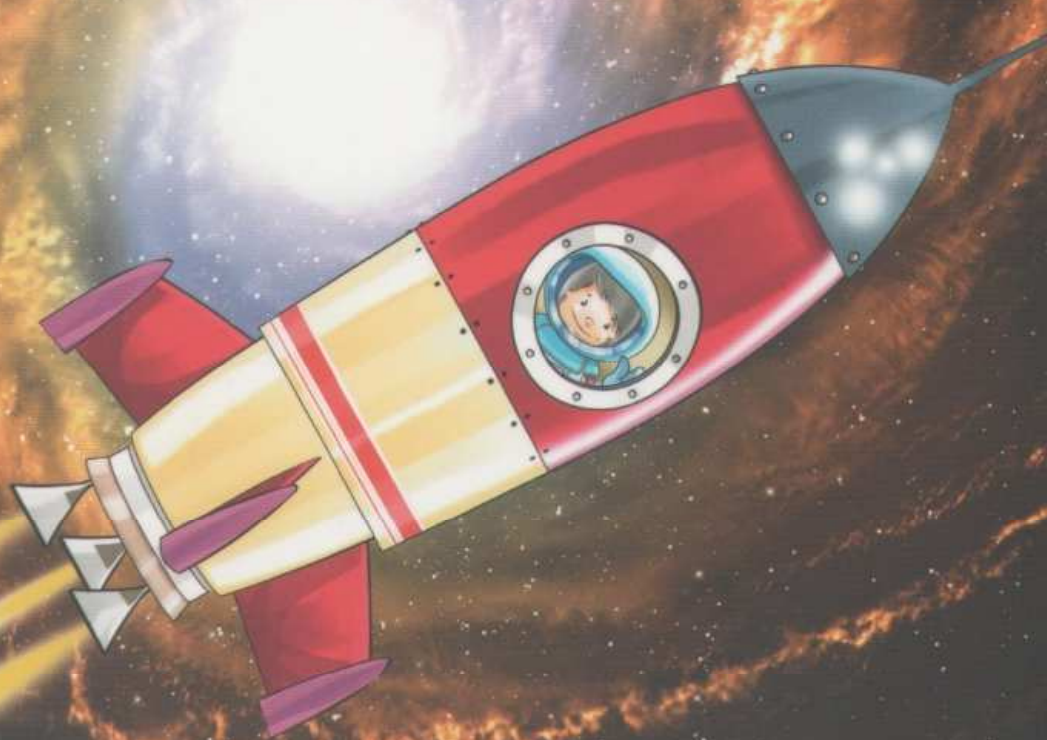




Grzegorz Karwasz

Mały ASTRONOM

Przewodnik dla dzieci



Dzielni-samodzielni

Mały ASTRONOM

Przewodnik dla dzieci

Grzegorz Karwasz

Ilustracje
Olga i Janusz Baszczak



Zapraszamy na **www.publicat.pl**

Zdjęcie galaktyki na okładce: Vladimir Arndt/Istockphoto

Ilustracje – Olga i Janusz Baszczak

Redakcja – Beata Horosiewicz

Projekt graficzny – Hubert Grajczak, Hanna Polkowska

Realizacja graficzna projektu – Dorota Wolska, Hanna Polkowska, Alicja Kaczmarek, Michał Pańczak

Korekta – Anna Belter, Justyna Sell, Kinga Tes

Projekt okładki – Michał Pańczak

Gromadzenie materiału fotograficznego – Bartosz Cieptuch

Edycja materiału ilustracyjnego – Marek Nitschke

Redakcja techniczna – Zbigniew Wera

© Publicat S.A. MMXVI, MMXIX

All rights reserved

ISBN 978-83-271-7112-3



jest znakiem towarowym Publicat S.A.

PUBLICAT S.A.

61-003 Poznań, ul. Chlebowa 24
tel. 61 652 92 52, fax 61 652 92 00

e-mail: ced@publicat.pl

www.publicat.pl

Od Autora

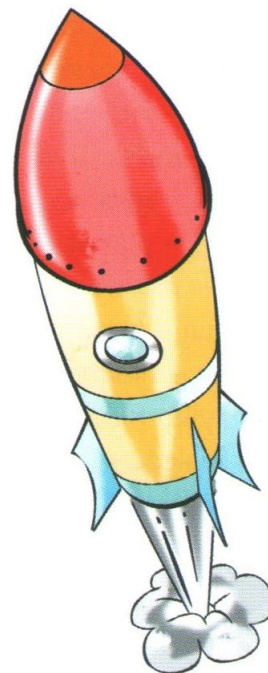
Astronom, podobnie jak fizyk czy biolog, to trudny zawód. Dziś najbardziej zaawansowane obserwacje kosmosu prowadzi się za pomocą wielkich teleskopów, budowanych wspólnie przez kilkanaście krajów. Są one stawiane w odludnych miejscach – w wysokich górach i na pustyniach, wymagają potężnych komputerów i nowoczesnych przyrządów. Jednak by badać niebo, a nawet odkryć kometę, wcale nie trzeba być zawodowym astronomem. Wiele komet odkrywają amatorzy, a planetoidy – nawet uczniowie, również w Polsce. Książka ta nie jest przewodnikiem, ale wycieczką, w którą każdy może się wybrać. Zaczniemy od kilku gwiazd widocznych nawet w zadymionym mieście – Wielkiego Wozu i Gwiazdy Polarnej, aby później opisać konstelacje i gromady gwiazd.



Poszukamy też planet. Poznamy ich skład chemiczny, temperaturę, atmosferę. Wiedzę o nich przekazują nam dziś wielkie teleskopy i sondy kosmiczne. Jedną z takich sond, Voyager, w 2013 roku doleciała do granic Układu Słonecznego – wyznacza nam obecnie miarę odległości do planet.

Wszystkie gwiazdy i planety składają się na naszą Galaktykę, pisaną wielką literą. Ale galaktyk, podobnie jak gwiazd, są we Wszechświecie miliardy. Wielki kosmiczny teleskop Hubble'a doprowadza nas na krańce poznawalnego dzisiaj kosmosu – odległego w czasie i przestrzeni. Czy Wszechświat ma granice? Czy możemy je poznać? Będziemy się nad tym wszystkim zastanawiać, bo astronom bada właśnie gwiazdy, planety i odległy kosmos. Jest przy tym mnóstwo zabawy.

*Ty też możesz zostać astronomem.
Zacznij od przeczytania tej książki!*



Spis treści

Od Autora 3

Część 1. Astronomia – nauka o gwiazdach

Kto to jest astronom 6
Do czego służy kalendarz 8
Gdzie zobaczysz gwiazdy 10
Niebieski zwierzyniec 14
Ile jest gwiazd na niebie 16
Meteory i meteoryty 18
Komety – przybysze z dalekiego kosmosu 20

Część 2. Kosmiczny zegarek, czyli astronomia w dzień i w nocy

Słońce wschodzi i zachodzi 22
Podróż na kręcącej się kuli 24
Cztery strony świata 26
Skąd się biorą pory roku 28

Część 3. Układ Słoneczny

Słońce – źródło życia i energii 30
Ziemia – niebieska planeta 32
Księżyc – wierny towarzysz Ziemi 36
Słoneczna rodzinka 40
Merkury – rozpędzona planeta 42
Wenus – piekielnie gorące miejsce 44
Mars – gdzie (nie) mieszkają Marsjanie 46
Jowisz – gazowy olbrzym 48
Saturn – planeta w kapeluszu 50
Uran – pierwsza planeta nowożytna 52
Neptun – matematyczne odkrycie 54
Pluton – niechciana planeta 56
Nie tylko Pluton 58
Jak znaleźć planetoidę 60
Voyager na krańcu Układu Słonecznego 62

Część 4. Plejady, mgławice i czarne dziury

Droga Mleczna – nasze miejsce w kosmosie	64
Jakiego koloru są gwiazdy	66
Jak daleko są gwiazdy	68
Życie gwiazd	70
Narodziny i śmierć gwiazdy	72
„Mgławica” Andromedy	74
Gromady, mgławice, pulsary	76
Coraz więcej galaktyk	78
Początek i koniec Wszechświata	80

Część 5. Astronomowie i zagadki Wszechświata

Co wiedzieli starożytni	82
Od Ptolemeusza do Kopernika	84
Brahe i Kepler – sprawdzanie Kopernika	86
Galileusz i Newton – prawa ruchu	88
Jan Heweliusz – astronom z Gdańska	90
Herschel i łowcy komet	92
Astronomia i technika	94
Inne światy	96

Część 6. Loty w kosmos

Wyścig w kosmos	98
Pierwszy człowiek w kosmosie	100
Lot na Księżyc	102
Na Wenus, Marsa i Merkurego	104
Do Jowisza, Saturna i dalej...	106
Życie na stacji kosmicznej	108
Od patelni do GPS, czyli kosmiczne wynalazki	112

Część 7. Na zakończenie przygody z astronomią

Co zobaczysz na niebie w nocy	114
Co zobaczysz na niebie w dzień	118
Mapy nieba	120
Słowniczek	122

Kto to jest astronom?

Rybak łowi ryby, ogrodnik zbiera jabłka, turysta zwiedza świat. A czym zajmuje się astronom? Astronom „łapie” gwiazdy, ale ich z nieba nie zdejmuje – on je tylko ogląda i dokładnie liczy. Gwiazd jest dużo, więc astronomem może zostać każdy. Wystarczy uważnie przyglądać się niebu.



Czym zajmuje się astronomia?

Kiedy spojrzysz nocą na bezchmurne niebo, zobaczysz mnóstwo małych, migoczących światełek. Jedne z nich jaśniejsze, inne ledwie widoczne. To są gwiazdy. Tysiące, miliony, a nawet więcej. Niektóre znajdują się dosyć blisko, inne bardzo daleko. Niektóre są niebieskawe, inne jakby czerwone. Nauka o gwiazdach nazywa się astronomia.

Ale na niebie, oprócz gwiazd niezmiennych swojego miejsca, widać jeszcze pięć takich, które w ciągu roku wędrują. Są to planety, czyli Merkury, Wenus, Mars, Jowisz, Saturn. Przez niewielką lornetkę można zobaczyć kolejne dwie – Urana i Neptuna.

Ziemia, Słońce, Księżyc

Ziemia też jest planetą, i to niezwykłą, bo jedyną, na której istnieje życie. Obserwowana z dalekiego kosmosu wygląda jak mała, świecąca plamka, ale o pięknym, niebieskawym kolorze.

Słońce to z kolei gwiazda, taka jak wiele innych, ale ponieważ leży dość blisko Ziemi, wydaje się ogromna – w przeci-

wieństwie do pozostałych, które są tylko małymi punkcikami na niebie. W podobny sposób daleka uliczna latarnia sprawia wrażenie małej, a bliska żarówka – dużej, jasnej i cieplej. Gwiazdy można porównać właśnie do żarówek, ale znajdujących się bardzo, bardzo daleko od nas.

Na nocnym (a czasem i dziennym) niebie świeci jeszcze jedna „lampa” – to Księżyc. Wydaje się on tak duży jak Słońce, ale w rzeczywistości jest po prostu położony bliżej Ziemi. Niektóre planety także mają swoje księżyce. O nich również dowiesz się z tej książki.

Dlaczego gwiazdy świecą?

Ta książka nie tylko nazywa to, co widzimy na niebie, ale również wyjaśnia dlaczego. Dlaczego gwiazdy świecą? Dlaczego Słońce jest takie jasne? Dlaczego Księżyc czasem wygląda jak rogalik, a kiedy indziej uśmiecha się do nas pełną twarzą? Dlaczego jedne planety poruszają się wolniej, a inne szybciej? Dlaczego niektóre gwiazdy przygasają, a czasem nagle rozbłyskują? Gdzie kończy się świat? I wreszcie odpowiadamy w niej także na pytania najprostsze: dlaczego niebo jest niebieskie w dzień, a w nocy czarne jak smoła?

Astronomem może być każdy

Każdy człowiek czymś się interesuje – Milenka zbiera muszki, Sławek buduje roboty, Konstancja czyta książki. Ale gwiazd na niebie jest więcej niż muszelek na plaży, robotów w sklepach i książek w bibliotekach – tak dużo, że nie potrafimy zliczyć. I jakkolwiek długo byśmy patrzyli, wcale ich nie ubywa.

Aby zobaczyć gwiazdy, wystarczy nocą podnieść głowę. Gdziekolwiek pojedziemy – w góry czy nad jezioro – niebo będzie takie samo. Ale następnego dnia może już się trochę zmienić: Księżyc wstanie później, planeta się oddali, przeleci kometa, spadnie meteor. Zobaczyć te zmiany na niebie to wielka ra-

dość: zauważyliśmy coś, czego inni jeszcze nie widzieli. Mimo że trwa to chwilę, czasem tylko parę sekund albo jedną noc, jest to naprawdę „nasze odkrycie”.

Czy łatwo zostać astronomem?

Aby łowić ryby, potrzebujemy wędkę i najlepiej łódki. Turysta musi mieć na przykład rower i plecak. Aby zostać astronomem, wystarczy własne oczy, a czasem niewielka lornetka. Przydadzą się też długopis i kartka – można wtedy zanotować albo narysować to, co się widziało. W ten sposób – z piórem i kartką – badali gwiazdy najwięksi astronomowie: Kopernik i Galileusz. Ten pierwszy był Polakiem – urodził się w Toruniu.

O nich też dowiesz się z tej książki. Wszyscy naukowcy marzą o nagrodzie Nobla. Nie dla pieniędzy, ale dla sławy. Niektórzy astronomowie taką nagrodę otrzymali. Ale najwięksi uczeni – ci, którzy odkryli, że Ziemia nie jest płaska i że nie znajduje się w środku świata – na żadną nagrodę nie czekali. Podziwiali rozgwieżdżone niebo nad głową.

słowo kluczowe: **astronomia**

Do czego służy kalendarz?

Każdy dziś wie, co to jest kalendarz. Ale przed wiekami ludzie go nie znali. Pradawny człowiek, który żył w jaskiniach, musiał przewidzieć porę budzenia się niedźwiedzi z zimowego snu i wpływania do rzek wielkich łososi. Nie było to łatwe, ale jednak wiedział, którego dnia wyruszyć na łowy na jelenie, a kiedy lepiej schronić się przed zamiecią śnieżną.

Od Stonehenge do Mezopotamii i Egiptu

Wszyscy potrafimy zaobserwować, że zimą dzień jest krótszy, tylko jak stwierdzić bez kalendarza, kiedy nadchodzi ta pora roku? Wiosną dzień się wydłuża, ale znów nie dałoby się ustalić, od którego momentu, gdyby nie było kalendarza.

Aby pamiętać, kiedy zaczyna się lato, 5 tysięcy lat temu ustawiono w kole ogromne głazy. Stoją one do dziś w Anglii i nazywają się Stonehenge – czyli kamienny

WARTO WIEDZIEĆ

Chińczycy, którzy podobnie jak Egipcjanie od tysiącleci obserwowali niebo, świętują nowy rok w lutym, ale co roku w nieco innym dniu. Również Arabowie mają inny kalendarz niż my. Może to i lepiej, bo kto podróżuje, może częściej świętować nadejście nowego roku.



krąg. Jest tam 5 wielkich, podwójnych głazów, które wyznaczały dni tygodnia oraz

16 mniejszych oznaczających miesiące.

Kiedy w Anglii zbudowano ten kamienny krąg, w innej części świata, pustynnej Mezopotamii (dziś jest to Irak), wznoso



Wielkie kamienne głazy niedaleko miasta Salisbury w Anglii, ustawione tam 5000 lat temu, służyły, zapewne, jako prehistoryczny kalendarz – mały „celownik” wskazywał wschód Słońca w najdłuższym dniu roku.

szono już całe miasta i potężne, wysokie wieże nazywane zigguratami. Nie wiemy, do czego służyły. Być może do patrzenia w niebo. Obserwując gwiazdy, można było znacznie dokładniej przygotować się na początek wiosny i jesieni. Już 3000 lat temu kapłani w Egipcie potrafili przewidzieć zaćmienie Słońca – zjawisko polegające na tym, że nagle w dzień robi się zupełnie ciemno, ptaki chowają się do gniazd i zaczyna wiać zimny wicher. Z przepowiedniami kapłanów musieli się liczyć nawet potężni władcy – faraonowie. Ich grobowce w piramidach budowano w taki sposób, aby po śmierci mogli „patrzeć” na gwiazdy.

Kalendarz juliański

Przez tysiące lat kalendarz był znany tylko nielicznym osobom. Nie używali go nawet starożytni Grecy. Dopiero władca starożytnego Rzymu, Juliusz Cezar, w 46 roku przed naszą erą ogłosił kalendarz składający się z 12 miesięcy. Kolejne miesiące miały w nim na przemian 31 lub 30 dni. Tylko lipiec i sierpień, choć następują po sobie, liczą ich 31, kosztem nieszczęśliwego chyba, bo zimnego lutego, który ma ich 28. Kalendarz Juliusza Cezara był jednak bardziej skomplikowany. Aby wiosna wypadała zawsze tego samego dnia, co cztery lata luty miał 29 dni. Taki rok nazywamy **rokiem przestępnym**. Był nim 2012, jest 2016, będzie 2020.

Kalendarz gregoriański

Kalendarz juliański był używany przez półtora tysiąca lat. Okazało się jednak, że nie jest dokładny. W ciągu tego czasu wiosna „przesunęła się” o 11 dni. Był to duży problem dla Kościoła, bo Wielkanoc powinna wypadać na wiosnę, a nie zimą. Papież poprosił więc uczonych, aby obliczyli dokładnie, ile dni musi mieć rok. Pomagał w tych pracach

ZADANIE DLA CIEBIE

Sprawdź w kalendarzu, w jakim dniu tygodnia przypadają twoje urodziny w tym roku, a w jakim przypadną za rok. Co roku przesuwają się one na kolejny dzień!



również polski astronom Mikołaj Kopernik (przeczytasz o nim w rozdziale „Od Ptolemeusza do Kopernika”). Okazało się, że wystarczy, aby co setny rok nie był przestępny. Zmianę zarządził papież Grzegorz XIII, dlatego ten nowy kalendarz nazywamy gregoriańskim. Zdarzyło się to w 1582 roku, który był bardzo dziwny – aby wyrównać opóźnienie, „pomięto” w nim 10 dni, od 5 do 14 października. Kalendarz gregoriański jest używany do dziś. My również z niego korzystamy.

Gdzie zobaczysz gwiazdy?

Aby oglądać gwiazdy, nie trzeba udawać się w specjalne miejsce. Najjaśniejsze z nich widać nawet w zadympionym mieście. Jednak by naprawdę podziwiać rozgwieżdżone niebo, warto wyjechać za miasto: w góry, nad jezioro, może nawet na pustynię.



Namów rodziców...

Gwiazdy są bardzo daleko – ich światło, które oglądamy, podróżowało do nas dziesiątki, setki, a czasem miliony lat. Aż dziw, że ludzkie oko je widzi. Jednak nie ta odległość jest główną przeszkodą, ale zakłócenia, jakie człowiek sam wytwarza. W wielkich miastach, a nawet mniejszych miejscowościach, jest tak wiele latarni ulicznych, że trudno zobaczyć gwiazdy.

Aby je dostrzec, nasze oko musi najpierw przyzwyczać się do ciemności. Zajmuje to 20 minut.

Niebo najlepiej oglądać w zupełnym mroku. Namów rodziców, abyście latem wyjechali nad jezioro, gdzie nie ma lamp ani świateł domów. W ciepłą noc połóż się na kocu i spójrz na niebo. Zaczynamy naszą astronomiczną przygodę!

Wielki Wóz

Najpierw popatrz na północ, to jest tam, gdzie nigdy nie świeci Słońce. Siedem gwiazd jest ułożonych jak wóz z czterema kołami i dyszlem po lewej stronie. To Wielki Wóz. Mały Wóz, też złożony z siedmiu gwiazd, znajduje się nad nim. Wyciągnij przed siebie rękę, rozstaw palce i zmierz odległość między tylnymi kołami Wielkiego Wozu. A teraz popatrz w górę, ponad jego tylne koła – pięć odległości nad nimi znajdziesz inną jasną gwiazdę: to Gwiazda Polarna, która wskazuje drogę żeglarzom. Niebo, a wraz z nim wszystkie gwiazdy, cały czas kręci się nad głową. Tylko Gwiazda Polarna nie zmienia miejsca – jest to tak zwana gwiazda biegunowa.

Mały Wóz

Wielki Wóz

Ksjopea

Smok

Łabędź, Lutnia

Po drugiej stronie Gwiazdy Polarnej, naprzeciw Wielkiego Wozu, zobaczysz sześć gwiazd tworzących jakby krzyż – jedna z nich, na czubku, świeci bardzo jasno. Jeśli przyjrzy się bliżej, to na ramionach tego krzyża zauważysz jeszcze kilka gwiazd – teraz to już nie jest krzyż, ale raczej ptak z rozpiętymi skrzydłami, przypominający łabędzia! Tak też nazwali te gwiazdy Grecy: Łabędź.

Andromeda

Ksjopea

Łabędź

Perseusz,



Pod prawym skrzydłem Łabędzia można zobaczyć jeszcze jedną bardzo jasną gwiazdę. Razem z dwoma innymi tworzy ona jakby skrzywioną literę L – to Lutnia (tak nazywał się dawny instrument muzyczny przypominający gitarę). Przed Łabędziem, na wprost kierunku jego „lotu”, dojrzysz nieco wykrzywioną literę W. Jest to tak zwana Kasjopeja. A trzy gwiazdy pod tą literą, nieco dalej od siebie, ale po prostu, nazywają się Andromeda. Nad środkową gwiazdą Andromedy widnieje jakby rozmyta, nieco spłaszczona mgławica. To kolejne miliony gwiazd, bardzo, bardzo daleko od Ziemi, czyli „mgławica”. Dowiesz się o niej więcej z rozdziału „Mgławica Andromedy”.

Perseusz, Andromeda, Kasjopeja

Grecy, którzy dużo żeglowali po morzach i mieli sporo czasu na podziwianie granatowego nieba, wymyślali dla gwiazd różne nazwy: widzieli na niebie zwierzęta, bohaterów, instrumenty muzyczne. To oni nazwali duże, jasne L Lutnią, a skrzywione W – Kasjopeją. Bardzo często sięgali po imiona znane im z mitów, czyli

opowieści o greckich bogach, boginiach i bohaterach. I Andromeda, i Kasjopeja, a także leżące koło nich Perseusz są nazwami zaczerpniętymi właśnie z mitów. Kasjopeja była matką Andromedy, a tę Perseusz oswobodził z niewoli. W letnią noc nad samą głową dookoła Gwiazdy Polarnej wije się także Smok z długą szyją i rozwartą paszczą. Oj, mieli ci Grecy fantazję!

Gwiazdozbiory

Gwiazd widocznych na niebie gołym okiem nie ma tak dużo. Tylko niektóre z nich, te wyjątkowe, otrzymały swoje nazwy własne, jak jasna gwiazda Lutni, zwana Wega, i jasna gwiazda Łabędzia, czyli Deneb. Wszystkie gwiazdy mają natomiast swoje numery: górne, tylne „koło” Wielkiego Wozu nosi numer 1, dolne tylne – numer 2, a koniec dyszla – numer 7. Grecy, którzy nie używali jeszcze takich cyfr jak my, nazywali te gwiazdy kolejnymi literami alfabetu: 1 to alfa, 2 – beta, 3 – gamma, 4 – delta i tak dalej. Zapis ten pozostał do dziś.

słowa kluczowe:

Gwiazda Polarna, Gwiazdozbiór (konstelacja)

.....
 Wszystkie gwiazdy Wielkiego Wozu, Lutni, Andromedy, a także wiele innych grup gwiazd, nazywamy gwiazdozbiorami. Na ich określenie można też użyć pochodzącego z łaciny słowa konstelacja.



teleskop zwierciadlany

teleskop soczewkowy

Są dwa rodzaje teleskopów, przez które możesz oglądać niebo. Pierwsze z nich to właściwie lunety – dość wąskie i długie rury, z soczewkami w środku, takimi jak w okularach dziadka. Patrzymy przez nie „na wprost”: na gwiazdę, planetę, Księżyc (nigdy na Słońce!). Z tego rodzaju teleskopu korzystali Galileusz i Kepler (przeczytasz o nich w innych rozdziałach).

Drugi rodzaj to grube i krótkie rury. Jest w nich lustro, jak w łazience. W tych teleskopach nie patrzymy na wprost, ale przez małą soczewkę z boku. Ale i one mogą być wyposażone w małą lunetkę do celowania. Wymyślił je Newton, a dziś używają ich wszyscy zawodowi astronomowie.

