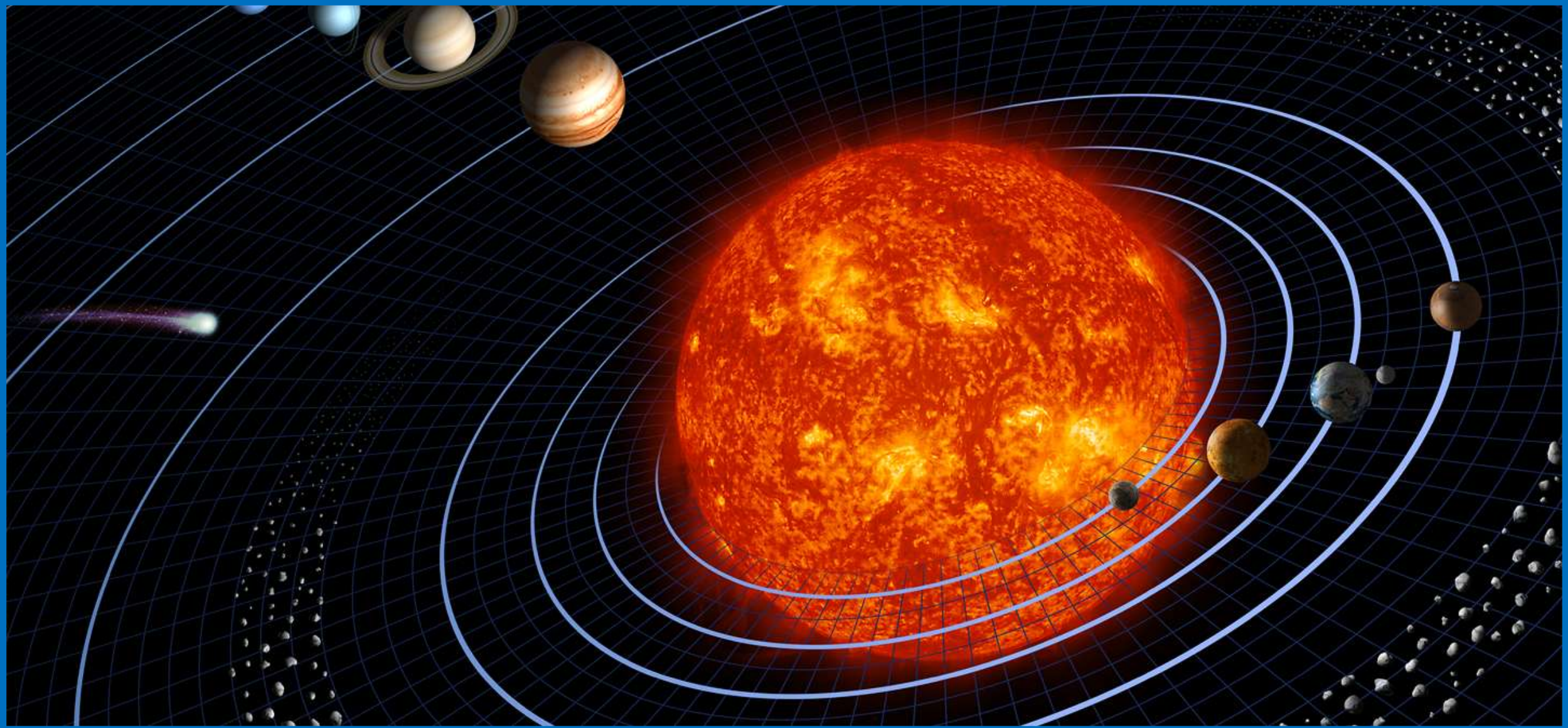




## II. Ziemia we wszechświecie

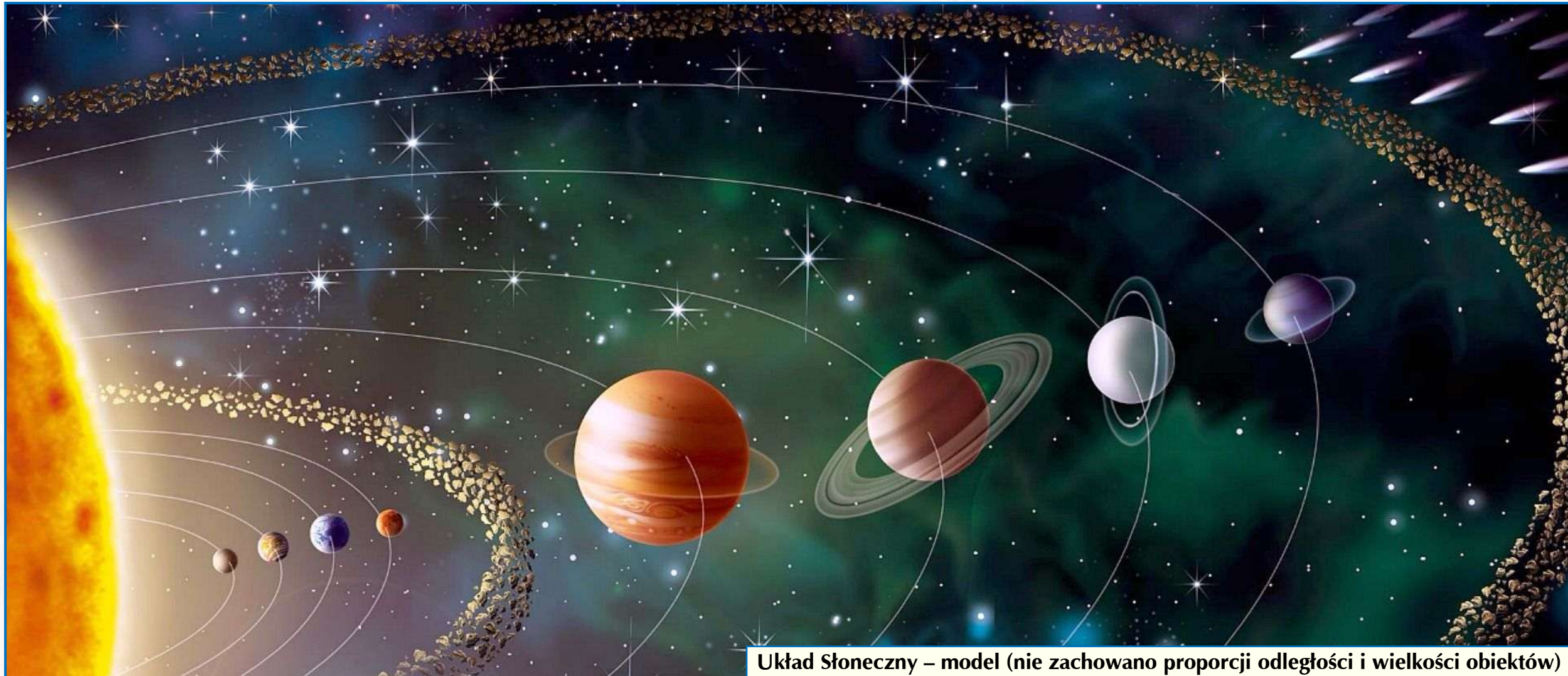
### 2a. Budowa Układu Słonecznego



**Planety Układu Słonecznego**

# Skład Układu Słonecznego

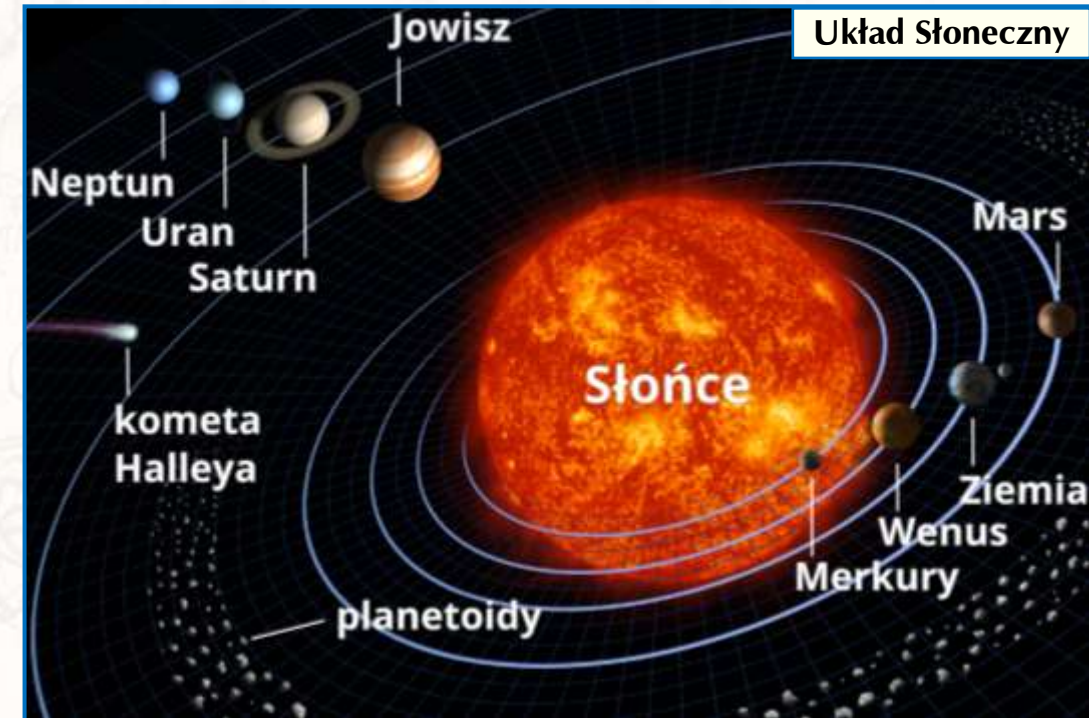
- **Układ Słoneczny** stanowi zespół ciał niebieskich złożony z **gwiazdy (Słońce)** i związanych z nią siłami grawitacji: **planet, księżyców, planetoid, komet, meteoroidów** oraz **materii międzyplanetarnej**.
- Prawie cała masa Układu Słonecznego (99,86 %) skupiona jest w centrum układu, tj. w Słońcu.



Układ Słoneczny – model (nie zachowano proporcji odległości i wielkości obiektów)

# Planety Układu Słonecznego

- **Planety** obiegają centralnie położone **Słońce** po **eliptycznych** (prawie kolistych) drogach, zwanych **orbitami**, i świecą jego **odbitym światłem**.
- Niektóre spośród nich, jak **Wenus** i **Mars**, są na ziemskim nieboskłonie **jaśniejsze** niż najjaśniejsze gwiazdy, inne jak **Neptun** i **Uran** – są **całkowicie** (lub niemal całkowicie) **niewidoczne** gołym okiem z Ziemi.
- Orbity większości planet, ich księżyców i planetoid **leżą prawie w jednej płaszczyźnie**.
- **Kierunek ruchu obiegowego planet po orbitach jest zgodny z kierunkiem ruchu obrotowego Słońca wokół własnej osi** i tak samo kierunek obiegu księżyców wokół macierzystych planet odpowiada kierunkowi ruchu obrotowego planet.
- Planety znacznie różnią się wielkością, budową wewnętrzną, składem chemicznym, prędkością i charakterem ruchu, temperaturą, liczbą księżyców.
- Cechy te pozwalają wyróżnić:
  - **planety grupy ziemskiej – planety wewnętrzne Układu Słonecznego (planety skaliste),**
  - **planety olbrzymy – planety zewnętrzne Układu Słonecznego (planety jowiszowe).**



Planety widoczne z Ziemi w grudniu 2015 r.



