

Voyager na krańcu Układu Słonecznego

Planetka Eris po swojej wydłużonej orbicie omiata przestrzeń kosmiczną od orbity Plutona aż do punktu, który jest równy stu odległościom Ziemi od Słońca. Ale sonda wysłana przez człowieka dotarła już dalej. Nazywa się Voyager, co po polsku znaczy „podróżnik”.

Raz na 175 lat

Dwie niewielkie sondy Voyager zostały wysłane w kosmos w sierpniu i wrześniu 1977 roku. Każda z nich waży tyle, co mały samochód osobowy. Zapakowano na nie nadajniki, aparaturę naukową oraz plakietki z zapisem naszej kultury, na przykład arytmetyki, muzyki, a także pozdrowień w 55 językach. Nadzwyczajne ustawienie planet, które zdarza się raz na 175 lat, po-

WARTO WIEDZIEĆ

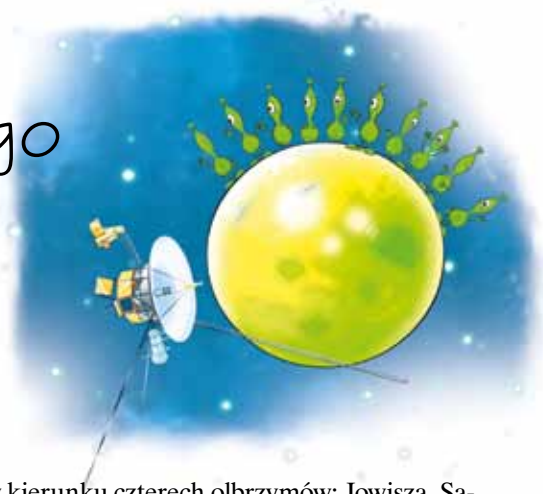
Kamery Voyagera są w stanie uchwycić czytelny obraz gazety z odległości kilometra, a „trafienie” w Neptuna z dokładnością do 100 kilometrów przypomina wystanie piłki golfowej do dołka odległego o 3000 kilometrów.

zwało na lot w kierunku czterech olbrzymów: Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna. Dzięki specjalnej technice przyspieszania sond przez grawitację planet (jaką dla Mariner 10 wysłanego w kierunku Merkurego zaprojektował włoski uczoney Bepi Colombo – zob. rozdział „Na Wenus, Marsa i Merkurego”) lot do Neptuna skrócono z 30 do 12 lat.

Sondy zostały wyniesione w kosmos przez wielkie, ważące 700 ton rakiety Tytan-Centaur, w których najwięcej ważyło paliwo. Jednak całkowite zużycie paliwa w locie do Neptuna wynosi zaledwie litr na 13 tysięcy kilometrów!



W 1996 roku Voyager 1 skierował swoje komputerowe oczy po raz ostatni w kierunku Ziemi. Jest ona widoczna z granic Układu Słonecznego jako słabiutka, niebieskawa plamka.



Podróż w nieznane

Po dwóch latach obie sondy przeleciały w pobliżu Jowisza, robiąc piękne zdjęcia jego satelitów; rok później znalazły się koło Saturna. Tu ich drogi się rozdzieliły: nieco szybszy Voyager 1 przeleciał za Saturnem, w pobliżu jego księżyca Tytana, i został skierowany prosto ku granicom Układu Słonecznego, a wolniejszy Voyager 2 minął w 1986 roku Urana i jego księżycy, a dwa lata później – Neptuna.

Voyager 2 miał szansę natknąć się na Plutona, który na swej wydłużonej orbicie akurat wówczas, raz na 250 lat, był najbliżej Ziemi. Ale kontrolerzy lotu woleli przyjrzeć się z bliska Neptunowi, ostatniemu z gazowo-lodowych gigantów. To właśnie ta sonda uwieczniła bardzo cienkie pierścienie, przypominające te na Saturnie.

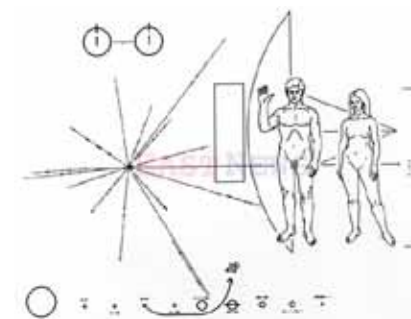
Naukowcy stwierdzili, że 25 sierpnia 2012 roku Voyager 1 na dobre opuścił Układ Słoneczny i wleciał w kosmos międzygwiazdny. Pojazd był wówczas w odległości około 120 jednostek astronomicznych od Słońca (czyli 18 miliardów kilometrów). Wolniejszy nieco Voyager 2 znajdował się tylko 100 jednostek od Słońca.

Słoneczne jajo

W czerwcu 2012 roku, po prawie 30 latach podróży, instrumenty naukowe Voyagera 1 zaobserwowały dziwne zjawisko. Wiatr naelektryzowanych cząstek wiejący od Słońca zaczął jakby słabnąć. Ale ta cisza była tylko chwilowa – zamiast tamtego wiatru podniósł się wicher z kosmosu. Okazało się, że naelektryzowany gaz ze Słońca, przed którym na Ziemi chroni nas pole magnetyczne, wcale nie jest taki groźny. Prawdziwe niebezpieczeństwo stanowi dopiero strumień naelektryzowanych i bardzo rozpędzonych cząstek z głębokiego kosmosu. Broni nas przed nimi właśnie wiatr słoneczny: jakby owijał Ziemię niewidzialną skorupą lub kokonem jedwabnika.

Żegnaj, Ziemi!

Lot obu sond w nieznane nadal trwa. Voyager 1 mknie z prędkością 17 kilometrów na sekundę. Energii z radioaktywnych baterii do zasilania urządzeń naukowych powinno mu wystarczyć do 2025 roku. Słabiutkie sygnały z sondy odbiera ogromna antena ustawiona na pustyni w Australii i już kilkakrotnie powiększana. Potrzebują one aż 17 godzin, aby dotrzeć do Ziemi! Ale komputery sond radzą sobie same z nawigacją. Voyager 2 celuje w kierunku wielkiej gwiazdy, Syriusza – lot w jego okolicy trwać będzie 400 tysięcy lat.



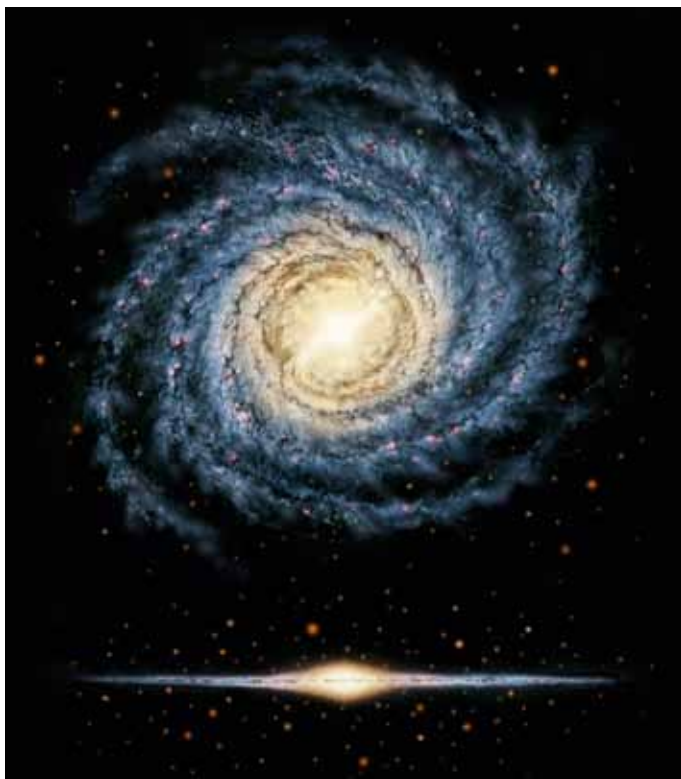
Pierwszym statkiem wysłanym poza Układ Słoneczny była sonda Pioneer 10 w 1972 roku. Załadowano na nią aluminiową plakietkę – rodzaj dowodu osobistego Ziemi: jak wyglądamy, gdzie jest nasze Słońce i skąd wysłano Pioniera. Sonda Pioneer 10 dolatuje powoli do granic Układu Słonecznego i pożegluje w kierunku Aldebarana, wielkiej gwiazdy w konstelacji Byka. Będzie tam dopiero za 2 miliony lat!

Droga Mleczna – nasze miejsce w kosmosie

Niebo nad nami jest pełne gwiazd. Te migoczące punkciki wydają się bardzo odległe. Ale tak naprawdę, w skali kosmosu, są całkiem blisko. Wszystkie leżą w naszej Galaktyce. Gwiazd leżących poza nią nie da się rozróżnić bez silnego teleskopu.

Przez środek nieba

Przez sam środek nieba ciągnie się szeroki biały pas, podobny do rzadkich chmur. Grecy nazwali ten pas Drogą Mleczną, czyli Galaktyką. To właśnie częścią tej Galaktyki jest nasz Układ Słoneczny. Wielu uczonych, w starożytności i później, zastanawiało się, co właściwie tworzy widoczny na niebie biały pas, ale to Galileusz jako pierwszy spojrzawszy na Drogę Mleczną przez lunetę i spostrzegł, że składa się ona z mnóstwa słabo świecących gwiazd. Nie sposób ich wszystkich policzyć, bo niektóre ledwie się żarzą. Galaktyka szczególnie dobrze widoczna jest w ciemne zimowe



Galaktyka

noce – przechodzi wówczas przez znane jasne gwiazdozbiory Kasjopei, Perseusza, Łabędzia. W listopadowy wieczór widnieje wysoko, nad samą głową.

Co to jest rok świetlny?

Odległości do gwiazd są tak ogromne, że nie da się ich policzyć w ziemskich latach. Można to zrobić, mierząc czas, którego potrzebuje światło, by przebyć drogę od gwiazdy do Ziemi. I tak od najbliższej nam Proxima Centauri światło biegnie ponad cztery lata. Dziś widzimy ją więc taką, jaka była przeszło cztery lata temu. Odległość, którą światło pokonuje w ciągu

roku, nazywamy rokiem świetlnym. I ten termin pomaga astronomom w mierzeniu olbrzymich kosmicznych odległości. Gwiazda Proxima Centauri jest od Słońca odległa dokładnie o 4,8 lat świetlnych. Od najdalszych widocznych z Ziemi gwiazd światło leci aż 100 tysięcy lat! A to przecież nie jest koniec kosmosu, lecz jedynie naszej Galaktyki.

Płaska drożdżówka i czarna dziura

Jak wygląda Galaktyka? Patrząc z Ziemi, widzimy biały pas na niebie, złożony z milionów gwiazd. Kosmici przybywający spoza Drogi Mlecznej zobaczyliby ją jako płaską drożdżówkę, pozwijaną spiralnie. Przypomina ona nieco kroplę mleka wlaną do kawy w filiżance i zakreconą łyżeczką. Z boku natomiast Droga Mleczna kojarzy się z bardzo płaskim bakiem, pogrubionym w środku. Składa się z 200 miliardów gwiazd i obraca się raz na 250 milionów lat.

Wydaje się, jakby w środku Galaktyki nie było gwiazd. Nic bardziej mylnego. Znajduje się tam gwiazda cięższa od Słońca cztery miliony razy. Z powodu tej ogromnej masy nawet światło nie jest w stanie pokonać grawitacji na jej powierzchni. Gwiazda taka wygląda jak ciemna przestrzeń i dlatego jest nazywana czarną dziurą. Niczym kosmiczny potwór połyka ona wszystko, co znajdzie się w jej pobliżu – nie tylko światło, ale nawet całe gwiazdy.

Daleko, czyli bezpiecznie

Układ Słoneczny, a w nim Ziemia, znajduje się, na szczęście, daleko od środka Galaktyki, czyli czarnej dziury. Nie musimy się więc obawiać, że nasze Słońce zostanie wciągnięte. Jednak gdy wpadają do niej gwiazdy, powstaje niebezpieczne promieniowanie – miliony razy silniejsze niż to, które dociera na Ziemię ze Słońca. Promieniowanie takie niszczy życie. Słońce leży daleko, bo aż 27 tysięcy lat świetl-

ZADANIE DLA CIEBIE

W pogodną i bezksiężycową noc poszukaj Galaktyki nad głową. Jeśli masz lornetkę, sprawdź, że są to po prostu słabe (i dalekie) gwiazdy.



nych od środka Galaktyki, na jednym z kilku ramion tej gigantycznej, spiralnej „drożdżówki”. W „naszej” spirali są natomiast gwiazdy najjaśniejsze na niebie, te z gwiazdozbiorów Łabędzia i Oriona.

słowa kluczowe: krater, satelita, nów, pierwsza kwadra, pełnia, trzecia kwadra, przyływ, odływ

WARTO WIEDZIEĆ

Gwiazd daleko w naszej Galaktyce nie sposób rozróżnić gołym okiem. Tworzą białą poświatę i dlatego nazywamy je Drogą Mleczną. Według mitów starożytnych Greków miała ona powstać z rozlanej kropli mleka, którym żona boga Zeusa, bogini Hera, karmiła jego syna, wielkiego mocarza Heraklesa.

Jakiego koloru są gwiazdy

Gdy patrzemy na gwiazdy na niebie, wydają się one mrugać – jedne słabiej, inne mocniej. Ale czasami odnosimy wrażenie, że migoczą one nawet dwoma i trzema kolorami. To tylko nasze złudzenie czy jest tak naprawdę?

Gwiazdy niebieskie, żółte, czerwone

Pytanie o kolor gwiazd okazało się jednym z najważniejszych w całej astronomii. Sto lat temu znanych już było półtora miliona gwiazd. Okazało się, że wiele z nich jest podobnych do siebie – pod względem koloru i jasności. Nie było jednak wiadomo, co może być przyczyną tego podobieństwa. Astronomom udało się określić te kolory i oznaczyli je literami:

- ★ O – niebieski
- ★ B – niebiesko-biały
- ★ A – biały
- ★ F – żółto-biały
- ★ G – żółty, jak nasze Słońce
- ★ K – pomarańczowy
- ★ M – czerwony

Badanie kolorów pozwala też stwierdzić, jaka jest temperatura gwiazd.

System Antares – dwie gwiazdy, jak para w tańcu: wielka i czerwona z małą i białą. To czerwony olbrzym i biały karzeł

Jak gorąca jest gwiazda

Gdy kowal chce podkuć konia, musi tak wygiąć podkowę, aby pasowała na końskie kopyto. Rozgrzewa więc w ogniu kawałek żelaza i kuje je młotem. Można to zrobić dopiero wtedy, kiedy żelazo jest bardzo gorące – rozgrzane do czer-



woności. Temperatura takiej rozgrzanej podkowy wynosi 1000 stopni Celsjusza. Trudno znaleźć termometr, który by ją zmierzył. Kowale nauczyli się więc określać temperaturę, obserwując uważnie zmieniający się kolor podkowy: od wiśniowego poprzez ciemnoczerwony do pomarańczowego. Podob-

nie jak w przypadku podkowy kolor gwiazd również wskazuje na to, jaką mają temperaturę. Najchłodniejsze są gwiazdy czerwone, a najgorętsze – niebieskie. Temperatura na powierzchni żółtego Słońca wynosi 5500 stopni Celsjusza, biała gwiazda ma 8500 stopni, a niebieska – aż 40 tysięcy.



Skąd biorą się czarne linie

Już 200 lata temu włoski zakonnik, ojciec Angelo Secchi (czytaj: sekki), oglądał kolory gwiazd przez trójkątny kawałek szkła, nazywany pryzmatem. Jego następcy posługiwali się dokładniejszymi instrumentami. Okazało się, że w kolorach Słońca pojawiają się czarne linie – tak jakby na powierzchni naszej gwiazdy były substancje, które pochłaniają pewne określone barwy.

Naukowcy powtórzyli podobne eksperymenty w laboratorium. Rozgrzewali kawałek drutu do wysokiej temperatury i obserwowali jego kolory. Następnie patrzyli na gorący drut przez probówkę z różnymi gazami, zaczynając od wodoru. Okazało się, że czarne paski pojawiają się wtedy, gdy w zimnej probówce znajduje się odpowiedni gaz (lub wyparowany metal). W ten sposób odkryli na powierzchni Słońca nie tylko wodór i hel, ale też pary żelaza i wapnia.

Pomysł okazał się znakomity! Nie tylko ustalono, jakie substancje są w atmosferze Słońca, ale też odkryto nowe gazy. Pierwszym z nich był lekki hel, którego na Ziemi praktycznie nie ma, a w Słońcu jest po wodrze najważniejszy. Dzięki temu wiemy również, z jakich gazów składa się atmosfera Neptuna, z czego zbudowane są komety i jakie zimne gazy wypełniają puste przestrzenie w Galaktyce.

WARTO WIEDZIEĆ

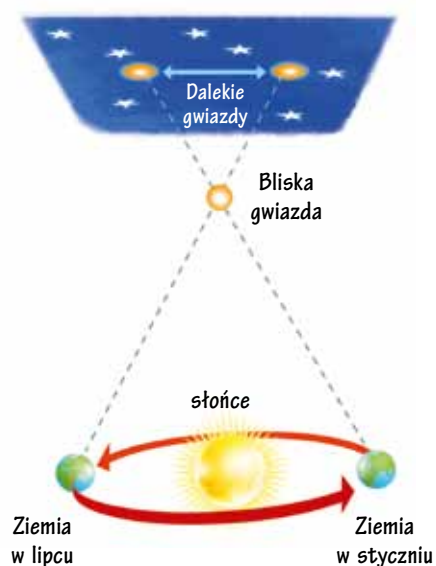
Składniki gwiazd podwójnych (potrójnych, poczwórnych) są zazwyczaj zbyt daleko, aby zobaczyć każdą oddzielnie gołym okiem. Wyjątkiem jest druga gwiazda w dysku Wielkiego Wozu, nazywana z arabskiego Mizar. Już przez niewielką lornetkę można dostrzec słabą gwiazdkę przy większej. Tak naprawdę są tych gwiazd aż trzy pary – wszystkie odległe tylko 80 lat świetlnych od Ziemi.

Gwiazdy podwójne

Niektóre gwiazdy wydają się dwukolorowe. To nie jest złudzenie. Rzeczywiście, składają się z dwóch lub nawet kilku gwiazd, które różnią się wielkością i temperaturą, więc świecą innymi kolorami. Takich gwiazd jest całkiem sporo. Przez małą lornetkę można zauważyć migające różne kolory gwiazd Oriona, czyli myśliwego, konstelacji zimowego nieba. Podwójna jest też inna jasna gwiazda, beta Perseusza, z arabskiego zwana Algol, czyli „głowa demona”. Już w starożytności zauważono, że co trzy dni Algol nieco przygasa. To ciemniejsza, chłodniejsza, pomarańczowa gwiazda przysłania na 10 godzin większą, jasnoniebieską.

Jak daleko są gwiazdy

Niektóre gwiazdy są bliżej Ziemi, a inne dalej. Nawet te, które tworzą jeden gwiazdozbiór, nie muszą leżeć w przestrzeni kosmicznej obok siebie. Ale jakie to są odległości? Skąd wiemy, że Voyager doleci do wyznaczonego celu za 200 tysięcy, a nie za 200 milionów lat? Jest wiele sposobów, by się tego dowiedzieć. Niektóre możemy wypróbować sami.



Jak zmierzyć odległość do gwiazdy

Nie są do tego potrzebne skomplikowane urządzenia. Wystarczy uważna obserwacja. Można to wytłumaczyć na przykładzie planet. Mars, Jowisz, Saturn, czyli planety leżące dalej od Słońca niż Ziemia, w swym rocznym ruchu po niebie zdają się zawracać

na kilka miesięcy. Dobrze to widać na przykładzie Neptuna, który wolno obiega Słońce. Nieco dłużej niż pół roku przesuwa się na tle gwiazd w lewo, a następnie znów w prawo. W rzeczywistości jednak to Ziemia szybko krąży po swojej orbicie, a Neptun – w porównaniu do niej – jest prawie nieruchomy. Jego powolny ruch widać tylko na tle Ziemi. Czy w podobny sposób możemy zaobserwować przesuwanie się gwiazd? Tak, ale ich ruch jest bardzo niewielki! Śledząc te małe ruchy, jakie robi gwiazda na tle innych, astronomowie mierzą ich odległość od Ziemi. Wybierają bardzo daleką gwiazdę i sprawdzają co pół roku, jak na tle tamtej przesuwa się inna, bliższa. Przez ten czas Ziemia przebiega 300 milionów kilometrów – patrzymy więc na gwiazdę z różnych miejsc w kosmosie. Przypomina to doświadczenie z ołówkiem, które możesz wykonać samodzielnie, żeby się przekonać, w jaki sposób astronomowie ustalają odległości do gwiazd.