Niebieski zwierzyniec

S tarożytni Grecy, którzy mieli wielką wyobraźnię, oprócz postaci z mitów widzieli też na niebie całe mnóstwo dzikich zwierząt. Gwiazdozbiór, który nazywamy Małym Wozem, był dla nich Małą Niedźwiedzicą – z pyskiem, czterema łapami i ogonkiem. Na południu – tam, gdzie w dzień świeci Słońce – Grecy dostrzegali wędrujący po niebie cały niebieski zwierzyniec!



Takie znaki zodiaku widać o północy w marcu...

Baran, Byk, Lew, Ryby

Ten niebieski zwierzyniec jest złożony z 12 gwiazdozbiorów, rozciągających się od wschodu do zachodu. Grecy wyobrazili sobie w nim Ryby, Barana, Byka, Lwa, Koziorożca. A pośród nich jeszcze baśniowe postacie: dwóch braci Bliźniaków między Bykiem a Lwem, a nieco dalej Pannę. Te „zoologiczne” gwiazdozbiory, ułożone jakby na szerokiej drodze, nazywają się zodiak. Nie o każdej porze roku widać wszystkie gwiazdozbiory zodiaku. Latem można zobaczyć Koziorożca, Wodnika, Ryby, zimą zaś – Barana, Lwa, Wagę. To dlatego, że Słońce „maszeruje” w ciągu roku na tle tych gwiazdozbiorów. Co miesiąc widnieje w innym znaku zodiaku. I wtedy danej konstelacji nie widać, bo to „w niej” w ciągu dnia świeci Słońce.



...a takie o północy we wrześniu.

Znaki zodiaku

Jest ich 12, tyle samo co miesięcy w kalendarzu. Liczymy je, zaczynając od pierwszego miesiąca wiosennego, czyli kwietnia – a właściwie, od pierwszego dnia wiosny, 21 marca. Znaki zodiaku ułożone są w następującej kolejności:

 I Baran: 21 marca - 19 kwietnia	 VII Waga: 23 września – 22 października
 II Byk: 20 kwietnia – 22 maja	 VIII Skorpion: 23 października – 21 listopada
 III Bliźnięta: 23 maja - 21 czerwca	 IX Strzelec: 22 listopada – 21 grudnia
 IV Rak: 22 czerwca - 22 lipca	 X Koziorożec: 22 grudnia – 19 stycznia
 V Lew: 23 lipca – 23 sierpnia	 XI Wodnik: 20 stycznia – 18 lutego
 VI Panna: 24 sierpnia – 22 września	 XII Ryby: 19 lutego – 20 marca

Kiedyś wierzono, że znak zodiaku, pod jakim człowiek się urodził, decyduje o jego cechach charakteru. I tak Koziorożec podobno idzie uparcie do przodu, Waga zachowuje równowagę, a Rak się cofa, gdy tylko spotkają go nieprzyjemności. Oczywiście, nie ma to nic wspólnego z rzeczywistością. Te kilkanaście gwiazd po prostu nazwali tak Grecy w czasie długich, samotnych rejsów po morzu. Przez gwiazdozbiory zodiaku wędruje w czasie roku nie tylko Słońce, ale i gwiazdy „błądzące” czyli planety. W ciągu miesiąca wszystkie znaki przemierza też Księżyc. Trudno byłoby zliczyć, w jakim znaku zodiaku znajdowały się Słońce, Księżyc i inne ciała niebieskie w dniu twoich urodzin.

Beato tekst: Królewski astrolog do skrócenia.
Nie wszedł cały ostatni akapit.

Królewski astrolog

Kiedy kalendarz był znany tylko wybranym osobom, mało kto potrafił porachować, gdzie która planeta znajduje się w danym momencie. Dawni uczeni mieli ku temu tajne księgi, a swoją wiedzę drogą sprzedawali. Znaczący ruch planet nazywał się podobnie jak astronom: był to astrolog. Taki uczoney przebywał wówczas na każdym królewskim dworze. Od astrologa wymagano, aby „przewidywał”, czy król wygra bitwę i jaka przyszłość czeka królewicza, który dopiero się urodził. Spisywał więc z ksiąg położenie planet, Słońca i Księżycy, a resztą wymyślał. Nawet Mikołaj Kopernik, aby nie obrazić księcia, „przepowiedział” mu przyszłość „z gwiazd”, czyli sporządził jego horoskop.

ZADANIE DLA CIEBIE

Czy wiesz, pod jakim znakiem zodiaku się urodziłeś? Jeśli nie, to sprawdź.

słowa kluczowe:
astrolog, horoskop, zodiak



Ile jest gwiazd na niebie?

Czarne niebo z mrugającymi do nas gwiazdami to jeden z najbardziej tajemniczych widoków. Ile jest gwiazd? Tysiąc? Milion? Miliard? Trudno odpowiedzieć na to pytanie: im potężniejsze mamy teleskopy – czyli urządzenia do oglądania gwiazd – tym więcej ich widzimy.

bo świecących gwiazd. Są one od nas bardzo, bardzo daleko. Trudno nawet tę odległość mierzyć w kilometrach, bo światło od tych najdalszych leci do Ziemi 100 tysięcy lat.

Ile gwiazd widzimy gołym okiem?

Ile ich możemy zobaczyć bez lornetki i teleskopu? W dużym mieście – tylko kilka – jedną w Łabędziu, jedną w Lirze, trzy w Wielkim Wozie. Kilka innych gwiazdozbiorów zobaczymy zimą.

Uczeni, którzy zajmują się na co dzień (a raczej co noc) oglądaniem gwiazd, budują swoje obserwatoria wysoko w górach. Tam też można dojrzeć najwięcej gwiazd gołym okiem – w sumie 5 tysięcy. A za pomocą niedużej lornetki – nawet 100 tysięcy. Lornetka „widzi” lepiej niż twoje oko.

Od Hipparcha do Teksasu

Pierwszy spis gwiazd zrobił grecki uczonec, Hipparch. Było to ponad 2000 lat temu. Jego spis i mapa nieba nie zachowały się, a szkoda, bo niektóre gwiazdy nieco się od tego czasu przesunęły.

Astronomowie umówili się, że będą zapisywać gwiazdy w specjalnych katalogach. Kiedyś były to wielkie, drukowane księgi, dziś wszystko jest zapisane (i ponumerowane) w Internecie.

W Ameryce, w obserwatorium Apache Point (to znaczy „punkt Apaczów”) postawiono duży teleskop do komputerowego oglądania gwiazd. Przez niecałe 20 lat naliczył ich ponad 100 milionów. Wszystkie z nich składają się na naszą Ga-

laktykę. Ale w kosmosie jest więcej takich galaktyk jak nasza. Wspomniany teleskop naliczył ich już milion, a do końca liczenia jeszcze daleko.

Gwiazdy „błądzące”

Na niebie jest też kilka innych „gwiazdeczek”, które nie migoczą. A dodatkowo – w ciągu roku przesuwają się one po niebie.

Grecy znali pięć takich niemigoczących świątełek; nazwali je „gwiazdami błądzącymi” – planetami. Są to w kolejności od Słońca: Merkury, Wenus, Mars, Jowisz i Saturn.

Nawet przez niewielką lornetkę widać, że planety to nie punkciki, ale małe, okrągłe kropeczki.

WARTO WIEDZIEĆ

Astronomowie podzieliли gwiazdy według ich jasności. Najsilniejsze z nich mają jasność 1, a najsłabsze 6. Słabszych niż 6 nie zobaczysz gołym okiem. Moc światła „szóstek” jest 100 razy mniejsza niż „jedynek”. Gwiazda Polarna ma jasność 2, a znana już nam gwiazda w Łabędziu – „1 i ćwierć”, czyli jest silniejsza. Gwiazda w Lirze jest jeszcze jaśniejsza – w tej skali ma 0. A planety, kiedy są blisko, mają nawet jasność ujemną, na przykład -2, czyli największą.

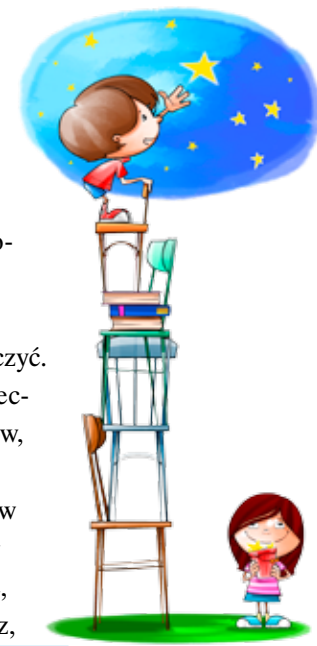


[podpis]

Planety nie migoczą, bo są od nas blisko – nie setki miliardów kilometrów, jak gwiazdy, a „tylko” setki milionów. Wydaje się to daleko, ale statki kosmiczne zbudowane przez człowieka już tam doleciały.

Gwiazdka dla każdego

Czasem mama mówi: „Tobie tylko gwiazdki z nieba brakuje”. Ale mama nie wie, ile na niebie jest gwiazd. Jeśli w naszej Galaktyce znajduje się ich 100 milionów, a podobnych galaktyk jest milion albo i więcej, to... Nie wiem, ale aż się w głowie kręci! Nie tak łatwo policzyć. Wiemy, ile jest ludzi na Ziemi – obecnie żyje ich nieco ponad 7 miliardów, czyli 7 tysięcy milionów. A gwiazd na niebie jest zapewne 100 milionów milionów. Oj! W takim razie każdy może mieć nie tylko jedną gwiazdę, ale tysiące. Spójrz na niebo i wybierz, gdzie chcesz mieć swoją gwiazdę!



słowa kluczowe:

milion, miliard, planeta

fotolia
by Adobe

#70051863

[podpis]

Gwiazdy do nas mrugają

Tak nam się wydaje, gdy na nie patrzymy. I rzeczywiście mrugają – mimo że są wielkie i bardzo odległe, przez co wyglądają jak małe punkciki. Ich światło z trudem przedziera się przez powietrze nad Ziemią. Wystarczy mały wiaterek i już gwiazda przygasa, mruga, migoce.

Gdy będziesz za miastem, w letnią noc spójrz prosto w górę – całe niebo wygląda, jakby ktoś na nie wylał mleko. To Droga Mleczna, po grecku Galaktyka. Przypomina biały kobierzec, czarodziejski dywan, nierówno wymalowany przez sam środek nieboskłonu. Wystarczy jednak mała lornetka, aby zobaczyć, że te białe plamy to mnóstwo sła-

Meteory i meteoryty

Pa ciemnym błękitcie nocnego nieba od czasu do czasu zapalają się świetliste linie. Niektórzy nazywają je spadającym gwiazdami. Ale tak naprawdę są to duże „kamienie”, przylatujące z kosmosu.



Kamienie z nieba

Astronomowie rozróżniają meteor od meteorytu. W nocy niebo mogą nagle rozświetlić jasne smugi, czyli meteory. Tyko nieliczne z nich spadają na Ziemię jako kamienie z nieba, czyli meteoryty. Meteor wpadający z kosmosu w warstwę powietrza wokół kuli ziemskiej – czyli kawał kamienia lub żelaza – rozgrzewa się do 1000 stopni Celsjusza i wygląda jak lecąca pochodnia. Większość tych obiektów zbudowana jest ze skał jak w ziemskich wulkanach, niektóre – z żelaza. Czasem występuje w nich nawet węgiel. Do tej pory zbieraczom



Meteoryt nad Czelabińskiem miał tylko 20 metrów długości, a nawet mała kometa ma ich kilkaset. Gdyby średnich rozmiarów meteoryt spadł na Kraków lub Warszawę, podmuch zmiotłby całe miasto. Dlatego wszyscy – i zawodowi astronomowie, i komputery, i amatorzy astronomii – wypatrują, czy nie zbliża się do nas jakiś wielki kamień. Są one piękne tylko na niebie, ale niech lecą daleko od Ziemi.

udało się znaleźć 40 tysięcy fragmentów meteorytów. Niektóre z nich są całkiem duże.

Wybuchy meteorytów

Gdzieś nad Oceanem Spokojnym 15 lutego 2013 roku wpadł w atmosferę Ziemi niezbyt duży, 20-metrowy meteor. Przeleciał parę tysięcy kilometrów z prędkością 20 razy większą niż samolot odrzutowy, nad Chinami rozpadł się na kilka kawałków i spadł w Rosji. Wybuch był tak wielki, że w Czelabińsku, mieście odległym o 40 kilometrów, wypadały szyby w oknach. Naukowcy obejrzeni fragmenty meteorytu pod mikroskopem – nadtopił się on nieco w trakcie spadania, ale widać w nim było kawałki metalu pochodzące sprzed czterech i pół miliarda lat – kiedy powstawała Ziemia i Słońce.

Jeszcze większy meteoryt spadł na Syberii w 1908 roku, w okolicach wioski Tunguska. Wybuch było słychać o 1000 kilometrów od miejsca upadku. Kilkanaście lat później wyruszyła na Syberię wyprawa naukowa. Naukowcy znaleźli powalone wybuchem drzewa w promieniu 40 kilometrów, ale ani śladu meteorytu. Być może spadł na Syberii kawał komety ze śniegu i wyparował albo kamienny meteor, który rozpadł się w powietrzu. Wybuch meteorytu tunguskiego był 1000 silniejszy niż bomby atomowej. Całe szczęście, że zdarzyło się to na terenie niezamieszkanym.

Dlaczego wyginęły dinozaury?

Meteoryt tunguski wcale nie był największy z tych, które spadły na Ziemię. Znacznie większy uderzył w naszą planetę 66 milionów lat temu i zmienił całą historię życia. Miał on 10 kilometrów długości i pozostawił dziurę na dnie morza, koło Meksyku (dziś miasto Chicxulub), wielką na 200 kilometrów. Jego wybuch był 2 miliony razy silniejszy od największej bomby atomowej. Wybrzeża zalała ogromna, wysoka na setki metrów fala na oceanie, czyli tsunami. Wybuchły uśpione



Krater po meteorycie w Arizonie. Do dziś przetrwało kilkadziesiąt kraterów, czyli wgłębień w ziemi, które są dowodem na to, że w dalekiej przeszłości na Ziemi spadały meteoryty. Ten na zdjęciu znajduje się w Arizonie, na terenie Stanów Zjednoczonych.

ZADANIE DLA CIEBIE

W ciepłą noc, 12 sierpnia, gdy spada najwięcej meteorytów, połów się na kocu i obserwuj niebo. Jeżeli w czasie przelotu meteoru zdołasz wypowiedzieć jakieś życzenie, to podobno się spełni.

wulkany, pył zasłonił Słońce, a z nieba padały kwaśne deszcze. Wyginęły dinozaury, bo nie potrafiły przetrzymać zimna. Na łądzie ocalały tylko małe myszy i ptaki. Powoli, powoli, z myszy powstały małpy, z małp praludzie, a jakieś 120 tysięcy lat temu narodził się człowiek. Czy grozi nam podobny meteoryt jak ten, od którego wyginęły dinozaury? Naukowcy mówią, że to możliwe. Podobno tak wielkie spadają raz na 65 milionów lat,

a od upadku meteorytu w Meksyku minęło już 66 milionów lat...

słowa kluczowe:
meteor, meteoryt

Komety – przybysze z dalekiego kosmosu

Przeloty komet od stuleci wywoływały wśród ludzi wielkie poruszenie. Niespodziewanie w ciągu paru dni pojawiała się nowa „gwiazda” i przemierzała co noc nowe połacie nieba. Dawniej wierzono, że komety sprowadzają na Ziemię nieszczęścia. Dziś zastanawiamy się jednak, czy to nie komety przyniosły na Ziemię życie.

Kometarne warkocze

Te międzyplanetarne podróżniczki przemierzają ogromne przestrzenie w kosmosie. Nadlatują w kierunku Słońca z krańców naszego układu. Gnieździ się ich tam miliony i nigdy nie wiadomo, kiedy któraś z nich skieruje się w pobliże Ziemi. Daleko od Słońca kometa jest zimnym kawałkiem lodu i skał. Gdy nadlatuje bliżej i rozgrzewa się w promieniach słonecznych, zaczyna parować i tworzą się dwa „warkocze”. Jeden, zbudowany

z pyłu, jest szeroki i jasny, a drugi – stworzony z pary wodnej i gazów – zwiewny i niebieskawy. Oba skierowane są zawsze w odwrotną stronę od Słońca. Kometa co noc staje się jaśniejsza, ale po paru tygodniach blednie i znika, wydaje się, że na zawsze. Komety, szczególnie na zdjęciach i obrazach, są wspaniałe – królowe z kolorowymi, rozpuszczonymi włosami. Przepiękna jest też ich wędrówka po niebie, a warkocz ciągnie się na miliony kilometrów. Sama zaś „głowa” komety to zamrożona, nieregularna bryła o rozmiarach paru kilometrów.

Powracające komety

Wiele komet powraca. Niektóre po dziesiątkach, setkach, inne po tysiącach lat. Włoski artysta, Giotto, uwiecznił na fresku w kaplicy w Padwie komety z 1300

roku – wyobraził ją sobie lecącą nad betlejemskim żłobkiem. Nie wiedział, że 400 lat później zostanie nazwana kometa Halleya i że wraca w pobliże Słońca co 76 lat. Ostatni raz było to w 1986 roku.

Jak zbadać komety?

Naukowcy wymyślają różne sposoby badania komet. Już w 1986 roku wysłano w pobliże komety Halleya sondę Giotto, która sfotografowała jądro tej komety. To wówczas okazało się, że ta „gwiazda” jest nieco większą stertą brudnego śniegu, pełną bruzd i zasp. W 2005 roku inna sonda odpaliła w kierunku kolejnej komety ciężki, metalowy pocisk. Zderzenie wydrążyło dziurę szeroką na 50 metrów. W pióropuszu powstałego kurzu znaleziono różne gazy – wodę, dwutlenek węgla, ale również metan, czyli gaz używany w naszych kuchenkach. W 2015 roku europejska sonda Rosetta doleciała do małej komety i osadziła tam lądownik. Działał on krótko, bo zakotwiczył na zacienionej stronie komety. Rosetta znalazła inne ciekawe gazy, na przykład siarkowodór, który śmierdzi w zepsutych jajkach, oraz amoniak, który „pachnie” w niektórych francuskich serach.

Życie z komety?

Wśród różnych pyłów na łapie-pułapce sondy Stardust znaleziono też małe cząsteczki zawierające węgiel – składniki białek. Były to, co prawda, substancje bardzo proste, ale może się z nich narodzić życie. Czyżby kometa zebrała te cząstki gdzieś w dalekim (i zimnym) kosmosie? Może właśnie w taki sposób kawałki białka (a może i całe bakterie) trafiły na Ziemię? Może z Marsa? Albo z bardziej odległego miejsca?

słowo kluczowe: **kometa**

WARTO WIEDZIEĆ

W 2004 roku w pobliżu jednej z komet przeleciała sonda Stardust (ang. gwiazdny pył) – wyciągnęła ona łapę przypominającą kształtem raketę do tenisa i zaopatrzoną w rodzaj pułapki na kometarny pył. W 2006 roku sonda powróciła w pobliże Ziemi i zrzuciła na spadochronie tę łapę oblepioną pyłem z warkocza komety. Znalaziono w nim bardzo dziwne substancje: zielony piasek jak na Hawajach i rzadkie, lekkie metale. Wydaje się, że komety są jakby latającymi koszami, które zbierają w Układzie Słonecznym drobne śmieci z kosmosu.



W 1997 roku świeciła na niebie kometa Hale'a-Boppa (nazwana tak od nazwisk jej odkrywców). Była to jedna z najjaśniejszych (i najpiękniejszych) komet w XX wieku.



Słońce wschodzi i zachodzi

Wschody i zachody Słońca regulują życie wszystkich stworzeń na Ziemi. Wczesnym rankiem, zanim jeszcze pojawi się na niebie, wychodzą na leśne polany sarny, a w wodzie, przy brzegu jeziora, zerują ryby. Ale tak naprawdę to nie Słońce wschodzi, tylko Ziemia obraca się tak, że w lesie robi się dzień.

Wirująca kula

Nie tylko Słońce (i Księżyc) wschodzą i zachodzą. Wielki Wóz również całą noc obraca się jakby dookoła Gwiazdy Polarnej. Wszystkie gwiazdozbiory kręcą się i w nocy, i w dzień, chociaż nie widzimy tego, gdy jest jasno. Jednak w rzeczywistości to nie wiruje niebo, tylko kula ziemiska. Tak! Można powiedzieć, że żyjemy na kręcącej się kuli. Wydaje nam się, że niebo obraca się nad naszymi głowami, ale to tylko złudzenie. Takie samo jak wtedy, gdy podczas wirowania na karuzeli mamy wrażenie, że cały świat się krąży wokół nas.

W jakim kierunku wiruje Ziemia?

Najłatwiej to sprawdzić na biegunie północnym. Gdyby wbić tam patyk, to jego cień przesunąłby się po lodzie w tę samą stronę, co wskazówki zegara. Raz na 24 godziny cień zatoczyłby pełny krąg.



Jeżeli patyk stoi nieruchomo na biegunie, a jego cień przesunąłby się zgodnie z ruchem wskazówek zegara, to znaczy, że Ziemia kręci się w przeciwnym kierunku. Patrząc „z góry”, czyli sponad bieguna północnego, widać Ziemię, która wiruje przeciwnie do kierunku ruchu wskazówek zegara. Czasem mówi się, że nasza planeta kręci się „z zachodu na wschód”, ale jak to sprawdzić?

Stań twarzą w stronę południa

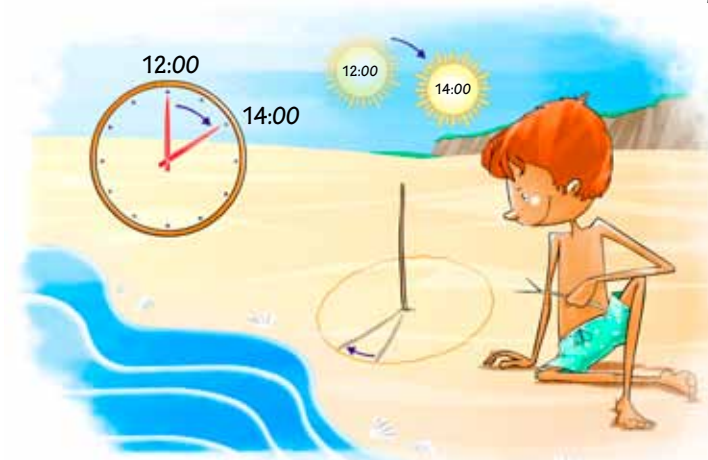
Jeśli staniesz w samo południe twarzą do Słońca, to miejsce, gdzie ono rano wstało, jest po twojej lewej ręce, a miejsce, gdzie wieczorem zajdzie – po prawej. Wyobraź sobie teraz, w jaki sposób widzi cię stojącego na kuli ziemskiej astronauta ze statku kosmicznego. Kiedy Ziemia się kręci, najpierw zza brzegu kuli wyłania się twoja lewa ręka – to ona wita Słońce. Kierunek, który wskazuje lewa ręka, to wschód, a wskazany przez prawą – zachód.

Gdy stoisz na kręcącej się kuli twarzą na południe, wydaje się, że Słońce „wstaje” po lewej ręce. Ale to kula ziemiska się kręci, a nie Słońce wstaje.



Jak szybko obraca się Ziemia?

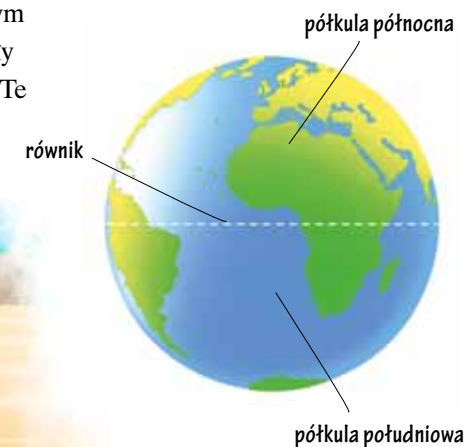
Przyjmuje się, że raz na 24 godziny. Ale pełny obrót kuli ziemskiej, zmierzony według gwiazd, trwa 23 godziny i 56 minut. Skąd ta różnica? Otóż dzień, czyli 24 godziny, liczymy od jednego do drugiego wschodu Słońca. Ziemia jednak nie tylko wiruje w kółko jak baletnica, ale też okrąża Słońce. W czasie swojego jednego obrotu nasza planeta pokonała już część drogi, po której obiega Słońce. Aby Słońce ponownie „wstało” w tym samym miejscu na Ziemi, musi się ona obrócić jeszcze o mały kawałek. Stąd dodatkowe 4 minuty do 23 godzin i 56 minut. Te 24 godziny na Ziemi, czyli dzień i noc, nazywamy dobą.



słowa kluczowe: **dobą, równnik, półkula północna, półkula południowa**

WARTO WIEDZIEĆ

Kula ziemiska dzieli się na dwie półkule: północną i południową. Na półkuli północnej leżą między innymi takie państwa, jak Grecja, Egipt, Irak, czyli dawna Mezopotamia, a także Polska. W Nowej Zelandii, która jest położona na półkuli południowej, dzień wygląda inaczej. Słońce, co prawda, wstaje na wschodzie i „zasypia” na zachodzie, a o godzinie 12, czyli w samo południe, świeci nad równikiem Ziemi – w jej najszerszym miejscu. Ale dla mieszkańców Nowej Zelandii słoneczne „południe” jest na geograficznej północy. Gdyby zegary wymyślono w tym kraju, chodziłyby one w drugą stronę!



