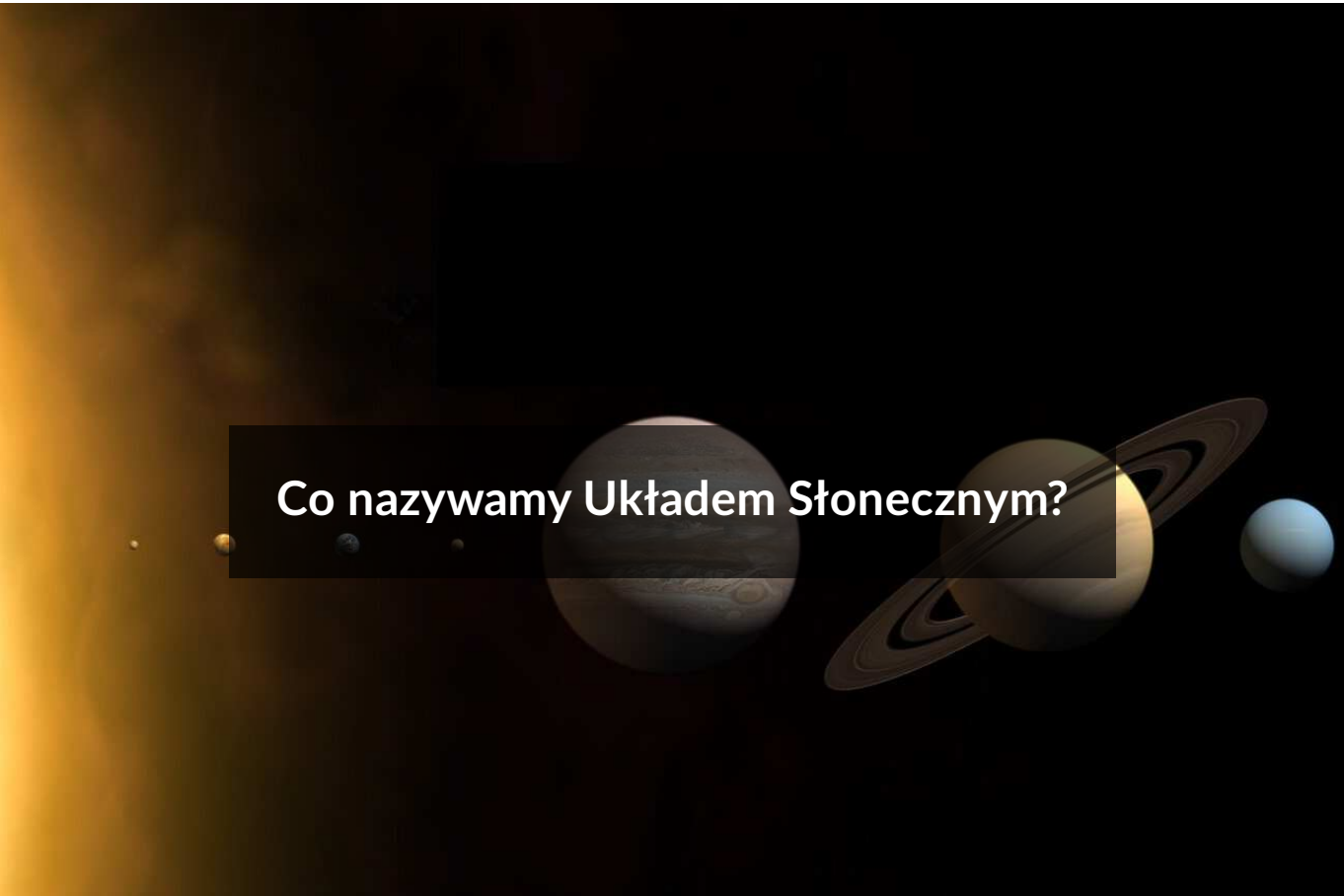


## Co nazywamy Układem Słonecznym?

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



## Co nazywamy Układem Słonecznym?

Źródło: dostępny w internecie: [https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/pia12114\\_0.jpg](https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/pia12114_0.jpg) [dostęp 7.05.2022], domena publiczna.

### Czy to nie ciekawe?

Mieszkamy na planecie Ziemi, każdego dnia budzą nas promienie Słońca, w bezchmurne noce możemy podziwiać różne oblicza Księżyca. Gdy ktoś mówi Układ Słoneczny, to co zapewne od razu przychodzi Ci na myśl to Słońce i planety krążące wokół niego – ale czy tylko? Gdzie zaczyna, a gdzie kończy się Układ Słoneczny? Co tak naprawdę się na niego składa poza znanymi planetami? Czy Układ Słoneczny nie ma już żadnych tajemnic?

Od zawsze człowiek patrzył w niebo, ale teraz, dzięki technologii XXI wieku, widzimy znacznie więcej niż nasi przodkowie mogli dostrzec gołym okiem.

#### Twoje cele

- dowiesz się, jak zbudowany jest Układ Słoneczny,
- poznasz podstawowe składniki i elementy Układu Słonecznego oraz sposoby ich odkrywania,
- zrozumiesz, jak określa się granice każdego układu planetarnego,
- poznasz i ocenisz trudności w badaniu, poznawaniu, analizowaniu dalekich części Układu Słonecznego.

# Przeczytaj

---

## Warto przeczytać

Każdy układ planetarny w swoim środku posiada gwiazdę, wokół której krążą planety. Czasami wokół tych planet krążą ich naturalne satelity, czyli księżyce. Niekiedy wokół gwiazdy centralnej krążą również planety karłowate i drobne ciała niebieskie, takie jak planetoidy i meteoroidy – tak też jest w naszym układzie planetarnym. Wszystkie ciała niebieskie w danym układzie planetarnym są powiązane ze sobą grawitacyjnie.

