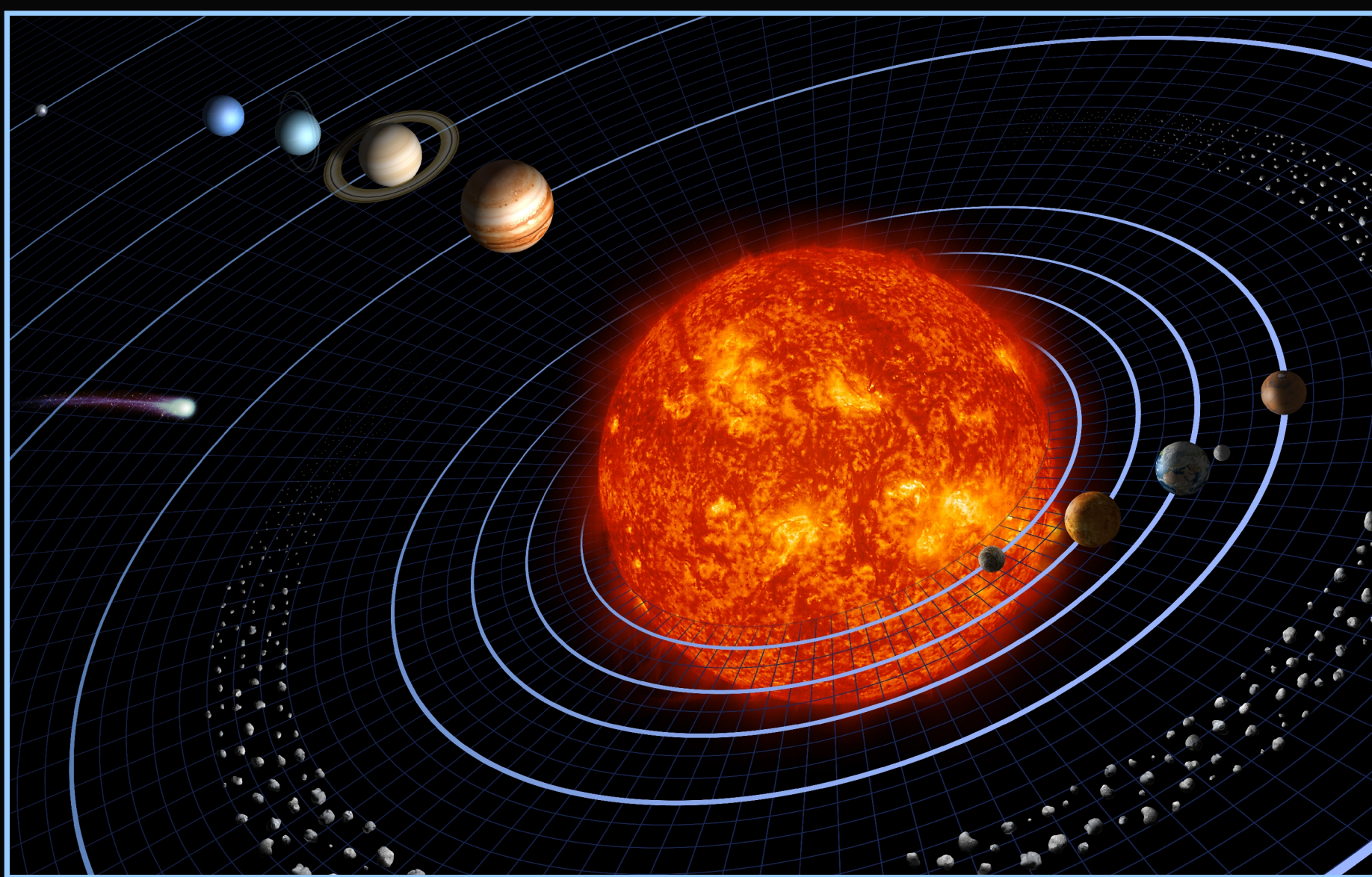


Układ Słoneczny



NASA/JPL

Układ Słoneczny składa się ze Słońca i powiązanych z nim grawitacyjnie ciał. Licząc od Słońca, to: cztery *planety skaliste* (Merkury, Wenus, Ziemia, Mars), *pas planetoid* składający się z małych skalistych ciał, cztery zewnętrzne *planety-olbrzymy* (Jowisz, Saturn, Uran, Neptun) oraz *pas Kuipera*, składający się z obiektów skalno-lodowych.

Oprócz ośmiu dużych planet znamy dotychczas pięć planet karłowatych: Ceres (największy obiekt w pasie planetoid), Pluton (do 2006 uznawany za dziewiątą planetę Układu), Haumea, Makemake (drugi co do wielkości obiekt w pasie Kuipera) i Eris.

Najbardziej widowiskowymi ciałami Układu Słonecznego są komety. Pod wpływem ciepła słonecznego niewielkie jądro komety paruje, tworząc spektakularny warkocz.