ZADANIE DLA CIEBIE

W słoneczny dzień wbij patyk w piasek. Zaznacz na piasku cień patyka. Porównaj za dwie godziny, gdzie pada cień. Czy przesunął się jak wskazówka godzinowa zegara?

Podróż na kręcącej się kuli

Słońce codziennie wschodzi i zachodzi, znaki zodiaku w ciągu roku suną przez nocne niebo, a planety błędzą – raz w lewo, raz w prawo. Wszystko, co dzieje się na niebie, może się wydawać bardzo skomplikowane. Dziś wiemy już, że to nie gwiazdy się kręcą, ale Ziemia – jak duży, zabawkowy bąk. Taki rozkręcony bąk, oprócz tego, że wiruje, zatacza też kręgi na podłodze. A jak jest z Ziemią?



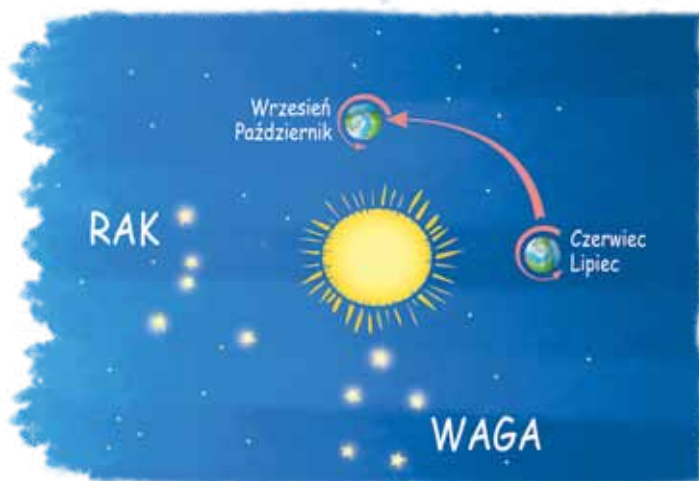
Planeta jak rozkręcony bąk

Wiemy, że Ziemia nie tylko szybko się obraca, raz na niecałe 24 godziny, ale też obiega Słońce. Ten drugi ruch trwa jednak wolniej, mniej więcej 365 dni i kilka godzin. Z tych dodatkowych godzin biorą się zresztą wszystkie poprawki do kalendarza, które zostały wprowadzone po to, aby rok kończył się 31 grudnia o godzinie 24.00, a wiosna wypadała zawsze wtedy, kiedy powinna. Podobnie jak inne pory roku.

Zodiakowy kalendarz

Ludzie już dawno temu zauważyli, że Słońce nie tylko codziennie wschodzi i zachodzi, ale też cały rok wędruje powoli, w „lewo”, czyli na wschód, po horyzoncie, przechodząc z jednego gwiazdozbioru zodiaku do innego. Tak

myśleli Grecy uczeni, a potem jeszcze długo po nich wszyscy inni. Dopiero polski astronom Mikołaj Kopernik (przeżył o nim w rozdziale „Od Ptolemeusza do Kopernika”) stwierdził, że jest inaczej: to nie Słońce „przechodzi” przez znaki zodiaku, tylko Ziemia krąży dookoła Słońca. Co miesiąc ustawia się tak, że coraz to inny znak zodiaku „ukrywa się” za Słońcem. Pełne okrążenie Słońca przez Ziemię trwa mniej więcej rok.



Ziemia okrąża Słońce w tym samym kierunku, w jakim wiruje: odwrotnie do ruchu wskazówek zegara. Co miesiąc inny znak zodiaku chowa się za Słońcem. Na początku lata jest za nim Rak, na początku jesieni – Waga.

To „przechodzenie” Słońca przez gwiazdozbiory zodiaku jest podstawą kalendarza: pokazuje nam, jaki mamy miesiąc. Kiedy Słońce jest w znaku Koziorożca, oznacza to, że mamy dzień pomiędzy 22 września a 21 października (możesz to sprawdzić w rozdziale „Niebieskie zwierzy-niec”). Gdy Słońce „wchodzi” w znak Strzelca, to znaczy, że wkrótce będzie listopad.

Co to jest ekliptyka?

Mówienie, że Słońce wędruje przez znaki zodiaku, jest trochę przestarzałe. Wiemy już, że Ziemia, miesiąc po miesiącu, krąży dookoła Słońca. Ale gwiazdozbiory zodiaku mają jednak wyjątkowe znaczenie – wyznaczają na niebie pas, gdzie można znaleźć Słońce, Księżyc, a także planety. Grecy nazwali ten pas, po którym odbywa się pozorna wędrówka Słońca na niebie, w specjalny sposób – jest to ekliptyka. Tylko w pobliżu ekliptyki szukamy Księżycy i planet. Nie bez powodu.

Jak wskazówki zegara

Z Ziemi widzimy Słońce wędrujące po niebie. Gdyby istnieli kosmici, widzieliby z daleka Ziemię i planety krążące dookoła Słońca, ale nie w dowolny sposób. Ziemia okrąża Słońce raz na rok, ale na przykład inna planeta, Jowisz, raz na 11 lat. Wszystkie planety krążą jednak jakby po stole – nie w rozmaitych możliwych kierunkach, ale płasko jak wskazówki zegara po tarczy. Wszystkie też obiegają Słońce w tym samym kie-



Pozorna droga Słońca

runku: odwrotnie do ruchu wskazówek zegara.

Czy teraz domyślasz się już, skąd wziął się zegar ze wskazówkami? Wskazówki naśladują ruch planet dookoła Słońca – długa sunie szybciej, krótka wolniej, tyle że obie w przeciwnym kierunku niż planety.

słowo kluczowe: **ekliptyka**

Cztery strony świata

Choć wiemy, że Ziemia się obraca i obiega Słońce, wciąż mówi się o nim, że „wschodzi” i „zachodzi”. Tak jest łatwiej, bo nasze oko właśnie w ten sposób to widzi – jakby Słońce zmieniało swoje położenie. Ten ruch Słońca na nieboskłonie pomaga w określaniu kierunków świata.

Tam, gdzie budzi się Słońce

Słońce świeci najwyżej w połowie dnia, czyli w południe.

Miejsce, gdzie wstaje 21 marca, wyznacza geografom (i podróżnikom) wschód, a gdzie tego samego dnia się chowa – zachód. W języku polskim nazwy tych kierunków świata są powiązane z ruchem Słońca na niebie.

W połowie pogodnego dnia, czyli wtedy, gdy Słońce jest najwyżej, stań twarzą do niego. Wówczas po lewej stronie będzie wschód, a po prawej – zachód. Za plecami będziesz mieć północ. Tylko na początku wiosny (21 marca) i jesieni (21 września) lewa i prawa ręka ułożą się wzdłuż linii prostej. Latem, aby wskazać wschód i zachód, musisz odgiąć ręce bardziej do tyłu. Zimą z kolei trzeba przesunąć je w przód. Słońce tylko dwa razy w roku wschodzi dokładnie na wschodzie, a za-

chodzi – na zachodzie. Punkty te przesuwają się trochę w zależności od pory roku.

Na północy i na południu

W orientacji pomagają umowne punkty nazywane biegunami nieba. Są one dokładnie na biegunach Ziemi. Na półkuli północnej (czyli tej, na której leży Polska) północ wskazuje w nocy Gwiazda Polarna, nazywana też Północną i Biegunową. W dzień jej nie widać. To jedna z najjaśniejszych gwiazd na niebie, która ułatwia podróżowanie. Wydaje się, jakby całe niebo wirowało wokół niej. Ale to oś Ziemi – jej biegun – od paru tysięcy lat, przypadkowo nieco, ustawiona jest w tym kierunku.

Na półkuli południowej brakuje jasnej gwiazdy w pobliżu bieguna nieba, więc orientacja nocą w kierunkach świata nie jest taka łatwa. Pomaga w tym gwiazdozbiór nazywany Krzyżem Połu-

dnia. Doświadczeni żeglarze wiedza, że wystarczy pięć razy przedłużyć jedno z ramion krzyża w kierunku bieguna, aby go zlokalizować.

Co to jest słoneczne południe?

Wtedy właśnie Słońce jest najwyżej na niebie i wskazuje kierunek południowy. Ale nie wszędzie i nie zawsze wypada to dokładnie w tym czasie, gdy na zegarze jest godzina 12.00. Ponieważ Ziemia się kręci, słoneczne południe przypada co chwile w innym miejscu. Aby wiedzieć gdzie, zaznaczono na kuli ziemskiej koła biegnące od bieguna do bieguna. Nazywają się południki i znajdziesz je na każdej mapie i globusie. Ponumerowano te linie w taki sposób, aby się nie pomyliły, a mierzymy je w stopniach. Południk zerowy przechodzi przez Londyn, bo tam zbudowano pierwsze dokładne zegary. Gorzów Wielkopolski leży przykładowo na południku 15 stopni, na wschód od Londynu, a Nowa Zelandia – na południku 175 stopni, jeszcze bardziej na wschód. Nowy Jork w Ameryce znajduje się na południku 74 stopnie na zachód od Londynu).

Południe słoneczne w twojej miejscowości wypada wtedy, gdy promienie Słońca padają pionowo (z góry na dół), czyli prostopadle na biegnący przez nią południk. W ciągu godziny Ziemia obraca się o 15 stopni. Dlatego słoneczne południe w Gorzowie jest o jedną zegarową godzinę później niż w Londynie. Tak też ustawione są zegary: gdy w Gorzowie wskazują 12.00, to w Londynie dopiero 11.00.

Czas według południka

Czas w Europie – na przykład Polsce, Niemczech, Francji – jest ustalony według południka 15 stopni. Dlatego w Gorzowie słoneczne południe wypada dokładnie o 12.00. Warszawa leży na południku 20 stopni – 5 stopni na wschód od Gorzowa. Południe wypada tam nieco wcześniej – gdy na zegarze jest 11.40.

słowa kluczowe: **południk, biegun nieba**

WARTO WIEDZIEĆ

Latem w Europie obowiązuje „urzędowy” czas letni. Raz w roku, na wiosnę, przesuwamy zegarki o godzinę do przodu. Słoneczne południe w lecie wypada więc w Gorzowie wtedy, gdy na zegarze jest 13.00.



ZADANIE DLA CIEBIE

Spróbuj znaleźć północ i południe w pochmurny dzień lub w pochmurną noc. Jest na to wiele sposobów. Mech porasta kamienie i pnie drzew po północnej stronie. Liście drzew kierują się na południe, a kwiaty słonecznika obracają się za słońcem nawet, gdy jest ono za chmurami.

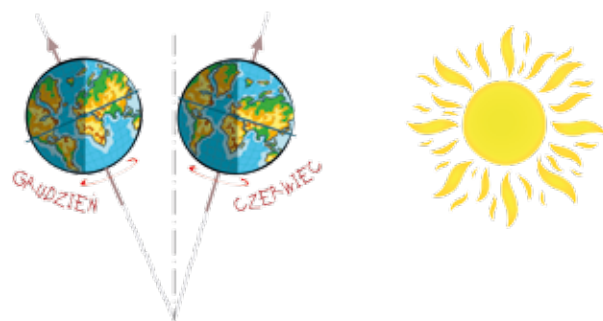


Skąd się biorą pory roku?

Zima wydaje się ponurą porą roku. Ale na szczęście, drzewa mogą zrzucić liście, schować zyciowe zapasy w korzeniach i na wiosnę wypuścić nowe pąki. Pocieszające jest to, że na południowej półkuli, na przykład w Australii, panuje wtedy lato.

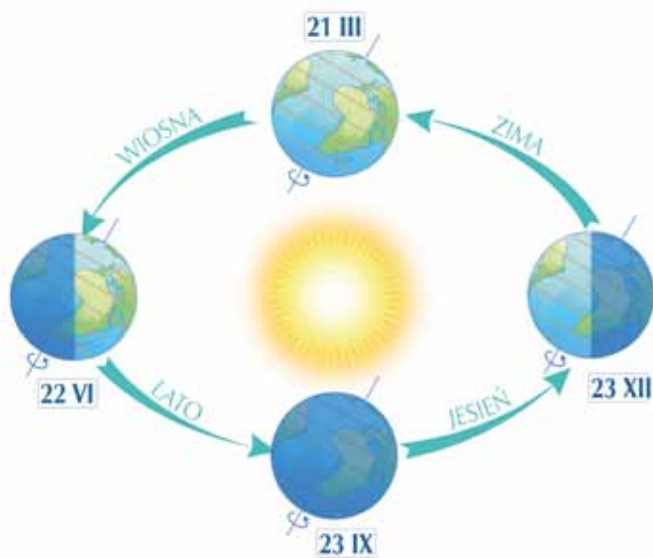
Przekrzywiony bąk

Mówiliśmy już, że Ziemia przypomina rozkręconego bąka, bo obraca się w podobny sposób jak ta zabawka. Ale trudno rozkręcić bąka tak, aby był wciąż w pionowej pozycji. I wirująca kula ziemiska też jest trochę przekrzywiona. A nawet wcale nie „trochę” – bo „skrzywienie” wynosi 23,5 stopnia. Możesz to sobie wyobrazić, patrząc na kartkę zeszytu w kratkę. Linie przecinają się w nim pod kątem prostym, który wynosi 90 stopni. W takim razie 23,5 stopnia to trochę więcej niż ćwiartka kąta prostego. Gdy zabawkowy bąk się raz przekrzywi, to już sam się nie wyprostuje. Podobnie jest z Ziemią, która wiruje „ukośnie” od kilku miliardów lat. Zapewne na początku tak nie było – być może przekrzywiło ją jakieś kosmiczne zderzenie albo „rozhuściła” się sama. Tego nie wiemy.



Ziemia obiega Słońce jak przekrzywiony bąk – w grudniu Słońce bardziej oświetla południową półkulę, w czerwcu – północną. To „przekrzywienie” jest całkiem spore.

Wiosna, lato, jesień, zima



Pierwszego dnia wiosny i jesieni jest „sprawiedliwie” – promienie Słońca oświetlają jednakowo obie półkule Ziemi. W te dwa dni w roku (21 marca i 23 września) na całej kuli ziemskiej dzień jest tak samo długi jak noc. To równonoc wiosenna i jesienna.

WARTO WIEDZIEĆ

Zwrotniki na kuli ziemskiej to koła mniejsze od równika, tak od niego oddalone jak pochylenie ziemskiej osi, czyli o 23,5 stopnia

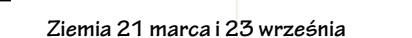
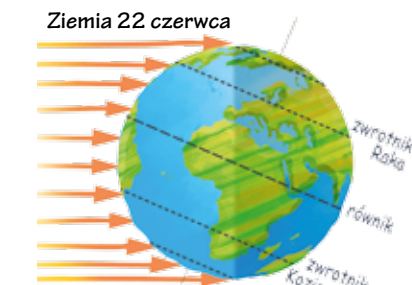
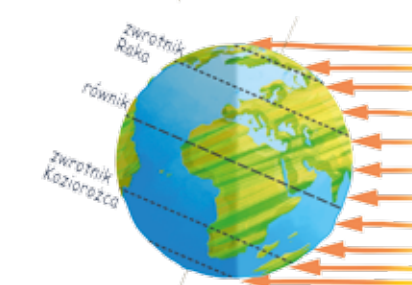
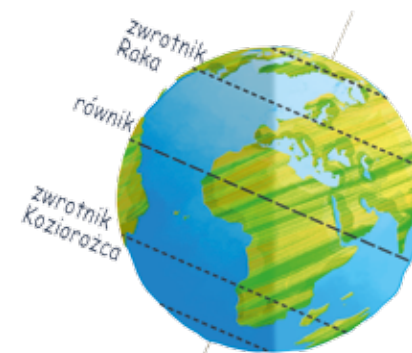
Beato, warto wiedzieć nie weszło. i jest dość ciasno.

Słońce świeci latem wyżej niż zimą. Szczególnie dobrze widać to w południe. Zimą ledwo, ledwo wyłania się ono ponad drzewa. Latem zaś jest tak wysoko, że trzeba zadzierać głowę, aby je znaleźć. Dzieje się tak dlatego, że w lecie Ziemia „wystawia” w stronę Słońca swoją górną część – promienie padają wtedy prosto na północną półkulę i jest ona bardziej nagrzana. Zimą odwrotnie – to na południową półkulę promienie Słońca padają prostopadle i lepiej ją oświetlają.

Równik, zwrotniki i bieguny

Pierwszego dnia wiosny i jesieni Słońce jest w najwyższym punkcie nad równikiem. Z kolei na początku lata, 22 czerwca, na półkuli północnej Słońce znajduje się w najwyższym położeniu nad miejscem, które nazywa się zwrotnikiem Raka. W Polsce i innych krajach na północnej półkuli mamy wtedy najdłuższy dzień roku. Słońce „wkracza” w zodiakalny znak Raka i stąd wzięła się nazwa tego zwrotnika. Po 22 czerwca dni stają się krótsze, a noce dłuższe: mówimy o letnim przesileniu. Z kolei 22 grudnia, czyli pierwszego dnia zimy, Słońce znajduje się w najwyższym punkcie nad zwrotnikiem Koziorożca na półkuli południowej i promienie padają prosto na niego. A u nas jest wtedy najkrótszy dzień roku – mówimy o przesileniu zimowym. Od tego momentu dni zaczynają się wydłużać, a noce skracać. I do wiosny coraz bliżej. A co dzieje się na biegunach Ziemi? W letnie przesilenie Słońce na biegunie północnym w ogóle nie zachodzi! Świeci też całkiem wysoko: 23,5 stopnia nad horyzontem. Dzień trwa tam pół roku i nazywa się dniem polarnym – cieszą się z tego białe misie. A gdy na północy, w Arktyce, panuje z kolei noc polarna trwająca kolejne pół roku, to na biegunie południowym jest wtedy polarny dzień, ku radości mieszkających tam pingwinów. Oj, ciekawie jest podróżować na kręcącej się kuli!

słowa kluczowe: **zwrotnik, równonoc, przesilenie letnie i zimowe, noc polarna, dzień polarny**



Słońce – źródło życia i energii

Cez światła i ciepła wielkiej ognistej kuli, która co rano wychodzi zza horyzontu i nagrzewa Ziemię, wszystko na naszej planecie byłoby zimne i bezwładne. Nie mogłoby się rozwinąć życie – ani dziś, ani w przeszłości. Prawie cała energia, jaką mamy, pochodzi od Słońca.

Słoneczny piec

Słońce jest od Ziemi bardzo daleko – aż 150 milionów kilometrów. Ale mimo to w wiosenny poranek miło grzeje twarz, na Saharze wypala trawy swoim żarem, a słoneczne panele umieszczone na dachach domów produkują prąd elektryczny. Na pewno je widziałeś. Z jednego panelu o szerokości 3 metrów i długości 4 metrów można zasilać wszystkie żarówki w domu, a do tego i pralkę, i telewizor, i jeszcze komputer. Szkoda, że nie potrafimy w pełni wykorzystać tej energii docierającej ze Słońca. Gdyby tak było, można by zamknąć elektrownie na węgiel i ropę.

Skąd Słońce czerpie tyle energii? Jest ono ogromną kulą, której promień wynosi półtora miliona kilometrów, czyli 2000 razy więcej niż promień Ziemi. A w środku pali się słoneczne paliwo – najłżejszy gaz, czyli wodór. Wyzwala się przy tym energia będąca źródłem ciepła i światła. Wyobraź sobie, że w każdej sekundzie spala się 600 milionów ton wodoru, a mimo to wystarczy go jeszcze na 3 miliardy lat! A 600 milionów ton to tyle, ile wydobywa się węgla we wszystkich polskich kopalniach przez 10 lat.

Temperatura w tym słonecznym piecu to 15 milionów stopni Celsjusza i panuje tam ogromne ciśnienie. W tym niewyobrażalnym cieple wodór zamienia się w inny gaz, też lekki, zwany hel. Odkryto go właśnie na Słońcu. To zamiana wodoru na hel napędza słoneczny piec.



Gigantyczna kula

Nasza gwiazda jest bardzo duża, a krążące wokół niej planety wydają się maleńkie. Nawet Ziemia wygląda przy Słońcu mniej więcej tak jak główka szpilki przy piłce do koszykówki, bo jest mniejsza od niego 100 razy! Aż trudno to sobie wyobrazić.

Ciemne plamy na Słońcu

Czasem Słońce staje się bardziej agresywne i wysyła w kierunku Ziemi więcej energii. Poznajemy to po ciemnych plamach na jego powierzchni. Zauważył je 400 lat temu włoski astronom Galileusz (przeczytasz o nim w rozdziale „Galileusz i Newton”), gdy obserwował Słońce przez swoją lunetę. Nie on pierwszy dostrzegł te ciemne plamy. Już 1000 lat temu pisano o nich w chińskich kronikach. Powstają ciągle, choć nie zawsze tak duże, aby dostrzec je bez lunety. A na brzegach plam wybuchają gigantyczne wulkany gorącego wodoru, tak zwane protuberancje – widać je w czasie zaćmień Słońca. Wydawać by się mogło, że z powodu plam Słońce słabiej świeci. Ale, o dziwo, plamy są w istocie dziurami, przez które wypływa ze środka Słońca gorący gaz. Gdy jest ich mniej, na Ziemi robi się chłodniej.



Protuberancje są najlepiej widoczne w czasie całkowitego zaćmienia Słońca.

il. podstawę dośle autor Beato, CO tu miało być?

Plamy na Słońcu bacznie obserwował też gdański astronom Jan Heweliusz – oto jego rysunek z maja 1644 roku.

Sztuczne Słońce

Od 50 lat naukowcy próbują zbudować reaktor podobny do Słońca. Byłoby to doskonałe źródło energii. W oceanach jest mnóstwo wodoru i wiemy, jak go „spalać”, by uzyskać hel. Ale ciągle nie mamy pojemnika na nasze sztuczne słońce: musi ono być rozgrzane do 150 milionów stopni. Mimo że nad projektem pracują naukowcy z całego świata, sztuczne słońce ma być gotowe dopiero w 2040 roku.

słowo kluczowe: **protuberancje**

Nigdy nie patrz na Słońce bez bardzo ciemnego filtra. Można utracić wzrok – na krótko lub na zawsze!

WARTO WIEDZIEĆ

Naukowcy pilnie śledzą plamy na Słońcu. Gdy są one szczególnie duże, co zdarza się raz na 11 lat, w kierunku Ziemi pędzi mnóstwo gorącego gazu. Może on zakłócić pracę elektrowni oraz komputerów umieszczonych na satelitach.

Ziemia – niebieska planeta

Ziemia to jedna z ośmiu dużych kul – planet krążących dookoła Słońca. Licząc od niego, jest trzecia w kolejności. Podobnie jak Merkury i Wenus, znajdujące się bliżej Słońca, oraz położony za Ziemią Mars nasza planeta zbudowana jest z twardych skał. I największa z całej czwórki.

Ogromna i ciężka kula

Skoro Ziemia jest kulą, to dlaczego z niej nie spadamy? Kopernik sądził, że to z powodu ogromnych rozmiarów planety. Miał rację co do jej wielkości – promień Ziemi (sprawdź termin w słowniczku) wynosi około 6370 kilometrów. Dlatego patrząc na krajobraz na równinie, nie jesteśmy w stanie zauważyć, że powierzchnia kuli ziemskiej jest zakrzywiona. Widać to dopiero z kosmosu – z wysokości 100 km nad jej powierzchnią. Planeta ma również ogromną masę. Wynosi ona 6 milionów milionów milionów kilogramów. Trudno to sobie nawet wyobrazić!

Co to jest grawitacja?

