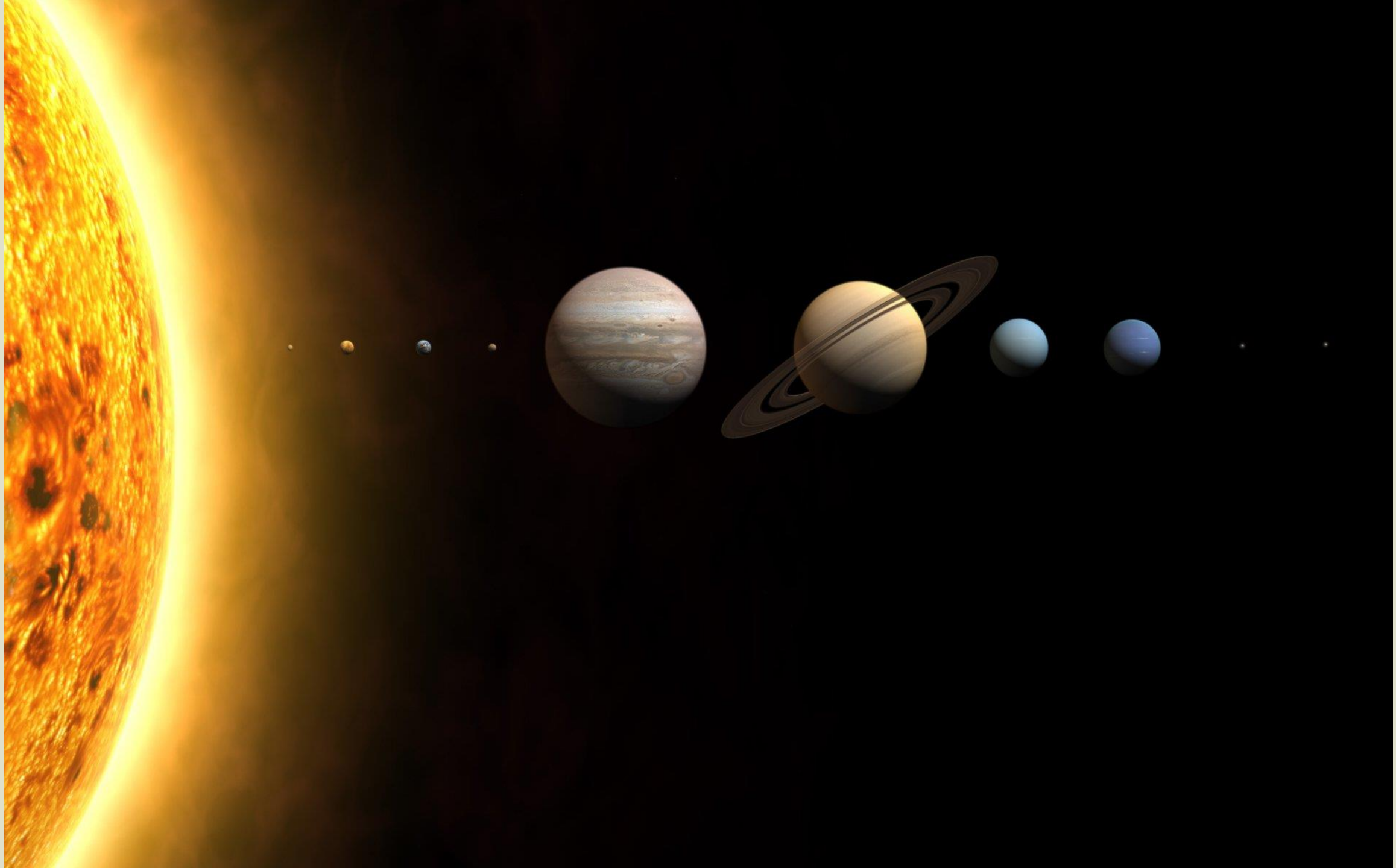
Saulės planetų šeima

Dr. Renata Minkevičiūtė

Vilniaus universitetas, Teorinės fizikos ir astronimijos institutas



Saulės sistemos formavimasis

Vyrauja kolapsuojančio dujų debesies teorija.

I fazė (prieš 5 mlrd.m.): dujų debesis pradeda trauktis dėl savo paties gravitacijos. Kai jis traukiasi, jis sukasi greičiau ir plokštėja.