# 1. Planety grupy ziemskiej – planety wewnętrzne Układu Słonecznego (planety skaliste)

→ **Planety grupy ziemskiej – planety wewnętrzne Układu Słonecznego (planety skaliste: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars)** są:

- stosunkowo niewielkie i o dość dużej gęstości,
- podobnej budowie – posiadają metaliczne jądro otoczone skalną skorupą,
- z widocznymi pozostałościami aktywności wulkanicznej i tektonicznej,
- wszystkie posiadają atmosferę:
  - najrzadszą, śladową – Merkury,
  - najgęstsza – Wenus, gdzie efekt cieplarniany powoduje rozgrzanie powierzchni globu i atmosfery do blisko 500°C.

→ Planety te znane były już w starożytności, z zastrzeżeniem jednak, że Ziemi przypisywano wówczas szczególną rolę i do planet jej nie zaliczano.

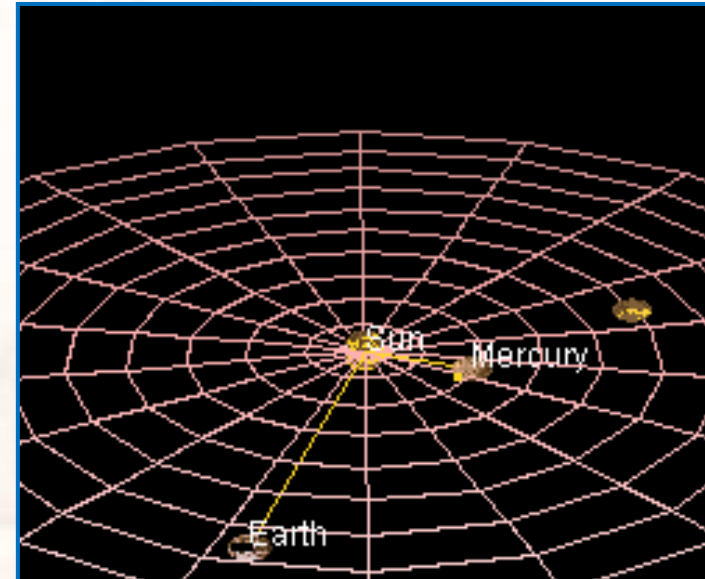
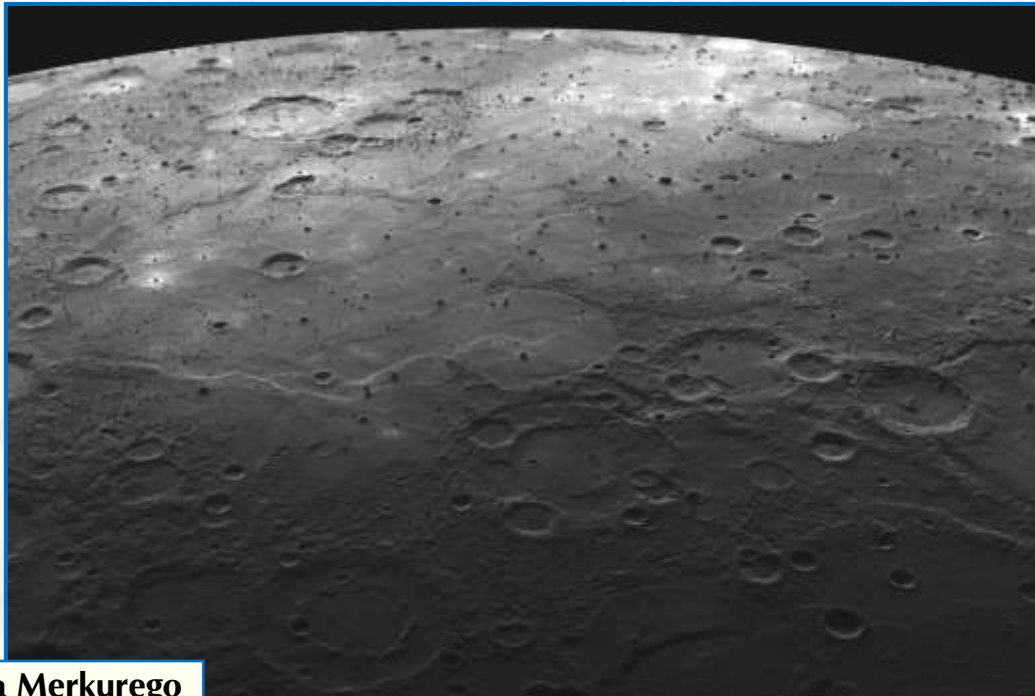


# Merkury

- **Merkury** – najmniejsza i najbliższa Słońcu planeta Układu Słonecznego.
  - Jako planeta wewnętrzna znajduje się dla ziemskiego obserwatora zawsze w pobliżu Słońca i jest **trudna do obserwacji**.
  - Mimo to należy do planet widocznych gołym okiem i była znana w starożytności.
  - Merkurego dojrzeć można jedynie tuż przed wschodem lub tuż po zachodzie Słońca.
- Rzeźba powierzchni Merkurego przypomina Księżyc – **liczne kratery uderzeniowe** (po uderzeniu planetoid i komet).
- **Praktycznie pozbawiony jest atmosfery**, która jest **silnie rozrzedzona** – składa się głównie z: tlenu, sodu, wodoru i helu.
- **Temperatura powierzchni** waha się **od około -180°C do około 430°C**.
- Planeta posiada **duże żelazne jądro** (40% objętości), generujące pole magnetyczne.
  - Posiada jedną z największych **gęstości** (**5,4 g/cm<sup>3</sup>**) spośród planet Układu Słonecznego (większą ma jedynie Ziemia).



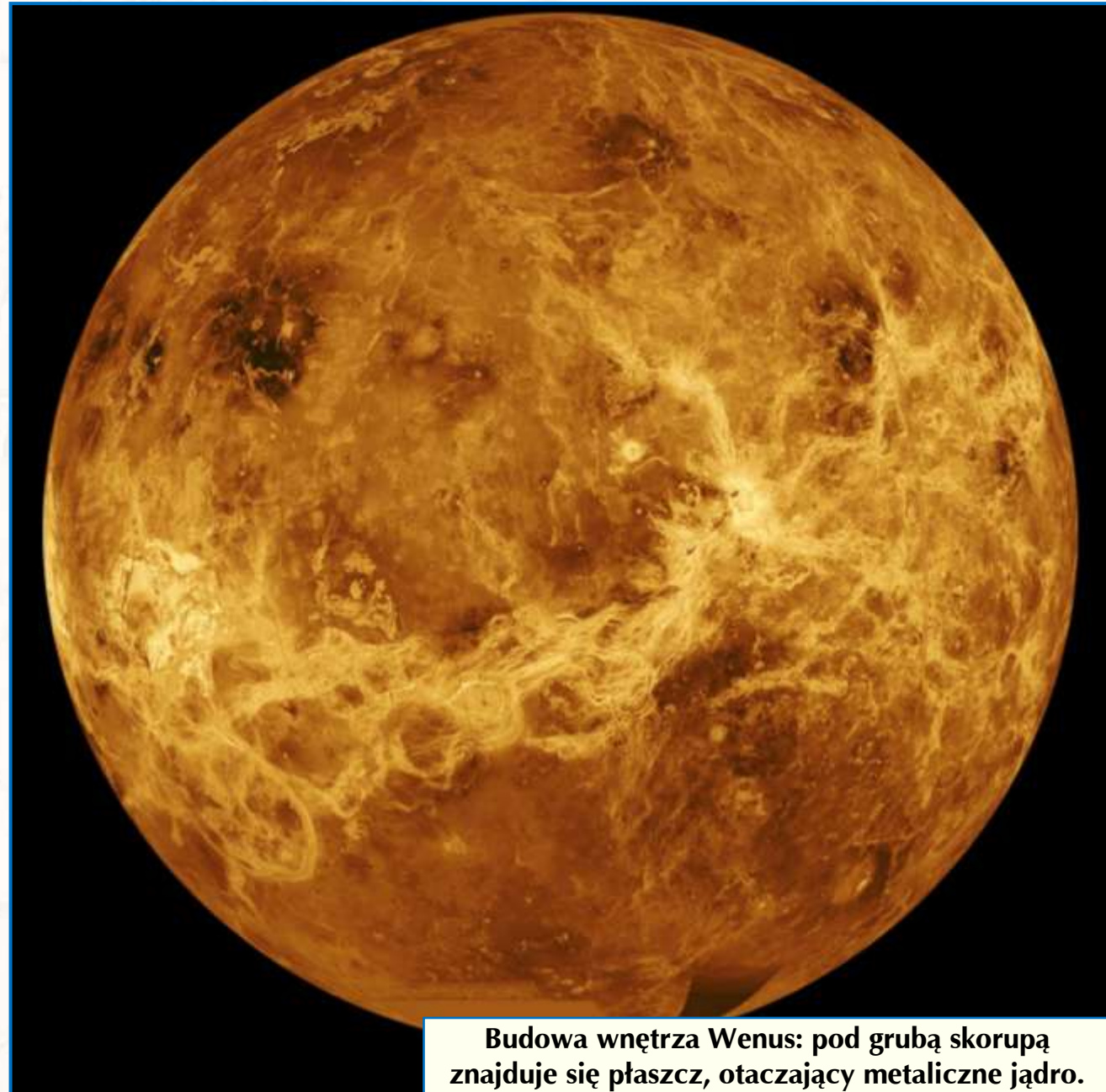
Powierzchnia Merkurego



Porównanie ruchu obiegowego Merkurego i Ziemi. Merkury ma najkrótszy ruch obiegowy, który wynosi tylko 0,24 obiegu ziemskiego.

# Wenus

- **Wenus** – druga od Słońca skalista planeta Układu Słonecznego, trzecia pod względem jasności na niebie (po Słońcu i Księżycu).
- Nazwa planety wzięta się od rzymskiej bogini miłości, Wenus.
- Na nocnym niebie widoczna jest około 3 godziny:
  - przed wschodem Słońca – zwana **Gwiazdą Poranną** (Jutrzenką),
  - tuż po zachodzie Słońca – tzw. **Gwiazda Wieczorna**.
- **Okres obiegu** 224,7 dnia, **okres obrotu** wokół własnej osi około 243 dnia (zgodnie z ruchem wskazówek zegara i odwrotnie niż reszta planet).



Budowa wnętrza Wenus: pod grubą skorupą znajduje się płaszcz, otaczający metaliczne jądro.

