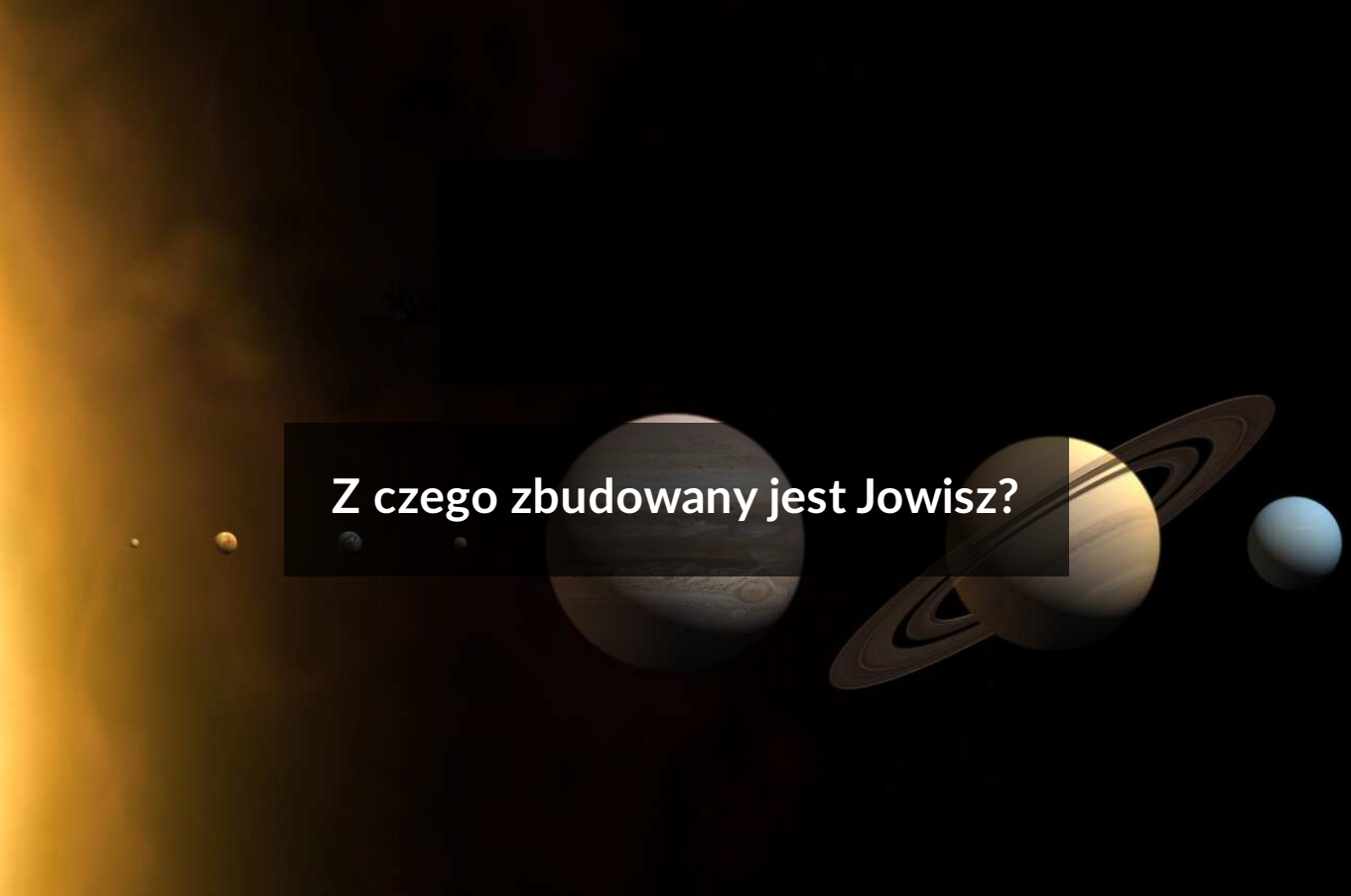


Z czego zbudowany jest Jowisz?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Gra edukacyjna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Z czego zbudowany jest Jowisz?

Źródło: dostępny w internecie: https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/pia12114_0.jpg [dostęp 12.05.2022], domena publiczna.

Czy to nie ciekawe?

Największa planeta Układu Słonecznego to Jowisz. Znany jest z bardzo wyraźnych pasm chmur oraz ogromnych struktur burzowych. Czy zjawiska atmosferyczne na Jowiszu zostały dokładnie zbadane i wyjaśnione? Jowisz posiada bardzo dużo księżyców, z czego najśłynniejsze cztery nazywane są księżycami galileuszowymi. Dlaczego wokół Jowisza krąży prawie 80 znanych naturalnych satelitów, a Ziemia ma tylko jeden Księżyc? Jowisz ze względu na swoją jasność znany jest od starożytności. Wiele misji kosmicznych miało na celu badanie tej ogromnej gazowej planety. Ale, czy to pozwoliło odpowiedzieć naukowcom na wszystkie pytania związane z tą planetą gazową? O tym wszystkim dowiesz się w tym e-materiale.

