i dość szybko udało nam się znaleźć odpowiedni hostel. Wspólnie już wybraliśmy Hostel Silver i dokonaliśmy rezerwacji miejsc noclegowych w pokojach dwu- i trzyosobowych. Dlaczego Piwnice, a nie inne miejsce? Są trzy powody, aby to właśnie w Piwnicach zrobić zjazd. Pierwszy to instrument, który nie został nam przedstawiony na poprzednim zjeździe. Wspomniał nam jedynie o tym Maciej Mikołajewski i mogliśmy obejrzeć go z daleka. Instrumentem tym jest interferometr do obserwacji radiowej Słońca w paśmie 127 MHz. Takie obserwacje wykonywała prof. Grażyna Gawrońska wraz z dr. Kazimierzem Borkowskim. Próby namówienia tych osób jednak spęły na niczym, ale polecono pana Eugeniusza Pazderskiego będącego przy budowie interferometru. Tak dzięki Sebastianowi Soberskiemu udało nam się przekonać pana Pazderskiego, aby opowiedział nam o tym szczegó-

nym badaniu, jak sam zaznaczył, od strony technicznej. Drugi powód to wykonanie obserwacji Słońca specjalnym teleskopem do którego światło Słońca kierowane jest po przez lustra. Trzeci powód to fantastyczni ludzie i niezapomniana atmosfera poprzedniego zjazdu. Teraz trochę o zaproszonych gościach. Cieszę się, że w końcu udało mi się zaprosić naszego grafika i wydawcę kalendarzy Macieja Polaka z drukarni Tempoprint. Kolejnym gościem będzie Adam Derdzikowski z Towarzystwa Obserwatorów Słońca. Przedstawi nam prelekcję na temat CV. Swą obecnością zaszczyca nas również Adam Tużnik, który opowie o kolorach Słońca. Mam wielką nadzieję, że w końcu dotrze do nas nasz webmaster i administrator strony oraz forum Krzysztof Świtata. Na okoliczność zjazdu przygotowuję jak poprzednio identyfikator osobisty. Tym razem będzie to dwustronny identyfikator w formacie A6. Na głównej stronie zostaną umieszczone dane uczestnika oraz nazwa zjazdu. Drugą stronę stanowić będzie plan zjazdu. Do tego załatwimy smycze jednokolorowe. Na koniec muszę jeszcze napisać, że jestem ogromnie wdzięczny Agnieszce Górskiej-Pukownik za wszelką pomoc w przygotowaniu zjazdu.

 **Tadeusz Figiel**



Opracowanie: Janusz Bańkowski

Raport nr 1/2019

Mimo że nastął nowy rok, to ani pogoda ani plamy zbytnio nie dopisywały. Tylko na początku miesiąca i na końcu Liczba Wolfa nieznacznie wzniosła się ponad 11. Średnia liczba Wolfa za styczeń wyniosła $R = 5,64$, średnia $SN = 7,1$. 25 i 26 zabrakło obserwacji. Ogółem w styczniu przeprowadzono 86 obserwacji dla R i 59 dla SN. Swoje raporty przysłało 9 obserwatorów.

OBSERWATORZY:

1. Zapata Antonio Morales 24
2. Jimenez Francisco 22
3. Mikołajczak Eugeniusz 11
4. Zagrodnik Jerzy 8
5. Bańkowski Janusz 6
6. Kucemba Łukasz 6
7. Raczyński Łukasz 5
8. Figiel Tadeusz 3
9. Bohusz Jerzy 1

Raport nr 2/2019

Luty poza jednym epizodem zaobserwowanym z Hiszpanii przez Paco, gdzie na tarczy Słońca pojawiła się jedna plama, niczym więcej się nie zaznaczył, jeśli chodzi o aktywność plam. Liczba Wolfa w tym miesiącu bardzo niska i średnia to $R = 0,39$. Średnia SN jeszcze niższej i zaledwie 0,04. W lutym do naszej sekcji zgłosiła się Grupa Abelowa kierowana przez Panią Justynę Puł. Serdecznie witamy.