Nasz Układ Planetarny nazywa się Słonecznym, ponieważ nasza [gwiazda centralna](#) została nazwana Słońcem. Jest to żółty karzeł – gwiazda w średnim wieku, ma około 4,57 miliarda lat. Gwiazda centralna Układu Słonecznego stanowi prawie 99,86% całkowitej masy układu (Słońce jest około 333000 razy masywniejsze niż Ziemia). Jej oddziaływanie sprawia, że cały układ krąży wokół wspólnego środka masy, który znajduje się w obrębie Słońca, lecz nie pokrywa się z jego środkiem (czyli Słońce również krąży wokół środka masy Układu Słonecznego).

Krążące wokół tej gwiazdy obiekty dzielimy na trzy główne grupy:

- [planety i planety karłowate](#),
- drobne ciała niebieskie,
- pyły międzyplanetarne.

Od 2006 roku, zgodnie z definicją planety zatwierdzoną przez [Międzynarodową Unię Astronomiczną](#) (skrót IAU pochodzi od angielskiej nazwy International Astronomical Union), mamy osiem planet:

**Merkury** – najmniejsza planeta układu,

**Wenus** – najjaśniejsza (na ziemskim niebie) planeta,

**Ziemia** – największa planeta skalista naszego układu,

**Mars** – czerwona planeta,

**Jowisz** – największa planeta układu,

**Saturn** – planeta z pierścieniami,

**Uran** – najmniej masywna z planet gazowych,

**Neptun** – najzimniejsza, na samych krańcach układu.

Definicja [planety](#) jest następująca:

**Planeta** to ciało niebieskie, które:

a) musi okrążyć Słońce lub inną gwiazdę,

b) ma wystarczającą masę, aby dzięki swojej grawitacji pokonywać wewnętrzne oddziaływania międzycząsteczkowe i zachowywać dzięki temu kształt prawie kulisty, na podobieństwo ogromnej kropli cieczy (tzw. zachowanie równowagi hydrostatycznej),

c) na jej orbicie nie znajdują się inne ciała niebieskie, ponieważ na skutek oddziaływania grawitacyjnego zostały one przez planetę przyciągnięte (astronomowie w skrócie mówią, że „planeta wyczyściła swoją orbitę”).

Planety dzielą się na dwie grupy: **skaliste** i **gazowe**. Planety skaliste leżą bliżej Słońca, są znacznie mniejsze od planet gazowych, lecz mają większą gęstość. Oddzielone są od planet gazowych pasem **planetoid**.

Planety skaliste to: Merkury, Wenus, Ziemia, Mars.

Planety gazowe to: Jowisz, Saturn, Uran, Neptun.

**Pas planetoid** jest szerokości prawie jednej **jednostki astronomicznej**, czyli zajmuje przestrzeń równą odległości Ziemi od Słońca. **Planetoidy** (asteroidy), jako małe ciała niebieskie, otaczają Słońce oraz planety wewnętrzne (skaliste). Te drobne ciała niebieskie składają się ze skał i metalicznych minerałów, o rozmiarach od kilku metrów do kilku tysięcy kilometrów. Kształty planetoid są bardzo nieregularne, nie przypominają kul. Ich powierzchnie pokryte są licznymi kraterami, które powstają wskutek zderzeń z innymi obiektami tego typu. Sumaryczna masa całego pasa planetoid wynosi zaledwie około 4% masy Księżyca. Obecnie znanych jest prawie 800 tysięcy tych obiektów, ale szacuje się, że są ich miliony. Najbardziej znane i najbardziej masywne obiekty pasa planetoid to: Ceres, Westa, Pallas i Hygiea, których sumaryczna masa stanowi połowę szacowanej masy całego pasa. Największa z nich, czyli Ceres, zaliczana jest do planet karłowatych, czyli spełnia jedynie dwa z trzech punktów definiujących planetę zgodnie IAU. Obiekty pasa planetoid czasami zderzają się ze sobą i dzielą na mniejsze, czasami również spadają na Ziemię (pod wpływem ziemskiej grawitacji) i inne planety w postaci „spadających gwiazd”, czyli meteorów.

Część planet możemy podziwiać nieuzbrojonym okiem. Są to: Merkury, Wenus, Mars, Jowisz, Saturn. Natomiast ostatnie dwie planety możemy zobaczyć przy pomocy najprostszych urządzeń obserwacyjnych, np. lornetki lub małego teleskopu. Zdarza się, że Uran jest widoczny gołym okiem, ale tylko przy idealnie bezchmurnym niebie i w momentach, gdy jest blisko Słońca (blisko peryhelium) oraz najbliższej Ziemi.

Przyjmuje się przybliżenie, że wszystkie ciała niebieskie wewnętrznej części Układu Słonecznego leżą w płaszczyźnie **ekliptyki**.

Za linią ostatniej planety (ponad 30 AU), czyli Neptuna, znajduje się **pas Kuipera**. Podobnie jak pas planetoid rozciąga się wokół Słońca zamykając strefę planet skalistych, tak pas Kuipera zamyka strefę planet gazowych, lecz jest znacznie od pasa planetoid większy. Obiekty pasa Kuipera mają bardzo ekscentryczne orbity, w kształcie wyraźnie spłaszczonych elips. W jednym z ognisk takiej elipsy leży Słońce (Rys. 3.). Punkt orbity najbliższy Słońcu nazywa się **peryhelium**, a najdalszy **aphelium**.