Twoje cele

- dowiesz się, jak wygląda planeta Jowisz,
- poznasz najważniejsze cechy Jowisza,
- zapoznasz się z najważniejszymi metodami badania Jowisza.

Przeczytaj

Warto przeczytać

1. Rys historyczny

Jowisz jest trzecim najjaśniejszym obiektem na nocnym niebie po Księżycu i Wenus. Jego jasność obserwowana waha się pomiędzy -2.94 mag w **opozycji** a -1.66 mag podczas **koniunkcji**, czyli w zależności od odległości od Ziemi i Słońca. Dzięki temu, że jest jednym z najjaśniejszych punktów na niebie, znany był już w starożytności. Czasami w bardzo pogodne dni może być zauważony również, gdy Słońce jest blisko horyzontu. Babilończycy i starożytni Chińczycy obserwując Jowisza wyznaczyli jego okres obiegu wokół Słońca jako 12 ziemskich lat. W jednej ze starożytnych chińskich ksiąg napisane jest, że chiński astronom w 362 roku p.n.e. odkrył jeden z księżyców Jowisza. Jeżeli jest to prawda, to oznacza, że jeden z księżyców obecnie nazywanych galileuszowymi znany był prawie 2000 lat przed oficjalnie uznawanym odkryciem. Niestety, nie ma potwierdzenia tych obserwacji. Obserwacji czterech największych księżyców Jowisza można dokonywać przy użyciu zwykłej lornetki lub małego teleskopu. Zakładając, że w starożytności atmosfera nie była tak zanieczyszczona i znacznie bardziej przejrzysta, możliwe jest, że chiński astronom dostrzegł jeden z największych księżyców Jowisza gołym okiem.

Rzeczywiście obserwacje i badania Jowisza rozpoczęły się od 1610 roku, kiedy to Galileusz skonstruował pierwszy teleskop i obserwując Jowisza, odkrył cztery największe księżyce Jowisza, spośród 79 obecnie znanych. Astronomowie nie wykluczają, że jest ich więcej. Księżyce galileuszowe to Io, Kalisto, Ganimedes i Europa. Są one jednymi z najmasywniejszych księżyców w Układzie Słonecznym. (więcej na temat księżyców Jowisza znajduje się w e-materiale „Co wiemy o księżycach Jowisza?”).



Rys. 1. Na zdjęciu widać Księżyc, a tuż przy szczycie góry widać Jowisza oraz jego trzy z czterech galileuszowych księżyców. Od lewej Europa, Ganymedes i Kalisto.

Źródło: dostępny w internecie: https://solarsystem.nasa.gov/resources/2298/earths-moon-and-jupiters-moons/?category=planets_jupiter [dostęp 12.05.2022], domena publiczna.

W latach 60. XVII wieku Giovanni Cassini obserwując Jowisza przy użyciu własnego teleskopu zauważył pasy na powierzchni planety. Pierwsze znane rysunki obrazujące Wielką Czerwoną Plamę na jednym z pasów Jowisza pochodzą dopiero z pierwszej połowy XIX wieku.

Obserwacje ówczesnymi teleskopami pozwalały na wyznaczanie dokładnych parametrów orbity zarówno Jowisza jak i księżyców galileuszowych, ale nie umożliwiały analizy pasów. Wyznaczono już wtedy okresy obiegu księżyców. Obserwacje zjawisk w układzie satelitów Jowisza pozwoliły już w XVII w. potwierdzić skończoną prędkość światła, do jej wyznaczenia konieczna byłaby dokładniejsza znajomość jednostki astronomicznej, co określono dopiero pod koniec XVIII wieku.

Bardzo szybki rozwój optyki sprawił, że budowano coraz większe teleskopy, które pozwalały analizować struktury na Jowiszu. Na przełomie XIX i XX wieku badano ruchy pasów atmosfery Jowisza, pojawiające i znikające owalne struktury nazywane burzami oraz zależności pomiędzy nimi. W latach 30. XX wieku prowadzono również badania spektralne, dzięki czemu zidentyfikowano w widmie światła odbitego z Jowisza linie spektralne amoniaku i metanu.

W połowie XX wieku prowadzono obserwacje radiowe, dzięki którym ustalono, że obrót jest najkrótszy wśród planet w Układzie Słonecznym. Okres obrotu wynosi niespełna 10 godzin.