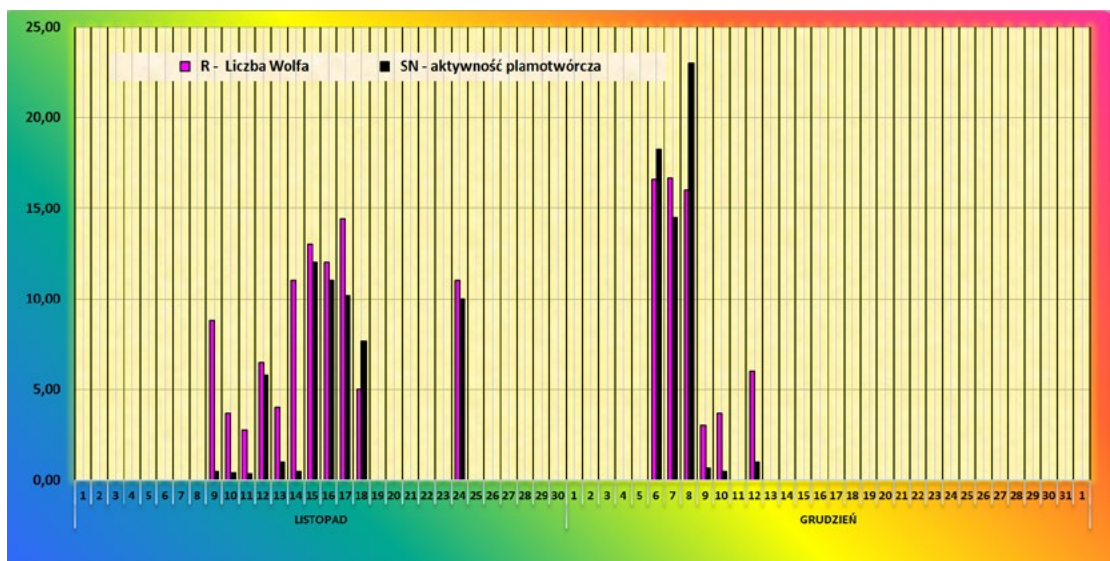
OBSERWATORZY:

1. Jimenez Francisco 24
2. Kucemba Łukasz 21
3. Mikołajczak Eugeniusz 18
4. Bańkowski Janusz 18
5. Zagrodnik Jerzy 16
6. Raczyński Łukasz 11
7. Figiel Tadeusz 6
8. Bohusz Jerzy 5
9. Grupa Abelowa 1

Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel

Errata

Dziwnym zbiegiem okoliczności w poprzednim numerze Uranii został wydrukowany zły wykres zmian aktywności słonecznej w listopadzie i grudniu 2018 r. Właściwy wykres prezentujemy obok. Przepraszamy za ten błąd. (red.)