Obiekty pasa Kuipera są złożone w dużym stopniu z lodu wodnego oraz zamrożonego metanu i amoniaku. Pod względem kształtów i rozmiarów są bardzo podobne do ciał niebieskich w pasie planetoid. Najbardziej znanymi obiektami pasa Kuipera są planety karłowate: Pluton – największa znana planeta karłowata, Makemake, Haumea i Eris.

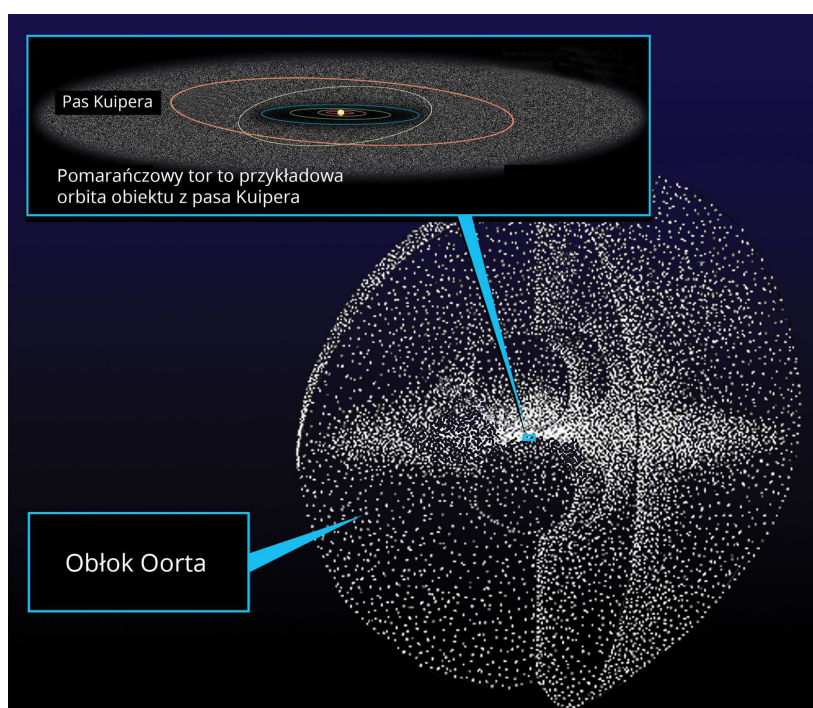
Planeta / planeta karłowata	Średni promień orbity [AU]	Odległość peryhelium [AU]	Odległość aphelium [AU]	Masa wyrażona w masach Ziemi / kg	Promień wyrażony w promieniach Ziemi / km
Merkury	0,39	0,31	0,47	0,055	0,383
Wenus	0,72	0,72	0,73	0,815	0,949
Ziemia	1,00	0,98	1,02	1,000	1,000
Mars	1,52	1,38	1,67	0,107	0,533
Ceres	2,77	2,56	2,98	$9,5 \cdot 10^{20}$ kg	476 km
Jowisz	5,20	5,03	5,37	317,8	11,209
Saturn	9,54	9,19	9,96	95,162	9,449
Uran	19,19	18,64	19,75	14,54	4,007
Neptun	30,07	29,89	30,22	17,147	3,883
Pluton	39,48	29,66	49,31	$1,3 \cdot 10^{22}$ kg	1188 km
Haumea	43,30	35,11	51,58	$\sim 4 \cdot 10^{21}$ kg	$\sim 797$ km
Makemake	45,79	38,57	52,78	$\sim 2,9 \cdot 10^{21}$ kg	$\sim 715$ km
Eris	77,78	37,91	97,65	$\sim 1,66 \cdot 10^{22}$ kg	$\sim 1163$ km

Tab. 1. Rozmiary planet i planet karłowatych oraz wymiary ich orbit

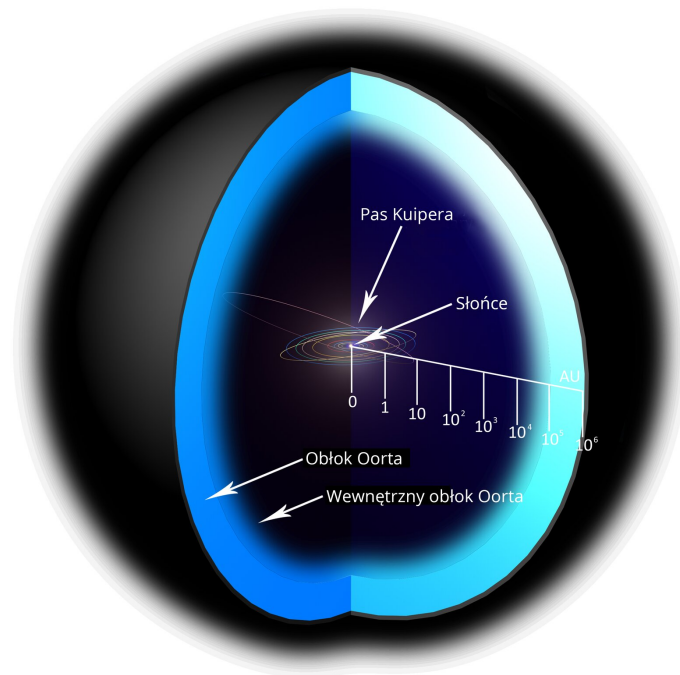
Pas Kuipera, wraz z rosnącą odległością od Słońca, staje się coraz rzadszy i bardziej rozproszony. Coraz więcej obiektów ma orbity odległe od płaszczyzny ekliptyki. Stopniowo przechodzi w **dysk rozproszony** sięgający 100 AU - 150 AU od Słońca. Umowna granica pomiędzy tymi rejonami to około 55 AU. Ciała krążące w tym obszarze, w przeciwieństwie

do planet, mają ekscentryczne orbity, to znaczy że ich kształtu nie możemy już przybliżyć okręgiem. Kąt nachylenia do płaszczyzny **ekliptyki** (inklinacja) może być bardzo duży.

