

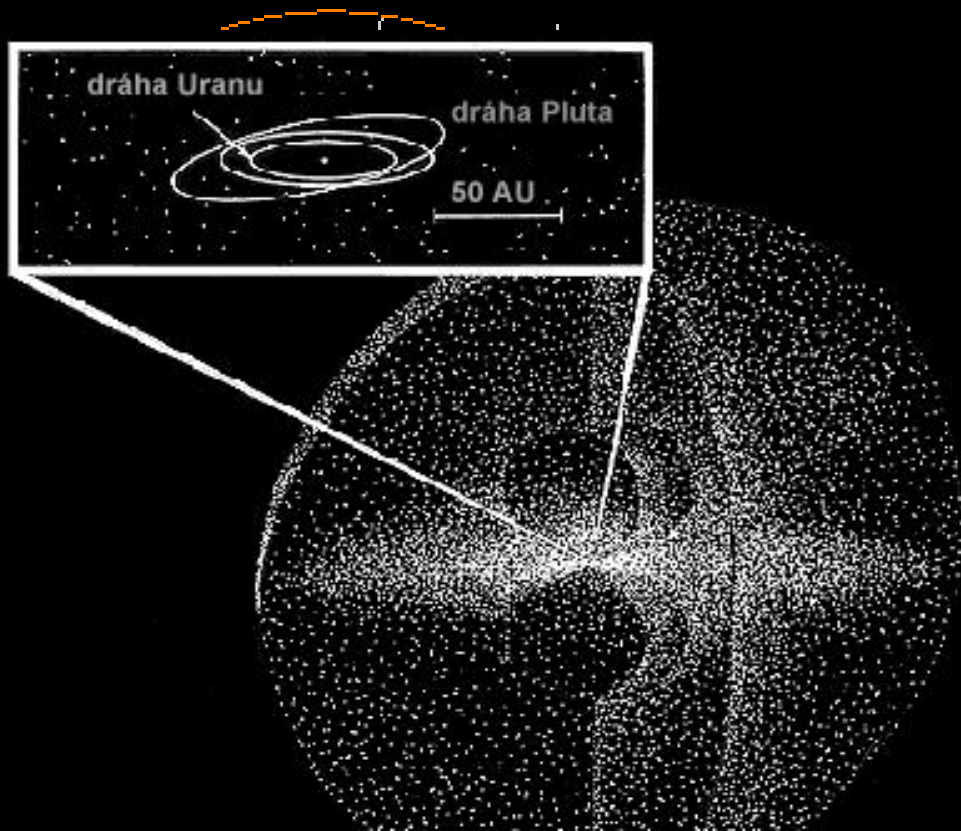
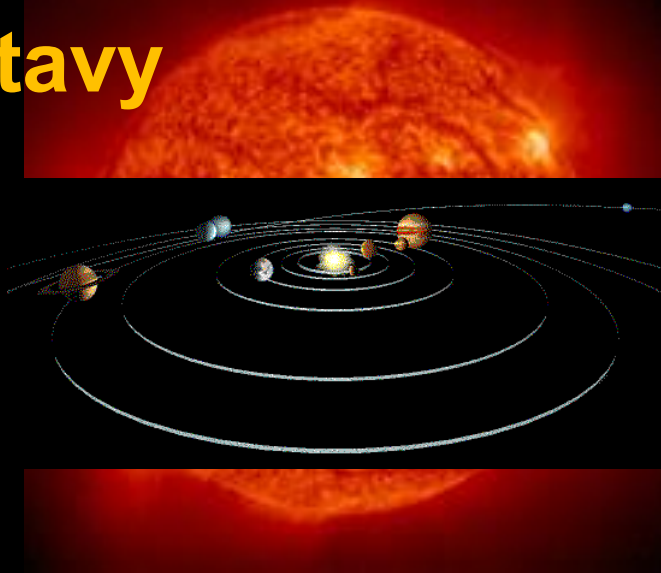


Astronomický proseminář II

Planety Sluneční soustavy a jejich měsíce

Skupiny těles Sluneční soustavy

1. Slunce
2. planety
3. trpasličí planety
4. malá tělesa sluneční soustavy
5. přirozené satelity



6. Oortův oblak?

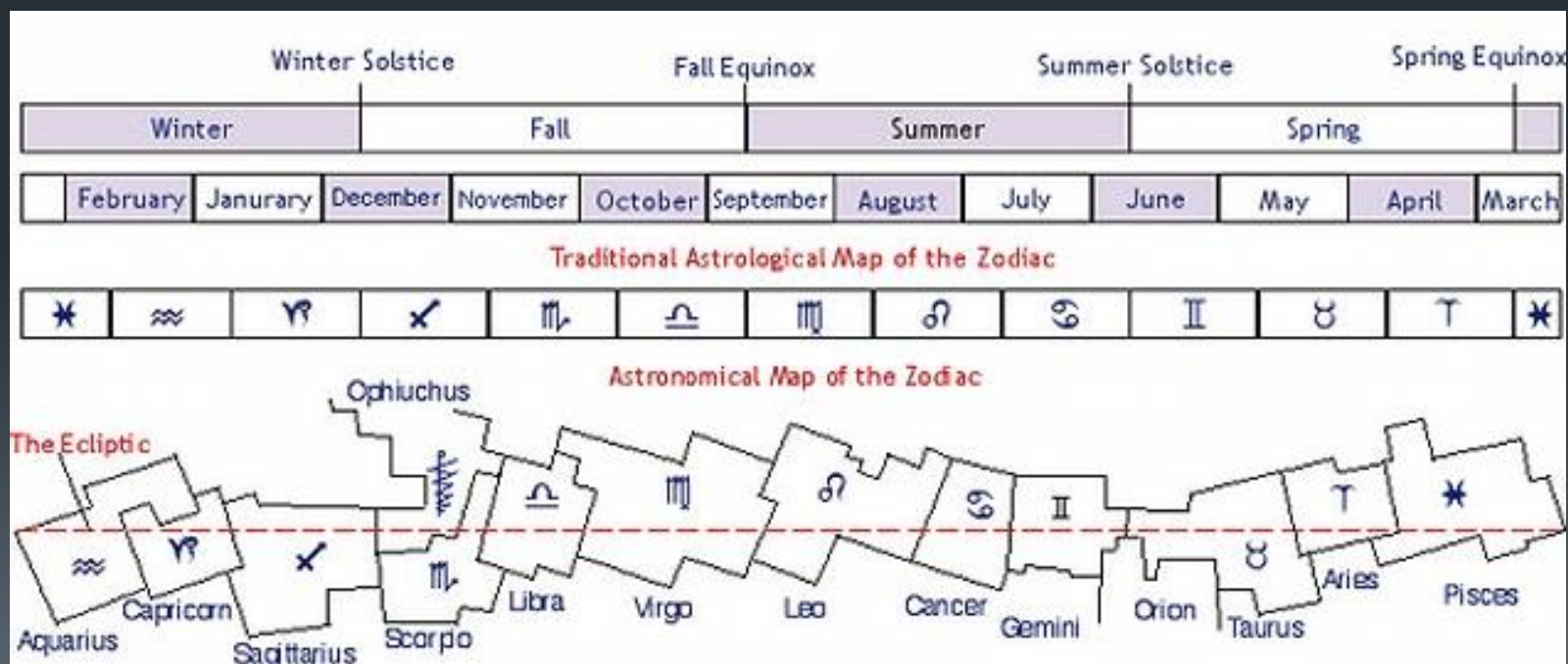


definice těles ve Sluneční soustavě

- Planety a ostatní tělesa naší sluneční soustavy se dělí do tří kategorií následujícím způsobem:
- planeta je nebeské těleso, které
 - obíhá okolo Slunce,
 - má dostatečnou hmotnost, aby jeho vlastní gravitace překonala vnitřní síly pevného tělesa, takže dosáhne tvaru odpovídajícího hydrostatické rovnováze (přibližně kulatého)
 - vyčistilo okolí své dráhy
- „trpasličí planeta“ je nebeské těleso, které
 - obíhá okolo Slunce,
 - má dostatečnou hmotnost, aby jeho vlastní gravitace překonala vnitřní síly pevného tělesa, takže dosáhne tvaru odpovídajícího hydrostatické rovnováze (přibližně kulatého),
 - nevyčistilo okolí své dráhy
 - není satelitem
- s výjimkou satelitů by všechny ostatní objekty obíhající okolo Slunce měly být označovány společným termínem „malá tělesa sluneční soustavy“

pozorovatelnost planet

- vždy v oblasti ekliptikálních souhvězdí (13)
- výrazně se v průběhu roku mění
- poloha – viz ročenka nebo <https://www.calsky.com/>



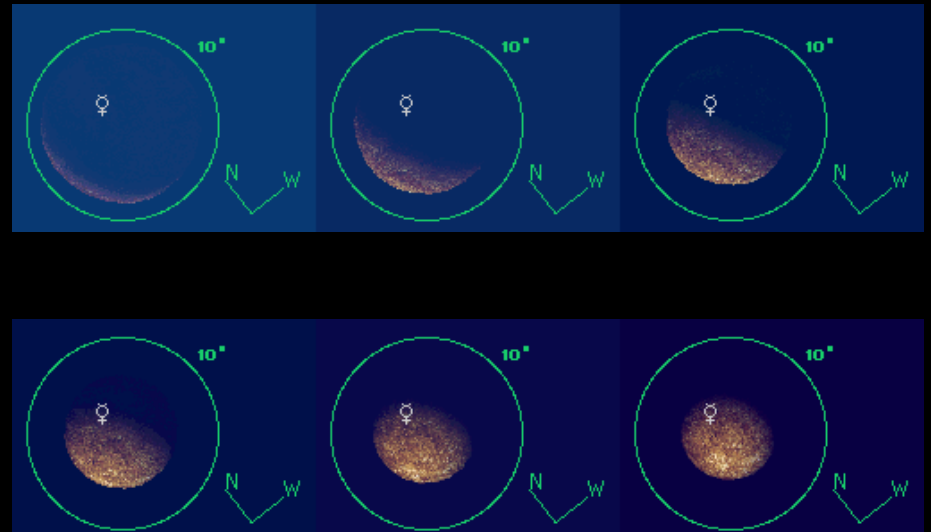
- <https://www.youtube.com/watch?v=117IEleTeiY>

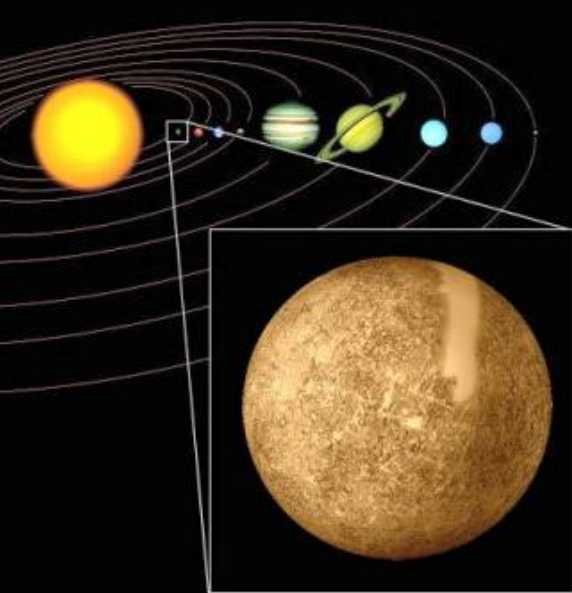
Merkur



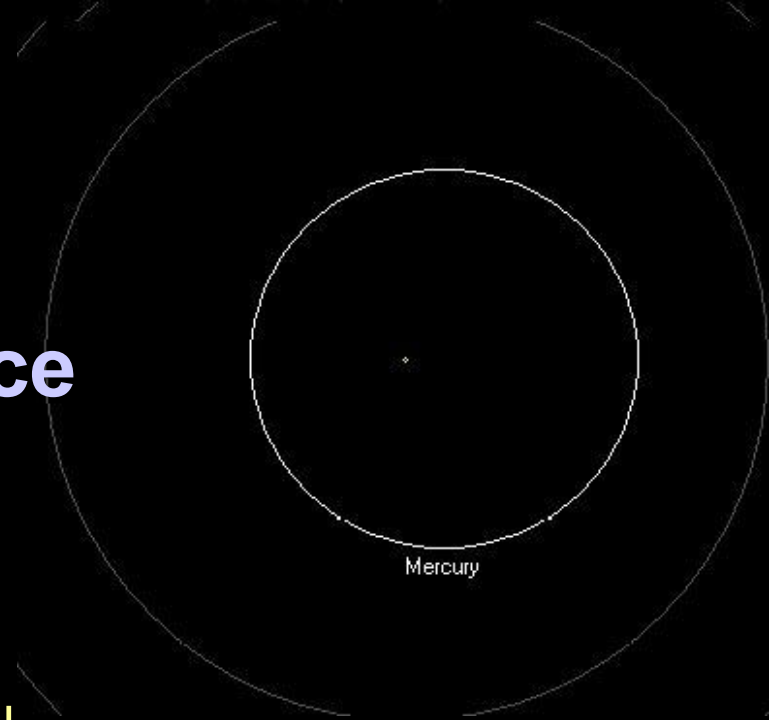


- jasnost -1,2 mag až +1,1 mag
- maximálně 28° od Slunce
- synodický oběh: 116 dnů





Oběh a rotace



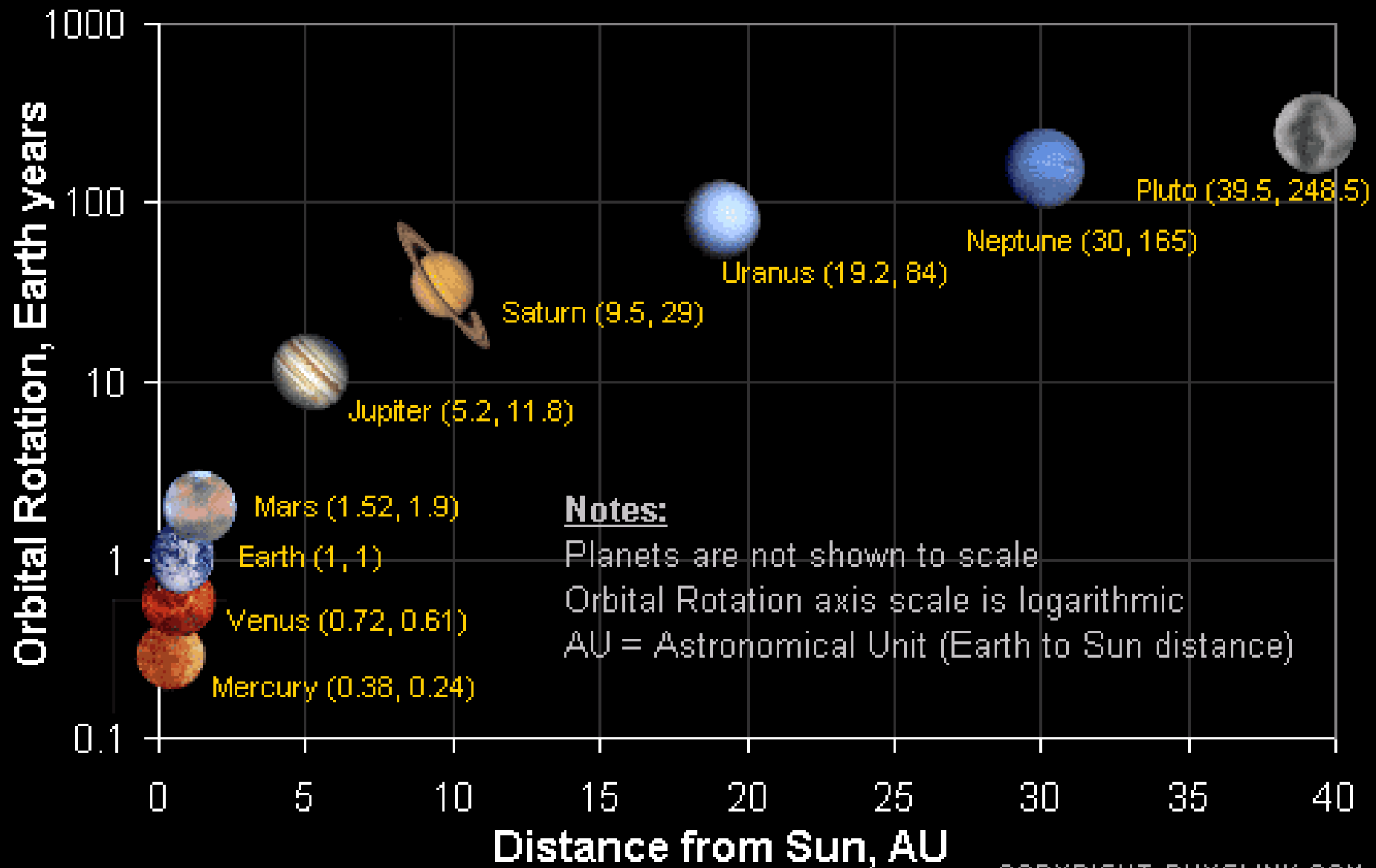
- $e = 0,2056$, druhá nejvýstřednější po Plutu
- od Slunce 45,9 - 69,7 milionů km,
- sklon dráhy k ekliptice 7°
- oběh: 88 dní, střední oběžná rychlost 48 km/s