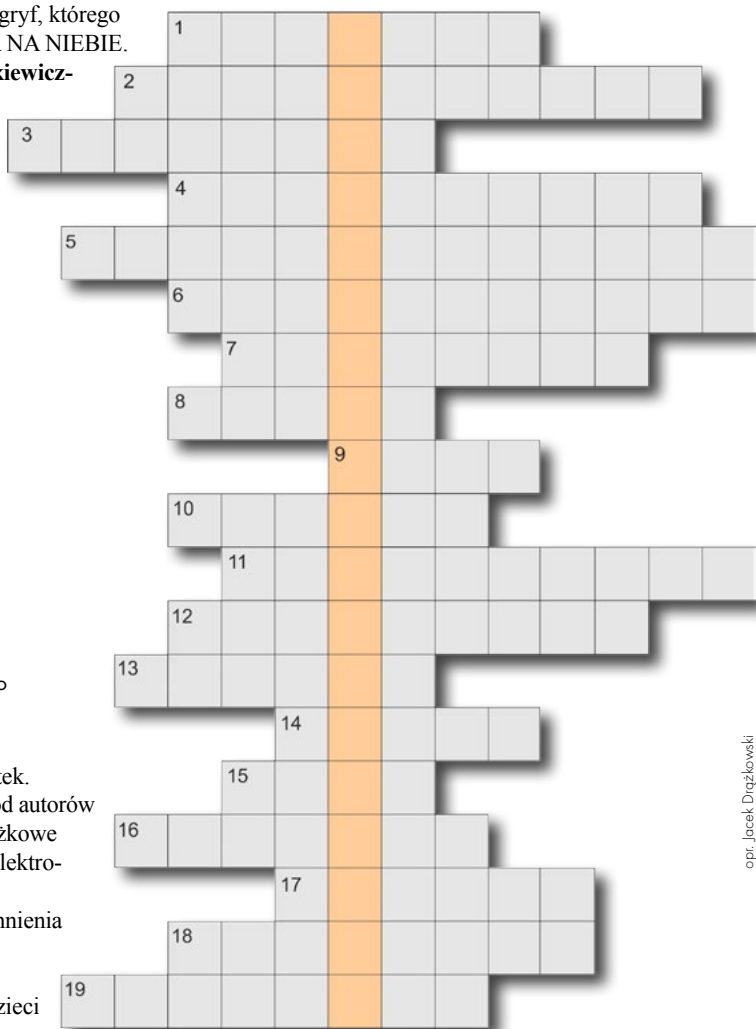


W „Uranii-PA” nr 6/2018 zamieściliśmy logogryf, którego rozwiązaniem jest hasło JASNA KOMETA NA NIEBIE. Nagrody książkowe wylosowali **Anna Bukiewicz-Szul** z Wrocławia i **Krzysztof Kuczaj** z Czchowa, natomiast płyty muzyczne otrzymują **Tomasz Celeban** z Łasku i **Piotr Dudek** z Brzeziej Łąki. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Sonda pomocna w badaniach pierścieni Saturna
2. Odkrywca pyłowych księżyców Ziemi
3. Astronom badający przekroje drzew
4. Kosmodrom otwarty w 2016 r.
5. Najszybsze pulsary
6. Dzieło Jana W. Jędrzejewicza
7. Pierwszy bibliotekarz Towarzystwa Miłośników Astronomii
8. Znany astronom bułgarski
9. Egzotyczny księżyc Saturna
10. Rakiety startujące w Gujanie Francuskiej
11. Tłumacz „De revolutionibus” na język polski
12. Lokalizacja stacji bolidowej PFN76
13. Autor cennych porad dla astrofotografów
14. Kolega Taylora od Nagrody Nobla
15. Nie tylko grawitacyjne
16. Meteoryt z 1937 roku
17. Obecnie najodleglejszy znany obiekt Układu Słonecznego
18. Letni gwiazdozbiór zodiakalny
19. Uatrakcyjnił tegoroczne całkowite zaćmienie Księżyca

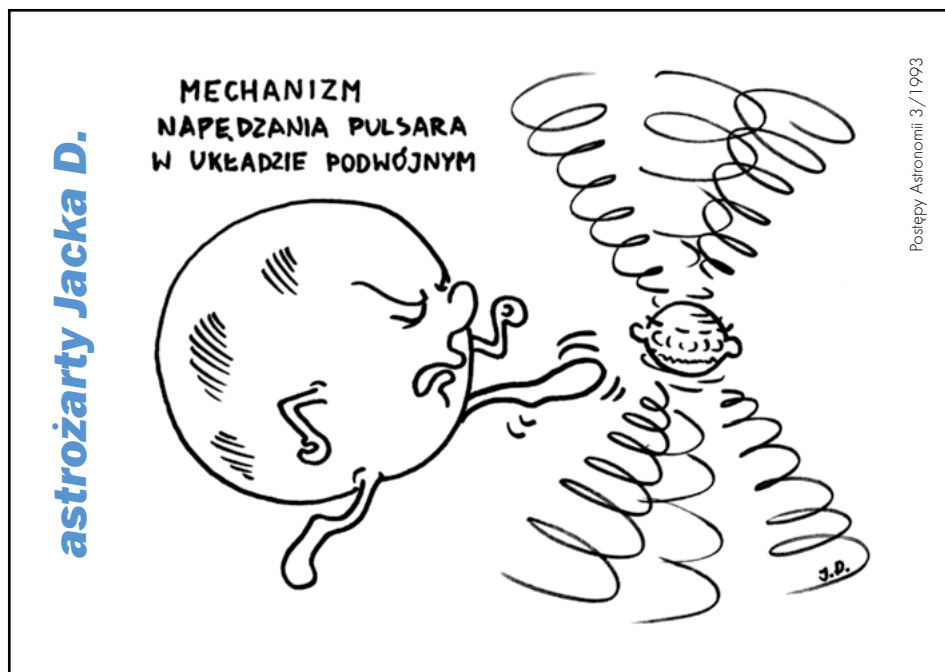
Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca stycznia 2019 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe o tematyce astronomicznej i dwie płyty kompaktowe z elektroniczną muzyką kosmiczną.