Jakie duże są gwiazdy

Wiemy już, w jaki sposób astronomowie mierzą odległość do gwiazd, ale skąd wiedzą, jakie są duże? Gdy patrzymy na nie z Ziemi, wszystkie wydają się niemal jednakowej wielkości. Tymczasem jedne są setki razy większe od Słońca, a inne mniejsze niż nasza planeta. Aby ustalić wielkość gwiazd, astronomowie patrzą na nie przez duży teleskop raz trochę z prawej strony, raz trochę z lewej i porównują obra-

zy. Pierwszego takiego pomiaru dokonał w 1920 roku amerykański uczoney urodzony w Strzelnie, Abraham Michelson. Okazało się, że czerwona, jasna gwiazda w gwiazdozbiórze Oriona, która nazywa się Betelgeza, jest aż 1000 razy większa od Słońca. To jak ziarnko gorczycy i największa dynia. Betelgeza, czyli po arabsku „ręka olbrzyma”, wydaje się ciekawa jeszcze z innego powodu. Jej rozmiary ciągle się zmieniają, jakby puchła i się kurczyła. Wydaje się, że może wkrótce wybuchnąć. Byłaby wówczas widoczna nawet w dzień.



Ciekawe są gwiazdy z „paska” myśliwego Oriona: na lewo widzimy Alnitak, a na prawo Mintakę. Pierwsza składa się aż z trzech gwiazd – bardzo gorącej, niebieskiej, 30 razy cięższej od Słońca oraz dwóch mniejszych, biało-niebieskich. Druga – z dwóch biało-niebieskich i dwóch słabszych. Rigel, Betelgeza, Mintaka i Alnitak leżą 600-900 lat świetlnych od Ziemi, co w skali Galaktyki wydaje się niedużą odległością.

ZADANIE DLA CIEBIE

Weź ołówek do ręki i trzymaj go pionowo. Stań twarzą do ściany, kilka kroków od niej. Wyciągnij przed siebie rękę z ołówkiem, zamknij jedno oko, spójrz na trzymany przedmiot i na ścianę. Teraz popatrz na ołówek drugim okiem. Prawda, że przesunął się on na tle ściany? Zegnij rękę w łokciu i powtórz to doświadczenie. Teraz ołówek „przesunął się” bardziej. Wydaje się, że jest on bliżej oka niż poprzednio.



WARTO WIEDZIEĆ

Pierwszego pomiaru odległości do gwiazdy dokonał w 1838 roku niemiecki matematyk i astronom Friedrich Bessel. Stwierdził, że gwiazda o nazwie 61 Łabędź jest odległa od Ziemi o 11 lat świetlnych, czyli o 100 bilionów kilometrów.

Życie gwiazd

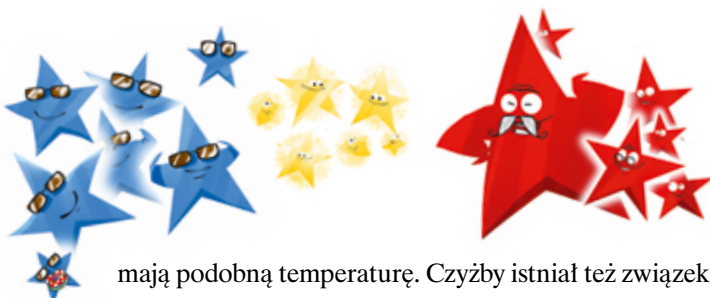
Arystoteles, największy grecki uczyony, pisał ponad dwa tysiące lat temu, że gwiazdy wydają się wieczne – ale tak nie jest: one żyją własnym życiem. Przez dwa tysiące lat astronomowie w to nie wierzyli. Życie gwiazd poznaliśmy dopiero sto lat temu.

xxxxxxxxxxxxxxxx

Czy gwiazdy są do siebie podobne?

Grecy, chcąc w jakiś sposób uporządkować gwiazdy, które widzieli na niebie, nadali gwiazdozbiorom imiona postaci z mitów. Arabowie ponazywali natomiast najważniejsze gwiazdy tych konstelacji. Arabskie nazwy ma na przykład siedem gwiazd w Wielkim Wozie, między innymi Dubhe, Merak, Alioth, Mizar. Pogrupowanie gwiazd w gwiazdozbiory ułatwia orientację na nocnym niebie.

Gwiazdy tworzące konstelacje nie muszą wcale znajdować się blisko siebie. Ale czasami są do siebie w jakiś sposób podobne. W „pasie” Oriona świecą na przykład trzy niebieskie giganty, odległe o nas o 800 lat świetlnych. Z kolei wszystkie gwiazdy Wielkiego Wozu są oddalone od Ziemi o 80 lat świetlnych. Wiemy już, że gwiazdy jednakowego koloru



mają podobną temperaturę. Czyżby istniał też związek między kolorem a jasnością i masą gwiazd?

Co odkryły astronomki

O gwiazdach i o tym, w jaki sposób są ze sobą powiązane, wiemy dużo dzięki niezwykle pracowitości kilku kobiet, które żyły ponad 100 lat temu. Annie Cannon Jump, Antonia Maury, Williamina Flemming przez kilkanaście lat badały kolory gwiazd, używając do tego niewielkiego teleskopu. Stoi on dziś w miejscowości Piwnice, w obserwatorium Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.

Sfotografowano milion gwiazd i stało się oczywiste, że niektóre z nich są do siebie podobne. Na przykład te niebieskie lub białe-niebieskie świecą bardzo jasno. Nasze żółte Słońce ma wiele „kuzynek”: mniejszych i zimniejszych od niebieskich gwiazd. Sporo jest gwiazd, które ledwo się żarzą ciemnoczerwoną barwą, jak wygasające w kominku węgle.

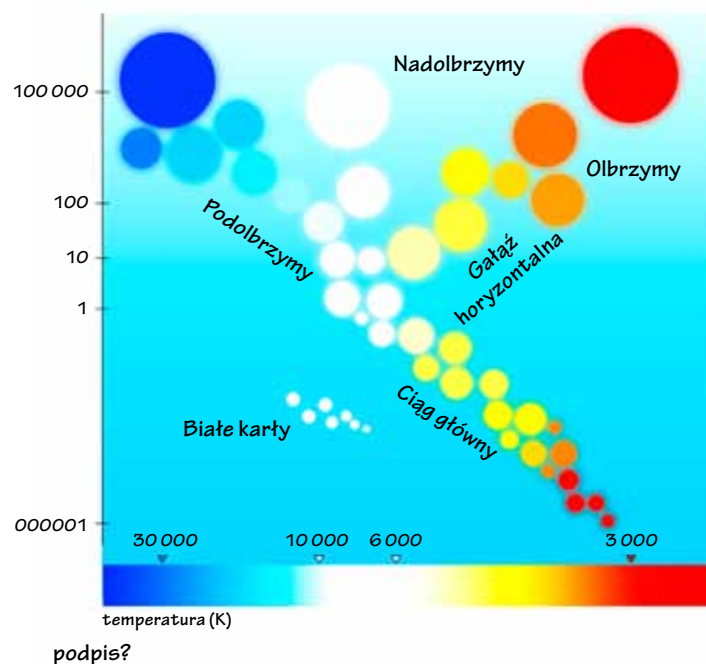
Historie gwiazd

Każda z gwiazd widocznych na niebie musiała się kiedyś narodzić (jak to przebiega, dowiesz się z rozdziału „Narodziny gwiazd”). Niektóre z nich są bardzo młode – co oznacza w ska-

li wszechświata kilka milionów lat. Inne, tak jak Słońce, powstały miliardy lat temu. Wiek gwiazd można określić, sprawdzając, co znajduje się w ich wnętrzu. Niektóre zawierają węgiel i tlen, a Słońce – nawet żelazo. Jeśli jest ono w gwieździe, to znaczy, że miała skomplikowaną historię życia. Długo musi się palić gwiazdowy piec, aż „wykuje się” ciężkie żelazo.

Masa to energia

Wszystkie jasno świecące gwiazdy są zbudowane z dwóch najprostszych gazów: wodoru i helu. Każda z nich zamienia wodór na hel, co daje ogromne ilości energii. Skąd tyle energii na miliardy lat? Bo gdy odbywa się ten proces spalania, znika jakby trochę masy. Ale tak naprawdę wcale nie znika, tylko zamienia się właśnie w energię. Słońce ma na przykład tak dużo wodoru, że pali się już od 4,5 miliarda lat i będzie się prawdopodobnie palić jeszcze co najmniej drugie tyle.



Teleskop astronomek z Piwnic

Które gwiazdy są spokrewnione

Po wielkiej pracy astronomek uporządkowanie gwiazd w rodziny było już proste. Zrobiło to dwóch panów – Henry Russel i Ejnar Hertzsprung. Ustalili oni, w jaki sposób jasność gwiazdy zależy od jej koloru. Okazało się, że gwiazdy niebieskie są najjaśniejsze, a przy tym również ogromne. Większe od nich mogą być tylko czerwone olbrzymy, które właśnie kończą swe życie. Z kolei gwiazdy żółte, które nie świecą tak jasno, są nieduże, jak Słońce, i produkują też niezbyt wiele energii, ale za to długo żyją – aż 10 miliardów lat. A zatem najważniejszym elementem, który łączy gwiazdy, okazał się ich kolor.

Narodziny i śmierć gwiazdy

W jaki sposób rodzą się gwiazdy? I jak umierają? Zarówno ich narodziny, jak i śmierć to wspaniałe kosmiczne zjawiska. Jednak trudno je zaobserwować, bo gwiazdy żyją długo – miliardy lat, a giną w ciągu zaledwie kilku. Nigdy nie wiemy, kiedy to nastąpi.



Gdzie rodzą się gwiazdy

Narodziny gwiazdy trwają bardzo, bardzo długo. W przestrzeni kosmicznej zimne gazy (wodór, hel, tlen) w ciągu milionów lat łączą się w większe fragmenty. Gdy taki zlepek dostatecznie urośnie, podnosi się jego temperatura i ciśnienie w środku. W pewnym momencie wodór zamienia się w hel. Wydziela się energia, temperatura rośnie do milionów stopni: gwiazda „zapala się”. Kula gazowa zamienia się w gwiazdę. W kosmosie jest dziś wiele miejsc, gdzie powstają nowe gwiazdy.

WARTO WIEDZIEĆ

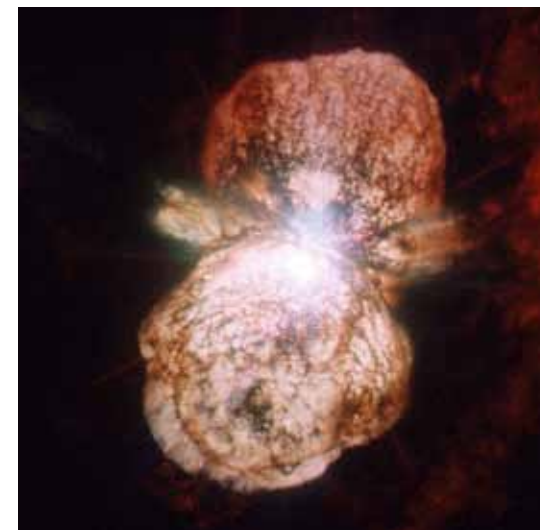
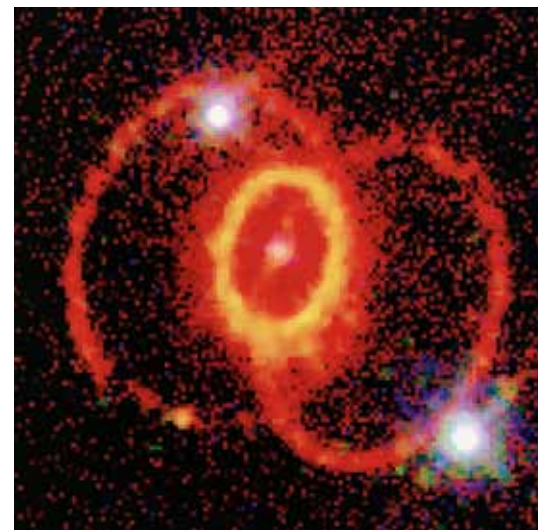
Obserwacje za pomocą kosmicznego teleskopu Hubble’a pokazały aż 150 miejsc, gdzie oprócz gwiazd mogą powstawać planety, jak w naszym Układzie Słonecznym.

Jedno z nich to kolorowy „obłok” w konstelacji Oriona, nieco poniżej jego „paska”. Łatwo go znaleźć na zimowym niebie. Czerwony i niebiesko-fioletowy kolor obłoku pochodzi od zawartego w nim wodoru, a zielony – od tlenu. Gazów w obłoku wystarczyłoby dla 2000 Słońc.

Mimo że obłok jak na odległości kosmiczne jest dość nieduży – tylko 25 lat świetlnych szerokości – naliczono w nim aż 700 młodych gwiazd. Najmłodsze z nich mają zaledwie kilka tysięcy lat.

Krótkie życie gigantów

Wydaje się, że nie ma w naszej Galaktyce gwiazd cięższych niż 100 mas Słońca. W gwiazdozbiorze Oriona znajduje się kilka sporych gwiazd. Największa z trzech gwiazd składających się na Alnitak ma 30 mas Słońca, a dwie mniejsze – po 15. Ale są to gwiazdy młode – nie starsze niż 10 milionów lat. Im gwiazda jest cięższa, tym krócej żyje. Niebieskie supergiganty, o masach 30 razy większych niż Słońce, żyją nie dłużej niż 30 milionów lat. W środku tych gwiazd panują ogromne ciśnienia i temperatury, znacznie większe niż w Słońcu. Reakcje spalania wodoru zachodzą bardzo szybko i paliwo wkrótce się wyczerpuje. Gwiazda stygnie na powierzchni, z niebieskiej robi się czerwona, przy czym zazwyczaj puchnie. Nadal świeci, lecz może wybuchnąć.



Śmierć gwiazdy

To, w jaki sposób gwiazdy umierają, zależy od ich masy.

Małe, lżejsze niż Słońce, kończą życie jako tak zwane czerwone karły. Kurczą się one i świecą 1000 razy słabiej niż Słońce. Jest ich na Mlecznej Drodze mnóstwo. Ich życie trwa dziesiątki miliardów lat, ale są zbyt słabe, aby je zobaczyć gołym okiem. Takim czerwonym karłem jest Proxima Centauri, gwiazda znajdująca się najbliżej Ziemi.

Duże gwiazdy, o masie znacznie większej niż nasze Słońce, kończą życie w sposób widowiskowy. Spuchnięte i wypalone na zewnątrz, a w środku nadal gorące, wybuchają setkami kilometrów jako supernowe – widoczne są nawet w dzień. Takie wybuchy zaobserwowali Chińczycy w 1054 roku, duński astronom Tycho de Brahe w 1572 roku, a astronom Johann Kepler w 1604. Od tamtego czasu w naszej Galaktyce nie było podobne-

go wybuchu. Przypuszcza się, że za 400 lat może wybuchnąć Betelgeza.

Resztki pozostałe po wybuchu mogą dać życie nowej gwiazdzie albo nawet całemu układowi słonecznemu. Mogą też rozpląnąć się w kosmosie lub zapaść do zupełnie czarnej gwiazdy, niezwykle szybko kręcącej się i wysyłającej w kosmos sygnały radiowe.

słowo kluczowe:

czerwony karzeł, supernowa

Tak wyglądało Słońce 4,5 miliarda lat temu, tak wygląda dziś, a tak będzie wyglądało za kolejne 10 miliardów lat. [ostatni rysunek – ciemnoczerwona gwiazdka]



„Mgławica” Andromedy

Pod rozciągniętym W Kasjopei, nieco na prawo, leży gwiazdozbiór Andromedy – pięć gwiazd na dużym łuku. Są dobrze widoczne na nocnym jesiennym niebie. Nad środkową z tych gwiazd znajduje się nieco słabsza, a dalej kolejna, jeszcze słabsza. Przy tej ostatniej widnieje jakby rozmyta mała chmurka. To jest właśnie „mgławica”: najdalsze gwiazdy, które można zobaczyć gołym okiem.

Galaktyka i galaktyki

Kiedy teleskopy były jeszcze nie-
zbyt dokładne, astronomowie na-
zywali mgławicami wszystko,
co wyglądało na niebie jak jasna
mgiełka. Dziś wiemy, że mogą to
być różne obiekty. Chmurka wi-
doczna w gwiazdozbiórce Andro-
medy jest właśnie galaktyką.
Duże teleskopy pokazały, że skła-
da się ona z wielu miliardów
gwiazd. Nazywamy ją Galaktyką
Andromedy. Nasza Droga Mlecz-
na przypuszczalnie wygląda bar-

dzo podobnie. Ma również spiralny kształt i zawiera zbliżoną
liczbę gwiazd. Niestety, nie możemy jej zobaczyć od ze-
wnątrz, bo żaden statek kosmiczny tak daleko nie doleci.

Czy galaktyki mogą się zderzyć?

Galaktyka Andromedy pędzi w naszym kierunku (albo my
w jej) z prędkością 150 kilometrów na sekundę. Jeśli się nie
zatrzyma, zderzy się z Droga Mleczną za 2 miliardy lat. Zde-
rzenie to nie będzie przypominało kolizji meteorytów ani ko-
met, bo galaktyki są prawie puste. Można to sobie raczej wy-
obrazić jako zamieszanie dwóch kropli mleka w kawie.



Galaktyka Andromedy.

WARTO WIEDZIEĆ

Naszą Galaktykę, czyli Drogę Mlecz-
ną, piszemy zawsze wielką literą. W
odróżnieniu od niej inne galaktyki za-
pisujemy małą literą. Takich galak-
tyk są we wszechświecie miliardy.
Nie wszystkie mają spiralny kształt
– niektóre wydają się zgniecione jak
piłka do rugby, inne kuliste. Za po-
mocą małej lornetki dojrzysz dwie
mgławice w Wielkim Wozie.

Galaktyki przenikną się nawzajem lub utworzą
nową – większą. A wtedy konstelacje widoczne
z Ziemi będą zupełnie inne niż teraz.

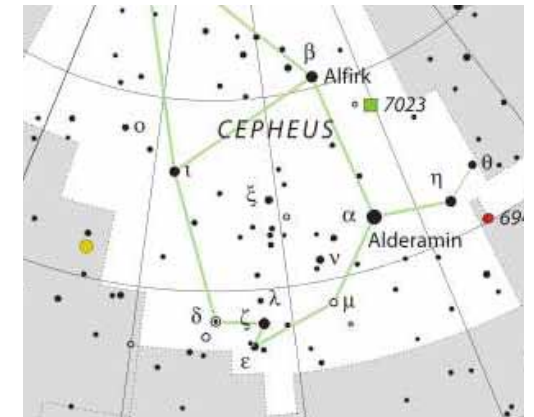
Co to są cefeidy?

Znamy już gwiazdę Algol (po arabsku „głowa de-
mona”), którą nazwali tak Arabowie, przerażeni
tym, że co trzy dni przygasa. Wiemy, że Algol skła-
da się dwóch gwiazd, z których mniejsza co jakiś
czas przysłania tę większą, jaśniejszą. Ale gwiazdy
mogą przygasać również z innych powodów.

Wysoko na wieczornym letnim niebie, w połowie odległości
między Łabędziem a Kasjopeją, leży słaba, biało-żółta gwiazd-
ka. Oznaczono ją jako deltę w gwiazdozbiórce Cefeusza. Delta
Cefeusza jest tylko 4 razy cięższa od Słońca, ale 40 razy więk-
sza. Jasność tej gwiazdki zmienia się co 5 dni, ale inaczej
niż Algola: przez 4 dni przygasa, aby później nagle rozbłysnąć.
W podobny sposób jak delta Cefeusza pulsuje wiele innych
gwiazd. Nazwano je cefeidami. Są to gwiazdy zmieniające
jasność co kilka dni wskutek „puchnięcia” ich zewnętrznych
warstw. Cefeidą jest też Gwiazda Polarna. Podobno w ciągu
ostatnich 2000 lat pojaśniała dwukrotnie.

Jak daleko są galaktyki?

W ustaleniu tego pomogło właśnie obserwowanie cefeid. Zaj-
mowała się tym amerykańska astronom Henrietta Swan Le-
avitt i po wielu latach znalazła sposób na mierzenie odległości
we wszechświecie. Obserwowała ona kilka cefeid w galakty-
ce widocznej z południowej półkuli, tak zwanym Obłoku
Magellana (przeczytasz o nim więcej w rozdziale „Co-
raz więcej galaktyk”). Zauważyła, że im dłużej pulsuje
cefeida, tym większa jest jej jasność. W ten sposób
znalazła astronomiczną „lampę uliczną”. Im słabiej



Poszukaj w gwiazdozbiórce Cefeusza
gwiazdki delta

lampa świeci, tym jest ona dalej.
Dzięki odkryciu Leavitt wiemy,
że Galaktyka Andromedy znajdu-
je się 2,5 miliona lat świetlnych od
Ziemi. Czy to dużo? Jak na odle-
głości kosmiczne niewiele – tylko
20 razy więcej niż rozmiary Drogi
Mlecznej.

słowo kluczowe:

mgławica, galaktyka, cefeida



Mgławice, gromady, pulsary

Nazwą „mgławica” astronomowie określali kiedyś wiele obiektów, których nie potrafili jeszcze wtedy rozróżnić z powodu braku odpowiednich przyrządów. Niektóre z nich to galaktyki, inne obłoki międzygwiazdne, w których powstają gwiazdy, na przykład ten w konstelacji Oriona. Inne wreszcie są pozostałościami po wybuchach gwiazd.