Słońce

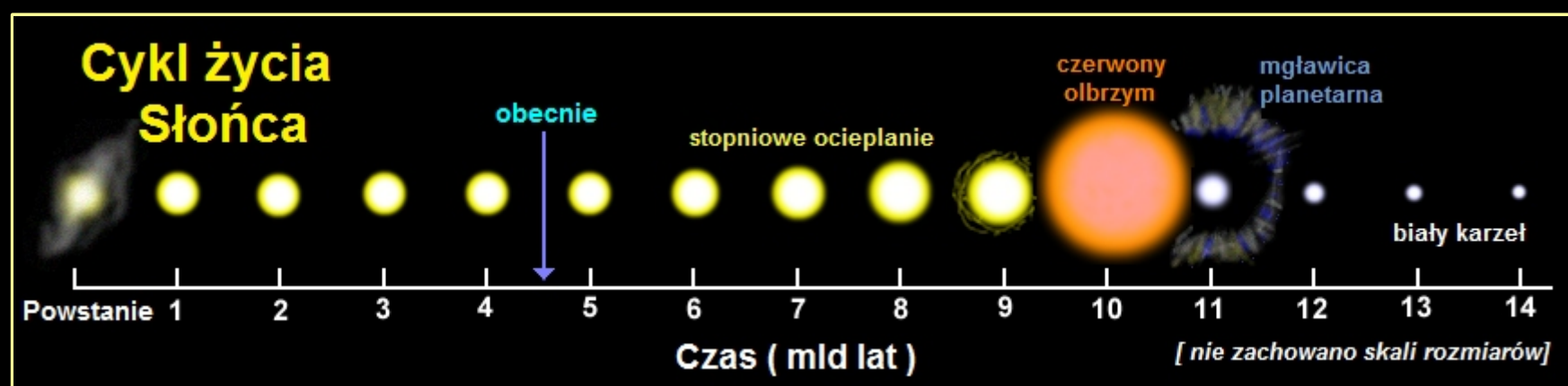
Słońce zajmuje centralne miejsce w Układzie Słonecznym, skupiając w sobie 99,8% jego całkowitej masy. Jest głównym źródłem energii docierającej do Ziemi.

Słońce jest kulą zjonizowanego gazu (plazmy). Składa się głównie z wodoru i helu. W centrum znajduje się jądro, w którym temperatura i gęstość są wystarczająco wysokie, by podtrzymać reakcje termojądrowe przemiany (fuzji) wodoru w hel.

Słońce nie ma wyraźniej powierzchni. To, co widzimy to tzw. fotosfera, obszar gdzie gęstość materii maleje na tyle, że staje się ona przezroczysta, dzięki czemu fotony mogą uciekać w próżnię. Z tej warstwy pochodzi więc prawie całe promieniowanie Słońca. Nieprzezroczystość maleje bardzo gwałtownie, na przestrzeni nieco ponad 100 km. Niewielka grubość fotosfery jest odpowiedzialna także za to, że tarcza Słońca, obserwowana z Ziemi ma ostro zarysowane brzegi.

Na fotosferę duży wpływ ma pole magnetyczne Słońca. Duże koncentracje pola tworzą chłodniejsze obszary fotosfery, widoczne jako plamy słoneczne. Małe koncentracje pola tworzą fokuły, ciągi jasnych punktów układających się w jasną sieć.

Promień Słońca	696 tysięcy km ($55 \times$ promień Ziemi)
Masa Słońca	$334 \text{ tysięcy} \times$ masa Ziemi
Okres obrotu na równiku	25 dni
Temperatura fotosfery	5500°C
Temperatura w jądrze	około 14 milionów $^{\circ}\text{C}$



Merkury

Promień Merkurego	2 440 km ($0,38 \times$ promień Ziemi)
Masa Merkurego	$0,06 \times$ masa Ziemi
Odległość od Słońca	46–70 milionów km ($0,31$ – $0,47$ razy tyle, co Ziemia)
Okres obrotu Merkurego	59 dni
Rok na Merkurym	88 dni

Powierzchnia Merkurego przypomina Księżyc: są na nim liczne kratery uderzeniowe. Praktyczny brak atmosfery i bliskość Słońca powodują, że temperatura powierzchni waha się od -163°C do 427°C . Jednak światło słoneczne nigdy nie dociera do dolnych części kraterów w okolicach biegunów – temperatury tam są cały czas niskie i badania radarowe wykazały obecność lodu.

Orbita Merkurego zmienia się z czasem – występuje tzw. ruch peryhelium, czyli punktu najbliższego Słońca. Oparte na mechanice klasycznej próby pełnego wyjaśnienia tego efektu poprzez uwzględnienie wpływu pozostałych planet – a nawet dodatkowej planety o nazwie *Wulkan* – nie przyniosły skutku.