1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka;
 2. „Planeta Mars” Hieronima Hurmika;
 3. „Kosmos. Jak to działa?”, książka o astronomii dla dzieci autorstwa Przemysława Rudzka;
 4. Płyta muzyczna CD ufundowana przez sklep www.generator.pl
- Rozwiązania można przysyłać pocztą tradycyjną, mailowo na adres urania@urania.edu.pl, lub sms-em na nr 600 663 640, podając hasło, nr nagrody, nazwisko i adres wysyłki. Podanie danych adresowych jest dobrowolne i konieczne do otrzymania nagrody.



opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” 6/2018: 1. URANJA, 2. POGODA, 3. KOESTLER, 4. WODNIK, 5. UDALSKI, 6. ZWICKY, 7. PHOENIX, 8. MUSK, 9. TESS, 10. OTWORKOWA, 11. SCOPESAT, 12. PLANCK, 13. VANDERMAREL, 14. BENNU, 15. BIGOS, 16. ANDROMEDA, 17. ZUBRIN, 18. CAVENDISH, 19. GINGERICH.



astrożarty Jacka D.

**MECHANIZM
NAPĘDZANIA PULSARA
W UKŁADZIE PODWÓJNYM**

Postępy Astronomii 3/1993

Errata

W logogryfie zamieszczonym w poprzednim numerze Uranii zabrakło jednego hasła pomocniczego oraz jednej kratki w diagramie przez co rozwiązanie było niemożliwe, a przynajmniej bardzo utrudnione. Co więcej, błędnie podano termin nadsyłania rozwiązań 30 stycznia zamiast 30 marca! Bardzo szybko zwrócił nam na ten problem uwagę pan Kasper Fabrowski z Bydgoszczy, jednak udało mu się znaleźć prawidłowe hasło-rozwiązanie. Gratulujemy i liczymy na podobną inwencję u innych Czytelników, których bardzo przepraszamy za zaistniały problem. Do pana Kaspra już powędrowała stosowna nagroda.

J. Drążkowski

PS W związku z zaistniałą sytuacją termin przysyłania rozwiązań wydłużamy do 30 maja!

Bardzo ładna nowa szata graficzna. Jest przejrzysta i ułatwia poruszanie się po poszczególnych artykułach. Czekam na kolejny, osiemsetny numer. Mam nadzieję, że jubileuszowy numer będzie zawierał wyjątkowe treści.

Kasper Fabrowski

Red.: Dziękujemy i czekamy na opinie innych Czytelników.

* * *

(...) Chciałbym też zwrócić uwagę na dwie sprawy związane z techniką solarygrafii. W artykule Anny Rafy drugi akapit (s. 24) poświęcony jest szczegółowemu wyliczeniu średnicy otworka. W solarygrafii nie jest konieczne tak precyzyjne wykonanie otworka. Dodatkowo pod koniec trzeciego akapitu (przedostatnie zdanie) na tej samej stronie znajduje się tekst o wpływie długości fali na zarejestrowany kolor na papierze fotograficznym.

To stwierdzenie jest nieprawdziwe. Kolory na solarygrafiach zależą w głównej mierze od wilgotności powietrza.

Mam też pytanie, dlaczego w tytule artykułu pojawia się litera „i” w nawiasie? Poprawnym polskim terminem jest solarygrafia i została ona użyta już w artykule w „Uranii” nr 3/2013 oraz w artykule o analemie w nr 6/2014 (...)

Maciej Zapiór

Red.: Dziękujemy za cenne uwagi. Tytuł artykułu „Solary(i)grafia” zachowaliśmy w oryginalnej postaci (taki był tytuł wystąpienia Anny Rafy na OMSA), traktując go po prostu jako licencja poetica młodej autorki.

ZAPROSZENIA

złoty, obozy, konkursy, spotkania, odczyty, wykłady, wydarzenia...

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii



- 13 maja – dr Marcin Kolonko – Silnik centralny układów z czarną dziurą – ostatnie odkrycia w dziedzinie obiektów supergęstych, PTMA O/Kraków
- 24 maja – Spotkanie w PTMA Poznań

Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika w Warszawie



- 6 maja 2019: Marcin Kiraga – Najbliższe planety poza Układem Słonecznym
- 8 maja 2019: Miljenko Cemeljic – Star-disc magnetospheric interaction and launching of outflows and jets
- 13 maja 2019: dr hab. Jarosław Dyks – Pulsary: Gwiazdy najbardziej niezwykle, najbardziej tajemnicze
- 20 maja 2019: dr hab. Agata Różańska – Gorący Wszechświat w promieniach rentgena
- 27 maja 2019: Michał Chodorowski – Portret Wszechświata w krzywym zwierciadle

Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego



- 10 maja 2019 g. 17.00: prof. Michał Tomczak – Jak zobaczyć zorze polarne w Polsce?
- 24 maja 2019 g. 17.00: Krzysztof Kotysz – Czy istnieje życie rozumne na Ziemi?
- 24 maja 2019 g. 19.00: dr hab Robert Falewicz – Kilonowa – od błysków gamma do fal grawitacyjnych
- 7 czerwca 2019 g. 17.00: Amadeusz Miszuda – Misje Voyager – wyprawa w nieznane
- 14 czerwca 2019 g. 17.00: dr Jakub Ciążela – Gdzie szukać złota na Marsie?