2. Współczesne metody badawcze

Rozwój technologiczny w drugiej połowie XX wieku umożliwił badania Jowisza spoza Ziemi. Wiele ciekawych zdjęć dostarcza Kosmiczny Teleskop Hubble'a. Wyprawy [bezzałogowych misji kosmicznych](#), które badały Jowisza z bliska dostarczały nie tylko interesujących zdjęć zewnętrznych warstw atmosfery, ale również pomiary bardzo silnego pola magnetycznego, składu chemicznego głębszych warstw atmosfery niż te widoczne przez teleskop, jak również dokładne analizy księżyców.

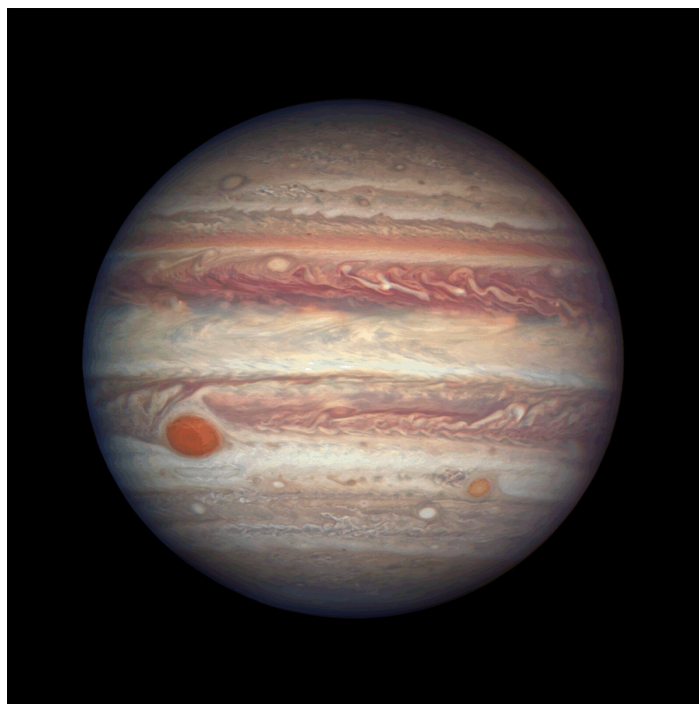
Sondy kosmiczne badające Jowisza to:

- Pioneer 10 w grudniu 1973 roku,
- Pioneer 11 w grudniu 1974 roku,
- Voyager 1 w marcu 1979 roku,
- Voyager 2 w lipcu 1979 roku,
- Ulysses dwukrotnie w lipcu 1992 roku oraz w lutym 2004 roku,
- Cassini w grudniu 2000 roku,
- New Horizons w lutym 2007 roku,

oraz dwie sondy badające Jowisza bezpośrednio z orbity wokół planety:

- Galileo od grudnia 1995 roku do września 2003 roku,
- Juno od lipca 2016 roku (co najmniej do lipca 2021 roku).

Dzięki dokładnym pomiarom bezpośrednim, głównie dzięki misjom Galileo oraz Juno znamy przybliżoną budowę Jowisza, a także bardzo dokładnie zbadano zależności i zjawiska zachodzące w obserwowanej atmosferze planety. Sonda Juno znajduje się na orbicie biegunowej, dzięki czemu dostarcza cennych informacji o zjawiskach atmosferycznych zachodzących na biegunach, które ani z Ziemi ani przez inne sondy kosmiczne nie mogły być obserwowane.



Rys. 2. Zdjęcie Jowisza wykonane przez Kosmiczny teleskop Hubble'a. Na zdjęciu bardzo dokładnie widać pasy chmur na Jowiszu, turbulencje pomiędzy nimi oraz struktury burzowe. Wielka Czerwona Plama, czyli największa znana struktura burzowa na Jowiszu, która jest większa niż Ziemia, widoczna jest na południowej półkuli z lewej strony.

Źródło: dostępny w internecie: <https://esahubble.org/images/heic1708a/> [dostęp 12.05.2022], domena publiczna.

3. Własności Jowisza

Zgodnie z obecnym stanem wiedzy, w budowie wewnętrznej Jowisza wyróżnia się trzy warstwy:

- gęste skaliste jądro (4-14% całkowitej masy planety);
- płaszcz, składający się głównie z ciekłego metalicznego wodoru;
- gęsta atmosfera o grubości ponad 50000 km, płynnie przechodząca w ciekły płaszcz w odległości około 78% promienia Jowisza od jądra.

Niestety współczesna technologia nie pozwala badać dokładnie budowy wewnętrznej planet gazowych.