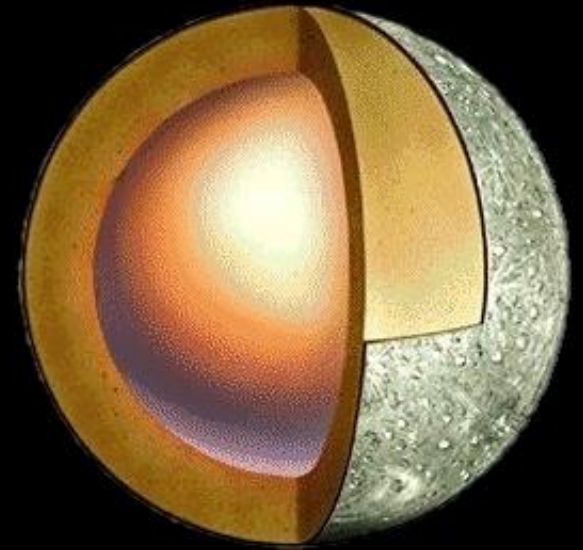
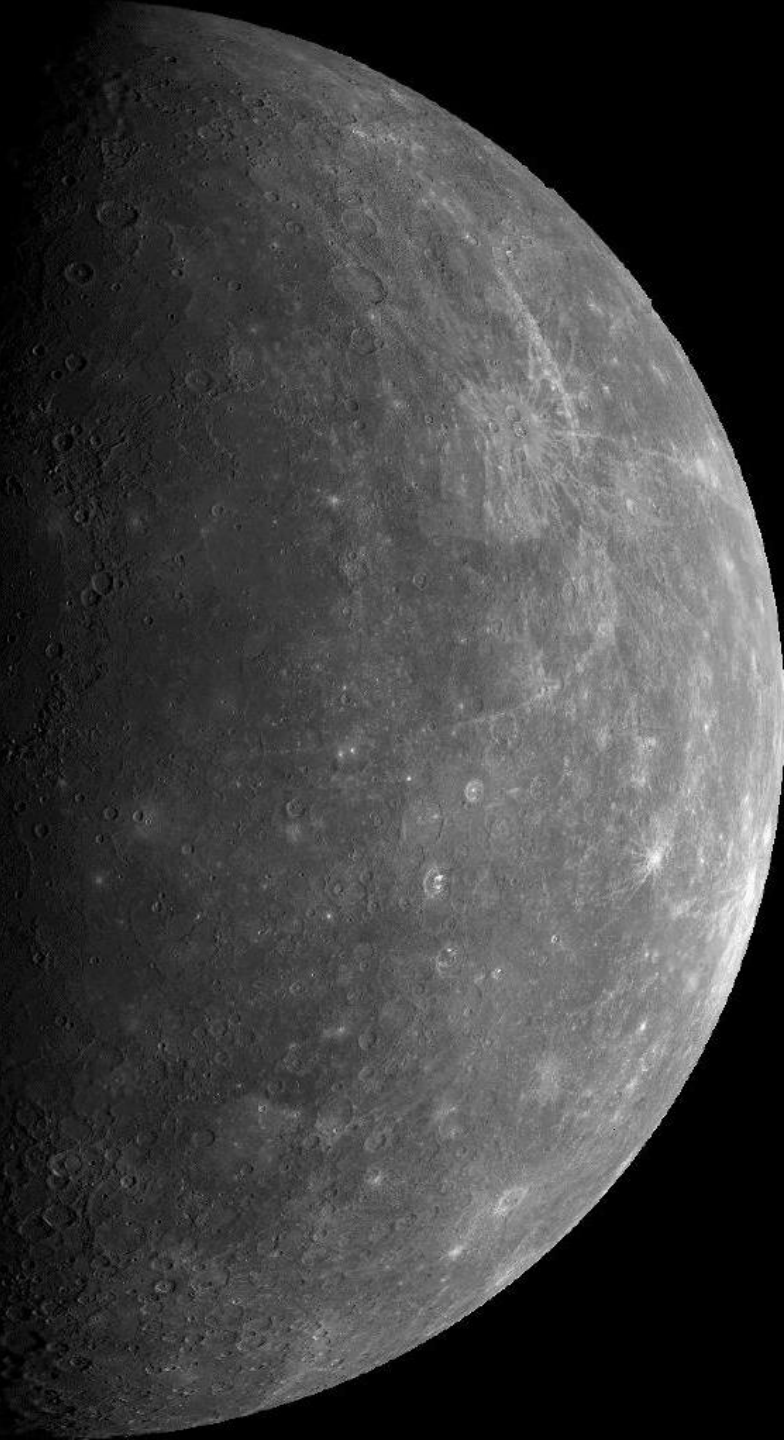
- rotace: 58,65 dne
- poměr oběžné doby a rotace je 2 : 3
- rotační osa kolmá k oběžné dráze

- v přísluní je vždy natočen ke Slunci stejně (0° nebo 180° poledník, tzv. póly horka)

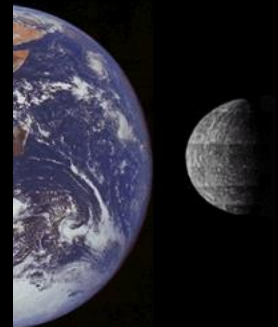


Orbital Rotation Periods vs Distance from the Sun





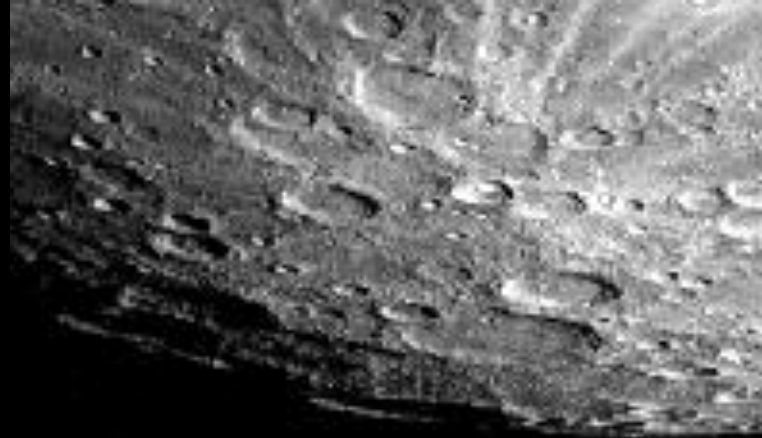
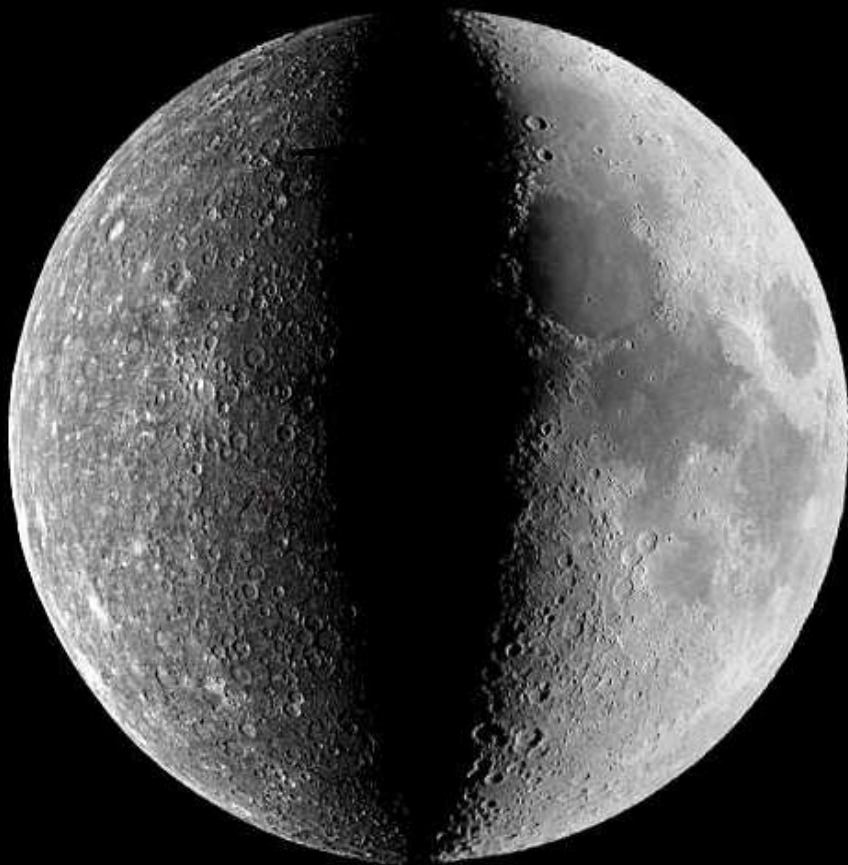
- průměr 4879 km
- jádro:
70 % průměru planety
- teplota povrchu:
nejvyšší + 427°C
nejnižší -173°C
- atmosféra:
stopy H, He, Ne, Ar



Povrch Merkura

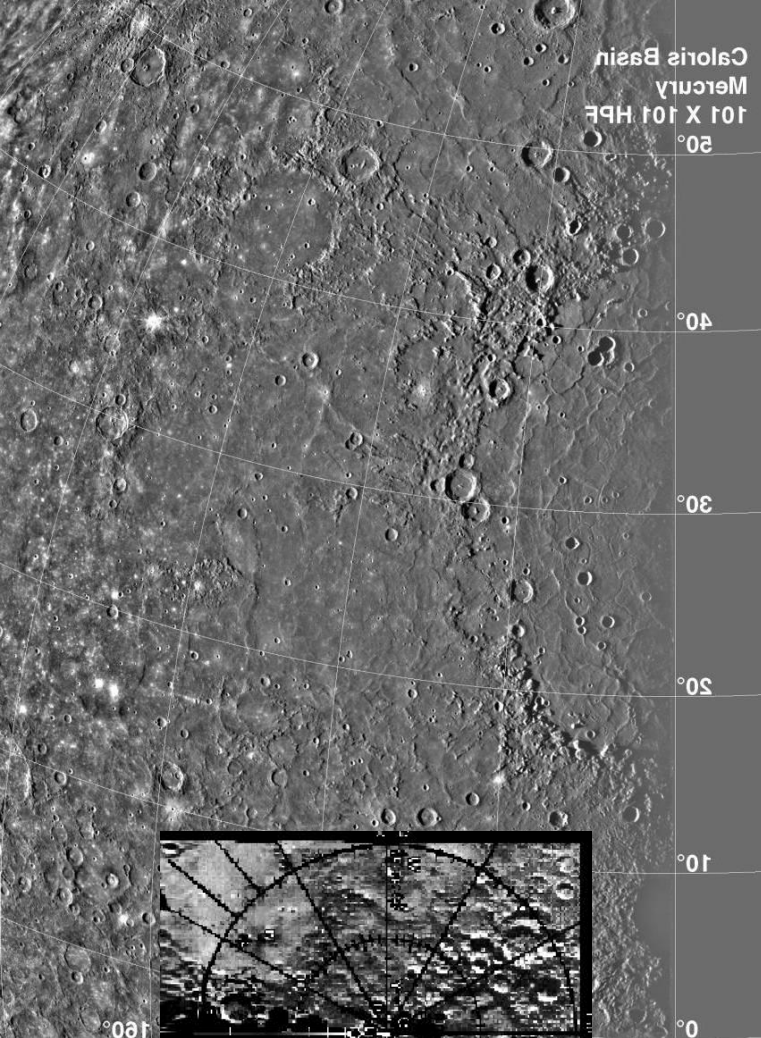
Mariner 10:

- 3x proletěl kolem stejné polokoule
- zmapováno 50 % planety
- podrobnosti do 100 m



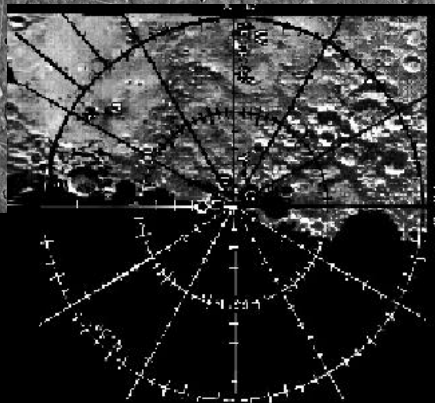
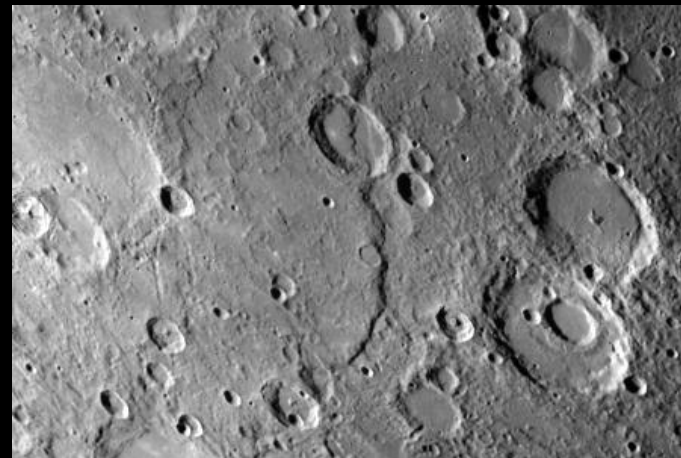
Rozdíly mezi Merkurem a Měsícem:

- Merkur nemá moře
- zlomy, které se na Měsíci nevyskytují
- střední hustota Merkura je o 60% vyšší



CALORIS PLANITIA

- „Planina horka“, 427°C, poledník 180°
- impakt o průměru 1300 km
- podobá se Mare Orientale na Měsíci



ledová čepička
severní pól

zlom DISCOVERY

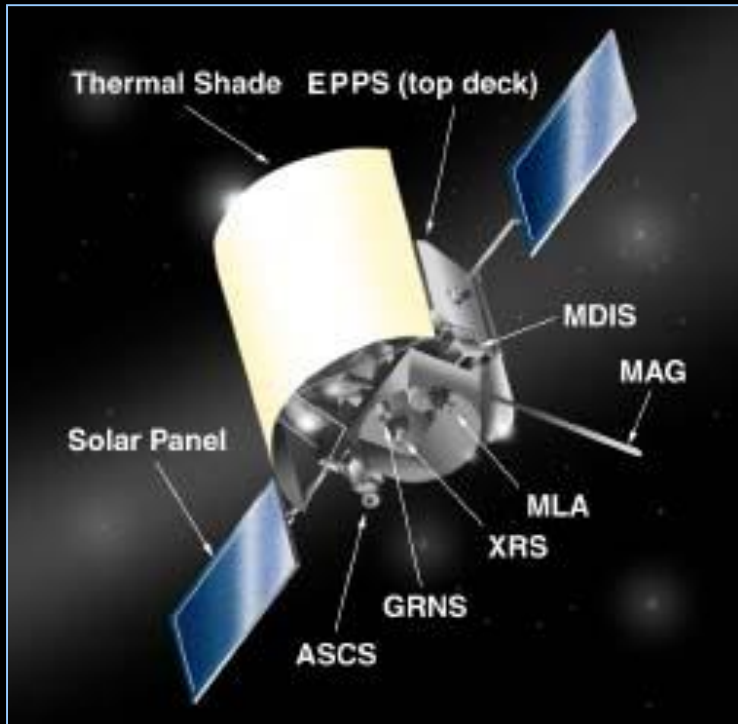
- dlouhý 400 km, vysoký až 1 km
- tektonické procesy při chladnutí

vědecké sondy



Messenger (NASA)
těžká, dobře vybavená sonda,
konec 2015

BepiColombo (ESA+Japonsko)
start 2017
i přistávací pouzdro (chemický rozbor)