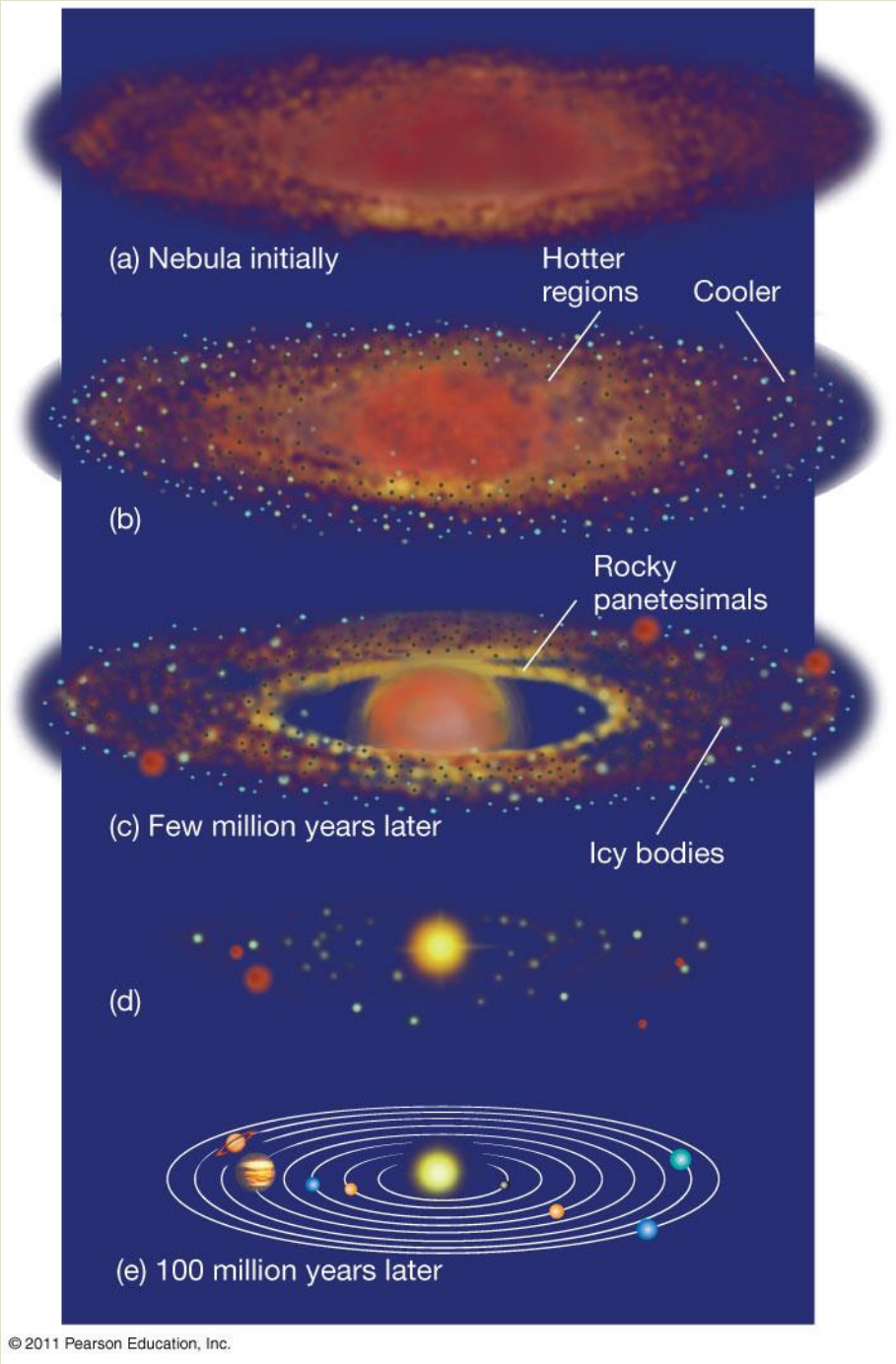
II fazė (truko 100 mln.m.): centrinėje debesies dalyje susiformuoja Saulė – prasideda branduolinės reakcijos.