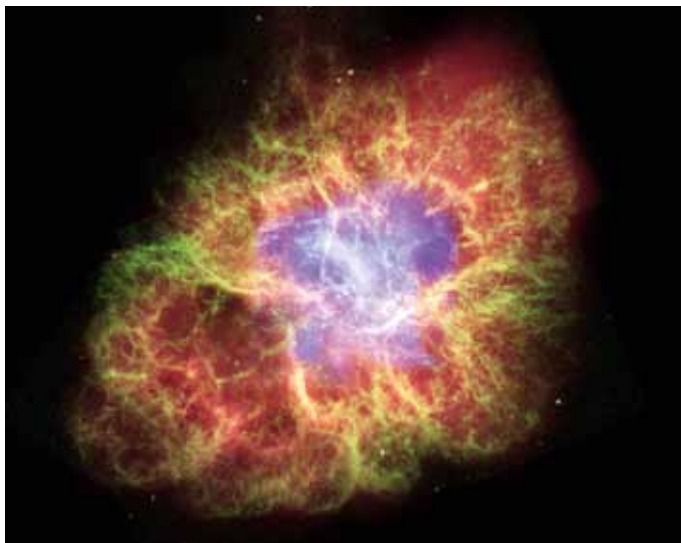
Plejady i inne gromady

W gwiazdozbiornie Byka leży nie-duża gromada, która nie jest galaktyką. To 1000 dużych i niebieskich gwiazd, odległych od siebie o kilka lat świetlnych. Znali je starożytni Grecy i nazwali Plejadami. Łatwo je znaleźć zimą w pasie zodiaku. Gołym okiem dobrze widocznych jest 7 z nich – przypominają pomniejszony Wielki Wóz. Są jakby zamglone – to resztki po obłoku międzygwiazdowym, z którego powstały. Obłok w Orionie, gdzie dziś rodzą się gwiazdy, za 100 milionów lat też będzie wyglądał podobnie do Plejad.

ZADANIE DLA CIEBIE

Poszukaj w Internecie zdjęć obłoku ro Ophiuchi. Leży on w gwiazdozbiornie Wężownika, ale naprawdę piękne fotografie robią tylko wielkie teleskopy.

Innym miejscem powstawania gwiazd jest również przepiękna mgławica wokół gwiazdy ro Ophiuchi, niedaleko od gwiazdozbiornu Skorpiona. W Polsce najlepiej widać go wieczorem, nad południowym horyzontem, w końcu maja i na początku czerwca, ale potrzebna jest lornetka.



Pulsar znajduje się na przykład w środku „mgławicy” oznaczonej w katalogu Messiera numerem M1 i nazywanej z powodu swojego kształtu Mgławicą Kraba – naukowcy sądzą, że jest ona pozostałością po wybuchu supernowej w 1054 roku.



Ro Ophiuchi



M57 – mgławica Pierścieni

W pobliżu mgławicy ro Ophiuchi leży kolejna gromada gwiazd, tym razem żółtych, bardzo starych, powstałych 9 miliardów lat temu. W jednym z pierwszych katalogów mgławic, stworzonym przez astronoma Messiera nosi ona numer M9. Jej zdjęcia znajdziesz w Internecie po wpisaniu w wyszukiwarce „klaster M9”.

Co to są mgławice planetarne?

Nazywamy tak miejsca po wybuchach gwiazd. Ale nazwa ta jest trochę myląca, bo ani nie są to mgławice, ani nie ma w nich planet. Wiemy to jednak dopiero od niedawna. Dzisiejsze teleskopy dostarczają pięknych zdjęć takich „mgławic” – nie tylko widzialnego światła, ale i niewidzialnych dla człowieka fal radiowych. Przykładem jest M57, mgławica Pierścień – bardzo słabe światełko leżące w gwiazdozbiornie Lutni, między dwoma gwiazdami dolnej kreski litery L. W małym teleskopie M57 wygląda jak kolorowe oko kota, a jest to rozplywająca się w kosmosie chmura gazu po wybuchu gwiazdy, tak zwanej supernowej. Do wybuchu doszło parę tysięcy lat temu. Dopiero duże teleskopy pokazują w środku M57 małą, białą, gorącą gwiazdkę. Gwiazdkę taką nazywamy białym karłem.

Pulsary

W 1967 roku Jocelyn Bell Burner, studentka na Uniwersytecie w Cambridge w Anglii, zmierzyła dziwne źródło fal

radiowych z kosmosu. Nadawało ono bardzo krótkie sygnały, mniej więcej raz na sekundę. Początkowo myślano, że udało się natrafić na ślad kosmitów, ale sygnały nie niosły żadnej informacji – tylko nudne pik, pik, pik. W miejscu, skąd pochodziły, teleskopy nie pokazywały gwiazdy, więc nazwano to pulsujące źródło pulsarem. Dziś wiemy, że dźwięki takie wysyłają jednak gwiazdy, ale bardzo dziwne – ciężkie i czarne. Nie są one zbudowane ze zwykłej materii, ale maleńkich cząstek o olbrzymiej masie, zwanych neutronami. Pulsary powstają po wybuchu gwiazd dwa razy cięższych od Słońca. Część materii ulatuje w kosmos, a ciężki środek zapada się i staje gwiazdą neutronową. Gdyby zrobić lepek od szpilki z materii neutronowej, ważyłby on tyle, co blok mieszkalny!

słowo kluczowe:

biały karzeł, gromada, materia,

neutron, pulsar

Coraz więcej galaktyk

Galaktyka Andromedy nie jest jedyną widoczną gołym okiem. Na drugiej półkuli, w okolicach bieguna południowego, widać duży rozmyty obłok. Zauważył go Magellan, portugalski żeglarz, dowodzący pierwszą wyprawą morską dookoła Ziemi. Obłok Magellana to kolejna galaktyka w okolicach Drogi Mlecznej. Jak się okazuje, wcale nie ostatnia we Wszechświecie.

Obłoki Magellana

Wielki Obłok Magellana jest mniejszy od Galaktyki Andromedy, ale położony znacznie bliżej, zaledwie 150 tysięcy lat świetlnych od Ziemi. Mimo więc że składa się „tylko” z 10 miliardów gwiazd, wydaje się jaśniejszy od Andromedy. Niestety, nie widzimy spiralnych ramion, bo jest ustawiony do naszej Galaktyki bokiem.

Mały Obłok Magellana znajduje się nieco dalej (200 tysięcy lat świetlnych) i jak na galaktykę składa się z niewielu gwiazd (około 100 milionów). Tylko w zupełnych ciemnościach, na przykład z pokładu żaglowego statku, można go dostrzec gołym okiem.

Oba obłoki znajdują się na tyle blisko Ziemi, że astronomowie mogą obserwować w nich narodziny i śmierć gwiazd leżących poza naszą Galaktyką.

Galaktyki Wielkiego Wozu

Za pomocą małego teleskopu można z półkuli północnej dostrzec jeszcze kilkanaście innych galaktyk. Dwie dość jasne są w okolicach Wielkiego Wozu: jedna za wozem, druga pod dyszlem. Noszą numery M81 i M51 od nazwiska astronoma Karola Messiera, który je wpisał do swojego katalogu w 1781 roku. M81 liczbą gwiazd i rozmiarami przypomina Galaktykę. Mimo że dzieli nas od niej aż 12 milionów lat świetlnych, mamy więc drugą po Andromedzie galaktykę, której zdjęcia pozwalają nam przypuszczać, jak może wyglądać Droga Mleczna widziana z zewnątrz.



Galaktyka M81



Kwazar wygląda jak kolorowy, rozkręcony bąk

Galaktyki na krańcach Wszechświata

Kosmiczny Teleskop Hubble’a, umieszczony na orbicie, potrafi fotografować nawet bardzo słabe gwiazdy. W 2003 roku przez kilka miesięcy „wpatrywał się” w mały fragment południowego nieba, gdzie prawie nie ma gwiazd. Na jego małym wycinku naliczył aż 10 tysięcy słabych, rozmytych punkcików – odległych galaktyk.

Okazuje się, że najsłabsze z tych punkcików są najbardziej czerwone. Dzieje się tak nie dlatego, że gwiazdy w galaktykach mają czerwony kolor, tylko przez to, że galaktyki od nas uciekają. Oddalają się tak szybko, że światło do nas lecące „spóźnia się” – przez co wydaje się bardziej czerwone. Najdalsze galaktyki uciekają od nas prawie z prędkością światła. Ale właściwie należałoby powiedzieć, że to nie one uciekają, tylko cały Wszechświat „puchnie” jak ciasto drożdżowe. Z koloru galaktyk możemy wyliczyć, jak długo biegło do nas światło. Te najdalsze znajdują się w odległości ponad 13 miliardów lat świetlnych od Ziemi. Teleskop widzi zatem ich obraz sprzed „zaledwie” 500 milionów lat od początku Wszechświata.

Teleskop Hubble’a, powtarzając obserwacje w 2012 roku, naliczył kolejne 5000 jeszcze słabszych galaktyk. Ponieważ oglądał tylko maleńki wycinek nieba, wnioskujemy, że galaktyk we Wszechświecie jest bardzo dużo – przypuszczalnie 170 bilionów (czyli milionów milionów). A w każdej z nich są miliardy gwiazd.

Kwazary

Najdalszymi ciałami niebieskimi, jakie potrafimy z Ziemi zauważyć, są tak zwane kwazary, od angielskiego quasi-star, czyli ni-by-gwiazda. Są one ogromnymi nadajnikami fal radiowych, silniejszymi niż niejedna galaktyka. Przypuszczamy, że mogą to być czarne dziury – obiekty ciężkie i ogromne, połykające tysiące gwiazd. Na szczęście, żaden z tych potworów nie leży blisko naszej Galaktyki.

słowo kluczowe:

kwazar



Co wiedzieli starożytni

Już starożytne ludy interesowały się zjawiskami astronomicznymi i prowadziły obserwacje nieba. Świadczą o tym najdawniejsze zapiski oraz budowle takie, jak piramidy w Egipcie czy wieże w Mezopotamii. I choć dzisiejsi astronomowie wiedzą o kosmosie dużo więcej niż tamte ludy i uczeni z minionych wieków, to i tak na wiele pytań wciąż nie znamy odpowiedzi.



Starożytna Mezopotamia

Pierwsza cywilizacja, która budowała miasta, (a zapewne też wieże do obserwacji nieba – zigguraty) narodziła się około 5000 lat temu, na terenie obecnego Iraku. Żyło tam wiele różnych ludów: Sumerowie Babilończycy, Asyryjczycy. Pierwsze zapiski związane z obserwacjami astronomicznymi pochodzą sprzed 1800 lat przed naszą erą. Zannotowano, o jakiej godzinie wschodzi Księżyc. Na tabliczkach sprzed 1700 lat przed naszą erą zapisano, kiedy widać planetę Wenus. Z kolei tabliczki Mul.Apin sporządzone 1000 lat przed naszą erą zawierają pierwszą encyklopedię astronomiczną.

WARTO WIEDZIEĆ

Już astronomowie w Mezopotamii wiedzieli, że zaćmienia Księżyca (i Słońca) powtarzają się dokładnie co 223 księżycowe miesiące. Na glinianych tabliczkach znalazł się zapis zaćmienia Słońca z 763 roku przed naszą erą.



Piramida Cheopsa

Wiedzę astronomiczną przejęli od tamtych ludów również starożytni Egipcjanie, a później Grecy. Piramida Cheopsa sprzed 4500 lat jest tak zbudowana, że z komory grobowej faraona prowadzą dwa długie i wąskie tunele: przez jeden można było oglądać gwiazdę Thuban w konstelacji Smoka, która w tamtych



Piramidy Cheopsa albo zigguratu w Mezopotamii.

czasach była gwiazdą polarną. Miało to zapewnić faraonowi pomyślną podróż do krainy zmarłych

Eratostenes: jak wielka jest kula ziemską?

Już 2300 lat temu grecki myśliciel, Eratostenes, wpadł na ciekawy pomysł zmierzenia, jak dużą kulą jest Ziemia. Pomysł był nieco podobny do działania zegara słonecznego. Ponieważ Ziemia jest kulą, w tym samym czasie w różnych miejscach na Ziemi cień patyka wbitego w piasek jest innej długości. Wystarczyło tylko te długości porównać. Eratostenes wybrał dwa miasta, Asuan i Aleksandrię. Eratostenes wiedział, w którym dniu roku promienie słoneczne padają pionowo w Asuanie, i w tym samym momencie zmierzył długość cienia w Aleksandrii. Za pomocą prostej matematyki obliczył obwód Ziemi. Niewiarygodne, ale z bardzo dużą dokładnością jego wynik zgadza się z obecnymi pomiarami. Obwód Ziemi w najszerszym miejscu (czyli wzdłuż równika) wynosi 40 tysięcy kilometrów.



Ziemi się przemieszcza: zauważył, że moment wiosennej równonocy przesuwają się systematycznie co cztery lata o dzień wcześniej. Zaproponował więc „rok przestępny”, wprowadzony później przez Juliusza Cezara w Rzymie. Zauważył, że długość miesięcy księżycowych nie jest dokładnie taka sama i że Słońce w pozornym ruchu w zodiaku czasem przyspiesza, czasem zwalnia. Był to chyba pierwszy uczony, który stosował matematykę do astronomii. Z jego wyników korzystał nawet Kopernik.

Arystarch: jak daleko jest do Księżyca?

Zmierzenie odległości do Księżyca jest znacznie trudniejsze. Spróbował to zrobić, pół wieku przed Eratostenesem, inny grecki uczony – Arystarch z wyspy Samos. Zauważył, że pierwsza „kwadra”, czyli ćwiartka fazy Księżyca nie wypada w jednej czwartej miesiąca, ale parę godzin wcześniej. Obliczył z tego odległość Słońca od Ziemi jako 20 razy większą niż Księżyca od Ziemi. Pomysł był dobry, ale poprawna wartość to 400 razy. A z kolei z obserwacji zaćmienia Słońca Arystarch wyznaczył rozmiary Księżyca. I to był wynik w miarę dobry! Spadkobiercą wiedzy Arystarcha i Eratostenesa był Hipparch z Nikei. To on sporządził pierwszy znany nam katalog gwiazd, zmierzył czas obiegu Ziemi wokół Słońca oraz odległość Ziemi od Księżyca. Hipparch stwierdził też, że oś

Mechanizm z Antykithiry

Starożytni Grecy mieli nawet prosty, składający się z zębatach kółek komputer. Służył on przypuszczalnie do obliczeń astronomicznych, między innymi ustalania terminów zaćmień Słońca i Księżyca. Znalaziono go na statku, który zatonął w pobliżu wyspy Antykithiry jakieś 2200 lat temu.

Od Ptolemeusza do Kopernika

Obaj uczeni zastanawiali się, jak zbudowany jest Wszechświat. Żyjący w II wieku naszej ery grecki astronom Ptolemeusz sporządził pierwszy matematyczny model Układu Słonecznego. Opierał się wprawdzie na błędnym założeniu, że to Ziemia jest środkiem Wszechświata, ale wiele wyjaśniał. Dopiero Kopernik poddał w wątpliwość to, w co przez ponad tysiąc lat wszyscy wierzyli. Udowodnił, że Ptolemeusz się mylił. Kopernika uważamy więc za twórcę nowożytnej nauki.

„Zegarowe” kółka Ptolemeusza

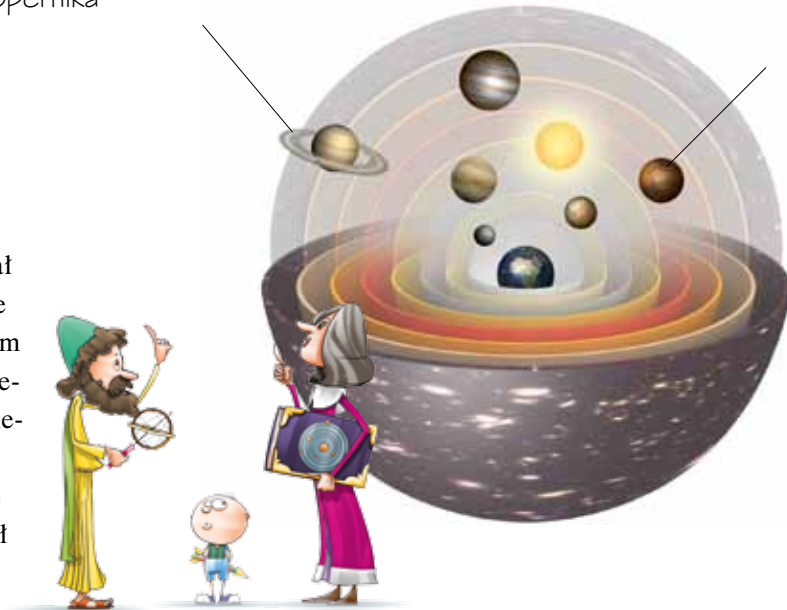
Klaudiusz Ptolemeusz pracował w Aleksandrii, wielkim mieście portowym w Egipcie, założonym przez Aleksandra Macedońskiego. Była tam największa na świecie biblioteka. Mimo że część zbiorów spłonęła podczas wielkiego pożaru, Ptolemeusz mógł wciąż korzystać z wielu dzieł greckich uczonych.

System Ptolemeusza był wielkim osiągnięciem starożytnej astronomii. Wyjaśniał on, dlaczego: w ciągu dnia (i nocy) krążą nad naszymi głowami gwiazdy, planety, Księżyc i Słońce,
• Księżyc w ciągu miesiąca „wędruje” na lewo, oświetlony przez Słońce raz więcej, raz mniej, Słońce przesuwają się podobnie przez cały rok, przez znaki zodiaku planety wędrują na niebie

na lewo, po zodiaku, wolniej niż Słońce, ale w ciągu roku na parę miesięcy „zawracają”, czasem planety są bliżej Ziemi, czasem dalej,

- Słońce na niebie czasem nieco przyspiesza, podobnie jak Księżyc.

Aby to wszystko wytłumaczyć, Ptolemeusz założył, że Słońce, Księżyc i planety poruszają się po kółkach jak tryby w zegarku. Uczony dodawał kolejne kółka do swojego schematu i system niebieski całkiem dobrze działał. Można było przewidzieć wschody i zachody planet, zaćmienia Księżyca (i znacznie rzadsze Słońca), i wzajemne zbliżenia planet na niebie.

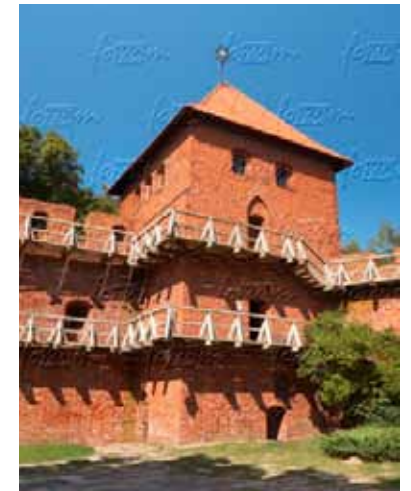


Dopiero wiele wieków później młody student w Padwie we Włoszech, rodem z Torunia, Mikołaj Kopernik, doszedł do wniosku, że system ten jest co prawda dokładny, ale nie ma sensu: bo Wszechświat nie jest taki skomplikowany, jak trybiki Ptolemeusza.



Chłopiec z Torunia

Mikołaj Kopernik był człowiekiem wszechstronnie wykształconym. Dzięki pomocy finansowej wuja biskupa mógł pobierać nauki najpierw na Akademii Krakowskiej, a potem we Włoszech. W Bolonii studiował prawo kościelne, w Padwie medycynę (i astronomię), a dyplom doktora prawa uzyskał w Ferrarze. To w Padwie ze swym starszym włoskim kolegą, Dominikiem Marią z Nowary, wykonał najważniejsze obserwacje astronomiczne. Po powrocie do Polski przez wiele lat zajmował się sprawami biskupa z Fromborka. Jeździł konno po całym księstwie i rozsądzał spory między chłopami.



Swoje najważniejsze obserwacje astronomiczne Mikołaj Kopernik przeprowadził we Fromborku. Tam, gdzie mieszkał i pracował, znajduje się obecnie muzeum poświęcone wybitnemu astronomowi.

„Wstrzymał Słońce i niebo, ruszył Ziemię...”

Mikołaj Kopernik jeszcze 40 lat po powrocie z Padwy prowadził obserwacje nieba, mierzył położenia planet, myślał i liczył. Jego wielkie, matematyczne dzieło wyszło dopiero w roku jego śmierci, w maju 1543. Od tego momentu liczy się astronomia nowożytna.

WARTO WIEDZIEĆ

W czasie najazdu krzyżackiego w 1519 roku Kopernik bronił zamku w Olsztynie. Na ścianach tej budowli są do dziś ślady zegara słonecznego, za pomocą którego wyznaczał początek wiosny.

Tycho Brahe i Johannes Kepler – sprawdzanie Kopernika

Dzielo Kopernika „O obrotach sfer niebieskich” wstrząsnęło podstawami nie tylko astronomii, ale wywołało też spore zamieszanie w całym naukowym świecie. Przez kolejne dziesięciolecia, następcy polskiego uczonego sprawdzali, czy Kopernik miał rację.

xxxxxxxxxxxx

Kto miał rację?

Ptolemeusz korzystał z obserwacji astronomicznych prowadzonych wcześniej przez Asyryjczyków, Babilończyków, Egipcjan, Greków. Jego dzieło z zaskakującą dokładnością opisywało „mechanikę” nieba.

Genialny i odważny pomysł Kopernika nie opisywał ruchów planet tak dobrze jak model Ptolemeusza. Uчени uważali, że model Wszechświata zaproponowany przez polskiego astronoma należy sprawdzić. Nie było to takie łatwe, ponieważ obserwacje astronomiczne wymagają czasu – zaćmienia Słońca zdarzają się raz na 18 lat, Jowisz zatacza pełną orbitę raz na 12 lat, a Saturn – na 30 lat. Nie da się niczego szybko udowodnić. Poza tym trudno od razu przyjąć do wiadomości, że coś, w co wierzono przez setki lat, jest nieprawdą.