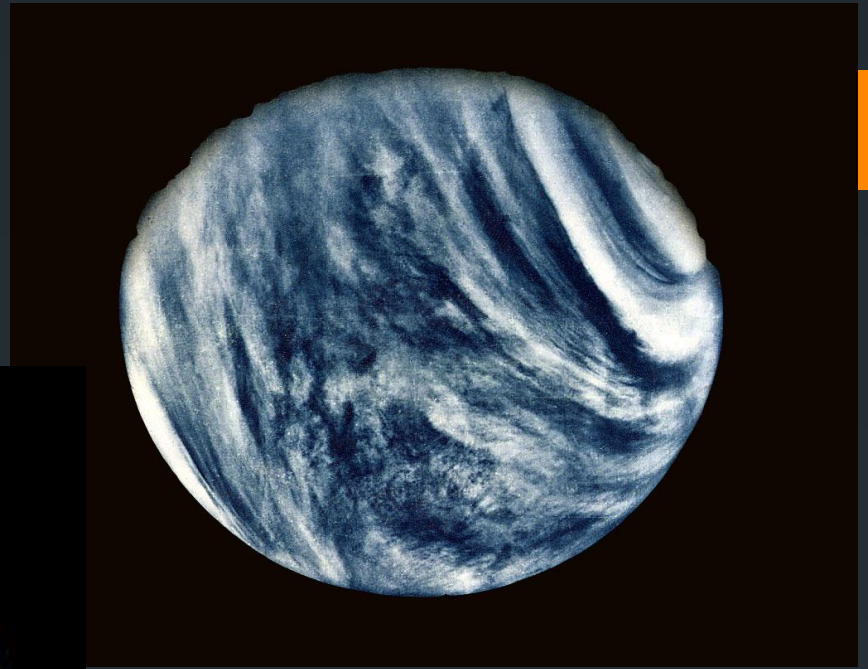
rekapitulace

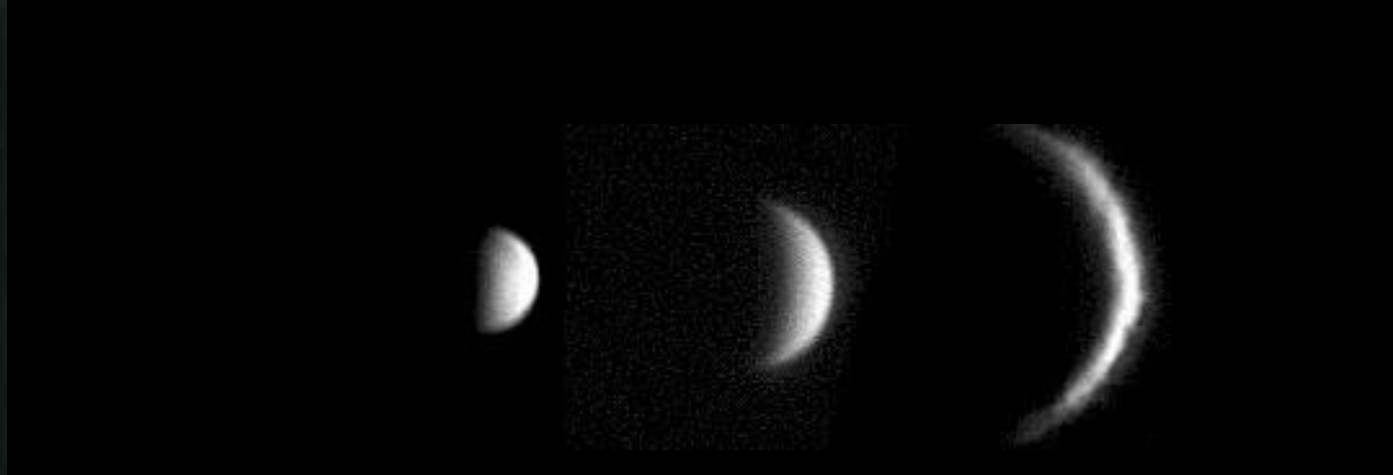
13

Planety Sluneční soustavy a jejich
měsíce

- Merkur byl v minulosti terčem nesmírného množství meteoritů. Malé srážky způsobily jednoduché kilometrové krátery ve tvaru mísy. Větší nárazy způsobily talířovité krátery s malým vrcholkem vyčnívajícím uprostřed. Spolu s nárazy vznikala i pohoří. Jednou z posledních katastrof v dějinách Merkura byla pravděpodobně srážka s planetkou, která měla rozměry kolem 100 kilometrů. Způsobila obrovský kráter nazvaný pánev Caloris. Náraz prorazil povrch a vytvořil kruhové pásmo horských hřbetů. Nemá atmosféru, která by ovlivňovala teplotu jeho povrchu. Ve dne je planeta vystavena spalujícímu žáru slunečních paprsků a například v pánvi Caloris, která leží poblíž Merkurova rovníku, vystoupí teplota nad 400 st. C. V noci, když se povrch od Slunce odvrátí, klesne teplota 180 st. C pod nulu.
- Průměrná vzdálenost od Slunce: 0,38 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): 59 pozemských dní
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 88 pozemských dní
- Průměr: 4878 km
- Hmotnost: 18 krát menší než hmotnost Země
- Gravitace: 40% pozemské gravitace, při hmotnosti 80 kg byste na Merkuru měli 32 kg
- Povrchová teplota: -185 °C až 400 °C
- Atmosféra: velmi řídká
- Charakteristika povrchu: povrch velmi podobný měsíčnímu, nepřítomnost husté atmosféry umožňuje neustálé přímé bombardování meziplanetární látkou, velmi velké množství kráterů
- Přirozené satelity (měsíce): nemá
- Prstence: nemá

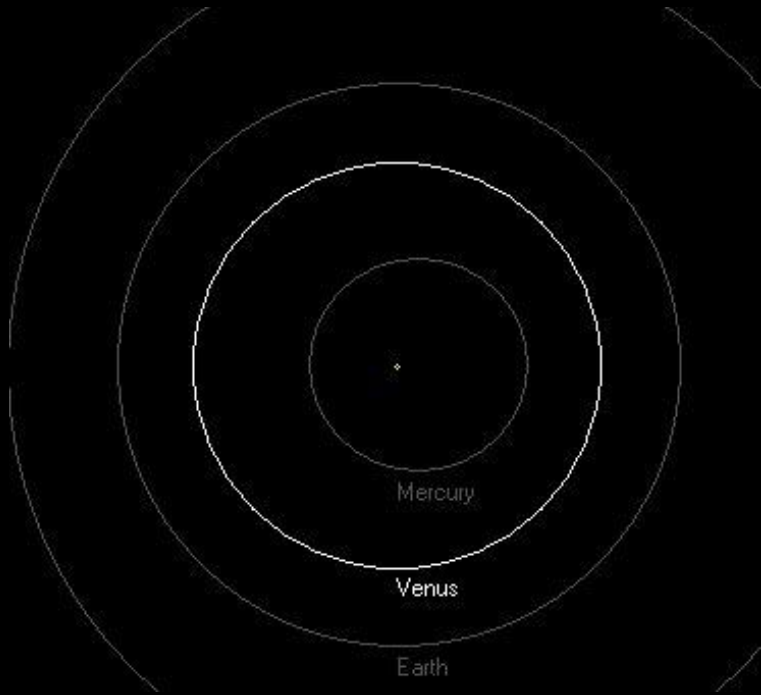
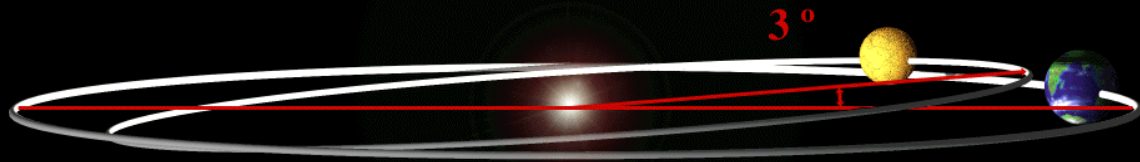
Venuše





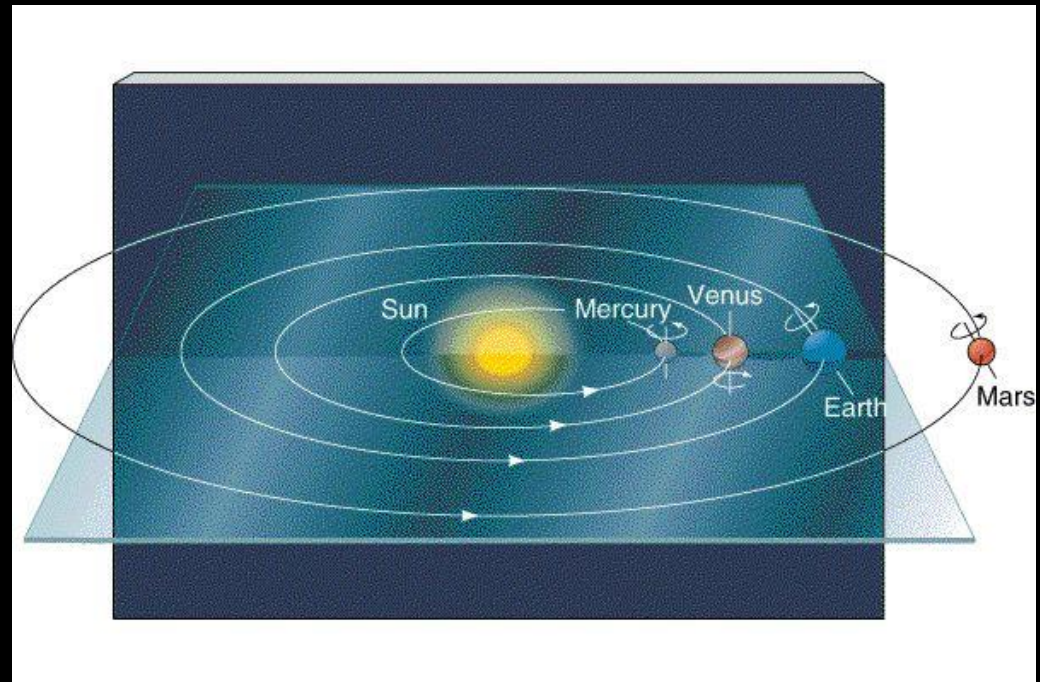
- - 3,3 mag až - 4,2 mag
- maximálně $47,5^\circ$ od Slunce
- Jitřenka a Večernice
- synodický oběh: 116 d
- fáze popsal Galileo Galilei
- v roce 2004 a 2012 přechod přes sluneční kotouč

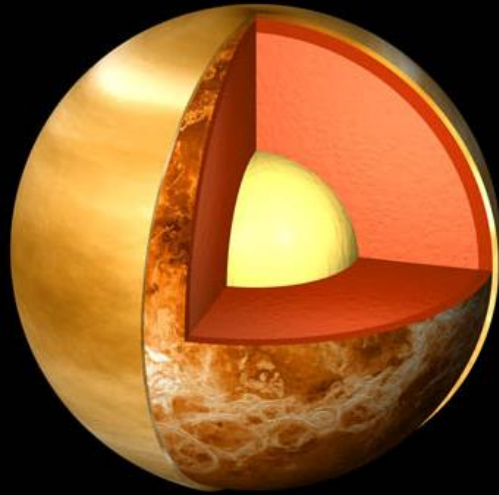
Oběh a rotace



- siderická doba oběhu: 224,7 dní
- vzdálenost od Slunce: 108 milionů km
- $e = 0,007$ (dráha se nejvíce blíží kružnici)
- střední oběžná rychlost $35 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

- retrográdní rotace, otočka trvá 243 dne
- sklon rotační osy 178°





- průměr 12 103 km
- hmotnost: 0,815 M_z
- teplota povrchu: 480°C
- povrchový tlak 9,4 MPa



atmosféra:

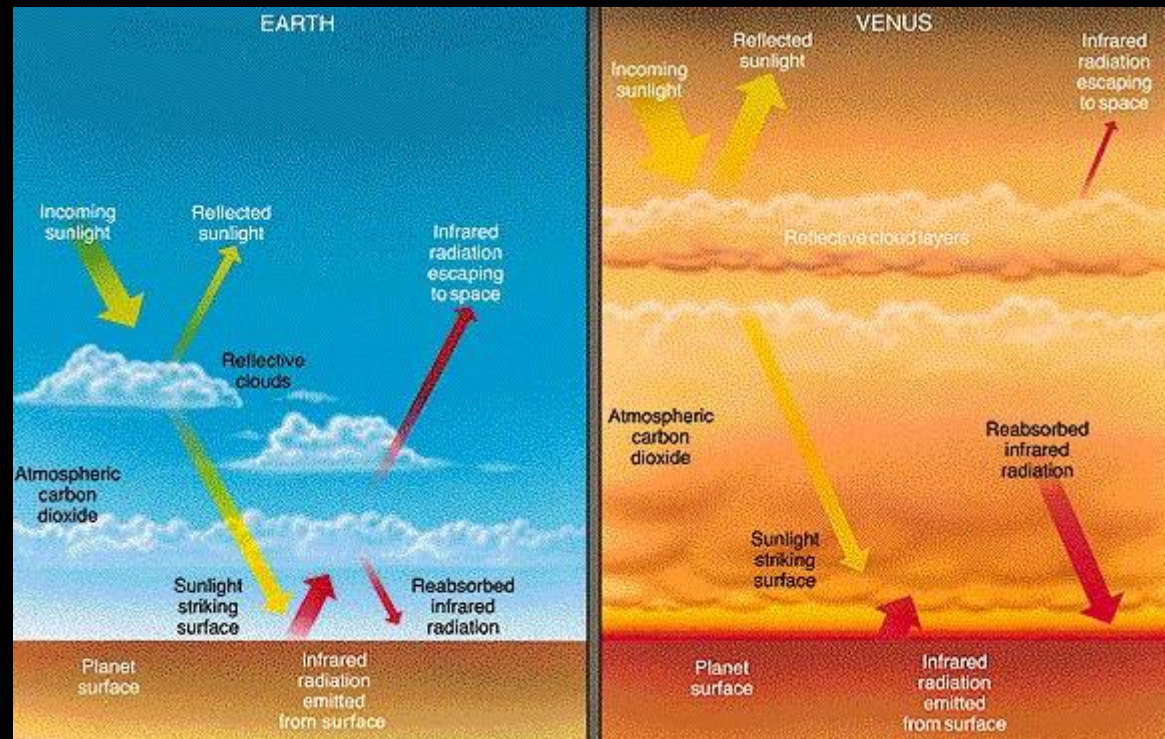
97 % CO_2

1 % O_2

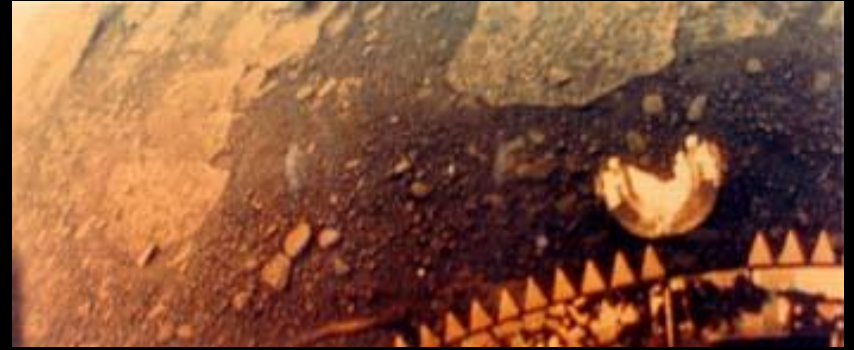
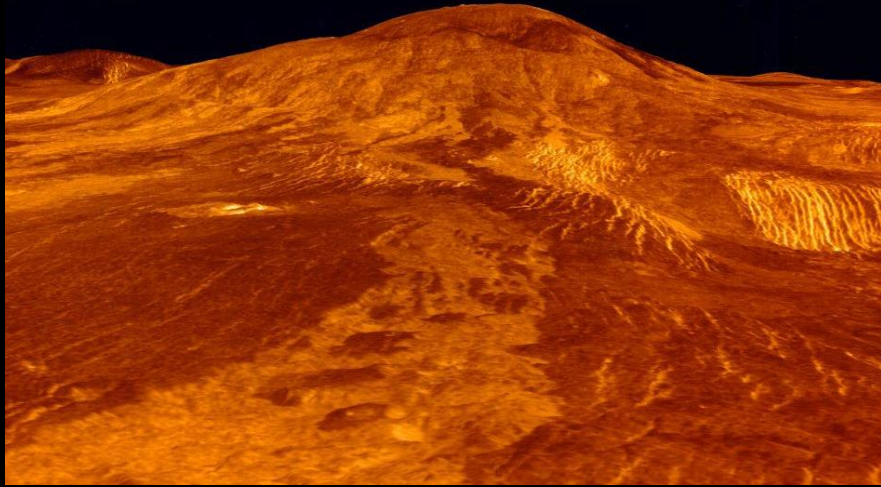
2 % N_2

0,01 % H_2O

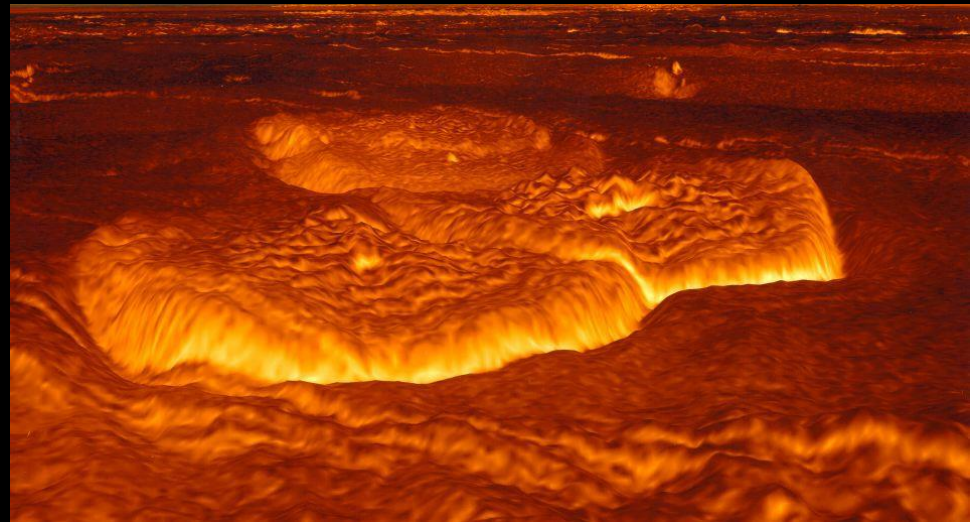
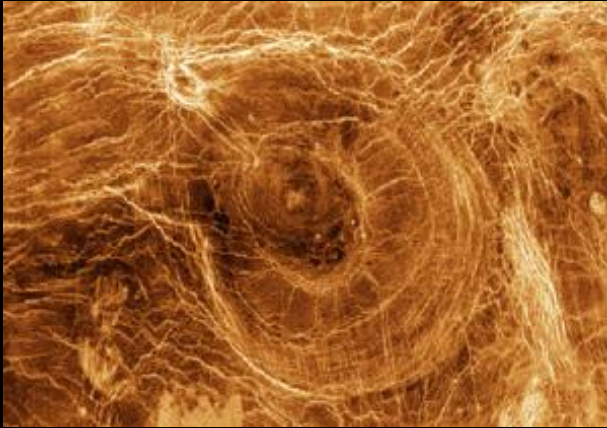
stopý Ar, Ne, Kr