Parametry fizyczne Jowisza		
Aphelium	5,46 au	Wielka półość orbity = $\frac{\text{peryhelium} + \text{aphelium}}{2} = 5,20$ au
Peryhelium	4,95 au	
Promień równikowy	71492 km 11,209 promienia Ziemi	Gęstość = $\frac{\text{masa}}{\text{objętość}} = 1326$ kg/m ³
Promień biegunowy	66854 km 10,517 promienia Ziemi	
Masa	1,8982 x 10 ²⁷ kg 317,8 mas Ziemi 2,5 razy więcej niż sumaryczna masa pozostałych planet układu	
Przyspieszenie grawitacyjne	24,79 m/s ² 2,528 g _Z	
Okres obiegu wokół Słońca	11,862 ziemskich lat	
Okres obrotu wokół osi	9 h 55 min 30 s	Nachylenie osi obrotu 3,13°

Średnia temp. na powierzchni (ciśnienie 1 bar)	-108°C	
--	--------	--

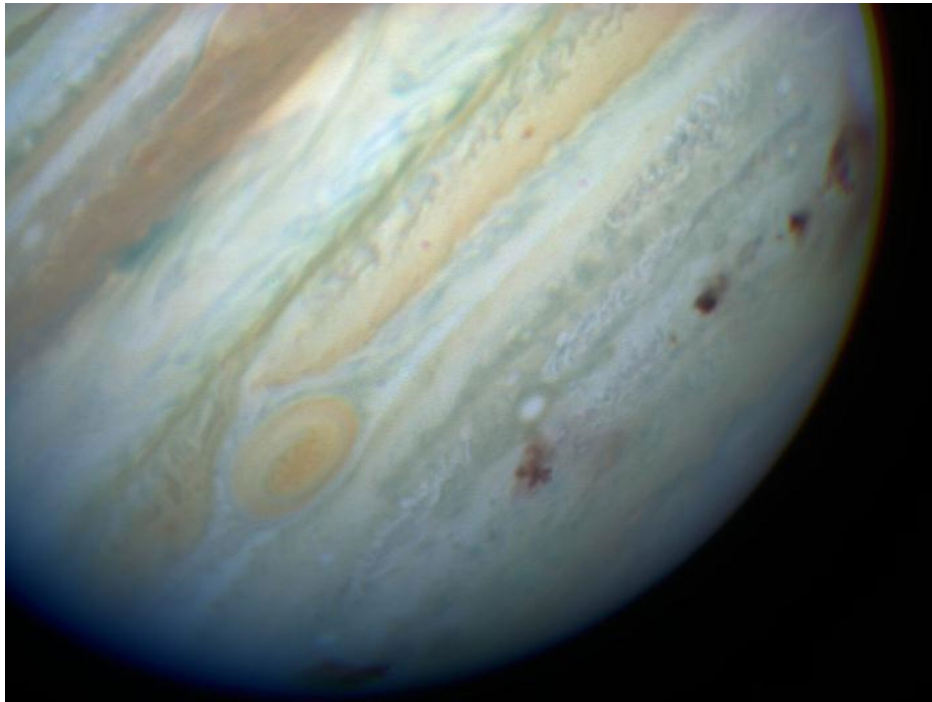
Tabela 1. Podstawowe parametry fizyczne Jowisza oraz jego orbity.

4. Skład atmosfery

Jowisz, jak każda planeta gazowa w Układzie Słonecznym, składa się głównie z wodoru i helu. Jednak atmosfera Jowisza jest najdokładniej zbadaną atmosferą planet gazowych Układu Słonecznego. Dzięki badaniom przeprowadzonym przez próbnik atmosferyczny zrzucony przez sondę Galileo na Jowisza wiadomo, że skład Jowisza jest w zasadzie taki sam niezależnie od głębokości w atmosferze. Zmieniają się jedynie proporcje pomiędzy pierwiastkami. W atmosferze znajduje się około 90% wodoru i ponad 8% helu, natomiast około 1% atmosfery stanowią metan, amoniak, etan, para wodna, związki krzemu, węgla oraz śladowe ilości lodu wodnego, lodu amonowego i wodorosiarczku amonu. Im głębiej w stronę jądra, tym ilość wodoru spada aż do 70%, a wzrasta ilość helu do 24% oraz pozostałych składników do 5%. W najbardziej zewnętrznych warstwach atmosfery znajdują się kryształki amoniaku tworzące chmury oraz śladowe ilości benzenu i innych węglowodorów. Skład ten pokrywa się ze składem chemicznym jaki miała pierwotna mgławica, z której powstał cały Układ Słoneczny. Prawdopodobnie wskutek ewolucji przez ponad 4 miliardy lat istnienia układu planeta wyewoluowała i część pierwiastków z zewnętrznych warstw opadła w głąb planety, dlatego ilość helu i innych pierwiastków poza wodorem wzrasta wraz z głębokością. Badania laboratoryjne sugerują, że w głębszych warstwach atmosfery padają helowo-neonowe deszcze, które odpowiadają za wzrost tych pierwiastków na większych głębokościach.