Ostatnim elementem Układu Słonecznego jest **Obłok Oorta** – hipotetyczny obłok pyłów, lodu i komet, zamykający cały Układ Słoneczny w sferze. Składa się głównie z drobin lodu i zestalonych gazów, takich jak amoniak czy metan. Zewnętrzne granice obłoku Oorta są granicą Układu Słonecznego. Na granicy Układu Słonecznego pole grawitacyjne Słońca jest tak słabe, że nie jest w stanie oddziaływać na drobne ciała niebieskie. Przyjmuje się, że może się ono kończyć w odległości nawet 100 tysięcy **jednostek astronomicznych** od Słońca. Najbliższa Słońcu gwiazda, czyli Proxima Centauri, znajduje się w odległości 276363,17 AU (4,37 **lat świetlnych**), czyli nasz układ planetarny kończy się w 1/3 odległości do najbliższej gwiazdy.



Rys. 1a. Rysunek przedstawia strukturę Obłoku Oorta. Białe kropki odzwierciedlają rozkład drobnych ciał niebieskich, znajdujących się teoretycznie w obłoku. Na powiększeniu pokazano zbliżenie kształtu części Układu Słonecznego zawierającego najcięższe ciała, czyli planety i wewnętrzny pas Kuipera. [Źródło: NASA]



Rys 1b. Struktura Obłoku Oorta z zaznaczoną logarytmiczną skalą odległości. Jasnoszary kolor odpowiada regionom zawierającym ciała niebieskie oraz pyły. Ref: almukantar.net [źródło: Andrew Z. Colvin ]

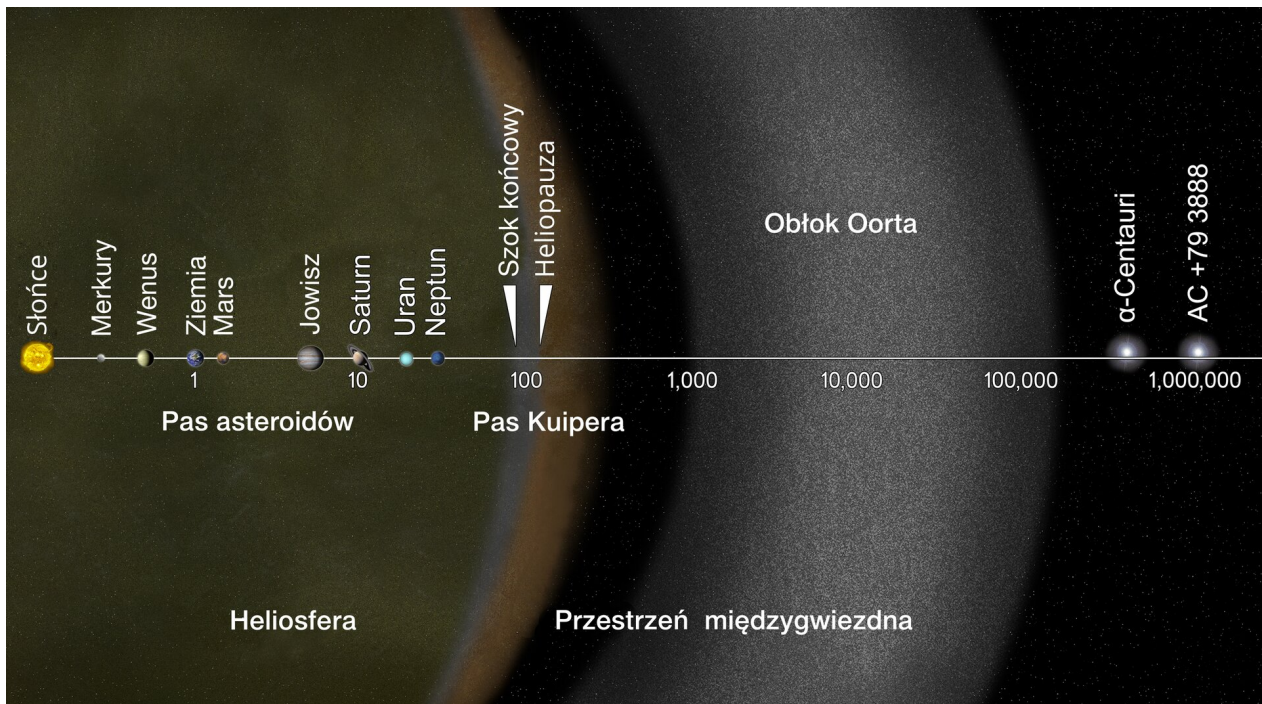
Nie ma konkretnych, obserwacyjnych dowodów istnienia obłoku, ale wiele obiektów, np. kometa Hale'a-Boppa, dowodzi istnienia takiej struktury na granicach Układu Słonecznego. Na podstawie wieloletnich obserwacji różnymi teleskopami oraz sondami kosmicznymi NASA stworzyło model Obłoku Oorta, przedstawiony na Rys. 1a. Misje kosmiczne Voyager 1 i 2, wystrzelone w 1977 roku, cały czas dostarczają nowych danych. W 2012 roku minęły heliopauzę, czyli granicę wokół gwiazdy, gdzie ciśnienie wiatrów słonecznych staje się mniejsze niż ciśnienie materii międzygwiazdowej (123 AU, patrz Rys. 2a.). W Pasie Kuipera znajduje się sonda New Horizons (wystrzelona w przestrzeń kosmiczną w 2006 roku), która dokonała pomiarów Plutona i jego księżyców, a następnie będzie badać ciała niebieskie znajdujące się w otoczeniu tej planety karłowatej.