85 % povrchu tvoří sopečné formy



lávové proudy
lávové záplavy
štítové sopky
ploché sopečné kužely
dómy



rekapitulace

- Venuše je Zemi nejbližší planetou. Je přibližně stejně velká jako Země a má hustou atmosféru. To vedlo k představě, že by se mohla podobat Zemi i svým povrchem. Bujná fantazie lidí osídlila krajinu na Venuši dinosaury prohanějícími se bažinami a hustým porostem přesliček. Tyto představy nemohly být po staletí ani potvrzeny ani vyvráceny, protože ještě donedávna jsme neměli prostředky, kterými bychom pod hustou Venušinu atmosféru nahlédli. Velké změny nastaly až když vědci začali používat k výzkumu Venuše radar. Radarové vlny totiž bez problémů proniknou i tou nejhustší atmosférou. Pak přišla era kosmických sond a všechny dosavadní představy o Venuši padly. Nebylo objeveno nic, co by připomínalo život. Dokonce ani voda tam nebyla nalezena. Povrch Venuše je suché a horké „peklo“. Teplotou dosahující k 500 °C předčí i teploty na denní straně Merkura. Povrch je z 85% tvořen různými sopečnými útvary.
- Průměrná vzdálenost od Slunce: 0,72 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): 243 pozemských dní, rotace má opačnou orientaci než je směr oběhu kolem Slunce, tzv. retrogradní rotace
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 225 pozemských dní
- Průměr: 12 100 km
- Hmotnost: 80% hmotnosti Země
- Gravitace: 90% pozemské, při hmotnosti 80 kg byste na Venuši měli 72 kg
- Povrchová teplota: 500 °C
- Atmosféra: extrémně hustá, pro světlo téměř neprůhledná
- Charakteristika povrchu: jednodesková tektonika, několik vyvýšených oblastí, dlouhá údolí, menší počet kráterů
- Přirozené satelity (měsíce): nemá
- Prstence: nemá

Země

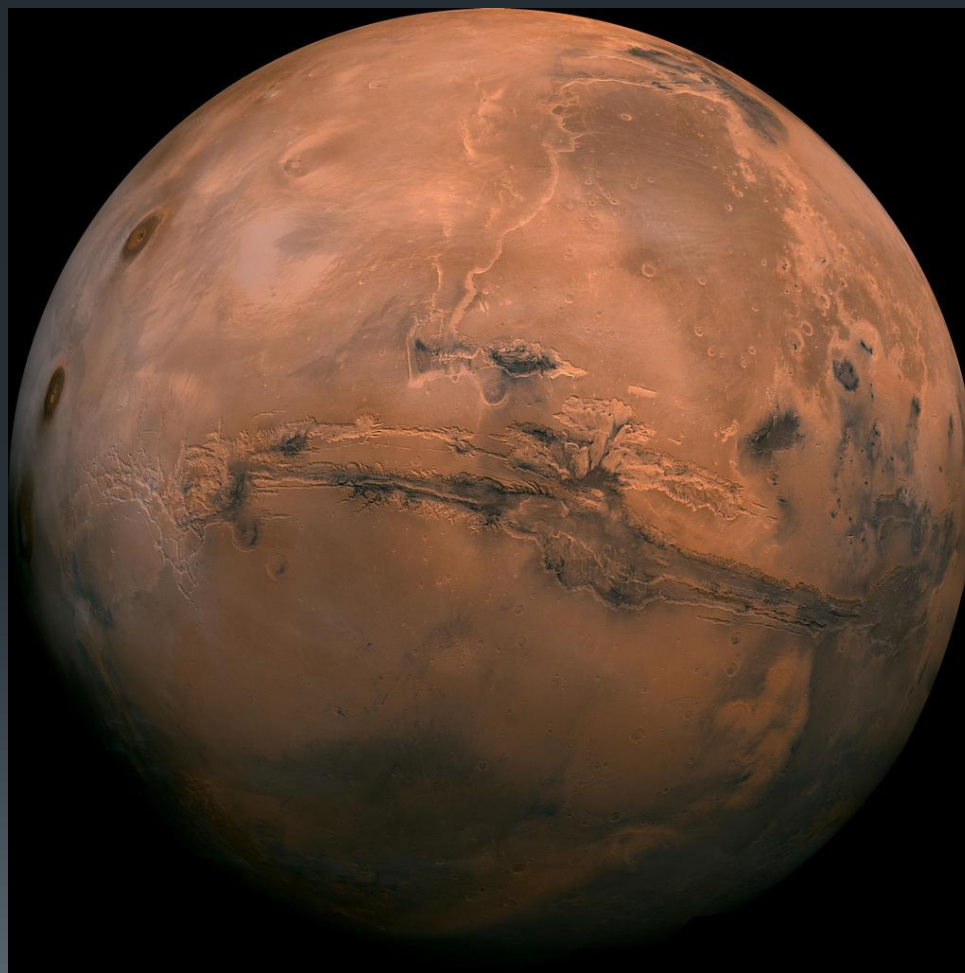


rekapitulace

- Průměrná vzdálenost od Slunce: 1 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): 1 pozemský den
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 365,25 pozemských dní
- Průměr: 12 756 km
- Hmotnost: $6 \cdot 10^{24}$ kg (to je 6 bilionů bilionů tun!)
- Povrchová teplota: 14 °C
- Atmosféra: dusík, kyslík
- Charakteristika povrchu: jediné těleso ve sluneční soustavě, kde průkazně existuje voda v kapalném skupenství, oceány tvoří cca 70% povrchu, zemská kůra má vícedeskovou tektoniku
- Přirozené satelity (měsíce): 1
- Prstence: nemá

- http://www.nasa.gov/mission_pages/mars/images/index.html

Mars





Venuše

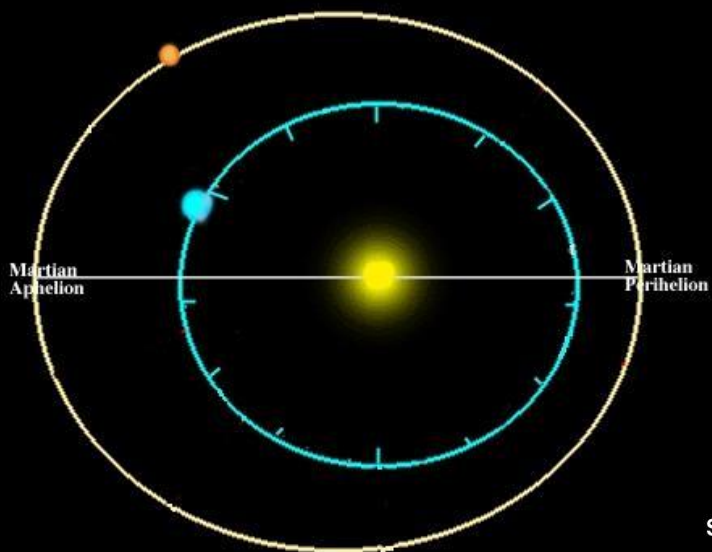
Mars

Jupiter

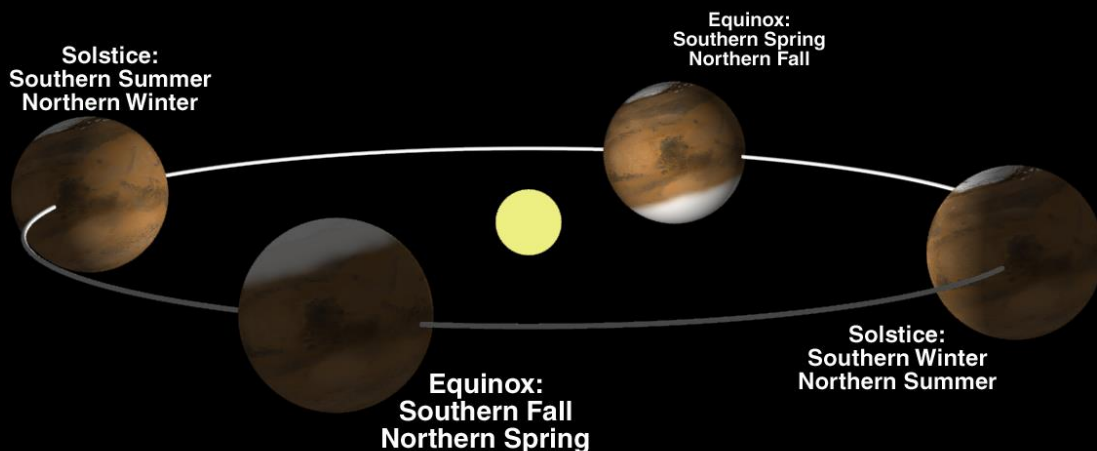
- v dalekohledu:
načervenalá barva
světlé a tmavé oblasti
polární čepičky
jemné bílé mraky
žlutý zákal (prachové bouře)
- synodický oběh: 780 dní



Oběh a rotace



- siderická doba oběhu: 686,98 dne
- střední oběžná rychlost: 24,13 km/s
- sklon dráhy: $1^{\circ}51'$
- výstřednost: 0,093



- 1 sol (den na Marsu): $24^{\text{h}}37^{\text{m}}22,6^{\text{s}}$
- sklon rotační osy: $23,98^{\circ}$



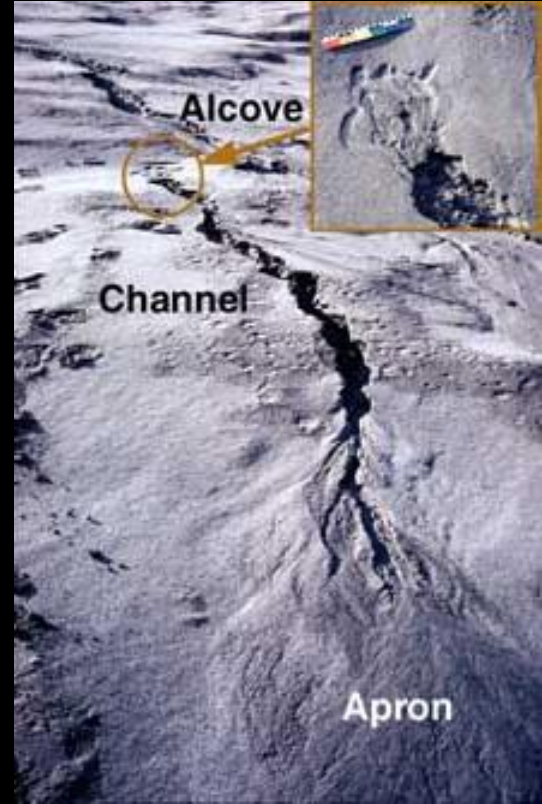
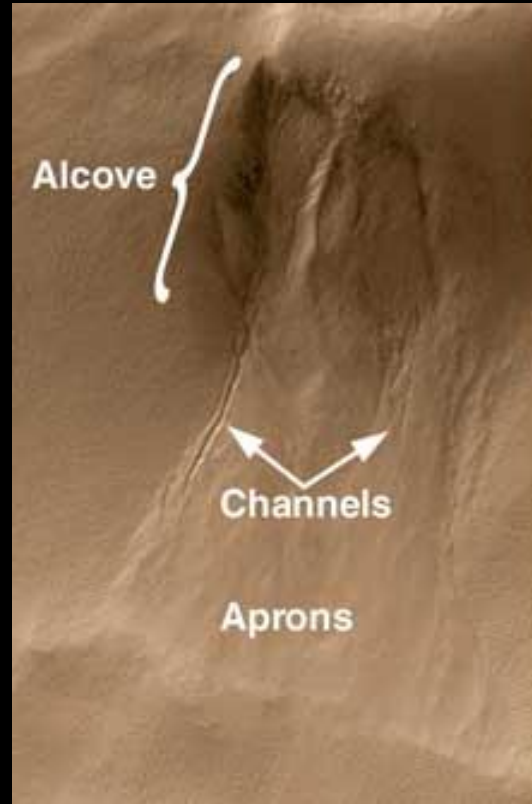
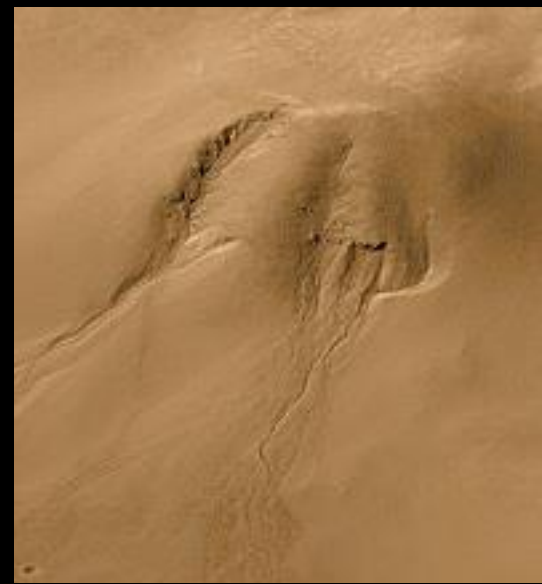
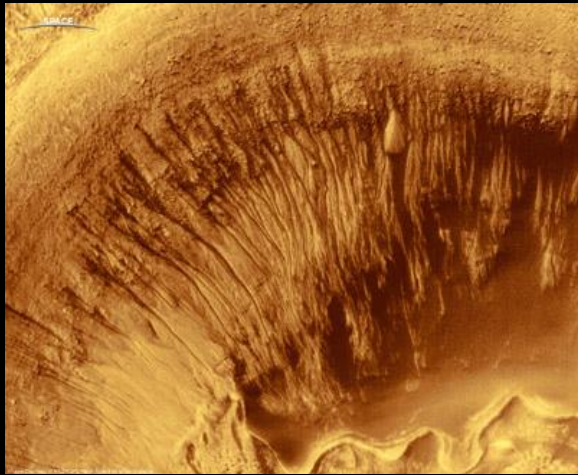
- průměr 6 787 km
- hmotnost: $0,107 M_Z$
- teplota povrchu: -90°C až 0°C

- jádro menší než Země, kůra 5x silnější
- magnetické pole 500x slabší než zemské
- neprobíhá zde vrásnění, nepůsobí desková tektonika

atmosféra:

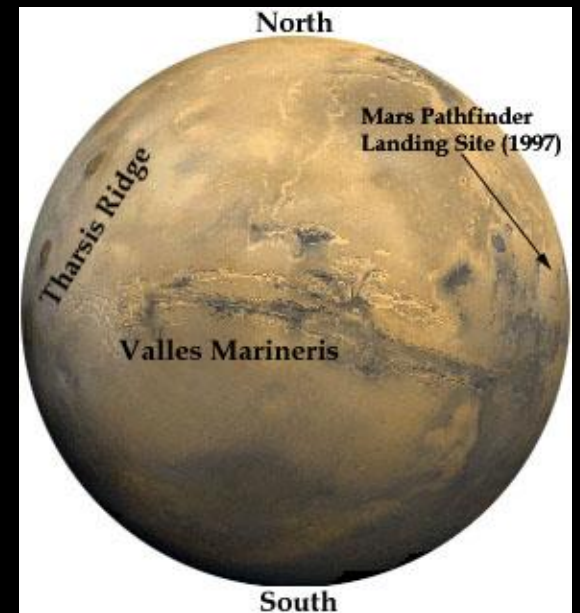
96 %	CO_2
2,7 %	N_2
1,6 %	Ar
0,15	O_2





OLYMPUS MONS

- výška 26 km, základna 540 km
- musel být v činnosti asi miliardu let



VALLES MARINERIS

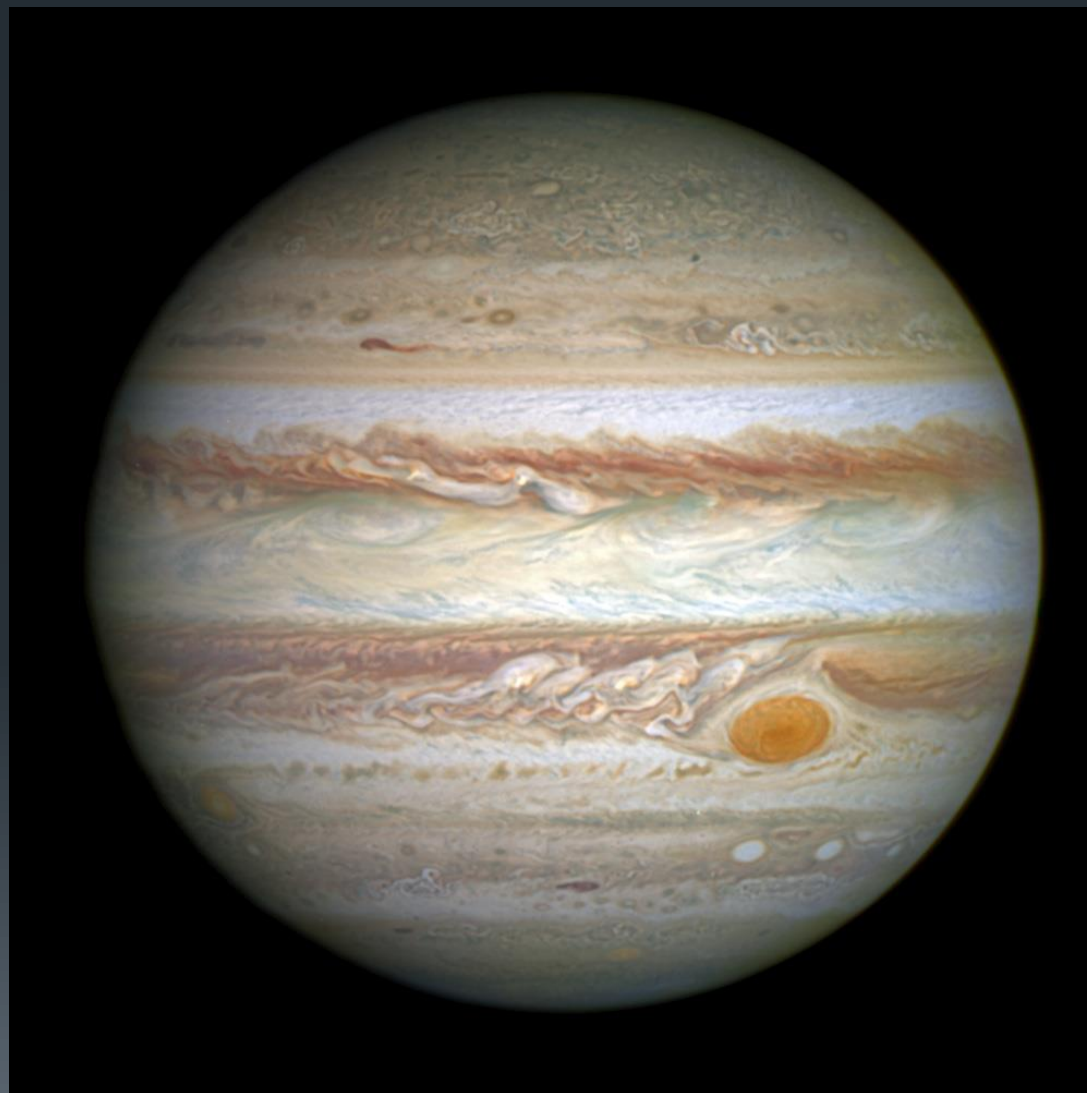
- délka 4000 km, hloubka 6 km, šířka 600 km
- největší útvar tektonického původu
- příčina vzniku: zatížení kůry masívem Tharsis



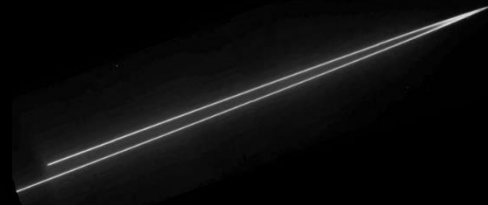
rekapitulace

- Mars byl kdysi také považován za obydlenou planetu. Takové představy o Marsu vzaly za své až v roce 1965. Tehdy kosmická sonda Mariner doletěla k Marsu a pořídila první zřetelné snímky planety. Fotografie ukazovaly pustou planinu bez života, rozrušenou jen krátery. O deset let později byl zkoumán dvojicí amerických sond Viking. Přistávací moduly nesly na své palubě biologickou laboratoř. Ani jeden z pokusů však existenci života nedokázal. Ani další sondy zatím nebyly úspěšné. Nejvyšší sopky se tyčí do závratné výšky 25 kilometrů nad okolní krajinu! V dávné minulosti bylo na Marsu ohromné množství vody – v řekách a v mělkých mořích. Kam se poděla? Vědci se domnívají, že voda je nyní zachycena převážně v ledu pod povrchem. Na severním a jižním pólu Marsu jsou ledové polární čepičky. Není to však led, který znáte ze Země. Zima na Marsu je velmi studená a při teplotách kolem -100°C zmrzne nejen voda, ale i oxid uhličitý obsažený v atmosféře. Mars byl zřejmě v dávné minulosti vlhkou a teplou planetou. Možná, že tenkrát tam byly příznivé podmínky pro vznik života a třeba se někdy podaří najít jeho otisky alespoň ve formě fosílií.
- Průměrná vzdálenost od Slunce: 1,52 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): 24 hodin 37 minut
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 687 pozemských dní
- Průměr: 6787 km
- Hmotnost: 10% hmotnosti Země
- Gravitace: 40% pozemské gravitace, při hmotnosti 80 kg byste na Marsu měli 32 kg
- Povrchová teplota: -63°C
- Atmosféra: asi desetkrát řidší než na Zemi, oxid uhličitý
- Charakteristika povrchu: velmi členitý, planiny, sopky, dlouhá údolí, vyschlá řečiště jako memento kdysi tekoucí vody, velký vliv větrné eroze
- Přirozené satelity (měsíce): 2
- Prstence: nemá

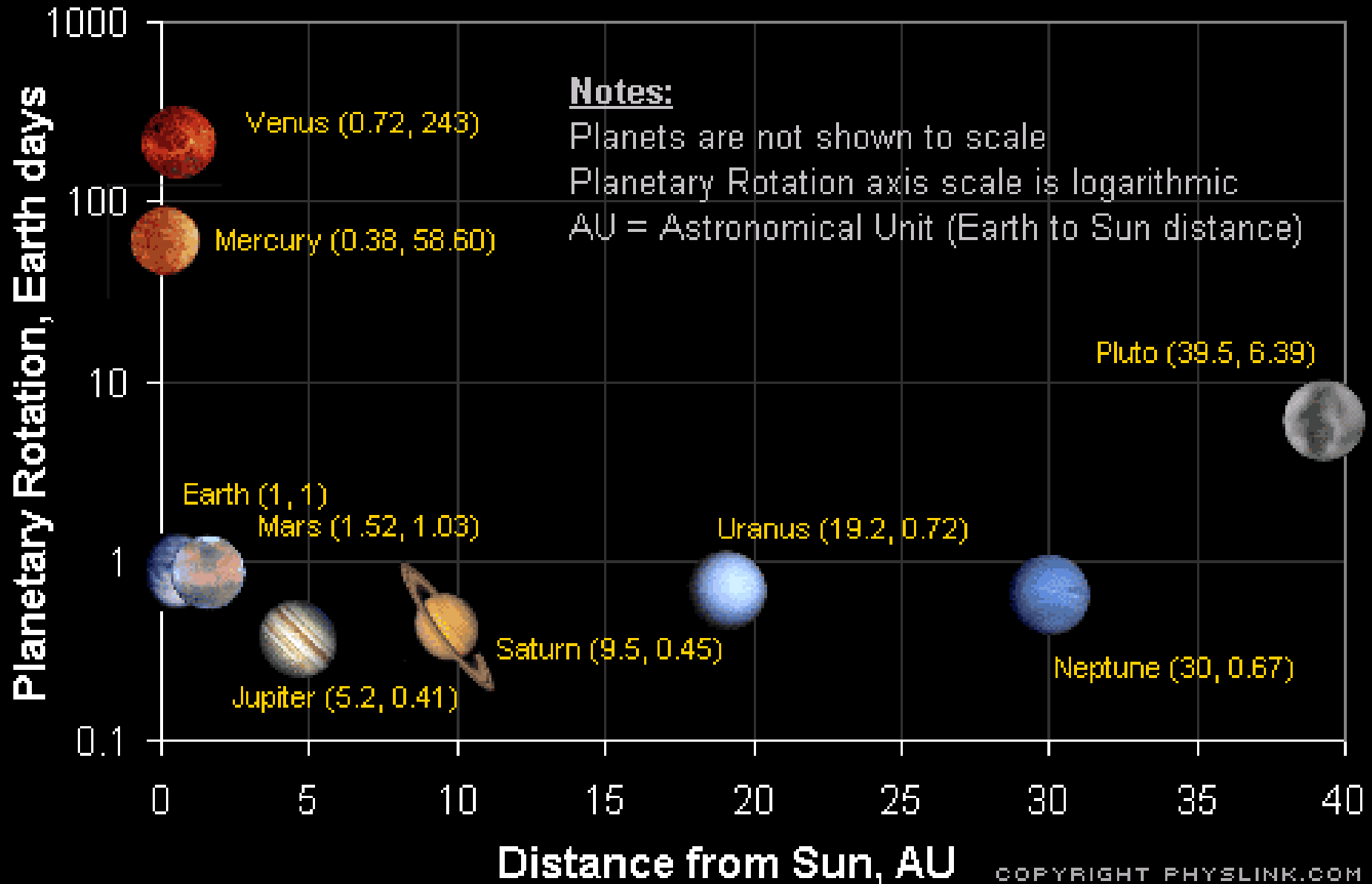
Jupiter



doba rotace: 9h 50m
doba oběhu: 11,86 let
rovníkový průměr: 142 200 km
teplota svrchních vrstev: - 150° C
atmosféra: vodík, hélium
magnetické pole: 10x silnější než zemské



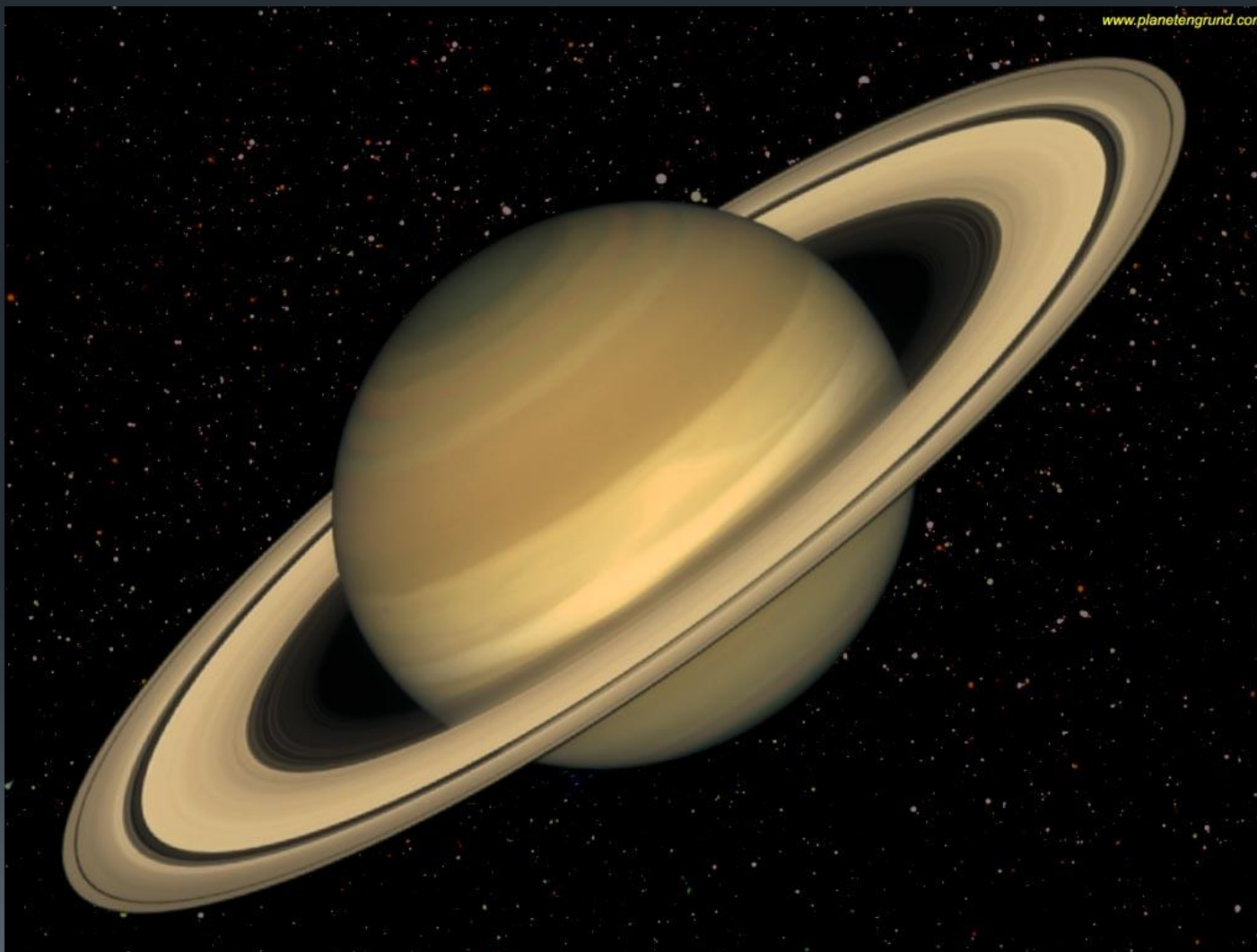
Planetary Rotation Periods vs Distance from the Sun

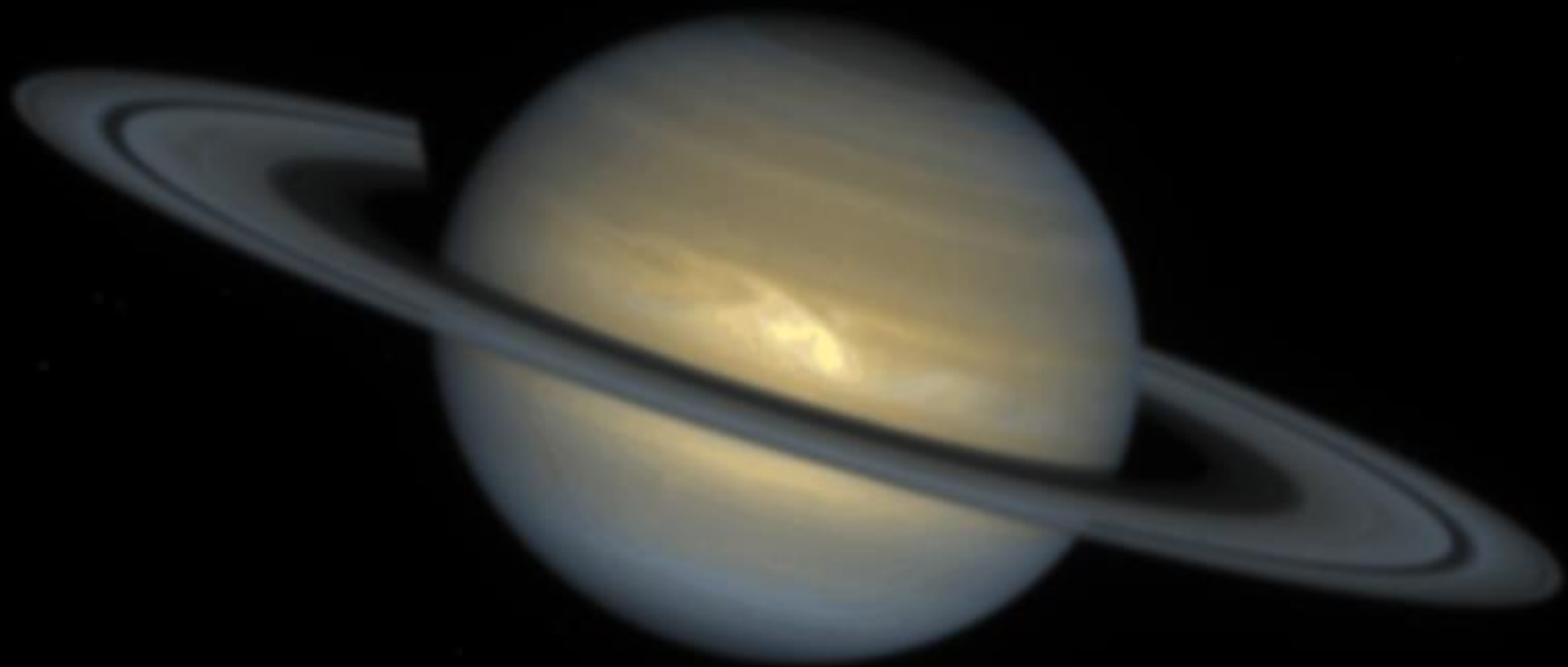


rekapitulace

- Jupiter je největší a nehmotnější planetou ve sluneční soustavě. Velmi rychle rotuje, otočí se kolem své osy jednou za pouhých 10 hodin! Při této rychlosti se planeta na rovníku vydouvá a dochází k rychlé rotaci svrchní atmosféry, kde se oblaka roztahují do pestře barevných pásů. Největším vírem je „velká červená skvrna“, která má průměr tří zeměkoulí. Tento obrovský vír pozorují hvězdáři už od poloviny 17. století. V hloubce kolem 1000 km zřejmě existuje oceán tekutého vodíku a pod hranicí 17 000 km je vodík tlakem „drcen“ tak, že se chová jako kov. Elektrické proudy tekoucí kovovým vodíkem vytvářejí kolem Jupitera silné magnetické pole. V nitru Jupitera je zřejmě malé železné jádro.
- Průměrná vzdálenost od Slunce: 5,20 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): 10 hodin
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 12 pozemských let
- Průměr: rovníkový 142 984, přes póly 133 708
- Hmotnost: 318 hmotností Země
- Gravitace: 250% pozemské gravitace, při hmotnosti 80 kg byste na Jupiteru vážili 200 kg
- Povrchová teplota: -153 °C
- Atmosféra: vodík, helium, metan
- Charakteristika povrchu: hustota látky roste plynule směrem ke středu planety, neexistuje zde rozdělení na atmosféru a pevné těleso, není možné mluvit o „povrchu planety“
- Přirozené satelity (měsíce): 63
- Prstence: 2