Duński obserwator

Tycho Brahe (1546-1601) zainteresował się astronomią w wieku 14 lat, gdy zobaczył zaćmienie Słońca. Wychowaniem chłopaka zajmował się wuj, który zmarł na zapalenie płuc po tym, jak uratował króla, gdy ten wpadł do morza. Wdzięczny władca podarował Tychonowi wyspę, na której zbudowano obserwatorium astronomiczne. Nazwano je Uranienborg, czyli „zamek Urana”. Było to pierwsze nowożytne obserwatorium astronomiczne, wyposażone w najlepsze przyrządy, jakie wtedy istniały.

Astronom wykonał dokładne pomiary ruchu planet. Nie był przekonany do systemu Kopernika i stworzył własny. W jego modelu Ziemia pozostawała w środku Wszechświata, a Słońce z pięcioma planetami ją okręgało.

Tycho Brahe po śmierci króla przeniósł się do Pragi, stolicy Czech. Trzy lata później, w 1601 roku, niespodziewanie zmarł. Wyniki jego badań przejął młody współpracownik, Johannes Kepler.

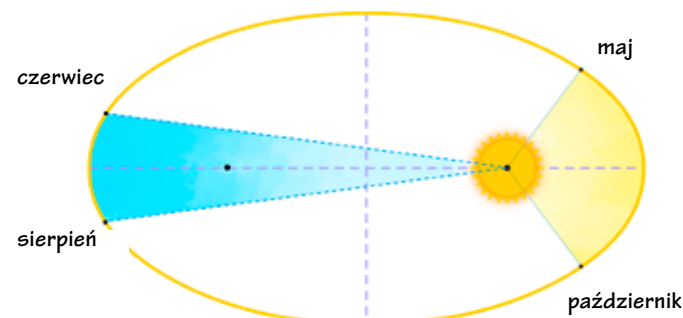
Trzy prawa Keplera

Johannes Kepler (1571-1630) urodził się w Niemczech, pracował w Austrii, a później w Pradze. On również zetknął się z astronomią już we wczesnym dzieciństwie. Jako sześciolatek obserwował przelot komety, a gdy miał dziewięć lat – widział zaćmienie Księżyca. Jeszcze w czasie studiów poznał teorię Kopernika i bardzo

się nią zainteresował. Spodobał mu się rysunek kolejnych planet, znajdujących się coraz dalej od Słońca.

W sformułowaniu trzech praw astronomicznych opisujących ruch planet wokół Słońca pomogły Keplerowi wyniki obserwacji Marsa prowadzonych przez Brahe.

1. Każda planeta porusza się wokół Słońca po orbicie, która ma kształt elipsy, czyli nieco spłaszczonego koła. Słońce wcale nie znajduje się w środku takiej elipsy. Jest nieco dalej od środka, ale też w specjalnym punkcie, zwanym ogniskiem. Ogniska są dwa: światło wysłane z jednego ogniska, a odbite od elipsy trafia do drugiego. Dla większości planet ogniska ich orbit są bardzo blisko środka Słońca.



WARTO WIEDZIEĆ

W 1572 roku Tycho zaobserwował supernową w gwiazdozbiornie Kasjopei. Była ona początkowo tak jasna jak Wenus, ale po 16 miesiącach zniknęła. Po prawie 500 latach, w miejscu wybuchu widać białego karła.

2. Im planeta jest bliżej Słońca, tym szybciej się porusza. Wiemy to już z ruchu Ziemi. W zimie, gdy jest bliżej Słońca, biegnie po orbicie szybciej. Kepler zauważył, że pola, które planeta zatacza co miesiąc (albo przez dowolny inny okres), są takie same.

3. Okresy obiegu planet i ich odległości od Słońca nie są przypadkowe. Im planeta jest dalej od Słońca, tym wolniej biegnie dookoła niego. To też wiedział Kopernik, ale Kepler miał lunetę i obserwował przez nią księżycy Jowisza. Widział, jak daleko są one od tej planety i mierzył ich czas obiegu. Zauważył, że czas obiegu dwa razy przez siebie przemnożony jest równy odległości trzy razy przez siebie przemnożonej.

Jednak jakieś magiczne prawa są, i to aż trzy!

słowo kluczowe:

elipsa

Galileusz i Newton

Dokonanie wielkich odkryć naukowych wymaga często współpracy wielu uczonych w ciągu długiego czasu. Żaden z nich nie zaczyna pracy od zera, tylko odwołuje się do dokonań poprzedników. Albo kontynuuje ich badania, albo obowiazujące do tej pory teorie.

xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx xxxxx



lunety Galileusza (muzeum nauki, Florencja)]

Luneta Galileusza

Dzieło Kopernika jest bardzo trudne do przeczytania, bo dużo w nim matematyki. Mało kto dokładnie się z nim zapoznał. Stało się słynne dzięki włoskiemu uczonemu, Galileuszowi (1564-

1642), który nazwał system Kopernika „największym”. Galileusz dokonał odkryć w astronomii, optyce, fizyce, był też zdolnym konstruktorem. Sam nauczył się szlifować kawałki szkła tak, aby zrobić z nich soczewki do okularów. A składając dwie soczewki zauważył, że gdy przez nie patrzymy, dalekie obiekty wydają się bliskie. Jego lunety były nieco dłuższe niż metr – zbudował ich kilka. –

Luneta okazała się bardzo cennym wynalazkiem dla marynarzy, jednak Galileusz zamierzał zastosować swój wynalazek do obserwacji nieba. Rozpoczął je w styczniu 1609 roku. Wszystkie jego odkrycia były niezwykle. Na Księżycu zobaczył „góry i doliny”, które dziś nazywamy kraterami i morzami. Wenus okazała się nie jasną „gwiazdką”, ale raz rogalikiem, raz małą tarczką, jak Księżyc w nowiu i w pełni. Świeci więc jak Księżyc, światłem odbitym. A Księżyc w nowiu nie jest wąskim sierpem, bo jego ciemna część jest też nieco oświetlona – światłem odbitym od Ziemi. To wszystko zauważył Galileusz dzięki prostej lunecie. Najważniejsze było jednak odkrycie czterech satelitów Jowisza. Pozwoliło ono Keplerowi na matematyczne opisanie ruchu planet.



Wenus wg pracy Galileusza

Na czym polega naukowa sztafeta?

Badania naukowe można porównać do sztafety, która trwa na przestrzeni wielu lat, a nawet wieków, a więc znacznie dłużej niż zawody w bieganiu. Jeden uczony przeprowadza szereg badań, dzięki którym dokonuje ważnych odkryć. Ale zazwyczaj rodzą one nowe pytania. Kolejny uczony stara się znaleźć na te pytania odpowiedzi.

Kopernik zmienił istniejący setki lat model Wszechświata – uczynił jego centrum Słońce, a nie jak to było wcześniej, Ziemię. Odkrycia Galileusza pomogły udowodnić teorię Kopernika, którą nazywa się heliocentryczną (bo helios to po grecku słońce). Sprawily, że stała się naukową rewolucją. Kepler, sprawdzając Kopernika, sformułował swoje trzy prawa ruchu planet.

Newton i grawitacja

Na podobnej zasadzie dokonania Keplera „uzupełnił” młody angielski uczony, Isaac Newton (1643-1727). Prawa Keplera pięknie wyjaśniały, w jaki sposób planety krążą dookoła Słońca. Nie tłumaczyły natomiast, dlaczego krążą właśnie w taki matematyczny sposób. Przyczynę takiego ich ruchu znalazł właśnie Newton.

Grecki uczony Arystoteles twierdził, że ciała spadają, bo „ciężą” do środka Ziemi. Newton też zastanawiał się nad przyczyną ruchu planet, komet i Księżyca. Odkrył on, że wszystkie ciała „ciężą” ku sobie nawzajem, czyli się przyciągają. Legenda głosi, że pomysł ten przyszedł mu do głowy, gdy spadło jabłko z drzewa, pod którym siedział, myśląc o orbicie Księżyca. I na jabłko, i na Księżyc działa przyciąganie Ziemi. Słońce przyciąga Ziemię, która krąży wokół niego, ale z kolei nasza planeta (oraz wszystkie inne planety) przyciągają Słońce. W podobny sposób Ziemia przyciąga Księżyc, który krąży dookoła niej, ale i Księżyc przyciąga Ziemię.

Czy to znaczy, że również Ziemia krąży nieco dookoła Księżyca? Tak! Krążą nawzajem, jedno dookoła drugiego. Ale Ziemia jako cięższa ma małą orbitę.

Prawo Newtona

Newton nie tylko nazwał grawitację wzajemnym przyciąganiem się, ale i podał prawo matematyczne. Siła przyciągania jest tym większa, im większa masa dwóch ciał. Siła ta maleje, gdy rośnie odległość między ciałami – gdy wzrośnie między dwukrotnie, siła maleje cztery razy. Z tej prostej zależności wynikają wszystkie trzy prawa Keplera. Gdy planeta jest bliżej Słońca, obiega je szybciej, bo przyciąga ją większa siła grawitacji. Prawo Newtona rządzi ruchem wszystkich planet, księżyców Jowisza, statków kosmicznych, a nawet gwiazd.



Jan Heweliusz – astronom z Gdańska

Już w starożytności Grecy nazwali większość gwiazdozbiorów na północnym niebie. W późniejszym okresie Arabowie nadali ciekawe nazwy najjaśniejszym gwiazdom. Od czasów Galileusza wielu uczonych poszukiwało nowych planet, księżyców, komet. Jednak astronom z Gdańska, Jan Heweliusz, był chyba jedynym, który nazwał nowe konstelacje.

Doskonały wzrok

Jan Heweliusz (1611-1687) do swoich pierwszych obserwacji nie używał lunety, chociaż ten wynalazek był już wtedy znany. Miał doskonały wzrok. Zresztą bez lunety pracował też Tycho Brahe. Heweliusz był bogatym mieszczaninem w Gdańsku. Zbudował swoje obserwatorium na dachu trzech kamienic. Kiedy opublikował katalog gwiazd, astronomowie angielscy przysłali do Gdań-

ska innego uczonego, Edmunda Halleya, aby sprawdził poprawność pomiarów. Halley wyjechał zadziwiony dokładnością oka Heweliusza.

Zderzenie gwiazd

brak zdjęcia Bartek szuka

WARTO WIEDZIEĆ

Heweliusz jako pierwszy sporządził bardzo dokładną mapę Księżyca. Uczynił to na 300 lat przed lądowaniem statków Apollo. Badał też plamy na Słońcu. To dzięki niemu (i Galileuszowi) wiemy, że w XVII wieku było ich bardzo mało. Słońce było jakby uśpione, rzadko wybuchało, a klimat na Ziemi stał się chłodniejszy.

CK Vulpeculae w gwiazdozbiornie Liska

W 1670 roku Heweliusz zaobserwował nagle pojaśnienie „gwiazdy poniżej głowy Łabędzia”. Myślano, że jest to supernowa. Nadano jej nazwę CK Vulpeculae, czyli z gwiazdozbiornu Liska. Gdański astronom obserwował tę gwiazdę

przez trzy lata – pojaśniała w tym czasie trzy razy, co nie zdarza się supernowym. Dopiero dziś, po 300 latach, wiemy, że Heweliusz zobaczył zjawisko, do którego dochodzi bardzo rzadko – zderzenie dwóch gwiazd. Warto wiedzieć, że w 2015 roku podobne zjawisko zaobserwował polski astronom pracujący na wielkim teleskopie w Chile.

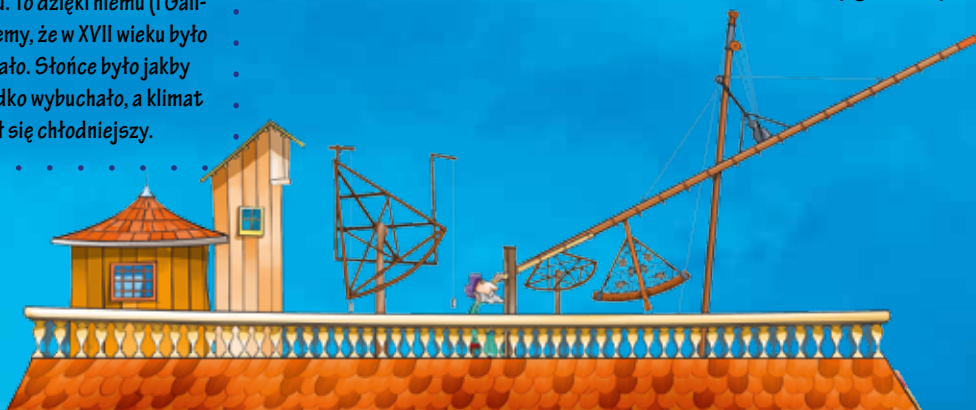
Nowe gwiazdozbiory

Heweliusz zaznaczył na mapie nieba nowe gwiazdozbiory. Jeden z nich to Tarcza Sobieskiego, nazwana tak dla upamiętnienia zwycięstwa Polaków z królem Janem III Sobieskim nad Turkami pod Wiedniem w 1683 roku.

Innym gwiazdozbiorem wprowadzonym przez gdańskiego astronoma jest Lisek. Trzeba mieć dobry wzrok, noc musi być ciemna i powietrze czyste, aby zobaczyć jego najjaśniejszą gwiazdę. Gołym okiem widocznych jest 45 gwiazd tej konstelacji, ale wszystkie one są słabe. Podobnie słabe gwiazdy składają się na gwiazdozbiór Jaszczurki. Heweliusz wydzielił ją między Kasjopeją a Andromedą. Przypomina ona wyginający się w biegu grzbiet i ogon. Trzecia gwiazda w Jaszczurce wydaje się dziewięć razy słabsza niż Gwiazda Polarna. W rzeczywistości jest ona tej samej jasności, tylko że znajduje się trzy razy dalej.

Sonda Jan Heweliusz

Taką nazwę nosi jedna z dwóch sond kosmicznych zbudowanych całkowicie przez polskich uczonych. Zostały one wyniesione w kosmos na pokładzie chińskiej rakiety w 2014 roku. Wielkością przypominają klatkę dla kota, ale są pełne komputerowych układów. Mają badać jasność gwiazd, lecz nie tych słabych, tylko najjaśniejszych w Wielkim Wozie. Są one za jasne dla wielkich kosmicznych teleskopów, natomiast dla małej lunetki sondy – w sam raz. Jej badania pozwolą zrozumieć, jak działają gwiazdowe piece, a przez to lepiej poznać nasze Słońce.



Herschel i łowcy komet

Galileusz samodzielnie szlifował kawałki szkła, aby zrobić z nich soczewki i poskładać w lunetę. Dwieście lat później William Herschel skorzystał z pomysłu Newtona, aby do oglądania gwiazd używać krzywego zwierciadła. Ale nikt takich teleskopów nie produkował. Herschel więc sam, pracowicie, szlifował wielkie metalowe lustra.

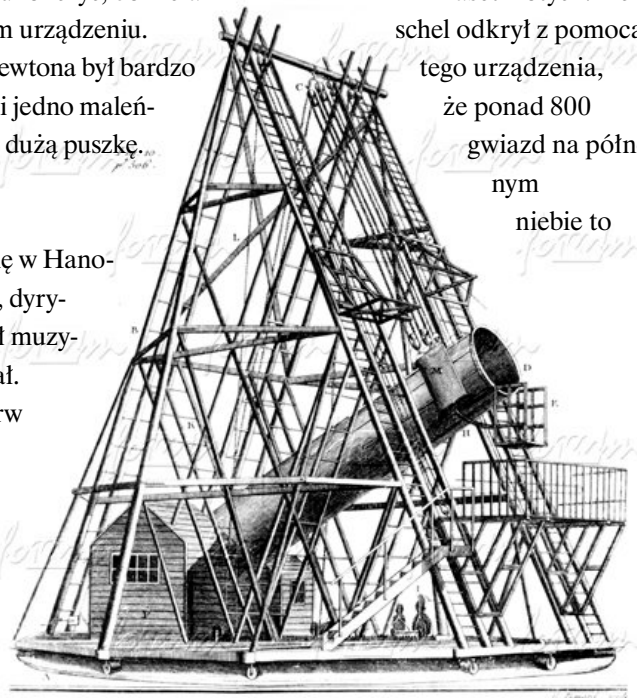
Różne teleskopy

Luneta do oglądania gwiazd musi być długa i duża. Jej duże „oko” pozwala oglądać słabe gwiazdy. A jeśli luneta jest długa, jak te, które konstruował Galileusz, umożliwia mocne „powiększenie”. W ten sposób można zobaczyć księżyc Jowisza. Gdański astronom Jan Heweliusz budował wielką lunetę, długą na 45 metrów. Była ona większą wersją przyrządu Galileusza (a właściwie Keplera) i składała się ze szklanych soczewek. Nie wiemy, czy zdołał konstrukcję ukończyć, bo niełatwo zamontować soczewki na tak długim urządzeniu. Z kolei teleskop skonstruowany przez Newtona był bardzo prosty – jedno większe, krzywe lustro i jedno małe, płaskie. Całość przypominała nieco dużą puszkę.

Muzyk i astronom

William Herschel (1738-1822) urodził się w Hanowerze. W wieku 19 lat wyjechał z ojcem, dyrygentem orkiestry, do Anglii. Sam też był muzykiem – grał na skrzypcach i komponował. Dzięki muzyce zainteresował się najpierw

Nawet w XXI wieku „teleskop Herschela” znajdujący się na Wyspach Kanaryjskich – o średnicy lustra ponad 4 metry – dostarcza naukowych sensacji. W 2001 roku zauważono zderzenie dwóch galaktyk, ale jednej z nich na zdjęciu brak. Albo jest tam gigantyczna czarna dziura, albo czarna galaktyka.



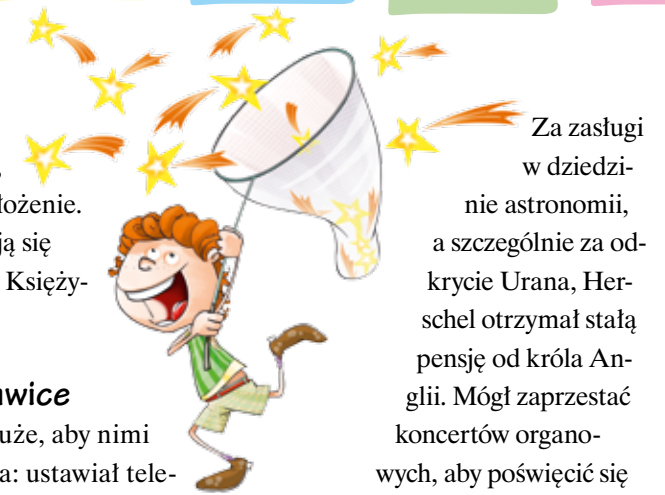
matematyką, później optyką, a w końcu astronomią. W dzień grał, a noce spędzał na obserwacji gwiazd.

Lustro w pierwszym jego teleskopie miało tylko 16 centymetrów średnicy. Dziś takie teleskopy kosztują nie więcej niż kilkaset złotych. Herschel odkrył z pomocą tego urządzenia, że ponad 800 gwiazd na północnym niebie to

gwiazdy podwójne lub potrójne. Obserwując je ponownie po kilku latach, zauważył, że niektóre z nich zmieniły położenie. Zrozumiał, że gwiazdy podwójne obiegają się nawzajem, trochę podobnie jak Ziemia z Księżycem.

Gwiazdy podwójne i mgławice

Kolejne teleskopy Herschela były zbyt duże, aby nimi obracać. Korzystał więc z „obrotu” nieba: ustawiał teleskop na określonej wysokości nad horyzontem i czekał, aż poszukiwana gwiazda sama się „okręci” w kierunku teleskopu. Pomagała mu w tym siostra Karolina, robiła notatki podczas tych obserwacji. W ten sposób Herschel odkrył też 2500 „mgławic”. Dziś wiemy, że większość z nich stanowią grupy sąsiednich gwiazd, inne są galaktykami, a kilka to resztki po wybuchach gwiazd supernowych. W marcu 1781 roku Herschel odkrył Urana. Kilka lat później, większym teleskopem, zobaczył jego dwa księżyce (oraz dwa księżyce Saturna).



Za zasługi w dziedzinie astronomii, a szczególnie za odkrycie Urana, Herschel otrzymał stałą pensję od króla Anglii. Mógł zaprzestać koncertów organowych, aby poświęcić się swojemu hobby. Bez ustanowienia szlifował też zwierciadła do teleskopów. Wyprodukował ich przypuszczalnie 400.

WARTO WIEDZIEĆ

Jowisza znajdziesz na niebie bez trudu. Komety do dziś są najbardziej nieoczekiwanymi, a przy tym występującymi dosyć często zjawiskami na niebie. Herschel podarował swojej siostrze teleskop, za pomocą którego odkryła 8 komet. Ale łowców komet było w tamtych czasach więcej. Ich poszukiwaniami zajmował się też wspomniany już francuski uczyony Charles Messier. Odkrył on aż 44 komety. Przy okazji „polowania” na komety Messier znalazł na niebie 100 rozmytych obiektów. Galaktyka Andromedy ma w jego katalogu numer M31. W katalogu założonym przez Herschela, nazywanym „nowym generalnym katalogiem”,

Początek i koniec Wszechświata

Wielcy astronomowie nie tylko znajdują gwiazdy i inne obiekty na niebie, ale także przekazują swoje poglądy na temat zagadek związanych z Wszechświatem. Dzięki silnym teleskopom odkryli, że bardzo dalekie galaktyki bardzo szybko się od nas oddalają. Jeśli policzymy dokładnie, to muszą się oddalać już prawie czternaście miliardów lat. Skoro tak, to czy Wszechświat miał początek?