Dopiero teoria względności Einsteina potrafiła wyjaśnić w pełni obserwowany efekt, i tym samym zagadnienie ruchu peryhelium Merkurego stało się jednym z dowodów na prawidłowość tej teorii.

Porównanie rozmiarów planet skalistych Układu Słonecznego



Merkury



Wenus



Ziemia



Mars

Wenus

Powierzchnię planety ukształtowały mniej więcej pół miliarda lat temu zjawiska wulkaniczne i, w mniejszym stopniu, tektoniczne. Badania radarowe wskazują, że około 85% powierzchni Wenus pokrywają utwory pochodzenia wulkanicznego (różne struktury koliste, kopuły, rozległe równiny, meandrujące potoki zastygłej lawy, asymetryczne kratery). O aktywności tektonicznej świadczy natomiast gęsta sieć rowów i szczelin, a także liczne zmarszczki i fałdy. Kraterów uderzeniowych na powierzchni Wenus jest stosunkowo niewiele, gdyż ślady zostały zatarte w wyniku późniejszej działalności wulkanicznej; pozostały tylko stosunkowo nieliczne młode kratery meteorytowe.

Wenus ma grubą i gęstą atmosferę, która składa się przede wszystkim z dwutlenku węgla (96%) i azotu (3,5%). Temperatura atmosfery przy powierzchni sięga aż 480 °C, a ciśnienie jest 90 razy większe od ciśnienia atmosferycznego przy powierzchni Ziemi.

Promień Wenus	6 052 km ($0,95 \times$ promień Ziemi)
Masa Wenus	$0,82 \times$ masa Ziemi
Odległość od Słońca	107–109 milionów km (0,72 razy tyle, co Ziemia)
Doba na Wenus	243 dni
Rok na Wenus	0,62 lat

Powierzchnia Wenus jest całkowicie zakryta gęstymi chmurami, które odbijają znaczną część światła padającego na planetę. Żółtawy kolor chmur pochodzi od obłoków kwasu siarkowego.



Ziemia i Księżyc

Ziemia — zamieszкана przez miliony gatunków, wliczając w to człowieka — jest jedynym znanym nam miejscem we Wszechświecie, w którym występuje życie. Planeta uformowała się 4,5 miliarda lat temu, a życie pojawiło się na jej powierzchni w ciągu pierwszego miliarda lat po uformowaniu. Następnie biosfera ziemská wpłynęła na atmosferę i inne czynniki abiotyczne planety, umożliwiając rozwój organizmów oddychających tlenem. Rozwój życia na lądzie umożliwiło powstanie warstwy ozonowej, zmniejszająca natężenie promieniowania ultrafioletowego, oraz obecność magnetosfery, odbijającej potencjalnie szkodliwe cząstki wiatru słonecznego.

Ziemia ma jednego naturalnego satelitę, Księżyc, który jest drugim (po Słońcu) pod względem jasności obiektem na niebie. Przypuszcza się, że Księżyc powstał w końcowej fazie tworzenia się Układu Słonecznego w wyniku zderzenia protoplanety wielkości Marsa z rozwarstwowaną już na jądro i płaszcz Ziemią. Zderzenie nie było centralne i dlatego w jego wyniku Ziemia pozbawiona została tylko części płaszcza, zachowując większość żelaznego jądra. Materiał płaszcza, rozproszony w postaci dysku na bliskiej orbicie okołozemskiej, stygnąc szybko skondensował do postaci naturalnego satelity: Księżyca. Oddziaływania pływowe oddaliły od siebie oba ciała — jeszcze dziś odległość Księżyca od Ziemi wzrasta w tempie 3 cm na rok.

Promień Ziemi	6 371 km
Masa Ziemi	6×10^{24} kg
Odległość od Słońca	147–152 milionów km
Promień Księżyca	1 737 km ($0,27 \times$ promień Ziemi)
Masa Księżyca	$0,012 \times$ masa Ziemi
Odległość od Ziemi	363–405 tysięcy km

Mars

Promień Marsa	3 396km ($0,53 \times$ promień Ziemi)
Masa Marsa	$0,11 \times$ masa Ziemi
Odległość od Słońca	0,20–0,25 miliardów km (1,4–1,7 razy tyle, co Ziemia)
Doba na Marsie	24 godzin 37 minut
Rok na Marsie	1,88 lat

Wyraźny czerwony kolor Marsa, który od starożytności fascynował ludzi, spowodowany jest przez pył i kamienie bogate w tlenki żelaza — czyli rdzę. Oprócz czerwonego pyłu, na powierzchni Marsa widoczne są rozległe równiny, łańcuchy wysokich gór, olbrzymie doliny, wygasłe wulkany, uskoki i szczeliny, oraz liczne struktury prawdopodobnie wyżłobione przez wodę płynącą przed miliardami lat, gdy na Marsie mogła być dostatecznie gęsta atmosfera i wystarczająco wysoka temperatura, by na powierzchni planety utrzymywała się woda w stanie ciekłym. Dziś może ona pozostawać pod powierzchnią w postaci lodu.