Prawdopodobnie niewielkie ilości węgla opadając w warstwy planety, gdzie panuje większe ciśnienie i wyższa temperatura, przekształcają się w diamentowe deszcze. Takie zjawisko może mieć miejsce na wszystkich gazowych planetach, gdzie wykryto związki organiczne. Warunki fizyczne panujące w głębokich warstwach atmosfery sprzyjają rozpadowi związków, co powoduje oddzielenie się węgla i wytworzenie diamentów. Struktura płynnego metalicznego płaszcza ze względu na ogromne ciśnienie i dodatnią temperaturę, przyjmuje postać tak zwanego superpłynu (ciecz, której właściwości zależą jedynie od gęstości i ciśnienia, nie występuje w niej transport ciepła).

Ciekawym zjawiskiem, które obserwowane było tylko kilkakrotnie są plamy w atmosferze powstałe w wyniku zderzeń z innymi ciałami, głównie kometami. Jowisz ze względu na swoją ogromną masę może zmienić orbitę drobnych ciał niebieskich, gdy obok niego przelatują. Zdarza się, że obiekt taki wpada z dużą prędkością w atmosferę Jowisza tworząc tak jakby dziurę.



Rys. 3. Fragment atmosfery Jowisza, w którym widać ślad po uderzeniu komety.

Źródło: dostępny w internecie: https://www.nasa.gov/centers/goddard/multimedia/largest/SL9_scars.jpg.html [dostęp 12.05.2022], domena publiczna.

W rzeczywistości jest to reakcja chemiczna pierwiastków w atmosferze z cząsteczkami, z jakich składa się dany obiekt. Jeżeli uderzenie jest bardzo duże, to część wewnętrznej atmosfery zostaje wyrzucona w zewnętrzne warstwy. Sonda kosmiczna Galileo zaobserwowała uderzenie komety Shoemaker-Levy 9 w atmosferę Jowisza. Kometa została rozerwana na kilka kawałków i pozostawiała ślady w atmosferze planety utrzymujące się przez kilka dni. Takie uderzenia umożliwiają również analizę składu chemicznego planety. Dzięki pomiarom spektroskopowym miejsca uderzenia, można wyznaczyć pierwiastki i związki chemiczne, jakie w danym miejscu się znajdują i dokonywać analizy na przestrzeni dni, w których „dziura” w atmosferze znika.

5. Naturalne zjawiska atmosferyczne

W zewnętrznej atmosferze zachodzą bardzo interesujące **zjawiska burzowe**. Pasma chmur układają się wzdłuż równoleżników, które dzielą się na jasne strefy i ciemniejsze pasy. Wzajemne interakcje tych struktur powodują turbulencje i układy burzowe (widoczne na Rys. 2.). Turbulencje takie powodują silne mieszanie się, zazwyczaj w sposób wirowy pasm chmur Jowisza. Układ wirów turbulentnych jest chaotyczny. Ruch taki można porównać z szybkim zlewaniem do jednego pojemnika dwóch różnych płynów o różnej temperaturze, z dużą prędkością mieszania. Prędkość wiatru w miejscach turbulentnych dochodzi nawet do 100 m/s. Pomarańczowe i brązowe zabarwienie chmur jest spowodowane przez związki takie jak fosfor, siarka i węglowodory, które pod wpływem promieniowania ultrafioletowego zmieniają kolor.

Najbardziej znanym zjawiskiem burzowym na Jowisz jest Wielka Czerwona Plama. Jest to trwały antycyklon, który jak dotąd nie zniknął z powierzchni atmosfery planety. Antycyklon jest cyrkulacją atmosferyczną charakterystyczną dla wyżu barycznego, czyli obszaru wysokiego ciśnienia. Na Ziemi, antycyklony zdarzają się w strefie zwrotnikowej, natomiast ze względu na panujące warunki w atmosferze Jowisza, na tym gazowym olbrzymie antycyklony są bardzo powszechne. Antycyklon kręci się przeciwnie do obrotu planety. Pełny obrót Wielkiej Czerwonej Plamy wynosi około 6 dni i obraca się przeciwnie niż pozostałe chmury oraz wystaje ponad 8 km ponad nimi. Wieloletnie badania nie potwierdzają tego, że zmiany w wielkości i kolorze Wielkiej Czerwonej Plamy związane są jedynie z sezonami (porami roku) na Jowisz. Ten charakterystyczny antycyklon pochłania mniejsze struktury burzowe, które wytwarzają się w jego okolicy, co podtrzymuje to zjawisko. Tego typu zjawiska, ale o mniejszych rozmiarach są powszechne w pasmach chmur Jowisza. Jasne owale występujące w pasmach chmur są również burzami, ale wytworzonymi w chłodniejszych regionach atmosfery. Takie zjawiska mogą ukazywać się bardzo szybko w wyniku turbulencji pomiędzy pasmami chmur i zderzeniami wyżów i niżów w atmosferze. Niektóre z nich znikają równie szybko jak się pojawiły, ale znaczna część burz znana jest od bardzo dawna.