# Wenus

- **Wenus otoczona jest grubą warstwą atmosfery** (najgęstsza w Układzie Słonecznym) – nieprzezroczystą i dobrze odbijającą światło chmur kwasu siarkowego, które nie pozwalają na obserwację jej powierzchni z kosmosu.
  - Na planecie panują **bardzo wysokie temperatury** – około **470°C** (atmosfera składa się głównie z dwutlenku węgla).
  - Najprawdopodobniej w przeszłości na Wenus były oceany, tak jak na Ziemi, ale odparowały, gdy temperatura powierzchni wzrosła.
  - **Ciśnienie atmosferyczne** na powierzchni jest około **92 razy większe niż na Ziemi**.
- **Powierzchnia Wenus** została **ukształtowana przez zjawiska wulkaniczne**.
  - Na planecie jest **niewiele widocznych kraterów uderzeniowych**, co wskazuje, że jej powierzchnia jest stosunkowo młoda – ma około 300-600 milionów lat.



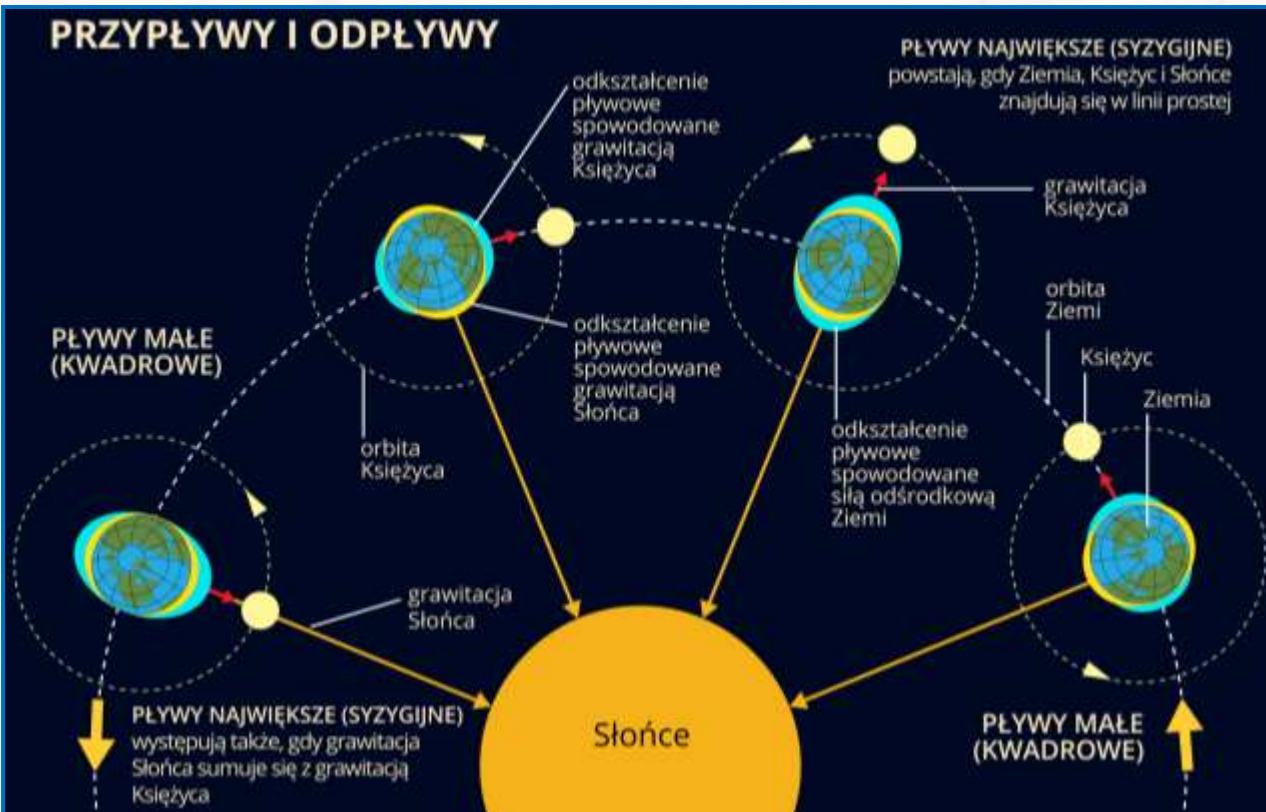
# Ziemia

- **Ziemia** – jest jedyną planetą Układu Słonecznego posiadającą **biosferę**.
  - Składnikowi biosfery – **roślinom zielonym** – Ziemia zawdzięcza swoją nietypową, **tlenową atmosferę**.
  - Dość **szybki ruch obrotowy** i **umiarkowanie gęsta atmosfera** warunkują stabilizację temperatury na naszej planecie.
  - Najprawdopodobniej ten właśnie czynnik, w powiązaniu ze sprzyjającą odległością od Słońca i obfitością wody, zdecydował o pojawieniu się i rozwoju życia.
- W odróżnieniu od innych planet obraz Ziemi zdominowany jest przez pokrywające **blisko 3/4 jej powierzchni morza i oceany** (tzw. morza na Księżycu są jedynie rozległymi, zupełnie suchymi równinami, pokrytymi pyłem).
- **Woda** jest jednocześnie **najważniejszym czynnikiem rzeźbotwórczym i transportowym na lądach**.



# Ziemia

- **Ziemia** jest najbliższą Słońca planetą posiadającą naturalnego satelitę – **Księżyc**.
- Ziemski Księżyc jest nadzwyczaj duży w stosunku do obieganej planety.
- Jego masa stanowi aż 1,25% masy Ziemi, co pozwala mu na generowanie **fali pływowej** nie tylko w morzach i oceanach, ale i w litosferze ziemskiej.



# Mars

- **Mars** – najchłodniejsza planeta Układu Słonecznego z grupy planet ziemskich, posiadająca jedynie dość cienką **atmosferę**, składającą się głównie z **CO<sub>2</sub>** i w mniejszych ilościach z **azotu**, **argonu**, **tlenu** i **pary wodnej** (chmury są złożone z kryształków CO<sub>2</sub> i lodu).
- Na jego powierzchni występuje **woda w postaci zestalonej**, tworząca głębsze warstwy czap polarnych, pokrytych pyłem i zestalonym dwutlenkiem węgla (obecność dolin rzecznych świadczy, że kiedyś była tu w postaci ciekłej).
- **Położenie osi** i **okres obrotu** Marsa są bardzo **zbliżone do ziemskich** (doba słoneczna gwiazdowa jest dłuższa o 41 minut od ziemskiej).
- Występują **analogiczne pory roku do ziemskich** – trwają one jednak 2 razy dłużej.
- **Temperatura** latem wzrasta **do 30°C** w strefie równikowej.
  - Na biegunach zimą w nocy spada do około **-130°C**.
  - Różnice temperatury powierzchni planety wywołują **potężne wiatry o prędkościach do 300 km/h** (powstają wydmy).



# Mars

- Na Marsie znajduje się **najwyższy wulkan Układu Słonecznego** – **Olympus Mons** (wysokość blisko 27 km, średnica stożka około 550 km, zaś średnica krateru na wierzchołku ponad 60 km).
- Wokół planety przemieszczają się **dwa naturalne satelity**: **Fobos** i **Deimos**.



Powierzchnia Marsa uzyskana przez Mars Pathfinder



Księżyce Marsa: Fobos (po lewej) i Deimos (po prawej)



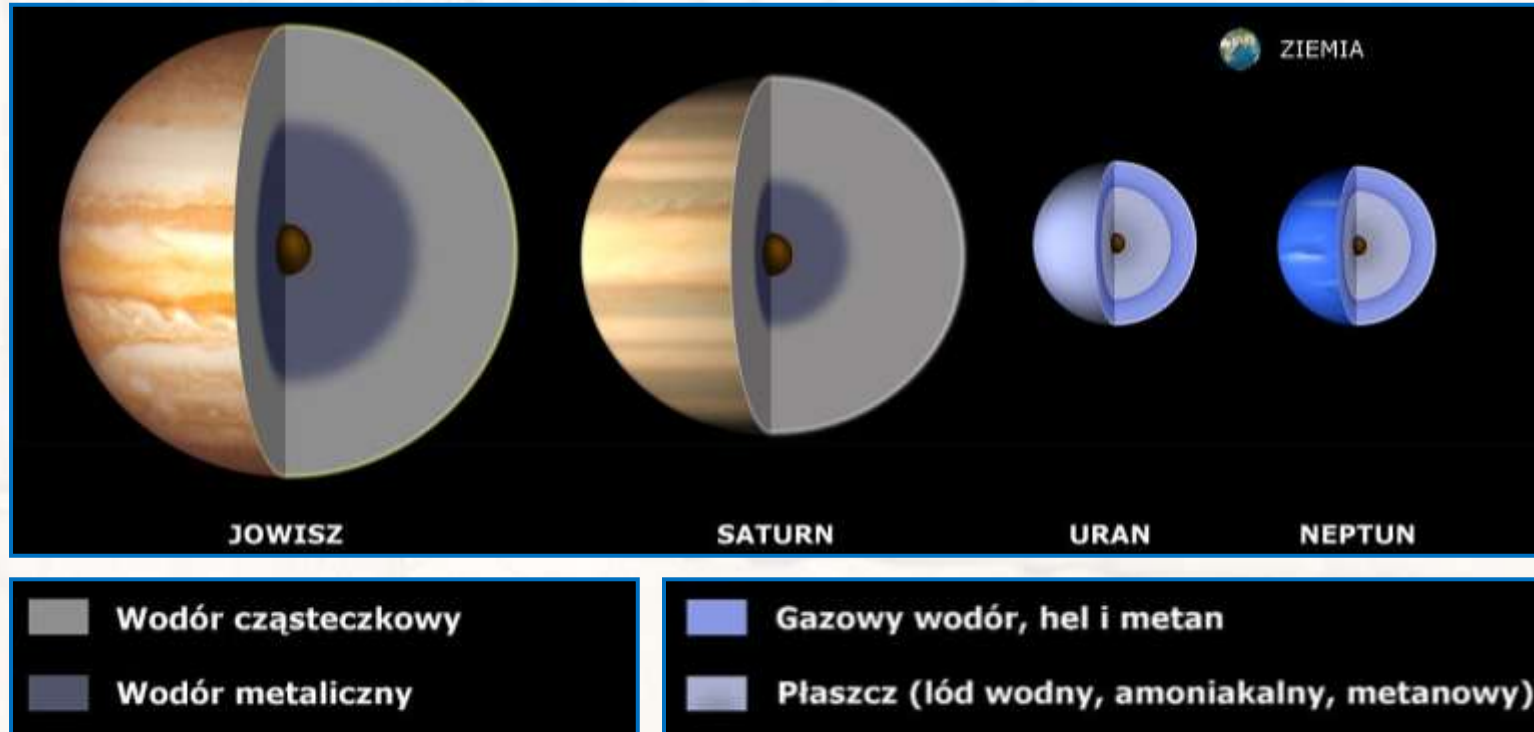
Zdjęcie Marsa – nad brzegiem planety widoczna cienka, zapylona atmosfera