Wyobrażenie łazika *Spirit* na powierzchni Marsa

Niegdyś wyobrażano sobie, że ów szczeliny to kanały, stworzone przez rozwiniętą cywilizację, a zmieniające się na wskutek burz pyłowych plamy to roślinność. Teraz, dzięki wielu misji takich jak *Viking*, *Mars Global Surveyor* czy słynnych łazików *Spirit* i *Opportunity* wiemy, że nie ma na Marsie zwierząt czy roślin takich jak na Ziemi. Jednak wciąż jest możliwe, że były na Marsie — a może wciąż tam żyją — proste mikroorganizmy. Stało się to tym bardziej prawdopodobne gdy, w 2008 r., lądownik *Phoenix* potwierdził obecność wody w próbce gleby Marsjańskiej.



FOBOS i DEIMOS
Księżyce Marsa, prawdopodobnie przechwycone planetoidy, odkryte w roku 1877 przez Asapha Halla



Planetoidy



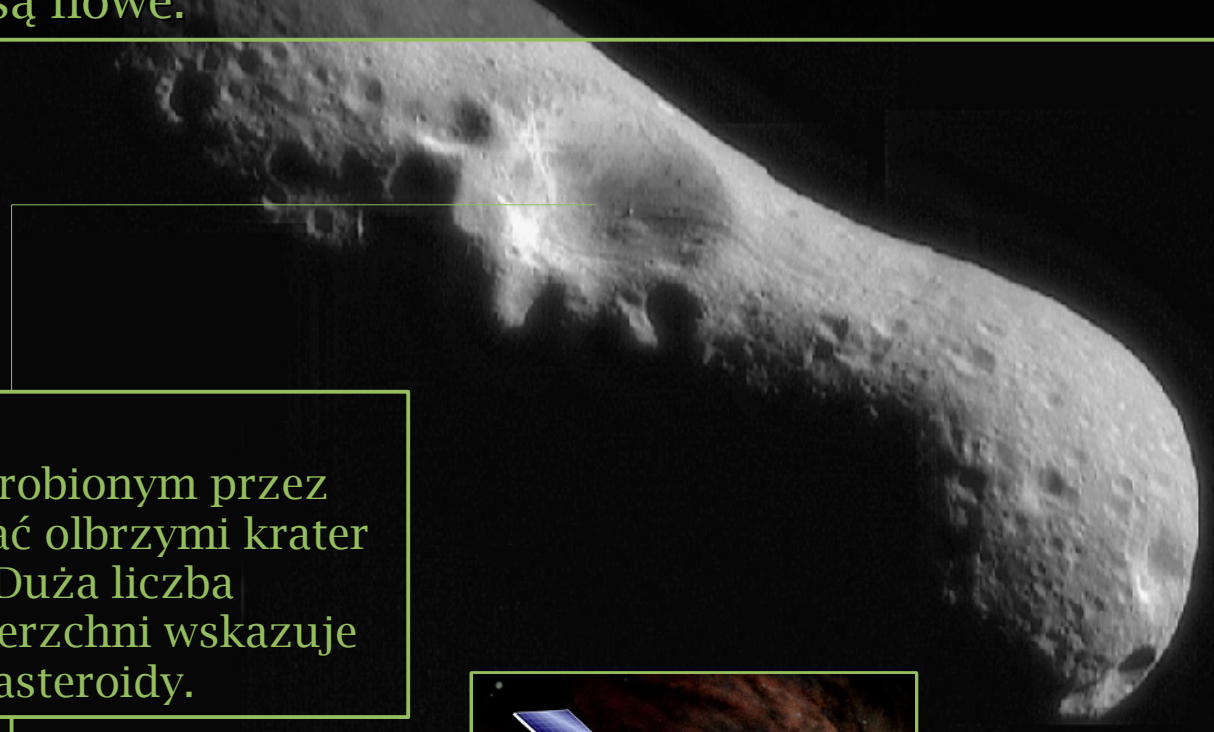
253 MATHILDE



951 GASpra

GŁÓWNY PAS PLANETOID

Ogromna większość znanych planetoid — małych, skalistych ciał zwykle o nieregularnym kształcie — obiega Słońce między Marsem a Jowiszem, po prawie kołowych orbitach które leżą niemal dokładnie w płaszczyźnie ruchu wielkich planet, tworząc tzw. pas główny planetoid. Średnia odległość tych planetoid od Słońca prawie trzykrotnie przewyższa promień orbity Ziemi, a okres obiegu wokół Słońca wynosi średnio 4,5 roku. Znanych jest już setki tysięcy planetoid, a co roku odkrywane są nowe.