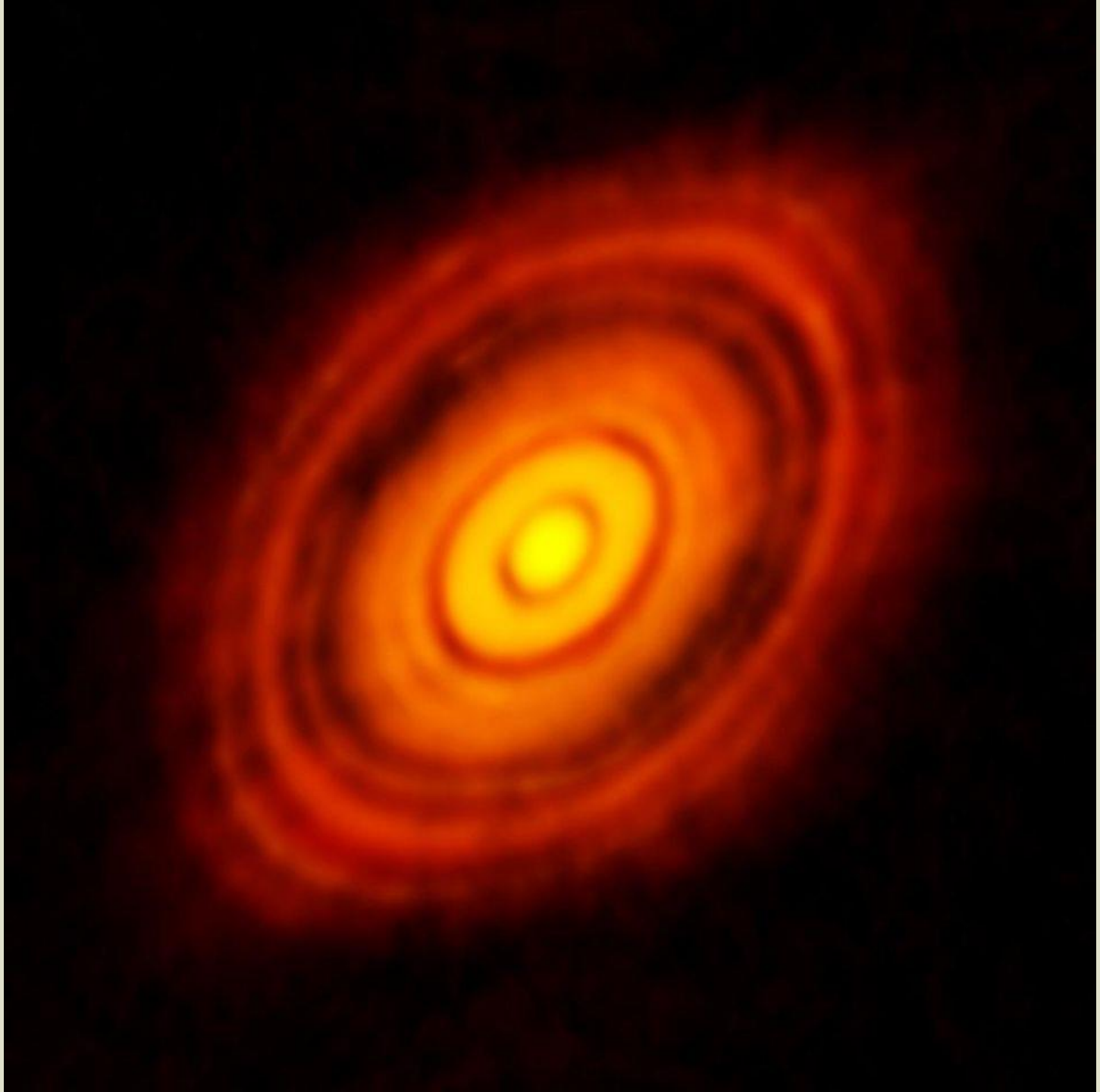
III fazė: dulkių dalelės ir ledo kristalai kondensuojasi. Dalelės susidurdamos auga ir suformuoja planetezimales (Mėnulio dydžio objektus).

Saulės sistemos formavimasis

IV fazė: planetos auga, bombarduojamos planetezimalių. Galiausiai planetezimalių nelieka. Išorinės masyvios planetos užgrobia likusias debesies dujas.

V fazė (4,5 mlrd.m. iki dabar): susiformuoja planetos. Vis dar lieka smulkių objektų aplink (asteroidai ir kometos), kurios atsitiktinai atsitrenkia į planetas.