Wszystkie ciała niebieskie krążące w Układzie Słonecznym są jego integralnymi elementami, a materiał, z którego są zbudowane, jest materiałem z pierwotnej mgławicy. Powstało z niej także Słońce. Zgodnie z hipotezą powstania Układu Słonecznego, na jego końcu powinny znajdować się pył, lód i drobne ciała niebieskie. Obiekty te powinny być pozostałością [pierwotnej mgławicy](#), z której powstał Układ Słoneczny. Obłok Oorta powinien składać się właśnie z takich obiektów. Obserwacje tej struktury oraz badania jej składu mogą być potwierdzeniem hipotez o powstawaniu i budowie układów planetarnych. Żadne z ciał niebieskich, poza gwiazdami, nie świeci własnym światłem, więc misje kosmiczne są nieodzownym elementem badania tych obiektów.

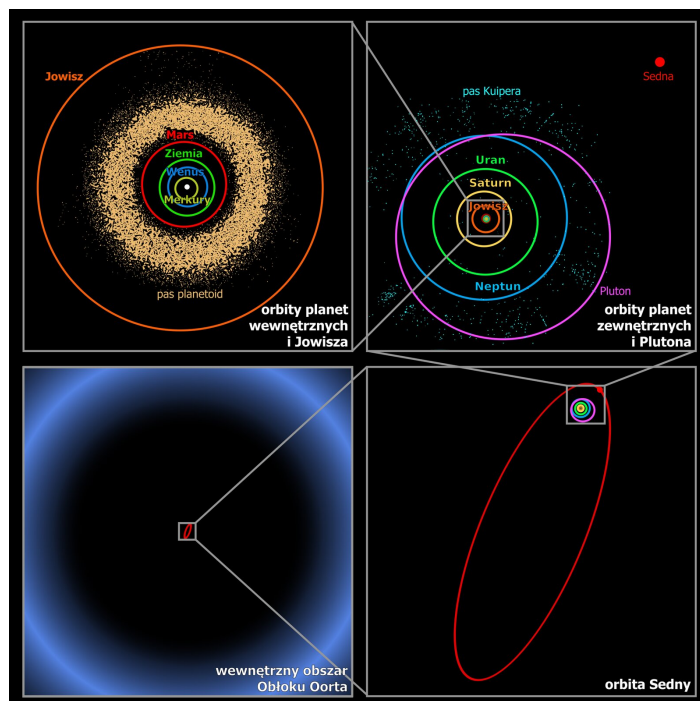
Układ Słoneczny kształtował się przez miliardy lat i nadal jest dynamiczny. Przelatująca blisko Jowisza kometa, pod wpływem siły grawitacji, może spaść w jego atmosferę. Planetoidy, często przelatujące blisko Ziemi lub Księżyca, również pod wpływem

oddziaływań grawitacyjnych zmieniają swoją trajektorię lub nawet spadają na Ziemię w postaci meteorów. Jeżeli meteor nie spali się całkowicie w ziemskiej atmosferze, to upadając na ziemię zostawia po sobie kosmiczny kamień, czyli meteoryt. Badanie meteorytów pozwala szacować ich wiek, jak również pochodzenie. Asteroidy, meteoroidy są ciałami powstałymi na początku Układu Słonecznego, więc ich wiek jest również wiekiem układu. Kolejne misje kosmiczne dostarczają coraz nowsze i bardziej precyzyjne zdjęcia dalszych planet i planet karłowatych i pozwalają również badać ich budowę.

Układ Słoneczny, tak nam bliski, to nadal nie do końca zbadany obszar Wszechświata.

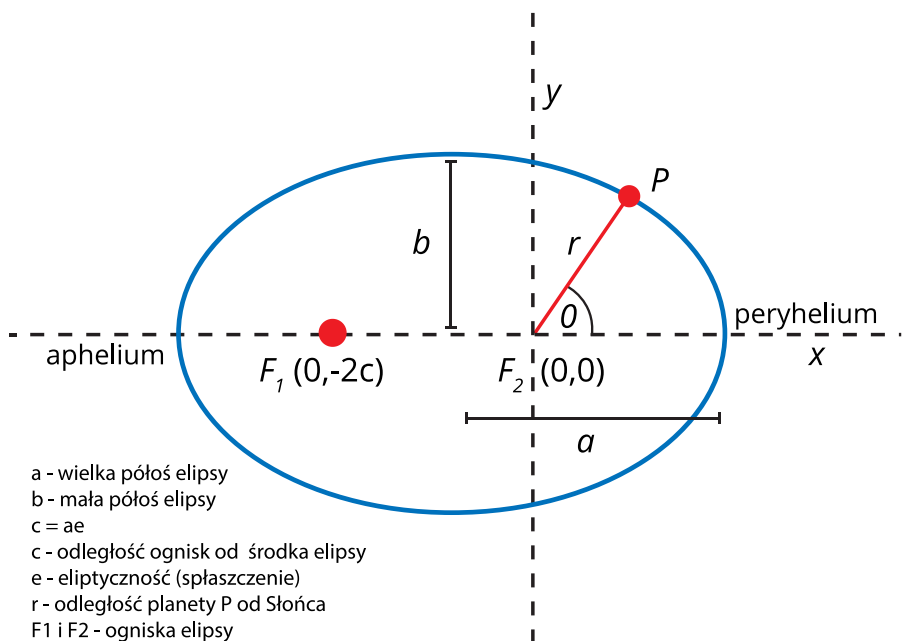


Rys. 2a. Rysunek przedstawia Układ Słoneczny widziany z boku, prezentując odległości przy wykorzystaniu logarytmicznej skali w jednostkach astronomicznych. Ref: [https://solarsystem.nasa.gov/resources/492/solar-system-in-perspective/?category=solar-system\\_oort-cloud](https://solarsystem.nasa.gov/resources/492/solar-system-in-perspective/?category=solar-system_oort-cloud)



Rys. 2b. Rysunki przedstawiające wewnętrzny obszar Obłoku Oorta w coraz większym powiększeniu (od lewej na dole, przeciwnie do ruchu wskazówek zegara). Źródło:Adi, oryg.