Największy w całym Układzie Słonecznym, wulkan marsjański – Olympus Mons

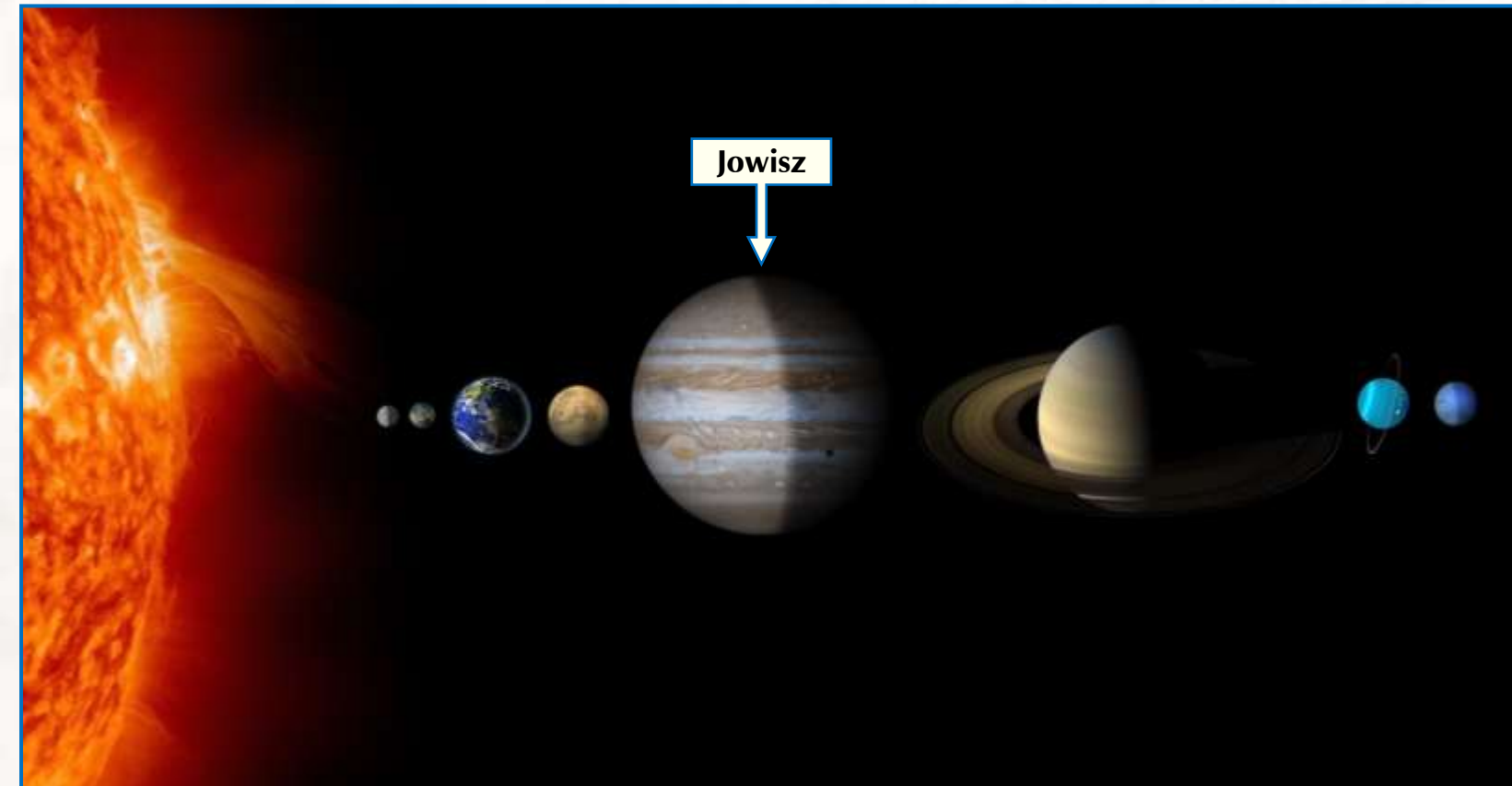
## 2. Planety olbrzymy – planety zewnętrzne Układu Słonecznego (planety jowiszowe)

- **Planety olbrzymy** – **planety zewnętrzne Układu Słonecznego** (**planety jowiszowe**: Jowisz, Saturn, Uran i Neptun) – cechują się **niewielką gęstością**, stosunkowo **niedużym stałym jądrem** i **bardzo grubą atmosferą**, składają się głównie z **wodoru, helu, metanu i amoniaku** (wraz z głębokością przechodzi stopniowo w stan ciekły).
- **Skład chemiczny** tych planet jest **podobny do składu Słońca** i tylko ich zbyt małe masy stanęły na przeszkodzie do zapoczątkowania reakcji termojądrowych.
- Planety tej grupy wykazują **silne spłaszczenie biegunowe**, wynikające z **szybkiego obrotu wokół własnej osi** oraz z **gazowo-ciekłego stanu** większości materii, ułatwiającego jej przemieszczanie się w kierunku równika.
- Wokół każdej z planet krążą **liczne księżyce** oraz **uformowały się pierścienie** (najlepiej widoczne wokół **Saturna**), złożone głównie z rozrzedzonej materii międzyplanetarnej i brył lodu.



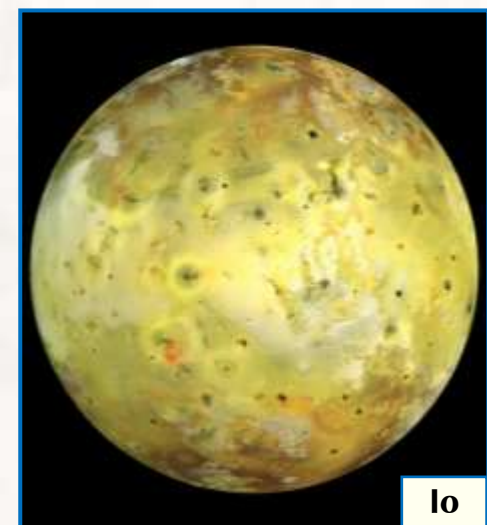
# Jowisz

- **Jowisz** – czwarty pod względem jasności obiekt ziemskiego nieba i największa planeta Układu Słonecznego (planeta o największej masie).
- Ze względu na wynoszący tylko około **10 godzin czas obrotu** wokół własnej osi, wykazuje on **silne spłaszczenie biegunowe** – wielokrotnie większe od ziemskiego.
- **13% masy** Jowisza skupione jest w **stałym jądrze żelazowo-krzemianowym**.
- Jest ono otoczone grubą warstwą **ciepłego wodoru**.

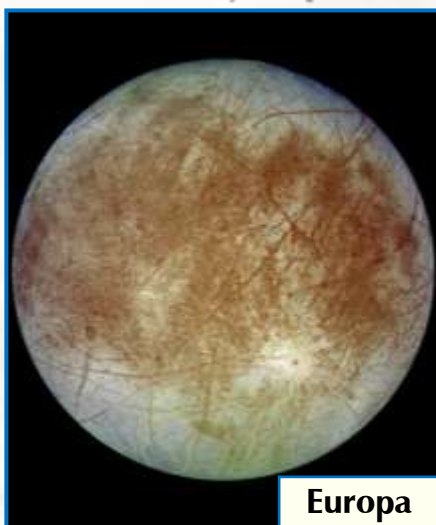


# Jowisz

- W zbudowanej głównie z **wodoru i helu gazowej atmosferze** Jowisza wieją **silne wiatry** (prędkość do 600 km/h).
- Zagadkową cechą Jowisza jest występowanie **wielkiej czerwonej plamy** (gigantycznego zawirowania w atmosferze).
- Dokoła Jowisza ukształtował się “układ planetarny” złożony z **95 księżyców** (ostatnie kilkanaście odkryto w latach 2018-2022).
- Najbardziej znane są tzw. **księżyce galileuszowe** odkryte w 1610 r. i porównywalne wielkością z ziemskim Księżycem: **Io, Europa, Ganimedes** (największy znany księżyc w całym Układzie Słonecznym) i **Kallisto**.
- Zdjęcia księżyców Jowisza, przekazane przez sondy Voyager i Galileo, dostarczyły dowodów na utrzymującą się do dziś **aktywność wulkaniczną** na Io i Europie, **intensywne procesy tektoniczne** włącznie z **trzęsieniami ziemi** na Ganimedesie oraz występowanie **pokryw lodowych** na Europie.