Prawdziwym powodem, że nie spadamy z Ziemi, jest jednak przyciąganie ziemskie, czyli grawitacja. Zjawisko to odkrył Isaac



Newton (o którym dowiesz się więcej z rozdziału „Galileusz i Newton”). Stwierdził on, że wszystkie ciała posiadające masę przyciągają się. A ponieważ Ziemia ma ogromną masę, przyciąga każdy obiekt na swojej powierzchni. Nasza planeta przyciąga również Księżyc (a Księżyc Ziemię). To grawitacja sprawia, że przedmioty spadają, gdy się je upuści, i że Księżyc krąży dookoła naszej planety. A grawitacja między Słońcem a Ziemią powoduje, że Ziemia krąży dookoła Słońca, a raczej dookoła punktu, który od środka Słońca jest niedaleko, jak to odkrył Kopernik.



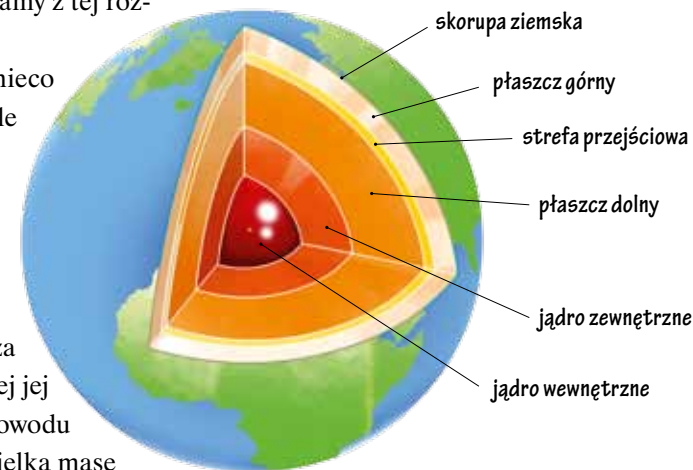
Ziemia jak karuzela

Kiedy Mikołaj Kopernik doszedł do wniosku, że Ziemia się obraca, miał z tym poważny kłopot. Wiadomo, że z poruszającej się szybko karuzeli można wypaść. A nasza planeta kręci się bardzo szybko – punkty na równiku wirują z prędkością 40 tysięcy kilometrów w ciągu 24 godzin, czyli prawie 2000 kilometrów na godzinę! To dwa razy więcej niż wynosi prędkość najszybszego samolotu pasażerskiego. Na szczęście, dzięki grawitacji nie spadamy z tej rozkręconej kuli.

Wskutek szybkiego wirowania Ziemia nieco się spłaszczyła, jak kawałek gliny na kole garncarza. Jest przez to trochę grubsza na równiku niż na biegunach. Różnica ta wynosi około 30 kilometrów.

Żelazny środek

Na powierzchni Ziemi są rozległe morza i oceany. Pokrywają one dwa razy więcej jej powierzchni niż lądy. Jednak to nie z powodu wody nasza planeta jest taka ciężka. Wielką masę Ziemia zawdzięcza żelazu, które znajduje się w jej środku. Kula z żelaza ma promień około 3000 kilometrów, sięga więc do połowy głębokości Ziemi. Żelazo w środku jest między innymi przyczyną silnej grawitacji. Ale nie tylko. Właśnie z powodu tego metalu, częściowo płynnego, a w środku zastygłego, mamy na powierzchni naszej planety pole magnetyczne. I dobrze, że tak jest, bo sprawia ono, że wędrownie ptaki znajdują drogę do gniazd za morzami, a człowiek może posługiwać się kompasem – przydatnym urządzeniem do orientacji w terenie. To dzięki niemu (i obserwacji gwiazd) wielu dawnych żeglarzy, na przykład Portugalczyk Ferdynand Magellan, nie zagubiło się w podróży przez bezkresne oceany.



Promieniotwórczy uran

W skorupie Ziemi oprócz żelaza są i inne ważne substancje, na przykład promieniotwórczy uran. Jest to bardzo ciężki metal. Rozpada się niezwykle powoli, a w czasie tego rozpadu powstaje energia. Uran przyczynia się do tego, że Ziemia nie stygnie, działają wulkany, a kontynenty powoli, lecz ciągle się przemieszczają. Ale najciekawsza jest atmosfera naszej planety.

ZADANIE DLA CIEBIE

Zrób doświadczenie z kompasem. Podejdź do okna w słoneczne południe. Sprawdź, jaki kierunek wskazuje czerwony (nie zawsze taki jest) koniec igły kompasu. Powinno to być geograficzne południe.

Cienka otoczka

Wiemy, jak wyglądają gwiazdy z Ziemi. A jak wygląda Ziemia z kosmosu? Jest jedyna w swoim rodzaju – to niebieska planeta. Są na niej oceany płynnej wody, a w atmosferze – życiodajny tlen. Atmosfera to cienka warstwa gazów otaczająca kulę ziemską – jej grubość wynosi tylko 10 kilometrów. To wysokość, na jakiej latają samoloty odrzutowe. Bardzo rzadka atmosfera sięga jednak nawet 100 kilometrów w górę! Ale jest tam za mało powietrza, aby mogły się unosić samoloty.

Życiodajny tlen

Powietrzem nazywamy mieszaną gazów tworzących atmosferę. Najwięcej znajduje się w nim azotu – gazu niewidzialnego, nie trującego i pozbawionego zapachu. Drugim składnikiem pod względem ilości jest tlen. Co najdziwniejsze, jakieś 4,5 miliarda lat temu – gdy powstała Ziemia – nie było go wcale. Tlen to gaz niezbędny do życia zwierzętom, ludziom, roślinom. Powstawał setki milionów lat z innego gazu – trującego dwutlenku węgla. To, że go mamy na Ziemi, zawdzięczamy mor-

skim algom i wielkim paprociom na lądzie. Dopiero po wypełnieniu atmosfery tlenem mogły narodzić się ryby i zwierzęta lądowe. Stało się to 500 milionów lat temu.

Ciepła pierzynka

Dwutlenek węgla, chociaż trujący dla ludzi, jest też potrzebny w atmosferze. Gdyby go nie było, temperatura na Ziemi obniżyłaby się o 30 stopni Celsjusza. Nie istniałyby ciepłe południowe morza, a powierzchnię całego globu pokrywałby lód. Nie mogłoby się rozwinąć życie.

Ale gdy dwutlenku węgla jest w atmosferze za dużo, temperatura na Ziemi rośnie. Tak było w czasach dinozaurów – 200 milionów lat temu. Kontynenty wówczas szybko się przemieszczały i wulkany wyrzucały dwutlenek węgla w atmosferę. W pewnym okresie wszystkie lądy połączyły się ze sobą i powstał jeden wielki superkontynent. Było bardzo ciepło i wielkie jaszczury opanowały całą Ziemię.

Dlaczego niebo jest niebieskie?

Widziałeś kiedyś tęczę po deszczu? Białe światło słoneczne rozdziela się w niej na wiele kolorów. Ale zachodzące Słońce jest czerwone, prawda? To też dzięki atmosferze. Przepuszcza ona lepiej światło czerwone niż niebieskie i fioletowe. Gdy słońce świeci z boku, nisko nad Ziemią, jego promienie muszą się przedrzeć przez grubą poduszkę z powietrza. I tylko czerwone promienie przechodzą. A niebieskie? Zostają po drodze i rozświetlają niebo tam, gdzie na Ziemi jest akurat środek dnia. Gdyby

WARTO WIEDZIEĆ

Dwutlenek węgla jest gazem, który wydychamy. Powoduje on na przykład to, że w szkolnej klasie podczas lekcji robi się duszno. Gdyby go nie było w ziemskiej atmosferze, na naszej planecie zrobiłoby się znacznie zimniej.



nie było atmosfery, niebo byłoby czarne nawet w dzień, w pełnym słońcu.

Zawdzięcza ono niebieski kolor obecności tlenu w atmosferze. Ta barwa nieba świadczy, że na Ziemi jest życie. A na innych planetach? Jak dotąd, ani śladu!

słowo kluczowe: **atmosfera, grawitacja, promień Ziemi**

ZADANIE DLA CIEBIE

Zrób doświadczenie z wodą i kroplą mleka. Weź przezroczystą szklankę, napełnij ją do połowy wodą i wlej dwie krople mleka – tak by zrobiła się nieco mętna. Gdy Słońce będzie niezbyt wysoko nad horyzontem – dwie godziny po wschodzie lub przed zachodem – wyciągnij rękę przed siebie i spójrz na nie przez tę mętną wodę. Powinno być pomniejszone i czerwone. Trzymaj nadal szklankę w świetle Słońca, ale spójrz na nią z boku. Czy teraz woda jest szarozasłonięta? Trochę tak jak niebo.



100 kilometrów nad Ziemią świecą nocą nad biegunami piękne niebieskozielone zorze polarne. To kosmiczny wiatr wiejący od Słońca rozgrzewa tlen wysoko nad Ziemią i wywołuje takie widoki

Księżyc – wierny towarzysz Ziemi

Mówimy, że Księżyc to naturalny satelita Ziemi, czyli obiekt obiegający inny obiekt w kosmosie. Takimi obiektami są na przykład stacje kosmiczne krążące wokół naszej planety – jest ich całe mnóstwo. Księżyc krąży wokół Ziemi podobnie jak one.

Księżyc

na wyciągnięcie ręki

Wiele planet ma swoje księżyce, ale nasz Księżyc jest wyjątkowy – niewiele, bo tylko cztery razy mniejszy od Ziemi. A przy tym znajduje się bardzo blisko – w odległości równej 60 promieniom Ziemi. Dolecieć do Księżyca to jak gdyby objechać Ziemię 10 razy dookoła po równiku (który ma 40 tysięcy kilometrów). Podróż rakieta trwa zaledwie dwa dni. Duży, ciężki i bliski Księżyc pomaga Ziemi zachować kosmiczną równowagę. Gdyby nie on, po kilku milionach lat nie byłoby pór roku. Kilka razy w roku Księżyc wydaje się większy – i rzeczywiście jest wtedy bliżej nas. Odległość Księżyca od Ziemi zmienia się od 364 do 404 tysięcy kilometrów.

ZADANIE DLA CIEBIE

Możesz samodzielnie zmierzyć palcem, jak duży jest Księżyc. Wyciągnij rękę i kciukiem zakryj jego tarczę. Powtórz to samo za miesiąc.

Narodziny Księżyca

Księżyc nie od zawsze towarzyszy Ziemi. Powstał w wyniku wielkiego zderzenia. Zabłąkana planeta wielkości Marsa uderzyła w naszą planetę: to był najstraszniejszy dzień w jej historii – gigantyczna katastrofa. Ogromny kawał półpłynnych skał został wyrwany z ziemskiej skorupy. W ciągu 24 godzin uformowała się z tych skał księżycowa kula. Początkowo była ona półpłynna, tak jak Ziemia w tamtym czasie. Jeszcze przez setki milionów lat wypływała z wnętrza Księżyca czarna lava. Dziś jej pozostałością są ciemne równiny na powierzchni, tzw. księżycowe morza. Obok „mórz” widać jasnoszare, jakby podziurawione wzgórza. Dziury te przypominają gigantyczne miski – są to kratery.



Księżycowe góry i doliny

Góry i doliny na Księżycu odkrył Galileusz. Skierował on na Księżyc zrobioną przez siebie lunetę i zobaczył cienie tych gór. Była to wielka sensacja: wierzono wówczas, że Księżyc jest „ulepiony” z jakiejś niebiańskiej plasteliny i ma kształt idealnej kuli.

Po odkryciu Galileusza inni uczeni wymyślili odpowiednie wyjaśnienie, aby nie rezygnować z poprzednich przekonań. Twierdzili, że co prawda Księżyc ma góry i doliny, ale jego powierzchnię pokrywa doskonałe szkło, tak że pozostaje piękną kulą. Galileusz odpisał na to, że góry i doliny z tego szkła mogą być 10 razy większe niż te, które widzimy!

W rzeczywistości te góry i doliny, które wywołały tyle zamieszania 400 lat temu, są śladami po wielkim bombardowaniu Księżyca przez gigantyczne meteoryty na samym początku jego istnienia. Jeden z największych i najlepiej widocznych z Ziemi kraterów nazywa się Kopernik. Spróbuj go znaleźć za pomocą lornetki!

Ukryta strona Księżyca

Zaraz po powstaniu Księżyca płynna lava spowolniła jego obrót tak, że po miliardzie lat przestał się kręcić. A raczej – kręci się wciąż dookoła własnej osi, ale dokładnie w tym samym czasie, w którym obiega Ziemię. Dlatego widzimy ciągle tę samą „twarz” Księżyca. Ludzie zobaczyli drugą stronę Księżyca dopiero, gdy wysłali tam statki kosmiczne. Pierwszym z nich była Luna (po łacińsku słowo to oznacza właśnie „księżyc”) w 1959 roku. Druga strona Księżyca nie jest taka „uśmiechnięta” jak ta zwrócona do nas – całą jej powierzchnię pokrywają kratery. Wystygła szybciej i to w nią, na szczęście, uderzają wielkie meteoryty lecące ku Ziemi.



WARTO WIEDZIEĆ

Naukowcy umieścili na Księżycu małe lusterko i za pomocą światła lasera mierzą, jak zmienia się jego odległość od Ziemi. Okazuje się, że oddala się od nas prawie 4 centymetry rocznie. Za miliard lat nie będzie na Ziemi zaćmienia Słońca!



Jeśli przyjrzyjiesz się uważnie Księżycowi w nowiu, zauważysz, że jego ciemna część nie jest zupełnie czarna – wyraźnie widać resztę księżycowej kuli. To Ziemia, oświetlona przez Słońce, odbija światło na Księżyc.





Ile faz ma Księżyc?

Księżyc, tak jak Słońce, wędruje po niebie: wschodzi i zachodzi. Ale w przeciwieństwie do Słońca widać go czasem w południe, czasem o północy – bezustannie się przesuwa. W kolejnych dniach wschodzi o niecałą godzinę później. I co tydzień inaczej wygląda. Zmiany, jakie w ciągu miesiąca zachodzą w wyglądzie Księżyca, nazywamy jego fazami. Przez kilka dni w miesiącu Księżyca w ogóle nie widać, po czym pojawia się wieczorem – w miejscu, gdzie zaszło Słońce. Wygląda wówczas jak chudy rogalik. Mówimy, że jest to Księżyc w nowiu (czyli „nowy”). Z każdym następnym dniem Księżyca przybywa, a po tygodniu błyszczy cała jego prawa połowa. Oznacza to, że minęła pierwsza ćwiartka miesiąca – po łacinie kwadra, a w języku polskim po prostu tydzień.

Gdy minie kolejny tydzień, na niebie jaśniej uśmiechnięta cała buzia Księżyca – to pełnia. Kiedy Księżyc jest w pełni, znajduje się naprzeciw Słońca – wieczorem szukamy go tam, gdzie rano wzeszło Słońce.

Okrągły jak buleczka Księżyc widnieje na niebie jedną noc, po czym znowu zaczyna go ubywać – chudnie z prawej strony, aż dochodzi do trzeciej kwadry, gdy widzimy jego lewą połowę. Trudniej go znaleźć, bo świeci przed porankiem, a zachodzi dopiero w południe. Coraz bardziej zbliża się na nieboskłonie do Słońca – rogalik chudnie, a na koniec zupełnie znika.

Dzieje się tak co miesiąc: najpierw mamy Księżyc w nowiu, tydzień później obserwujemy prawą połowę (pierwsza kwadra), po dwóch tygodniach jest pełnia, później widzimy lewą część (trzecia kwadra) i ponownie następuje now. Powtarza się to co 29 i pół dnia, czyli mniej więcej co miesiąc. Stąd wzięła się dawna nazwa Księżyca po polsku – miesięczek.

Pamiętaj, że w rzeczywistości Księżyc nie zmienia kształtu, tylko Słońce oświetla raz większą, a raz mniejszą część jego powierzchni. Promienie słoneczne padają na Księżyc każdego dnia z trochę innej strony, podobnie jak na Ziemię. Codziennie widzimy tylko tę jego część, którą oświetla Słońce.

Nocna latarnia

Księżyc, przewodnik nocnych wędrowców, nie świeci własnym światłem. Ta wielka kula zawieszona na niebie odbija

jedynie światło Słońca. Mimo to podczas pełni bywa tak jasno, że można czytać książki.

Ziemia widziana z Księżyca wygląda podobnie jak Księżyc z Ziemi – też ma swoje fazy: now, kwadrę i pełnię. Kiedy na Ziemi widzimy Księżyc w nowiu, na Księżycu nasza wielka planeta świeci w pełni: to ona rozświetla tamtejszą noc. Ale inaczej niż Księżyc, który wschodzi i zachodzi, Ziemia widziana z Księżyca wisi bez ruchu – jak miejska latarnia. Kręci się przy tym raz na 25 godzin.

Życiodajne przyptywy



do wymiany? Czy zostawiamy?

Mały stronauca na księżycu il. coś śmiesznego

Gdy Ziemia widziana z Księżyca jest w pierwszej kwadrze, Księżyc widziany z Ziemi jest w trzeciej.

Księżyc, najbliższy nam kosmiczny obiekt, służy nie tylko jako nocna latarnia. Być może był w takim miejscu świata, gdzie widać na plaży, że czasami woda się oddala, a potem wraca. Właśnie w taki sposób grawitacja Księżyca oddziałuje na oceany. Podnosi poziom wody, w wyniku czego przez ocean powoli przesuwa się fala, która po dotarciu

ZADANIE DLA CIEBIE

- Przyjrzyj się uważnie tarczy Księżyca, kiedy widnieje na niebie jako wąski rogalik. Postrzępione brzegi tego rogalika to cienie księżycowych gór.

do brzegu zalewa łąd – nazywamy to przyptywem. Gdy woda się cofa, mamy odpływ.

W Polsce tego zjawiska nie zobaczysz, bo woda podnosi się zaledwie o kilka centymetrów, ale w Anglii już tak. W niektórych rejonach w czasie pełni morze podnosi się o ponad 5 metrów dwa razy dziennie, a w czasie nowiu – nawet o 6 metrów! Czasami wielkie statki czekają na jedną z tych faz Księżyca, aby podczas przyptywu zawinąć do portu. Ze zjawiska tego korzystają też morskie stworzenia, na przykład kraby rankiem po odpływie wychodzą na osuszone plaże po resztki pożywienia naniesione tam przez fale.

słowa kluczowe: krater, satelita, now, pierwsza kwadra, pełnia, trzecia kwadra, przyptyw, odpływ



Słoneczna rodzinka

Widziałeś kiedyś, jak w restauracji doświadczony kucharz kręci na palcu płaski placek pizzy? Tak samo rozkręcił się kiedyś gigantyczny placek w kosmosie. Było to cztery i pół miliarda lat temu i od tego czasu mamy Ziemię, Wenus, Merkurego i cały nasz Układ Słoneczny.

Co to jest planeta?

Planety widziane z Ziemi przypominają gwiazdki, powoli w ciągu roku wędrujące po niebie. W rzeczywistości są to wielkie kule, podobne do Ziemi – niektóre nieco mniejsze od niej, inne znacznie większe. I wszystkie krążą dookoła Słońca. Im dalej są od naszej gwiazdy, tym wolniej ją obiegają po drodze, którą nazywamy orbitą. Kopernik znał pięć planet: Merkurego, Wenus, Marsa, Jowisza i Saturna. Dziś wiemy, że jest ich więcej. Wiele ma własne księżyce. Tę całą „rodzinkę” nazywamy Układem Słonecznym.

Ile jest planet?

Już 7000 lat temu Babilończycy znali pięć planet i śledzili ich ruchy na niebie. Te planety można dostrzec gołym okiem. Dziś dzięki teleskopom znamy ich więcej. Za Saturnem krąży Uran, a za nim nieco większy Neptun. Od czasów Kopernika wiemy, że Ziemia też jest planetą – trzecią w kolejności od Słońca. Merkury, Wenus, Ziemia i Mars są zbudowane z twardych skał. Cztery kolejne – Jowisz, Saturn, Uran i Neptun – z gazów, a także cieczy i lodu. Czasem nazywamy je planetami gazowymi lub lodowymi olbrzymami (wszystkie są większe od Ziemi). Trudno byłoby na nich wylądować, bo nie mają twardej powierzchni. Między Marsem a Jowiszem rozciąga się pas planetoid, które wydają się pozostałościami po większej planecie. Za Neptunem znajduje się Pluton, który krąży wokół Słońca nieco w poprzek – raz wyżej, raz niżej niż reszta planet. Jest też znacznie mniejszy niż olbrzymy i prawdopodobnie zbudowa-

ny z twardych skał. Kilka lat temu za pomocą wielkich teleskopów astronomowie odkryli jedną po drugiej wiele planetek podobnych do Plutona, między innymi Haumeę, Makemake, Eris. Uradzili więc, że lepiej wymazać Plutona z rodziny planet, a dla niego i pozostałych zrobić nową klasę – planet karłowatych. Tak więc dzisiaj osiem ciał niebieskich zaliczymy do planet: cztery skaliste i cztery gazowo-lodowe.

Planety do zamieszkania

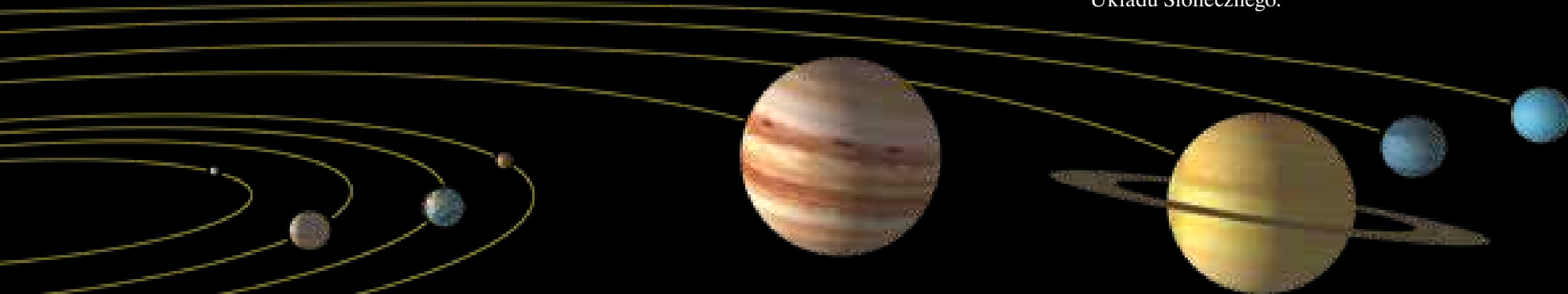
Tylko dwie planety oprócz Ziemi mogą się nadawać do życia dla ludzi: Wenus i Mars. Jest na nich wystarczająco ciepło, rok trwa dostatecznie długo, dociera dosyć promieni słonecznych, by mogły rosnąć rośliny. Na Merkurym panuje zbyt wielki upał, Jowisz i Saturn to kule z gazu, a na ich satelitach pływają kry z metanu albo siarki. Na Plutonie jest zdecydowanie za ciemno i za zimno. Najlepsze warunki dla rozwoju życia panują na Ziemi. Nie tylko leży w odpowiedniej odległości od Słońca, ale ma właściwą atmosferę – nie za gęstą, nie za rzadką. Widziana z kosmosu jest niebieska, bo jej atmosfera zawiera niezbędny do życia tlen. Ziemia posiada też pole magnetyczne, które zabezpiecza ją przed śmiertelnościami wiatrem kosmicznym ze Słońca. Gdyby kosmici zobaczyli ją z kosmosu, zrozumieliby natychmiast, że na tej planecie mieszkają inteligentne istoty – bo świeci w nocy, jakby nakrapiana miastami. Wysyła też sygnały radiowe do swych statków kosmicznych na granicach Układu Słonecznego.

WARTO WIEDZIEĆ

Odległość Ziemi od Słońca (150 milionów kilometrów) jest wygodną jednostką długości. Nazywamy ją jednostką astronomiczną (w skrócie AU). Łatwo za jej pomocą podawać, jak daleko od Słońca znajdują się planety i komety. Układ Słoneczny rozciąga się na jakieś 130 AU. Bez tego skrótu trzeba by używać bardzo wielkich liczb.
Słowa kluczowe: orbita, planeta karłowata, Układ Słoneczny

Badacze planet

Chociaż mamy silne teleskopy i wysyłamy sondy kosmiczne, bardzo wielu rzeczy o planetach jeszcze nie wiemy. Potrzebni są więc specjaliści z różnych dziedzin nauki: astronomowie, fizycy, chemicy, geolodzy. Ale najbardziej inżynierowie, żeby budowali statki kosmiczne i sondy, oraz matematycy, którzy zaprojektują komputery dla tych pojazdów. A jeśli odkryjemy inne cywilizacje, to zapewne przydadzą się również specjaliści od obcych języków, choć nie wiemy jakich.