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oort\\_cloud\\_Sedna\\_orbit.svg?uselang=pl](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oort_cloud_Sedna_orbit.svg?uselang=pl) [CC BY-SA 4.0], via [Wikimedia Commons](#)]



Rys. 3. Planeta krąży po elipsie, a Słońce znajduje się w jednym z ognisk elipsy

## Słowniczek

**jednostka astronomiczna = 1 AU**

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

## rok świetlny = 1 ly

(ang.: *light year*) - odległość, jaką przebywa światło w próżni w ciągu roku.

## gwiazda centralna (macierzysta)

(ang.: *central star*) - gwiazda znajdująca się w środku układu planetarnego.

## planetoida = asteroida

(ang.: *asteroid, minor planet*) - małe ciało niebieskie o rozmiarach od kilku metrów do kilku tysięcy kilometrów, posiadające stałą powierzchnię, okrążające gwiazdę (z j. greckiego: *asteroeidés* - gwiazdzisty; planeta + *eídos* - postać).

## planeta

(ang.: *planet*) - okrąża gwiazdę, a na swej orbicie nie ma innych ciał; 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 utrzymywać kształt kulisty (z j. greckiego: *planétés* - wędrowiec).

## planeta karłowata

(ang.: *dwarf planet*) - ciało niebieskie, które nie może być planetą, ponieważ na orbicie towarzyszą mu inne ciała.

## pierwotna mgławica

(ang.: *primordial nebula*) - chmura pyłów, krążąca w przestrzeni kosmicznej, z której powstaje układ planetarny.

## heliosfera

(ang.: *heliosphere*) - obszar wokół Słońca, w którym ciśnienie wiatrów słonecznych jest większe od ciśnienia materii międzygwiazdowej (galaktycznej). Obszar ten jest znacznie mniejszy niż obszar działania sił grawitacyjnych Układu Słonecznego (z j. greckiego: *hélios* - słońce, *sphaíra* - kula).

## ekliptyka

(ang.: *ecliptic*) - koło wielkie na sferze niebieskiej, po którym pozornie porusza się Słońce obserwowane z Ziemi. Płaszczyzna ekliptyki jest to płaszczyzna wokół Słońca, w której w przybliżeniu znajdują się orbity wszystkich ciał wewnętrznego Układu Słonecznego (z j. greckiego: *ékleipsis* - opuszczenie, zaćmienie).

## równowaga hydrostatyczna = równowaga dynamiczna

(*ang.: hydrostatic equilibrium*) - równowaga pomiędzy siłą grawitacyjną danego ciała, a siłami ciśnień, które działają przeciwnie do grawitacji. Gdyby grawitacja była większa, to ciało zapadałoby się, gdyby siły ciśnień przewyższyły grawitację, to ciało rozszerzałoby się lub doszłoby do eksplozji.

### **Międzynarodowa Unia Astronomiczna (skrót IAU)**

(*ang.: International Astronomical Union*) - międzynarodowa organizacja zrzeszająca tysiące astronomów, którzy są przedstawicielami swojego kraju. Unia posiada wyłączone prawo do nadawania nazw nowo odkrytym ciałom niebieskim. Kongresy generalne, na których podejmowane są najważniejsze decyzje odnośnie nazw i definicji, odbywają się raz na trzy lata.

# Animacja 3D

---

## Co nazywamy Układem Słonecznym?

Animacja ukazuje Układ Słoneczny widziany od najdalszych regionów, czyli hipotetycznej struktury zwanej Obłokiem Oorta. W kolejnych zbliżeniach ukazują się najbardziej znane i zbadane ciała niebieskie, takie jak: planety karłowate, planetoidy, planety.

## Wystąpił błąd

Opis alternatywny animacji 3D.

Na czarnym ekranie pojawia się biały sześciąt złożony z mniejszych białych sześciątów. Po chwili zamienia się on w biały kwadrat znajdujący się w centralnej części ekranu. Po prawej stronie od białego, małego kwadratu pojawia się napis Co nazywamy układem słonecznym? Po chwili na czarnym ekranie pojawia się rysunek naszej galaktyki w postaci jasnego centrum i spiralnych niebieskich obłoków materii ściąganych do jej środka. Obraz zbliża się i po chwili na ekranie pojawia się półprzezroczysta szara sfera symbolizująca Obłok Oorta. Obraz nada powiększa się i na ekranie pojawia się Słońce w postaci żółtej kuli wokół której widoczne są w postaci współśrodkowych elips orbity planet Układu Słonecznego. Po chwili na czarnym tle ekranu pojawia się z lewej strony wirująca ognista kula Przedstawiająca Słońce. Po prawej stronie pojawia się informacja o jednostce astronomicznej będącej średnią odległością Ziemi od Słońca podczas ruchu no orbicie eliptycznej. Po prawej stronie od Słońca widoczna jest Ziemia w postaci niebieskiej kuli z brązowymi zarysami kontynentów. Po chwili na ekranie pojawia się znów półprzezroczysta sfera Obłoku Oorta, jako obszar zamykający Układ Słoneczny. Przypuszcza się, że zewnętrzne krawędzie obłoku mogą być oddalone od Słońca nawet o sto tysięcy jednostek astronomicznych. Po chwili wewnątrz obłoku pojawia się czarne pole. Powstały w ten sposób szary pierścień przedstawia dysk rozproszony. Jest to obszar otaczający wewnętrzny Układ Słoneczny. Ciała w tym obszarze poruszają się op orbitach, których nie można przybliżyć okręgiem. Szerokość dysku rozproszonego to około stu jednostek astronomicznych. Dysk rozproszony w wewnętrznej części graniczy z Pasem Kuipera. Pas Kuipera rozciąga się od trzydziestu do pięćdziesięciu