Saturn



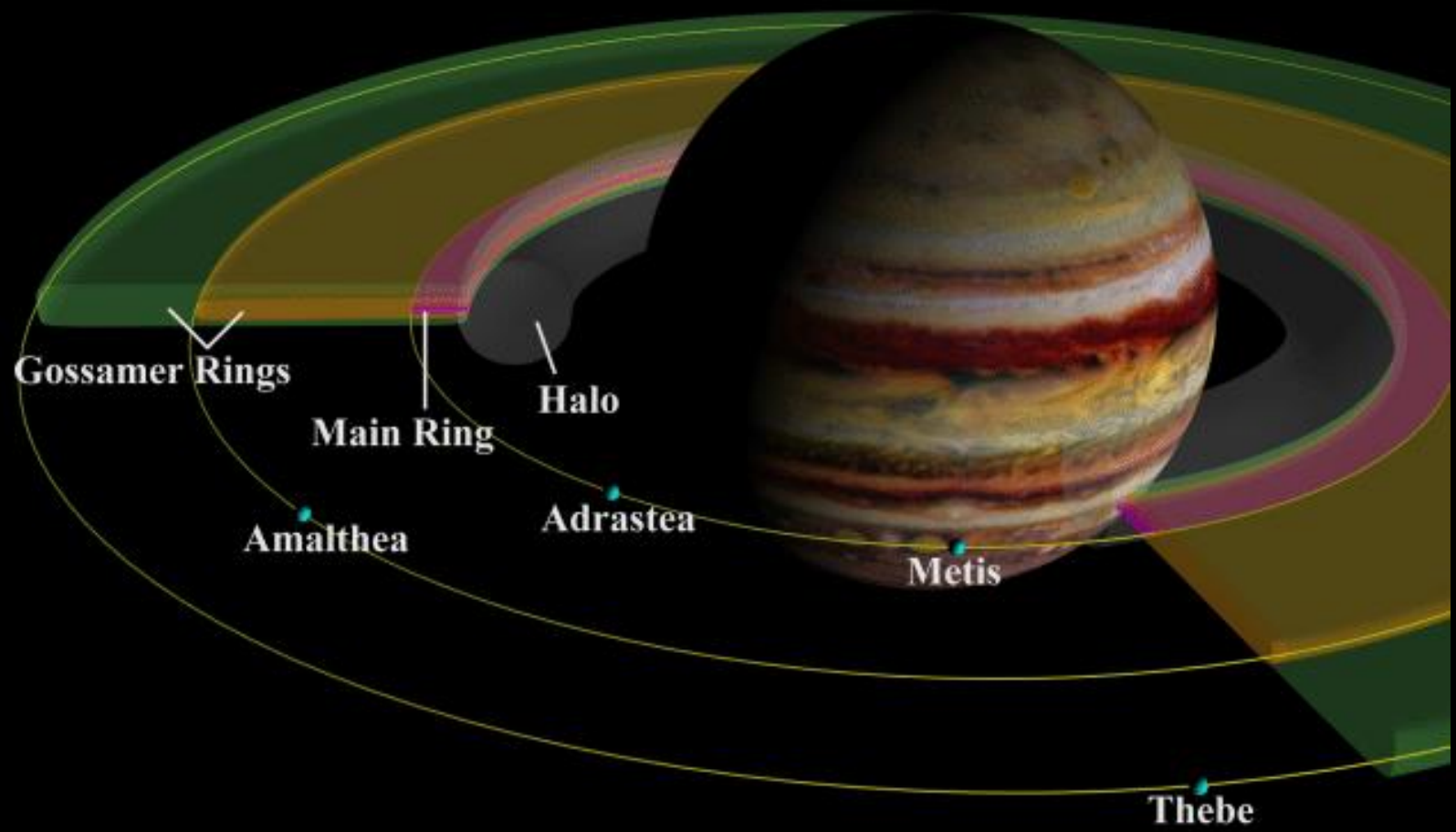


doba oběhu : 29,46 let, rotace: 10h 39m

rovníkový průměr: 120 000 km

teplota svrchních vrstev: - 180° C

atmosféra: vodík, hélium

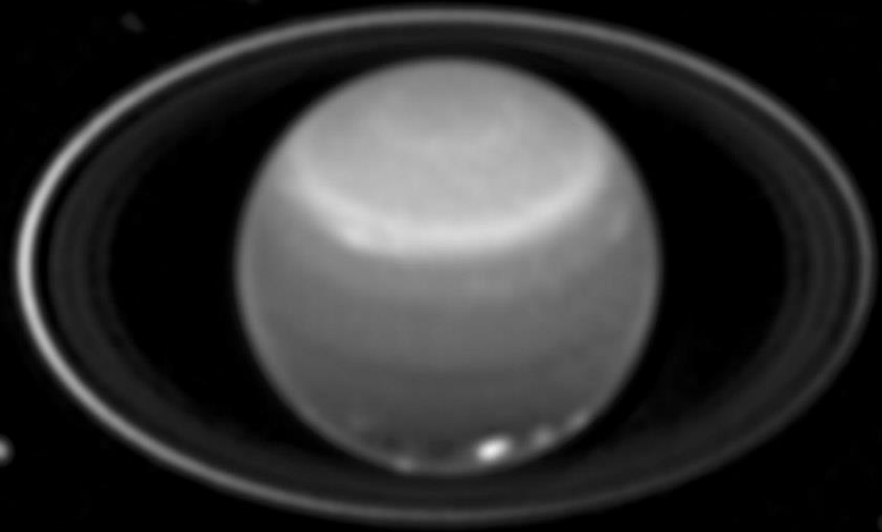


rekapitulace

- Saturn je podobný Jupiteru. V jeho atmosféře můžeme rovněž sledovat tmavé a světlé pásy a dokonce i oválné skvrny. Jeho hustota je menší než je hustota vody. Ani tato planeta nemá pod atmosférou žádný kamenitý povrch. Nitro Saturna bude velmi podobné Jupiteru.
- Nejnápadnější ozdobou Saturna jsou jeho prstence. Tisíce drobných prstýnků tvořených kousky hornin pokrytých ledem. Většina částic prstence má průměr kolem jednoho metru. Každý úlomek, každé zrníčko prstence spořádaně krouží kolem své mateřské planety. Prstence mají průměr 400 000 km, ale jejich tloušťka nepřesahuje desítky metrů!
- Průměrná vzdálenost od Slunce: 9,58 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): 11 hodin
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 29 pozemských let
- Průměr: rovníkový 120 536 km, přes póly 108 728 km
- Hmotnost: 95 hmotností Země
- Gravitace: 110% pozemské gravitace, při hmotnosti 80 kg byste na Saturnu vážili 88 kg
- Povrchová teplota: -185 °C
- Atmosféra: vodík, helium, metan
- Charakteristika povrchu: je to plynná planeta typu Jupitera, není možné hovořit o „povrchu“
- Přirozené satelity (měsíce): 60
- Prstence: 7 hlavních

Uran



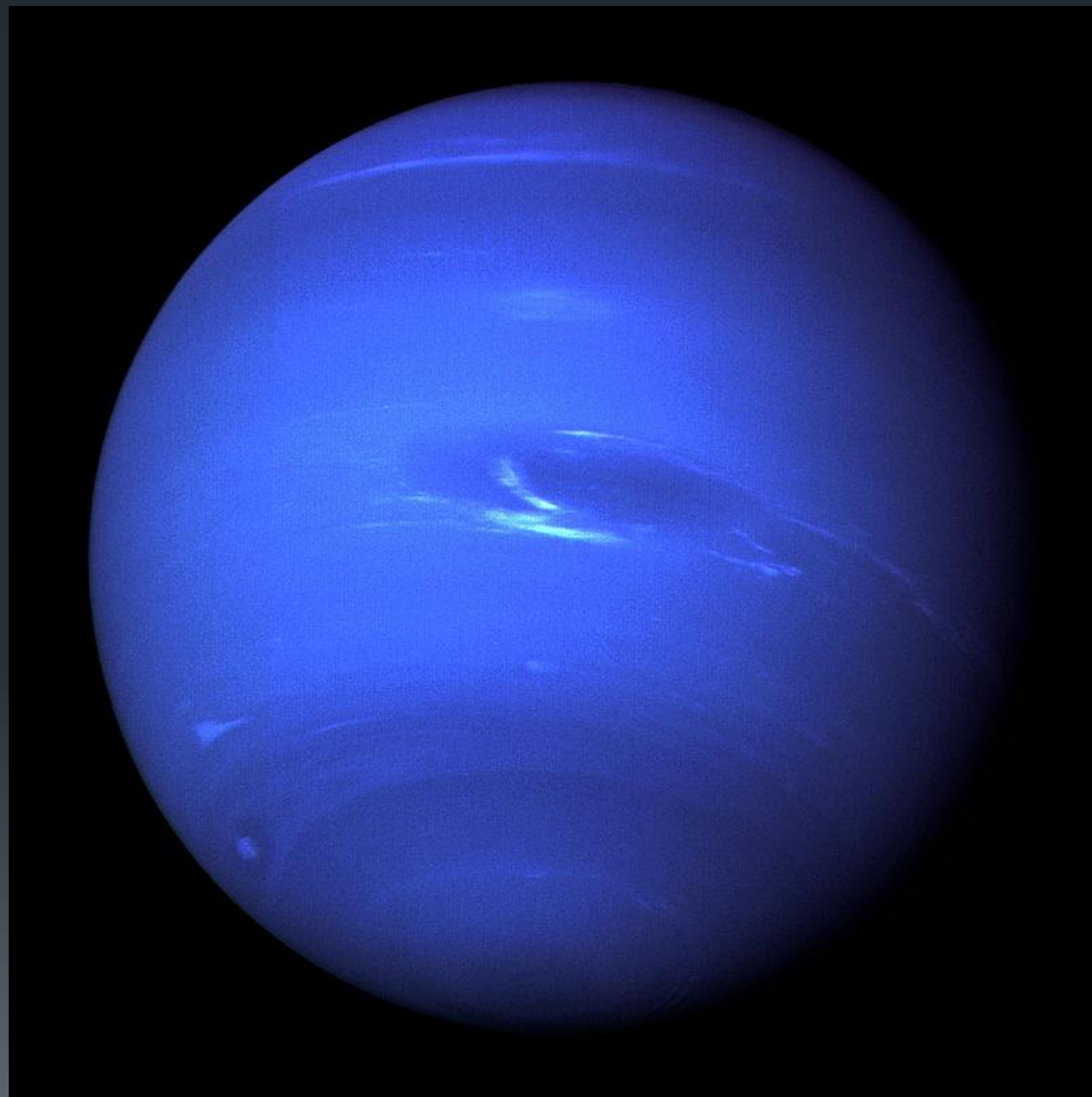


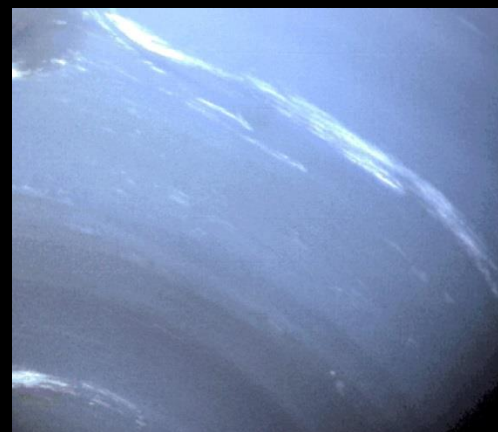
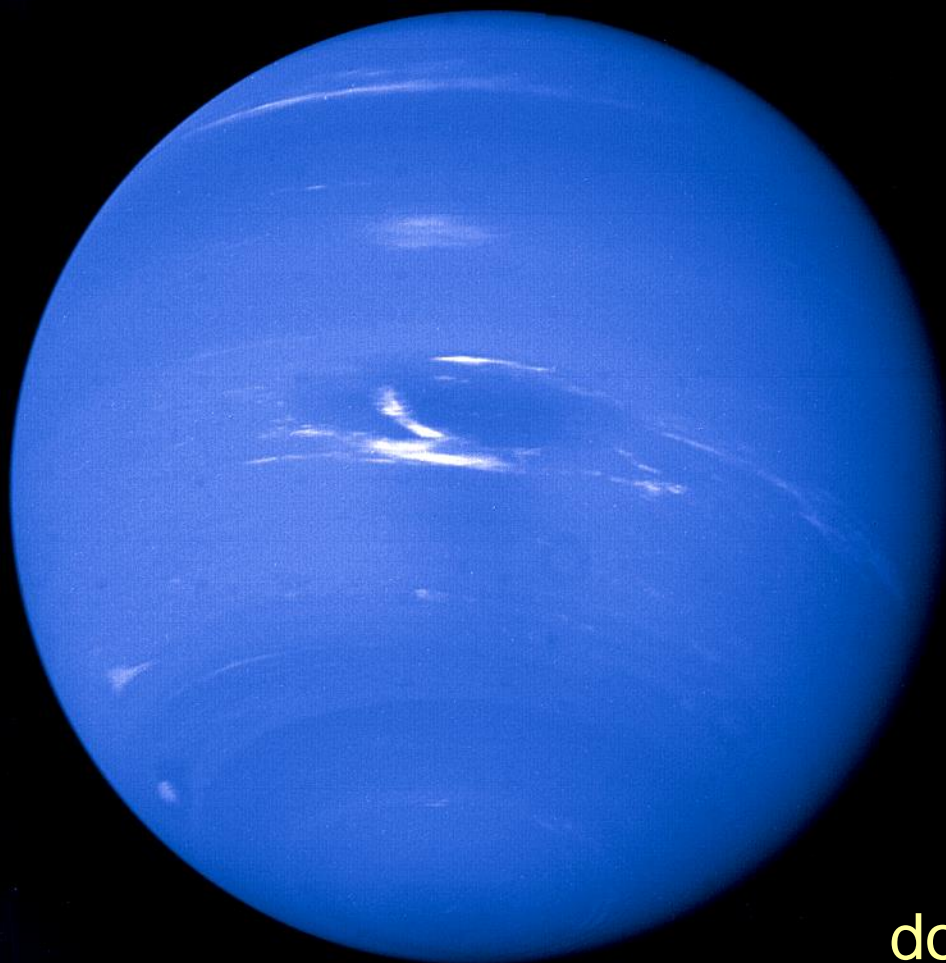
doba rotace: 17,3 h
doba oběhu: 84,01 let
rovníkový průměr: 50 800 km
teplota svrchních vrstev: - 215° C
atmosféra: vodík, hélium, metan

rekapitulace

- Uran je také složen z vodíku a hélia, ale přibližně jednu sedminu atmosféry tvoří metan. Ten je příčinou namodralého zbarvení. Teplota na téhle planetě je velmi nízká. Slunce je totiž tak daleko, že odtud vypadá jen jako jasná hvězda. Pod obalem atmosféry existují mraky. Z mraků pravděpodobně prší déšť tekutého metanu a čpavku. Pod nimi se nachází jakýsi „povrch“ tvořený vrstvou zmrzlé vody, čpavku a metanu. V nitru planety je ukryto pevné jádro obsahující mnoho železa. Uran obklopují tenké prstence složené z úlomků a prachu. Jsou velmi tmavé, doslova černé jako saze.
- Průměrná vzdálenost od Slunce: 19,21 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): 17 hodin
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 84 pozemských let
- Průměr: 50 724 km
- Hmotnost: 14,5 hmotnosti Země
- Gravitace: 90% pozemské hodnoty, při hmotnosti 80 kg byste na Uranu vážili 72 kg
- Povrchová teplota: - 214 °C
- Atmosféra: vodík, helium, metan
- Charakteristika povrchu: kamenné jádro planety je pravděpodobně obklopeno „kašovitou“ směsí metanu, amoniaku a vody
- Přirozené satelity (měsíce): 27
- Prstence: 11