Puchnący Wszechświat

Wszechświat się rozszerza, ale w bardzo dziwny sposób – nie jak kawałek gumy ani pompowany balonik. Puchnie on we wszystkich kierunkach jak ciasto drożdżowe, które nieustannie rośnie. Bardzo trudno określić, gdzie jest środek tego ciasta.

Astronomowie od czasów Kopernika zastanawiają się, gdzie znajduje się centrum Wszechświata. Dawniej uważano, że jest nim Ziemia, później, że Słońce. Ziemia krąży dookoła Słońca, ale i Słońce (razem z Ziemią i całym Układem Słonecznym) również mknie w kosmosie.

Sto lat temu odkryto, że Słońce (i Ziemia) leżą nie w środku naszej Galaktyki, ale raczej na jej brzegu. Od niedawna wiemy, że podobnych galaktyk są setki bilionów, we wszystkich kierunkach Wszechświata. Czyżby Wszechświat tak puchł od zawsze?

Wielki Wybuch

Jeżeli Wszechświat się rozszerza, i to od dawna, to może kiedyś był bardzo, bardzo mały? Tak! Po czym w ciągu dwóch sekund od wielkości pomarańczy urósł do rozmiarów Słońca – to był ogromny, kosmiczny wybuch, po angielsku nazywany „Big Bang”, czyli Wielkim Wybuchem. Na samym początku Wszechświat składał się z bardzo dziwnej materii. Wskutek



Wielkiego Wybuchu zamieniła się ona w zwykłe atomy wodoru i helu, z których składa się również nasze Słońce. Ale minęły jeszcze miliony lat, zanim rozbłysły pierwsze gwiazdy. I aż 9 miliardów lat, zanim po wybuchu jednej z tych gwiazd z wyrzucanej w kosmos materii powstała Ziemia i inne planety, a z pozostałości po tamtej gwieździe utworzyło się Słońce.

Dziwny szum z kosmosu

O tym, że Wszechświat miał początek dowiedzieliśmy się w dziwny sposób. Kiedy 50 lat temu zaczęły latać w kosmos pierwsze

sondy wysłane przez człowieka, stało się ważne przesyłanie i odbieranie wiadomości od tych pojazdów.

Zbudowano więc antenę przypominającą dawną trąbkę do ucha, ale większą niż samochód ciężarowy. Kiedy ją włączono, zaczęła odbierać szum. Płynął on z nieba i to ze wszystkich kierunków.

Dwaj inżynierowie, którzy zbudowali antenę, sprawdzali wszystkie połączenia, usunęli to, co mogło zakłócać odbiór, nawet gniazdo, które założyły w środku gołębie. Szum jedna nie ustawał. Wyglądało to tak, jakby do anteny płynęły fale telewizyjne wysyłane przez cały kosmos.

Pamiętka z początku Wszechświata

Okazało się, że źródłem tego szumu jest właśnie cały kosmos. A raczej – „stał się” źródłem szumu dawno, dawno temu, kiedy był bardzo gorący. Przed ponad 13 miliardami lat miał miliony stopni Celsjusza, jak wewnątrz gwiazd. Powoli się rozszerzał i jak powietrze wydychiwane z ust – stygł. Kiedy temperatura Wszechświata spadła do 10 tysięcy stopni, z jego bardzo gorącej (i gęstej) materii wydostało się światło. Było on takiego koloru, jak światło słoneczne. Ponieważ cały Wszechświat spuchł od tego czasu, również to światło się „wydłużyło”. Dziś są to fale telewizyjne. I to one przeszkadzały dwóm inżynierom. Niezbyt długo się tym martwili, bo po kilku latach dostali nagrodę Nobla: znaleźli dowód na początek Wszechświata!



ZADANIE DLA CIEBIE

Jeśli masz stary telewizor, włącz go bez anteny. Szaro-czarne cętki, jakie widzisz, to w części szum z początku Wszechświata.

Czy Wszechświat będzie miał koniec?

Nasze Słońce będzie ogrzewało Ziemię jeszcze przez 10 miliardów lat. Jednak Wszechświat cały czas się rozszerza, a przez to stygnie. Kiedyś stanie się bardzo zimny, ale nie wcześniej niż za 100 miliardów lat, więc nie musimy się tym martwić.

Naukowcy – astronomowie, fizycy, matematycy – wiedzą już bardzo dużo o przeszłości i przyszłości Wszechświata, ale jeszcze nie wszystko. Puchnie on szybciej, niż powinien – jakby jakaś niewidzialna energia ciągle go rozpędzała. A galaktyki, w tym Droga Mleczna, wciąż wirują, ale na szczęście jakaś nieznam nam siła utrzymuje je w całości. Co to za ciemna energia i ukryte siły? Nie wiemy. Może ty to odkryjesz...?

słowa kluczowe: Wielki Wybuch, Big Bang, atomy, materia

Inne światy – czy może istnieć życie poza Ziemią?

Zastanawiają się nad tym nie tylko uczeni, ale właściwie wszyscy ludzie. W latach sześćdziesiątych XX wieku odkryty został pierwszy pulsar. Fizycy doszli do wniosku, że są to gwiazdy z bardzo ciężkiej, neutronowej materii. A taka gwiazda może powstać tylko po wybuchu supernowej, jak nasze Słońce. Niektórzy zaczęli się zastanawiać, czy wokół pulsarów też mogą krążyć planety.

Aleksander Wolszczan

Pierwszego odkrycia planety poza Układem Słonecznym dokonał Polak, radioastronom pracujący w Stanach Zjednoczonych, Aleksander Wolszczan – studiował i wykładał przez wiele lat na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. Naukowiec badał pulsar o numerze PSR B1257+12 i zauważył, że jego promieniowanie do czasu do czasu nieco słabnie. Przypominało to zaćmienia znanego nam już „Iba demona” – Algola. Ale w pobliżu PSR-B1257 nie było żadnej innej gwiazdy. Wolszczan doszedł do wniosku, że dookoła neutronowej gwiazdy krążą dwie

lub nawet trzy planety. Odkrycie zostało dokonane w 1991 roku i dodatkowo potwierdzone w 1994.

Dookoła gwiazdy neutronowej, wysyłającej przeogromne ilości fal radiowych, nie może istnieć życie takie jak na naszej planecie. Rozpoczął się wyścig, kto znajdzie pierwszą planetę podobną do Ziemi.

Planety dookoła słońc

Pierwszego odkrycia planet dookoła „zwykłej” gwiazdy dokonało w 1995 roku dwóch astronomów ze Szwajcarii, Michel Mayor i Didier Queloz. Wybrali oni gwiazdę 51Pegasi w gwiazdozbiornie Perseusza, odległą od Ziemi o 51 lat świetlnych. Bardzo przypomina ona nasze Słońce – wiekiem, rozmiarami i jasnością. Mayor i Queloz zauważyli, że gwiazda ta co 4 dni jakby się ku nam przybliża, po czym znowu oddala. Wyglądało to jak krążenie wokół niewidocznego obiektu. Okazało się, że jest to planeta o masie takiej jak połowa masy Jowisza. Krąży ona bardzo blisko gwiazdy, stąd też krótki okres obiegu – raz na 4 dni.

Jak odkrywamy planety?

Najprościej byłoby znajdować planety przez teleskopy. Jest z tym jednak pewna trudność. Gwiazdy są jasne jak Słońce, a planety jedynie odbijają ich światło. Trzeba więc zasłonić gwiazdę, podobnie jak w czasie zaćmienia Księżyc zasłania Słońce. Nie jest to proste.

O istnieniu planet świadczą częściowe zaćmienia, gdy planeta przechodzi przed tarczą gwiazdy. Ale czasem jest inaczej: gdy planeta przechodzi przed tarczą, gwiazda jakby staje się jaśniejsza. To taki sam efekt jak przy oglądaniu dwóch galaktyk: jedna z nich skupia światło drugiej.

Inna metoda to taka, jaką stosował Herschel do badania gwiazd podwójnych – położenie gwiazdy zmienia się, jakby krążyła dookoła innej. Jeśli to „krążenie” jest nieduże, towarzyszem gwiazdy może być jej planeta. Nawet jeśli ruchu gwiazdy nie widzimy, a okresowo zmienia się trochę jej kolor, na pewno się porusza.

Coraz więcej planet

51Pegasi jest jedną z bliższych nam gwiazd (obok Wega, Syriusza, Altaira). Najbliżej Ziemi (z obecnie znanych) leży jednak alfa-Centauri. I tam też są planety. Sama alfa-Centauri składa się z trzech gwiazd: dwóch podobnych do Słońca i jednej słabszej. To wokół gwiazdy „słonecznej” znaleziono w 2012 roku planetę przypominającą Ziemię. Do odkrywania planet został w 2009 roku wysłany na orbitę specjalny teleskop o nazwie Kepler. Obserwuje on mały fragment nieba północnego, między konstelacjami Łutni i Łabędzia. Kepler sprawdza, które gwiazdy przygasają, za-

ślaniane przez krążące wokół nich planety. Do maja 2015 roku naliczył już 4600 możliwych planet. Większość z nich to gazowe olbrzymy, jak Jowisz. Ale osiem jest niewielkich, jak Ziemia, i w odpowiedniej odległości od swoich gwiazd, aby mogło na nich rozwijać się życie.

Czy istnieje życie poza Ziemią?

W Układzie Słonecznym dwie planety znajdują się blisko Ziemi – Wenus i Mars. Obie są podobnych rozmiarów i mają atmosfery – ale Mars bardzo rzadką, a Wenus za gęstą. I stąd mrozy do minus 120 stopni Celsjusza na Marsie, a sauna kwasu siarkowego do 450 stopni Celsjusza na Wenus. Życia tam nie ma. Czy jest na planetach innych gwiazd? Być może tak, ale tego nie wiemy.

ZADANIE DLA CIEBIE

Narysuj, jak twoim zdaniem wygląda niebo na planecie, która krąży wokół gwiazdy podwójnej – niebieskiego olbrzyma i czerwonego karła. Jakiego koloru są cienie?



Astronomia i technika

Wiedza o kosmosie bardzo powoli rosta przez pierwsze tysiące lat. Jej rozwój przyspieszały jednak odkrycia techniczne. Wynalazek Galileusza – luneta z dwóch kawałków szkła – pokazał zupełnie nowe światy: księżycy dookoła Jowisza. Z kolei Herschel swym wielkim teleskopem odkrył nieznana wcześniej planetę. Postęp w technice zawsze pomaga w astronomii.



Lunety i teleskopy

Galileusz, Kepler, Heweliusz używali lunet wyposażonych w soczewki, podobne do tych okularowych. Newton, Herschel i współczesne wielkie teleskopy korzystają z luster. W XIX wieku ponownie stosowano teleskopy z soczewkami. Nauczono się robić soczewki z kilku kawałków różnego szkła. Dzięki temu zniknęły kolorowe obwódki gwiazd, które tak przeszkadzały Heweliuszowi. Wszystkie aparaty fotograficzne korzystają dziś z tego pomysłu.



Fotograficzna rewolucja

Wynalezienie fotografii przed 150 laty zupełnie zmieniło astronomię. Clyde Tombaugh dzięki porównywaniu różnych fotografii (a na nich 15 milionów gwiazd) odkrył Plutona.



Kosmiczny Teleskop Hubble'a nie jest wcale największy z używanych teleskopów: za pomocą większych od niego odkryto z Ziemi na przykład Eris i Sednę. Ale teleskop na orbicie okołoziemskiej ma tę przewagę, że w jego pracy nie przeszkadza atmosfera.

Annie Cannon Jump opisała kolory 500 tysięcy gwiazd również dzięki fotografii. Dzieci szkolne w Polsce odkrywają planetoidy, bo otrzymują z Ameryki bardzo dokładne zdjęcia nieba.

Kolejną rewolucją była fotografia cyfrowa. Jest ona znacznie łatwiejsza do uzyskania, choć nie tak szczegółowa. Fotografia cyfrowa uporała się wreszcie z problemem jasności gwiazd. Można ją dzisiaj określać z dużo większą dokładnością niż w czasach Hipparcha. Oko ludzkie, nawet Heweliusza, nie byłoby w stanie dostrzec różnicy między jasnością Jaszczurki (4,34) a alfa-Liska (4,44).



WARTO WIEDZIEĆ

Lustro teleskopu Hubble'a ma 240 centymetrów średnicy. Gdy je budowano, inżynierowie zapomnieli, że na Ziemi działa grawitacja, a na orbicie ciała są w „nieważkości”. Lustro wykrzywiło się, gdy zabrakło siły grawitacji, i trzeba było je poprawiać.

Dziś wspaniałe zdjęcia planet i ich satelitów, a także komet z bliska dostarczają sondy kosmiczne.

Kosmiczny Teleskop Hubble'a

W obserwacji gwiazd z Ziemi bardzo przeszkadza atmosfera naszej planety. To z jej powodu gwiazdy migoczą, szczególnie gdy zanoszą się na niepokogę. Rozwiązaniem tego problemu okazało się umieszczenie tele-

skopu na orbicie okołoziemskiej. Teleskop Hubble'a jest sterowany przez naukowców z Ziemi, a kamery, które na nim zainstalowano, przesyłają dane cyfrowe przetwarzane na zdjęcia. Dzięki nim mogliśmy obejrzeć najbardziej odległe galaktyki i zobaczyć zdjęcia, jakich nigdy wcześniej nie udało się wykonać.

Wyścig w kosmos

Kolejny postęp w astronomii przyniosły loty kosmiczne. Na ich przeprowadzenie pozwolił szybki rozwój techniki w XX wieku. Człowiek mógł pomyśleć o tym, co do tej pory wydawało się nieosiągalne – podróży w kosmiczną przestrzeń. Rozpoczął się wyścig o podbój kosmosu.



Tylko supermocarstwa

W wyścigu w kosmos uczestniczyły tylko dwa, najpotężniejsze wówczas państwa świata: Stany

WARTO WIEDZIEĆ

Silniki konieczne do wystrzelenia rakiety wymyśliło dwóch naukowców: Konstantin Ciołkowski w Rosji i Robert Goddard w Ameryce. Ale pierwsze działające rakiety zbudowali Niemcy w czasie II wojny światowej. I Rosjanie, i Amerykanie na tych rakietach się wzorowali.

Zjednoczone i Związek Radziecki (dzisiaj Rosja). Związek Radziecki jako pierwszy zbudował potężne rakiety. W 1957 roku wystrzelono pierwszego sztucznego satelitę Ziemi, w 1959 roku radziecka sonda doleciała do Księżyca, a w 1961 roku trafił na orbitę pierwszy kosmonauta. Amerykański astronauta znalazł się w kosmosie dopiero rok później. Najtrudniejsze w lotach kosmicznych jest wyniesienie sondy z Ziemi. W kosmosie nie ma powietrza, więc nie przyda się silnik śmigłowy ani odrzutowy. Należy użyć napędu raketowego. Jego działanie nie jest skomplikowane, ale kosztowne. Aby napędzić rakietę, trzeba wyrzucić w dół ogromną ilość gorącego gazu. Najwięcej w rakiecie waży zatem paliwo. Kiedy startuje, jest bardzo ciężka, a większość jej masy stanowi właśnie paliwo.



Sputnik 1, Łuna 9

Pierwszy sputnik

Pierwszą rundę wyścigu w kosmos wygrali Rosjanie: w październiku 1957 roku wysłali sondę poza atmosferę Ziemi. Nazywała się Sputnik, co po rosyjsku znaczy „towarzysz podróży”, czyli satelita, tyle że sztuczny.

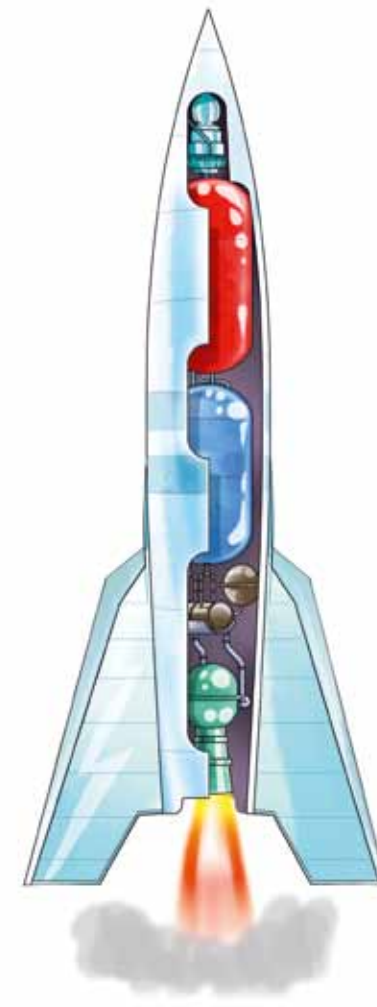
Sputnik 1 był metalową kulą z czterema długimi antenami, które wyglądały jak czułki owada. Niewiele ważył i miał skromne wyposażenie: dwa nadajniki radiowe, wentylator, termometr i urządzenie do mierzenia ciśnienia. Okręzał Ziemię na średniej wysokości 500 kilometrów. Latał przez trzy miesiące i nadawał regularny sygnał dźwiękowy odbierany przez radio na całej kuli ziemskiej.

Kierunek Księżyc

Przeszło rok po wysłaniu Sputnika, w styczniu 1959 roku, wystartowała potężna raketa w kierunku Księżyca. Niestety, nie trafiła na niego z powodu błędu kontrolerów lotu i poszybowała dalej, w kierunku Słońca. Łuna 2 została już lepiej wycelowana, ale nie miała systemu hamowania, więc roztrzaskała się o powierzchnię Księżyca. Dopiero w 1966 udało się osadzić na powierzchni Księżyca automatyczną sondę Łuna 9. Przekazała one pierwsze zdjęcia powierzchni naszego satelity. Niestety, Rosjanie nie wiedzieli, jak z Księżyca wrócić. Wymyślił to natomiast amerykański inżynier John Houbolt: zaproponował rakietę w trzech kawałkach. Dzięki temu pomysłowi Ameryka wygrała wyścig na Księżyc.

Wojenny postęp

Sputnik został wyniesiony na orbitę za pomocą rakiety wojсковej. Ale pierwszą broń raketową wymyślili Koreańczycy, i to jeszcze w XIV wieku. Nazywała się hwacha i był to rodzaj raketowego karabinu maszynowego. Na drewnianym wózku montowano 50 lub 100 żelaznych strzał, a do każdej z nich podczepiano małą raketkę wypełnioną prochem. Długi lont podpalał wszystkie raketki naraz i hwacha miotała serię ostrych strzał na kilkaset metrów. W XVI wieku raketowe hwachy obroniły Koreańczyków przed 10 razy większą armią japońską.



ZADANIE DLA CIEBIE

Nadmuchaj balonik i go puść. Leci jak prawdziwa raketa: powietrze jest wypychane do tyłu, a dzięki temu balon leci do przodu. Startuje powoli, bo początkowo jest ciężki. Tę samą zasadę zastosowano w rakietach kosmicznych.

Pierwszy człowiek w kosmosie

O wystrzeleniu człowieka na Księżyc za pomocą gigantycznej armaty napisał francuski pisarz, Juliusz Verne, już w połowie XIX wieku. Ale była to wówczas jedynie fantastyczna powieść. Dopiero 12 kwietnia 1961 roku pierwszy człowiek ujrzał Ziemię z kosmosu. Nazywał się Jurij Gagarin.

xxxxxxxxxxxxxxxx

Próba odwagi

W 1961 roku wyprawa w kosmos wymagała wielkiej odwagi. Nie było wówczas komputerów, kalkulatorów, dokładnych kamer telewizyjnych ani nowoczesnych materiałów. Cały lot należało wcześniej bardzo dokładnie zaplanować. I niewiele można było zrobić w razie awarii. Gagarin o tym wiedział. Kilka miesięcy wcześniej podczas startu doszło do usterki ostatniego silnika. Rakieta spadła, zanim doleciała na orbitę. Dwa pieski, które w niej podróżowały, mocno się poobijały, ale przeżyły.

Lot pełen przygód

Rakieta Gagarina w momencie startu miała 38 metrów wysokości – jej główną częścią były cztery ogromne silniki. Kiedy je włączono, Gagarin powiedział: „No, jedziemy!”. Ogromna siła w przyspieszającej rakiecie wcisnęła go w fotel. W ciągu 10 minut statek znalazł się na orbicie. Silnik ostatniego stopnia włączył się za późno i rakieta doleciała nieco za wysoko. Gagarin okrążył Ziemię po wydłużonej orbicie – między 170 a 330 kilometrem wysokości. W trakcie przelotu rakiety przez atmosferę traci się łączność. Kiedy ponownie usłyszano Gagarina, powiedział on: „Widzę chmury, deszczowe chmury”. A po chwili dodał: „A teraz widzę, że Ziemia jest kulą”.