jednostek astronomicznych od Słońca. Ekran znów zaczyna się powiększać i znów na ciemnym tle widać szary, gruby pierścień. Pas Kuipera składa się z obiektów złożonych z płynnego lodu i zamrożonego metanu i amoniaku. W Pasie Kuipera najbardziej znane są cztery planety karłowate. Po chwili obok szarego pierścienia w lewym i dolnym rogu pojawia się rysunek szarej kuli symbolizującej planetę karłowatą Eris. Bliżej środka ekranu pojawia się czerwona planeta Makemake a następnie zmierzając do prawego górnego rogu ekranu szara planeta Haumea i brązowa Pluton. Po chwili na ekranie po prawej stronie pojawia się szara, wirująca kula symbolizująca planetę karłowatą Eris. Jej średnia odległość od Słońca to sześćdziesiąt siedem i pół jednostki astronomicznej. Następnie w miejsce Eris pojawia się czerwona wirująca planeta karłowata Makemake. Jej średnia odległość od Słońca to pięćdziesiąt dwie jednostki astronomiczne. Następnie w miejsce Makemake pojawia się szara wirująca planeta karłowata Haumea. Jej średnia odległość od Słońca to czterdzieści trzy i trzy dziesiąte jednostki astronomicznej. Następnie w miejsce Haumea pojawia się brązowa wirująca planeta karłowata Pluton. Jej średnia odległość od Słońca to trzydzieści dziewięć i pół jednostki astronomicznej. Po chwili obraz powiększa się jeszcze bardziej i widoczne jest Słońce oraz w postaci o współśrodkowych okręgów narysowanych białymi liniami orbity planet zewnętrznych, kolejno od Słońca Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna. Po chwili na ekranie po prawej stronie pojawia się wirująca niebieska kula symbolizująca Neptuna. Jego średnia odległość od Słońca to trzydzieści jednostek astronomicznych. Po chwili miejsce Neptuna zajmuje bladozielona kula symbolizująca Urana. Jego średnia odległość od Słońca to dwadzieścia jednostek astronomicznych. Po chwili miejsce Urana zajmuje beżowa kula z pierścieniami symbolizująca Saturna. Jego średnia odległość od Słońca to dziewięć i pół jednostki astronomicznej. Po chwili miejsce Saturna zajmuje beżowa kula z brązowymi, poziomymi pasami symbolizująca Jowisza. Jego średnia odległość od Słońca to pięć i dwie dziesiąte jednostki astronomicznej. Ekran powiększa się i widoczny jest szary pierścień asteroid o średnicy mniejszej niż średnica orbity Jowisza. Po chwili po prawej stronie ekranu pojawia się szara wirująca kula symbolizująca jedyną znaną planetę karłowatą w pasie asteroid Ceres. Jej średnia odległość od Słońca to dwie i siedemdziesiąt siedem setnych jednostki astronomicznej. Ekran powiększa się i znów widoczne jest Słońce w centralnej części i orbity planet wewnętrznych. Na ekranie po prawej stronie pojawia się czerwona wirująca kula symbolizująca Marsa. Jego średnia odległość od Słońca to jedna i pięćdziesiąt dwie setne jednostki astronomicznej. Po chwili miejsce Marsa zajmuje błękitna wirująca kula z zarysami brązowych i zielonych kontynentów symbolizująca Ziemię. Jej średnia odległość od Słońca to jedna jednostka




astronomiczna, czyli około stu pięćdziesięciu milionów kilometrów. Po chwili miejsce Ziemi zajmuje beżowa wirująca kula symbolizująca Wenus. Jej średnia odległość od Słońca to siedem dziesiątych jednostki astronomicznej. Po chwili miejsce Wenus zajmuje szara wirująca kula symbolizująca Merkurego. Jego średnia odległość od Słońca to cztery dziesiąte jednostki astronomicznej. Po chwili na ekranie pojawia się z lewej strony słońce w postaci ognistej kuli i wszystkie osiem planet układu Słonecznego ułożone w prawo według ich średniej odległości od Słońca. Po chwili na ekranie pojawia się na białym tle niebieski napis Fizyka dziewięćset pięćdziesiąt kapsułek. W dolnej części ekranu pojawiają się z lewej strony logo Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej, na środku logo Funduszy Europejskich i po prawej stronie logo Unii europejskiej i flaga Unii europejskiej.

---

## Polecenie 1

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



## Ćwiczenie 4



Tabela przedstawia odległości od Słońca planet i regionów Układu Słonecznego (wewnętrznej, najbardziej znanej części) w jednostkach astronomicznych (AU).

Uzupełnij brakujące nazwy obiektów i odległości.