Proplanetinis diskas aplink jauną HL Tauri žvaigždę, fotografuotas ALMA. Tamsios disko juostos rodo naujų planetų buvimą. Šiai sistemai jau yra šimtai milijonų metų. ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

Planetos

Žodis “planeta” kilo iš graikų k., reiškia “keliaujanti žvaigždė”.

Tai kosminiai kūnai, kurie sukasi aplink Saulę epilpsinėmis orbitomis.

Anksčiau buvo manoma, kad yra 9 planetos, bet vėliau Plutonas buvo išbrauktas iš planetų sąrašo.

Ką vadiname planeta?

- 2006 m. buvo susitarta, dėl trijų pagrindinių požymių, kokį kosminį kūną vadinsime planeta:

1. Turi suktis aplink Saulę
2. Turi būti pakankamai didelis, kad gravitacijos jėgų pagalba įgytų sferinę formą
3. Turi būti pakankamai didelis, kad savo gravitacijos jėgomis išvalytų savo orbitą nuo kitų panašaus dydžio objektų netoli orbitos

Vidinės planetos

Merkurijus, Venera, Žemė ir Marsas

- Arti Saulės
- Mažos masės, skersmens
- Kieto paviršiaus
- Didelio tankio
- Lėtai sukasi
- Silpnas magnetinis laukas
- Neturi žiedų
- Keli palydovai

Išorinės planetos

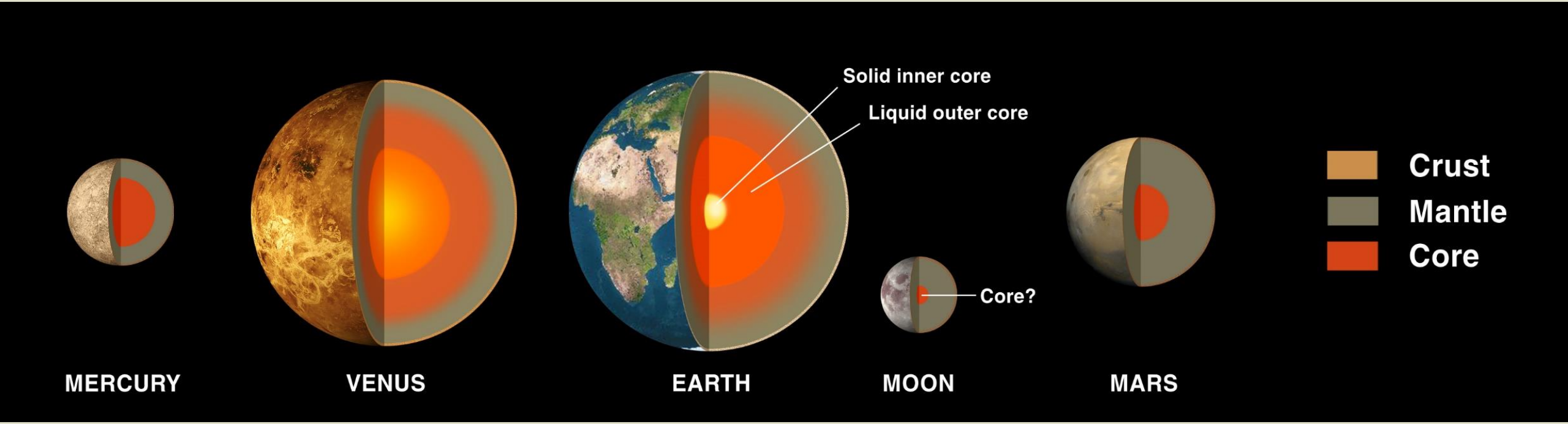
Jupiteris, Saturnas, Uranas ir Neptunas

- Toli nuo Saulės
- Didelės masės, skersmens
- Dujinis paviršius
- Mažas tankis
- Greitai sukasi
- Stiprūs magnetiniai laukai
- Turi žiedų sistemas
- Daug palydovų