Merkury – goniec bogów

W porównaniu do innych planet, które w ciągu roku przesuwają się na tle gwiazd bardzo, bardzo powoli, Merkury wprost pędzi. Pojawia się i znika w okolicach Słońca co kilka miesięcy. Nie bez powodu planeta nosi imię najszybszego z rzymskich bogów oraz ich postać.



Rozpędzona planeta

Merkury jest nie tylko szybki, ale i nieduży – prawie trzy razy mniejszy od Ziemi i niewiele większy od Księżyca. Ze wszystkich planet leży najbliżej Słońca: trzy razy bliżej niż Ziemia. Z tej przyczyny obiega Słońce bardzo szybko, raz na 88 ziemskich dni. Ale za to bardzo powoli kręci się wokół własnej osi, raz na 58 dni. To półpłynna lava na początku istnienia Merkurego tak zwolniła jego obrót.

Najdziwniejszy dzień na świecie

Gdyby na Merkurego polecili turyści, mogliby podziwiać niezwykle „taniec” Słońca. Po pierwsze wędruje ono wolno, wschodząc i zachodząc tylko raz na dwa merkuriańskie lata. Ponadto w środku dnia zwalnia, zatrzymuje się w swej wędrówce, cofa w ciągu ośmiu ziemskich dni, po czym ponownie wędruje na zachód. Z innego miejsca na Merkury widok byłby jeszcze dziwniejszy – Słońce wysuwa się nieco zza horyzontu, ponownie wraca, jakby na krótką drzemkę, i po kilku dniach wschodzi już na dobre.

Warunki nie dla człowieka

Grawitacja na Merkury jest trzykrotnie mniejsza niż na Ziemi, więc człowiek wydawałby się bardzo lekki. Ale panuje nieprzyjemny klimat. W dzień temperatura rośnie do 400 stopni Celsjusza – upał jak w piecu do pizzy; w nocy zaś spada prawie do minus 200 stopni. Ale atmosfery na Merkury praktycznie nie ma – zbyt gorąco i zbyt blisko Słońca. Jest tam za to dużo żelaza. Możliwe, że na planecie znajdują się rzadkie metale, między innymi spore ilości złota. Wiemy o tym dzięki sondom kosmicznym, które dotarły do Merkurego, by go zbadać i wykonać fotografie. Więcej dowiesz się o nich z rozdziału „Na Wenus, Marsa i Merkurego”.

Poorany kraterami

Merkury, tak jak Wenus, jest bliżej Słońca niż Ziemia. Dlatego na ziemskim niebie wędruje zawsze w pobliżu tarczy słonecznej – świeci przed samym wschodem albo zaraz po zachodzie Słońca i trudno go zauważyć. Planetę próbowali obserwować już starożytni Grecy, ale chyba nawet Kopernik nigdy jej nie widział.

Przez teleskopy również niełatwo dostrzec szczegóły powierzchni Merkurego. Jego pierwsze fotografie dostarczyła nam amerykańska sonda Mariner 10 w 1974 roku (przeczytasz o tym w rozdziale „Na Wenus, Marsa i Merkurego”). Planeta jest poorana kraterami, tak jak Księżyc, ponieważ często trafiają w nią komety lecące do Słońca. Podczas gdy kraterzy na Księżycu upamiętniają znanych astronomów, te na Merkury nazwano na cześć artystów: kompozytorów, malarzy, pisarzy, także polskich, bo oprócz Bacha czy Beethovena są tam Szopen i Mickiewicz.

Podkolorowana nieco mapa Merkurego (w rzeczywistości jest on szary). [krater Mickiewicz o średnicy 100 km]



Wenus – piekielnie gorące miejsce

Nazwa planety wzięła się od imienia rzymskiej bogini miłości i piękna. Na niebie to najjaśniejsze, po Księżycu i Słońcu, a zarazem najpiękniejsze ciało niebieskie. Gdy świeci przed wschodem Słońca, jest zwana Jutrznia, gdy przed zachodem – Gwiazdą Wieczorną. A oglądana nawet przez małą lornetkę wydaje się jeszcze bardziej zadziwiająca.



Wenus jak rogalik

Większość planet znajduje się dalej od Słońca niż Ziemia. Widzimy więc zawsze ich część oświetloną przez Słońce: w teleskopach są to małe, świecące tarcze, jak nasz Księżyc w pełni. Ale Wenus, jako druga planeta Układu Słonecznego, krąży bliżej Słońca niż Ziemia – nie widzimy nigdy jej pełni, bo wtedy chowa się za naszą gwiazdą. Wenus jest widoczna tylko jako rogalik – raz chudszy, raz pełniejszy. Zauważył to już Galileusz. Wiele rzeczy można było dawniej wyjaśnić bez modelu Kopernika, ale

faz Wenus się nie da: krąży ona dookoła Słońca, a nie Ziemi! Wenusowy rogalik zobaczysz nawet przez niewielką lornetkę. Niestety, nie da się w ten sposób zaobserwować innego nadzwyczajnego zjawiska – swego rodzaju zaćmienia Słońca przez Wenus. Dochodzi do niego bardzo rzadko – ostatnio w czerwcu 2004 i 2012 roku, a następne są przewidywane dopiero w grudniu 2117 i 2125! Oczywiście, Wenus jest o wiele dalej od nas niż Księżyc, więc jej cień nie przysłoni Ziemi. Planeta ta w postaci małej czarnej kropki przesuwa się przez parę godzin na tle słonecznej kuli. To zdarzenie ważne dla astronomów – tak wyznaczono odległość Ziemi (i Wenus) od Słońca. Z kolei rosyjski uczoney, Michaił Łomonosow, obserwując w 1761 roku rozmywającą się tarczkę Wenus przy granicy Słońca wywnioskował, że przypomina to nasz malowniczy zachód Słońca i stwierdził na tej podstawie, że Wenus musi mieć atmosferę.

Planeta bliźniacza

Wenus przypomina Ziemię najbardziej ze wszystkich planet. Jest tylko trochę mniejsza, a rok na niej trwa 9 miesięcy. Ale dzień na Wenus jest nie mniej dziwny niż na Merkury – trwa on tam połowę wenusjańskiego roku, co odpowiada mniej więcej czterem miesiącom na Ziemi. Jeszcze ciekawsze wydaje się to, że na wszystkich planetach Słońce wędruje po niebie z lewej strony na prawą (tak jak na Ziemi – ze wschodu na zachód), a na Wenus dzieje się odwrotnie. Kręci się ona dookoła

własnej osi bardzo powoli i w przeciwnym kierunku niż inne planety. Nie wiemy, co wywołało to zjawisko – może gęsta atmosfera, może kataklizm w zamierzchłej historii.

Siarkowe chmury

Niestety, życia na Wenus raczej nie ma – jest tam zbyt gorąco. Ale nie z powodu bliskości Słońca, lecz efektu cieplarnianego – za gęstej atmosfery. Składa się ona z pary wodnej, dwutlenku węgla, a także dwutlenku siarki. Przez grube chmury nie może uciec ciepło z wenusjańskiej powierzchni. I dlatego występuje 100 razy silniejszy niż na Ziemi efekt cieplarniany. Nie przebłyskuje też światło. Ale znakomicie przedzierają się fale radiowe. Już 50 lat temu ustawiono w Ameryce Środkowej ogromny 300-metrowy teleskop radiowy: obserwował on kawałek po kawałku fale radarowe odbite od Wenus. Dzięki niemu wiemy, że północna półkula planety jest górzysta, a południowa równinna.

Badania Wenus

Dzięki sondom kosmicznym wysyłanym na Wenus już od lat sześćdziesiątych XX wieku wiemy między innymi, że choć chmury są dość chłodne, to sama powierzchnia planety ma temperaturę około 450 stopni Celsjusza. Panuje tam też

ogromne ciśnienie – 90 razy większe niż na Ziemi, takie jak 900 metrów pod wodą. Powierzchnia planety jest porwana pęknięciami jak po gigantycznych zderzeniach kontynentów i najeżona wieloma wygasłymi wulkanami. Między chmurami trzaskają gigantyczne pioruny. Prawdziwie piekielna planeta. O badaniach Wenus dowiesz się więcej z rozdziału „Na Wenus, Marsa i Merkurego”.



Wenus na tle Słońca wygląda jak nieduża kropka.



ZADANIE DLA CIEBIE

Oprzyj lornetkę o krawędź okna, tak aby obraz Wenus nie drgał. Narysuj to, co udało ci się zobaczyć. Miesiąc później spójrz na Wenus ponownie i porównaj oba obrazy. Szukaj planety na niebie wieczorem lub rano.

Gdzie (nie) mieszkają Marsjanie

Czerwona plamka na niebie to planeta Mars, nazwana tak na cześć rzymskiego boga wojny. Jakiś czas temu astronomom wydawało się, że widzą tam wykopane kanały. Kiedy w słuchowisku radiowym nadawanym w Ameryce podano zartem, że na Ziemi wylądowali Marsjanie, przestraszeni ludzie wybiegli na ulice. Było to prawie osiemdziesiąt lat temu. Dziś nikt nie wierzy w Marsjan. Ale czy na pewno nie ma życia na Marsie? Tego nie możemy być pewni.

Planeta podobna do Ziemi

Mars leży całkiem niedaleko od Ziemi. Lot na niego trwałby zaledwie pół roku. Możliwe więc, że już niedługo człowiek wyląduje na Czerwonej Planecie. Zastanie tam jednak zupełną pustynię – beżadnie rozrzucone ostre kamienie i czerwony pył – jak na Saharze. A przy tym niezbyt zachęcające temperatury – w promieniach Słońca nie więcej niż 20 stopni Celsjusza, ale za to mróz dochodzący nawet do minus 140 stopni! Podobne do ziemskich, tylko nieco dłuższe, są marsjańskie pory roku – rok trwa tam prawie dwa nasze lata. Dzień i noc zmieniają się podobnie jak na Ziemi, co 24 i pół godziny. Za to trzykrotnie słabsza od ziemskiej jest grawitacja.

Wygaste wulkany, wielkie doliny

Mars przypomina Ziemię jeszcze z jednego powodu – były na nim czynne, i to zapewne nie tak dawno temu, wulkany, ale

znacznie większe od ziemskich. Najwyższy z nich, Olimp, wznosi się na wysokość 21 kilometrów, a wylana lava przypomina tarczę o średnicy 500 kilometrów. Musiała się z Olimpu wydostawać przez dziesiątki milionów lat. Na powierzchni Marsa występują również wielkie kaniony, jak po wyschniętych rzekach. To one wydawały się astronomom kanałami wykopanymi przez Marsjan.

Czy na Marsie jest woda

Prawie na pewno przed setkami milionów lat płynęły tam wielkie rzeki. Dziś zostało tej wody niewiele. Amerykański lądownik Phoenix, który osiadł w 2008 roku w okolicach marsjańskiego bieguna, zebrał swą mechaniczną łapą białą substancję. Przypominała ona lód i po kilku dniach wyparowała. Wydawało się nawet, że pewne-



Już w latach siedemdziesiątych XX wieku dwie sondy Viking dostarczyły piękne zdjęcia Marsa, a na jego powierzchni osiadły dwa lądowniki.

go dnia padał śnieg. Podobno lodowe czapy na biegunach Marsa są grubsze niż te na Antarktydzie. Na powierzchni Marsa znajduje się mnóstwo żelaza, a w zasadzie rdzy, czyli tlenku żelaza. Właśnie z powodu tej substancji planeta ma czerwony kolor. Jeśli występuje tlenek, musiało być kiedyś sporo tlenu w atmosferze. Podobnie jak woda, w większości uciekł on w kosmos, bo na planecie jest za słaba grawitacja. Obecnie atmosfera na Marsie, 100 razy rzadsza niż na Ziemi, nie zawiera ani tlenu, ani też prawie wcale azotu, tylko ciężki gaz – dwutlenek węgla. Gdyby były tam rośliny, mogłyby zamienić dwutlenek węgla w tlen. Czy wtedy życie na Marsie byłoby możliwe?

Czy na Marsie istniało życie

Mars jest niewiele mniejszy od Ziemi – tylko dwa razy. Ale to „tylko” robi całkiem dużą różnicę. Oprócz rzadkiej atmosfery

ZADANIE DLA CIEBIE

Poszukaj Marsa na niebie. Bardzo łatwo go znaleźć. Zbliży się do Ziemi co dwa lata i jest po białym Jowiszu i sierpowatej Wenus najjaśniejszą planetą na niebie.

WARTO WIEDZIEĆ

Jeszcze pół wieku temu liczono, że człowiek doleci na Marsa w roku 2000. Ale podróż jest dosyć długa i może być szkodliwa dla zdrowia. Od kilku lat jeżdżą po Marsie dwa automatyczne łaziki, które cierpliwie przysyłają nam coraz to nowe zdjęcia. Ponadto planetę okrążają pięć sztucznych satelitów, a w pobliżu przelatują kolejne sondy. Wokół Marsa panuje całkiem duży ruch, jego powierzchnię zaśmieca kilka rozbitych rakiet, a jeden z łazików zestarzał się, ma kłopoty z pamięcią i wymaga leczenia.

ry i braku wody ma też w przeciwieństwie do Ziemi wystygłą skorupę. Nie dochodzi więc do trzęsień ziemi, nie istnieją czynne wulkany, nie występuje pole magnetyczne, które chroni życie przed promieniowaniem. Zimą temperatury na biegunach są tak niskie, że zamarza nawet dwutlenek węgla. Kiedy nadchodzi marsjańska wiosna, wiatry wiejące z prędkością 300 kilometrów na godzinę powodują straszliwe piaskowe burze. Przed miliardami lat Mars mógł jednak przypominać obecną Ziemię. Nie jest wykluczone, że to najpierw na nim powstało życie.



Jowisz – gazowy olbrzym

Jowisz, dla starożytnych Rzymian najważniejszy z bogów, jest po Wenus najjaśniejszą planetą na niebie oraz piątą w Układzie Słonecznym. Łatwo go znaleźć prawie przez cały rok. Wystarczy mała lornetka, żeby zobaczyć, że wygląda jak jasna tarczka, a nie punkt.



Jowisz

Największa z planet

Jowisz jest tylko 10 razy mniejszy od Słońca, a przy tym dwukrotnie cięższy niż pozostałe planety razem wzięte. Okrąży Słońce raz na 11 lat i znajduje się całkiem niedaleko od Ziemi. Kręci się bardzo szybko – raz na 10 ziemskich godzin. Kiedyś wirował wolniej, ale był wtedy dwa razy większy – kurczy się on o 2 centymetry rocznie. Mimo że ogromny, Jowisz jest zbudowany z lekkiej materii – przede wszystkim wodoru, ale też helu. W jego atmosferze są również bardzo niewielkie ilości

innych gazów. Przykrywają one powierzchnię planety tak gęstą warstwą chmur, że nie wiemy, co może pod nią być.

Strażnik Ziemi

Z dalekiego kosmosu od miliardów lat spadają w kierunku Słońca (czyli również Ziemi) mniejsze i większe bryły kamieni, lodu, żelaza.

Na Ziemi obserwujemy je jako meteory i komety. Dla klimatu na naszej planecie (a przez to dla życia) byłby zabójczy nawet upadek średniego meteorytu, o rozmiarach 100 metrów. Ogromny Jowisz, na zmianę z podobnym do niego Saturnem, wyłapują wiele z lecących ku Słońcu meteorytów. Kończą one żywot w jego ogromnym wnętrzu. Ale niektóre z nich nie zostają „połknięte” i krążą dookoła tej gigantycznej planety jako jej księżyce.

Co się dzieje na Jowiszu?

Pomimo wielkich rozmiarów Jowisz kręci się jak oszalały bąk – najszybciej ze wszystkich planet. Nie nadąża za tym obrotem jego atmosfera, więc tam przeraźliwe huragany, o prędkości dochodzącej aż do 600 kilometrów na godzinę! Jowisz przypomina przez to szaroburą zebłą.



We wnętrzu tej gigantycznej chmury gazu panują bardzo wysokie temperatury i ogromne ciśnienia: nawet najłżejszy gaz, wodór, zamienia się w płynny (a może stały?) metal.

Nikt tego nie wie i na Jowiszu może czekać na nas – a raczej na wysłane przez nas roboty – wiele niespodzianek.

Ogromne pole magnetyczne Jowisza powoduje gigantyczne zorze polarne, dziesięciokrotnie większe niż sama planeta. Promieniowanie w tych zorzach jest 1000 razy większe niż dawka śmiertelna dla człowieka. Dlatego planetę badają sondy bezzałogowe, takie jak Galileo (przeczytasz o tym w rozdziale „Do Jowisza, Saturna, Plutona...”).

Io, jest podobnych rozmiarów co nasz Księżyc. To najbardziej wulkaniczny obiekt w całym Układzie Słonecznym. Pióropusze lawy wyrzucane są na setki kilometrów w górę.

Europa, mniej gorący niż Io, kryje inną niespodziankę – jego powierzchnię pokrywają wielkie lodowe kry. A pod grubą, zmarzniętą skorupą chłupocze ocean płynnej wody. Być może istnieje w niej życie, jak pod lodami Antarktydy na Ziemi. Ciągle tego nie wiemy.

Ganimedes jest największym księżycem Układu Słonecznego, większym niż planeta Merkury. Ma skorupę poraną kraterami, ale nie są one tak malownicze jak na Księżycu – to dziury w lodzie, zmrożonym do minus 150 stopni Celsjusza.

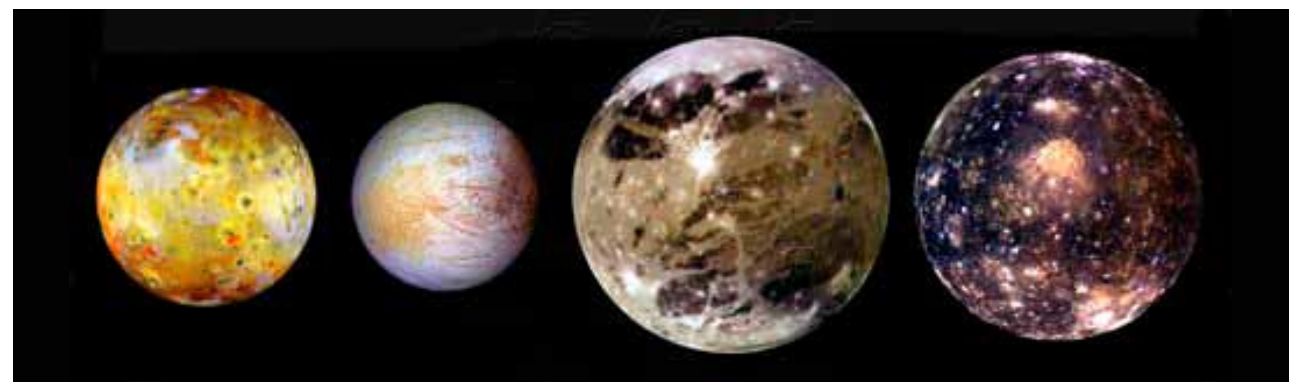
Callisto, niewiele mniejszy niż Ganimedes. Kratery na jego powierzchni wyglądają jak cętki na skórze pantery – to lód rozpylony na śniegowy pył.

Księżyce Galileusza

Kiedy Galileusz ukończył montowanie swojej prostej lunety, skierował ją na Księżyc, na Wenus i na Jowisza. W 1610 roku dostrzegł cztery małe punkciki ułożone w jednej linii, czyli księżyce Jowisza – było to jego najważniejsze odkrycie astronomiczne. Dzięki sondom kosmicznym sporo dziś o nich wiemy. Ciągle odkrywamy nowe, małe księżyce Jowisza – wszystkich znanych nam satelitów tej planety jest obecnie 67.

WARTO WIEDZIEĆ

Io okrąży Jowisza co 42 godziny, Europa – raz na trzy i pół dnia, a Ganimedes – raz na tydzień. Są jak wskazówki zegara i kiedyś mierzono z ich pomocą czas. Kto raz zobaczył, jak księżyce Jowisza co noc zmieniają miejsce, ten już do końca życia tego nie zapomni. Ja w ten sposób zostałem naukowcem.



Księżyce Jowisza: od lewej Io, Europa, Ganimedes i Callisto

Saturn – planeta w kapeluszu

Po odkryciu księżyców Jowisza Galileusz skierował lunetę na ostatnią ze znanych wówczas planet – Saturna. Zauważył w jej wyglądzie coś dziwnego – coś przypominającego uszy lub kapelusz. Dziś wiemy, że astronom zaobserwował pierścienie Saturna.



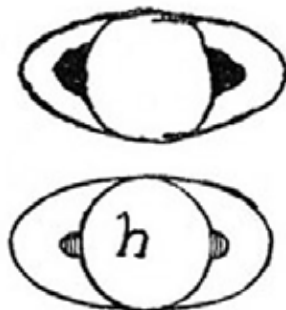
Pierścienie Saturna widać nawet przez niewielką lornetkę. Saturn zazwyczaj pokazuje swój „kapelusz” pochylony. Ale raz na 15 lat pierścienie jakby znikają, bo są ustawione do nas bokiem. Zdarzy się to dopiero w 2025 roku.

Ile pierścieni ma Saturn

Współczesne obrazy z teleskopów i sond kosmicznych ukazują przepiękne, bladoniebieskie i żółte pierścienie – szerokie, ale płaskie jak pizza. Jest ich całe mnóstwo – węższe i szersze, z przerwami w środku, nieco podobne do kręcącej się płyty CD. Sonda Cassini, wysłana w kierunku Saturna w 1997 roku, naliczyła 10 tysięcy takich pierścieni. Rozciągają się na 120 tysięcy kilometrów, ale ich grubość wynosi tylko 20 metrów: są jak rondo gigantycznego kapelusza.

Olbrzym z ciekłych gazów

Saturn znajduje się dwa razy dalej od Słońca niż Jowisz. Wielkością niewiele się od niego różni, ale za to jest dziewięć



Saturn na rysunkach Galileusza

razy większy niż Ziemia. Mimo że ogromny, nie jest zbyt ciężki. Waży tylko 100 razy więcej od Ziemi, chociaż według rozmiarów powinien być prawie tysiącrotnie cięższy. Planeta składa się głównie z lekkich substancji – wodoru i helu. W atmosferze Ziemi są one gazami, ale na Saturnie, w temperaturze minus 200 stopni Celsjusza stają się płynne. W środku Saturna są zapewne skały i metale. Saturn obiega Słońce raz na 30 lat, ale wiruje z podobną szybkością jak Jowisz – raz na 11 godzin. Z tego powodu dość mocno się spłaszczył. Kolorem przypomina kawę z dużą ilością mleka. I tak jak mleko wlane do kawy wirującej Saturn tworzy jaśniejsze i ciemniejsze smugi. Te pasma to prze-

rażliwe wiatry – ich prędkość dochodzi prawie do 2 tysięcy kilometrów na godzinę! Muszą wydawać świst jak wiele odrzutowych samolotów jednocześnie. Od czasu do czasu pojawiają się na Saturnie trwające po kilka lat ogromne huragany. Największy z nich, widziany z Ziemi jako wielka biała plama, zdarza się co 30 lat. Prawdopodobnie następny będzie w 2020 roku. Kto go pierwszy zobaczy?

Sonda Cassini i lodowaty księżyc

Pierścienie Saturna są zbudowane z lodu – wody, węglowego pyłu i niewielkich głazów. Większych pierścieni, widocznych z Ziemi jako rozdzielone, jest osiem. W przerwach między nimi krążą niewielkie księżycy. A dużych satelitów ma Saturn siedem. Największy z nich, Tytan, jest większy od naszego Księżyca.

Dookoła Saturna krąży od 2004 roku sonda Cassini. Leciała siedem lat, ale teraz śmiało przecina pierścienie, śledzi burze na Saturnie i przesyła mnóstwo wyników naukowych. A próbnik, który ze sobą przyniosła, osiadł w 2005 roku na Tytanie. Po raz pierwszy urządzenie wytworzone przez ludzi przesłało komunikaty ze straszliwie dziwnego, skalisto-lodowatego świata. Łączność z lądownikiem trwała zaledwie dwie godziny, po czym zamarzł. Nic dziwnego, temperatura na Tytanie wynosi minus 180 stopni Celsjusza.

Księżyc ten jest pokryty lodowymi głazami, ale atmosfera składa się



Lodowa powierzchnia Tytana sfotografowana przez lądownik Huygens – widoczne kry to przypuszczalnie zamrożony metan

głównie z azotu, tak jak ziemska. Tylko że zamiast tlenu jest w niej metan, który na Ziemi znajduje się... pod ziemią.