Rakieta przeleciała nad Syberią, Oceanem Spokojnym, Cieśniną Magellana. Nad Afryką włączono silnik hamujący i kapsuła ponownie weszła atmosferę. Nad Egiptem kapsuła wpadła w straszne obroty. Na szczęście Gagarin nie stracił przytomności.

Na wysokości 7 kilometrów otworzyła się automatycznie i kosmonauta (z fotelem) został katapultowany. Teraz mógł już bezpiecznie wylądować na spadochronie. Po Gagarina wysłano helikopter. Znalaziono kapsułę, ale kosmonauty przy niej nie było. Okazało się, że przypadkowa ciężarówka zabrała go autostopem.



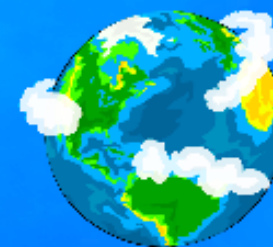
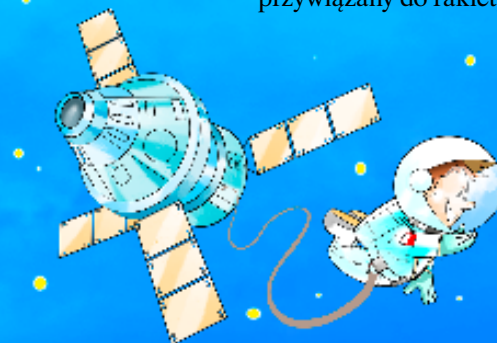
Jurij Gagarin pracował jako pilot oblatywacz. W 1968 roku zginął za sterami samolotu odrzutowego.

Newton miał rację

Izaak Newton odkrył prawo grawitacji, gdy spostrzegł, że Księżyc w swym ruchu dookoła Ziemi, jakby na nią spada. Gagarin był pierwszym człowiekiem, który się o tym przekonał. Gdy jego kosmiczna kapsuła zaczęła okrążać Ziemię, Gagarin przypadkiem wypuścił ołówek z ręki. Ołówek w kapsule zawisł w powietrzu bez ruchu. Mówimy czasem, że ołówek (i Gagarin) byli w stanie nieważkości. Ale należałoby raczej powiedzieć: w stanie swobodnego spadania. Kapsuła, lecąc dookoła Ziemi, jakby na nią bez przerwy spadała. A razem z nią spadali i Gagarin, i ołówek. W spadającej windzie też nie czuliśmy grawitacji, bo wówczas i winda, i pasażer jakby spadają razem.

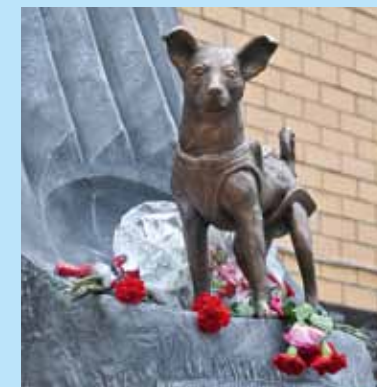
Kolejne loty z załogą

Lot Gagarina wokół Ziemi trwał 108 minut. Cztery miesiące później poleciał w kosmos kolejny Rosjanin, Herman Titow. Okrążył on Ziemię 17 razy, a lot trwał 25 godzin. W lutym 1962 roku dotarł na orbitę Amerykanin, John Glenn. Amerykański program podboju kosmosu też obfitował w przygody. Ich kapsuły nie lądowały, ale wodowały w oceanie. Jeden z pierwszych astronautów za wcześniej otworzył drzwiczki kapsuły i mało nie utonął. W 1963 roku poleciała w kosmos kobieta, Rosjanka Walentina Tierszkowa. W 1965 roku jej rodak Aleksiej Leonow wyszedł na pierwszy „spacer” w kosmosie. Przypominało to raczej swobodne fruwanie niż chodzenie, a kosmonauta był przywiązany do rakiety solidną linką.



Bohaterskie pieski

Zanim w kosmos polecieci ludzie, wysyłano tam małpki, myszy, świnki morskie, ale najczęściej pieski. Aż pięć z nich zginęło. Pierwszy, w 1957 roku, nazywał się Łajka. Był to bez-



domny kudłaty kundelek, znaleziony na ulicy w Moskwie. W tamtym czasie konstruktorzy nie umieli jeszcze sprowadzać bezpiecznie raket z powrotem na Ziemię. Biedna Łajka została na zawsze w kosmosie. Pięćdziesiąt lat po tym locie postawiono jej pomnik w Moskwie.

słowo kluczowe:
stan nieważkości

Lot na Księżyc

Księżyc wydaje się blisko, na wyciągnięcie ręki. Tak blisko, że człowiek od zawsze marzył, aby na niego polecieć. Ale udało się to dopiero pół wieku temu – w 1969 roku. Lądowanie na Księżycu to do dziś jeden z największych wyczynów w historii ludzkości.

Misja Apollo

Najpierw poleciały w kierunku Księżyca rosyjskie rakiety bez załogi. Wkrótce potem, w maju 1961 roku, prezydent USA John Kennedy obwieścił, że na Księżycu wylądować człowiek. Statek, na którym pierwsi ludzie polecili na Księżyc, nazywał się Apollo, od imienia greckiego boga. Późniejsze misje również się tak nazywały i zawsze w kierunku Księżyca podróżowało trzech astronautów.

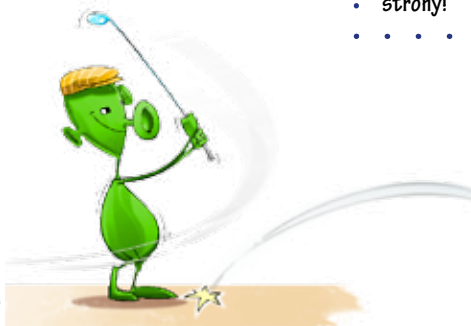
Pierwszymi, którzy stanęli na Księżycu, byli Neil Armstrong i Buzz Aldrin. A stało się to 20 lipca 1969 roku. Statek Apollo 11 osiadł łagodnie na Morzu Spokoju. Astronauci stąpali po powierzchni Księżyca zaledwie dwie godziny, ale Armstrong powiedział, że był to „mały krok dla człowieka, ale wielki skok dla ludzkości”. Czarno-biała i zupełnie niewyraźna transmisja telewizyjna z Księżyca oglądało 600 milionów ludzi na świecie.

Skomplikowana podróż

Lot na Księżyc był bardzo skomplikowany. Najpierw potężna, wysoka na 35 pięter i ważąca 3000 ton, rakietę wyniosła astronautów poza ziemską atmosferę. Dwa razy okrążyła Ziemię, po czym ponownie włączono silniki, rakietę przyspieszyła i jej mniejsza część poleciała w kierunku Księżyca. Lżejszy już pojazd obiegił Księżyc 30 razy i ponownie się podzielił. Jeden z astronautów pozostał w stacji na orbicie dookoła Księżyca, a pozostali przesiedli



Członkowie misji Apollo 11 (od lewej): Neil Armstrong, Michael Collins, Buzz Aldrin



WARTO WIEDZIEĆ

Nie wiemy, jak daleko doleciała piłka golfowa Sheparda – zapewne na parę kilometrów. Ale gdyby na Księżycu wystrzelono pocisk z nowoczesnego karabinu, okrążyłby on Księżyc dookoła i wrócił, tylko że z przeciwnej strony!



Kolorowy lądownik Apollo na Księżycu; obok niego widoczny astronauta

się do ważącego zaledwie 5 ton lądownika. Wreszcie, po czterech dniach od startu, lądownik na swych czterech łapach jak pajak usiadł łagodnie na powierzchni Księżyca. Siedem godzin później Neil Armstrong zrobił pierwszy odcisk buta w szarym pyłe. Ponieważ na Księżycu nie ma ani deszczu, ani wiatru, ślad buta Armstronga widnieje tam do dziś.

Po całym dniu na Księżycu lądownik, już bez łap, wystartował, połączył się z resztą statku i ruszył z powrotem, w kierunku Ziemi. Niewielka kapsuła z astronautami osiadła na powierzchni oceanu. Cały lot trwał osiem dni. Misje Apollo lądowały na Księżycu sześć razy, ostatnia w 1972 roku. Od tamtego czasu czekamy, kto poleci następny.

Na Księżycu

Nie ma tam atmosfery, więc niebo jest czarne jak smoła i w dzień, i w nocy. A dzień trwa dwa tygodnie i podobnie noc. To trudne warunki dla ludzi, zwłaszcza że w nocy temperatura spada do minus 150 stopni Celsjusza, a w dzień rośnie do 120. Na dnie kraterów na księżycowych biegunach jest jeszcze zimniej, aż minus

230 stopni Celsjusza! Astronauci na Księżycu chodzili w grubych, chłodzonych wodą białych skafandrach, a na plecach nosili zbiorniki z powietrzem i filtrami. W dodatku musieli ciężko pracować – montowali urządzenia naukowe, robili pomiary i zbierali próbki księżycowych skał. Ale też znakomicie się bawili. Ponieważ na Księżycu wszystkie ciała ważą sześć razy mniej niż na Ziemi, astronauta zamiast chodzić czy biegać, mogli skakać jak kangury.

- Loty na Księżyc były trudne i niebezpieczne – trzech astronautów w Apollo 1 zginęło w trakcie próby startu.
- Statek Apollo 13 uległ awarii przed lądowaniem na Księżycu i astronautom groziło, że nigdy nie wrócą na Ziemię.
- Astronauta z Apollo 14, Alan Shepard, zabrał ze sobą kij i dwie piłki golfowe. Piłka poleciała wysoko (i tak daleko), że już jej nie znalazł.
- W Apollo 15 poleciał księżycowy łazik, w którym astronauta mogli jeździć na dłuższe, kilometrowe wycieczki.

Na Wenus, Marsa i Merkurego

Te trzy planety, jako najbliższe Ziemi, stały się przedmiotem zainteresowania badaczy – wraz z rozwojem techniki odległość ta wydawała się możliwa do pokonania. Z biegiem lat w kosmosie zrobił się całkiem duży ruch.

Na Wenus

Wenus, jako najbliższa nam planeta, wzbudziła zainteresowanie Związku Radzieckiego. Wysyłano tam sondy od 1961 roku, ale po wielu nieudanych próbach pierwsza z nich dotarła na miejsce w 1966. Lot zajął trzy miesiące. Niestety, stracono kontakt z sondą, zanim wylądowała. W grudniu 1970 roku udało się wylądować na Wenus za pomocą spadochronów sondzie Wenera 9. Nikt na Ziemi nie przewidział jednak ogromnych temperatur i ciśnienia na powierzchni planety. Sonda przestała działać po 20 minutach, ale zdążyła przekazać informacje o panujących na Wenus bardzo wysokich temperaturach i ciśnieniu atmosferycznym.



strzelony 22 lipca 1962 roku – miał przelecieć koło Wenus. Ale na pokładzie nie było nawet kamery telewizyjnej, a program komputerowy działał wadliwie. Pięć minut po starcie trzeba było raketę zniszczyć, aby nie narobiła szkód.

Miesiąc później wysłano sondę Mariner 2. Wyposażona była w panele słoneczne, które zapewniły energię elektryczną na cały czas lotu. 14 grudnia 1962 roku sonda sfotografowała Wenus z niedużej odległości. Zdjęcia pokazały planetę otoczoną gęstymi, gorącymi chmurami. Mariner 2 poleciał dalej, w kierunku Słońca.

Na Marsa

Pierwsza rakietą skierowaną na Marsa, Mariner 3, wystartowała prawidłowo. Niestety, już po wyniesieniu na orbitę około Ziemi nie udało się wysłać dalej marsjańskiej sondy.



W 1996 roku wystartowała na Marsa sonda Mars Pathfinder. Jej łazik był pierwszym w historii pojazdem sterowanym z Ziemi poruszającym się po powierzchni innej planety.

Sondy Mariner

Pierwsze amerykańskie sondy międzyplanetarne nazywały się Mariner. Numer 1 został wy-



xxxxxxx

Trzy tygodnie później wystrzelono Mariner 4 – tym razem wszystko poszło dobrze. Po siedmiu i pół miesiącach lotu, w lipcu 1965 roku, sonda przeleciała w pobliżu Marsa. Kilka lat później, w październiku 1971 roku, Mariner 9 stał się sztucznym satelitą tej planety. Wyprzedził o tydzień radziecką sondę Mars 2. Zrzuciła ona nawet automatycznego łazika na powierzchnię planety, ale nie otworzył się spadochron. Łazik do dziś leży na Marsie.

Na Merkurego – ostatni lot Marinera

Niełatwo jest dolecieć do tej planety, bo im bliżej Słońca, tym większe przyciąganie grawitacyjne pochodzące od naszej gwiazdy. Bardzo trudno więc wysłać sondę tak, aby nie poleciała ona dalej, w stronę Słońca. Do Merkurego udało się dotrzeć Marinerowi 10 w 1974 roku. Podczas tej misji wiele rzeczy stało się pierwszy raz: Mariner 10 jako pierwszy dotarł do Merkurego; po raz pierwszy w historii lotów sonda badała jednocześnie dwie planety, bo również Wenus. W locie Marinera zastosowano po raz pierwszy nowy sposób na przyspie-

WARTO WIEDZIEĆ

Na 2017 rok jest planowana nowa misja w kierunku Merkurego, europejsko-japońska, nazwana BepiColombo. Będzie miała skomplikowany przebieg, z grawitacyjnym hamowaniem w pobliżu Wenus.

szanie (lub spowalnianie) statków kosmicznych lecących ku odległym planetom – z wykorzystaniem grawitacji innych planet, w pobliżu których przelatuje sonda. Nazywa się to asystą grawitacyjną i pozwala zaoszczędzić dużo paliwa. Metodę wymyślił włoski inżynier i matematyk Giuseppe (Bepi) Colombo.

Dalsze badania Merkurego

Dopiero w 33 lata po Marinerze dotarła do Merkurego kolejna sonda. Nazywała się Messenger i została wystrzelona w 2004 roku. Skonstruowanie takiej sondy było nie lada wyzwaniem, gdyż promieniowanie słoneczne jest na Merkurym 11 razy większe niż na Ziemi, musiała więc mieć specjalną ochronę. Misja miała trwać tylko jeden rok ziemski, ale zakończyła się dopiero w 2014 roku, gdy statek roztrząsał się o powierzchnię planety. Zdążył jednak wykonać ponad 270 tysięcy zdjęć.

Do Jowisza, Saturna i dalej...

Do Jowisza i Saturna jest naprawdę daleko – pięć i dziesięć razy dalej niż z Ziemi do Słońca. Dlatego loty trwają bardzo długo – po kilka lat. Warto wykorzystać okazje, gdy planety są ustawione jedna za drugą, tak aby obejrzeć je wszystkie w trakcie jednego lotu. Zdarzyło się to w 1979 roku, co umożliwiło lot w kierunku Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna.

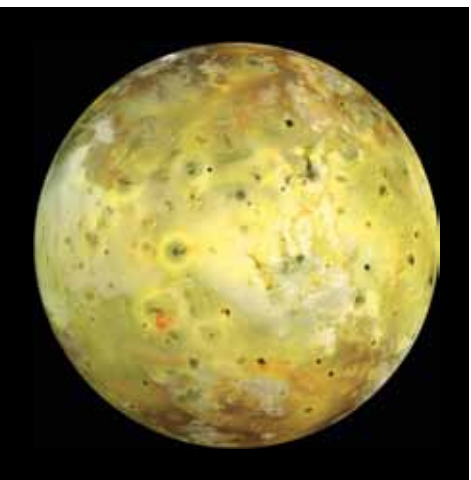
Misje kosmiczne Pioneer

Przez wiele lat misje te, wysyłane przez wojskowe rakiety, były nieudane. Startowały w kierunku Księżyca, Wenus, Słońca. Sukcesem skończyło się natomiast wystrzelenie w marcu 1972 roku sondy Pioneer 10 (czyli pionier). Po 11 godzinach od startu minęła Księżyc, a po 4 miesiącach wleciała w pas planetoid. Po kolejnych 10 miesiącach Pioneer dotarł w okolice Jowisza. Prze-

ślał pierwsze kolorowe zdjęcia tej planety jak również dwóch jej satelitów – Ganimedesa i Europy. W marcu 2002 roku namierzono Pioneer 10 w odległości 80 jednostek astronomicznych od Ziemi. Sygnał był bardzo słaby, ale sonda nadal prowadziła pomiary naukowe. Podobnie daleko jest dziś Pioneer 11, który w 1974 roku przeleciał w pobliżu Jowisza, a w 1979 roku obok Saturna.

Galileo i Cassini

Imionami tych dwóch wielkich włoskich astronomów zostały nazwane sondy wysłane w kierunku Jowisza i Saturna. Galileo krążyła dookoła Jowisza od 1995 roku przez osiem lat ze swoimi kamerami i miernikami naukowymi. Statek obiegał planetę na bardzo rozciągniętej orbicie, raz na dwa miesiące, a przy okazji badał największe satelity Jowisza. Silne promieniowanie w pobliżu jednego z nich, Io, okazało się niebezpieczne nawet dla komputerów. Niedługo po dotarciu w pobliżu Jowisza Galileo spuścił na spadochronie sondę pomiarową. Ogromna prędkość spadania spowodowała najpierw stopienie się spadochronów, a później całej sondy. Ale zdążyła ona zanurzyć się pod jowiszowe chmury: im głębiej, tym wyższe temperatury i ciśnienia wodorowego gazu. Kontakt z sondą się urwał, gdy zmierzzyła 150 stopni Celsjusza i ciśnienie 24 razy większe niż na Ziemi. Było to 140 kilometrów w głąb gazowej planety.



Io, zdjęcie z sondy Galileo w naturalnych kolorach



Sonda New Horizons



Chmura dymu po eksplozji wahadłowca Challenger w 73. sekundzie lotu. Do katastrofy doszło w 1986 roku. Zginęła w niej cała, 7-osobowa załoga.

ZADANIE DLA CIEBIE

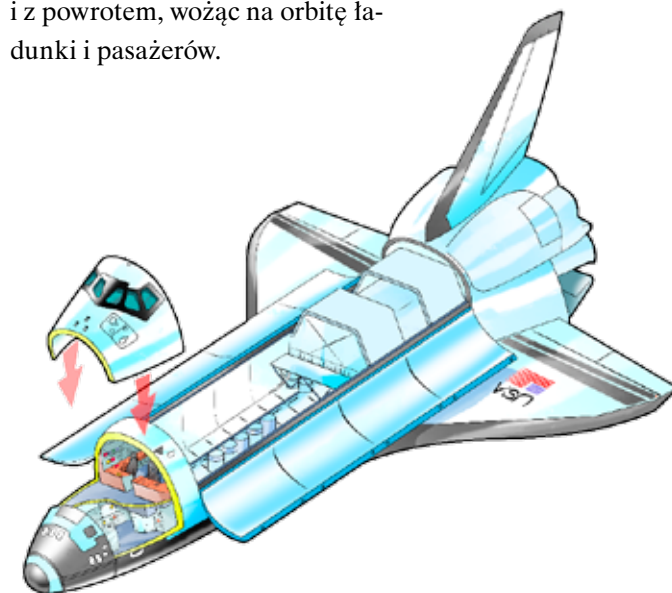
Zrób z kartki papieru dwa samoloty – jeden smukły, z wąskimi skrzydłami i ostrym dziobem. Drugi – z szerokimi skrzydłami. Puść oba. Pierwszy z nich trzeba pchnąć bardzo szybko, aby poleciał. Drugi może lecieć (i lądować) powoli. Taką jest różnica między „zwykłą” rakieta a kosmicznym promem.

Kolejna sonda, Cassini, osadziła w 2005 roku lądownik na Tytanie, księżycu Saturna. Tytan okazał się dziwnym, lodowym światem.

Brakującego do listy planet Plutona zwiedza właśnie (w 2015 r.) amerykańska sonda New Horizons (czyli nowe horyzonty). Nie spodziewamy się wiele po tej oddległej, zimnej i ciemnej planetce.

Kosmiczny prom

Najbardziej kosztowne w lotach kosmicznych jest wyniesienie sond na orbitę dookoła Ziemi. Potrzebne są ogromne ilości paliwa. W latach osiemdziesiątych XX wieku zbudowano więc kosmiczny prom, który startował jak rakieta, a lądował na szerokich skrzydłach jak samolot. Prom ten nazywano „wahadłowcem”, bo jak kulka na sznurku waha się w lewo i prawo. Ten kosmiczny statek kursował w kosmos i z powrotem, wożąc na orbitę ładunki i pasażerów.



Życie na stacji kosmicznej

Mimo że od pół wieku latamy w kosmos, do tej pory ludzie nie odwagili się polecieć na Marsa. Lot tam trwałby wiele miesięcy, a powrót, równie długi, byłby możliwy dopiero po dwóch latach. Najpierw należy sprawdzić, czy człowiek to wytrzyma.



W stanie nieważkości

Kiedy pierwszy kosmonauta, Jurij Gagarin, wypuścił z ręki ołówek, przedmiot zawisł w powietrzu pośrodku kabiny. I Gagarin, i jego ołówek byli w stanie nieważkości – unosili się, jakby nie było grawitacji. Jest to przyjemne uczucie, ale tylko przez chwilę – w wesołych miasteczkach są specjalne koleжки spadające z góry tak szybko, że pasażerowie momentami znajdują się w stanie nieważkości. Ponieważ życie w kosmosie, między innymi z powodu nieważkości, wygląda zupełnie inaczej niż na Ziemi, budowane są specjalne stacje kosmiczne. Można w nich badać, jak ludzie znoszą długie loty. Może kiedyś takie stacje przydadzą się również do przesiadek, na przykład w drodze na Księżyc lub Marsa?