Rys. 4. Owalne struktury burzowe w atmosferze Jowisza. W prawym górnym rogu widać Wielką Czerwoną Plamę.

Źródło: dostępny w internecie: https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/hotspot_cover_1280.jpg [dostęp 12.05.2022], domena publiczna.



Rys. 5. Dzięki obserwacjom sondy kosmicznej Juno, znany jest rozkład chmur w okolicy biegunów Jowisza. Na zdjęciach biegun południowy, w zmienionych kolorach wyostrzających struktury atmosfery takie jak turbulencje i burze.

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.jpl.nasa.gov/images/pia21382-jovian-stormy-weather> [dostęp 12.05.2022], domena publiczna.

6. Otoczenie Jowisza

Poza rozbudowanym systemem naturalnych satelitów Jowisz, tak jak wszystkie gazowe olbrzymy ma pierścienie. Są to bardzo niewielkie dyski pyłowo-lodowe, które nie są obserwowane przez teleskopy. Pierścienie zostały odkryte przez sondę Voyager podczas jej przelotu obok planety. Prawdopodobnie pierścienie są w niewielkim stopniu pozostałością po tworzeniu się planety z pierwotnej mgławicy. Pierścienie w znaczącym stopniu zasilane są w materię pochodzącą z księżyców. Podczas zderzeń księżyców z drobnymi ciałami niebieskimi pył zostaje wywiany w przestrzeń i formuje się w dysk wokół Jowisza.

Na orbicie Jowisza znajdują się również Trojańczycy i Grecy, czyli dwie grupy planetoid związane grawitacyjnie z gazowym olbrzymem. Pole grawitacyjne Jowisza przyciągnęło planetoidy z pasa planetoid w tak zwane punkty libracyjne (**punkty Lagrange'a**: L4 i L5) Jowisza. To spowodowało, że planetoidy te poruszają się po orbitach bardzo podobnych do orbity Jowisza wokół Słońca. Znanych jest ponad 7000 trojańczyków jowiszowych.

Słowniczek

opozycja

(ang. *opposition*) - sytuacja, w której Słońce leży po przeciwnej stronie na niebie niż obserwowany obiekt (planeta). Obiekty znajdują się na jednej linii, a Ziemia znajduje się w środku, pomiędzy nimi. Księżyc jest w pełni w momencie opozycji. W przypadku

planet Układu Słonecznego obserwowanych z Ziemi opozycja ma miejsce jedynie dla planet górnych tzn. Marsa, Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna.

koniunkcja

(ang. *conjunction*) – przeciwieństwo opozycji. Sytuacja, w której Słońce leży pomiędzy Ziemią a obserwowaną planetą.

magnitudo [mag]

(ang. *magnitude*) – jednostka używana w astronomii do określania jasności obiektów na niebie. Im większa wartość magnitudo tym słabsza jasność obiektu. Księżyc w pełni to -12,74 mag, Wenus – najjaśniejsza z planet ma -4,6 mag. Ludzkie zdrowe oko dostrzega jasności do 6 mag.

bezzałogowa misja kosmiczna

(ang. *unmanned probe (spacecraft)*) – sonda kosmiczna, która powstaje w celu przeprowadzenia określonego pomiaru lub serii pomiarów wybranego ciała niebieskiego. Astronomowie i inżynierowie współpracują, aby zaplanować dokładnie przelot sondy, w ustalonych rejonach Układu Słonecznego tak, aby koszt całej misji był najniższy, a baza uzyskanych danych jak największa.

zjawisko burzowe

(ang. *storm*) – zjawisko meteorologiczne związane z rozwojem pionowym chmur w atmosferze planety. W zależności od sposobu powstania występują różnego rodzaju zjawiska burzowe. Jedne z najsilniejszych burz to cyklony, tornada, szkwały.

punkty Lagrange'a

(ang. *Lagrange points*) – w układzie dwóch ciał znajduje się przestrzeń, w której ciała o pomijalnie małej masie nie będą poruszać się względem tych dwóch ciał. W przypadku układu Słońce – planeta, znajduje się 5 takich punktów. Trojańczycy (na orbicie Jowisza) znajdują się zawsze w punktach L4 i/lub L5.

Gra edukacyjna

Pobaw się i sprawdź swoje wiadomości na temat Jowisza

Gra edukacyjna, którą masz przed sobą, przypomina wirtualną podróż statkiem kosmicznym. Jako młody kosmonauta przemierzasz przestrzeń kosmiczną naszego Układu Słonecznego. Odpowiadając poprawnie na kolejne pytania przemieszczasz się w dalsze jego zakątki.