433 EROS

Na tym zdjęciu, zrobionym przez sondę NEAR, widać olbrzymi krater o średnicy 6 km. Duża liczba kraterów na powierzchni wskazuje na znaczny wiek asteroidy.



Jowisz

Promień Jowisza	71 492 km ($11,2 \times$ promień Ziemi)
Masa Jowisza	$317,8 \times$ masa Ziemi
Odległość od Słońca	0,74–0,82 miliardów km (5,0–5,5 razy tyle, co Ziemia)
Doba na Jowiszu	9 godzin 56 minut
Rok na Jowiszu	11,9 lat

Największa planeta Układu Słonecznego, a pod względem jasności na ziemskim niebie czwarty obiekt po Słońcu, Księżycu i Wenus.

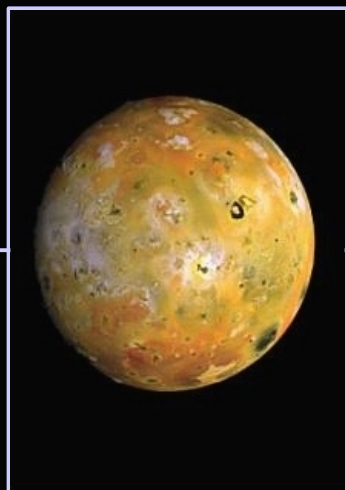
Atmosfera Jowisza złożona jest przede wszystkim z wodoru i helu z niewielkimi domieszkami substancji bogatych w wodór: metanu, amoniaku i pary wodnej, a także acetyleny, cyjanowodoru oraz tlenku węgla.

Jedną z najbardziej intrygujących zagadek Jowisza jest to, że wypromieniowuje on dwukrotnie więcej energii, niż otrzymuje od Słońca. Nie znamy źródła tej dodatkowej energii. Mimo że skład chemiczny Jowisza jest zbliżony do słonecznego, nie mogą w nim zachodzić reakcje jądrowe przemiany wodoru w hel ze względu na zbyt małe ciśnienie i za niską temperaturę w jego wnętrzu. Niewykluczone jest, że Jowisz posiada jeszcze w swym wnętrzu zapas ciepła pochodzącego z okresu kondensacji planety z pierwotnej mgławicy słonecznej.

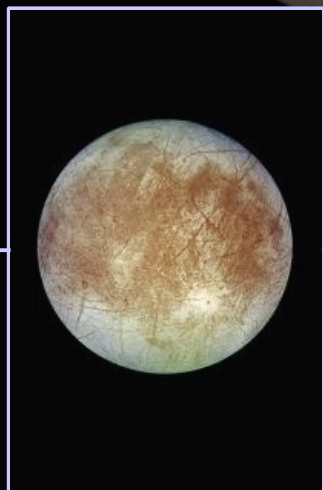
GALILEUSZOWE KSIĘŻYCE JOWISZA

Cztery największe księżyce Jowisza, odkryte przez Galileusza w roku 1610, za pomocą skonstruowanej przez niego lunety.

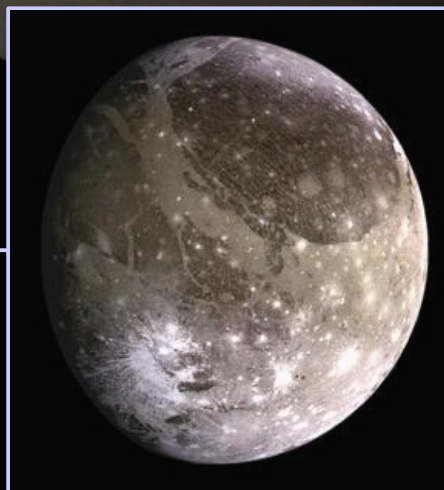
Na podstawie swoich obserwacji Galileusz uznał, że księżyce krążą wokół Jowisza. Odkrycie to wspierało heliocentryczną teorię Kopernika, pokazując że nie wszystkie ciała niebieskie krążą wokół Ziemi.