Io



Europa



Ganimedes

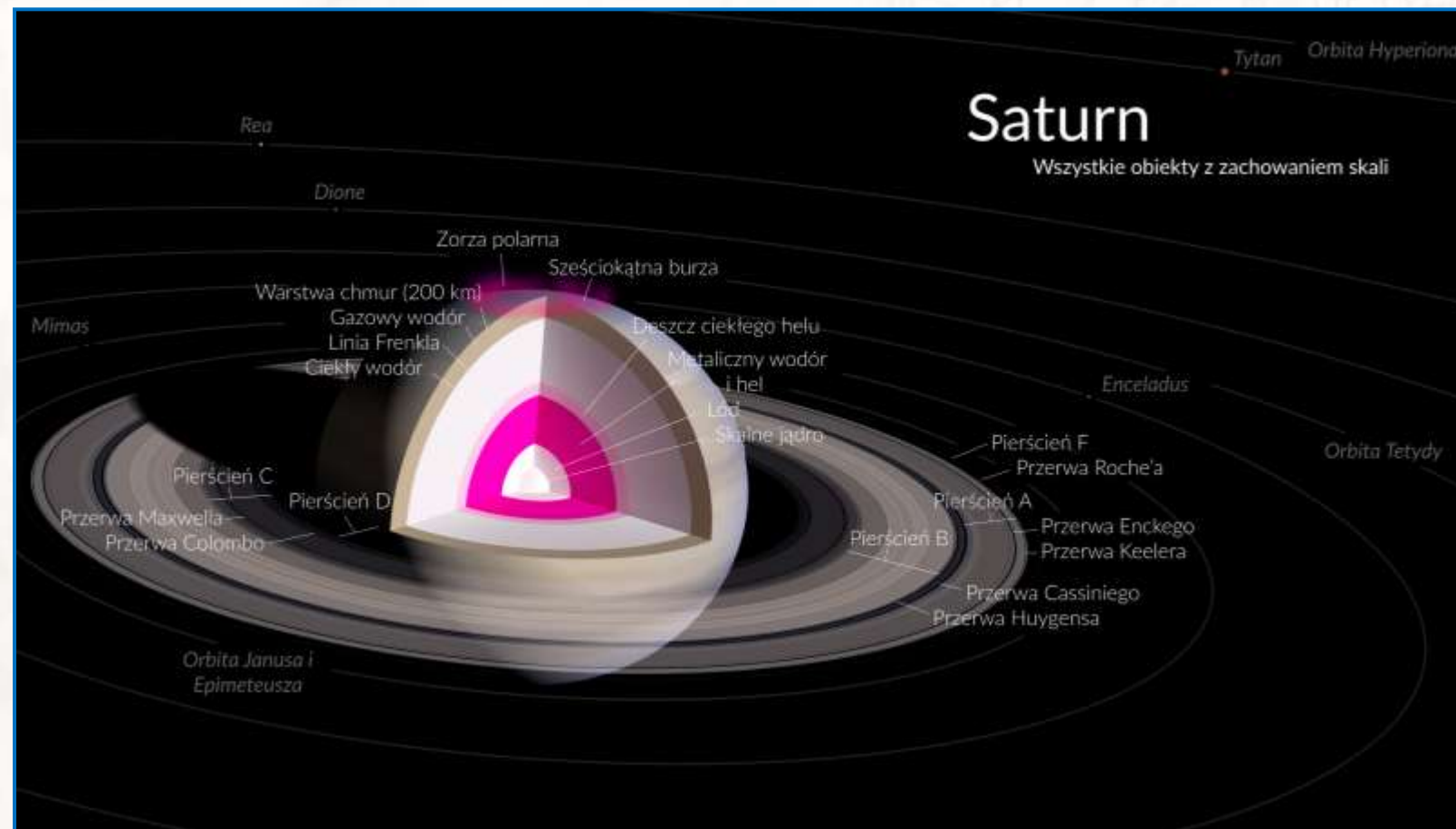


Kallisto



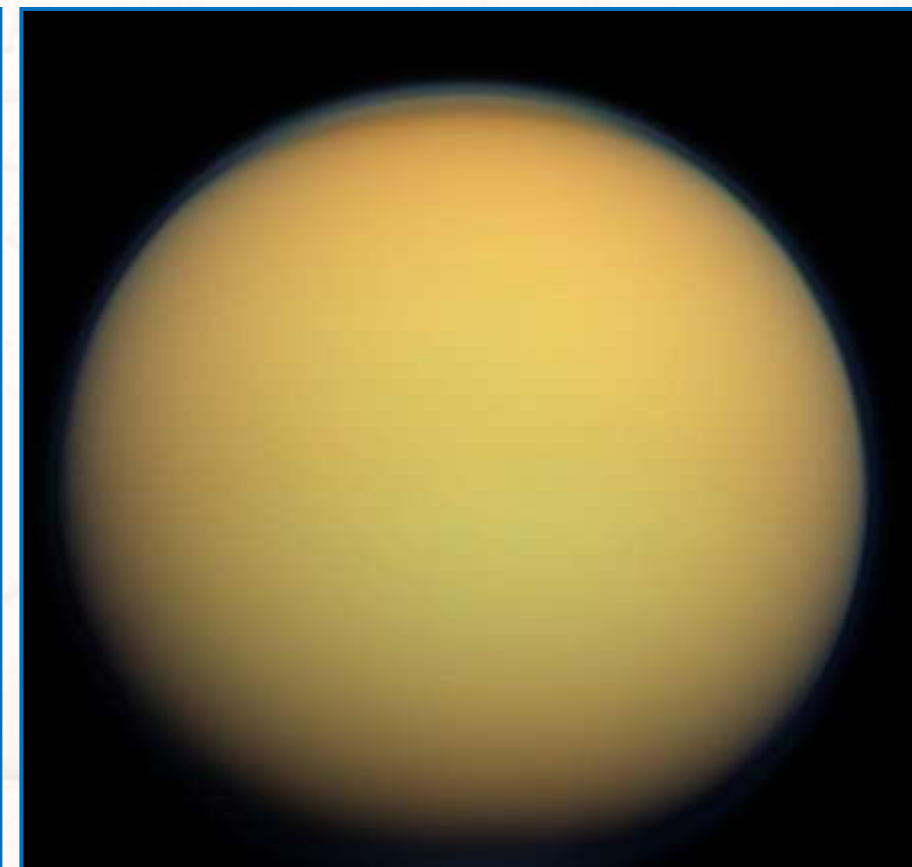
# Saturn

- **Saturn** – gazowy olbrzym, szósta planeta **US** pod względem oddalenia od Słońca, **druga** po Jowisie pod względem **masy** (95 razy większa niż masa Ziemi) i **wielkości** (jego promień jest około 9,5 razy większy od promienia Ziemi).
- Wnętrze gazowego olbrzyma prawdopodobnie składa się z **jądra** z **żelaza, niklu, krzemu i tlenu**, otoczonego warstwą metalicznego wodoru, warstwy pośredniej ciekłego wodoru i ciekłego helu oraz zewnętrznej warstwy gazowej.
- Zewnętrzna warstwa atmosfery wydaje się na ogół spokojna, choć mogą się na niej utrzymywać **długotrwałe układy burzowe** – wieją na nim **wiatry o prędkości około 1800 km/h**.



# Saturn

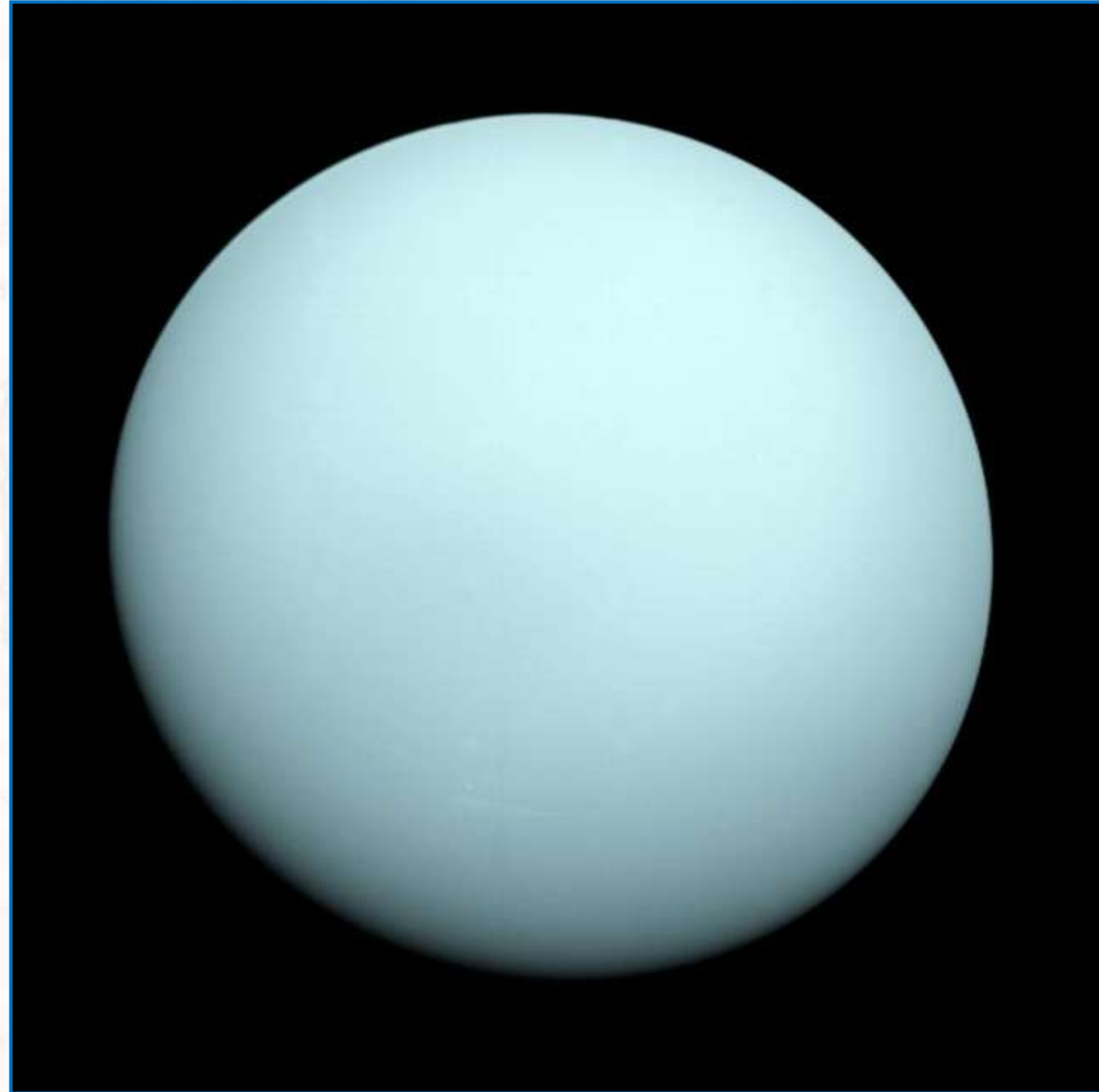
- Charakterystyczną cechą Saturna są **najbardziej rozbudowane ze wszystkich planet pierścienie**, składające się głównie z **lodu** i w mniejszej ilości z **odłamków skalnych**.
- W 2025 r. znanych było **146 naturalnych satelitów Saturna** (są często małe i nie wszystkie posiadają swoje nazwy).
  - Księżyc **Tytan** to **drugi co do wielkości księżyc** w Układzie Słonecznym (po księżycu Jowisza Ganimedesie).
  - Jest on większy od planety Merkury i posiada **najgęstsza w Układzie Słonecznym atmosferę**.



Tytan – jedyny księżyc w Układzie Słonecznym o gęstej atmosferze w której zachodzą zjawiska pogodowe