Pierwsze stacje kosmiczne

Kiedy Amerykanie „zdobyli” Księżyc, postanowiono podjąć współpracę w dziedzinie kosmicznych misji. W 1975 roku dokonano połączenia dwóch statków – radzieckiego Sojuza i amerykańskie-

go Apolla. Przygotowano ten lot na wypadek, gdyby trzeba było ratować astronautów podczas kosmicznej awarii. Później, od 1986 roku, latała przez 15 lat radziecka stacja Mir (czyli Pokój). Rosyjski kosmonauta Walery Poljakow pobił wówczas rekord przebywania w kosmosie, spędzając na stacji 437 dni.

Dziś ten rekord jest dwa razy dłuższy. W 2001 roku stacja Mir, już mocno zużyta i poobijana przez meteory, została skierowana w kierunku Ziemi. Spadając, spaliła się w atmosferze, a jej resztki wpadły do oceanu. Zastąpiła ją nowa stacja, tym razem międzynarodowa.

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna

Budowana jest od 2000 roku wspólnie przez wiele państw. Dziś przypomina już całkiem spory hotel – długi na 150 metrów i szeroki na 50. Największymi elementami, przypominają-



Międzynarodowa Stacja Kosmiczna



Huragan Isabel u wybrzeży USA (2003) – zdjęcie z kosmosu

cymi skrzydła gigantycznego motyla, są panele słoneczne, które dostarczają energii elektrycznej. MSK okrąży Ziemię 15 razy dziennie, na wysokości 400 kilometrów. Stacja składa się z wielu niezależnych części, budowanych i użytkowanych przez różne kraje – między innymi Rosję, Stany Zjednoczone, Japonię, Kanadę, Włochy. Polaka jeszcze na stacji nie było. Międzynarodowa Stacja Kosmiczna jest cały czas rozbudowywana. Już teraz wydaje się prawie najjaśniejszym obiektem na niebie – przypomina Wenus, ale przemierza nieboskłon w ci-



Egipt – delta Nilu widziana z kosmosu

gu kilkunastu minut. Planuje się, że stacja będzie czynna do 2024 roku. Później powstanie nowa – już jako przesiadka do lotu na Marsa.

Życie na kosmicznej stacji

W kosmosie wszystkie czynności wyglądają inaczej niż na Ziemi – zamiast chodzić, trzeba szybować. Kosmonauci śpią w śpiworach przywiązanych do łóżek. Strzyżenie włosów odbywa się z pomocą odkurzacza, na tej samej zasadzie działa toaleta, która wsysa nieczystości. Umyć się można tylko gąbkami i ściereczkami, a jedzenie jest w specjalnych tubkach. Gry w koszykówkę trzeba się uczyć od nowa, bo najpierw piłka ucieka prosto pod sufit, tam się odbija i znów po prostej linii leci do kosza, ale przy tym kosmonauta sam może poszybować w drugą stronę.

Badania naukowe

Głównym zadaniem stacji jest prowadzenie eksperymentów. Bada się, jak bez grawitacji rosną rośliny, jak hoduje się kryształy metali, jak budować komputery. Ze stacji prowadzi się też obserwację pogody – powstawanie burz i huraganów tropikalnych, zorzy polarnej, zmian klimatu. Bardzo ważne jest sprawdzanie wpływu kosmosu na zdrowie

człowieka – w 2015 roku wysłano na orbitę jednego z braci bliźniaków. Po roku sprawdzono, który z nich się mniej postarzał. Rezultatów jeszcze nie znamy.

Jak zostać astronautą

Z pewnością trudniej niż astronomem. Trzeba mieć co najmniej 30 lat, ale mniej niż 40 i skończone wyższe studia, najlepiej z takich dziedzin, jak matematyka, fizyka, astrofizyka, biologia czy inżynieria kosmiczna. Przyda się też końskie zdrowie i duża sprawność fizyczna, bo przygotowanie do lotu w kosmos to co najmniej dwa lata ciężkiego treningu. Wszystko po to, żeby organizm mógł przyzwyczać się do życia w stanie nieważkości, a nawet do samego startu pojazdu kosmicznego. Przyszli astronauta muszą się też nauczyć, jak wykonywać w kosmosie czynności, które na Ziemi są bardzo proste, na przykład jedzenie czy mycie, w jaki sposób poruszać się w ciężkim skafandrze i wykonywać naprawy w przestrzeni kosmicznej. Do tego wszystkiego astronauta przygotowują się podczas ćwiczeń na Ziemi.



Trening astronautów



Aby przygotować się do startu, astronauta musi odbyć wiele ćwiczeń w symulatorze lotów. Maszyna obraca się coraz szybciej, stwarzając warunki podobne jak przy starcie rakiety kosmicznej. Trzeba sobie wtedy poradzić z ogromnym przyspieszeniem.



To urządzenie wprawia astronautę w stan dezorientacji, jaką można odczuwać podczas powrotu w ziemską atmosferę. Świat zaczyna wówczas wirować w różnych kierunkach.



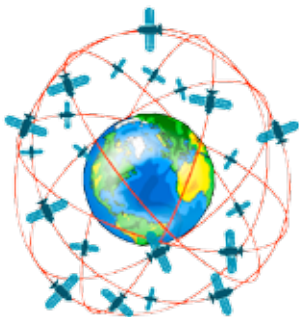
Aby przyzwyczać się do braku grawitacji, astronauta spędzają po wiele godzin dziennie w ogromnym krytym basenie. Mają wtedy na sobie ciężkie kombinizony i muszą wykonywać różne prace. W wodzie panują warunki zbliżone jak w kosmosie, ale nie identyczne. Gdy w przestrzeni kosmicznej wypuszczą z rąk jakiś przedmiot, to odleci on w dal.



Do stanu nieważkości można przyzwyczać się w specjalnym samolocie podczas lotu parabolicznego. Samolot wznosi się bardzo szybko w górę prawie pionowo, jak rakieta, a następnie swobodnie opada. Nieważkości trwa 25 sekund, ale doświadczenie jest powtarzane kilkadziesiąt razy.

Od patelni do GPS, czyli kosmiczne wynalazki

Jeszcze wasi dziadkowie używali czarnych, żelaznych patelni, które po smażeniu trzeba było pracowicie szorować. Dziś mamy eleganckie i lekkie, w środku szare i śliskie – pokryte specjalnym plastikiem, do którego nie przyklejają się smażone potrawy. To teflon stosowany również w statkach kosmicznych. A przy okazji lotów na Księżyc zostały zbudowane nowoczesne komputery. Kosmiczne wynalazki zmieniły nasze życie.



Zdrowe patelnie

Teflon został wynaleziony jeszcze przed II wojną światową, ale naprawdę niezbędny okazał się dopiero w lotach kosmicznych. Kable pokryte tym materiałem wytrzymują wysokie temperatury, zaś rury z teflonu – żrące ciecze i gazy. Ślizgające się części maszyn też wykonuje się z teflonu. A w 1954 roku żona francuskiego inżyniera poprosiła męża o patelnię wyściełaną w środku teflonem: dziś są prawie w każdej kuchni. Można na nich smażyć bez użycia tłuszczu. Plastik tego używa się również w kamizelkach kuloodpornych, w nieprzemakalnych kurtkach i butach, a szkolne mundurki z teflonowym włóknem nigdy się nie brudzą.

Tranzystory i komputery

Jeszcze 50 lat temu odbiorniki radiowe (i telewizory) przypominały ciężkie drewniane skrzynie, a po włączeniu dłuższą chwilę się nagrzewały. Miały one w środku duże, ale bardzo delikatne lampy, przypominające żarówki. Z takich lamp były też zbudowane pierwsze komputery – wyglądały jak wielkie szafy. Służyły między innymi do obliczania, gdzie dolecą wojskowe rakiety. Oczywiście, nie można było wysłać takiej szafy na Księżyc –



w statku Apollo nawet ludzie mieli mało miejsca.

Na szczęście, w 1947 roku młodzi amerykańscy naukowcy skonstruowali urządzenie działające jak radiowa lampa, ale wielkości łepka od szpilki, a raczej – ziarenka piasku, bo właśnie ze składnika piasku, czyli krzemu, było ono zbudowane. Przyrząd ten nazwano tranzystorem. Dziś wszystko składa się z tranzysto-

rów: telefony, telewizory, komputery, smartfony. Tranzystory stają się coraz mniejsze i jest ich w każdym urządzeniu coraz więcej – to dlatego każdy nowy komputer pracuje lepiej niż jego poprzednik.

Ale pierwszy minikomputer, wielkości walizki, poleciał z kosmonautami statkiem Apollo. To on sprawdzał, kiedy należy włączyć i wyłączyć silniki, aby dotrzeć do Księżyca, a później wrócić na Ziemię. Dziś, w drodze do Plutona i dalej, miliardy kilometrów od Ziemi, odpowiednio zaprogramowane komputery same muszą decydować o locie, bez czekania na polecenia od ludzi.

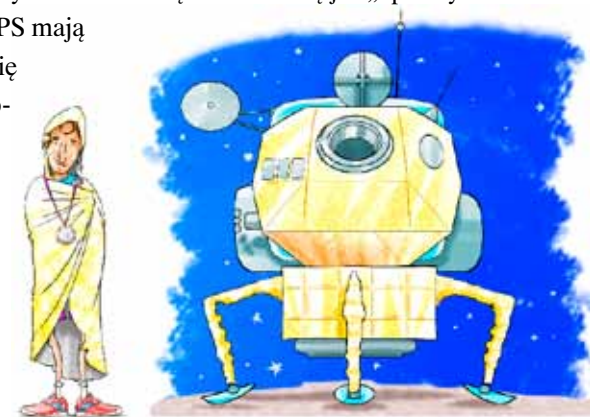
Meteo, telewizja, nawigacja

Każdy może obejrzeć zdjęcie własnego domu z góry – wystarczy podać w Internecie adres. Można nawet sprawdzić, czy na podwórku stoi samochód. Tych zdjęć nie robią samoloty, tylko sztuczne satelity Ziemi, udoskonalone wersje Sputnika. Krąży ich dookoła Ziemi tysiące, nawet nie wiadomo, ile dokładnie. Fotografują Ziemię i oceany, sprawdzają pogodę, szukają złóż ropy naftowej i żelaza. Inne satelity, a jest ich 24, okrążają Ziemię we wszystkich kierunkach jak pajęczyna oplata muchę. Służą one do samochodowej, morskiej i pieszej nawigacji. To dzięki nim kierowca wie, gdzie jechać, i nie musi używać mapy. Mówimy na nie GPS – od angielskiego skrótu. Najnowsze satelity GPS mają dokładność do jednego metra. Tak samo nazywają się urządzenia do nawigacji, które mamy często w samochodach.

Jeszcze wyżej latają satelity telewizyjne. Muszą one „wisieć” nad Ziemią zawsze w tym samym miejscu i razem z nią się kręcić. To w nie wycelowane są anteny satelitarne na naszych domach. Każdy satelita przesyła setki programów telewizyjnych i radiowych.



Dzięki lotom pierwszych statków kosmicznych potrafimy dziś szybko i tanio wysłać satelity na orbitę Ziemi. Korzyści z lotów kosmicznych jest tak dużo, że aż trudno je wyliczyć. Nawet złotawe folie, którymi przykrywa się zmarzniętych rozbitków na morzu albo biegaczy podczas maratonu, zostały wynalezione dla podboju kosmosu. Właśnie taka folia zabezpieczała lądownik Apollo na Księżycu, nie tylko przed kosmicznym zimnem, ale przed gorącym Słońcem. Loty kosmiczne dziesięciokrotnie się już „opłaciły”.



Co zobaczysz na nocnym niebie?

Istnieje wiele sposobów podziwiania nieba pełnego gwiazd: można wybrać się za miasto, zimą pojechać w góry lub latem w rejs po morzu, najlepiej jachtem. Jeśli jest to niemożliwe, wystarczy skorzystać z Internetu. Ale oczywiście oglądanie nocnego nieba „na własne oczy” to najlepszy sposób. Teraz, gdy wiesz już więcej, na pewno zobaczysz coś, czego wcześniej nie dostrzegałeś.

Śledzimy wędrówkę Księżyca

Księżyc co noc przesuwa się po niebie na tle gwiazd. Przemieszcza się w „lewo” (czyli jakby na wschód) mniej więcej o szerokość dłoni (sprawdź to, trzymając przy tym rękę wyciągniętą). Jeśli narysujesz gwiazdy w pobliżu Księżyca w kolejne noce – to wyznaczy ci on zodiak. W różnych porach roku Księżyc

ZADANIE DLA CIEBIE

Sprawdź, które okno w twoim mieszkaniu wychodzi na południe (nie martw się, jeśli masz okna na wschód lub zachód). Zrób rysunek widocznych za oknem drzew i domów. Poczekaj, aż wieczorem pojawi się Księżyc. Przez siedem kolejnych nocy o tej samej godzinie zaznaczaj, gdzie jest Księżyc i rysuj jego kształt. Nauczysz się rozpoznawać godzinę (i porę roku) po wyglądzie i położeniu Księżyca.



podpis

jest nieco wyżej lub niżej na niebie. Dzieje się tak z powodu nachylenia osi obrotu Ziemi. Słońce w południe, dzień po dniu, jest zawsze w tym samym miejscu. A Księżyc – nie! Zależy to od jego fazy.

Szukamy Wenus

Wieczorem (lub rano) łatwo zauważysz jasną „gwiazdę” – jutrzenkę, jak ją kiedyś w Polsce nazywano. To oczywiście nie gwiazda, lecz planeta Wenus. Pół roku świeci na zachodzie, na lewo od Słońca (czyli wtedy, gdy ono zajdzie), a drugie pół roku świeci przed wschodem Słońca. Przez małą lornetkę zobaczysz, że Wenus ma kształt sierpa, a nie tarczy. Podobnie jak Księżyc.

Zaznaczamy położenie planet

Planety w przeciwieństwie do gwiazd nie mrugają, gdyż są punktami, ale małymi tarczkami. W ciągu roku wędrują po niebie. Merkury i Wenus oddalają się i przybliżają do Słońca raz z lewej, raz z prawej strony.

Planety zewnętrzne – Mars, Jowisz, Saturn, Uran, Neptun – „błądzą” po zodiaku. Obserwowane przez wiele lat wszystkie z nich przesuwały się w lewo (czyli na wschód). Ale w ciągu roku zataczają „pętle”: „zatrzymują” się w ruchu, wracają na prawo, ponownie stają i kontynuują wędrówkę we właściwym kierunku, czyli na lewo.

ZADANIE DLA CIEBIE

Najlepsze planety do obserwacji to Mars (czerwonawy) i Jowisz. Notuj co kilka dni, na tle jakich gwiazd je widzisz. Planety zataczają pętle, ale czasem jest to linia zygzakowata. Zależy, jak ustawią się orbity tych planet względem naszej, czyli ekliptyki. Gołymi okiem prawie-prawie zobaczysz Urana, a do znalezienia Neptuna będzie potrzebna lornetka. Sprawdź w Internecie ich aktualne położenie.

Pamiętasz Układ Słoneczny? To osiem planet, które krążą na swoich orbitach w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Planety bliższe, w tym Ziemia, krążą szybciej niż dalsze, jak Mars i Jowisz. Wskutek tego Ziemia raz w roku wyprzedza w ruchu planety dalsze. Wydaje się wówczas, jakby to one „cofały się”. Przed wiekami było to zagadką, ale po odkryciu Kopernika już nie jest.

słowo kluczowe: **planotoida**



Liczmy satelity Jowisza

Jowisz i cztery małe gwiazdki obok niego w linii prostej, to jedno z najpiękniejszych obrazów we Wszechświecie. Zobaczysz je nawet przez małą lornetkę. Trzeba tylko oprzeć rękę o ramę okna, aby obraz nie drżał.

ZADANIE DLA CIEBIE

Powtórz odkrycie Galileusza: zanotuj co noc (albo nawet kilka godzin później tej samej nocy), jak są ułożone Io, Europa, Ganimedes, Kalisto. Sprawdź, który z księżyców znajduje się najdalej od Jowisza, a który najrybciej obiega tę planetę.

Obserwujemy gwiazdy zmienne

Na niebie można zobaczyć „na własne oczy” dwa rodzaje gwiazd zmiennych. Pierwszy typ to gwiazdy „zaćmieniowe”, na przykład Algol. Jest to dość jasna (o jasności 2) gwiazda w konstelacji Perseusza. Co trzy dni przygasa na 10 godzin – jest wówczas słabsza niż gwiazda o jasności 3.

Bardzo ważne dla pomiarów odległości dalekich gwiazd i galaktyk są tak zwane cefeidy (była o nich

mowa w rozdziale xxxxx). Cefeidy to żółte giganty, które jakby pulsują – szybko puchną, a następnie powoli się kurczą.

Wypatrujemy meteorów

ZADANIE DLA CIEBIE

Nie jest łatwo zauważyć zmiany jasności gwiazd. Zmierzch zapada powoli, zmienia się zachmurzenie, wschodzi Księżyc. Warto jednak spróbować. Nie musisz obserwować gwiazdy co noc. Okresy zmienności to nie jest dokładnie dwa czy pięć dni. Trudno więc zgadnąć, czy gwiazda będzie jaśniejsza czy ciemniejsza – trzeba to pracownie zapisywać, porównując ją z jakąś podobną, sąsiadną. Jak już będziesz mieć 10 obserwacji, tata lub mama pomoże ci zrobić wykres.

Gdy Ziemia przechodzi przez jakieś zbiorowisko kamieni w kosmosie, obficie spadają roje meteorów. Najlepszy do obserwacji latem jest meteorowy „prysznic” Świętego Wawrzyńca. Wpadają one do atmosfery około 12 sierpnia.



podpis

Wyda się, jakby nadlatywały z gwiazdozbioru Perseusza. Dlatego nazywane są też „perseidami”. Spada jeden co sekundę albo i częściej.

Dwa inne roje nadlatują zimą – „geminidy” 13 grudnia, a „kwadrantydy” 4 stycznia. Geminidy przypuszczalnie ściąga ku orbicie Ziemi planetoida Faeton.

Czekamy na komety

Szukaniem komet zajmuje się wielu dorosłych amatorów astronomii, wyposażonych w duże teleskopy. Małe są więc szanse na „odkrycie” komety. A najsłynniejsza z nich kometa Halleya przyleci dopiero w lipcu 2061 roku.

Słaba kometa o numerze P/2013 R3 powinna się pojawić ponownie w 2018 roku, a ta o numerze P/2012 B1 – w 2020 roku. Do obu będzie potrzebna lornetka. Najciekawsze w kometach jest to, że najjaśniejsze z nich nadlatują często niespodziewanie. Astronomowie odkrywają je zaledwie kilka miesięcy przed ich zbliżeniem się do Słońca. Nic dziwnego! Są to tylko duże śniegowe bałwany, a świecą tylko wtedy, gdy wyparują.

Próbujemy odkryć planetoidy

Są ich miliony. To niewielkie ciała niebieskie, a ich orbity są dalej niż orbita Marsa. Mała planetoida 99 942 Apophis krąży dookoła Słońca na orbicie podobnej do Ziemi. Znajdzie się najbliżej Ziemi 13 kwietnia 2029 roku. Będzie świecić jak gwiazda jasności 3.

Największa z planetoid, Ceres, którą w maju 2015 roku „odwiedziła” sonda Dawn, jest zbyt słaba, aby zobaczyć ją gołym okiem (ma jasność mniejszą niż 6). Ale bez trudu znajdziesz ją za pomocą lornetki. Sprawdź wcześniej w Internecie mapę nieba.

Wiele astronomicznych projektów dla szkół to szukanie planetoid. Zdjęć nieba dostarczają zazwyczaj amerykańskie te-

ZADANIE DLA CIEBIE

Nie zapomnij pomyśleć o jakimś życzeniu, zanim zaczniesz wypatrywać meteorów. Przelot trwa sekundę, dwie, więc trzeba mieć je gotowe wcześniej! Piękną kolekcję meteorów znajdziesz w Planetarium w Olsztynie.

leskopy. Trzeba te zdjęcia pracownie przeglądać. Ale kto znajdzie planetoidę (po angielsku asteroid), może zaproponować dla niej nazwę.



Co zobaczysz na niebie w dzień

Nie tylko nocne niebo jest pełne ciekawych zjawisk. Na plaży, w słoneczny dzień, cień patyka „śledzi” ruch Słońca: kreśli na piasku obraz drogi Słońca na niebie. Zimą ten cień jest znacznie dłuższy. Słońce latem i zimą znajduje się na innej wysokości nad horyzontem. A czasem, mniej więcej raz na dwadzieścia lat, nasza gwiazda znika w biały dzień lub przybiera kształt rogalika. Takie zjawisko to zaćmienie.



Księżyc w biały dzień

Na dziennym niebie widać nie tylko Słońce. Zaraz po jego zachodzie może pięknie błyszczeć wąski sierp Księżyca. Zwróć uwagę, że „ciemna” część Księżyca też jest wtedy całkiem nieźle widoczna. A wiosną, o poranku, szukaj Księżyca wysoko na niebie, w kierunku południowym. Będzie on w trzeciej kwadrze.