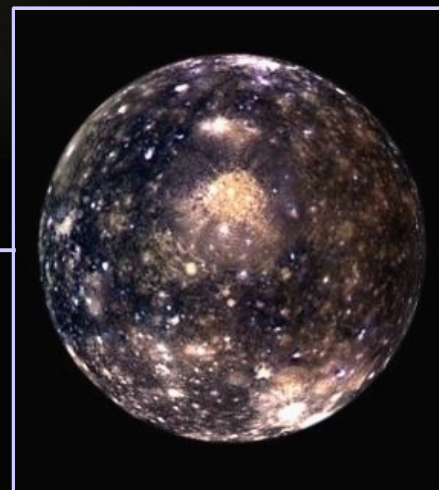
Io



Europa



Ganimeses



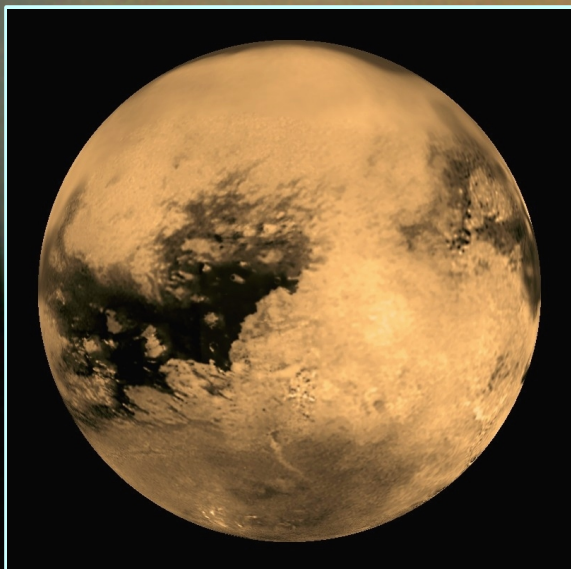
Kallisto

Saturn

Wnętrze Saturna przypomina swą budową Jowisza. Żelazno-krzemianowe jądro skupia prawdopodobnie około 20% masy planety. Otoczone jest grubą warstwą najpierw metalicznego, a następnie ciekłego wodoru molekularnego z domieszką helu. Warstwa ta w sposób ciągły przechodzi w gazową atmosferę. Zasadniczymi składnikami atmosfery planety są wodór i hel oraz znikome ilości amoniaku, metanu i wody. Podobnie jak Jowisz, Saturn wypromieniowuje więcej energii niż otrzymuje ze Słońca, co oznacza, że musi mieć jakieś wewnętrzne źródło ciepła, którego mechanizm nie jest jeszcze znany.

Najciekawszą osobliwością Saturna są jego pierścienie. Widoczne już przez niewielką lunetę, zostały po raz pierwszy dostrzeżone przez Galileusza w 1610 roku, jednak ich naturę odgadł dopiero Christiaan Huygens w 1655 r. Dzięki badaniom sond kosmicznych Voyager wiadomo, że pierścienie są skomplikowanym układem bardzo wielu współśrodkowych, płaskich "obróczy" materii, otaczających Saturna w płaszczyźnie jego równika w odległości od środka zawartej w granicach 1,1-8 promieni planety. Pierścienie składają się z krążących wokół Saturna brył, najprawdopodobniej lodowych, o rozmiarach od kilku centymetrów do około 100 m. Grubość pierścieni jest bardzo mała, sięgająca zaledwie kilku kilometrów.

Promień Saturna	60 268 km ($9,4 \times$ promień Ziemi)
Masa Saturna	$95,2 \times$ masa Ziemi
Odległość od Słońca	1,3-1,5 miliardów km (9-10 razy tyle co Ziemia)
Doba na Saturnie	10 godzin 32 minuty
Rok na Saturnie	29,7 lat



TYTAN

Największy księżyc Saturna, jedyny w Układzie Słonecznym posiadający gęstą atmosferę i jedyne ciało poza Ziemią, na powierzchni którego odkryto zbiorniki cieczonej — jeziora. W tym przypadku jednak nie są wypełnione wodą, lecz ciekłymi węglowodorami.

Uran

Został odkryty przez Williama Herschela w 1781 roku. Przy dobrych warunkach planetę można zobaczyć gołym okiem, choć wygląda wówczas jak słaba gwiazda. Bardzo łatwo natomiast można ją dostrzec przez lornetkę bądź mały teleskop.