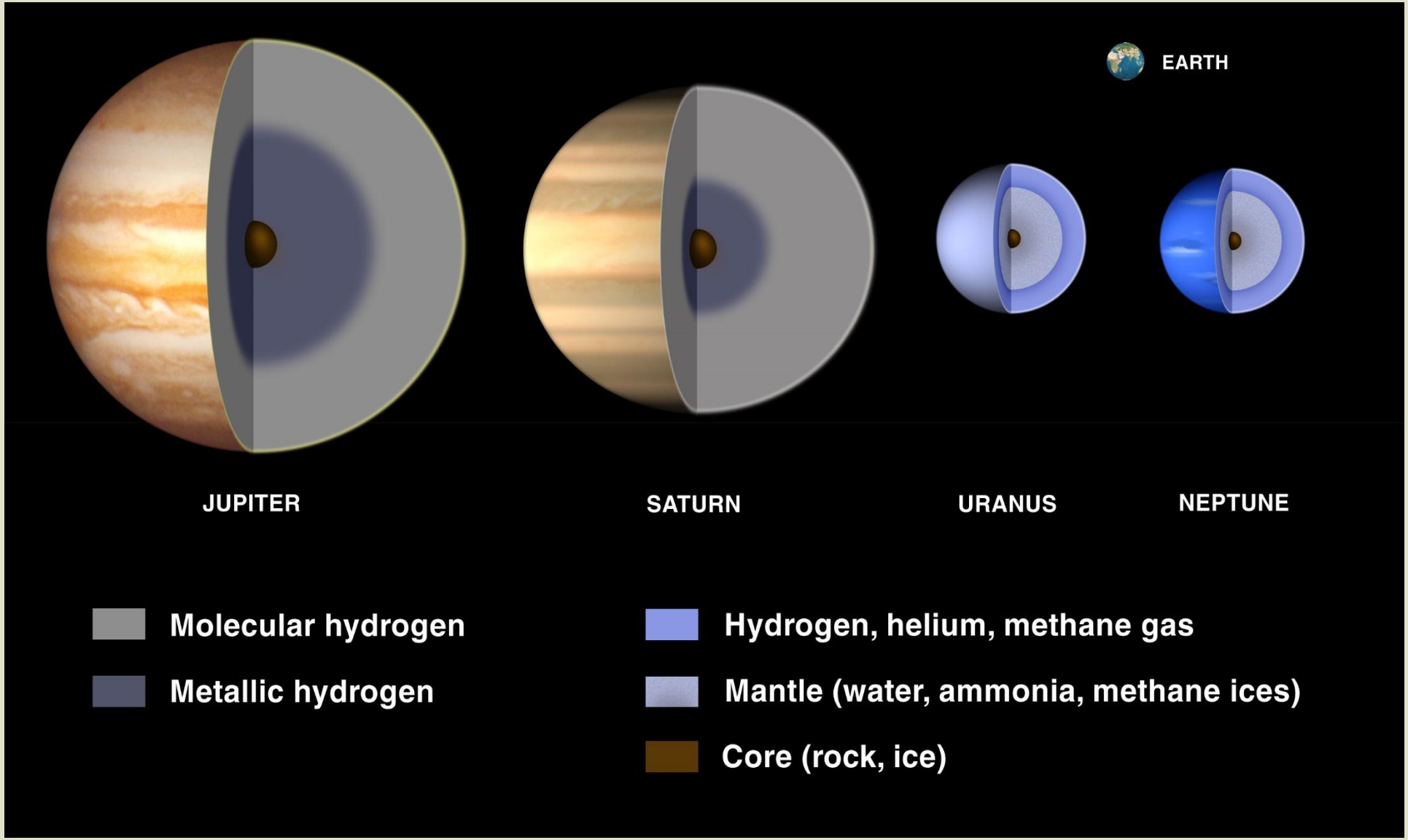
Planetų palyginimas

Planeta	Vidutinis atstumas nuo Saulės (AV)	Vidutinis spindulys ties ekvatoriumi (km)	Masė (Žemės masėmis)	Vidutinis tankis (g/cm³)	Orbitinis periodas	Sukimosi periodas	Ašies posvyris	Vidutinė paviršiaus temperatūra	Saulės šviesa keliauja iki planetos
Merkurijus	0,387	2440	0,055	5,43	87,9 d.	58,6 d.	0,0°	430° C (dieną) -170° C (naktį)	3,2 min.
Venera	0,723	6051	0,82	5,24	225 d.	243 d.	3,4°	470° C	6 min.
Žemė	1,00	6378	1,00	5,52	1,00 m.	23,93 val.	23,5°	15° C	8 min.
Marsas	1,52	3397	0,11	3,93	1,88 m.	24,6 val.	25,2°	-30° C	13 min.
Jupiteris	5,20	71 492	318	1,33	11,9 m.	9,93 val.	3,1°	-150° C	43 min.
Saturnas	9,54	60 268	95,2	0,70	29,4 m.	10,6 val.	26,7°	-180° C	80 min.
Uranas	19,2	25 559	14,5	1,32	83,8 m.	17,2 val.	97,9°	-210° C	2 val. 40 min.
Neptūnas	30,1	24 764	17,1	1,64	165 m.	16,1 val.	29,6°	-210° C	4 val.