Słońce, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran, Pas Kuipera, 0, 0,4, 0,8, 2,2-3,6, 9,5, 32-50, 50-150

Słońce	0
	0,4
	0,8
Ziemia	
Mars	
	2,2-3,6
Jowisz	
Saturn	9,5
Uran	
Pas Kuipera	32-50
	50-150

## Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Ćwiczenie 9



Ćwiczenie 10



# Dla nauczyciela

---

<b>Imię i nazwisko autora:</b>	Monika Sitek
<b>Przedmiot:</b>	Fizyka
<b>Temat zajęć:</b>	<b>Jak duży jest Układ Słoneczny i z czego się składa?</b>
<b>Grupa docelowa:</b>	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
<b>Podstawa programowa:</b>	<p><b>Cele kształcenia - wymagania ogólne</b></p> <p>IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.</p> <p><b>Zakres podstawowy</b></p> <p><b>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;</p> <p>III. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:</p> <p>4) opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej i roku świetlnego.</p> <p><b>Zakres rozszerzony</b></p> <p><b>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;</p> <p>IV. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:</p> <p>9) opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce.</p>

<b>Kształowane kompetencje kluczowe:</b>	<b>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,</li> <li>• kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,</li> <li>• kompetencje cyfrowe,</li> <li>• kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.</li> </ul>
<b>Cele operacyjne:</b>	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. potrafi opisać, jak zbudowany jest Układ Słoneczny.</li> <li>2. wymienia w kolejności główne rejony oraz ciała niebieskie w Układzie Słonecznym.</li> <li>3. określa, gdzie znajdują się granice układów planetarnych.</li> <li>4. umiejętnie argumentuje i analizuje problemy związane z obserwacjami i z analizą parametrów fizycznych ciał niebieskich w Układzie Słonecznym.</li> <li>5. ocenia trudności w badaniu, poznawaniu, analizowaniu dalekich części Układu Słonecznego.</li> </ol>
<b>Strategie nauczania:</b>	Strategia Kształcenia Wyprzedzającego / flipped classroom
<b>Metody nauczania:</b>	Pogadanka z użyciem animacji, dyskusja
<b>Formy zajęć:</b>	praca w grupach
<b>Środki dydaktyczne:</b>	rzutnik, papier i miarka
<b>Materiały pomocnicze:</b>	e-materiał „W jaki sposób powstał Układ Słoneczny”, 265.
<b>PRZEBIEG LEKCJI</b>	
<b>Faza wprowadzająca:</b>	

Wprowadzenie według treści zawartych w bloku I tego e-materiału. Odwołanie się do wiedzy potocznej uczniów na temat Układu Słonecznego, ostatnich doniesień w mediach jeśli takie miały miejsce. Zadanie pytań i poprowadzenie dyskusji na temat tego co uczniowie danej klasy rozumieją przez Układ Słoneczny, czy potrafią określić jego wielkość i kształt.

Pytania pomocnicze:

1. Gdzie zaczyna, a gdzie kończy się Układ Słoneczny?
2. Jakie są składniki Układu Słonecznego poza planetami?
3. Czy Układ Słoneczny w każdym miejscu składa się z tego samego materiału?

Nauczyciel spisuje na tablicy cele lekcji ustalone na podstawie dyskusji (bazując na celach w e-materiale)

### **Faza realizacyjna:**

Nauczyciel wyświetla animację. Uczniowie, bazując na tym co widzą, powinni dyskutować ze sobą na temat obrazu. Nauczyciel kieruje dyskusją. Po wyświetleniu animacji należy przejść do zadań w grupach.

Uczniowie mają za zadanie stworzyć model Układu Słonecznego. Uczniowie, podzieleni na małe grupy, wykonują oś odległości zaczynając od Słońca (na paskach papieru lub na tablicy), a następnie nanoszą na oś kolejne ciała niebieskie Układu Słonecznego przyjmując odpowiednią skalę na rysunku, np. 1 AU = 1 cm (lub inną, odpowiednio wybraną przez siebie.) Dobór skali powinni przedyskutować w grupach. Nauczyciel powinien nakierować uczniów pytaniami pomocniczymi, na przykład:

- W jakiej skali musielibyśmy stworzyć Układ Słoneczny, aby zmieścić go w sali lekcyjnej?
- Czy przyjęcie, że 1 AU = 1 m będzie odpowiednie do zbudowania wewnętrznej części Układu Słonecznego na szkolnym boisku?

Pozwala to zarówno utrwalić budowę Układu Słonecznego (metoda powtarzania w różnych sytuacjach), jak również sprawdzić przyswojoną wiedzę podczas lekcji jeżeli praca odbywa się w grupach.

### **Faza podsumowująca:**

Nauczyciel zadaje pytania końcowe:

1. Czego jeszcze nie wiemy o Układzie Słonecznym?
2. Czy waszym zdaniem w najbliższym czasie zbadamy cały Układ Słoneczny?
3. Jakie są główne przeszkody w badaniu Układu Słonecznego?

Uczniowie formułują najważniejsze, ich zdaniem, tezy dotyczące budowy układów planetarnych w oparciu o wiedzę, jaką zdobyli o Układzie Słonecznym.

### **Praca domowa:**

Zadania z części „**Sprawdź się**”. Wybór liczby wykonanych zadań zależy od ucznia. Na poziomie podstawowym zadania 1-6.

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

Multimedium bazowe – animacja powinna być wyświetlana w trakcie lekcji w celu wizualizacji zagadnienia. Nauczyciel włącza animację pokazując fragmenty Układu Słonecznego, które w danym momencie lekcji są omawiane. Uczniowie w domu przed lekcją powinni zapoznać się z częścią teoretyczną (tekstem w bloku III) tego e-materiału. Multimedium sprawdzające to praca domowa.