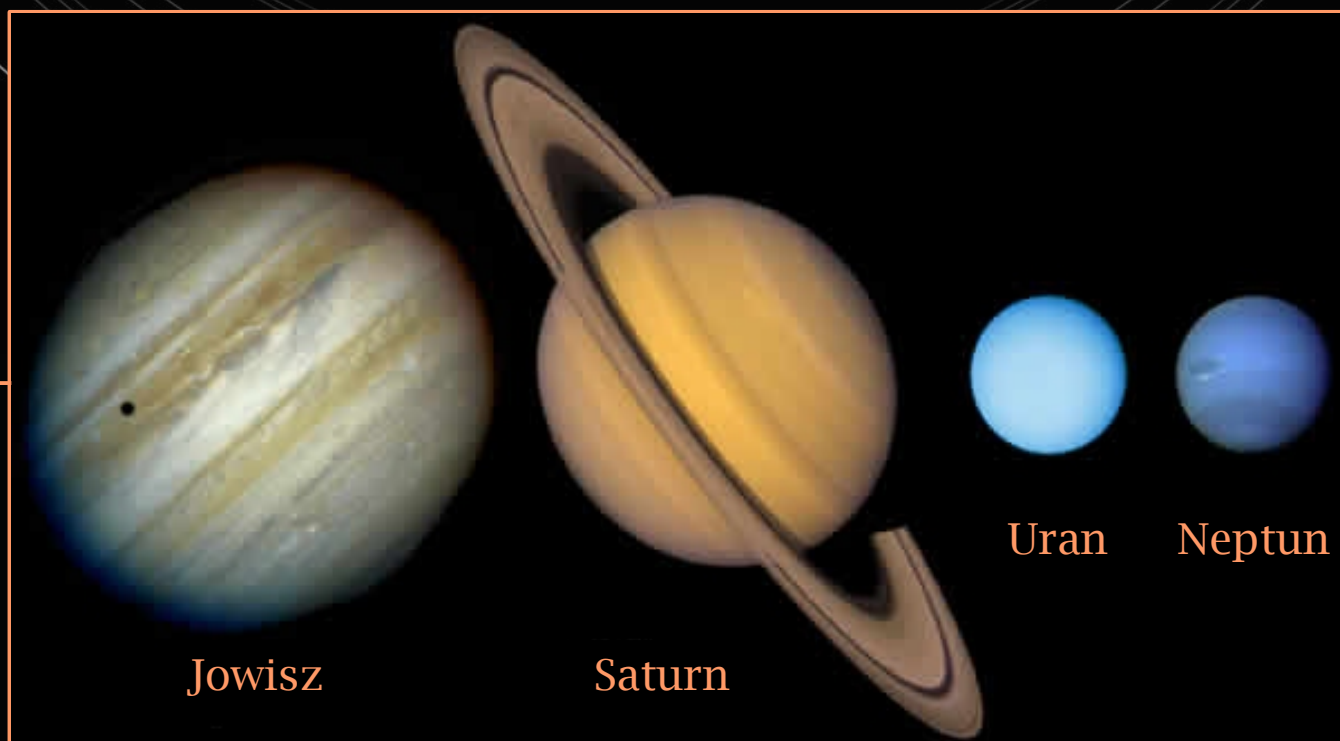
W odróżnieniu od innych planet, oś obrotu Urana leży niemal w płaszczyźnie orbity — patrząc z Ziemi widzimy więc na przemian otoczenie północnego lub południowego bieguna planety.

Atmosfera Urana składa się głównie z wodoru i helu, a w niższych warstwach również z amoniaku i metanu, skupiających się często w obłoki.

Uran – jako jedyna spośród planet olbrzymów – nie ma znaczącego wewnętrznego źródła energii – wypromieniowuje tylko 1,14 razy więcej energii niż otrzymuje od Słońca. Ze względu na dużą odległość od Słońca ilość energii słonecznej padającej w jednostce czasu na jednostkę powierzchni Urana stanowi zaledwie 0,3% ilości energii dostarczanej Ziemi.

Promień Urana	25 559 km ($4,0 \times$ promień Ziemi)
Masa Urana	$14,5 \times$ masa Ziemi
Odległość od Słońca	2,7–3,0 miliardów km (18–20 razy tyle co Ziemia)
Doba na Uranie	17 godzin 14 minut
Rok na Uranie	84,3 lat

Porównanie rozmiarów gazowych olbrzymów Układu Słonecznego



Jowisz

Saturn

Uran

Neptun

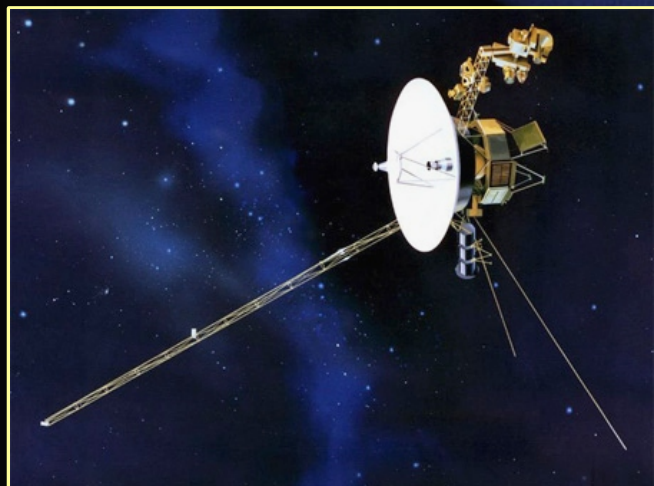
Neptun

Niespodziewane odchylenia Urana od przewidywanego położenia na niebie doprowadziły astronomów do wniosku, że musi na niego wpływać siła grawitacji innej, nieznananej dotąd planety. Wyliczenie pozycji nowej planety dokonali niezależnie John Couch Adams oraz Urbain Le Verrier i w roku 1846, na podstawie tych obliczeń, Johann Galle i Heinrich d'Arrest odkryli Neptuna — ósmą planetę w Układzie Słonecznym.