WARTO WIEDZIEĆ

- Metanowe chmury i metanowy śnieg są nie tylko w atmosferze Tytana.
- Wydaje się, że na jego powierzchni występują wręcz całe jeziora nie tyle ciekłego metanu, ale może nawet czystej benzyny: wystarczyłoby posłać tam kosmiczne cysterny!

Uran – pierwsza planeta nowożytna

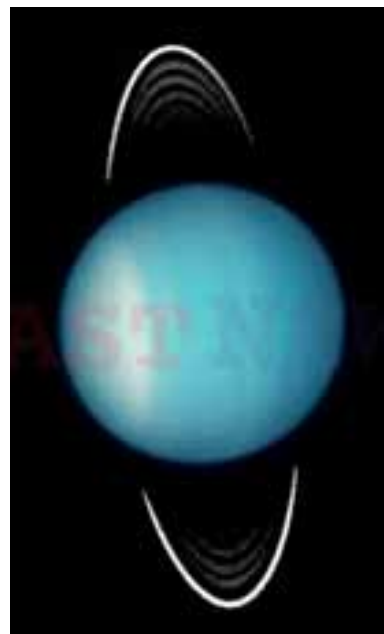
W starożytności znano pięć planet. Pierwszą odkrytą w czasach nowożytnych, dzięki nowego rodzaju teleskopom i pracowitości astronomów, był Uran. Jako planeta piętnaście razy większa od Ziemi należy on, wraz z Jowiszem, Saturnem i Neptunem, do rodziny gigantów, choć jest z nich najmniejszy.

Nowa planeta

Galileusz, który nauczył się szlifować szklane soczewki i złożył z nich lunetę, odkrył satelity Jowisza i pierścienie Saturna. Z biegiem czasu astronomowie szlifowali coraz większe soczewki i składali z nich coraz mocniejsze lunety. Ale miały one jedną wadę – na brzegu oglądanych białych gwiazd pojawiały się czerwone i niebieskie obwódki. Dopiero Isaac Newton wymyślił teleskop wyposażony w krzywe zwierciadło, który pozwalał na znacznie mocniejsze powiększenia niż luneta Galileusza. Jednak najlepsze teleskopy budował w XVIII wieku mieszkający w Anglii Niemiec, William Herschel (przeczytasz o nim więcej w rozdziale „Herschel i łowcy komet”). Po siedmiu latach obserwacji nieba, w marcu 1781 roku, zauważył coś, co przypominało kometę, ale nie miało warkocza. Była to nowa planeta, nazwana później Uranem.

Lodowy olbrzym

Uran krąży wokół Słońca cztery razy dalej niż Jowisz. Ma najmroźniejszą atmosferę ze wszystkich planet: minus 240 stopni Celsjusza. W tej temperaturze tylko wodór i hel pozostają jeszcze gazami. Planeta Uran składa się przypuszczalnie z zamrożonej wody, metanu i amoniaku. W środku może mieć skaliste jądro. Mimo strasznych mrozów wciąż tam równie silne wiatry jak na Jowiszu.



Uran sfotografowany przez kosmiczną sondę wygląda jak bladoniebieska kula z delikatną otoczką pierścieni.

Niezwykła planeta

Uran jest jedyny w swoim rodzaju w Układzie Słonecznym – kręci się inaczej niż pozostałe planety, bo ma silnie nachyloną oś obrotu. To znaczy, że obraca się wokół Słońca tak, jakby leżał na

boku. W przeszłości musiał się zderzyć z planetą tak dużą jak Ziemia i przez to jego oś się skrzywiła.

Dzień i noc na Uranie też są niezwykle – latem Słońce „wisi” nieruchomo nad biegunem północnym. Widziane z równika zatacza wielkie okręgi wzdłuż horyzontu raz na 17 godzin. Jesienią odwrotnie – Słońce widziane z bieguna zatacza kręgi, a na równiku wschodzi i zachodzi. Rok na Uranie trwa aż 84 ziemskie lata!

Księżycy Urana

Planeta otoczona jest cienkimi pierścieniami, ledwie widocznymi przez najsilniejsze teleskopy. Ma aż 27 satelitów, które krążą podobnie „krzywo”, jak obraca się Uran: ich ruch widziany z Ziemi przypomina przesuwanie się wskazówek zegara. Satelity te nazwano imionami postaci z dramatów angielskiego pisarza Wiliama Szekspira: są wśród nich Julia, Kordelia, Ofelia. Największy z satelitów Urana, Tytania, jest duży jak połowa naszego Księżycyca, ale 20 razy lżejszy od niego. Odkrył go Herschel.

Niebieska poświata

Pierwsze kolorowe zdjęcia Urana wykonała sonda Voyager 2. Wykorzystała ona przelot w pobliżu Urana dla wykonania kosmicznego zakrętu w kierunku kolejnego giganta, Neptuna. Dzięki tym fotografiom wiemy, że Uran ma niebieskawą, mglisty kolor. Tak blado świeci metan – podobnie jak w kuchence gazowej. Latem na biegunach niebieska poświata staje się bledsza, bardziej różowa. Pojawiają się wiry, pasma wiatrów i długotrwałe burze z piorunami. Skąd te burze w śniegowym metanie – na razie nie wiemy.

ZADANIE DLA CIEBIE

Uran, mimo że znajduje się daleko, jest prawie, prawie widoczny gołym okiem. Bez trudu znajdziesz go za pomocą lornetki. Rok po roku, małymi pętlami, wędruje z gwiazdozbioru Barana do Ryb



WARTO WIEDZIEĆ

Niektórzy przypuszczają, że wewnątrz Urana mogą się znajdować kaskady z czystych diamentów: jest to najtwardsza substancja znana na Ziemi – pod wielkim ciśnieniem zamienia się w nią węgiel.

Neptun – matematyczne odkrycie

Odkrycie Urana było owocem bardzo starannych obserwacji nieba coraz doskonalszymi teleskopami. Ale wkrótce okazało się, że jego wędrówka po niebie jest nieregularna. Tak jakby jakaś inna planeta zakłócała ten ruch. Planetą tą okazał się Neptun.

XXXXXXXXXX

Jak znaleziono Neptuna

Uran znajduje się 20 razy dalej od Słońca niż Ziemia i dość daleko od Saturna. W XVII wieku naukowcy rozumieli już dobrze prawa ruchu planet. Dlatego szybko zauważono, że ruch Urana odbiega nieco od przewidywań. Ale od zauważenia nieregularności do wyjaśnienia przyczyny droga nie była prosta.



Neptun przypomina Urana również kolorem – jest niebieski, ale ciemniejszy. To chmury zmrożonego metanu rozpraszają słoneczne światło.

Odkrycie Neptuna jest zasługą dwóch matematyków. Jeden z nich, Francuz Urbain Le Verrier, był osobą bardzo znaną. Skrupulatnie obliczając odchylenia orbity Urana, przewidział pozycję nowej planety i przesłał te dane do obserwatorium w Berlinie. Jeszcze tej samej nocy znaleziono Neptuna. Wydarzyło się to w 1846 roku. Podobny wynik dwa lata wcześniej uzyskał młody, nikomu nieznany matematyk angielski, John Adams. Nie zdołał on jednak przekonać astronomów, by poszukali planety na niebie. Tak więc medal za odkrycie Neptuna otrzymał Le Verrier. Co ciekawe, nawet Galileusz widział Neptuna i zaznaczył go na mapie nieba. Ale nie zauważył, że jest on planetą, a nie gwiazdą.



Kolejny olbrzym

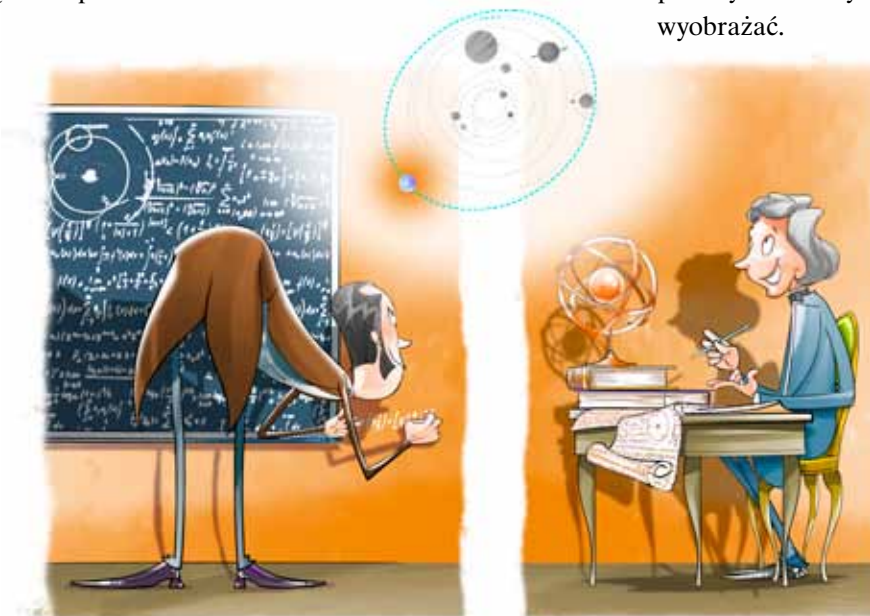
Neptun jest drugim po Uranie lodowym olbrzymem. Jako niewiele mniejszy i tylko trochę cięższy, wydaje się wręcz jego bliźniakiem. Znajduje się w odległości 30 jednostek astronomicznych od Słońca i obiega je w czasie dwa razy dłuższym niż Uran – trwa to 165 ziemskich lat. Za to okres wirowania Uran i Neptun mają niemal identyczny: 17 i 16 godzin. Z wiatrami o prędkości dochodzącej do 2 tysięcy kilometrów na godzinę, Neptun jest jednym z rekordzistów wśród planet Układu Słonecznego.

Ostatnia z planet

Cztery pierwsze planety: Merkury, Wenus, Ziemia, Mars, są małe, lecz masywne; cztery kolejne: Jowisz, Saturn, Uran i Neptun – ogromne. Neptun jest 30 razy dalej od Słońca niż Ziemia, „omiata” więc bardzo odległe rejony. Neptun może wyłapywać z dalekiej kosmicznej przestrzeni wielkie meteoryty. Wszystko wskazuje na to, że ściągnął też z dalszej orbity Trytona, okazałych rozmiarów księżyc, jeden z 13, jakie go obiegają. Satelita ten porusza się wokół lodowego olbrzyma w kierunku przeciwnym do Neptunowego obrotu. Masę ma większą niż kolejna planeta – Pluton. Składem Tryton różni się od Neptuna. Podobnie zimny jak lodowe olbrzymy, nie ma jednak tak gęstej atmosfery, a na jego powierzchni pływają w oceanie ciekłego azotu wielkie, połamane kry, prawdopodobnie zmrożonego metanu i wodnego lodu. Miliardy lat przypliwów na tym oceanie spowolniły obrót Trytona: zwraca się on zawsze tą samą stroną do Neptuna.

Jak powstały planety

Naukowcy zastanawiają się, czy Uran i Neptun w zamierzchłej historii nie zamieniły się miejscami. Ale chociaż umiemy z „astronomiczną” dokładnością wycelować kosmiczną sondę w daleką planetę, to nie potrafimy odtworzyć powstania Układu Słonecznego. Początkowo było to prawdopodobnie nie osiem uformowanych planet, ale miliony kawałków stygnących metali i zmrożonego lodu oraz gigantyczny obłok wodoru i helu. W jaki sposób powstały z tego Ziemia, Jowisz, Neptun i inne planety? Możemy to sobie tylko wyobrazić.



Pluton – niechciana planeta

Dla starożytnych Rzymian Pluton był bogiem podziemi, czyli ciemności. Planeta o tej nazwie znajduje się bardzo daleko od Słońca, czterdzieści razy dalej niż Ziemia. Słońce wygląda z niej jak ziarenko gorczycy trzymane w wyciągniętej ręce, ale mimo to świeci całkiem jasno – jaśniej niż Księżyc na Ziemi.



Słońce widziane z Plutona to ledwie błyszczące ziarenko, a Charon jest bladym, lecz bliskim towarzyszem tej planety.

Odkrycie Clyde'a

Zachęceni odkryciem Neptuna, matematycy przez następne 100 lat próbowali znaleźć kolejną planetę. Nie udało się to aż do XX wieku. Wszyscy poszukiwali jej tam, gdzie zawsze, czyli w pasie zodiaku. A Pluton jest inny niż pozostałe planety – można go nazwać przybłądą. Dziewiąta planeta, za jaką uważano Plutona prawie przez 100 lat, została odkryta nie przez zawodowego badacza, ale przez miłośnika astronomii, Amerykanina Clyde'a Tombaugh. Mając 23 lata, podjął pracę w obserwatorium – jego zadaniem było oglądanie zdjęć nieba. Godzinami porównywał położenie milionów gwiazd, aż w styczniu 1930 roku odkrył długo poszukiwany obiekt,

poruszający się po niebie bardzo powoli, a więc znajdujący się poza orbitą Neptuna. Dostrzeżenie tego obiektu było niełatwe, bo Pluton jest mniejszy niż Księżyc. Planetę można zobaczyć tylko przez silny teleskop. Obiega ona Słońce raz na 250 lat, więc zauważenie przesuwania się Plutona na tle gwiazd też stanowiło nie lada wyczyn w epoce, gdy nie istniały jeszcze komputery.

Odrzucona planeta

- • • • •
- **WARTO WIEDZIEĆ**
- Charon niewiele różni się masą od Plutona. To taka para jak Księżyc z Ziemią – jeden pomaga zachować równowagę drugiemu. Ale najdziwniejsze, że Charon obiega Plutona w tym samym czasie, w jakim sam dokonuje obrotu. Innymi słowami – Charon jest zwrócony do Plutona zawsze tą samą stroną, tak jak Księżyc do Ziemi. Co więcej, również Pluton obraca się w tym samym czasie – czyli on także pokazuje Charonowi zawsze tę samą „twarz”.
- • • • •

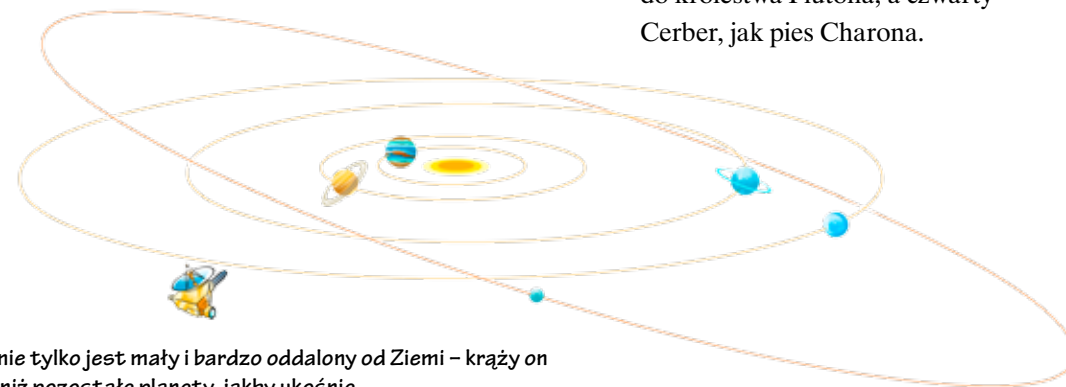


Nowe Horyzonty

W 2006 roku w kierunku Plutona została wysłana sonda New Horizons, na której pokładzie poleciały również prochy Clyde'a. Trwający dziewięć lat lot strasznie się dłużył, nawet komputerom sondy. Wielokrotnie pozwalano im zasnąć, po czym budzono je na kilka tygodni – na dobre dopiero w grudniu 2014 roku, sześć miesięcy przed osiągnięciem celu podróży. Sygnał radiowy z Ziemi potrzebował ponad czterech godzin, aby dotrzeć do ogromnej anteny sondy. Tymczasem teleskop Hubble'a pokazał cztery kolejne małe satelity Plutona. Drugi księżyc został nazwany Styks, jak podziemna rzeka, przez którą Charon przewoził zmarłych do królestwa Plutona, a czwarty – Cerber, jak pies Charona.

Średnia odległość Plutona od Słońca to w przybliżeniu 40 jednostek astronomicznych. Jednak jego orbita nie tylko jest mocno nachylona do orbit innych planet, ale również bardzo spłaszczone. Odległość Plutona od Słońca zmienia się więc od 50 do zaledwie 30 jednostek astronomicznych. Z tego powodu orbity Plutona i Neptuna przecinają się, ale zderzenie tych planet nie jest możliwe. Małe rozmiary Plutona, duże nachylenie jego orbity i przypuszczalnie inny typ budowy – nie jest gazowym olbrzymem, lecz przypomina dużą, skalistą planetoidę – spowodowały, że został w 2006 roku oficjalnie skreślony z listy planet Układu Słonecznego. Dla niego i innych podobnych ciał w Układzie Słonecznym stworzono nazwę planety karłowate.

Pluton rzeczywiście jest mały. Ale w odróżnieniu od innych planet karłowatych ma swoje księżyce, i to nawet liczne, więcej niż Mars. Obecnie znamy pięć satelitów Plutona. Największy z nich, widoczny nawet z Ziemi, nazywa się Charon, jak grecki przewoźnik do świata podziemi.



Pluton nie tylko jest mały i bardzo oddalony od Ziemi – krąży on inaczej niż pozostałe planety, jakby ukośnie.

Nie tylko Pluton

Pluton wydawał się planetą zamykającą Układ Słoneczny. Okazał się natomiast pierwszym ciałem niebieskim zupełnie nowego rodzaju: planetką niewiele większą niż nasz Księżyc i przy tym dość masywną. Na początku XXI wieku odkryto całe mnóstwo podobnych obiektów.

Orkus – numer 90 482

Prawie 100 lat po narodzinach Clyde'a Tomough, pierwszego amerykańskiego odkrywcy planet, naukowcy z Kalifornii odkryli planetkę krążącą w podobnej odległości od Słońca jak Pluton. Nazwano ją Orkus, imieniem rzymskiego boga zmarłych, co po włosku oznacza również

Orkus albo Ziemia, Księżyc i Orkus

potwora, olbrzyma i... ogra. To planeta 20 razy lżejsza niż Pluton.

Orbita Orkusa jest nachylona do ekliptyki podobnie jak orbita Plutona, choć w przeciwnym kierunku. Również okres obiegu Słońca obie planetki mają identyczny, ale kiedy Orkus zbliża się do Słońca, Pluton się oddala.

Pas Kuipera

Nazwa ta określa całą strefę między 30 a 50 jednostkami astronomicznymi, gdzie znajduje się mnóstwo planetek w pobliżu Plutona. Ciała niebieskie z tego obszaru są bardzo zimne i odbijają niewiele światła słonecznego. Do ich

Haumea, dwa razy mniejsza od Plutona, nie została nazwana na cześć bogini greckiej ani rzymskiej, ale hawajskiej – patronki szczęśliwych urodzin. Orbita Haumei jest identycznie nachylona jak orbita Plutona, ale dwie planetki nawzajem się „unikają”: gdy Pluton jest najbliżej Słońca, Haumea – najdalej. **Makemake** przypomina rozmiarami Haumeę, a ich orbity są nieznacznie tylko przesunięte. Nazwa, czytana jako „make-make”, pochodzi od bóstwa Wysp Wielkanocnych, bo planetkę odkryto na Wielkanoc 2005 roku.

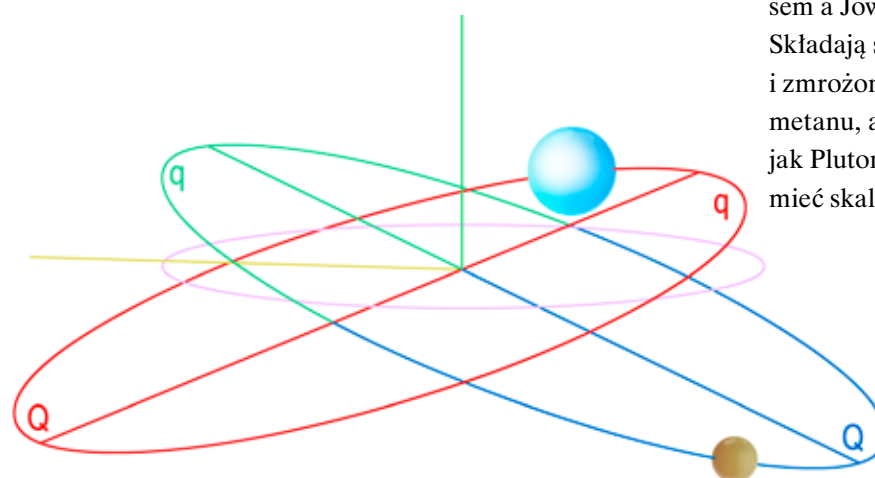
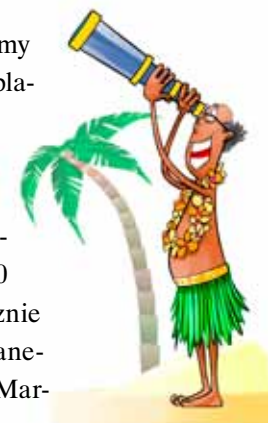
Eris, nazwana tak na cześć greckiej bogini niezgody, została odkryta w styczniu 2005 roku. Jest tych samych rozmiarów co Pluton, ale nieco cięższa. Krąży ona po orbicie bardzo wydłużonej: zbliża się do Słońca na 38 jednostek astronomicznych, a oddala aż na 98. Co więcej, jej orbita położona jest poprzecznie w stosunku do wszystkich innych planet i planetoid Układu Słonecznego.

Sedna krąży po orbicie rozciągniętej niemal jak cygario, sięgającej daleko poza Układ Słoneczny. Zbliża się ona do Słońca na odległość 75 jednostek astronomicznych, a oddala na ponad 900. W konsekwencji obiega Słońce raz na 12 tysięcy lat!

badania potrzebna więc teleskopów ustawionych wysoko w górach i specjalnych kamer, które „widzą” bardzo chłodne obiekty. Jeden z takich teleskopów działa na Hawajach. I właśnie za jego pomocą odkryto większość karłowatych planet podobnych do Plutona. Największymi z nich są: Haumea, Makemake, Sedna i Eris.

Obecnie znamy ponad 1000 planetek z Pasa Kuipera, ale jest ich tam przypuszczalnie nawet 100 tysięcy, znacznie więcej niż planetoid między Marsem a Jowiszem.

Składają się zapewne z lodu i zmrożonych gazów – azotu oraz metanu, ale największe z nich, jak Pluton i Haumea, muszą mieć skaliste jądra.



Orbita Orkusa (niebieska), Plutona (czerwona) i Neptuna (szara) zarejestrowane w kwietniu 2006 roku http://en.wikipedia.org/wiki/90482_Orcus



Jak znaleźć planetoidę?

Gdy uczeni przyjrzeni się odległościom planet od Słońca, dostrzegli w tym pewną matematyczną prawidłowość. Wskazywała ona na to, że między Marsem a Jowiszem powinna się znajdować jeszcze jedna planeta.

Trzeciwiście, jest tam sporo kawałków skał, z których mogłaby ona powstać.



Planetka Westa, o średnicy nieco ponad 500 kilometrów, jest mocno pobilejana przez meteoryty. Pokazała nam to sonda Dawn.

WARTO WIEDZIEĆ

- W kierunku dwóch z największych planetoid poleciała w 2007 roku amerykańska sonda kosmiczna Dawn. W 2012 roku okrążyła ona Westę, robiąc wiele zdjęć, a w 2015 rozpoczęła lot dookoła Ceres. Najbardziej nas interesuje, czy na planetoidach jest woda.

Zgubiona planetka

Pół wieku po tym, jak Isaac Newton wyjaśnił prawa ruchu planet (przeczytasz o tym w rozdziale „Newton i grawitacja”) niemiecki astronom Johann Bode zauważył, że odległości planet od Słońca nie są przypadkowe. Wymyślił nawet wzór dla wyliczenia tych odległości.

Ze wzoru wynikało, że między Marsem a wielkim Jowiszem brakuje jakby jednej planety. Szukało jej wielu astronomów. Dopiero włoski ksiądz, Giuseppe Piazzi, prowadząc badania w obserwatorium na Sycylii, dostrzegł 1 stycznia 1801 roku słabą plamkę w pobliżu zachodzącego Słońca. Obserwował ją jeszcze przez kilka tygodni, po czym plamka zniknęła.

Wiadomość rozeszła się migiem po Europie. Planety jednak zataczają po niebie skomplikowane pętle – nie tak łatwo było wyliczyć, w którym miejscu znajdzie się nieznaną planetę za parę miesięcy. Z tym zadaniem poradził sobie 24-letni matematyk niemiecki, Carl Friedrich Gauss, który podpowiedział astronomom, gdzie szukać zaginionej planetki. Na cześć rzymskiej bogini obfitych zbiorów Piazzi nazwał swoje odkrycie Ceres.

