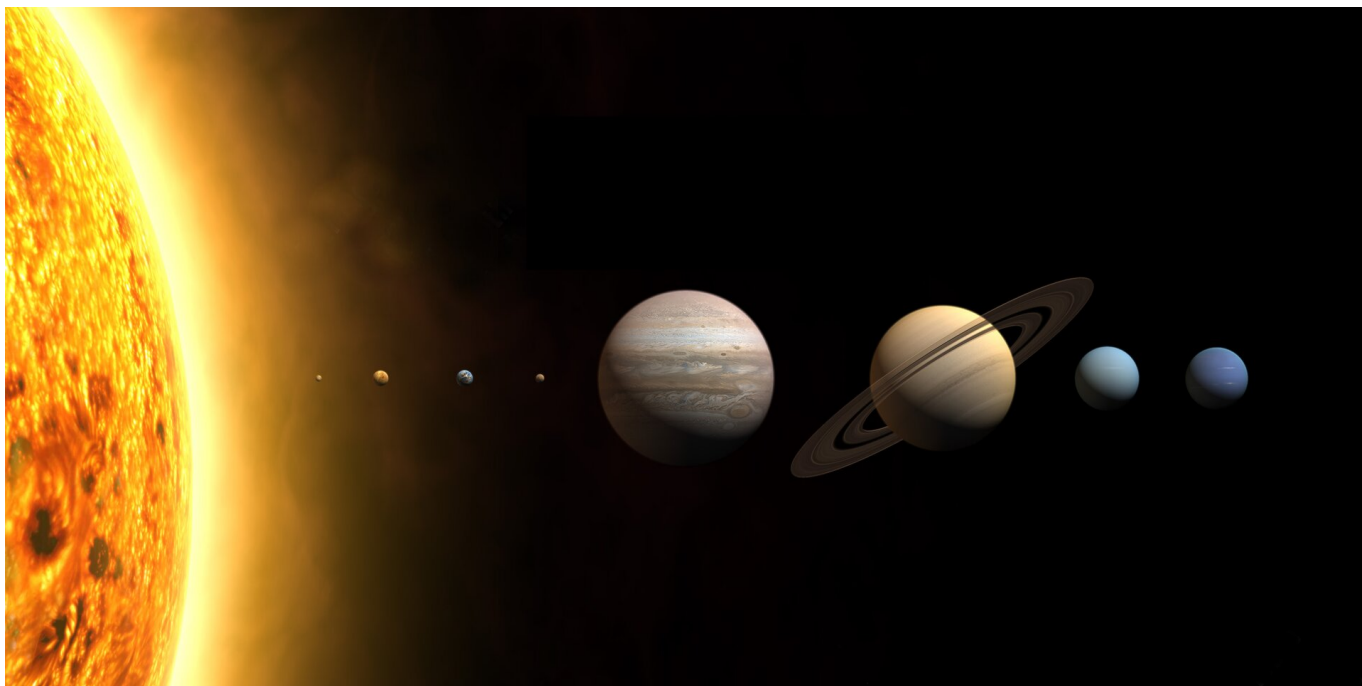
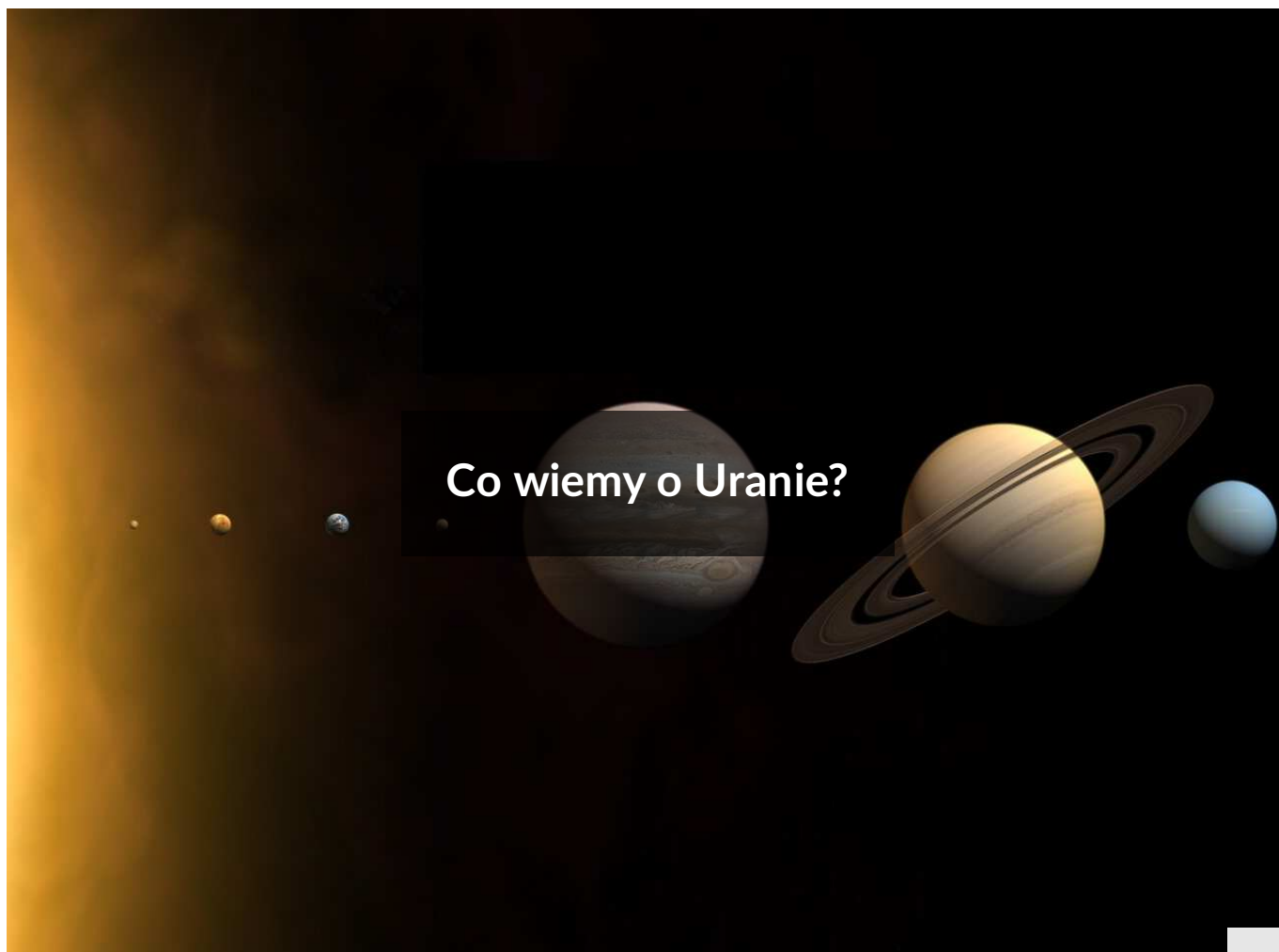




Co wiemy o Uranie?

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



Czy to nie ciekawe?

Uran to siódma planeta Układu Słonecznego. Jest najbliższą Ziemi planetą typu lodowego olbrzymia, trzecią co do wielkości planetą Układu Słonecznego. Znana jest jako zimna i wietrzna planeta. Obserwując ją przez lornetkę lub teleskop zauważymy jedynie lekko niebieską tarczę tej planety. Ale, czy w rzeczywistości jej atmosfera jest tak gładka i jednorodna? Czy Uran ma cechy szczególne? Otóż ma ich bardzo dużo! Jakież? Dowiesz się w tym e-materiale.

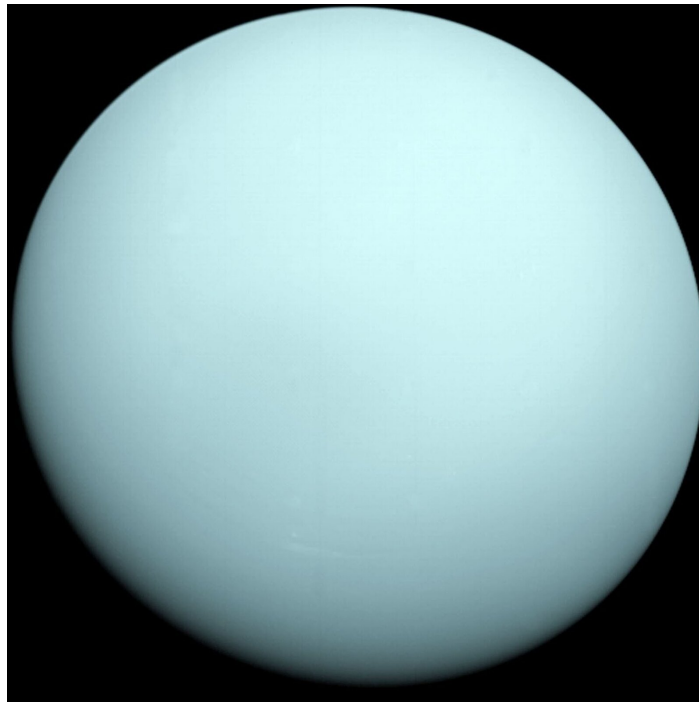
Twoje cele

- dowiesz się, z czego zbudowany jest Uran,
- poznasz metody, jakimi badana jest siódma planeta Układu Słonecznego,
- poznasz hipotezy związane z nienaturalnym ruchem obrotowym Urana.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Uran jest siódmą planetą Układu Słonecznego znajdującą się w odległości około 19,2 au (au – [jednostka astronomiczna](#)) od Słońca. Starożytni pomijali ten obiekt na niebie sądząc, że jest gwiazdą. Jego widoczność na niebie znajduje się na granicy widoczności nieuzbrojonym okiem, tzn. od +6,03 do +5,38 [mag](#) (w skrajnych momentach). Dopiero w 1781 roku Sir William Herschel ogłosił odkrycie obiektu, którym był Uran, ale uznał go na początku za kometę. Dwa lata później, po wielokrotnych obserwacjach wykonanych przez wielu astronomów, uznano ten obiekt za kolejną planetę Układu Słonecznego. Tym samym Uran stał się pierwszą planetą odkrytą przy użyciu teleskopu oraz pierwszą planetą nieznaną od starożytności. Przez teleskop widać jego gładką cyjanową (jasnoniebieską) tarczę (Rys. 1.) oraz największe księżyce.



Rys. 1. Zdjęcie Urana wykonane przez sondę Voyager 2 w dniu 14-go stycznia 1986 roku z odległości 12,7 mln km.

Źródło: dostępny w internecie: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Uranus2_\(cropped\)-1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Uranus2_(cropped)-1.jpg) [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Ze względu na dużą odległość Urana od Ziemi, możemy go badać jedynie przy pomocy dużych teleskopów, takich jak Hubble Space Telescope (więcej na ten temat w e-materiale „Co wiemy o teleskopie Hubble’a?”) lub przy pomocy misji kosmicznych. Niestety do tej pory do Urana tylko przelotnie zbliżyła się jedna sonda kosmiczna. Miało to miejsce dokładnie 24 stycznia 1986 roku. Voyager 2 cały czas przemierza Układ Słoneczny w celu badania najdalszych regionów naszego układu planetarnego. (Więcej na temat misji w e-materiale pt. „Bezzałogowe misje kosmiczne”). Sonda ta przeleciała obok Urana robiąc serię zdjęć

i pomiarów. Dzięki tej misji poznaliśmy dokładny skład chemiczny Urana, struktury chmur w jego atmosferze, pole magnetyczne. Sonda odkryła 10 księżyców planety oraz zbadała jej pierścienie.

Uran należy do grupy planet nazywanych lodowymi olbrzymami. Jest to podgrupa gazowych olbrzymów, które znajdują się daleko od Słońca. Jest na nich bardzo zimno, więc gazy, które je tworzą są w części zestalone, czyli są bryłami lodu.

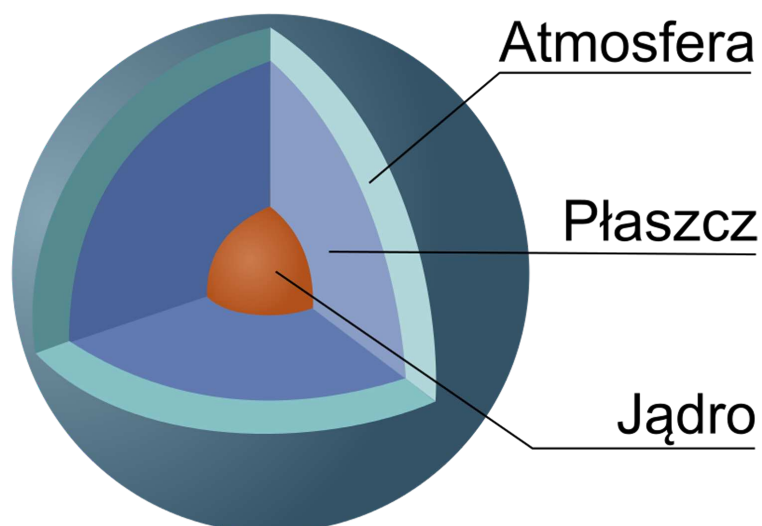
Standardowy model budowy lodowych olbrzymów zawiera trzy warstwy: jądro, płaszcz i atmosferę.

W przypadku Urana (Rys. 2.) wygląda to następująco:

- Małe skaliste jądro o promieniu poniżej 20% promienia całej planety, a masa stanowi około 4-6% masy planety,
- Duży lodowo-gazowy płaszcz o promieniu około 60% promienia planety i masie ponad 90% masy całkowitej,
- Rozległa gazowa atmosfera o promieniu około 20% promienia planety, składająca się z wodoru - 82%, helu - 15% i metanu.

Uran swoją cyjanowo-turkusową barwę zawdzięcza obecności metanu w zewnętrznych warstwach atmosfery. Cząsteczki metanu wykazują silną absorpcję światła czerwonego i podczerwonego, co sprawia, że planety zawierające metan mają kolor niebieski. Im więcej metanu w atmosferze, tym kolor jest bardziej intensywny.

Jądro Urana jest bardzo ciepłe (5000 K), przez co w płaszczu planety również panuje dodatnia temperatura. Mimo, że substancję, z której się składa nazywa się lodem, to w rzeczywistości jest to substancja wodno-amonowa przeplatająca się z cząsteczkami gazów. Im dalej od jądra, tym temperatura jest niższa, na powierzchni panują ujemne temperatury.



Rys. 2. Struktura wewnętrzna Urana.

Źródło: dostępny w internecie: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Uranus_cutaway_\(pl\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Uranus_cutaway_(pl).svg) [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

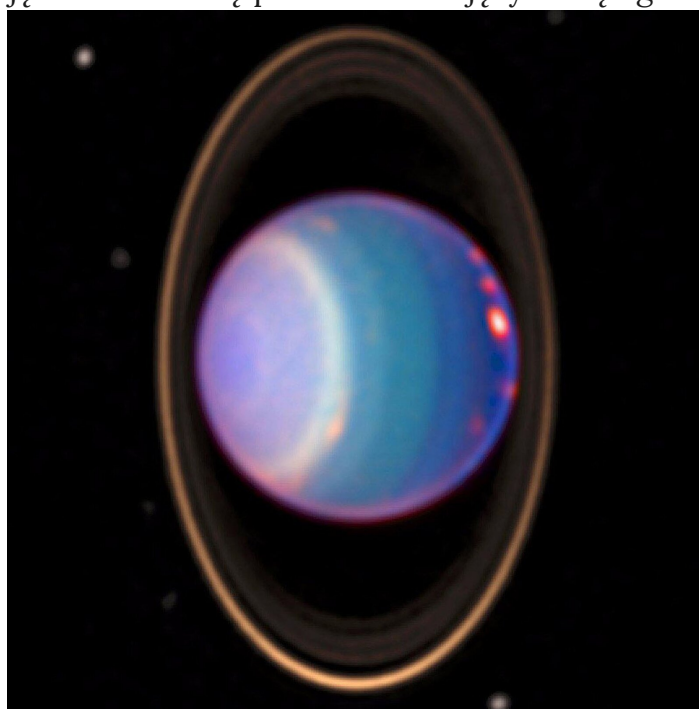
Tabela 1. Podstawowe parametry fizyczne Urana oraz jego orbity.

Parametr	Wartość
Aphelium	19,748 au
Peryhelium	18,637 au
Wielka półoś orbity	19,201 au
Promień równikowy	25559 km (4,007 promienia Ziemi)
Promień biegunowy	24973 km (3,929 promienia Ziemi)
Średnia gęstość	1271 kg/m ³
Gęstość jądra	~9000 kg/m ³
Masa	8,68 x 10 ²⁵ kg (14,536 masy Ziemi)
Przyspieszenie grawitacyjne	8,69 m/s ² (0,886 g)
Okres obiegu wokół Słońca	84,0205 lat ziemskich
Okres obrotu wokół osi	-17 h 14 min 24 s
Nachylenie osi obrotu	97,77°
Średnia temperatura na powierzchni	-197,2 °C
Min. temp.	-224 °C

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). Różnica temperatur na tak określonej powierzchni jest niewielka. Amplituda sięga maksymalnie 10 stopni.

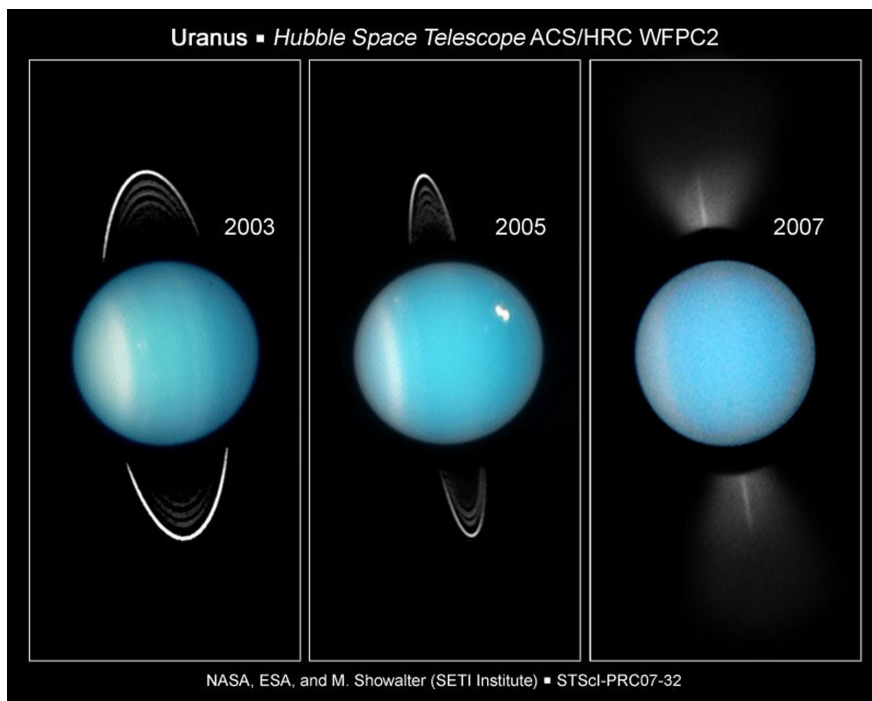
W atmosferze Urana (czyli w gazie, gdzie panuje ciśnienie około 0,1 bara) temperatura jest niższa o około 20-25 stopni niż na powierzchni. Jest to najzimniejsza planeta w Układzie Słonecznym. Uran oddaje prawie tyle samo ciepła, ile pobiera od Słońca. Mimo, że jest bliżej gwiazdy, czyli źródła ciepła, niż Neptun, jest od niego zimniejszy. Spowodowane jest to bardzo małą ilością ciepła wydzielaną przez jądro planety.

W świetle widzialnym atmosfera Urana wydaje się być całkowicie gładka, pozbawiona chmur i zjawisk pogodowych. Jednak po zbadaniu tej planety w podczerwieni (dzięki teleskopowi Hubble'a) o różnych porach roku urańskiego okazało się, że w atmosferze zachodzi wiele zjawisk. Przede wszystkim są sezonowe zjawiska pogodowe, w których wiatry w atmosferze osiągają prędkości do 900 km/h (głównie przy biegunach). Uran ma też pasma chmur głównie w dolnych warstwach atmosfery. Ich ilość i rozkład zmienia się z czasem, ale zachowują one strukturę pasm rozkładających się zgodnie z rotacją planety.



Rys. 3. Zdjęcie w podczerwieni, zrobione przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a w 1998 roku, przedstawiające pasma chmur na Uranie. Widoczne są także pierścienie oraz największe księżyce.

Źródło: dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Uranusandrings.jpg> [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.



Rys. 4. Zdjęcia, wykonane przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a, przedstawiają zmiany w pasmach chmur oraz zmiany nachylenia pierścieni w stosunku do Ziemi w przeciągu 4 lat ziemskich.

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seasonal_change_on_Uranus.jpg [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Pory roku na każdej planecie zależą od położenia planety na orbicie i nachylenia jej osi obrotu. Uran jest bardzo wyjątkową planetą. Jego oś obrotu nachylona jest do płaszczyzny obrotu pod kątem prawie 98 stopni, co sprawia, że Uran „toczy się” po swojej orbicie. Ponadto Uran jest jedną z dwóch planet Układu Słonecznego, które obracają się w przeciwną stronę niż pozostałe tzn. ze wschodu na zachód. Prawdopodobnie we wczesnych etapach powstawania planet Układu Słonecznego doszło do potężnego zderzenia Urana z innym ciałem o wielkości co najmniej Ziemi. W wyniku tego zderzenia oś obrotu znalazła się prawie w płaszczyźnie orbity, a Uran zaczął obracać się w przeciwną stronę. Efektem takiego obrotu planety jest to, że dzień polarny trwa 42 ziemskie lata, czyli pół urańskiego roku i nie ma związku z obrotem wokół własnej osi planety. Jedynie w regionie okołorównikowym zachodzą systematyczne zmiany dnia i nocy, przy czym Słońce znajduje się tam blisko linii horyzontu. Od urańskich pór roku zależą w dużej mierze zjawiska zachodzące w atmosferze. W oświetlonej części planety zazwyczaj widać więcej chmur i zjawisk burzowych. Ponieważ badania zjawisk na Uranie trwają dopiero kilkanaście lat, nie można jednoznacznie stwierdzić, czy zjawiska atmosferyczne są wynikiem położenia planety na orbicie, czy też związane są z wewnętrznymi zjawiskami. Gdy badania te będą trwały co najmniej 2 urańskie lata, będzie można jednoznacznie określić sezonowość występowania tych zjawisk.

Najciekawszym zjawiskiem pogodowym na Uranie są diamentowe deszcze. Pod wpływem dużego ciśnienia i odpowiedniej temperatury metan, którego cząsteczka składa się z atomu węgla i 4 atomów wodoru, może przemieniać się w diamenty i spadać w głębsze warstwy Urana. W płaszczu planety znajduje się co najmniej 10-15% metanu. W niższych warstwach,

gdzie panują znacznie większe temperatury, mogą istnieć diamentowe jeziora i morza. W warunkach laboratoryjnych uzyskano warunki bardzo podobne do tych panujących we wnętrzu gazowych olbrzymów. Przy odpowiednio dużym ciśnieniu atomy węgla oddzielają się od atomów wodoru i wytwarzają się diamenty. W atmosferze planety diamenty te opadają w głąb planety, gdzie panuje jeszcze wyższa temperatura i większe ciśnienie. Zmiana warunków fizycznych sprawia, że diamenty rozpuszczają się i tworzą „diamentowe morza” i „oceany”. Astronomowie badający to zjawisko zakładają, że takie zjawiska zachodzą w głębokich warstwach lodowych olbrzymów zawierających metan.

Jak większość gazowych planet, Uran ma system pierścieni (jest ich 13). Zostały one odkryte w 1977 roku, a sonda Voyager 2 zbadała ich strukturę. Jednak przypuszcza się, że pierścienie te wytworzyły się później niż sam Uran. Prawdopodobnie po wielkim zderzeniu planeta przechwyciła część pyłów i gazów rozproszonych podczas zderzenia. Pierścienie wewnętrzne są ciemniejsze, natomiast zewnętrzne są bardziej widoczne. Kosmiczny Teleskop Hubble’a zarejestrował zmiany tych pierścieni wynikające z nachylenia ich w stosunku do Ziemi (Rys. 4.). Ponadto Uran ma 27 znanych księżyców. Są to bardzo małe obiekty. Zgodnie z hipotezami powstawania księżyców (patrz e-materiał „Jak powstał Układ Słoneczny?”), część księżyców Urana porusza się po prawie kołowych orbitach i są to masywne obiekty. Pięć najmasywniejszych i zbadanych księżyców to: Miranda, Ariel, Umbriel, Tytania i Oberon. Ich sumaryczna masa jest mniejsza niż połowa masy Tytana – księżyc Neptuna. Jednak większość księżyców porusza się po bardzo eliptycznych orbitach i mają one bardzo nieregularne kształty.



Rys. 5. Mozaika zdjęć pięciu księżyców Urana wykonanych przez sondę Voyager 2. Od lewej do prawej, w kolejności rosnącej odległości od planety, znajdują się: Miranda, Ariel, Umbriel, Tytania i Oberon. Zdjęcie zachowuje prawidłowe względne rozmiary księżyców oraz ukazuje ich małe jasności.

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Uranian_moon_montage.jpg [dostęp 13.05.2022], domena publiczna.

Niestety żadna agencja kosmiczna nie planuje misji kosmicznej mającej na celu dokładniejsze badania Urana z orbity wokół planety. Wszelkie badania związane z sezonowymi zmianami w zewnętrznych warstwach planety są prowadzone przy użyciu teleskopu Hubble’a.

Słowniczek

magnitudo, mag

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

perihelium

punkt orbity najbliższy Słońca, które leży w jednym z ognisk elipsy.

aphelium

punkt orbity najdalszy od Słońca, które leży w jednym z ognisk elipsy.

jednostka astronomiczna, au

średnia odległość Ziemi od Słońca; jednostka 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, planetoida) wykonuje pewną wielokrotność obiegów drugiego ciała (planeta) wokół najbardziej masywnego (Słońce).

Gra edukacyjna

Pobaw się i sprawdź swoją wiedzę o Uranie

Gra edukacyjna przypomina wirtualną podróż statkiem kosmicznym. Jako młody kosmonauta przemierzasz przestrzeń kosmiczną do Urana. 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”.

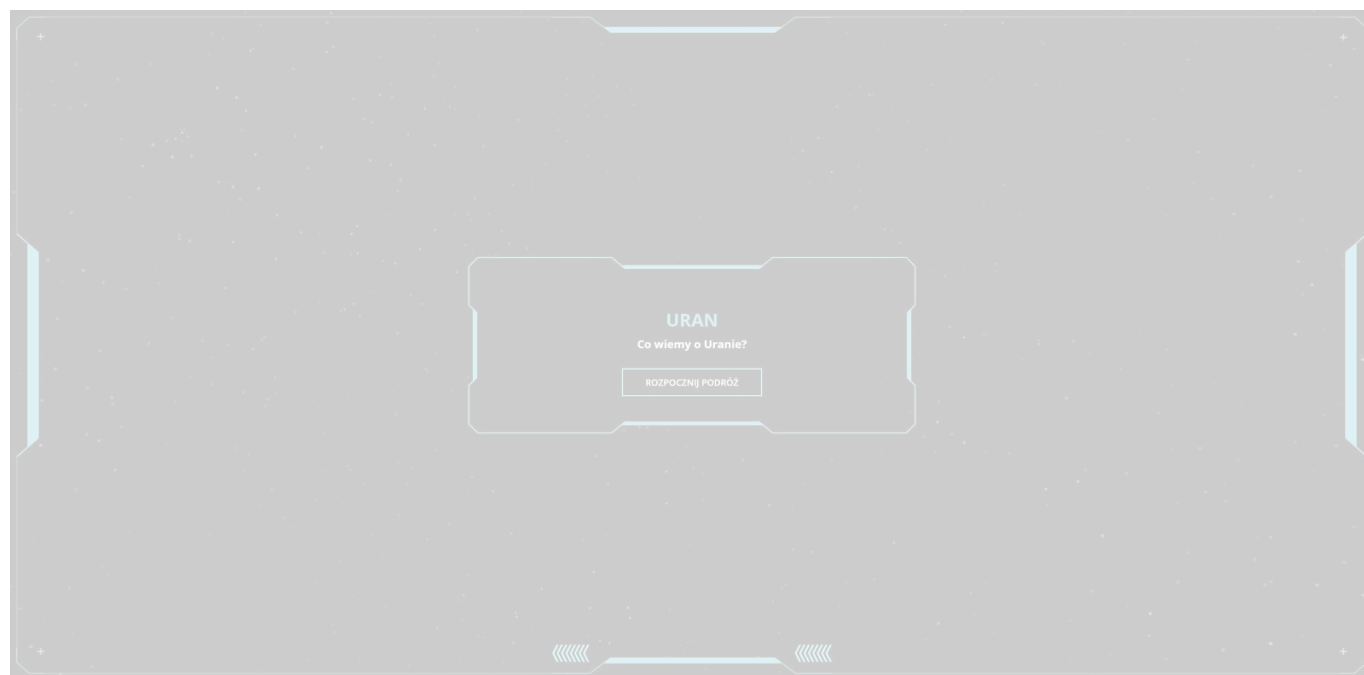
Za każdą poprawną odpowiedź zdobywasz 1 punkt. Jeżeli jednak skorzystasz z podpowiedzi zanim wybierzesz odpowiedź, zyskujesz tylko 0,5 pkt. Jeżeli raz poprawiasz odpowiedź, dostajesz o 0,25 pkt mniej, lecz po drugiej poprawce przechodzisz do następnego pytania bez dopisania punktów.

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

1. Odkrycie Urana
2. Uran w liczbach
3. Szczegóły o Uranie

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

Powodzenia!



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

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

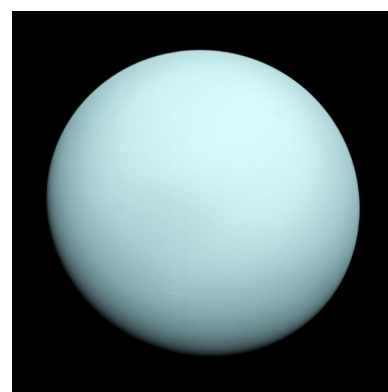
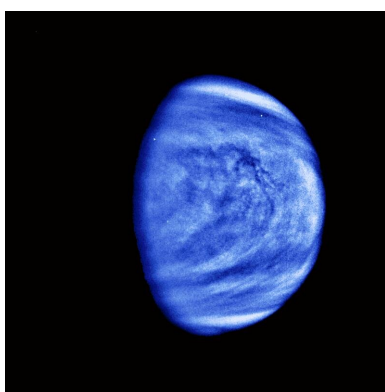
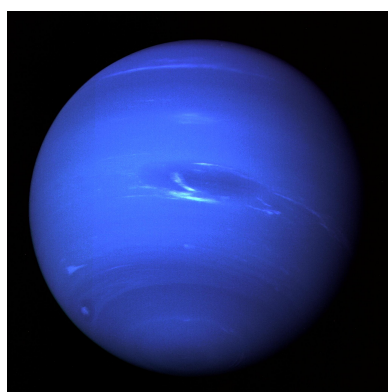
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż zdjęcie Urana.