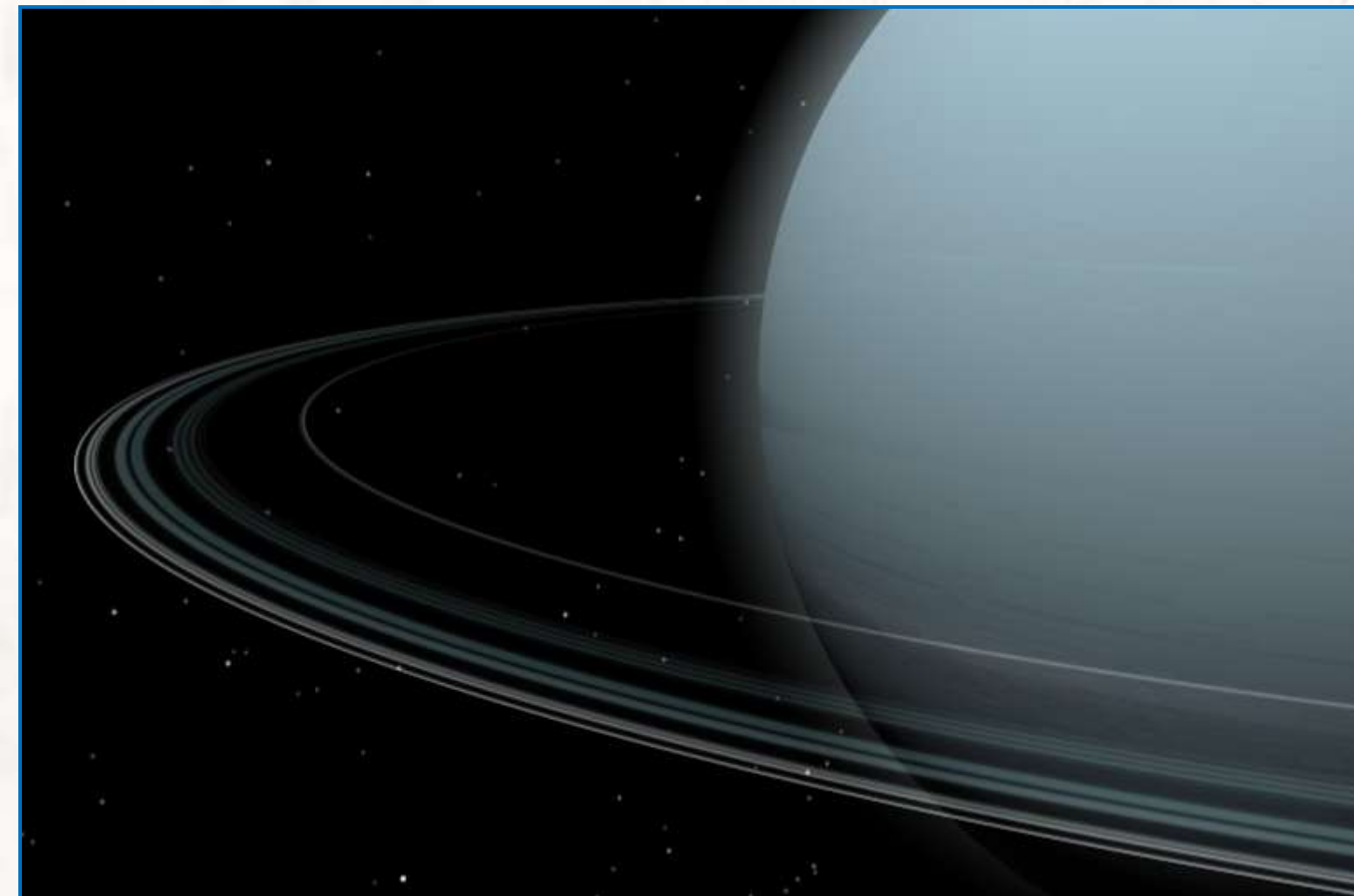
# Uran

- **Uran** – 7. w kolejności od Słońca, 3. pod względem wielkości i 4. pod względem masy planeta Układu Słonecznego.
- Budowę i składem chemicznym przypomina on **Neptuna**, a obie planety mają odmienną budowę i skład niż większe gazowe olbrzymy: Jowisz i Saturn.
- Astronomowie czasem umieszczają je w kategorii “**lodowych olbrzymów**”.
- **Atmosfera** Urana składa się głównie z **wodoru** i **helu**, zawiera więcej zamrożonych substancji lotnych (tzw. lodów), tj. **woda**, **amoniak** i **metan** (gaz ten nadaje charakterystyczny błękitny kolor) oraz śladowe ilości węglowodorów.
- Jego atmosfera jest **najzimniejszą atmosferą planetarną** w Układzie Słonecznym (minimalna temperatura to około **-225°C**).
- Posiada ona złożoną, warstwową strukturę.
- Uważa się, że jej najniższe chmury tworzy woda, a najwyższa warstwa chmur jest utworzona z kryształków metanu.
- Wnętrze Urana składa się głównie z lodów i skał.



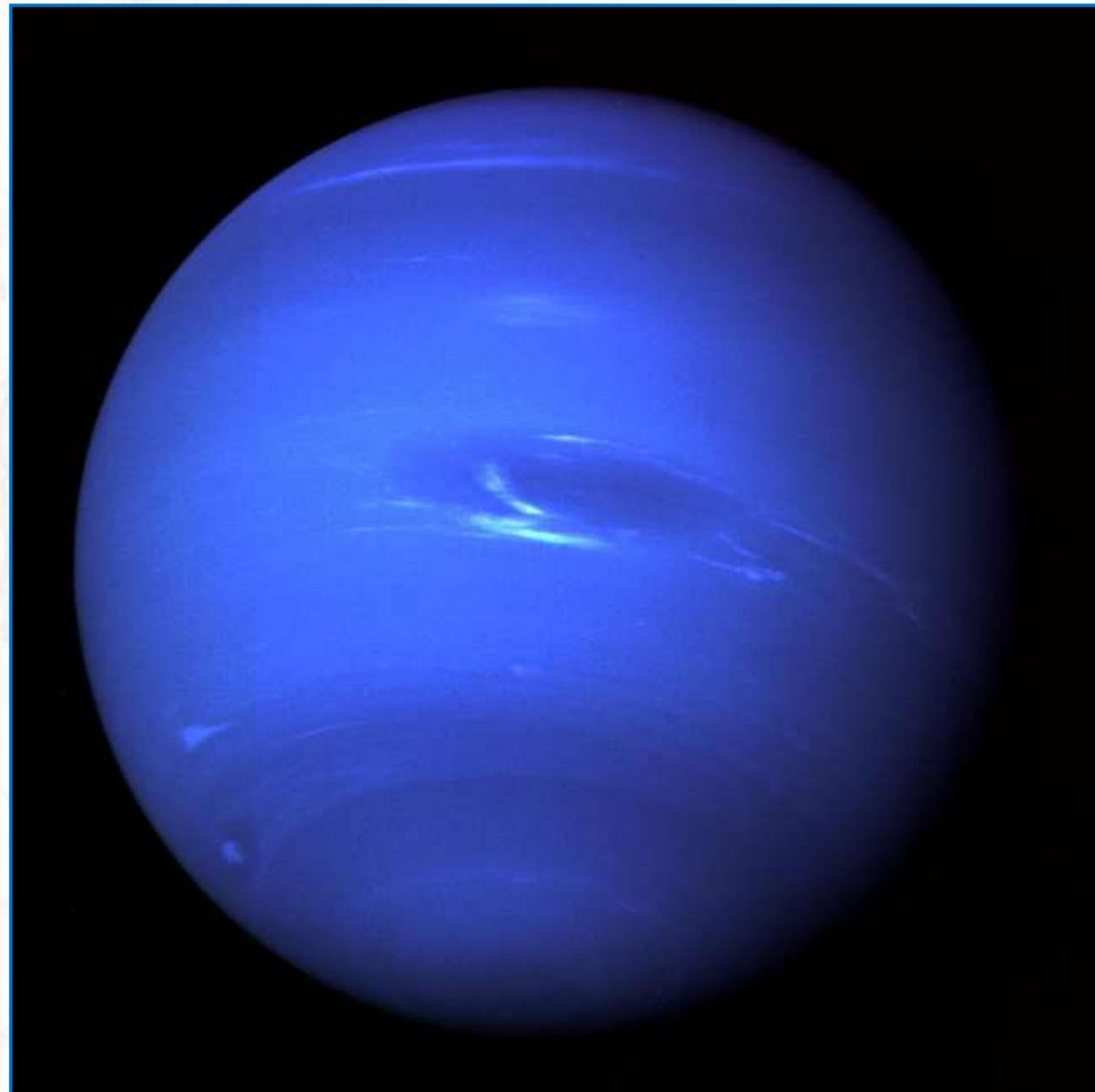
# Uran

- Uran posiada system **pierścieni**, **magnetosferę** i liczne **księżyce** (28 znanych).
- System Urana ma unikalną konfigurację wśród planet, ponieważ jego **oś obrotu jest silnie nachylona** i znajduje się prawie w płaszczyźnie orbity planety.
- W tej sytuacji jego **biegun N i S leżą tam, gdzie równik większości innych planet**.



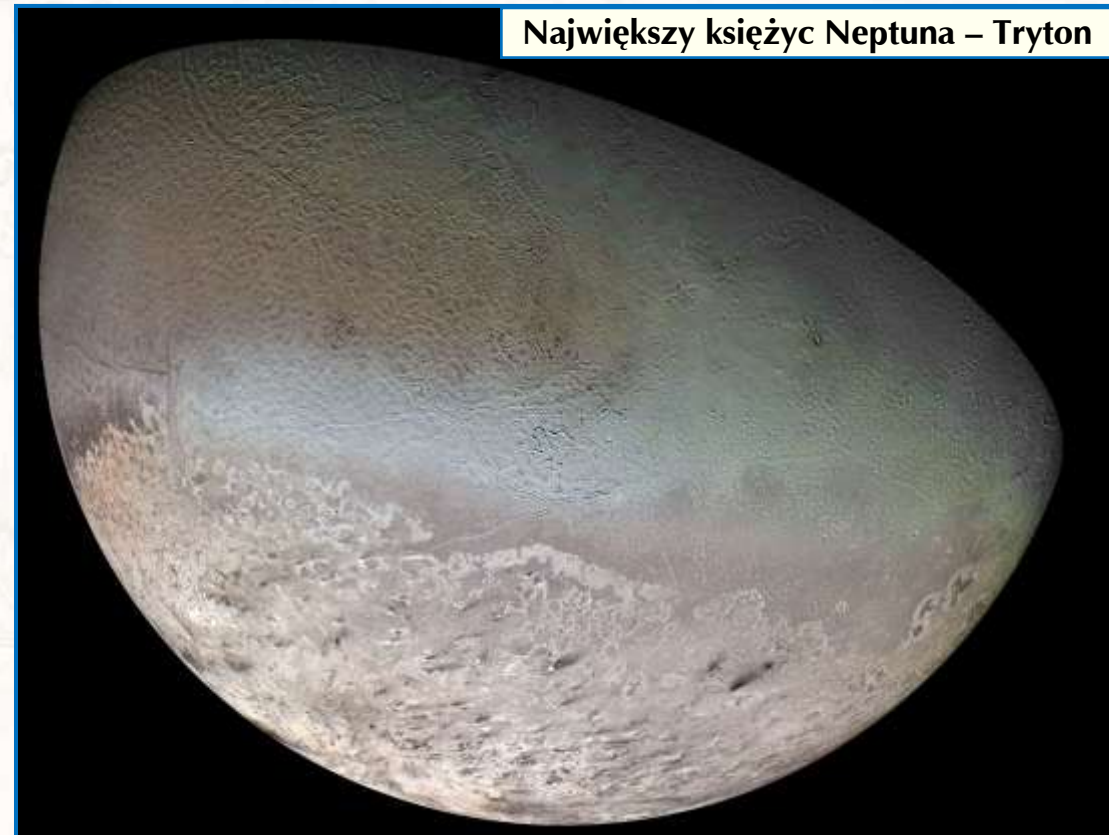
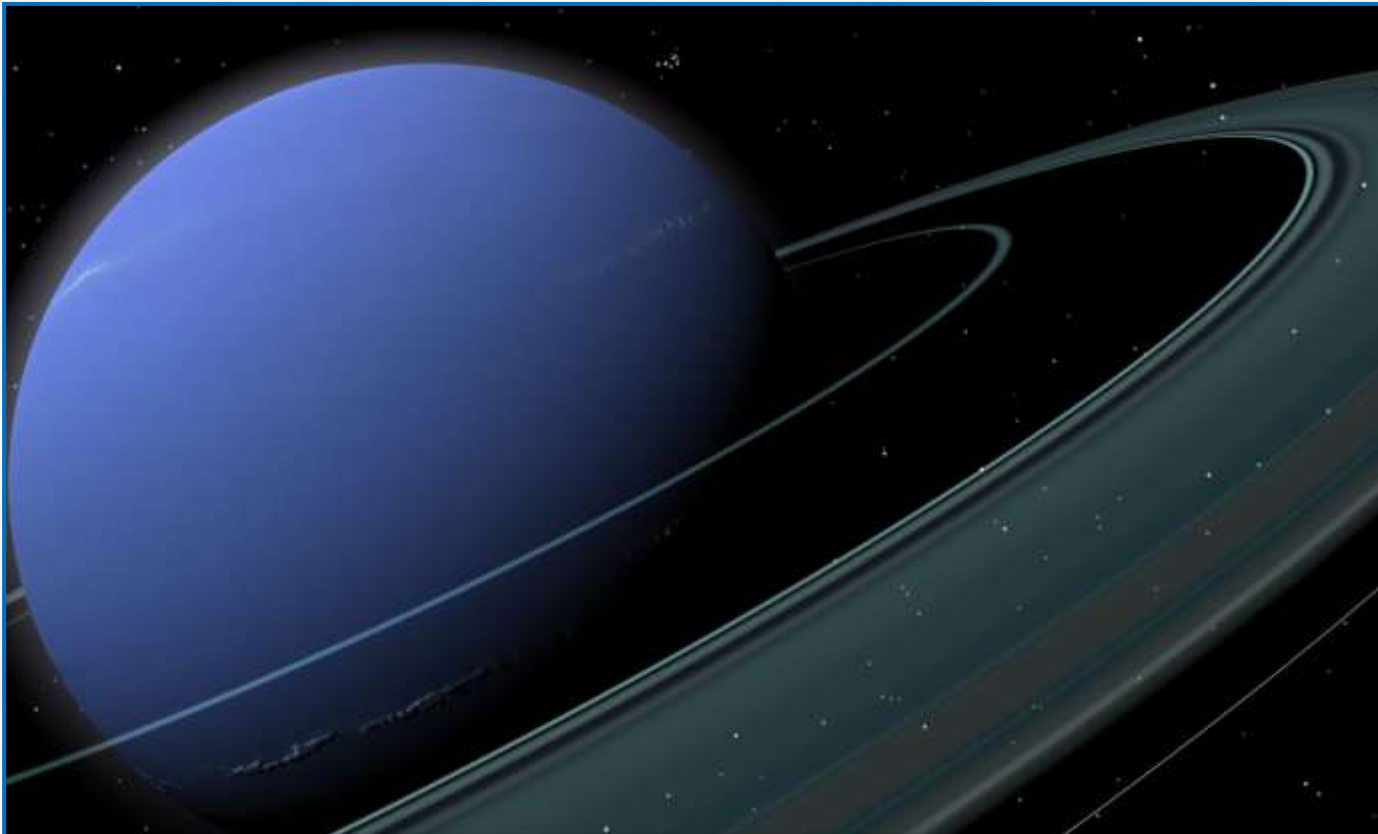
# Neptun