Ceres, Pallas, Junona, Westa

W ciągu kilku lat po odkryciu Ceres znaleziono na niebie kolejne planetki i też nazwano je imionami rzymskich bogiń: Pallas (przydomek bogini mądrości Ateny), Junona (bogini rodziny) i Westa (bogini ogniska domowego). Wszystkie krążą w podobnej odległości od Słońca co Ceres – mniej więcej

w połowie drogi między orbitami Marsa i Jowisza. Większość z nich obiega Słońce raz na trzy-cztery lata.

Westa jest dwa razy mniejsza niż Ceres, ale nieco jaśniejsza. Powierzchnia Ceres jest ciemna jak glina, a Westy – pokryta jasnoszarym pyłem. Większe planetoidy są kuliste, ale wszystkie bardzo mocno „poobijane” przez meteoryty.

Niedokończona planeta

W całym pasie między Marsem a Jowiszem znajduje się mnóstwo planetoid. Wygląda to tak, jakby jakaś większa planeta rozsypała się na kawałki, ale jest odwrotnie. To właśnie wszystkie obecne planety powstały 4 miliardy lat temu z takich małych kawałków. Tylko te między Marsem a Jowiszem jeszcze „nie zdążyły” się połączyć, a ściślej mówiąc, nigdy to nie nastąpi, gdyż planeta olbrzym – Jowisz – krąży zbyt blisko. Wiele z nich zdążyło „połknąć”, a inne poleciały w kierunku Słońca, Ziemi, Księżyca.

Jak odkryć planetoidę?

Największą planetoidę, Ceres, można zobaczyć przez zwykłą lornetkę. Liczba zaobserwowanych „małych planet” wynosi obecnie 678 789, z czego większość krąży po orbitach pomiędzy Marsem a Jowiszem. Planetoid, które otrzymały nazwę lub na nią czekają, jest na razie 15 tysięcy. Ta z numerem 12 999 nosi nazwę Torun.

Te liczby mogą się szybko zmienić. Każdej nocy odkrywane są nowe planetoidy. Do ich znalezienia wystarczą średniej wielkości teleskopy oraz uważne oczy. Szukanie planetoid, szczególnie tych małych, to bardzo ważne zadanie. Często przelatują one w pobliżu Ziemi, a upadek takiego obiektu o promieniu choćby 10 metrów byłby jak wybuch bomby atomowej! Polscy uczniowie z różnych szkół odkryli już kilkanaście planetoid. Korzystali przy tym ze zdjęć wykonanych przez amerykańskie teleskopy. Między Marsem a Jowiszem znajduje się niezliczona liczba planetek – ale nawet wszystkie zebrane razem ważyłyby 10 razy mniej niż nasz Księżyc. Wiele mniejszych planetoid (lub asteroid, jak je nazywają Amerykanie) czeka jeszcze na odkrywców.



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 przyspieszenia sond przez grawitację planet (jaką dla Mariner 10 wysłanego w kierunku Merkurego zaprojektował włoski uczyony 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

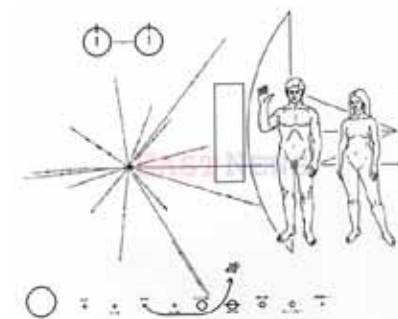
Po dwóch latach obie sondy przeleciały w pobliżu Jowisza, robiąc piękne zdjęcia jego satelitów; rok później znalazły się koło Saturna. Tu ich drogi się rozdzieliły: nieco szybszy Voyager 1 przeleciał za Saturnem, w pobliżu jego księżyca Tytana, i został skierowany prosto ku granicom Układu Słonecznego, 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 okolice 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 wystano 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 spojrział 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 polyka 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 pojedyncze, 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, przytyw, odtyw

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 wodorze 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

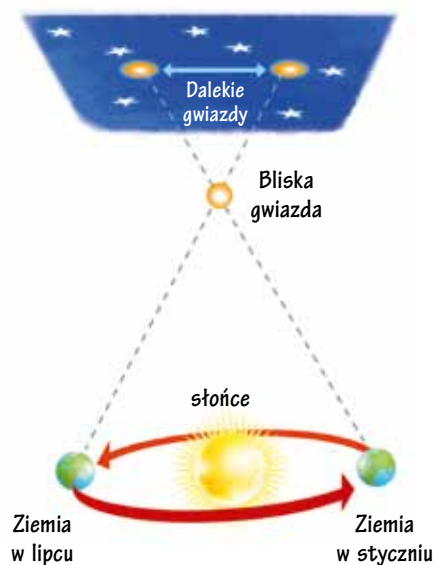
Składniki gwiazd podwójnych (potrójnych, poczwórnych) są zazwyczaj zbyt daleko, aby zobaczyć każdą oddzielnie gołym okiem. Wyjątkiem jest druga gwiazda w dysku Wielkiego Wozu, nazywana z arabskiego Mizar. Już przez niewielką lornetkę można dostrzec słabą gwiazdkę przy większej. Tak naprawdę są tych gwiazd 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.



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.

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

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” bar-
- dziej. 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-Labędź jest odległa od Ziemi o 11 lat świetlnych, czyli o 100 bilionów kilometrów.

• • • • •

Życie gwiazd

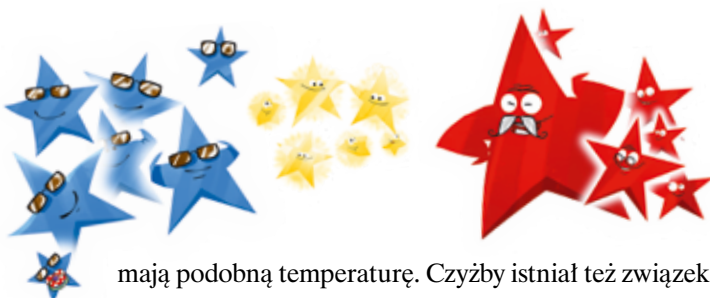
Arystoteles, największy grecki uczyony, pisał ponad dwa tysiące lat temu, że gwiazdy wydają się wieczne – ale tak nie jest: one żyją własnym życiem. Przez dwa tysiące lat astronomowie w to nie wierzyli. Życie gwiazd poznaliśmy dopiero sto lat temu.

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 Fleming 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

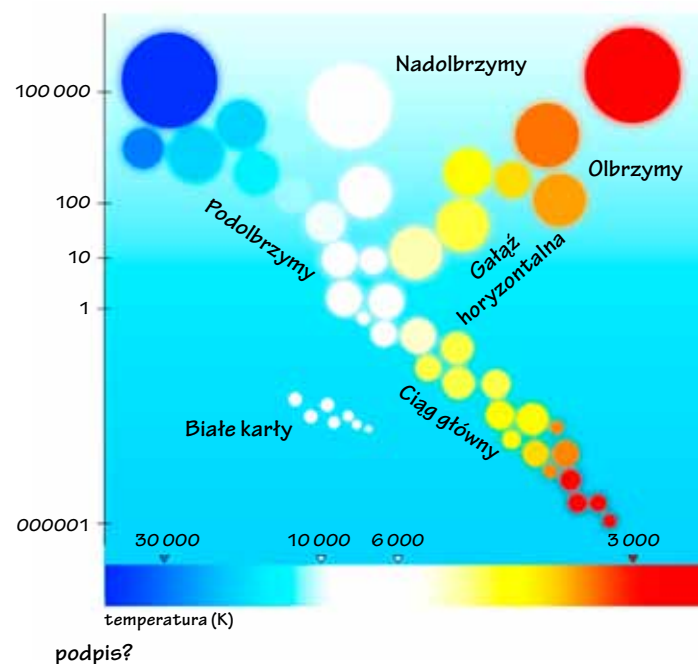
Wszystkie jasno świecące gwiazdy są zbudowane z dwóch najprostszych gazów: wodoru i helu. Każda z nich zamienia wodór na hel, co daje ogromne ilości energii. Skąd tyle energii na miliardy lat? Bo gdy odbywa się ten proces spalania, znika jakby trochę masy. Ale tak naprawdę wcale nie znika, tylko zamienia 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.



temperatura (K)

podpis?

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

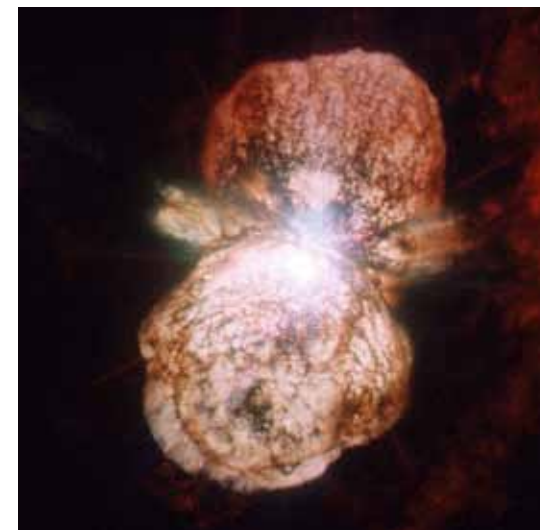
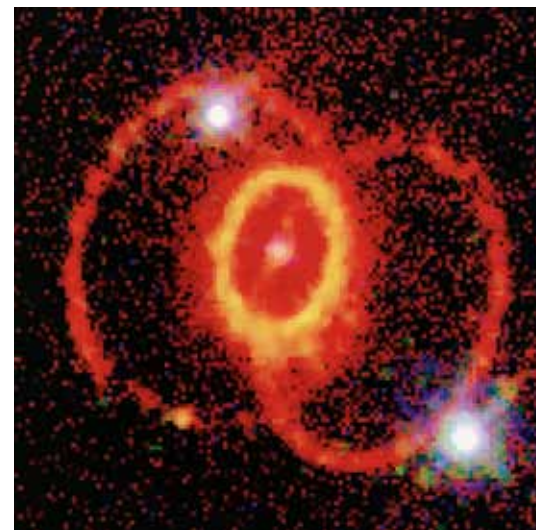
• Obserwacje za pomocą kosmicznego teleskopu Hubble’a pokazały aż 150 miejsc, gdzie oprócz gwiazd mogą powstawać planety, jak w naszym Układzie Słonecznym.

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 gwiazdozbiore 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 kolorów 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 podobnego

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 gwiazdozbiórze 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 zewnątrz, 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. Zderzenie to nie będzie przypominało kolizji meteorytów ani komet, bo galaktyki są prawie puste. Można to sobie raczej wyobrazić jako zamieszanie dwóch kropli mleka w kawie.



Galaktyka Andromedy.

WARTO WIEDZIEĆ

Naszą Galaktykę, czyli Drogę Mleczną, piszemy zawsze wielką literą. W odróżnieniu od niej inne galaktyki zapisujemy małą literą. Takich galaktyk są we wszechświecie miliardy. Nie wszystkie mają spiralny kształt – niektóre wydają się zgniecione jak piłka do rugby, inne kuliste. Za pomocą małej lornetki dojrzyysz dwie mgławice w Wielkim Wozie.

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

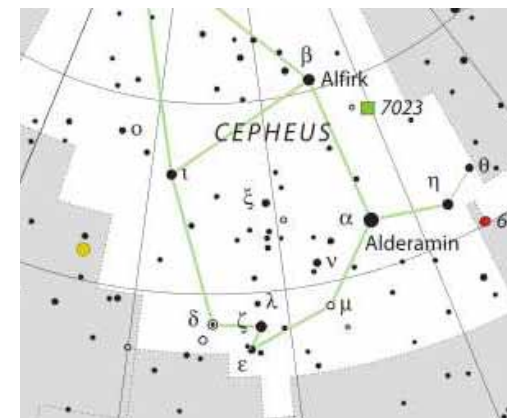
Co to są cefeidy?

Znamy już gwiazdę Algol (po arabsku „głowa demona”), którą nazwali tak Arabowie, przerażeni tym, że co trzy dni przygasa. Wiemy, że Algol składa 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 gwiazdka. Oznaczono ją jako deltę w gwiazdozbiórze Cefeusza. Delta Cefeusza jest tylko 4 razy cięższa od Słońca, ale 40 razy większa. 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. Zajmowała się tym amerykańska astronom Henrietta Swan Leavitt i po wielu latach znalazła sposób na mierzenie odległości we wszechświecie. Obserwowała ona kilka cefeid w galaktyce widocznej z południowej półkuli, tak zwanym Obłoku Magellana (przeczytasz o nim więcej w rozdziale „Coraz więcej galaktyk”). Zauważyła, że im dłużej pulsuje cefeida, tym większa jest jej jasność. W ten sposób znalazła astronomiczną „lampę uliczną”. Im słabiej



Poszukaj w gwiazdozbiórze Cefeusza gwiazdki delta

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

słowo kluczowe:

mgławica, galaktyka, cefeida



Mgławice, gromady, pulsary

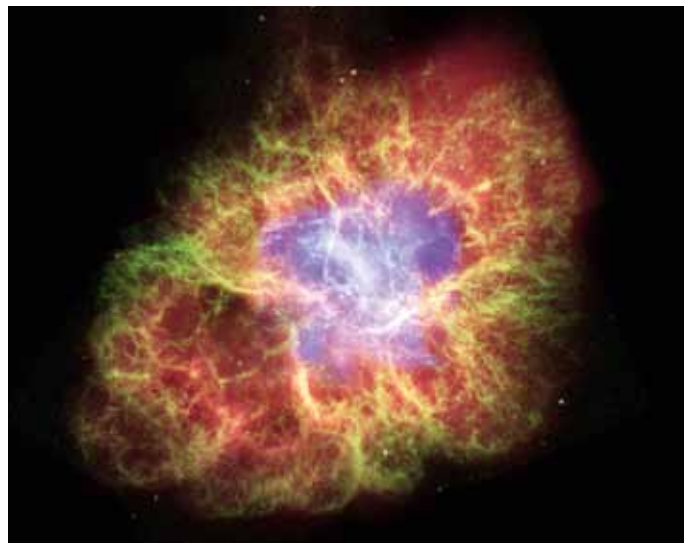
Nazwą „mgławica” astronomowie określali kiedyś wiele obiektów, których nie potrafili jeszcze wtedy rozróżnić z powodu braku odpowiednich przyrządów. Niektóre z nich to galaktyki, inne obłoki międzygwiazdne, w których powstają gwiazdy, na przykład ten w konstelacji Oriona. Inne wreszcie są pozostałościami 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 jakiego powstały. Obłok w Orionie, gdzie dziś rodzą się gwiazdy, za 100 milionów lat też będzie wyglądał podobnie do Plejad.

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.

ZADANIE DLA CIEBIE

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



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 Pierścieni – bardzo słabe światło 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 małeńką, 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 małych 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 starożytni 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. Żył 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.



Piramidy Cheopsa albo zigguratu w Mezopotamii.



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

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.

Arystarch: jak daleko jest do Księżyca?

Zmierzenie odległości do Księżyca jest znacznie trudniejsze. Spróbował to zrobić, pół wieku przed Eratostenesem, inny grecki uczonec – Arystarch z wyspy Samos. Zauważył, że pierwsza „kwadra”, czyli ćwiartka faz Księżyca nie wypada w jednej czwartej miesiąca, ale parę godzin wcześniej. Obliczył z tego odległość Słońca od Ziemi jako 20 razy większą niż Księżyc 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



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 uczonec, który stosował matematykę do astronomii. Z jego wyników korzystał nawet Kopernik.

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.

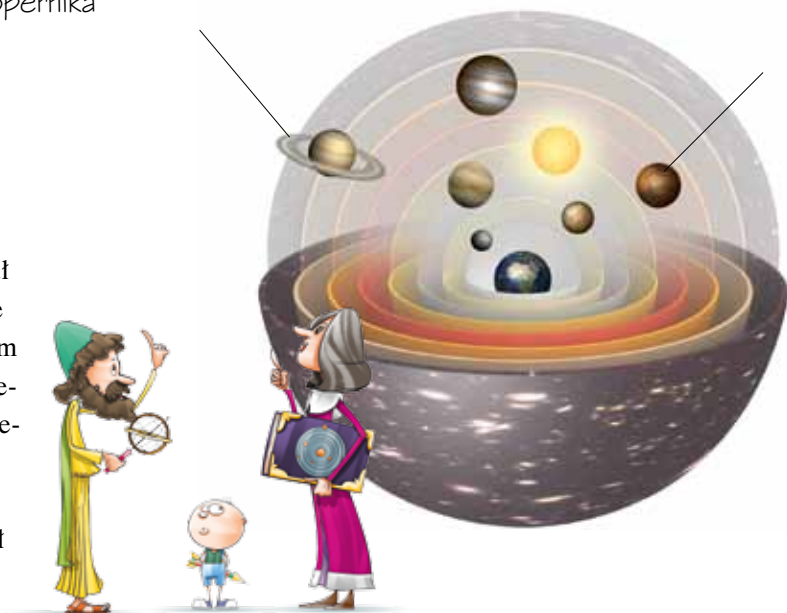
Od Ptolemeusza do Kopernika

O baj 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

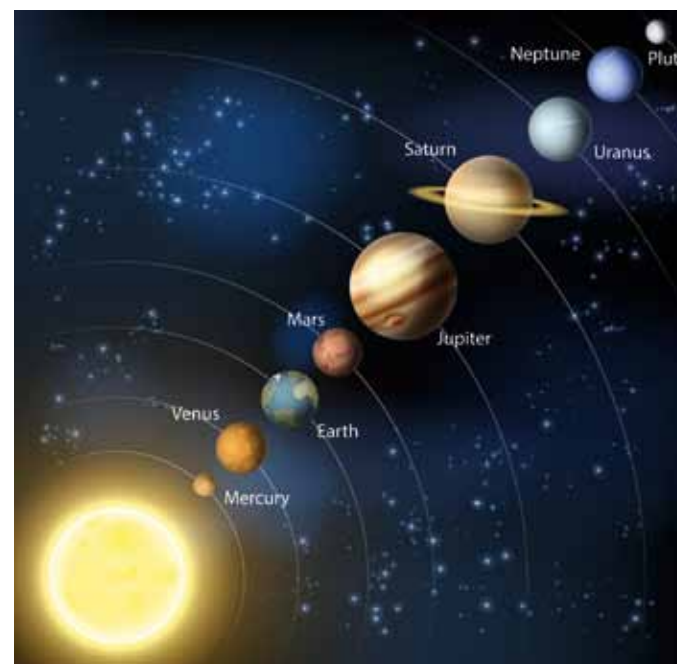


na lewo, po zodiaku, wolniej niż Słońce, ale w ciągu roku na parę miesięcy „zawracają”, czasem planety są bliżej Ziemi, czasem dalej,

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

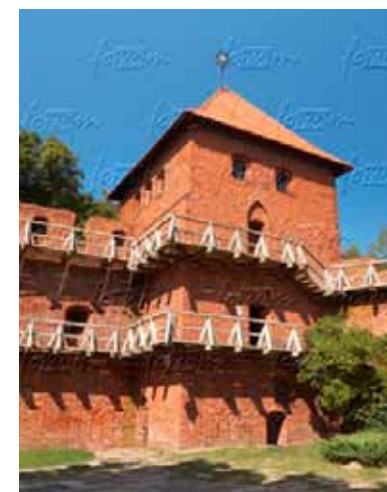
Aby to wszystko wytłumaczyć, Ptolemeusz założył, że Słońce, Księżyc i planety poruszają się po kółkach jak tryby w zegarku. Uczony dodawał kolejne kółka do swojego schematu i system niebieski całkiem dobrze działał. Można było przewidzieć wschody i zachody planet, zaćmienia Księżyca (i znacznie rzadsze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

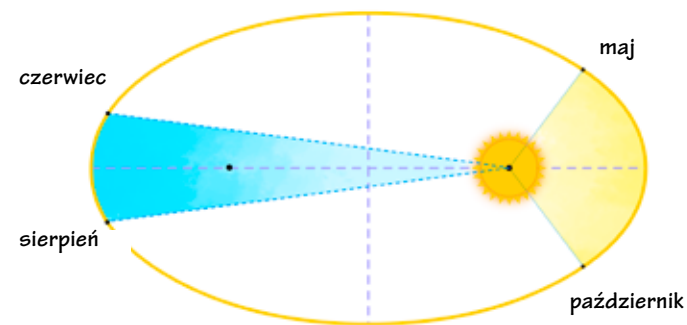
Trzy prawa Keplera

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 obowiązuje 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 ciałami – gdy wzrośnie 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

Juz 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 gwiazdozbiórze Liska

W 1670 roku Heweliusz zaobserwował nagle pojaśnienie „gwiazdy poniżej głowy Łabędzia”. Myślano, że jest to supernowa. Nadano jej nazwę CK Vulpeculae, czyli z gwiazdozbioru 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.

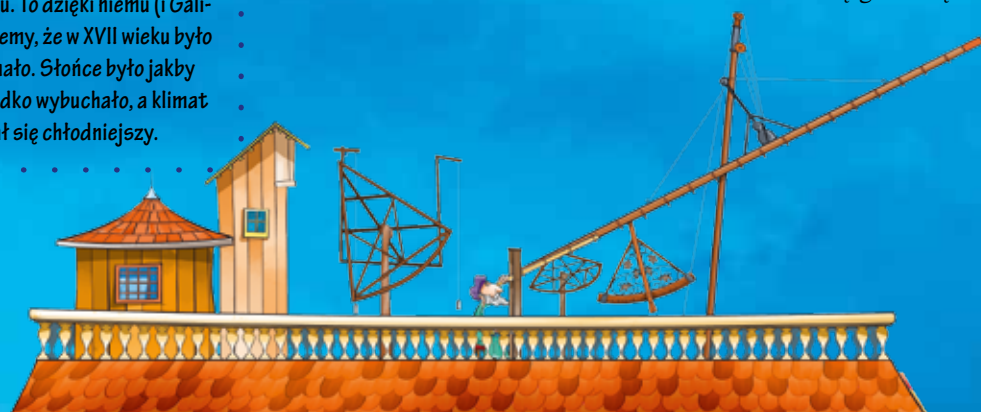
Nowe gwiazdozbiory

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.

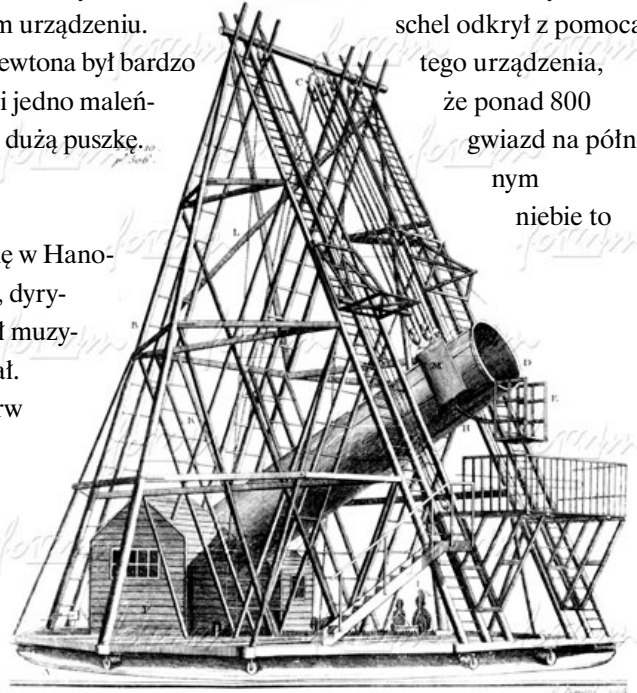
Różne teleskopy

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 księżycy 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.

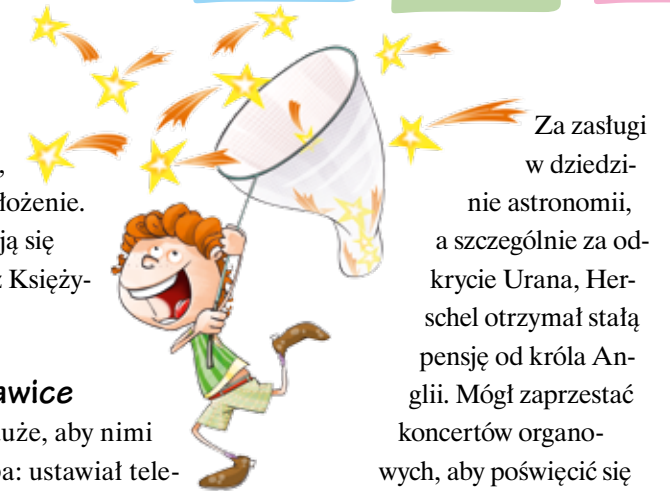


matematyką, później optyką, a w końcu astronomią. W dzień grał, a noce spędzał na obserwacji gwiazd. Lustro w pierwszym jego teleskopie miało tylko 16 centymetrów średnicy. Dziś takie teleskopy kosztują nie więcej niż kilkaset złotych. Herschel odkrył z pomocą tego urządzenia, że ponad 800 gwiazd na 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 ustanaku szlifował też zwierciadła do teleskopów. Wyprodukował ich przypuszczalnie 400.