W trakcie podróży zdarza się, że statek ulega awarii i jako kosmonauta musisz go naprawić, prawidłowo odpowiadając na pytanie związane z problematyką lotu. W każdej chwili możesz skorzystać z podpowiedzi wciskając guzik „Houston, mamy problem”.

Za każdą poprawną odpowiedź zdobywasz 1 punkt. Jeżeli jednak korzystasz z podpowiedzi przed wybraniem odpowiedzi, zyskujesz 0,5 pkt. Jeżeli raz poprawiasz odpowiedź, dostajesz o 0,25 pkt mniej, lecz po drugiej poprawce przechodzisz do następnego pytania bez dopisania punktów.

Gra składa się z trzech etapów, każdy kolejny jest trudniejszy i dotyczy innych zagadnień:



1. Sondy kosmiczne badające Jowisza.
2. Własności Jowisza.
3. Obserwacje Jowisza.

Do następnego etapu możesz przejść tylko wtedy, gdy osiągniesz minimalną, wyświetlaną w komunikacie liczbę punktów. Jeśli masz ich mniej – rozpoczynasz grę od początku.

Życzymy powodzenia i miłego lotu!

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

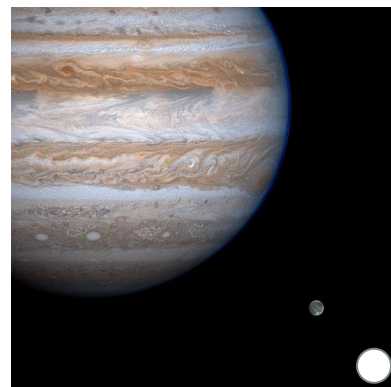
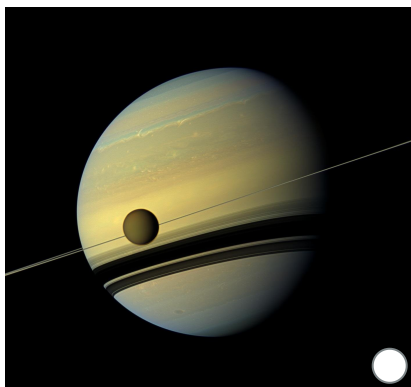
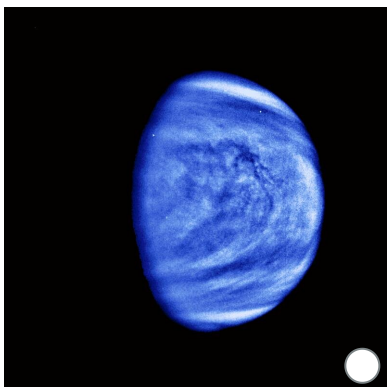
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Na którym zdjęciu widać Jowisza?



Źródło: dostępny w internecie: https://solarsystem.nasa.gov/resources/179/colorful-colossuses-and-changing-hues/?category=planets_saturn [dostęp 12.05.2022], <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA02837> [dostęp 12.05.2022], https://solarsystem.nasa.gov/resources/575/venus-cloud-patterns/?category=planets_venus [dostęp 12.05.2022], domena publiczna.

Ćwiczenie 2



Jakim typem planety jest Jowisz?

lodowy olbrzym

skalista

gazowy olbrzym

Ćwiczenie 3



Którą planetą od Słońca jest Jowisz? Odpowiedź wpisz przy pomocy cyfry arabskiej.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 4



Które z wymienionych księżyców są księżycami galileuszowymi Jowisza?

Tytan , Fobos , Ariel , Mimas , Io , Nereida ,
Enceladus , Dione , Ganimedes , Charon , Tryton , Rhea ,
Europa , Kalisto .

Ćwiczenie 5



Z czego głównie zbudowany jest Jowisz?

amoniak, metan, etan

lód wodny, gazy i drobiny skalne

wodór, hel

Ćwiczenie 6



Czy Jowisz ma pierścienie?

Nie

Tak

Ćwiczenie 7



Ile jowiszowych dób mieści się w jowiszowym roku? Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



Ile czasu biegłby sygnał wysłany z Jowisza na Ziemię, jeżeli w momencie nadania sygnału Jowisz znajdował się w opozycji? Do obliczeń przyjmij średnie odległości Ziemia-Słońce i Jowisz-Słońce. Wynik podaj w zaokrągleniu do pełnych minut.

Odpowiedź: minut

Ćwiczenie 9



Jaka jest różnica czasu w dotarciu promieni świetlnych ze Słońca do Jowisza porównując aphelium i peryhelium? Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

Odpowiedź: min.