- **Neptun** – gazowy olbrzym, ósma, najdalsza od Słońca planeta w Układzie Słonecznym (4. pod względem średnicy i 3. pod względem masy).
- Neptun jest jedyną planetą, której **istnienie wykazano** nie na podstawie obserwacji nieba, ale **na drodze obliczeń matematycznych**.
- Niespodziewane zmiany w ruchu orbitalnym Uranu doprowadziły astronomów do wniosku, że podlega on perturbacjom pochodzącym od nieznanej planety.



# Neptun

- Neptun przypomina składem Uran (określany jako tzw. "lodowy olbrzym").
  - **Atmosfera** Neptuna, choć – podobnie jak na Jowiszu i Saturnie – składa się głównie z **wodoru** i **helu** wraz ze śladami **węglowodorów** i prawdopodobnie **azotu**, zawiera większą ilość tzw. "lodów", czyli substancji lotnych w warunkach ziemskich, takich jak **woda**, **amoniak** i **metan** (przyczynia się do nadania jej charakterystycznego niebieskiego koloru).
  - Wnętrze Neptuna, podobnie jak Urana, składa się głównie z lodów i skał.
  - Neptun ma **słaby i niekompletny system pierścieni**.
  - Posiada on **16 księżyców** (ostatnie dwa odkryte zostały w 2024 roku) – **Tryton** – to największy księżyc Neptuna.



# Planety Układu Słonecznego (podsumowanie)

| PLANETA | Średnia odległość od Słońca (w j.a.) | Czas obiegu wokół Słońca | Czas obrotu wokół własnej osi (doba gwiazdowa) | Średnica równikowa (w km) | Masa (masa* Ziemi = 1) | Średnia gęstość (g/cm³) | Liczba księżyców (stan na 2025 r.) |
|---------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Merkury | 0,4                                  | 88 dni                   | 58 dni 15 h 26 min.                            | 4 879                     | 0,06                   | 5,4                     | 0                                  |
| Wenus   | 0,7                                  | 224,7 dnia               | 243 dni 0 h 27 min.                            | 12 104                    | 0,8                    | 5,2                     | 0                                  |
| Ziemia  | 1,0                                  | 365,25 dnia              | 23 h 56 min. 04 s                              | 12 756                    | 1,0                    | 5,5                     | 1 (Księżyc)                        |
| Mars    | 1,5                                  | 1,9 roku                 | 24 h 37 min.                                   | 6 792                     | 0,1                    | 3,9                     | 2 (Fobos, Deimos)                  |
| Jowisz  | 5,2                                  | 11,9 roku                | 9 h 55 min.                                    | 142 984                   | 317,8                  | 1,3                     | 95                                 |
| Saturn  | 9,5                                  | 29,5 roku                | 10 h 39 min.                                   | 120 536                   | 95,2                   | 0,7                     | 146                                |
| Uran    | 19,2                                 | 84,0 roku                | 17 h 14 min.                                   | 51 118                    | 14,5                   | 1,3                     | 28                                 |
| Neptun  | 30,1                                 | 164,8 roku               | 16 h 06 min.                                   | 49 528                    | 17,1                   | 1,6                     | 16                                 |

\*masa Ziemi wynosi  $5,9722 \cdot 10^{24}$  kg



**Małe ciała Układu Słonecznego**

# 1. Planetoidy

- **Planetoidy** obserwuje się regularnie w tych samych rejonach US (ich liczba szacowana jest na dziesiątki milionów):
  - tj. w **pasie głównym**, rozciągającym się **pomiedzy orbitami Marsa i Jowisza** (do 2025 r. naliczono około 1,5 mln),
    - większość tych skalistych planetoid porusza się po nieomal kołowych orbitach heliocentrycznych, ale ze względu na niewielką masę tych ciał i bliskość planet ich trajektorie mogą ulegać znacznym zmianom,
    - prawdopodobnie obydwaj księżycy Marsa stanowią przechwycone przez jego pole grawitacyjne planetoidy;
  - w **Pasie Kuipera**, położonym **na peryferiach Układu Słonecznego poza orbitą Neptuna**,
    - reprezentuje on obecnie bardzo dużą liczbę planetoid (zdecydowanej większości ich dalej nie znamy) zbudowanych przede wszystkim z lodu, z najlepiej poznany **Plutonem**.

**Planetoidy** – małe ciała niebieskie o wymiarach średnicy nie przekraczających 1000 km.



## 2. Planety karłowate

- **Planety karłowate** – zwykle mniejsze od planet ciała niebieskie:
  - wykonujące **ruch obiegowy wokół Słońca** i **dzielące swoją orbitę z innymi ciałami**,
  - mające **odpowiednio dużą masę** i posiadające grawitację pozwalającą uzyskać **kształt zbliżony do kulistego**,
  - **nie będące satelitą (księżycem) planety lub innego ciała niegwiazdowego**,
  - **mogące posiadać własne księżyce**.
- Obecnie najlepiej znanym przykładem takiego ciała jest **Pluton**, który w sierpniu 2006 r., wskutek decyzji astronomów z Międzynarodowej Unii Astronomicznej, został skreślony z listy planet.
  - Za faktem tym przemawiały zarówno parametry orbity (odchyła się ona od płaszczyzny ekliptyki o kąt  $17^\circ$ ), jak i fakt, że nie oczyścił swojej orbity i wciąż dzieli ją z wieloma innymi obiektami pasa Kuipera.
  - Pomimo, że Pluton został wykreślony, to jednak dla wielu naukowców była to decyzja zbyt pochopna z którą się oni nie zgadzają.



Pluton

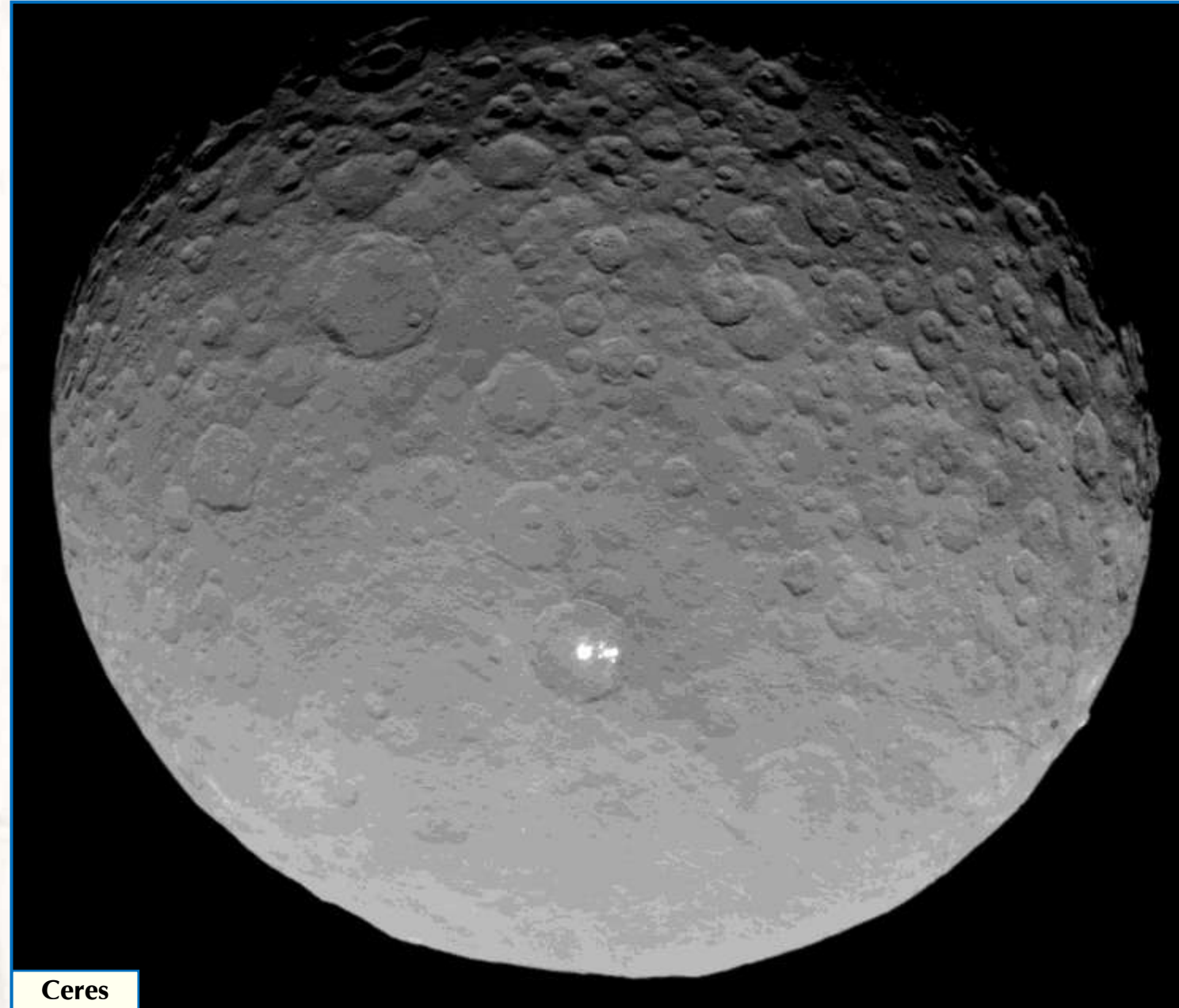
# Przykłady planet karłowatych

→ Za **planety karłowate** uznano łącznie do chwili obecnej 5 ciał niebieskich (łącznie z Plutonem) znajdujących się w Układzie Słonecznym (ich całkowita liczba jest większa – w najbliższych latach zapewne będzie powiększona):

- **Ceres** (obiekt z głównego pasa planetoid),
- **Pluton** (obiekt pasa Kuipera),
- **Haumea** (obiekt z pasa Kuipera),
- **Makemake** (obiekt z pasa Kuipera),
- **Eris** (obiekt z pasa Kuipera).