Neptun





doba rotace: 16 h

doba oběhu: 164,8 let

rovníkový průměr: 49 500 km

teplota svrchních vrstev: - 125° C

atmosféra: vodík, hélium, metan

rekapitulace

- Neptun se podobá Uranu stejně jako si je podobný Jupiter se Saturnem. Má modrou barvu a podobně jako Uran za to vděčí metanu. Jeho atmosféra je však mnohem zajímavější. Rovník planety je lemován pásmem kupovitých oblaků. Podobně jako na Jupiteru i tady nalezneme velký oblačný vír. „Velká tmavá skvrna“ je rozměry srovnatelná s planetou Mars. Nad ní se neustále vznášejí bílá oblaka z krystalků metanu, která se podobají pozemským oblačným řasám.
- Průměrná vzdálenost od Slunce: 30,06 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): 16 pozemských dní
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 164 pozemských let
- Průměr: 49 526 km
- Hmotnost: 17,1 hmotnosti Země
- Gravitace: 110% pozemské hodnoty, pokud vážíte 80 kg, na Neptunu byste měli 88 kg
- Povrchová teplota: -225 °C
- Atmosféra: vodík, helium, metan
- Charakteristika povrchu: předpokládá se obdobná struktura jako u Urana
- Přirozené satelity (měsíce): 13
- Prstence: 4

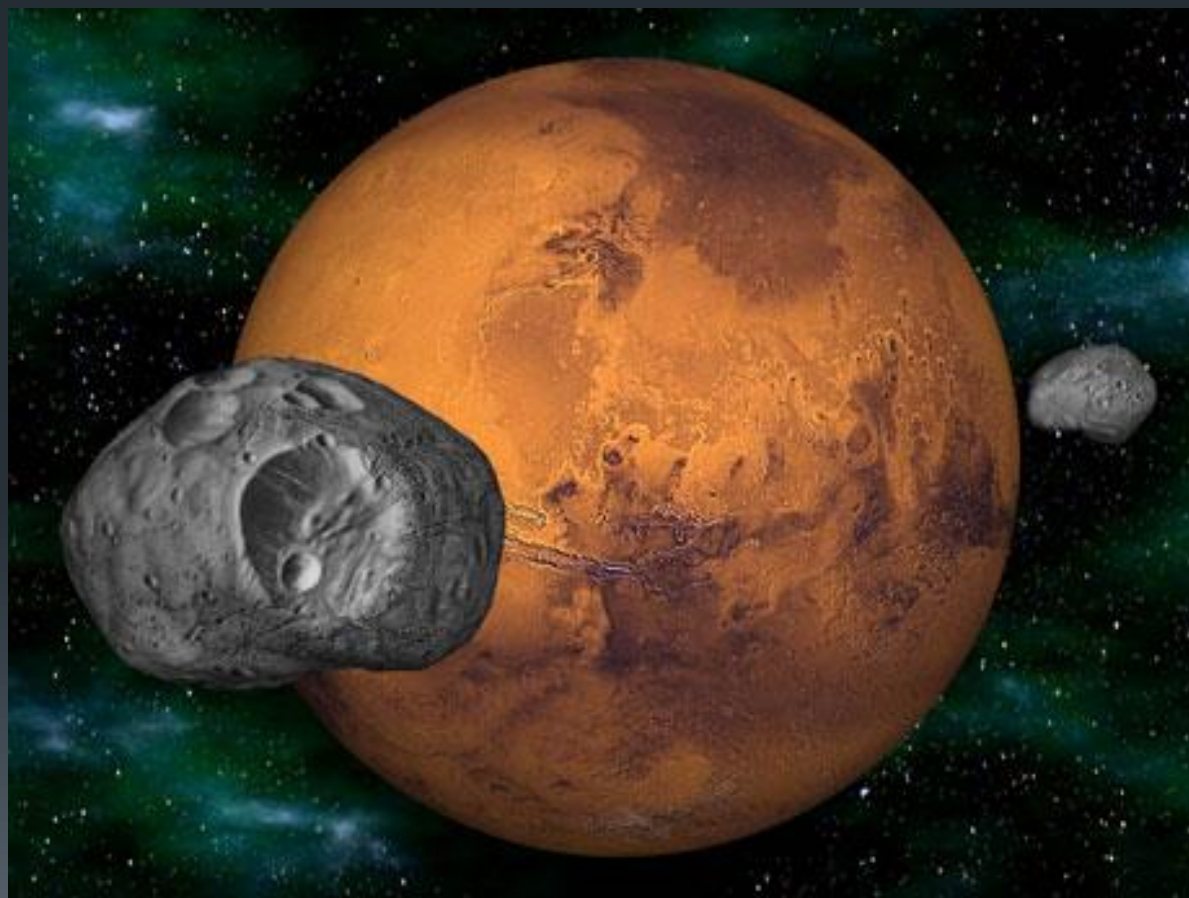
planeta Devět ?

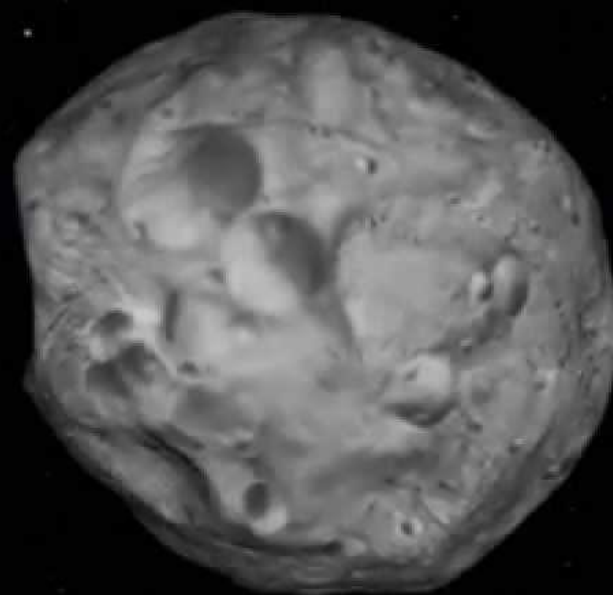
přírozené satelity planet

Měsíc

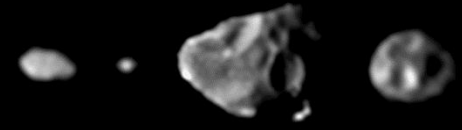


Phobos a Deimos

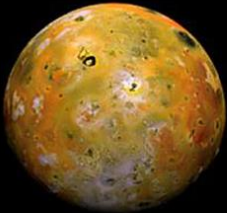


Deimos**Fobos**

měsíce Jupiteru



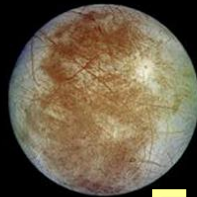
Io



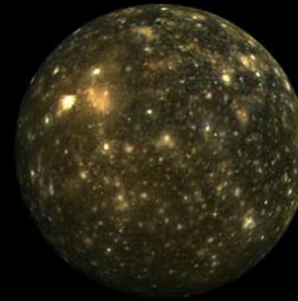
Ganymed



Europa



Kallisto



vzdálenost od planety

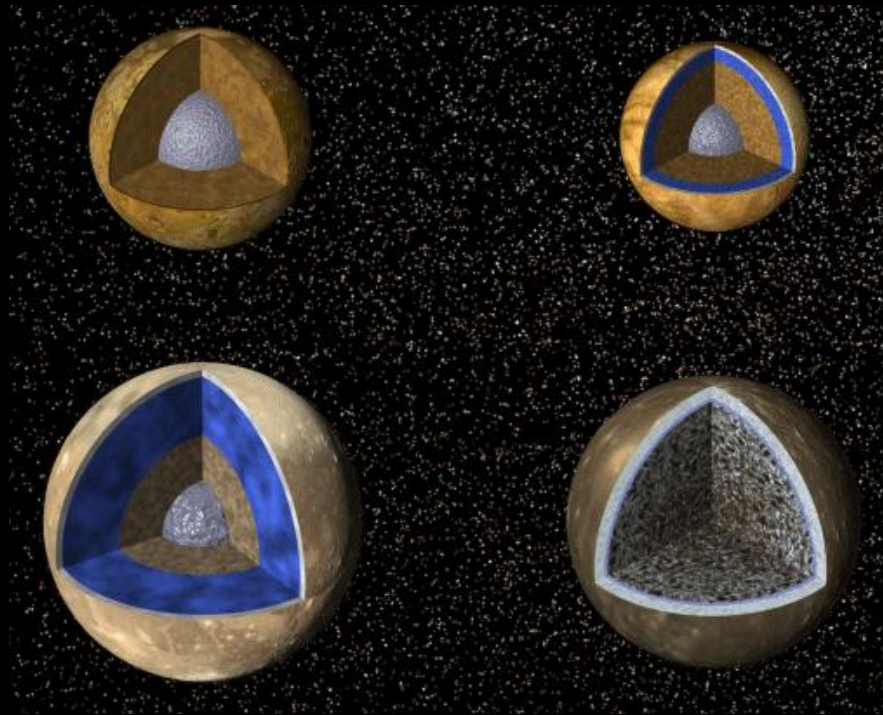
oběžná doba

průměr

Io	421 600 km
Europa	670 900 km
Ganymed	1 070 000 km
Kallisto	1 883 000 km

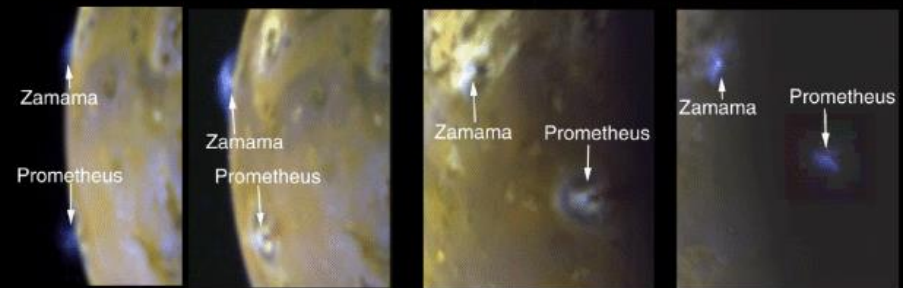
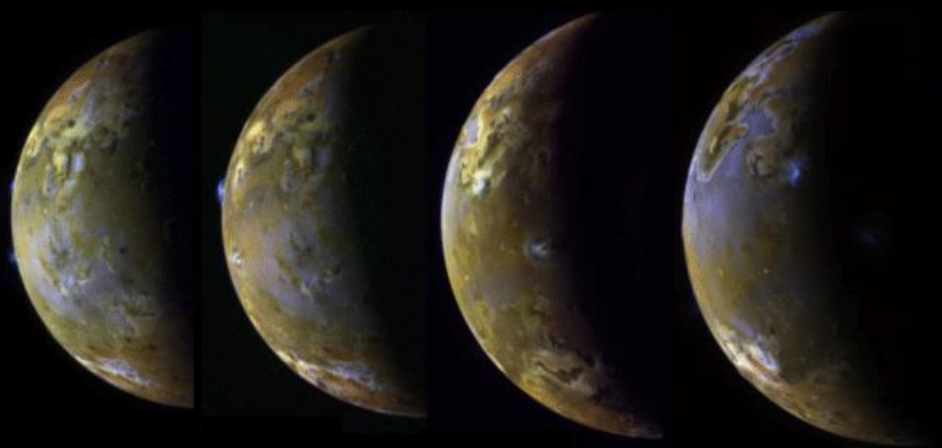
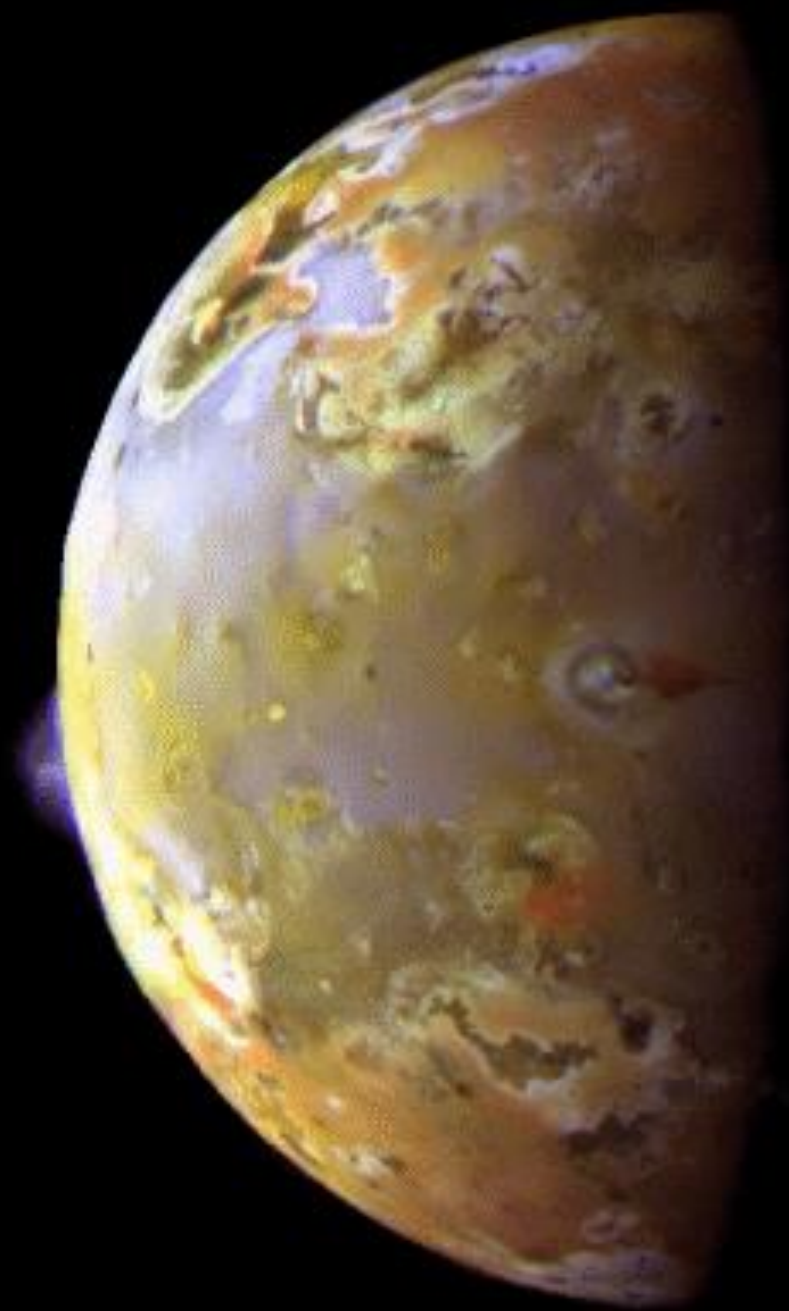
1,8 dne
3,6 dne
7,2 dne
16,7 dne

3036 km
3138 km
5262 km
4800 km

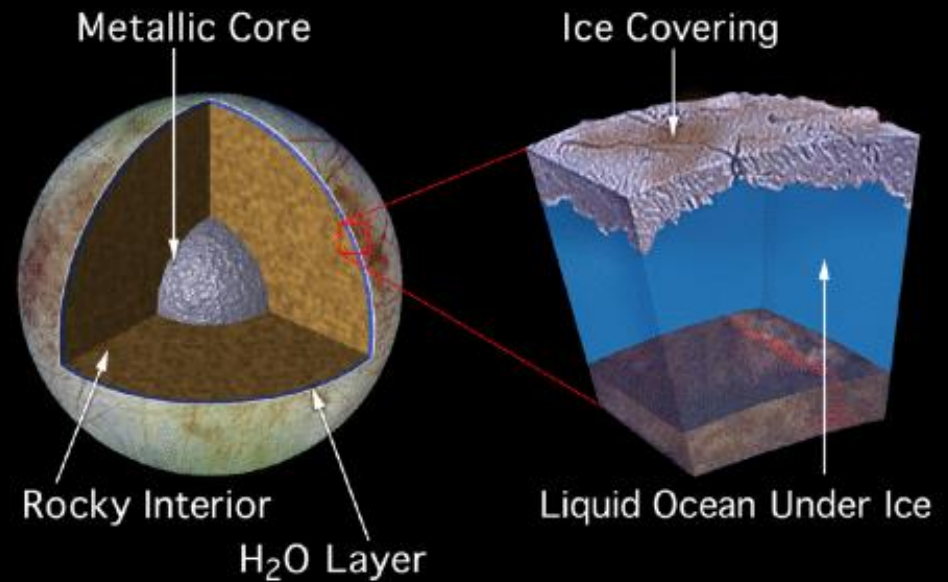
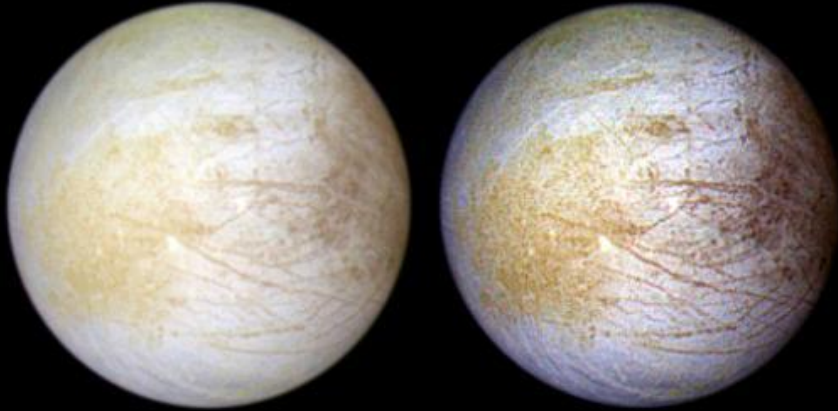




Io



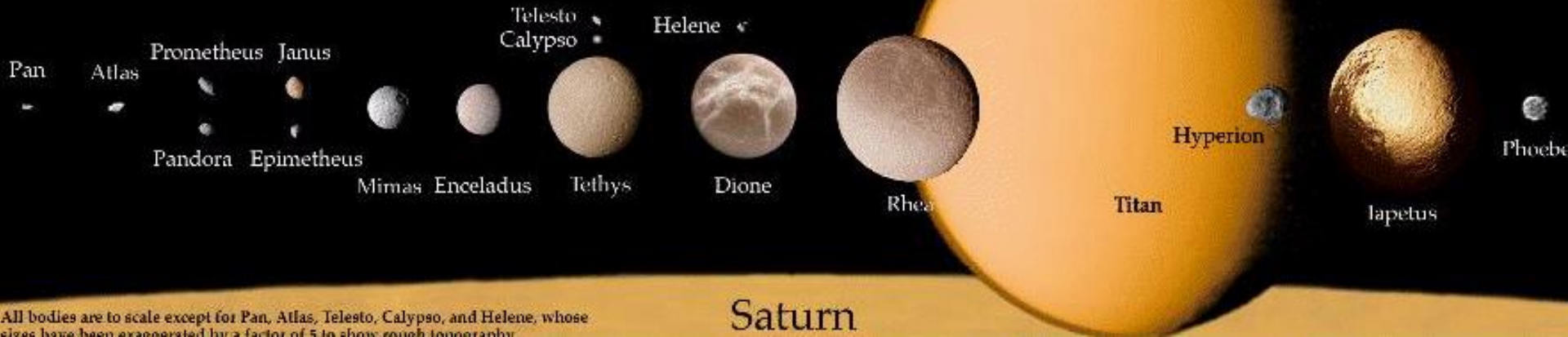
Europa





měsíce Saturnu

Saturn's Satellites



All bodies are to scale except for Pan, Atlas, Telesto, Calypso, and Helene, whose sizes have been exaggerated by a factor of 5 to show rough topography.

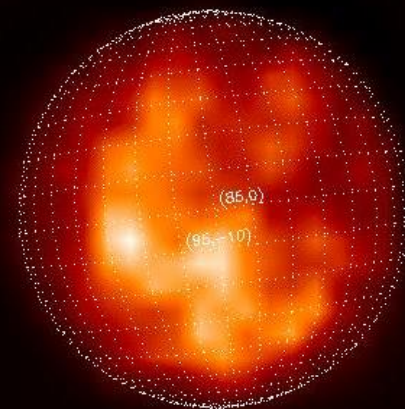
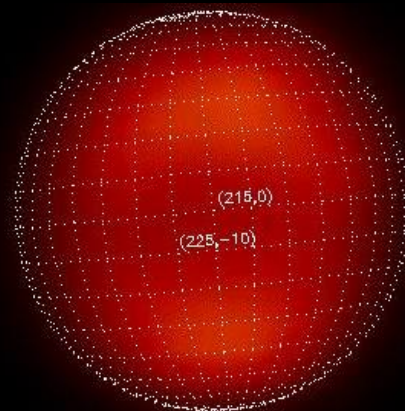


Titan

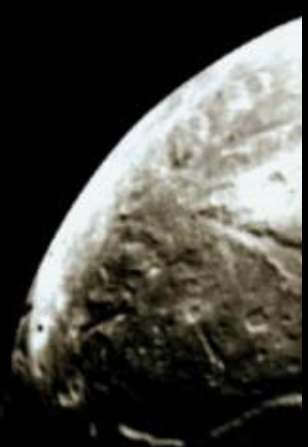
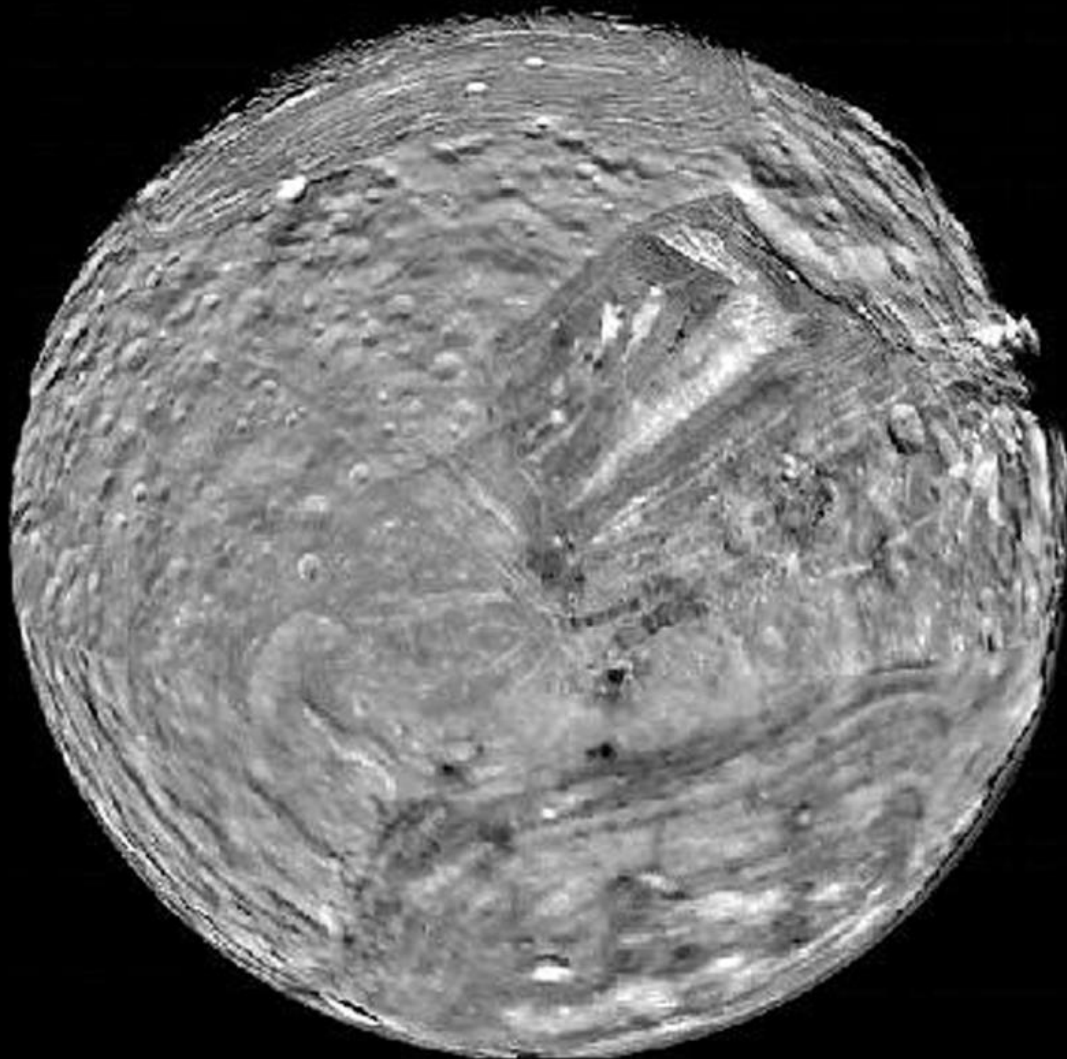
- ve spektru metan a uhlovodíky (Gerard Kuiper)

Voyagery, Huychens, Cassini

- hlavní složkou atmosféry je N
- povrchový tlak 1,5 x větší než na Zemi
- teplota – 180 °C
- v atmosféře není voda
- ve vyšších vrstvách atmosféry: C, H, O, N
- povrch: oceán z uhlovodíků?

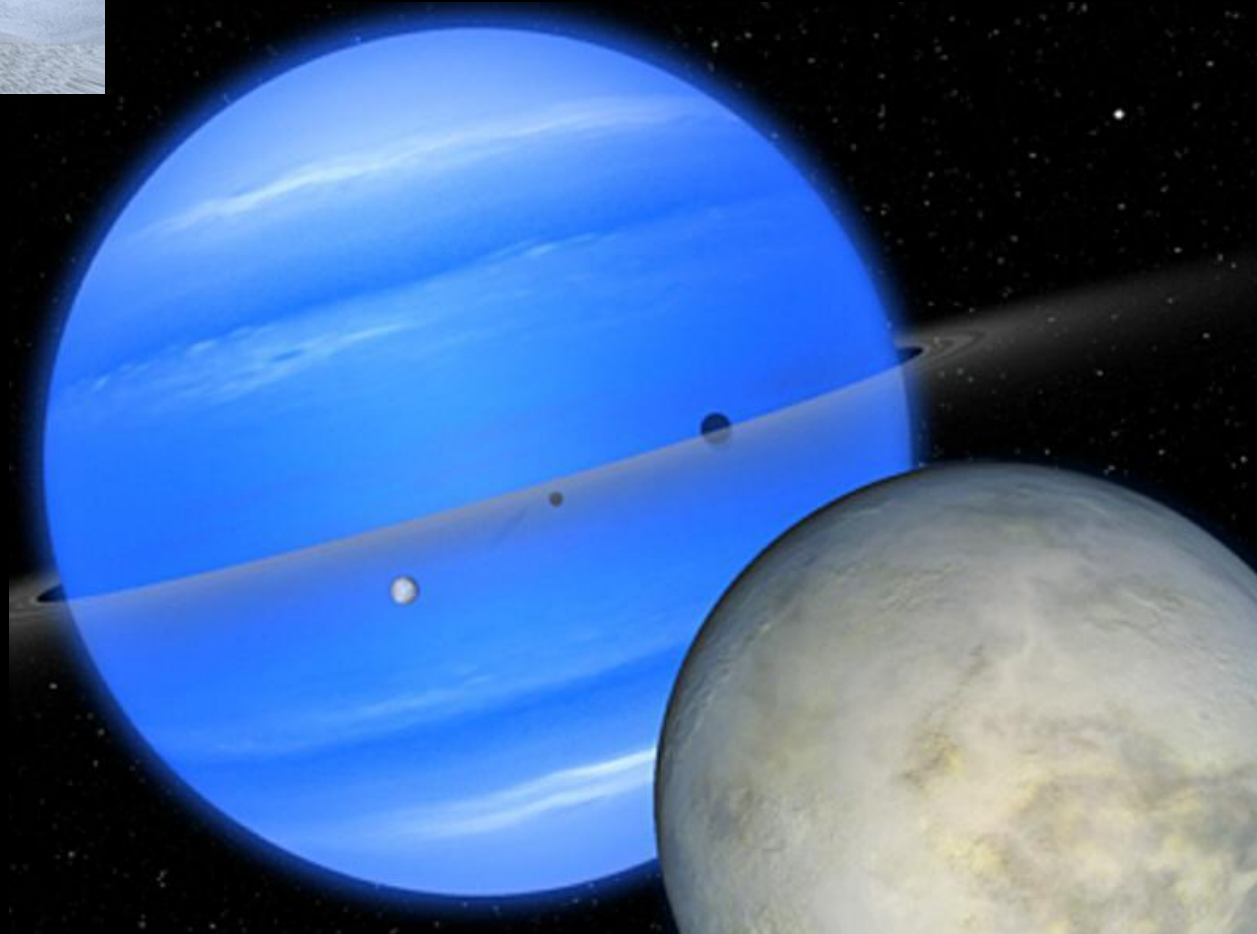


měsíce Uranu

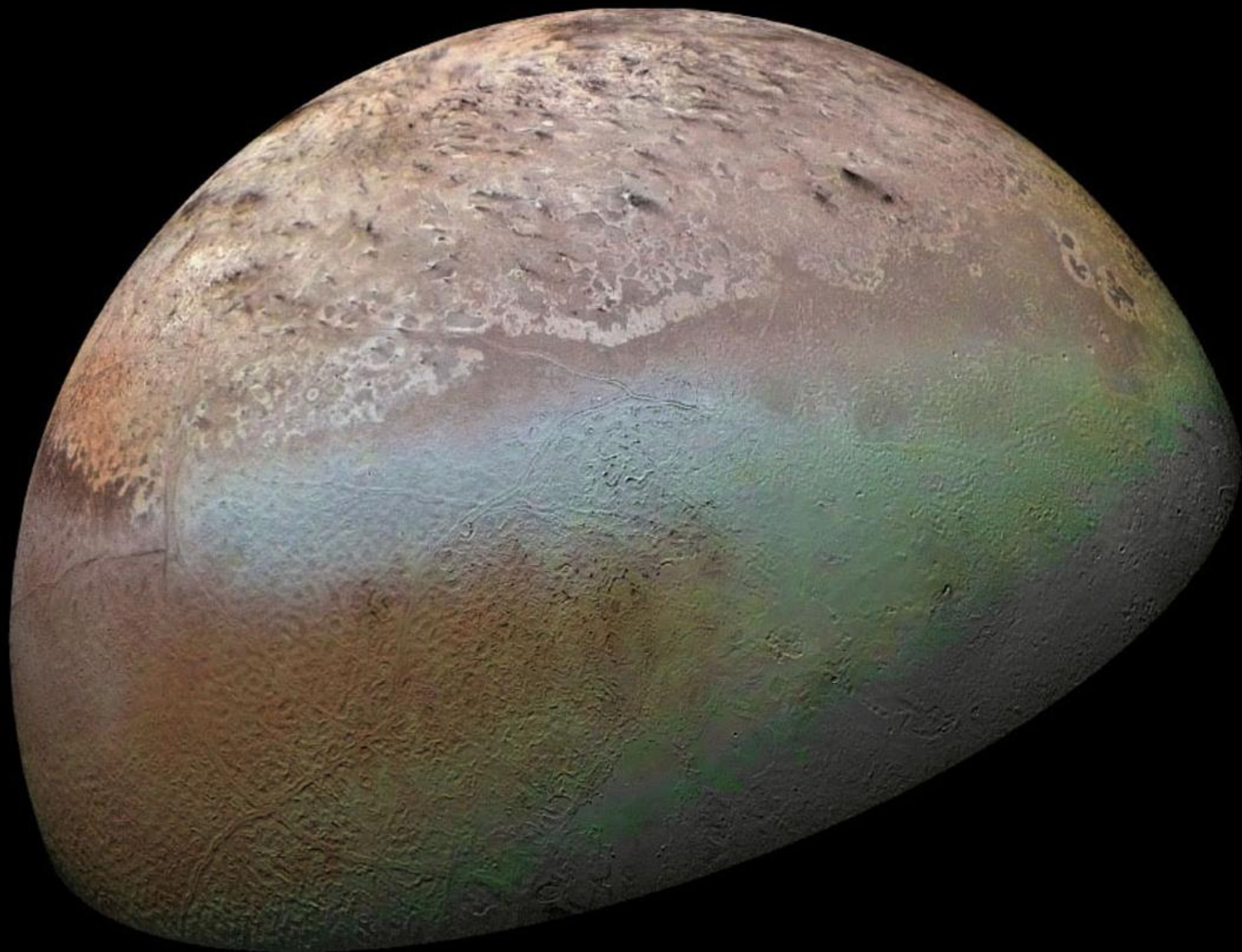


Miranda

měsíce Neptunu



Triton



aktuální informace o počtech a jménech přirozených satelitů planet

- https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_natural_satellites

trpasličí planety

trpasličí planety

Eris

- Eris je trpasličí planeta, patří do rodiny transneptunických těles, pocházejících z Kuiperova pásu. Je doprovázena malým měsícem Dysnomia.
- Průměrná vzdálenost od Slunce: 67,7 au
- (přísluní 37,8 au, odsluní 97,6 au)
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 557 pozemských let
- Odhadovaný průměr: 2400 km
- Hmotnost: 1,27x hmotnost Pluta

Ceres

- Je prvním objeveným objektem, který obíhá mezi Marsem a Jupiterem, tedy v oblasti hlavního pásu planetek.
- Průměrná vzdálenost od Slunce: 2,76 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): 9 hodin
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): 4,6 pozemského roku
- Odhadovaný průměr: 952 km
- Hmotnost: asi 6300x menší než hmotnost Země

trpasličí planety

Pluto

- Průměrná vzdálenost od Slunce: 39,24 au
- Délka dne (jedna otočka kolem osy): asi 6 pozemských dní
- Délka roku (jeden oběh kolem Slunce): přibližně 248 pozemských let
- Průměr: 2274 km
- Hmotnost: asi čtyřikrát menší než je hmotnost Země
- Gravitace: jen 7% pozemské hodnoty, při hmotnosti 80kg budete na Plutu vážit necelých 6 kg
- Povrchová teplota: -228 °C
- Atmosféra: řídká, obsahuje patrně dusík a metan
- Charakteristika povrchu: zřejmě ledová usazenina tvořená dusíkem s příměsemi metanu
- Přirozené satelity (měsíce): 3
- Prstence: nemá
- Počet těles zařazených mezi „trpasličí planety“ se bude rozrůstat díky přesnějším pozorováním již známých těles, ale také budou objevována tělesa nová. Jejich aktuální seznam si můžete doplnit sami
- aktuální seznam

Largest known trans-Neptunian objects (TNOs)

Dysnomia



Eris



Pluto

Charon



2005 FY₉



2003 EL₆₁



Sedna



Orcus



Quaoar



Varuna



konec ...