WARTO WIEDZIEĆ

- Jowisza znajdziesz na niebie bez
- truKomety do dziś są najbardziej
- nieoczekiwanymi, a przy tym wystę-
- pującymi dosyć często zjawiskami
- na niebie. Herschel podarował swo-
- jej siostrze teleskop, za pomocą
- którego odkryła 8 komet. Ale łow-
- ców komet było w tamtych czasach
- więcej. Ich poszukiwaniami zajmo-
- wał się też wspomniany już francu-
- ski uczyony Charles Messier. Odkrył
- on aż 44 komety.
- Przy okazji „polowania” na komety
- Messier znalazł na niebie 100 roz-
- mytych obiektów. Galaktyka An-
- dromedy ma w jego katalogu numer
- M31. W katalogu założonym przez
- Herschela, nazywanym „nowym ge-
- neralnym 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 rozblysły 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 wysłane 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 wydmuchiwane 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 nieznaną nam siłą 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 słońca

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 Lutni 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 nieznaną wcześniej planetę. Postęp w technice zawsze pomaga w astronomii.



Fotograficzna rewolucja

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



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.



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

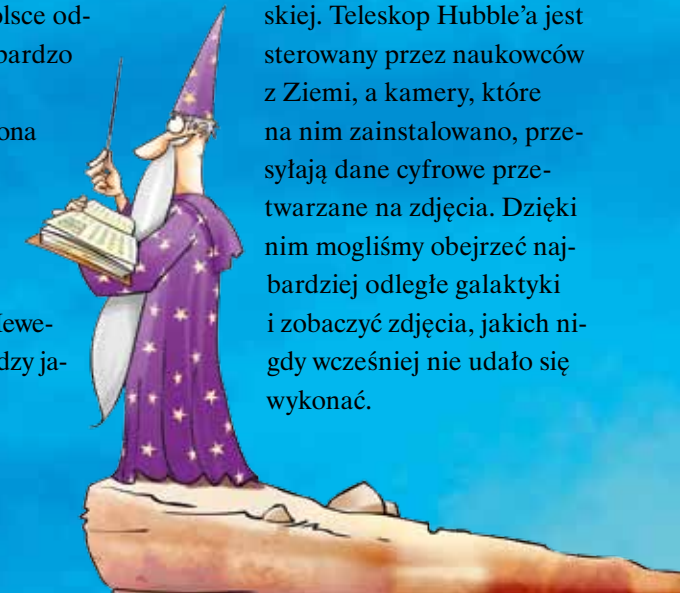
Lustro teleskopu Hubble'a ma 240 centymetrów średnicy. Gdy je budowano, inżynierowie zapomnieli, że na Ziemi działa grawitacja, a na orbicie ciała są w „nieważkości”. Lustro wykrzywiło się, gdy zabrakło siły grawitacji, i trzeba było je poprawiać.

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

Kosmiczny Teleskop Hubble'a

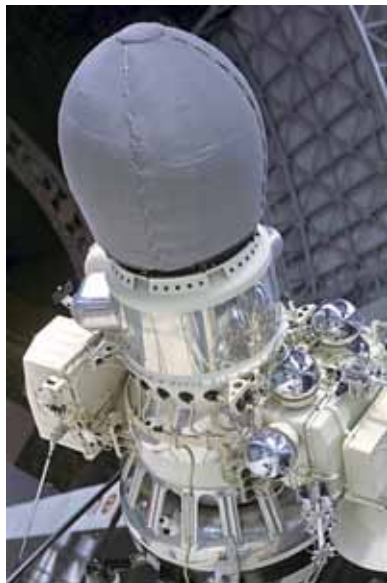
W obserwacji gwiazd z Ziemi bardzo przeszkadza atmosfera naszej planety. To z jej powodu gwiazdy migoczą, szczególnie gdy zanoszą się na niepokogodę. Rozwiązaniem tego problemu okazało się umieszczenie tele-

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.

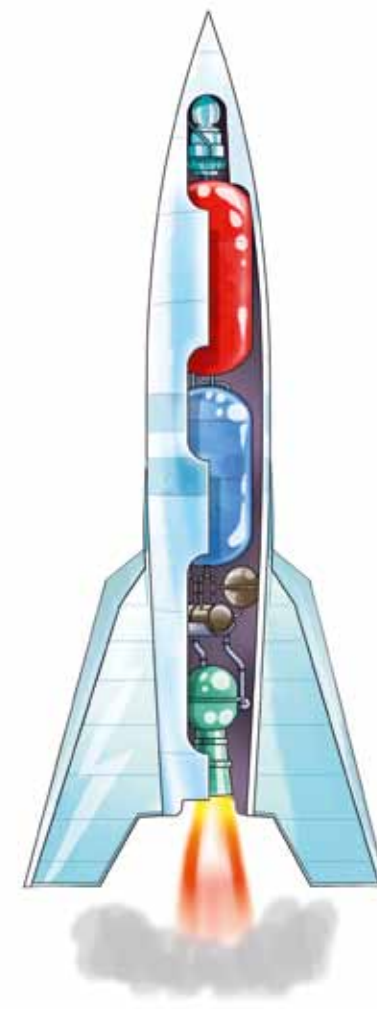
Sputnik 1 był metalową kulą z czterema długimi antenami, które wyglądały jak czułki owada. Niewiele ważył i miał skromne wyposażenie: dwa nadajniki radiowe, wentylator, termometr i urządzenie do mierzenia ciśnienia. Okrążał Ziemię na średniej wysokości 500 kilometrów. Latał przez trzy miesiące i nadawał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

Kierunek Księżyc

Przeszło rok po wysłaniu Sputnika, w styczniu 1959 roku, wystartowała potężna rakietą 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 Koreańcy, 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 rakiety 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 rakietka: powietrze jest wypychane do tyłu, a dzięki temu balon leci do przodu. Startuje powoli, bo początkowo jest ciężki. Tę samą zasadę zastosowano w raketach 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 przerw 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 wcześnie 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 poleciali 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 Księżycy 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 poleciali na Księżyc, nazywał się Apollo, od imienia greckiego boga. Późniejsze misje również się tak nazywały i zawsze w kierunku Księżycy podróżowało trzech astronautów.

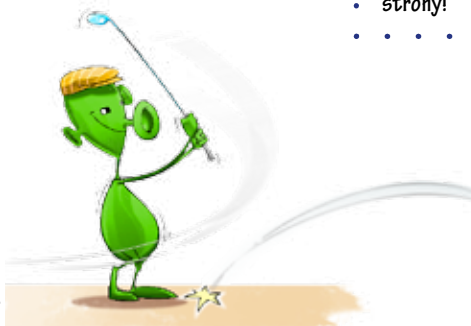
Pierwszymi, którzy stanęli na Księżycu, byli Neil Armstrong i Buzz Aldrin. A stało się to 20 lipca 1969 roku. Statek Apollo 11 osiadł łagodnie na Morzu Spokoju. Astronauci stąpali po powierzchni Księżycy zaledwie dwie godziny, ale Armstrong powiedział, że był to „mały krok dla człowieka, ale wielki skok dla ludzkości”. Czarno-białą i zupełnie niewyraźną transmisję telewizyjną z Księżycy 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 Księżycy. Lżejszy już pojazd obiegił Księżyc 30 razy i ponownie się podzielił. Jeden z astronautów pozostał w stacji na orbicie dookoła Księżycy, 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 osiadł łagodnie na powierzchni Księżycy. Siedem godzin później Neil Armstrong zrobił pierwszy odcisk buta w szarym pyłu. 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. Wypożyczona 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 skierowana 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 Marinera 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 Merkury 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 roztrzaskał 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-

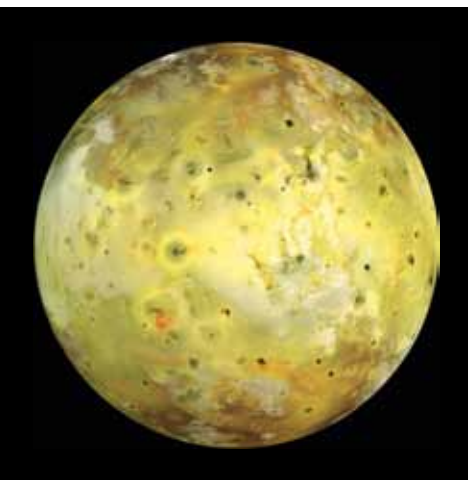
stał pierwsze kolorowe zdjęcia tej planety jak również dwóch jej satelitów – Ganimedesa i Europy.

W marcu 2002 roku namierzono Pioneera 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 zmierzyła 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

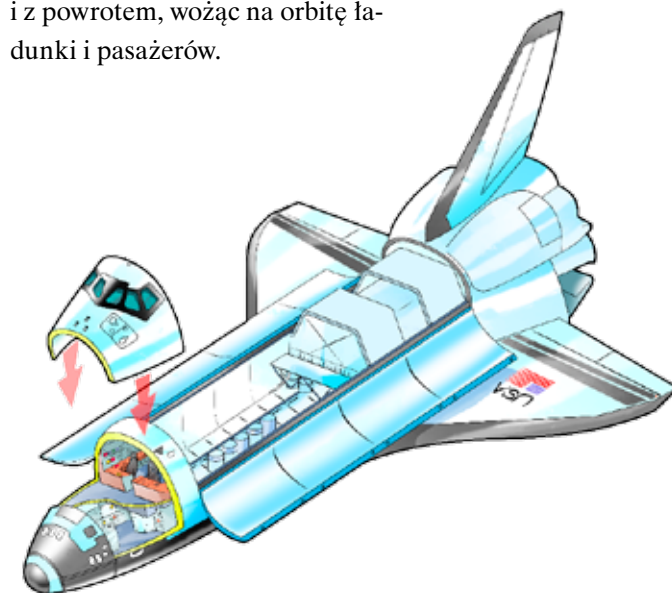
Zrób z kartki papieru dwa samoloty – jeden smukły, z wąskimi skrzydłami i ostrym dziobem. Drugi – z szerokimi skrzydłami. Puść oba. Pierwszy z nich trzeba pchnąć bardzo szybko, aby poleciał. Drugi może lecieć (i lądować) powoli. Taka jest różnica między „zwykłą” rakieta a kosmicznym promem.

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 odległej, zimnej i ciemnej planecie.

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 odwagali 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 – wesołych miasteczkach są specjalne kolejki 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.

Dzisiaj 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. Dzisiaj 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 cią-



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. Wyników 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.



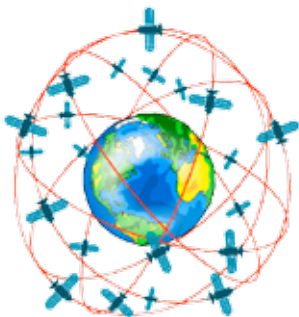
Aby przyzwyczać się do braku grawitacji, astronauta spędzają po wiele godzin dziennie w ogromnym krytym basenie. Mają wtedy na sobie ciężkie kombinizony i muszą wykonywać różne prace. W wodzie panują warunki zbliżone jak w kosmosie, ale nie identyczne. Gdy w przestrzeni kosmicznej wypuszczą z rąk jakiś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

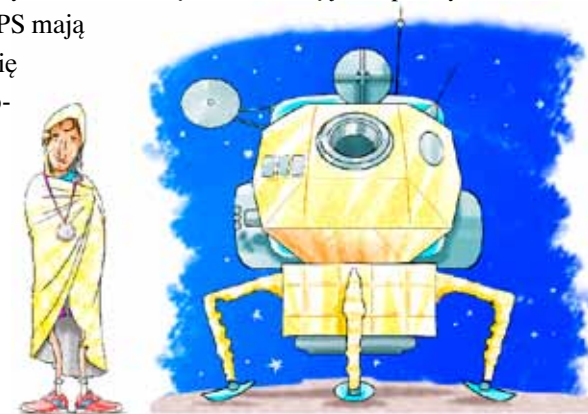
Każdy może obejrzeć zdjęcie własnego domu z góry – wystarczy podać w Internecie adres. Można nawet sprawdzić, czy na podwórku stoi samochód. Tych zdjęć nie robią samoloty, tylko sztuczne satelity Ziemi, udoskonalone wersje Sputnika. Krąży ich dookoła Ziemi tysiące, nawet nie wiadomo, ile dokładnie. Fotografują 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.



To się „optaca”!

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 wylizczyć. 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 „optaciły”.



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 dostrzegłeś.

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” – jutrzeńkę, 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. Gotymi 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 jedne 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: zano-tuj co noc (albo nawet kilka godzin później tej samej nocy), jak są ułożo-ne Io, Europa, Ganymedes, Kalisto. Sprawdź, który z księżyców znajduje się najdalej od Jowisza, a który naj-szybciej 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 odle-głości 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 po-woli, zmienia się zachmurzenie, wschodzi Księżyc. Warto jednak spró-bować. 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 pracowicie zapisywać, po-równując ją z jakąś podobną, sąsiadnią. Jak już będziesz mieć 10 obser-wacji, 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

Wydaje się, jakby nadlatywały z gwiazdozbioru Perseusza. Dlatego nazywane są też „perseidami”. Spada jeden co se-kundę albo i częściej.

Dwa inne roje nadlatują zimą – „geminidy” 13 grudnia, a „kwadrantydy” 4 stycznia. Geminidy przypuszczalnie ściągają 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 kome-ta 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 kil-ka miesięcy przed ich zbliżeniem się do Słońca. Nic dziwnego! Są to tylko duże śniegowe bałwany, a świecą tylko wte-dy, gdy wyparują.

Próbujemy odkryć planetoidy

Są ich miliony. To niewielkie ciała niebieskie, a ich orbity są dalej niż orbita Marsa. Mała planetoida 99 942 Apopis krą-ży 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 „od-wiedziła” sonda Dawn, jest zbyt słaba, aby zobaczyć ją go-łym okiem (ma jasność mniejszą niż 6). Ale bez trudu znaj-dziesz ją za pomocą lornetki. Sprawdź wcześniej w Internecie mapę nieba.

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

ZADANIE DLA CIEBIE

Nie zapomnij pomyśleć o jakimś ży-czeniu, zanim zaczniesz wypatrywać meteoroidów. Przelot trwa sekundę, dwie, więc trzeba mieć je gotowe za-wczasu! Piękną kolekcję meteoroidów znaj-dziesz w Planetarium w Olsztynie.

leskopy. Trzeba te zdjęcia praco-wicie przeglądać. Ale kto znajdzie planetoidę (po angielsku asteroid), może zapropono-wać 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 niezłe 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 przygasa wtedy powoli w środku dnia. Wystraszone ptaki przestają śpiewać i chowają się do swoich nocnych kryjówek. Nagle zaczyna wiać wicher i robi się zupełnie ciemno. Słońce wygląda ja 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, obraczkowe 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 Księżyca 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.



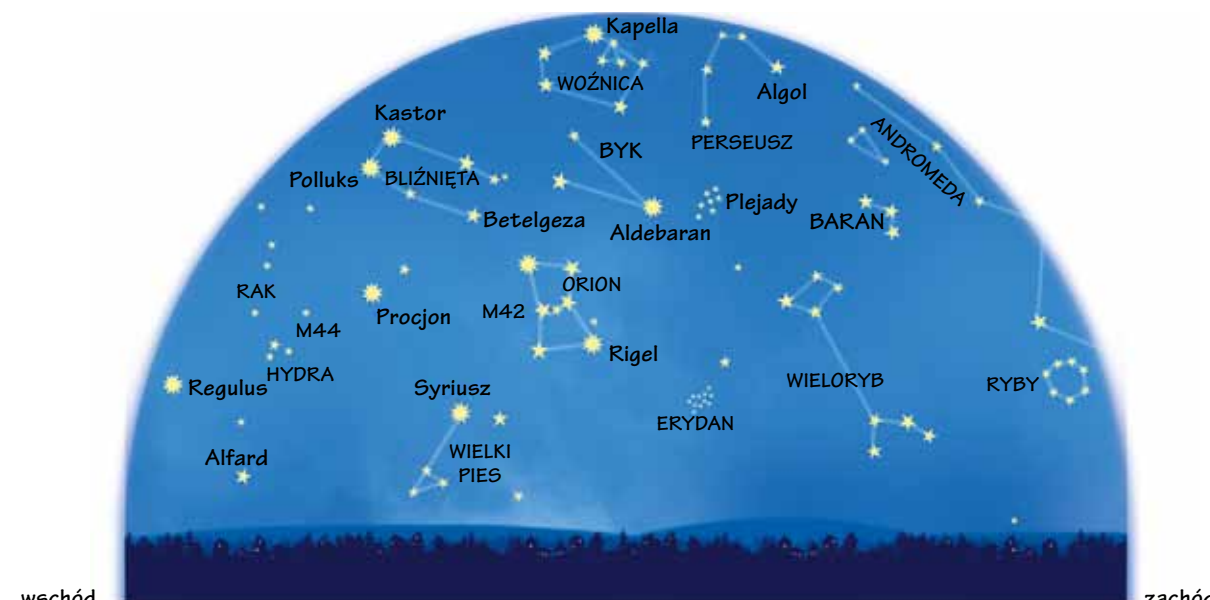
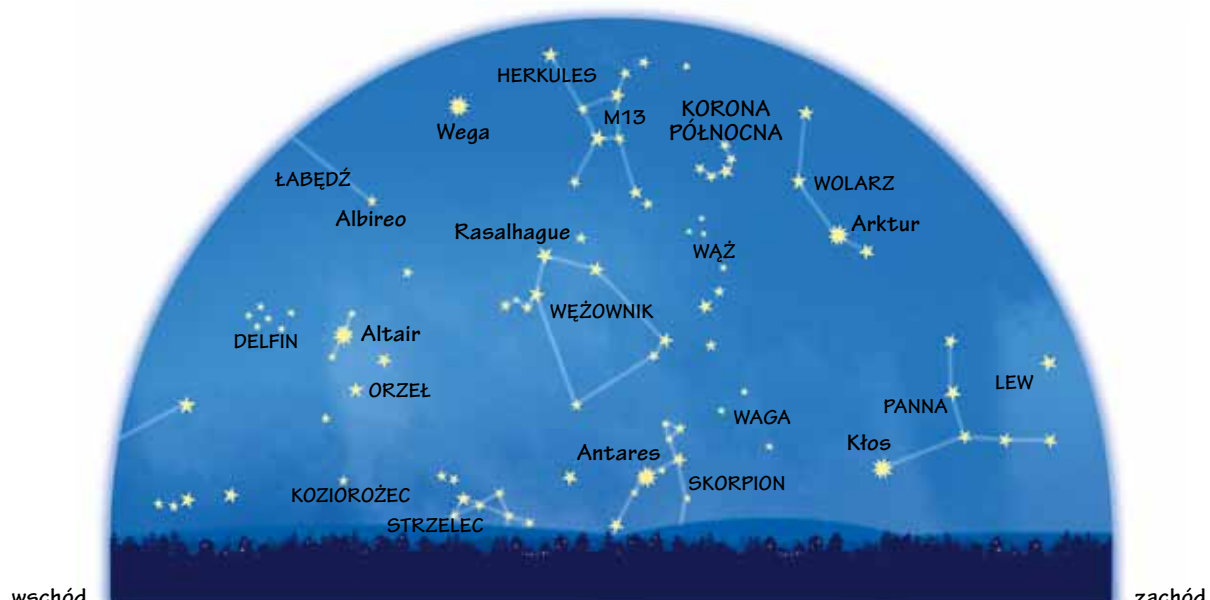
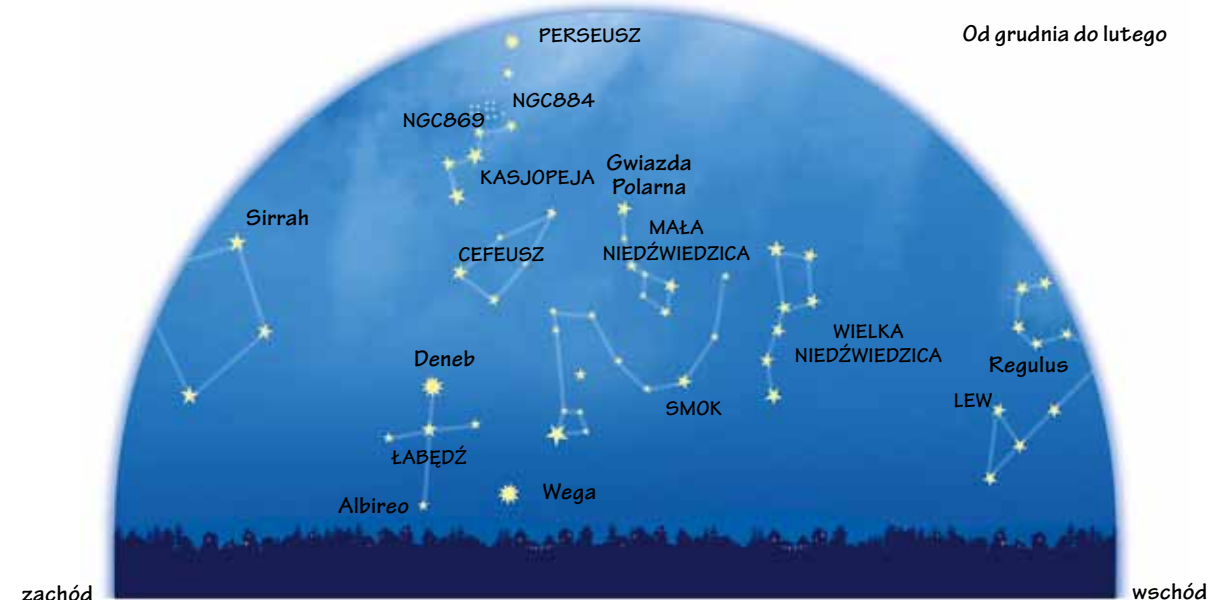
Mapy nieba

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 każdy miesiąc 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.

Od czerwca do sierpnia

Od grudnia do lutego



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 łączących 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 gwiazdozbiornie Łabędzia.
- **Gwiazdozbiór** – inaczej konstelacja układ gwiazd położonych blisko siebie na niebie. Grecy (a za nimi wszyscy inni astronomowie) widzieli w gwiazdozbiornach 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.
- **Odpływ** – przeciwieństwo przyptywu: 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, księżyce dookoła planet, 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** – „górną” część kuli ziemskiej, od równika do bieguna północnego.
 - **Półkula południowa** – „dolną” część kuli ziemskiej, od równika do bieguna południowego.
 - **Protuberancje** – wielkie wybuchy gorącego gazu na powierzchni Słońca widoczne jako gigantyczne jezory 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 księżyce, 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

Handwriting practice area on page 126, featuring 20 horizontal dashed lines for text entry.



Notatki

Handwriting practice area on page 127, featuring 20 horizontal dashed lines for text entry.

Dyplom



Imię i Nazwisko



Mały astronom to książka dla wszystkich,
których fascynuje rozgwieżdżone niebo i tajemnice kosmosu.

Ile jest gwiazd na niebie i jakiego są koloru, do czego służy kalendarz, co to jest
niebieski zwierzynek, czym się różni meteor od meteorytu, jak znaleźć planetoidę,
jak wygląda życie na stacji kosmicznej – na te i wiele innych pytań znajdziesz odpowiedź
w tej fascynującej książce. Jej autor, profesor fizyki, zaprasza dzieci
do wędrówki po Układzie Słonecznym i tajemnikach astronomii.

Spójrz w niebo i zachwyć się gwiazdami!

W serii
Dzielni-samodzielni

Poradnik małego SKAUTA
Przewodnik małego TURYSTY
Praktyczny poradnik UCZNIĄ
Mały FOTOGRAF
Mały INŻYNIER
Poradnik małego PATRIOTY
Poradnik małego KIBICA PIŁKI NOŻNEJ
Poradnik małego HOBBYSTY



www.publicat.pl

ISBN 978-83-245-7112-3



9 788324 571123 >

P.PA.SKT002.1.01.02

cena 29,90 zł

Patronat:



UNIWERSYTET
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU



kolorowy
uniwersytet



parenting.pl

miasto
DZIECI.pl

FOCUS.pl