Haumea



Ceres

### 3. Meteoroidy

- **Meteoroidy** – drobne ciała, mniejsze od planetoid, występujące bardzo licznie w przestrzeni międzyplanetarnej.
- Najczęściej są to niewielkie bryły materii lub ziarna pyłu (ich rozmiary zwykle nie przekraczają 10 m).
- Rozmiary meteoroidów nie pozwalają na ich obserwację w kosmosie.
- Ciała te ujawniają się, wchodząc w atmosferę ziemską, bądź uderzając w sztuczne satelity i niszcząc je.



**Meteoroid** – małe ciało niebieskie krążące w przestrzeni kosmicznej, zwykle o średnicy od milimetrów do kilku metrów (tylko bardzo nieliczne mierzą więcej niż 10 m). Pochodzi on z rozpadu komet lub kolizji planetoid.

# Meteor

- **Meteor** – zjawisko świetlne (tzw. świecący ślad), znane powszechnie pod nazwą “**spadającej gwiazdy**”, tworzące się **wskutek wejścia meteoroidu w zasięg atmosfery ziemskiej**.
- **Jasny ślad** widoczny na niebie tworzy się, gdy pary z meteoroidu oraz nagrzane i zjonizowane gazy atmosferyczne świecą podczas jego przelotu przez atmosferę.
- Okresowo występują tzw. **roje meteorów**, kiedy pojawiają się one nadzwyczaj często i ze ściśle określonego punktu na niebie.
- Tłumaczy się to przechodzeniem Ziemi przez pozostałość komety, która uległa rozpadowi.
- Najbardziej znanymi rojami są:
  - **Perseidy** obserwowane około 12 sierpnia każdego roku,
  - **Leonidy** widoczne około 17 listopada co roku,
  - **Akwarydy** – w maju,
  - **Orionidy** – w październiku,
  - **Geminidy** – w grudniu.

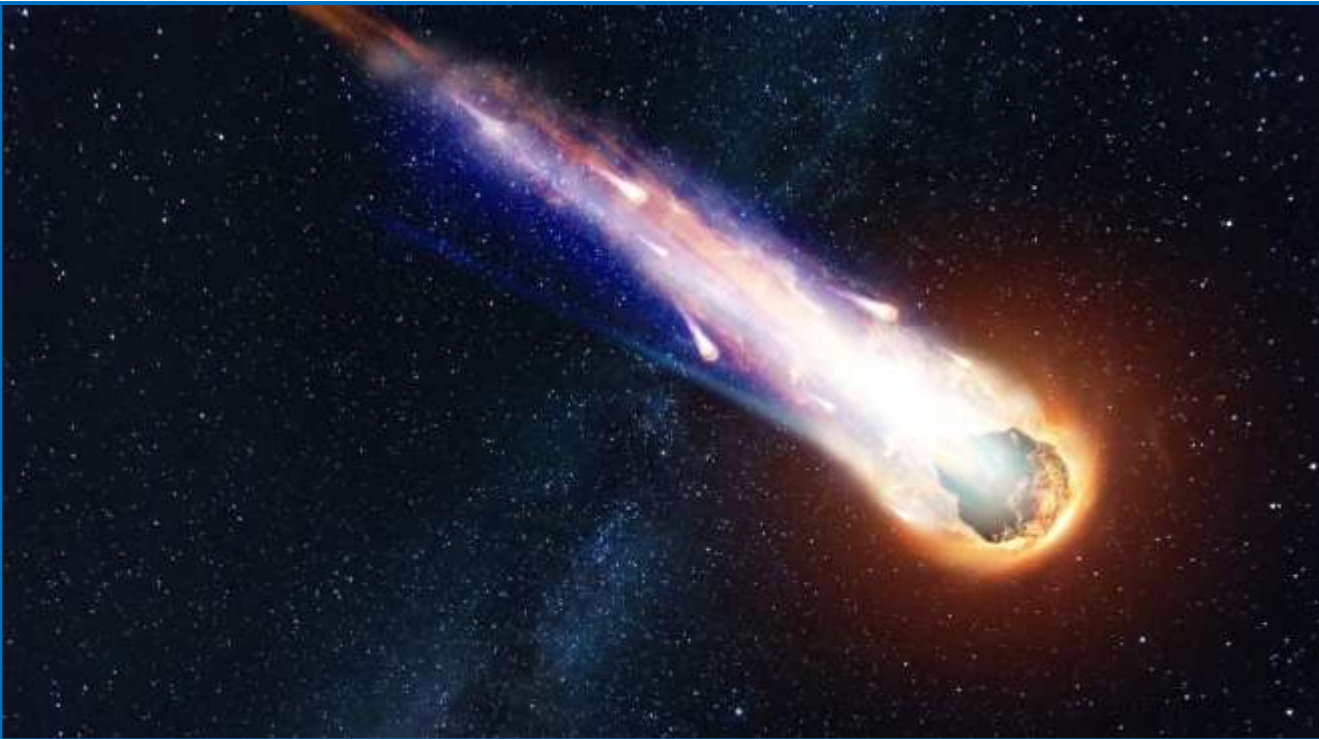


# Meteoryt

- **Meteoryt** – większe meteoroidy które nie uległy odparowaniu w atmosferze i spadły na powierzchnię Ziemi.
- Zjawiska świetlne pojawiają się, kiedy meteoroid znajdzie się na wysokości 150 km, zaś w granicach 60 – 80 km większość drobnych ziaren odparowuje.
- Pozostałe, wchodząc w niższe warstwy atmosfery, wyhamowują i częściowo stygną.
- Do wyjątkowych rzadkości należą meteoryty, które na Ziemię trafiają jeszcze rozżarzone.



Meteoryty



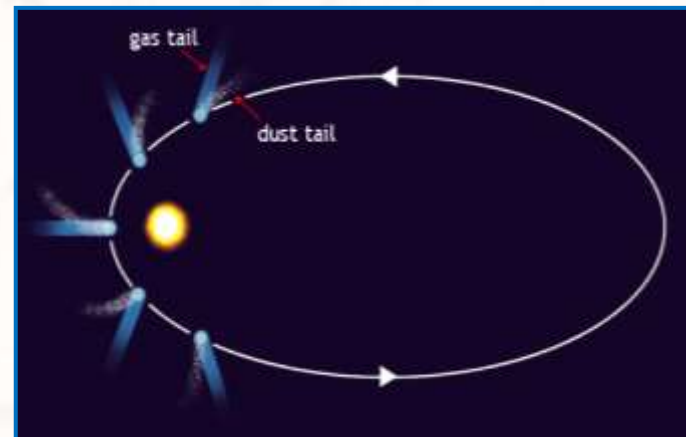
## 4. Komety

- **Komety** – niewielkie ciała, zbudowane głównie z zestalonych lodów (wody, dwutlenku węgla, amoniaku, metanu) i cząstek niebotycznych (np. pyłu i skał), cyklicznie pojawiające się w pobliżu gwiazdy (np. Słońca) z rejonu:
  - **tw. Pasa Kuipera** – położonego w odległości 500 – 1000 jednostek astronomicznych za orbitą Plutona (znajdują się w nim także wcześniej opisane planetoidy),
  - **Obłoku Oorta** – leżącego w odległych peryferiach Układu Słonecznego, w odległości 30 tys. – 100 tys. jednostek astronomicznych od Słońca.
- Komety **mają bardzo wydłużone orbity eliptyczne** i pojawiają się w pobliżu Słońca albo **z określoną częstotliwością (komety okresowe)**, albo **tylko jednokrotnie (komety jednopojawieniowe)**.
- Z około 4600 znanych komet jedynie około 500 to komety okresowe.

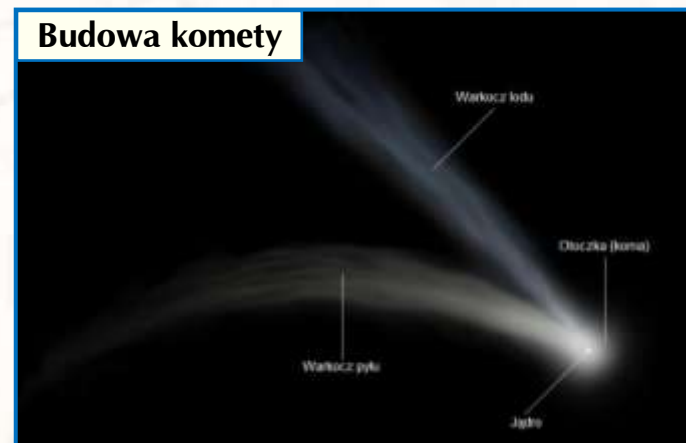


# Budowa komety

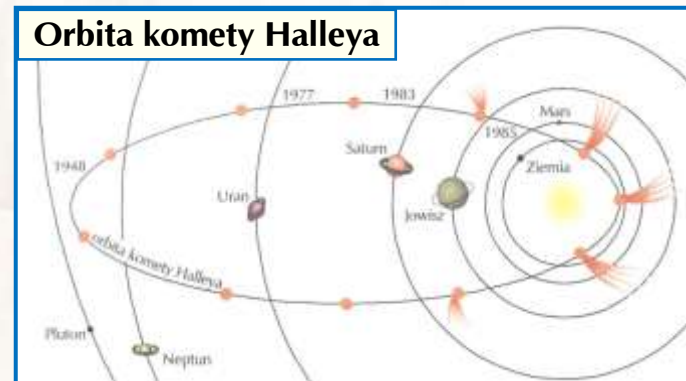
- Główną część komety stanowi **jądro** o średnicy kilku do kilkunastu kilometrów, złożone z zanieczyszczonych pyłem lodów o różnym składzie (jest widoczne niezależnie od odległości komety od Słońca).
- Wraz ze zbliżaniem się do Słońca pod wpływem ciepła lód ulega sublimacji i powstałe gazy tworzą dokoła jądra otoczkę gazowo-pyłową, określaną jako **koma**.
- W centrum Układu Słonecznego koma wytwarza długą smugę, zwróconą w kierunku przeciwnym do Słońca – tzw. **warkocz komety** lub **ogon komety**.
- Każde zbliżenie się do Słońca powoduje znaczne straty materii.
- Przykładowo kometa Halleya uwalnia aż 15 ton gazów i pyłu na sekundę.



Budowa komety



Orbita komety Halleya



# KONIEC



**Materiały pomocnicze do nauki**  
**Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)**

Opracowanie i redakcja: *Sławomir Dmowski*  
Kontakt: *kontakt@geografia24.eu*

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**  
**- KOPIOWANIE ZABRONIONE -**