WARTO WIEDZIEĆ

Pamiętaj, że co dzień (i co noc) Księżyc inaczej wygląda i o innej godzinie wschodzi i zachodzi. Szczególnie piękne są wschody Księżyca w jego pełni. Szukaj go na wschodzie, gdy Słońce właśnie zachodzi.

Oglądamy zaćmienie Słońca

Zaćmienie Słońca to nadzwyczajne zjawisko. Słońce przegasa wtedy powoli w środku dnia. Wystraszone ptaki przestają śpiewać i chowają się do swoich nocnych kryjówek. Nagle zaczyna wiać wichur i robi się zupełnie ciemno. Słońce wygląda jak czarna kula – jakby połknął je smok. Tylko na brzegach rysuje się jakby korona.

Po paru minutach pojawia się błysk. To pierwsze promienie Słońca przedostają się przez krater na brzegach księżycowej tarczy. Wkrótce radośnie wracają ptaki.

Zaćmienia Słońca zdarzają się często – dwa razy na rok, gdy przecinają się pozorne orbity Księżyca i Słońca. Ale cień Księżyca padający na Ziemię jest niezbyt duży, w porównaniu z rozmiarami naszej Kuli. Dlatego zaćmienie widoczne jest za każdym razem z innego miejsca globu.

Przez to, że Ziemia szybko się kręci, zaćmienie trwa tylko kilka minut. Ale za to cień Księżyca „wędruje” po jej powierzchni. Pas zaćmienia całkowitego jest wąski – ma nie więcej niż 160 kilometrów.

Zaćmienie częściowe możemy zaobserwować na większym obszarze. Nie cała tarcza Słońca jest wtedy zakryta – wygląda ona jak Księżyc w nowiu.

Odległość Księżyca od Ziemi, jak wiemy, dość znacznie się zmienia. Czasem Księżyc jest od Ziemi tak daleko, że zaćmienie jest „obraczkowe”. Też piękne!

Częściowe zaćmienie Słońca będzie widoczne w Polsce 10 czerwca 2021 roku, obrączkowe 13 lipca 2075, a całkowite 7 października 2135 roku.

Zaćmienie Księżyca

Średnica Ziemi jest trzy i pół razy większa niż Księżyca. Cień Ziemi na Księżycu jest więc 10 razy większy niż Księżyc na Ziemi. Zaćmienia Księżyca dość często obejmują całą jego powierzchnię.

Część z promieni słonecznych zakrzywia się, przechodząc przez atmosferę Ziemi – szczególnie kolor czerwony. Księżyc w zaćmieniu ma piękny bordowobrazowy kolor. Zaćmienia takie zdarzają się dwa razy na rok. Najbliższe całkowite będzie 31 stycznia 2018 roku.

Zaćmienia planet

Bardzo rzadkim zjawiskiem są zaćmienia planet przez planety i przejścia planet (Merkurego i Wenus) przed tarczą słoneczną. Zakrycie Jowisza przez Wenus zdarzy się 22 listopada 2065 roku.

Tranzyty Wenus (czyli jej przejścia przed tarczą słoneczną) są ważne dla astronomów. Zjawisko to pozwoliło na zmierzenie odległości Ziemi od Słońca a także odkrycie atmosfery na Wenus.

Ostatni tranzyt zaobserwowano rankiem 8 czerwca 2012 roku. Niestety, najbliższe będą dopiero 10 grudnia 2117 roku i 8 grudnia 2125 roku.



Samodzielnie, lecz mądrze

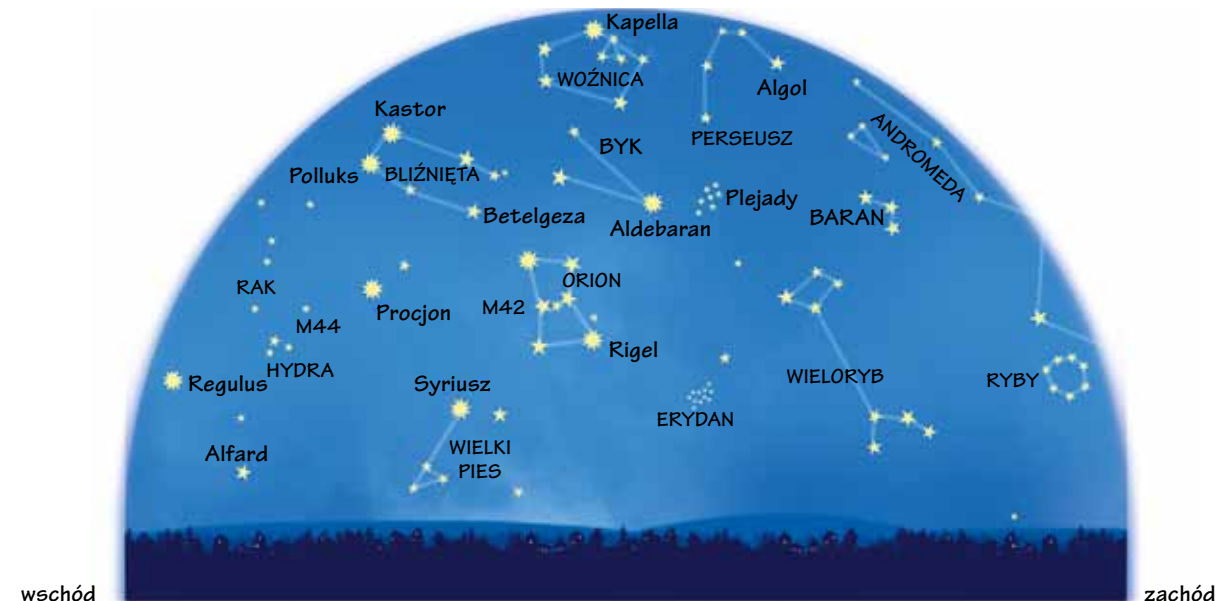
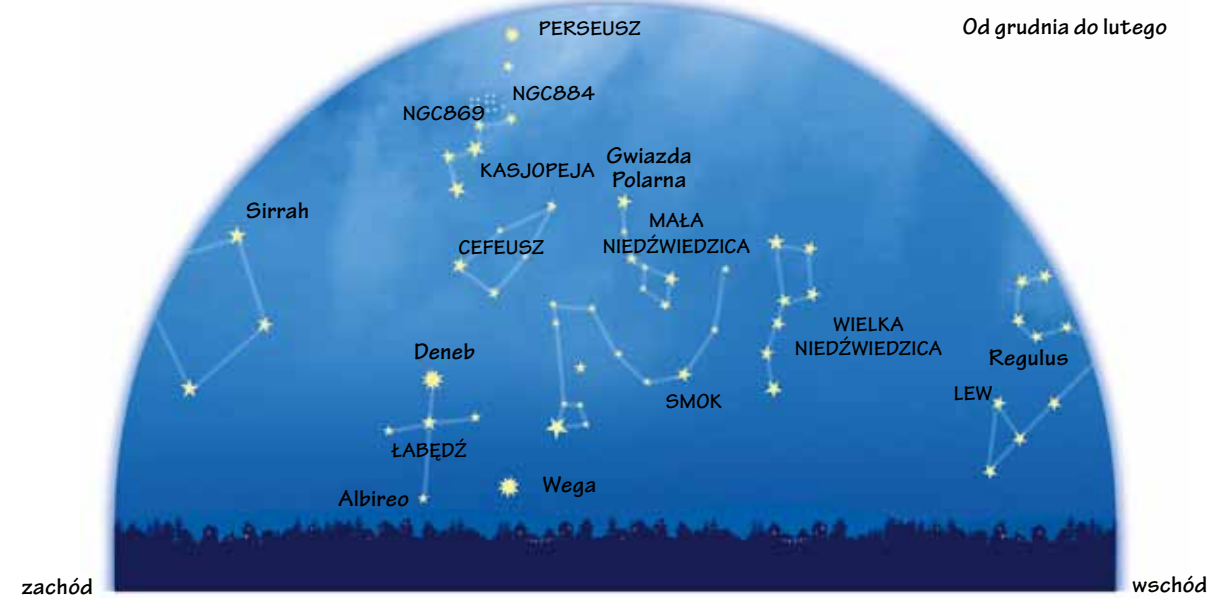
Pamiętaj, że do oglądania Słońca trzeba mieć lunetę lub teleskop ze specjalnym filtrem. Nawet zaćmienia Słońca nie wolno bez takiego filtra oglądać! Wielki astronom Galileusz na starość stracił wzrok, ponieważ oglądał Słońce przez lunetę. I chociaż zobaczył plamy na Słońcu, to światło zniszczyło siatkówkę oka.



Mapy nieba

Zyjemy na kręcącej się kuli. I tak jak na karuzeli albo przez okno samochodu na zakręcie, co chwilę widać inną część nieba. A ponieważ dodatkowo Ziemia biegnie dookoła Słońca, w każdym miesiącu w innym miejscu musimy szukać

gwiazdozbiorów. Tylko Gwiazda Biegunowa nie zmienia położenia – jest zawsze na północy. W poszukiwaniu gwiazd pomagają mapy nieba. Do szukania gwiazdozbiorów o różnych porach roku służy mapa nieba.



Słowniczek małego astronoma

- **Astro** – po grecku gwiazda. Stąd pochodzi nazwa astronomia, czyli nauka o gwiazdach, i astronauta, czyli podróżnik do gwiazd.
- **Asysta grawitacyjna** – manewr przyspieszania (lub spowalniania) statku kosmicznego przez grawitację planety, w pobliżu której on przelatuje.
- **Atmosfera** – gazy otaczające planety (lub większe satelity); na Ziemi rozciąga się ona na setki kilometrów wżwyż.
- **Atomy** – najmniejsze, niepodzielne chemicznie cząstki, z których składa się cała materia, w tym również my
- **Biały karzeł** – końcowy etap ewolucji gwiazd wielkości Słońca: Słońce najpierw spuchnie, później wybuchnie, a pozostałością będzie biały karzeł
- **Biegun nieba** – punkt, który na niebie pozostaje nieruchomy. Wydaje się, jakby dookoła dwóch biegunów (rozdzielamy północny i południowy) kręciło się całe niebo. Ale to Ziemia wiruje dookoła własnej osi, przechodzącej przez te dwa bieguny.
- **Wielki Wybuch** – po angielsku Big Bang; tak nazwano początek Wszechświata. Dziś wiemy, że było to prawie 14 miliardów lat temu.
- **Cefeidy** – szczególny rodzaj gwiazd zmieniających swą jasność: co kilka dni puchną i kurczą się na przemian. Nazwa pochodzi od gwiazdy tego typu zaobserwowanej w konstelacji Cefeusza.

- **Czarna dziura** – obiekt o masie dziesiątki lub nawet miliony razy większej niż Słońce, ale znacznie mniejszy. Jest tak masywna, że nawet światło nie może się z niej wydostać. Widziana z zewnątrz wydaje się czarna – połyka wszystko, co się znajdzie w pobliżu.
- **Czerwony karzeł** – końcowy etap ewolucji gwiazd nieco mniejszych od Słońca: są one mniejsze i chłodniejsze niż białe karły
- **Doba słoneczna** – dzień i noc, czyli 24 godziny. Inaczej mówiąc, czas od jednego wschodu Słońca do kolejnego. Doba liczona według obrotu Ziemi w stosunku do gwiazd jest krótsza o 4 minuty.
- **Droga Mleczna** – mglisty pas, który przecina nocne niebo; tworzy go olbrzymia liczba gwiazd sąsiadujących z Ziemią we Wszechświecie, w tym nasze Słońce. Nazywamy ją po grecku Galaktyką. W stosunku do Wszechświata jest to jego maleńki fragment. Dzień polarny i noc polarna –
- **Ekliptyka** – linia, jaką Słońce zakreśla w ciągu roku na tle znaków zodiaku. W rzeczywistości, jak to pokazał Kopernik, jest to tor, po jakim krąży Ziemia dookoła Słońca.
- **Elipsa** – spłaszczone koło. Po elipsach dookoła Słońca krążą planety. Satelity Ziemi też okrążają Ziemię po elipsach. Słońce nie jest w środku elipsy, ale w jednym z dwóch punktów leżących niedaleko środka, zwanych ogniskami.

- **Galaktyka** – zbiorowisko od kilku do kilkunastu miliardów gwiazd; inne galaktyki niż Droga Mleczna zapisujemy małą literą.
- **Grawitacja** – wzajemne oddziaływanie wszystkich masywnych ciał; jest przyczyną spadania ciał na ziemię i naszego „ciężaru”; sprawia, że Księżyc krąży dookoła Ziemi, a nasza planeta dookoła Słońca. Powoduje, że Wszechświat nie rozbiega się w nieskończoność.
- **Gromada** – zbiorowisko gwiazd położonych blisko siebie na niebie.
- **Gwiazda Polarna** – gwiazda, w którą celuje oś obrotu Ziemi. Obecnie jest nią xx Małego Wozu. Za 10 tysięcy lat będzie nią Wega w gwiazdozbiórze Łabędzia.
- **Gwiazdozbiór** – inaczej konstelacja układ gwiazd położonych blisko siebie na niebie. Grecy (a za nimi wszyscy inni astronomowie) widzieli w gwiazdozbiórach zwierzęta, mityczne postacie, przedmioty.
- **Jądro** – tak nazywamy środek planety lub atomu. Jądro Ziemi jest z żelaza i ma 3 tysiące kilometrów grubości.
- **Jednostka astronomiczna** – to średnia odległość Ziemi od Słońca, czyli 150 milionów kilometrów. Światło pokonuje tę drogę w 8 minut i 20 sekund. Układ Słoneczny rozciąga się na odległość około 130 jednostek astronomicznych.
- **Hel** – najlżejszy gaz po wodorze. Został odkryty najpierw w Słońcu.
- **Kilometr** – jednostka długości wynosząca 1000 metrów.
- **Kometa** – niewielka, licząca zazwyczaj kilka kilometrów, bryła pyłów, zmrożonej wody i innych gazów. W pobliżu Słońca gazy parują, tworząc piękny ogon komety.

- **Krater** – zagłębienie na powierzchni planety lub księżyca powstałe wskutek uderzenia meteoroidów, a także zderzenia planety z planetoidą lub kometa.
- **Kwadra** – jedna ćwiartka okresu obiegu Księżyca dookoła Ziemi. W pierwszej kwadrze Słońce oświetla prawą połowę Księżyca (o ile patrzymy z północnej półkuli Ziemi), a w trzeciej – lewą.
- **Kwazar** (czyli niby-gwiazda) – ogromne ciało niebieskie wysyłające w kosmos potężne sygnały radiowe. Nie wiemy, jak jest zbudowana – być może to „niedokończone” czarne dziury.
- **Materia** – oprócz ducha, wszystko z czego składa się świat, w którym żyjemy: można ją zobaczyć, dotknąć, powąchać.
- **Meteor** – niewielki zazwyczaj gład nadlatujący z kosmosu. Tworzy na nocnym niebie rozświetlony tor.
- **Meteoroid** – meteor, który spadł na ziemię. Są to obiekty przypominające składem albo skorupę, albo jądro Ziemi – stąd czasem składają się w większości ze skał, a czasem z metalu. Gdy są większe, mierzące kilometry, powodują na Ziemi ogromne katastrofy.
- **Mgławica** – rozmyty obiekt na niebie. Większość z mgławic to galaktyki, ale mogą nimi być także grupy gwiazd.
- **Miliard** – tysiąc milionów. Miliard kilometrów to siedem razy więcej niż odległość Ziemi od Słońca.
- **Milion** – tysiąc tysięcy. Przelecieć samolotem milion kilometrów to okrążyć Ziemię 25 razy.

- **Neutrony** – cząstki, z których składają się bardzo ciężkie gwiazdy; znajdują się również, obok protonów, w środku (jądrze) wszystkich atomów.
- **Nów** – dzień w ciągu miesiąca, w którym Księżyc znajduje się między Słońcem a Ziemią. Na niebie jest wówczas niewidoczny. Kilka dni później widnieje jako wąski rogalik.
- **Odplyw** – przeciwieństwo przypływu: cofanie się morza dwa razy na dobę. Na Bałtyku jest on prawie niezauważalny, ale w innych miejscach świata, np. w Londynie poziom morza może się zmienić nawet o kilka metrów.
- **Orbita** – tor, po jakim poruszają się planety i komety dookoła Słońca, księżycy dookoła planety, statki kosmiczne wokół planet i komet.
- **Oś obrotu** – w kole rowerowym środkowa część, umocowana do ramy roweru: dookoła tej osi kręci się całe koło. Dla Ziemi osią obrotu jest umowna linia, celująca w Gwiazdę Polarną.
- **Pełnia** – moment, w którym Księżyc, widziany z Ziemi, jest całkowicie oświetlony i wygląda jak koło.
- **Planeta** – czyli po grecku wędrująca gwiazda; duże, skaliste lub gazowe ciało krążące wokół Słońca lub innej gwiazdy; świeci odbitym światłem.
- **Planeta karłowata** – nowa (od 2006 r.) nazwa małych planet, takich jak Pluton. Jest nieco większy niż największa z planetoid, ale mniejszy niż Księżyc.
- **Planetoida** – skalny obiekt krążący wokół Słońca, znacznie mniejszy od planet. nazywany również asteroidą.
- **Południki** – linie (koła) biegnące na globusie z góry na dół, wszystkie równej długości. Są

- one ponumerowane od minus 180 stopni (na zachód od południka zero) do plus 180 stopni (na wschód od południka zero). Południk zerowy przechodzi przez Londyn.
- **Półkula północna** – „górna” część kuli ziemskiej, od równika do bieguna północnego.
 - **Półkula południowa** – „dolna” część kuli ziemskiej, od równika do bieguna południowego.
 - **Protuberancje** – wielkie wybuchy gorącego gazu na powierzchni Słońca widoczne jako gigantyczne jęzory ognia.
 - **Promień** – odległość od środka koła, okręgu lub kuli do dowolnego punktu na ich brzegu; połowa średnicy.
 - **Promień Ziemi** – odległość od jej jądra do dowolnego punktu na powierzchni; wynosi 6370 kilometrów.
 - **Próbnik** – część statku kosmicznego z aparaturą naukową, lądująca na planecie.
 - **Pulsar** – ciężka i mała gwiazda, zbudowana zapewne z neutronów; kręci się bardzo szybko, przez co wysyła rytmiczne sygnały radiowe.
 - **Rok świetlny** – odległość, jaką pokonuje światło w ciągu roku, czyli prawie 10 milionów milionów kilometrów. Tej jednostki długości używa się często do określania odległości we Wszechświecie.
 - **Równik** – najdłuższy równoleżnik, który dzieli Ziemię na półkulę północną i południową.
 - **Równoleżniki** – poziome linie (koła) na globusie. Numerujemy je od zera do minus 90 stopni (biegun południowy) i od zera do plus 90 stopni (biegun północny). Mają różną długość.

- **Równonoc** – dwa dni w roku (21 marca i 23 września), w których dzień i noc trwają po 12 godzin.
- **Satelita** – w języku łacińskim oznacza towarzysza podróży. Dziś satelitami nazywamy ciała okrążające inne obiekty we Wszechświecie. Naturalnym satelitą Ziemi jest Księżyc, a jej sztucznym satelitą na przykład Międzynarodowa Stacja Kosmiczna.
- **Sonda kosmiczna** – inna nazwa dla próbnika; sondą nazywamy tę część wysłanej w kosmos rakiety, która dociera do celu podróży
- **Sputnik** – w języku rosyjskim towarzysz podróży (czyli satelita). Tak nazywał się pierwszy radziecki sztuczny satelita Ziemi, wysłany w kosmos w 1957 roku.
- **Stan nieważkości** – stan, w którym wydaje się, że ciała nic nie ważą. Można go odczuć w nagle ruszającej w dół windzie, w szalonej kolejce w wesołym miasteczku, albo w statku kosmicznym dookoła Ziemi.
- **Supernowa** – gwiazda na niebie, która nagle rozbłyska. Najjaśniejsze z nich bywają widoczne nawet w dzień. Jest to wybuch gwiazdy, która dochodzi do kresu swojego życia.
- **Średnica** – odcinek przechodzący przez środek koła, okręgu lub kuli i łączący jeden ich brzeg z przeciwległym brzegiem. Jest równa dwóm promieniom.
- **Układ Słoneczny** – zbiorowisko ciał krążących dookoła Słońca: 8 planet (w tym Ziemia), towarzyszące im księżycy, planety karłowate, planetoidy, komety.
- **Wodór** – najlżejszy gaz. Wchodzi w skład wody, stąd jego nazwa.

- **Wszechświat** – cały kosmos i wszystko, co się w nim znajduje, w tym Ziemia, Słońce, planety, gwiazdy, czarne dziury i wiele nieodkrytych jeszcze rzeczy.
- **Zodiak** – „niebieski zwierzynek”, gwiazdozbiory, na tle których przesuwają się w ciągu roku Słońce. Używany jest we wróżbach, ale nie ma to sensu.
- **Zwrotnik Koziorożca** – równoleżnik na półkuli południowej, o numerze -23,5 stopnia. Promienie słońca padają prosto z góry na ten zwrotnik 22 grudnia.
- **Zwrotnik Raka** – równoleżnik na półkuli północnej, o numerze +23,5 stopnia, na który w południe 21 czerwca promienie słońca padają prosto z góry.

Notatki



Notatki

Dyplom



Imię i Nazwisko

