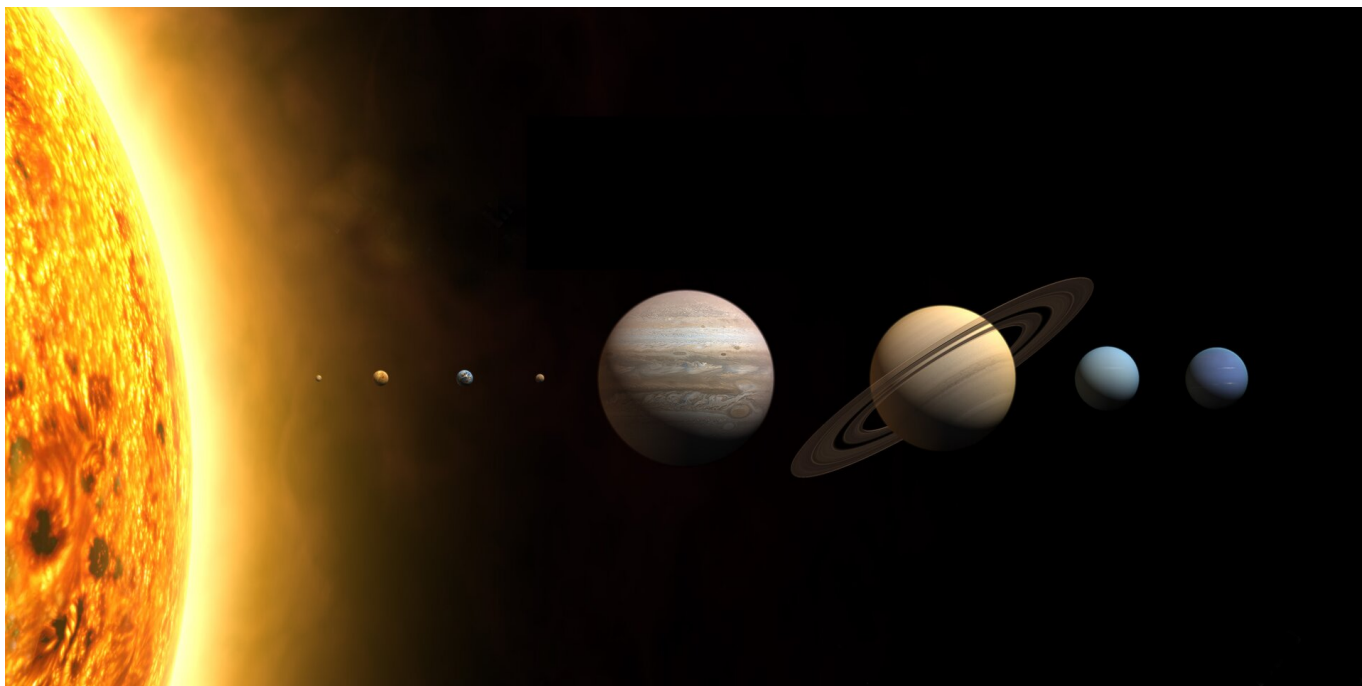




Jaki jest Neptun?

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



Źródło: dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planets2013-uk.svg> [dostęp 13.05.2022], licencja: CC BY-SA 4.0.

Czy to nie ciekawe ?

Neptun to ostatnia znana planeta Układu Słonecznego. Mimo, że jest tak bardzo oddalony od Słońca nie jest najzimniejszą planetą. Jest jednym z dwóch lodowych olbrzymów w naszym układzie planetarnym. Pod względem wyglądu i budowy jest bliźniaczo podobny do Urana. Jest nieco cięższy od niego i ma mniejszy promień. Występują na nim huragany i burze nazywane Wielkimi Plamami – podobnie jak na Jowiszu. Skąd się biorą zjawiska pogodowe na Neptunie? Będąc najdalszym tak masywnym obiektem Układu Słonecznego ma również ogromny wpływ na ciała znajdujące się w jego pobliżu. Jak bardzo Neptun zmienił kształt i wygląd wewnętrznych części pasa Kuipera? Czy Neptun jest aktywną planetą, mającą wpływ na swoje otoczenie? Czym różni się od Urana? O tym dowiesz się w tym e-materiale.

Twoje cele

- dowiesz się, z czego zbudowany jest Neptun
- poznasz metody, jakimi badana była najdalsza planeta Układu Słonecznego
- przeanalizujesz wpływ Neptuna na inne ciała niebieskie.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Neptun jest ósmą, a zarazem ostatnią planetą w Układzie Słonecznym. Oddalony jest od Słońca o około 30 [au \(jednostek astronomicznych\)](#). To jedyna planeta, która została odkryta na drodze analizy toru innej planety - Urana. Po odkryciu Urana cały czas obserwowano jego ruch na niebie. Odkryto zaburzenia ruchu w stosunku do obliczeń wynikających z praw Newtona. Na tej podstawie obliczono, że takie zaburzenia może powodować ciało o podobnych rozmiarach co Uran, ale oddalone o około 30 au od Słońca. Rozpoczęto poszukiwania ósmej planety, której obecność była dla astronomów oczywista. Dokładnie 23 września 1846 roku astronomowie po raz pierwszy dostrzegli Neptuna przez teleskop na niebie w miejscu oddalonym zaledwie o jeden stopień od położenia, które przewidział (i podał jego współrzędne) Urbain Le Verrier (Francuz). W tym samym czasie obliczeń dokonywał inny astronom, John Couch Adams (Anglik), którego obliczenia różniły się o 12 stopni od rzeczywistego położenia Neptuna. Przez wiele miesięcy toczył się spór pomiędzy krajami o to, kto jest odkrywcą ósmej planety. Ostatecznie po wielu sporach, kłótniach i nieporozumieniach to Le Verrier został uznany za odkrywcę Neptuna.

Ze względu na dużą odległość Neptuna od Ziemi nie jest on widoczny gołym okiem. Jego jasność waha się pomiędzy +7.7 a +8 [mag](#). Możemy go badać jedynie przy pomocy dużych teleskopów takich, jak Hubble Space Telescope (więcej na jego temat znajdziesz w e-materiale pt. „Co wiemy o teleskopie Hubble’a?”), przy pomocy misji kosmicznych oraz z użyciem największych naziemnych teleskopów. Niestety, do tej pory do Neptuna tylko przelotnie zbliżyła się jedna sonda kosmiczna. Było to dokładnie 25 sierpnia 1989 roku. Voyager 2 (więcej na temat misji znajdziesz w e-materiale pt. „Bezzałogowe misje kosmiczne”) cały czas przemierza Układ Słoneczny w celu badania najdalszych regionów naszego układu planetarnego, ale obok Neptuna i jego dwóch księżyców jedynie przeleciała robiąc serię zdjęć i pomiarów. Dzięki tej misji poznaliśmy dokładny skład chemiczny Neptuna, odkryto pierścienie wokół planety (do tej pory sądzono, że jest tylko jeden) oraz odkryto 6 księżyców.

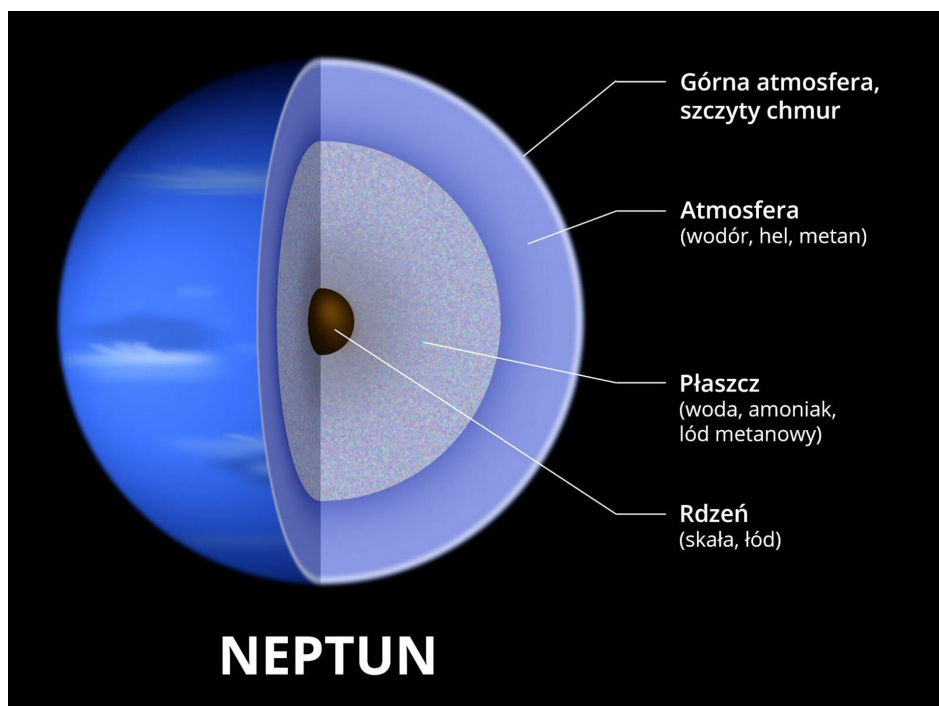
Neptun należy do grupy planet nazywanych lodowymi olbrzymami. Jest to podgrupa gazowych olbrzymów, które znajdują się daleko od Słońca, przez co w ich skład wchodzi duże ilości lodu. Jest na nich bardzo zimno, więc gazy, które je tworzą są w części zestalone, czyli są bryłami lodu. Standardowy model budowy lodowych olbrzymów zawiera trzy warstwy: jądro, płaszcz i gęstą atmosferę.

W przypadku Neptuna warstwy te są takie:

- skaliste jądro o promieniu poniżej 20% promienia całej planety, masie około 1,2 masy Ziemi,
- duży lodowy płaszcz o promieniu około 70% promienia planety, masa około 10-15 mas Ziemi (tyle co cały Uran),
- rozległa gazowa atmosfera grubości około 20 km.

Jądro Neptuna, składające się głównie z żelaza i krzemianów, jest bardzo ciepłe (5400 K), przez co w płaszczu planety również panuje dodatnia temperatura. Ciśnienie w jądrze jest milion razy większe niż ciśnienie na powierzchni Ziemi oraz dwa razy większe niż w jej jądrze. Im dalej od jądra, tym bardziej temperatura spada, aż do powierzchni, na której panują temperatury ujemne. Na głębokości atmosfery, gdzie panuje ciśnienie 50 barów temperatura wynosi 0 stopni Celsjusza (273 K).

Atmosfera składa się głównie z wodoru i helu, jednak zawiera szczątkowe ilości metanu – około 1%. Mimo, że Uran posiada więcej cząsteczek metanu w górnej warstwie atmosfery, Neptun ma bardziej intensywny odcień niebieski. W przypadku gazowych olbrzymów zawierających metan, kolor planety jest efektem absorpcji światła w pasmach czerwonych i podczerwonych przez cząsteczki metanu. Neptun powinien mieć bledszy odcień niebieskiego. Prawdopodobnie intensywna barwa tej planety nie zależy jedynie od ilości metanu w atmosferze. Inny, nieznany czynnik sprawia, że Neptun ma intensywnie niebieski kolor.



Rys 1. Struktura wewnętrzna Neptuna.

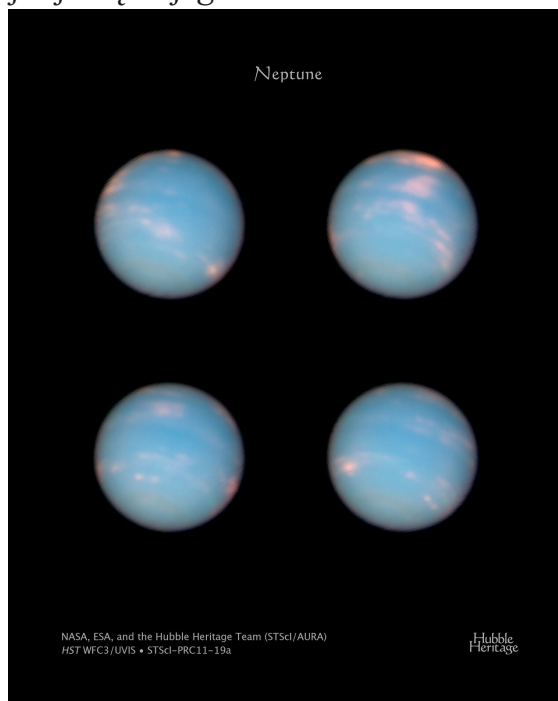
Źródło: dostępny w internecie: http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/gallery/Neptune_Int.jpg [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Parametr	Informacje	
aphelium	30,33 au	Wielka półoś orbity 30,11 au

peryhelium	29,81 au	
Promień równikowy	24764 km (3,88 promienia Ziemi)	Średnia gęstość 1638 kg/m ³
Promień biegunowy	24341 km (3,83 promienia Ziemi)	
masa	1.024 x 10 ²⁶ kg (17,147 mas Ziemi)	
Przyspieszenie grawitacyjne	11,15 m/s ² (1,14 g)	
Okres obiegu wokół Słońca	164,79 ziemskich lat	
Okres obrotu wokół osi	16h 6min 36s	Nachylenie osi obrotu 28,32°
Średnia temp. na powierzchni	-201 °C	

Tabela 1. Podstawowe parametry fizyczne Urana oraz jego orbity.

Planety gazowe nie mają wyraźnej powierzchni, takiej jak ta, którą widzimy na Ziemi i innych planetach skalistych. Na planetach gazowych poziom powierzchni określa się jako przestrzeń w gazie, gdzie ciśnienie wynosi 1 bar (100000 Pa). Poziom określany powierzchnią Neptuna znajduje się w jego atmosferze.

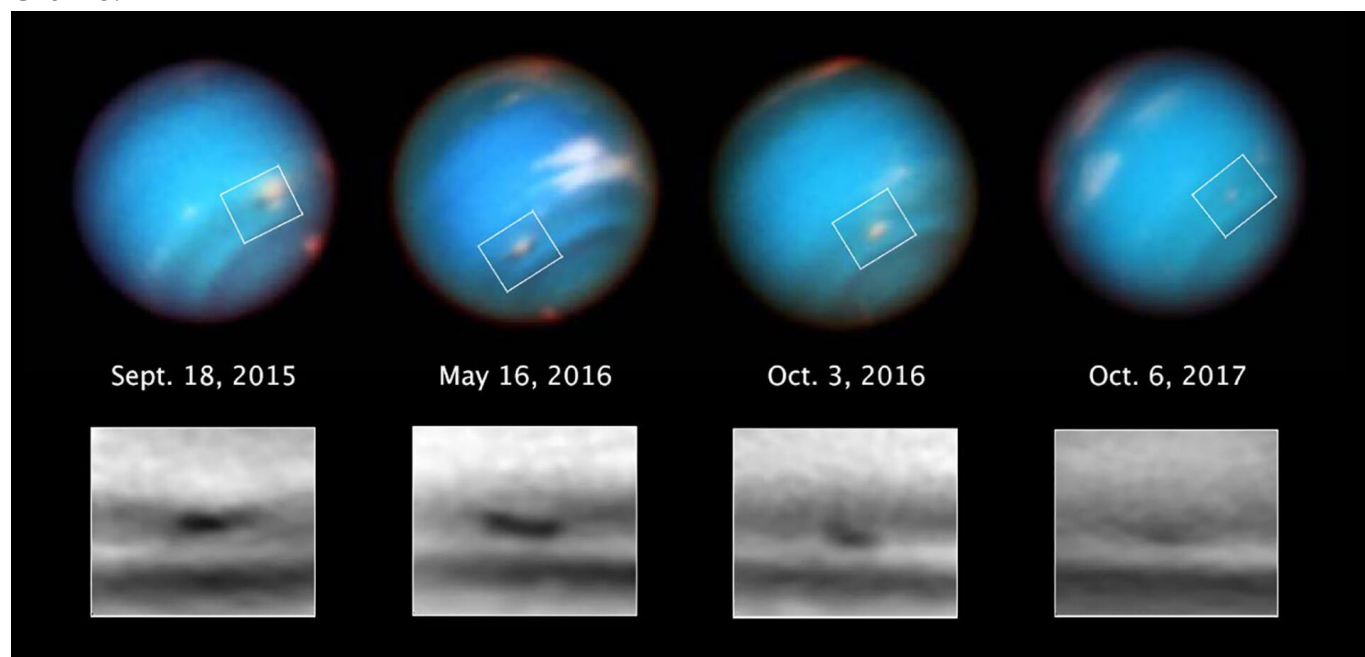


Rys 2. Zdjęcie wykonane przez kosmiczny teleskop Hubble'a przedstawia 4 oblicza Neptuna. Każde ze zdjęć było wykonane z odstępem kilku godzin. Widać na nich pasma chmur.

Źródło: dostępny w internecie: <https://cdn.spacetelescope.org/archives/images/thumb700x/ann1115a.jpg> [dostęp 13.05.2022], licencja: CC BY 4.0. <https://esahubble.org/copyright/>.

Oś obrotu Neptuna jest nachylona pod kątem około 28° do płaszczyzny orbity. Kąt ten jest podobny do nachylenia Ziemi (23°) lub Marsa (25°). Takie nachylenie sprawia, że na planecie występują pory roku. W przypadku Neptuna jedna pora roku trwa 40 ziemskich lat, bo cały neptuński rok trwa ponad 164 lata ziemskie.

Jedną z głównych różnic pomiędzy Uranem a Neptunem są zjawiska pogodowe występujące w atmosferze. Neptun ma widoczne pasma chmur, regiony burzowe podobne do tych występujących na Jowisie. Największy region burzowy nazywany jest Wielką Ciemną Plamą. Prędkość wiatrów w tej strukturze chmur osiąga 600 m/s. Mniejszy region burzowy nazywany jest Małą Ciemną Plamą. Burze te pojawiają się i znikają. Czasami tworzą się koliste struktury chmur, które również nazywane są burzami. Ruch chmur w atmosferze odbywa się z różnymi prędkościami: od 20 m/s aż do 400 m/s, w zależności od regionu. Znacząca część chmur porusza się odwrotnie niż obraca się sama planeta. Rozkład pierwiastków w atmosferze zależy od szerokości geograficznej. W okolicy równikowej znajduje się nawet 100 razy więcej metanu i etanu niż w regionach okołobiegunowych. Różnice te prawdopodobnie nie wynikają z wewnętrznych zmian w atmosferze, a związane są z klimatem i zjawiskami atmosferycznymi. Tak silnych zjawisk nie zaobserwowano na Uranie.



Rys. 3. Mozajka zdjęć wykonanych na przestrzeni dwóch lat ukazująca znikającą Ciemną Plamę Neptuna.

Źródło: dostępny w internecie: <https://stsci-opo.org/STScI-01EVT0Y6E4BYE6J0AFHQKF131A.png> [dostęp 13.05.2022], domena publiczna. <https://hubblesite.org/copyright>.

Na wszystkich lodowych olbrzymach prawdopodobnie występują diamentowe deszcze w niższych obszarach atmosfery i w płaszczu, ponieważ warunki tam panujące sprzyjają tworzeniu się diamentów. W głębokich warstwach płaszczu istnieją warunki (odpowiednio wysoka temperatura i ciśnienie), w których diament się rozpuści, ale nie przemieni w grafit. W tych miejscach prawdopodobnie istnieją diamentowe oceany. Warunki fizyczne, jakie prawdopodobnie panują w tak głębokich warstwach lodowych olbrzymów zostały odtworzone w laboratorium. Z tworzywa zawierającego cząsteczki zbudowane z atomu

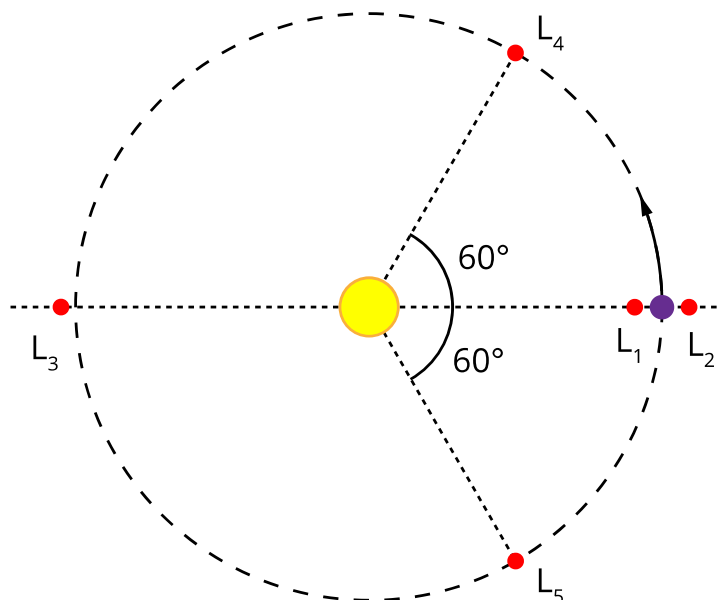
węgla i 4 atomów wodoru (z takich atomów zbudowany jest metan) doświadczalnie otrzymano diamenty, które po zwiększeniu temperatury i ciśnienia roztopiły się. Niestety, potwierdzić tę teorię można jedynie poprzez wysłanie specjalnej sondy w głąb lodowych olbrzymów zawierających metan.

Neptun ma 14 znanych księżyców. Jeden z nich – Tryton – porusza się po kołowej orbicie i jest najmaszywniejszym naturalnym satelitą tej planety. Jego masa stanowi 99,5% całej masy, jaką znajduje się na orbitach wokół planety. Jego orbita powoli zacieśnia się, przez co księżyc przesuwa się stronę Neptuna. Z tego powodu za kilka miliardów lat Tryton zostanie rozerwany w polu grawitacyjnym planety. Księżyc ten znajduje się na orbicie zaledwie 30 tysięcy km mniejszej niż orbita naszego Księżyca, ale porusza się po niej 5 razy szybciej. Został odkryty zaledwie 17 dni po Neptunie. Jego ruch wokół planety jest ruchem wstecznym, czyli porusza się przeciwnie niż obraca się planeta. Jest to jedyny znany duży księżyc w Układzie Słonecznym, który porusza się w taki sposób. Prawdopodobnie była to planeta karłowata, która została przechwycona przez pole grawitacyjne Neptuna z pasa Kuipera. Pozostałe 13 księżyców Neptuna to małe ciała niebieskie, które prawdopodobnie również zostały przechwycone z pasa Kuipera. Odkryte zostały dopiero w drugiej połowie XX i na początku XXI wieku. Jeden z nich, Nereida, porusza się po najbardziej wydłużonej orbicie w Układzie Słonecznym. Ekscentryczność tej orbity wynosi ponad 0,75, co oznacza, że księżyc ten w [apocentrum](#) jest siedem razy dalej od Neptuna niż w [perycentrum](#). Wszystkie księżyce zostały nazwane od imion bóstw morskich (w kolejności występowania): Najada, Talassa, Despoina, Galatea, Larissa, Hippokamp, Proteusz, Tryton, Nereida, Halimede, Sao, Laomedea, Psamathe, Neso.

Neptun ma również pierścienie. Zostały one odkryte przez sondę Voyager 2 – wcześniej sądzono, że jest tam tylko jeden pierścień. To szczątkowe ilości pyłów krzemianowych lub węglowych i lód otaczający planetę. Ich badanie i analiza przez teleskopy naziemne w czasach ich odkrycia była niemożliwa. Dopiero na początku XXI wieku, przy użyciu ogromnych teleskopów, można było rozpocząć dokładniejsze badania tych struktur.

Tak, jak Jowisz ma ogromny wpływ grawitacyjny na pas planetoid (więcej na ten temat w e-materiale „Z czego zbudowany jest Jowisz?”), tak też Neptun ma duży wpływ na pas Kuipera. Pas Kuipera to pierścień małych lodowych ciał niebieskich i pyłu, znajdujący się tuż za orbitą Neptuna i rozciągający się do odległości około 25 au od niego. Neptun bardzo silnie oddziałuje z drobnymi ciałami znajdującymi się w jego otoczeniu, głównie zmieniając ich orbity. Luka występująca w pasie Kuipera w regionie 40–42 au od Słońca jest wynikiem destabilizacji orbit. Ponadto Neptun znajduje się w [rezonansie orbitalnym](#) z wieloma ciałami znajdującymi się w pasie Kuipera – ogólnie obiekty takie nazywa się transneptunowymi. Najbardziej powszechnym jest rezonans orbitalny 2:3 i 1:2 z obiektami pasa Kuipera. Obiekty znajdujące się w rezonansie 1:2 nazywane są twotino, a obiekty znajdujące się w rezonansie 2:3 nazywane są plutonkami (plutino). Znanych jest co najmniej 200 obiektów należących do plutonek, a najbardziej znanym z nich jest Pluton (planeta karłowata, o której więcej informacji znajduje się w e-materiale „Planety karłowate – Pluton i Ceres – jak mogą

wyglądać?”). Dwa pełne obiegi Plutona to trzy pełne obiegi Neptuna. Drugą najbardziej znaną zależnością pomiędzy Neptunem a ciałami niebieskimi jest rezonans 1:1 z planetoidami nazwanymi trojańczykami. Planetoidy te znajdują się w stałej odległości od Słońca i planety, to znaczy w punktach Lagrange’a lub inaczej w punktach libracji (Rys 4.). Znamy 19 planetoid znajdujących się w punkcie L₄ oraz 3 znajdujące się w L₅.



Rys 4. Schemat obrazuje położenie punktów Lagrange’a na orbicie planety (niebieska kropka) krążącej wokół Słońca (żółta kropka).

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Neptun, jak wszystkie planety gazowe, pozostawia wiele pytań, na które astronomowie cały czas szukają odpowiedzi. Niestety, żadna agencja kosmiczna nie planuje misji kosmicznej mającej na celu dokładniejsze badania Neptuna z orbity wokół planety. NASA rozważa stworzenie sondy, która ponownie przeleci w pobliżu Neptuna i Trytona w podróży do innych ciał niebieskich znajdujących się w pasie Kuipera.

Słowniczek

magnitudo [mag]

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.

perihelium

punkt na orbicie ciała niebieskiego obiegającego Słońce, znajdujący się w miejscu największego zbliżenia obu ciał. Słońce znajduje się w jednym z ognisk orbity.

aphelium

punkt na orbicie ciała niebieskiego obiegającego Słońce, znajdujący się w miejscu największego oddalenia obu ciał. Słońce znajduje się w jednym z ognisk orbity.

perycentrum

punkt orbity najbliższy środkowi masy układu, zwykle ciała centralnemu o masie znacznie większej od mniejszego ciała obiegającego.

apocentrum

punkt orbity najdalszy środkowi masy układu, zwykle ciała centralnemu o masie znacznie większej od mniejszego ciała obiegającego.

punkty Lagrange'a

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

jednostka astronomiczna [au]

średnia odległość Ziemi od Słońca używana przy określaniu odległości planet i obiektów w układach planetarnych.

rezonans orbitalny

zjawisko związane z obiegiem dwóch ciał niebieskich wokół masywnego ciała, w którym te dwa ciała pozostają w pewnym związku grawitacyjnym między sobą. Najmniej masywne ciało (księżyc, planetoidy) wykonuje pewną wielokrotność obiegów drugiego ciała (planeta) wokół najbardziej masywnego (Słońce).

Gra edukacyjna

Jaki jest Neptun?

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

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”.

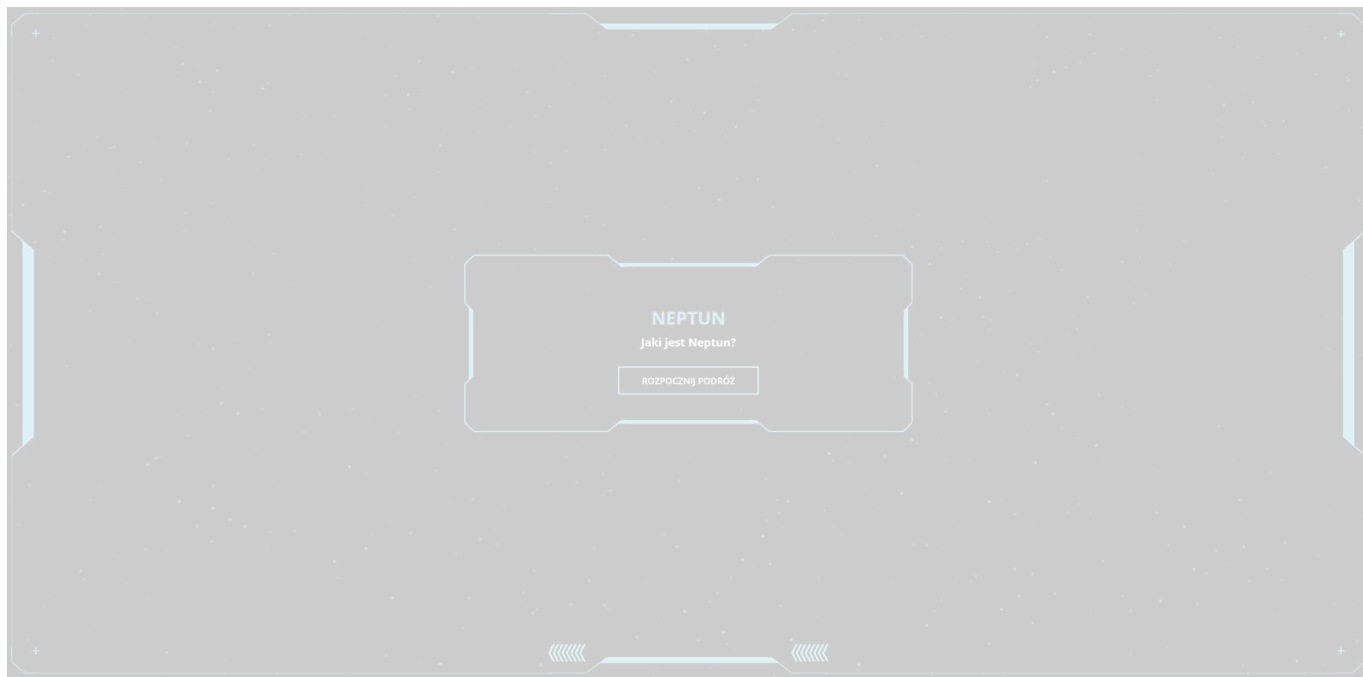
Za każdą poprawną odpowiedź zdobywasz 1 punkt. Jeżeli jednak korzystasz z podpowiedzi przed wybraniem odpowiedzi, zyskujesz 0,5 pkt. Jeżeli raz poprawiasz odpowiedź, dostajesz o 0,25 pkt mniej, lecz po drugiej poprawce przechodzisz do następnego pytania bez dopisania punktów.

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

1. Odkrywanie Neptuna.
2. Księżycy Neptuna.
3. Własności Neptuna.

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!



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DxpbWh2Ai>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

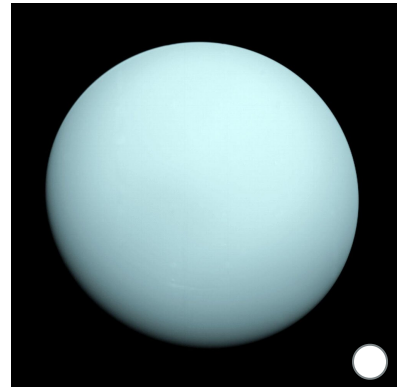
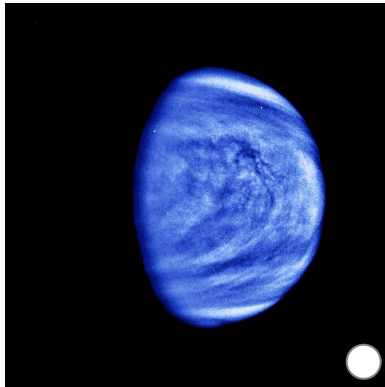
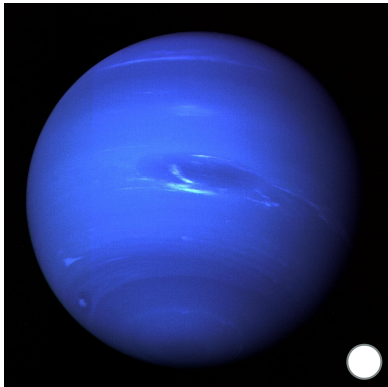
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Na którym zdjęciu widać Neptuna?



Ćwiczenie 2



Jakim typem planety jest Neptun?

☐ lodowy gazowy olbrzym

☐ skalista

☐ gorący gazowy olbrzym

Ćwiczenie 3



1.								
		2.						
3.								
			4.					
			5.					
6.								

1. Planeta, która „przyczyniła się” do odkrycia Neptuna.
2. Jeden z dwóch gazów, których jest najwięcej w atmosferze Neptuna.
3. Pas (pierścień małych lodowych ciał niebieskich i pyłu, znajdujący się za orbitą Neptuna).
4. Największy księżyc Neptuna.
5. Imię odkrywcy Neptuna.
6. Gaz, z którego tworzą się diamenty na Neptunie.

Ćwiczenie 4



Jaki pierwiastek sprawia, że lodowe olbrzymy są niebieskie?

☐ metan

☐ wodór

☐ hel

Ćwiczenie 5



Które z wymienionych to księżycy Neptuna?

Tytan, Fobos, Ariel, Miranda, Io, Nereida, Ganimedes, Sao, Charon, Tryton

Ćwiczenie 6



Czy od odkrycia Neptuna minął już neptuński rok?

{#Tak}/{Nie}

Ćwiczenie 7



Jaki najbardziej znany obiekt pasa Kuipera znajduje się w rezonansie 2:3 z Neptunem?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



Jedna z amerykańskich telewizji nadawała na żywo nocny program z obserwacji Neptuna przez sondę Voyager 2. Oszacowano, że sygnał biegł do Ziemi 246 minut. Oblicz, w jakiej odległości od siebie znajdowały się wtedy te dwie planety. Odpowiedź podaj w jednostek astronomicznych przyjmując $1 \text{ au} = 15 \times 10^7 \text{ km}$ (z dokładnością do 4 cyfr znaczących).

Odpowiedź:

au.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jaki jest Neptun?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 17) przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki. 18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii. IV. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń: 9) opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej, roku świetlnego i parseka.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r. • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. opisuje budowę planety Neptun, 2. wymienia najbardziej charakterystyczne cechy Neptuna, 3. analizuje metody badania Neptuna.

Strategie nauczania:	game-based learning
Metody nauczania:	pogadanka, wzajemne nauczanie się przez uczniów
Formy zajęć:	praca w parach
Środki dydaktyczne:	urządzenia multimedialne dla par uczniów, stopery, rzutnik, opcjonalnie poglądowy model Neptuna (kula ze styropianu, i drutem przebitym na wylot symulujący oś obrotu)
Materiały pomocnicze:	E-materiał „Co to są gazowe olbrzymy?”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Nauczyciel rozpoczyna zajęcia od pytania: Jaka jest najdalsza planeta Układu Słonecznego? Następnie nauczyciel prowadzi otwartą, krótką dyskusję na temat Neptuna. Notuje 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 Neptunie? Co byłoby dla nich ciekawe? Na tablicy wypisane zostają cele lekcji w oparciu o opinie uczniów.	
Faza realizacyjna:	
Uczniowie w parach rozgrywają grę edukacyjną. 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 najsłabiej. Można też zrobić takie zestawienie na podstawie opinii samych uczniów. Nacisk należy położyć na zjawiska atmosferyczne na Neptunie (silne wiatry, burze), strukturę, która jest identyczna z budową Urana. Następnie nauczyciel przeprowadza krótką pogadankę, połączoną z dyskusją na tematy, które najbardziej zaniepokoiły uczniów oraz te, które sprawiły im największą trudność w grze. Nauczyciel skupia się na wyjaśnieniu i opisaniu zjawisk pogodowych, ciekawego rozkładu księżyców oraz bliźniaczych cech pomiędzy Neptunem a Uranem. Uczniowie powinni brać czynny udział w pogadance – jeżeli, któryś z nich zna interesujący fakt o Neptunie, powinien zaprezentować go 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 Neptuna, w oparciu o propozycje uczniów.

Uczniowie wykonują zestaw ćwiczeń sprawdzających (zadania 1-4) w parach dobranych przez nauczyciela: osoba, która miała najlepszy wynik w grze z osobą z najsłabszym wynikiem. Dobór w pary ma na celu zmobilizowanie uczniów do wzajemnej pomocy w uczeniu się.

Nauczyciel pyta uczniów, czy osiągnęli postawione cele, w jakim stopniu pogłębili swoją wiedzę na temat Neptuna.

Każdy e-materiał o planetach zawiera grę edukacyjną bazującą na pytaniach i odpowiedziach. Nauczyciel może połączyć rozgrywki o każdej planecie w całość.

Praca domowa:

Pozostałe ćwiczenia sprawdzające z tego materiału (zadania 5-8).

Dla chętnych uczniów: znaleźć w bazie danych exoplanets.eu jedną planetę podobną do Neptuna oraz przedstawić porównanie w formie plakatu.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Grę edukacyjną uczniowie rozgrywają w ramach grywalizacji w parach na lekcji. Multimedium może być także wykorzystane przez uczniów do powtórzenia i utrwalenia wiadomości.