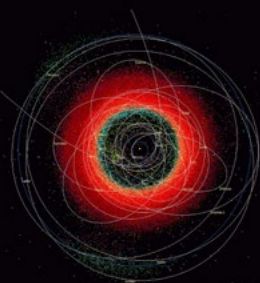
Przygotowane
we współpracy
z AstroGPS.pl



Pełna lista wydarzeń na www.AstroGPS.pl i w aplikacji mobilnej.

KSAKN 2019 POZNAŃ

KONFERENCJA STUDENCKICH ASTRONOMICZNYCH KÓŁ NAUKOWYCH



17-19 Maja

<http://www.ksakn2019poznan.pl>



Konferencja Studenckich Astronomicznych Kół Naukowych

(KSAKN) odbędzie się tym razem w Poznaniu w dniach 17-19 maja. Zapraszamy studentów, uczniów i doktorantów oraz pasjonatów astronomii. Rejestracja jest już otwarta na stronie <http://www.ksakn2019poznan.pl/>

KSAKN jest konferencją organizowaną przez Studenckie Astronomiczne Koła Naukowe znajdujące się w Krakowie, Poznaniu, Toruniu, Warszawie i we Wrocławiu. Konferencja ta wyewoluowała z konferencji WKWP (Wrocław, Kraków, Warszawa, Poznań) i od dekady dynamicznie się rozwija. Obecnie biorą w niej udział studenci z ponad dziesięciu uczelni w Polsce. Co semestralne spotkania studentów mają na celu referowanie wyników badań naukowych przeprowadzonych przez uczestników bądź prezentowaniu zainteresowań i tematów ściśle związanych z kierunkiem astronomicznym. Jest to doskonałe miejsce do integracji środowiska astronomicznego, poszerzania wiedzy z zadanej dziedziny oraz do nabrania umiejętności przedstawiania swych prac badawczych.



„10 twarzy” zaćmienia z 21 stycznia br. widzianego nad Tatrami ze słowackiej wsi Dúbrava (godz. 6.26–7.10, Nikon D810, 120 mm, parametry ekspozycji dobierane do zmieniających się warunków oświetlenia). Fot. Mariusz Świątnicki



Zaćmienie widziane ze szczytu Śnieżki w Karkonoszach (godz. 5.48, Canon EOS M3, 24 mm, f4, eksp 3,2 s, ISO 2000). Fot. Konrad Mruk



Światło zodiakalne sfotografowane z wioski Vladiča w północno-wschodniej Słowacji 23 marca 2019 r. (godz. 19.24–20.09 CSE, Nikon D810, Samyang 2,8/14 mm, eksp. 2×60 s przy ISO 2000 i 90 s + 7×120 s przy ISO 1600). Fot. Mariusz Świętlicki



Pod koniec lutego br. mieliśmy bardzo dobre warunki do wieczornych obserwacji Merkurego. Po lewej planeta w sąsiedztwie barokowego hełmu kościoła farnego w Lidzbarku Warmińskim (fot. J. Drązkowski), po prawej, przy radioteleskopie RT-4 w Piwnicach k. Torunia (fot. P. Wolak)

PULA NAGRÓD
30.000ZŁ

NAGRODA DODATKOWA DLA ZWYCIĘZCÓW
ROCZNA PRENUMERATA
POLSKIEGO CZASOPISMA O KOSMOSIE - URANIA



WWW.WARMIA.MAZURY.PL/KONKURS_IT

LUBISZ NOWE TECHNOLOGIE ?
JESTEŚ PASJONATEM NOWINEK TECHNICZNYCH?
PROGRAMUJESZ LUB KONSTRUujesz?

WEŹ UDZIAŁ W KONKURSIE INFORMATYCZNYM!

SZLAKIEM +
Mikołaja Kopernika

KONKURS DLA UCZNIÓW SZKÓŁ
PODSTAWOWYCH, GIMNAZJALNYCH, ŚREDNICH

FINAŁ 15.06.2019



S Z L A K
KOPERNIKOWSKI



SAMORZĄD WOJEWÓDZTWA
WARMIŃSKO-MAZURSKIEGO

Patronat medialny

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII