


Co to są planety skaliste?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja 3D](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Co to są planety skaliste?

Czy to nie ciekawe?

Układ Słoneczny ma cztery planety skaliste – Merkury, Wenus, Ziemia, Mars. Jak sama nazwa wskazuje, planety te mają skalną lub skalno-lodową stałą powierzchnię, a ich jądro jest najprawdopodobniej metaliczne. Planety skaliste Układu Słonecznego zostały dobrze przebadane. Znamy struktury ich powierzchni, skład atmosfery, aktywność wulkaniczną. Na Marsie znajdują się specjalne urządzenia nazywane łazikami i lądownikami, które bardzo dokładnie badają jego powierzchnię. Wokół Wenus i Merkurego krążą specjalistyczne sondy kosmiczne umożliwiające precyzyjne pomiary planet. Ziemia, dzięki temu, że na niej żyjemy, jest pierwowzorem wszelkich badań, które prowadzone są na innych planetach skalistych. Czy tego typu planety mają jeszcze jakieś tajemnice? Czy równie dokładnie potrafimy badać inne ciała niebieskie?

W Układzie Słonecznym podział planet na skaliste i gazowe jest bardzo równy – cztery planety typu ziemskiego i cztery planety gazowe. Czy taki układ jest spotykany we Wszechświecie? Czy znane układy planetarne i planety wchodzące w ich skład są identyczne z tymi, które możemy podziwiać każdej bezchmurnej nocy? O tym dowiesz się z tego e-materiału.

Twoje cele

Dzięki temu e-materiałowi:

- będziesz odróżniać planety skaliste od gazowych,
- poznasz najważniejsze cechy planet skalistych oraz różnice między nimi,
- ocenisz poglądy związane z możliwościami zasiedlenia przez ludzi innych planet.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Planety skaliste w Układzie Słonecznym to planety znajdujące się najbliżej Słońca, w wewnętrznej części układu. Oddzielone są od dalszych części układu pasem **planetoid**. Dwie najważniejsze cechy charakteryzujące planety skaliste to:

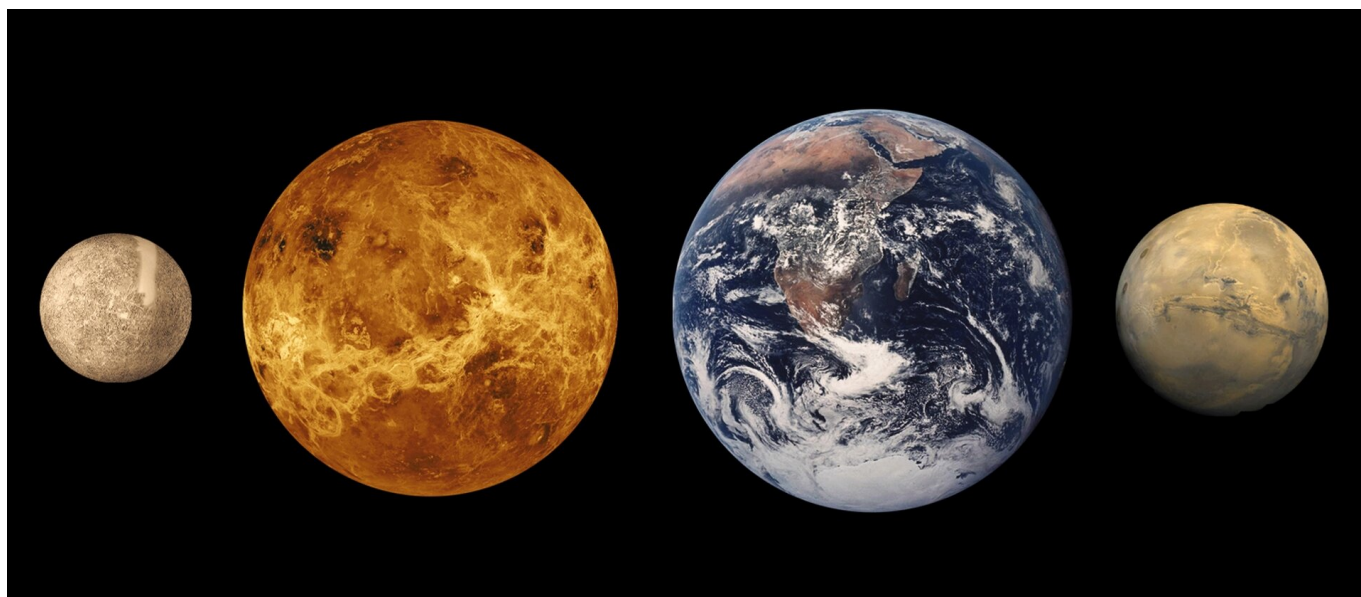
- mała masa i małe rozmiary,
- stała powierzchnia.

Planety skaliste mają masy mniejsze od masy Ziemi (Ziemia jest największą planetą skalistą Układu Słonecznego). Ze względu na swój rozmiar i materiał, z którego są zbudowane, mają większą średnią gęstość od planet gazowych. Struktura wewnętrzna składa się z trzech warstw podstawowych:

- metaliczne jądro – żelazne lub żelazno-niklowe,
- płaszcz – zbudowany ze skał zazwyczaj w stanie stałym, stanowiący większość masy,
- skorupa – zbudowana ze skał w stanie stałym, odróżniających się chemicznie od skał w płaszczu.

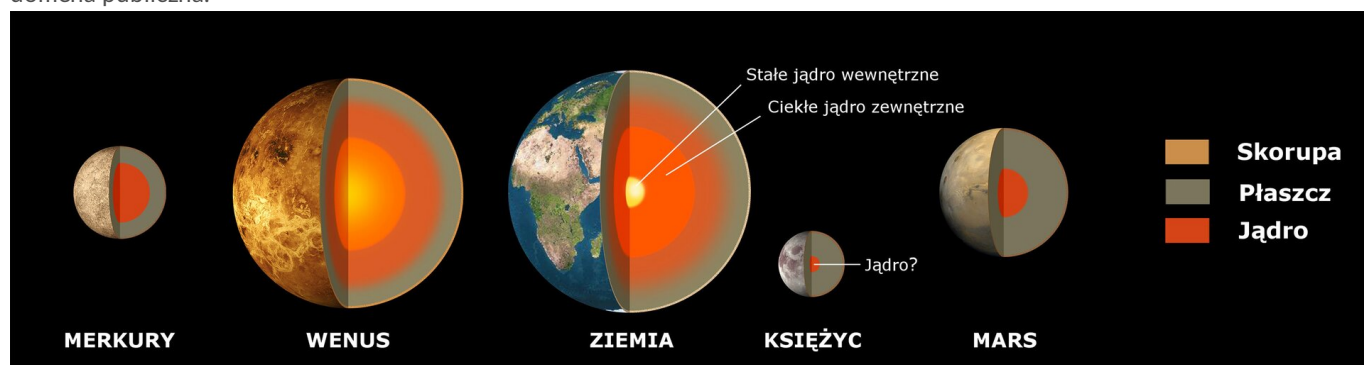
Część jądra w niektórych planetach może być płynna, co powoduje **efekt dynamo** i wytworzenia się pola magnetycznego wokół danej planety. W Układzie Słonecznym jedynie Ziemia cechuje się dość silnym polem magnetycznym, które chroni ją przed szkodliwą częścią promieniowania słonecznego. Merkury ma bardzo słabe pole magnetyczne, którego wartość natężenia stanowi zaledwie 1% pola ziemskiego. Wokół Wenus i Marsa nie wykryto pola magnetycznego, mimo wielu badań. Natężenie pola magnetycznego zależy od wielkości jądra, szybkości obrotu oraz ruchów konwekcyjnych w ciekłym jądrze. Im mniejsza planeta, tym szybciej w skali astronomicznej stygnie. Prawdopodobnie wszystkie planety skaliste miały kiedyś pola magnetyczne, ale wskutek powolnego obrotu i zastygania wnętrza planety pole magnetyczne zniknęło.

Skorupa planet skalistych tworzy stałą powierzchnię, która ulega wielu zjawiskom, takim jak: erozja, uderzenia innych ciał niebieskich, wulkanizm, promieniowanie i tektonika płyt skorupy. W większości przypadków skorupa kształtuje się właśnie wskutek wielu procesów wewnętrznych i procesów związanych z otoczeniem planety i jej atmosferą.



Rys. 1a. Wygląd z zachowaną skalą rozmiarów planet skalistych Układu Słonecznego.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/pl/photos/planety-planety-wewn%C4%99trzne-11060/> [dostęp 7.05.2022], domena publiczna.



Rys. 1b. Budowa wewnętrzna planet skalistych Układu Słonecznego.

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Terrestrial_Planets_internal_pl.jpg [dostęp 7.05.2022], domena publiczna.

nazwa	Merkury	Wenus	Ziemia	Mars
Średnia odległość od Słońca	0,39 AU	0,72 AU	1,00 AU	1,52 AU
Masa	$3,30 \cdot 10^{23}$ kg 0,055 masy Ziemi	$4,87 \cdot 10^{24}$ kg 0,815 masy Ziemi	$5,97 \cdot 10^{24}$ kg 1 masa Ziemi	$6,42 \cdot 10^{23}$ kg 0,107 masy Ziemi
Promień średni	4880 km	6051 km	6371 km	3389 km
Gęstość średnia	5427 kg/m ³	5243 kg/m ³	5514 kg/m ³	3933 kg/m ³

Przyciąganie grawitacyjne na powierzchni (g_z oznacza przyspieszenie ziemskie)	3,7 m/s ² 0,38 g_z	8,87 m/s ² 0,904 g_z	9,807 m/s ² 1 g_z	3,72 m/s ² 0,3794 g_z
Liczba księżyców	0	0	1	2

Tabela 1. Podstawowe informacje o planetach skalistych Układu Słonecznego.

Powierzchnia każdej z planet skalistych Układu Słonecznego wykazuje inne cechy charakterystyczne.

Merkury

Powierzchnia Merkurego została ukształtowana miliardy lat temu. Merkury nie ma atmosfery. Prawdopodobnie stracił ją we wczesnych fazach formowania się Układu Słonecznego podczas zderzenia z innym masywnym ciałem niebieskim lub jego atmosfera została całkowicie wywiana przez wiatry słoneczne. Ze względu na brak atmosfery, planeta ta jest narażona na uderzenia innych ciał niebieskich, nawet tych najmniejszych. Z tego powodu powierzchnia Merkurego w całości pokryta jest kraterami różnej wielkości. Na części z nich widać oznaki erozji. W dużych kraterach znajdują się mniejsze, część z nich nachodzi na siebie. Na powierzchni Merkurego wykryto wygasłe stożki wulkaniczne w centralnych częściach kraterów. Prawdopodobnie uderzenie innego ciała niebieskiego spowodowało pęknięcie skorupy i wytworzenie się wulkanu, który wygasł w czasie ewolucji planety.

Wenus

Druga co do wielkości planeta skalista Układu Słonecznego ma bardzo gęstą i grubą atmosferę skrywającą powierzchnię ukształtowaną przez procesy magmowe. Powierzchnia Wenus została zbadana dzięki radarom, ponieważ nie jest dostrzegalna z orbity. Większość powierzchni pokryta jest stożkami wulkanicznymi, rzekami zastygłej magmy. Duże ilości wyrzucanej z wnętrza magmy i gazów wytworzyły w atmosferze Wenus efekt cieplarniany. Prawdopodobnie setki milionów lat temu na Wenus były zupełnie inne warunki fizyczne niż te obecnie obserwowane. Możliwe jest, że Wenus na początku swojego istnienia znacznie bardziej przypominała Ziemię. Ponadto na Wenus znajdują się nieliczne kratery uderzeniowe, a ich średnica jest większa niż 3 km. Gęsta atmosfera sprawia, że drobne ciała niebieskie wpadające w nią zostają częściowo wyhamowane i rozpadają się, przez co nie uderzają w powierzchnię z ogromną siłą i nie tworzą krateru. W erze Wielkiego Bombardowania, która miała miejsce na początku formowania się Układu Słonecznego, planeta była narażona na silne uderzenia, teraz jest to prawie niemożliwe.

Ziemia

Powierzchnia Ziemi wyróżnia się na tle pozostałych powierzchni planet skalistych. Większość powierzchni pokryta jest wodą. Dzięki obecności wody na lądach panuje również duża różnorodność. Wulkanizm na Ziemi jest cały czas zauważalny. Na powierzchni planety istnieją wulkany wygasłe, jak i aktywne. Część wulkanów znajduje się na dnie oceanów, a ich wybuchy powodują trzęsienia ziemi i ogromne fale tsunami. Skorupa Ziemi zbudowana jest z płyt tektonicznych, które nasuwają się na siebie. To zjawisko formuje w bardzo znaczącym stopniu powierzchnię naszej planety. Na Ziemi również znajdują się kratery uderzeniowe, ale uległy one znacznej erozji. Największe kratery zostały zalane przez wodę, porośnięte roślinnością lub zniszczone przez człowieka. Atmosfera Ziemi chroni ją przed uderzeniami, podobnie jak atmosfera Wenus. W atmosferę ziemską każdego dnia spadają drobne ciała niebieskie. W nocy potocznie nazywane są spadającymi gwiazdami. Efekt obserwowany w nocy jest wynikiem rozgrzewania się tego ciała w naszej atmosferze i jonizacji powietrza, którą widać zwykle tylko przez ułamek sekundy jako ślad po przelocie. Większość tych ciał nie dolatuje do powierzchni. Największe spadają w postaci meteorytu, pozostawiając po sobie krater.

Mars

Ostatnia planeta skalista Układu Słonecznego nazywana jest „czerwoną planetą”. Obserwowana nieuzbrojonym okiem, ma pomarańczowo-czerwony kolor. Cała powierzchnia Marsa pokryta jest brunatnym pyłem, który jest rdzą. Miliardy lat temu prawdopodobnie na powierzchni Marsa było dużo żelaza, a w jego atmosferze większe niż dziś ilości tlenu. Tlen reagował z żelazem, utleniając go, i spowodował utworzenie się rdzawego pyłu na całej powierzchni. Czasami w niewielkiej, rzadkiej atmosferze Marsa pojawiają się wiatry, powodując ogromne burze pyłowe na całej planecie. W tym czasie nie widać powierzchni Marsa. Mimo niewielkiej atmosfery, na Marsie pojawiają się też chmury, powstałe w wyniku sublimacji czap lodowych na biegunach. Bardzo podobnie zachowują się chmury na Ziemi – pojawiają się i znikają przesuwane przez wiatr i ruchy w atmosferze.

Od wielu lat naukowcy skupiają się na badaniu planet skalistych w celu znalezienia miejsca, w którym człowiek mógłby w przyszłości zamieszkać. Każda planeta posiadająca stałą powierzchnię teoretycznie może zostać zasiedlona przez ludzi. Jednak planety skaliste Układu Słonecznego mają cechy, które nie sprzyjają człowiekowi. W atmosferach Wenus i Marsa jest bardzo dużo dwutlenku węgla, a niemal całkowicie brakuje tlenu. Do tego na żadnej z tych planet nie ma stałego źródła wody, bez której człowiek nie jest w stanie żyć. Naukowcy cały czas poszukują planet pozasłonecznych. Znane są tysiące planet pozasłonecznych, jednakże większość z nich to gazowe olbrzymy. Planety skaliste, ze względu na ich niewielką masę i rozmiary, są trudniejsze do wykrycia i można tego dokonać tylko niektórymi metodami. Mimo to, skaliste planety pozasłoneczne prawdopodobnie są szeroko rozpowszechnione we Wszechświecie. W XXI wieku, dzięki postępowi

technologicznemu, możemy nie tylko odkrywać, ale również i badać powierzchnie i atmosfery planet krążących wokół innych gwiazd niż Słońce. Duże nadzieje pokłada się w budowanym obecnie teleskopie kosmicznym Jamesa Webba. Ma on być następcą kosmicznego teleskopu Hubble'a, a jego wystrzelenie w kosmos zaplanowano na 2021 rok. Znanych jest kilkanaście planet bliźniaczo podobnych do Ziemi, znajdujących się w **ekosferze**, gdzie może istnieć ciekła woda, umożliwiająca życie. Niestety, człowiek nie potrafi przemieścić się do innego układu planetarnego. Taka podróż zajęłaby setki tysięcy lat. Najbliższą Ziemi planetą nie należącą do naszego układu planetarnego, a z dużym prawdopodobieństwem skalistą, jest Proxima Centauri b. Krąży ona wokół najbliższej Słońcu gwiazdzie Proxima Centauri. Gwiazda ta jest znacznie mniejsza i słabsza niż Słońce, dlatego jej planeta okrąża ją w odległości zaledwie 0,05 jednostek astronomicznych.



Rys. 2. Artystyczna wizja powierzchni planety Proxima Centauri b. Nad horyzontem widać trzy gwiazdy: Proxima Centauri (gwiazda macierzysta) oraz Alfa Centauri i Beta Centauri – dwie gwiazdy należące do układu potrójnego gwiazd wraz z Proxima Centauri.

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.eso.org/public/usa/images/eso1629a/> [dostęp 7.05.2022], domena publiczna.

W kosmosie prawdopodobnie istnieje ogromna liczba planet skalistych. Szacuje się, że co najmniej połowa gwiazd ma swój własny układ planetarny. Dzięki kosmicznym teleskopom, które dokonują obserwacji z orbity okołoziemskiej, cały czas odkrywane są nowe egzoplanety. Rozwój technologiczny XXI wieku zapewne umożliwi odkrywanie i badanie planet tak małych, jak planety skaliste typu ziemskiego.

Słowniczek

jednostka astronomiczna (1 AU)

(ang. *astronomical unit*) – średnia odległość Ziemi od Słońca, używana przy określaniu odległości planet i obiektów w układach planetarnych.

planetoida = asteroida

(ang. *asteroid*, z gr. *planētai* 'wędrowiec' + *eídos* 'postać') - małe ciało niebieskie o rozmiarach od kilku metrów do kilku tysięcy kilometrów, posiadające stałą powierzchnię, okrążające gwiazdę. W Układzie Słonecznych tworzą pas planetoid, który oddziela planety wewnętrzne (skaliste) od zewnętrznych (gazowych).

planeta

(ang. *planet*, z gr. *planētai* 'wędrowiec') - okrąża gwiazdę, a na swej orbicie nie ma innych ciał (wyczyściła swoją orbitę); posiada masę mniejszą niż masa wymagana do przeprowadzenia fuzji jądrowej deuteru (czyli ok. 13 mas Jowisza); spełnia wymagania minimalnej masy, tzn. kryterium równowagi hydrostatycznej - jest w stanie utrzymać kształt kulisty. Planety okrążające inne gwiazdy niż Słońce nazywane są egzoplanetami lub planetami pozasłonecznymi.

efekt dynamo

(ang. *dynamo effect*) - efekt stosowany do wyjaśnienia istnienia pola magnetycznego Ziemi lub innych ciał niebieskich. Obecnie przeważa opinia, że ruchy wirowe i konwekcyjne ciekłego jądra powodują powstawanie prądu wytwarzającego pierwotne pole magnetyczne.

ekosfera

(ang. *ecosphere*, z gr. *oikos '*dom' *+ sphaira '*kula') - strefa wokół gwiazdy, o kształcie zbliżonym do warstwy sferycznej, w której obrębie na wszystkich znajdujących się planetach mogą panować warunki fizyczne i chemiczne umożliwiające powstanie, utrzymanie i rozwój organizmów żywych, z których za najistotniejsze uważane jest istnienie ciekłej wody.

Animacja 3D

Co to są planety skaliste?

Animacja prezentuje porównanie budowy planet skalistych Układu Słonecznego: Merkurego, Wenus, Ziemi i Marsa.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1EYGLg0k>

Zapoznaj się z audiodeskrypcją animacji.

Polecenie 1

Które planety nie posiadają pola magnetycznego?

Polecenie 2

Obejrzyj poniższe modele 3D planet skalistych. Na których z nich można zaobserwować białe czapy sugerujące istnienie lodu lub śniegu?

Merkury:

Merkury Model 3D.

W przypadku Wenus mamy dwa modele:

- model zewnętrzny z widokiem chmur:

Wenus Model 3D - zewnętrznie z widokiem chmur.

- model powierzchni:

Wenus Model 3D - powierzchnia.



Ziemia:

Ziemia Model 3D [Źródło: NASA Visualization Technology Applications and Development (VTAD)]

Mars:

Mars Model 3D.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mercury_in_color_-_Prockter07_centered.jpg [dostęp 7.05.2022], https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Venus_globe.jpg [dostęp 7.05.2022], <https://pixabay.com/pl/photos/ziemia-planeta-przestrze%C5%84-%C5%9Bwiat-11009/> [dostęp 7.05.2022], <https://solarsystem.nasa.gov/resources/745/clouds-and-dust-storms-on-mars/> [dostęp 7.05.2022], domena publiczna.

Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



W tabeli poniżej umieszczono podstawowe cechy fizyczne kilku planet. Oceń, która z nich jest planetą skalistą, a która planetą gazową, wpisując odpowiednią nazwę pod kolumną opisującą daną planetę.

Masa	$3,30 \cdot 10^{23} \text{ kg}$	$6,34 \cdot 10^{27} \text{ kg}$
	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	$6,42 \cdot 10^{26} \text{ kg}$
Promień średni	4880 km	160510 km
	6371 km	43895 km
Gęstość średnia	5427 kg/m^3	2243 kg/m^3
	5514 kg/m^3	$1933,5 \text{ kg/m}^3$
Przyciąganie grawitacyjne na powierzchni	$3,7 \text{ m/s}^2$	$28,87 \text{ m/s}^2$
	$9,807 \text{ m/s}^2$	$15,72 \text{ m/s}^2$
Typ planety		

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Co to są planety skaliste 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>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>
Kształtowane kompetencje kluczowe:	<p>Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none">1. określa cechy charakterystyczne planet skalistych,2. wymienia najważniejsze różnice w składzie, budowie i wyglądzie planet skalistych,3. rozpoznaje modele poszczególnych planet skalistych.
Strategie nauczania	formative feedback
Metody nauczania	pokaz, analiza pomysłów, wzajemne nauczanie się uczniów

Formy zajęć:	Praca w grupach
Środki dydaktyczne:	<p>kulki styropianowe dla każdej z grup, po jednym drucie/cienkim patyczku do każdej kulki dłuższe niż średnica kulki, wata lub coś symulujące chmury, co można przykleić do kulki, 4 markery/kolory farby: czerwony, niebieski, szary i brązowy</p> <p>komputery lub urządzenia elektroniczne pozwalające uczniom wypełnić zadania sprawdzające</p>
Materiały pomocnicze:	E-materiały: „Merkury – planeta najbliższa Słońcu”, „Dlaczego Wenus jest najjaśniejszą planetą”, „Co wiesz o Ziemi jako planecie”, „Dlaczego Mars nazywany jest „czerwoną planetą”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Uczniowie zapoznają się z e-materiałem i medium przed lekcją. Nauczyciel na lekcji zadaje pytanie, które jest tematem lekcji. Uczniowie powinni rozpocząć krótką burzę mózgów mającą na celu postawienie celów lekcji oraz postawienie najbardziej nurtujących klasę pytań.</p>	
Faza realizacyjna:	
<p>Nauczyciel dobiera uczniów w grupy 4-osobowe (nie większe). Każda grupa dostaje 4 kulki styropianowe i 4 patyczki/druciki oraz watę. Jeden patyczek będzie symulował oś obrotu, wata ewentualne chmury – więcej waty to więcej chmur. Każda grupa wbija patyczki zgodnie z ułożeniem osi w styropianową kulkę. Kulki z zaznaczonymi osiami i chmurami podajemy sąsiedniej grupie. Merkury nie powinien mieć waty, Ziemia pojedyncze zlepki chmur, Mars znikome bardzo cienkie lub wcale, Wenus powinna być cała bardzo grubo obklejona chmurami. Grupa mająca kulki z osią od poprzedniej grupy musi zaznaczyć kolorem odpowiednią planetę, ale nie może napisać jej nazwy – szary Merkury, brązowy Wenus, niebieski Ziemia i czerwony Mars (to uczniowie muszą odpowiednio dobrać kolor zgodny z kolorem planety). Kulki przekazywane są następnej grupie, która musi na tle klasy zaprezentować otrzymane kulki. Każdy uczeń z grupy prezentuje jedną z otrzymanych planet: uczeń trzyma planetę zgodnie z kątem nachylenia osi (ławkę przyjmujemy za płaszczyznę ekliptyki). Jeżeli uczeń nie zgadza się z oznaczeniami wprowadzonymi przez poprzedników musi wyjaśnić dlaczego. Następnie dany uczeń podaje reszcie klasy jeden fakt o tej planecie nie związany z kolorem i osiami (masa, promień, odległość od Słońca, grawitacja, ilość księżyców, powierzchnia, chmury). Kolejny uczeń podaje inną informację na temat tej samej planety. W każdej chwili uczniowie lub nauczyciel mogą zaprotestować, jeżeli prezentujący uczeń się pomyli – nauczyciel musi naprowadzić ucznia na poprawną odpowiedź. W tej fazie lekcji nauczyciel może wykorzystać e-materiały związane z poszczególnymi planetami.</p>	

Faza podsumowująca:

Nauczyciel pyta uczniów, czy osiągnęli cele postawione na początku lekcji. Uczniowie rozwiązują zadania z zestawu ćwiczeń tego e-materiału. Nauczyciel prezentuje klasie 1-2 układy planetarne, które składają się z planet skalistych np.: TRAPPIST-1, Kepler-107.

Praca domowa:

Praca dla chętnych: znaleźć w bazie planet pozasłonecznych exoplanet.eu układy planetarne, w których skład wchodzi planety skaliste jak najbardziej podobne do tych z Układu Słonecznego.

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

Multimedium bazowe może być wykorzystane przez uczniów do powtórzenia i utrwalenia wiadomości o planetach.