Skład chemiczny Neptuna jest podobny do Urana: atmosfera Neptuna składa się głównie z wodoru i helu, zawiera także składniki takie jak woda, amoniak, metan i śladowe ilości węglowodorów, a także przypuszczalnie azot. Wnętrze Neptuna składa się z lodu i skał. Śladowe ilości metanu w zewnętrznych warstwach atmosfery planety nadają jej niebieski kolor.

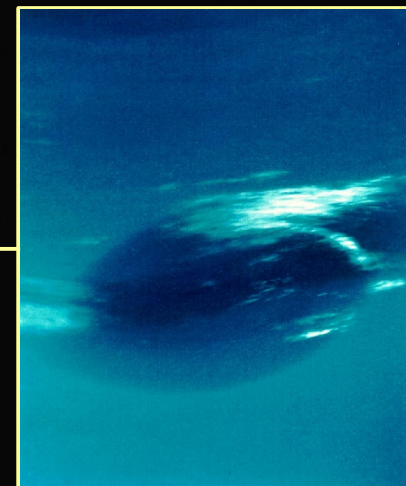
Na Neptunie wieją najsilniejsze wiatry ze wszystkich planet Układu Słonecznego, osiągające prędkość 2100 km/h. Temperatura Neptuna na poziomie wierzchołków chmur wynosi średnio -218°C , ze względu na znaczne oddalenie od Słońca, natomiast temperatura we wnętrzu osiąga 7000°C . Neptun posiada nikły i niekompletny system pierścieni oraz 13 znanych księżyców.

Promień Neptuna	24 750 km ($3.9 \times$ promień Ziemi)
Masa Neptuna	$17,2 \times$ masa Ziemi
Odległość od Słońca	4,5 miliarda km (30 razy tyle co Ziemia)
Doba na Neptunie	16 godzin 6 minut
Rok na Neptunie	164,9 lat



VOYAGER 2

Jedyna sonda kosmiczna, która dotąd zbadała Neptuna, i źródło większości naszej wiedzy o tej planecie. Odkryła 7 księżyców oraz tzw. “Wielką Ciemną Plamę”, burzę o rozmiarach Ziemi.

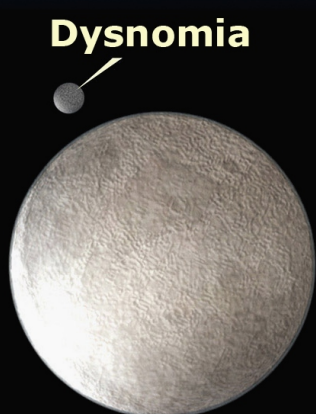


Plutoidy

Klasa obiektów astronomicznych obiegających Słońce poza orbitą Neptuna (tzw. “transneptunowych”), które posiadają na tyle dużą masę aby dzięki własnej grawitacji uzyskać kształt sfery.

Nazwa pochodzi od odkrytego przez Clyde'a Tombaugh'a w 1930 roku Plutona. Wówczas klasyfikowano Plutona jako planetę, jednak odkrycie coraz większej liczby obiektów transneptunowych w ostatnich latach — w tym nawet większych od Plutona — spowodowało, że na kongresie Międzynarodowej Unii Astronomicznej w 2006 r. została zdefiniowana nowa klasa obiektów transneptunowych podobnych do Plutona, tzw. “plutoidy”. Wszystkie plutoidy są jednocześnie planetami karłowatymi, do których zalicza się także Ceres, planetoidę z Pasa Głównego.

Promień Plutona	1 137 km ($0,18 \times$ promień Ziemi)
Masa Plutona	$0,002 \times$ masa Ziemi
Odległość od Słońca	4,4–7,4 miliardów km (30–49 razy tyle co Ziemia)
Doba na Plutonie	153,3 godziny
Rok na Plutonie	248 lat



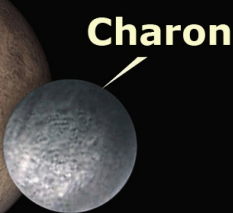
Dysnomia



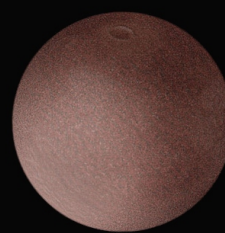
Eris



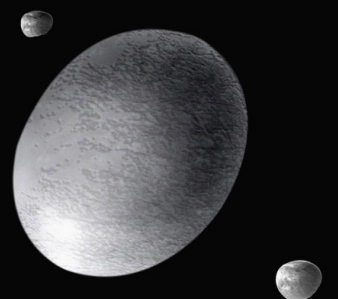
Pluton



Charon



Makemake



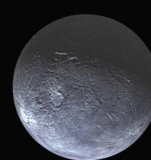
Haumea



Sedna



Orcus



Quaoar



Varuna

Kandydatki na plutoidy