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Z czego zbudowana jest największa planeta Układu Słonecznego?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; przelicza wielokrotności i podwielokrotności;</p> <p>18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.</p> <p>IV. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:</p> <p>9) opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej, roku świetlnego i parseka.</p>

Kształowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: <ul style="list-style-type: none"> • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: <ol style="list-style-type: none"> 1. podaje najważniejsze cechy budowy Jowisza. 2. potrafi odróżnić na fotografiach Jowisza od innych planet. 3. wyjaśnia sposoby badania Jowisza. 4. tłumaczy trudności związane z badaniem planet gazowych.
Strategie nauczania:	Game-based learning
Metody nauczania:	<ul style="list-style-type: none"> - pokaz multimedialny, - analiza pomysłów, - grywalizacja.
Formy zajęć:	praca w parach
Środki dydaktyczne:	komputery lub urządzenia multimedialne dla uczniów w celu rozegrania gry
Materiały pomocnicze:	e-materiał „ Co to są gazowe olbrzymy? ”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Nauczyciel rozpoczyna zajęcia od pytania: Która planeta Układu Słonecznego jest największa? Następnie nauczyciel prowadzi otwartą krótką dyskusję na temat Jowisza notując na tablicy fakty z dotychczasowej wiedzy, które przytaczają uczniowie (nie wszyscy uczniowie muszą się z nimi zgadzać). Nauczyciel pyta uczniów, czego chcieliby się dowiedzieć o Jowiszu? Co byłoby dla nich ciekawe? Na tablicy wypisane zostają cele lekcji w oparciu o opinie uczniów.</p>	
Faza realizacyjna:	

Uczniowie w parach rozgrywają grę edukacyjną z tego e-materiału. Każda para musi zanotować swój wynik i czas przebiegu gry. Nauczyciel tworzy ranking: wygrywa para, która miała najwięcej punktów i najlepszy czas. Nauczyciel kontroluje każdy etap gry i stara się stworzyć zestawienie zagadnień, z którymi uczniowie radzili sobie najslabiej (parametry fizyczne, rozkład księżyców i pierścieni, skład chemiczny warstw Jowisza). Można zrobić to zestawienie na podstawie opinii samych uczniów.

Nauczyciel przeprowadza pogadankę połączoną z dyskusją na tematy, które najbardziej zaniekawiły uczniów oraz sprawiły im największą trudność w grze. Uczniowie biorą czynny udział w pogadance – jeżeli, ktoś z uczniów zna interesujący fakt o Jowiszu powinien zaprezentować to klasie. Uczniowie muszą sprawdzić, czy fakty przedstawione na początku lekcji – zanotowane na tablicy, są zgodne z prawdą.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel prezentuje w zwartej i jasnej formie najważniejsze cechy charakterystyczne Jowisza w oparciu o propozycje uczniów.

Uczniowie przygotowują zestaw ćwiczeń sprawdzających (ilość zadań zależy od nauczyciela, ale każda para musi mieć ich tyle samo) wraz z odpowiedziami na oddzielnej kartce w parach dobranych przez nauczyciela: osoba, która miała najlepszy wynik w grze z osobą z najslabszym wynikiem. Dobór w pary powinien mieć na celu zmobilizowanie uczniów do wzajemnego uczenia. Pary zamieniają się zestawami zadań. Następnie kolejna para po rozwiązaniu zadań otrzymuje odpowiedzi do zadań oraz test wypełniony przez inną parę. Uczniowie sprawdzają się nawzajem. Jeżeli dana para nie zgadza się z zaproponowaną odpowiedzią, spór należy przedyskutować na forum klasy i wybrać wspólnie prawidłową pełną odpowiedź.

Nauczyciel pyta uczniów, czy osiągnęli postawione cele, w jakim stopniu pogłębili swoją wiedzę na temat Jowisza. Ranking najlepszych wyników w grze i w teście samosprawdzającym może posłużyć ewaluacji uczniów. Każdy e-materiał o planetach zawiera gry edukacyjne bazujące na pytaniach i odpowiedziach. Nauczyciel może połączyć rozgrywki gry o każdej planecie. Ten e-materiał, warto połączyć z e-materiałem „**Co wiemy o księżycach Jowisza?**”.

Praca domowa:

Zadania 1-6 z zestawu ćwiczeń obowiązkowe dla wszystkich. Praca domowa dla chętnych:

- Zadania 7-9 z zestawu ćwiczeń.
- Czy znana jest planeta pozasłoneczna, która jest podobna do Jowisza?
- Jakimi metodami odkrywa się gorące jowisze? – pracę należy wykonać w formie prezentacji multimedialnej, plakatu lub gazetki szkolnej.

**Wskazówki metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium:**

Pytania w grze edukacyjnej mogą posłużyć uczniom do powtórzenia i utrwalenia wiadomości o Jowiszu.