Źródło: dostępny w internecie: https://solarsystem.nasa.gov/resources/599/uranus-as-seen-by-nasas-voyager-2/?category=planets_uranus, https://solarsystem.nasa.gov/resources/611/neptune-full-disk-view/?category=planets_neptune, https://solarsystem.nasa.gov/resources/575/venus-cloud-patterns/?category=planets_venus.

Ćwiczenie 2



Wskaż, jakim typem planety jest Uran.



lodowy gazowy olbrzym



skalista



gorący gazowy olbrzym

Ćwiczenie 3



Rozwiąż krzyżówkę - hasło to nazwa jednego z gazów w atmosferze Urana.

1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

1. William Herschel po odkryciu Urana uznał, że jest to ...
2. Planeta, nazywana bliźniakiem Urana.
3. Największy księżyc Urana.
4. Środkowa, wewnętrzna warstwa Urana.
5. Voyager 2 to ... kosmiczna, która badała Urana.

Ćwiczenie 4



Wskaż właściwy stosunek masy atmosfery Urana do całej masy planety.

☐ około 5%

☐ około 15%

☐ około 40%

☐ około 80%

Ćwiczenie 5



Spośród wymienionych księżyców w Układzie Słonecznym wskaż księżyce Urana.

Tytan ☐ , Fobos ☐ , Ariel ☐ , Miranda ☐ , Io ☐ , Europa ☐ ,
Oberon ☐ , Tytania ☐ , Ganimedes ☐ , Charon ☐

Ćwiczenie 6



Czy od odkrycia Urana minęło już 5 urańskich lat? Wpisz odpowiedź wraz z uzasadnieniem do przygotowanego pola.

Ćwiczenie 7



Czy jeden astronom jest w stanie obserwować Urana przez jeden urański rok?

Odpowiedź: Tak ☐ / Nie ☐

Ćwiczenie 8



Pewnego dnia w 1986 roku, gdy sonda Voyager 2 znajdowała się w pobliżu orbity Urana, nadany został z niej sygnał radiowy zawierający zdjęcia planety. Czy możliwe jest, że astronomowie na Ziemi obejrzeliby te zdjęcia jeszcze tego samego dnia? Wpisz odpowiedź i jej uzasadnienie w przygotowane pole.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Co wiemy o Uranie?
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, jak zbudowany jest Uran, 2. wymienia najbardziej charakterystyczne cechy Urana, 3. wymienia metody badania Urana.

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 pogładowy model Urana (kula z pierścieniami np. ze styropianu i drutem przebitym na wylot, symulującym oś obrotu)
Materiały pomocnicze:	e-materiały: „Co nazywamy Układem Słonecznym?”, „Co to są gazowe olbrzymy?”

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca:

Nauczyciel rozpoczyna zajęcia od pytania: Jaka jest siódma planeta Układu Słonecznego? Następnie nauczyciel prowadzi otwartą krótką dyskusję na temat Urana 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 Uranie? Co byłoby dla nich ciekawe?
Na tablicy wypisane zostają cele lekcji w oparciu o opinie uczniów.

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. Można zrobić to zestawienie na podstawie opinii samych uczniów. Nacisk należy położyć na szczególny obrót wsteczny planety oraz jej gazową budowę. Następnie nauczyciel przeprowadza krótką pogadankę połączoną z dyskusją na tematy, które najbardziej zaniekawiły uczniów oraz sprawiły im największą trudność w grze. Nauczyciel skupia się na wyjaśnieniu wstecznego obrotu Urana przy pomocy modelu, następnie wyjaśnia zagadnienia związane z obserwacją Urana w różnych pasmach – kiedy widać chmury, a kiedy nie. Uczniowie powinni brać czynny udział w pogadance – jeżeli ktoś z uczniów zna interesujący fakt o Uranie, powinien zaprezentować to na forum klasy. 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 Urana w oparciu o propozycje uczniów.

Uczniowie wykonują zestaw ćwiczeń sprawdzających (1-4) w parach dobranych przez nauczyciela: osoba, która miała najlepszy wynik w grze z osobą z najsłabszym wynikiem. Dobór w pary powinien mieć na celu zmobilizowanie uczniów do wzajemnego uczenia. Nauczyciel pyta uczniów, czy osiągnęli postawione cele, w jakim stopniu pogłębili swoją wiedzę na temat Urana.

Każdy e-materiał o planetach zawiera gry edukacyjne, bazujące na pytaniach i odpowiedziach. Nauczyciel może połączyć rozgrywki gry o każdej planecie w całość.

Praca domowa:

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

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

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

Grę edukacyjną uczniowie rozgrywają w ramach grywalizacji w parach na lekcji.