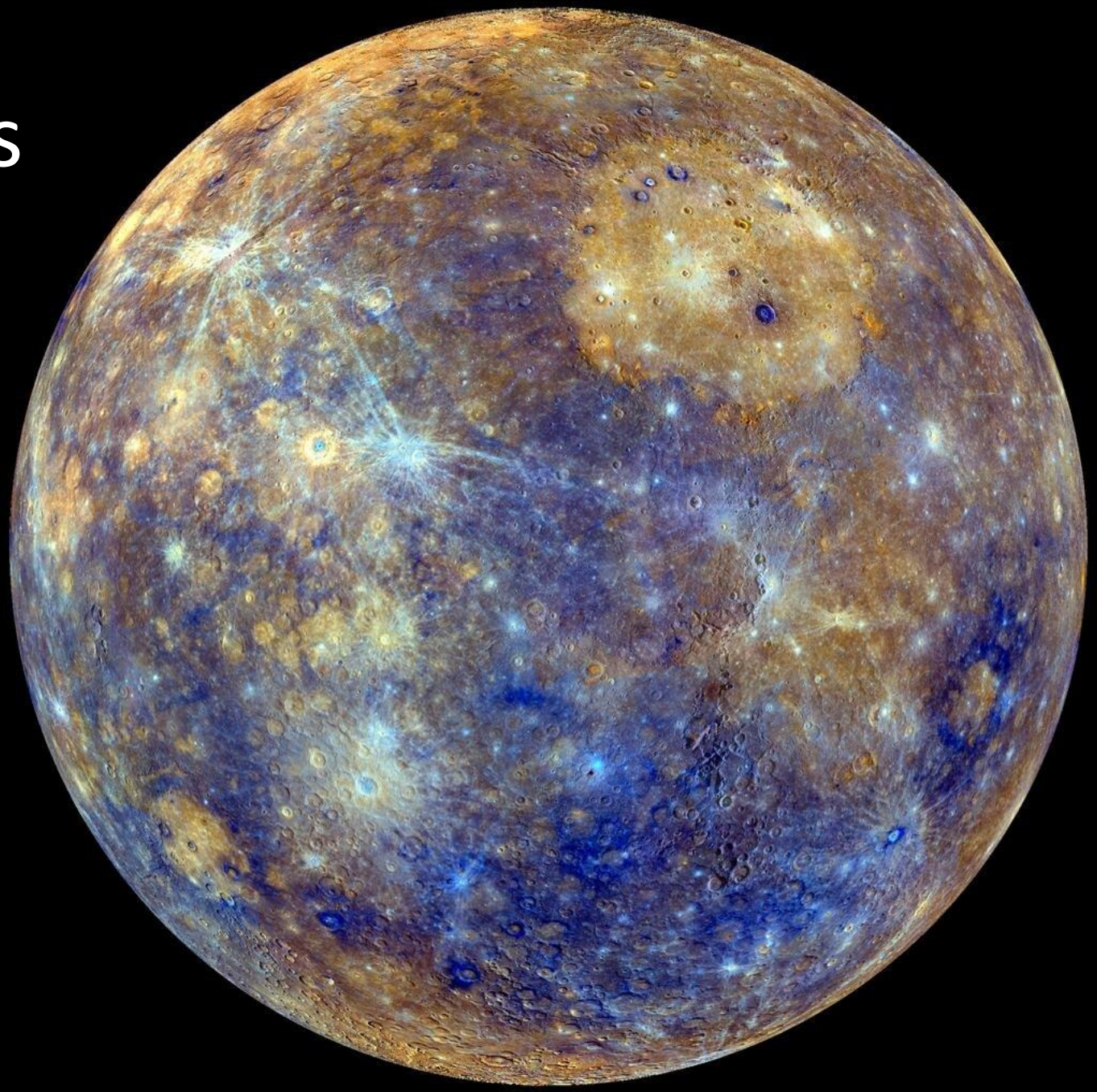
Planetų sudėtis atspindi skirtingą formavimosi aplinką



Planetų sudėtis atspindi skirtingą formavimosi aplinką

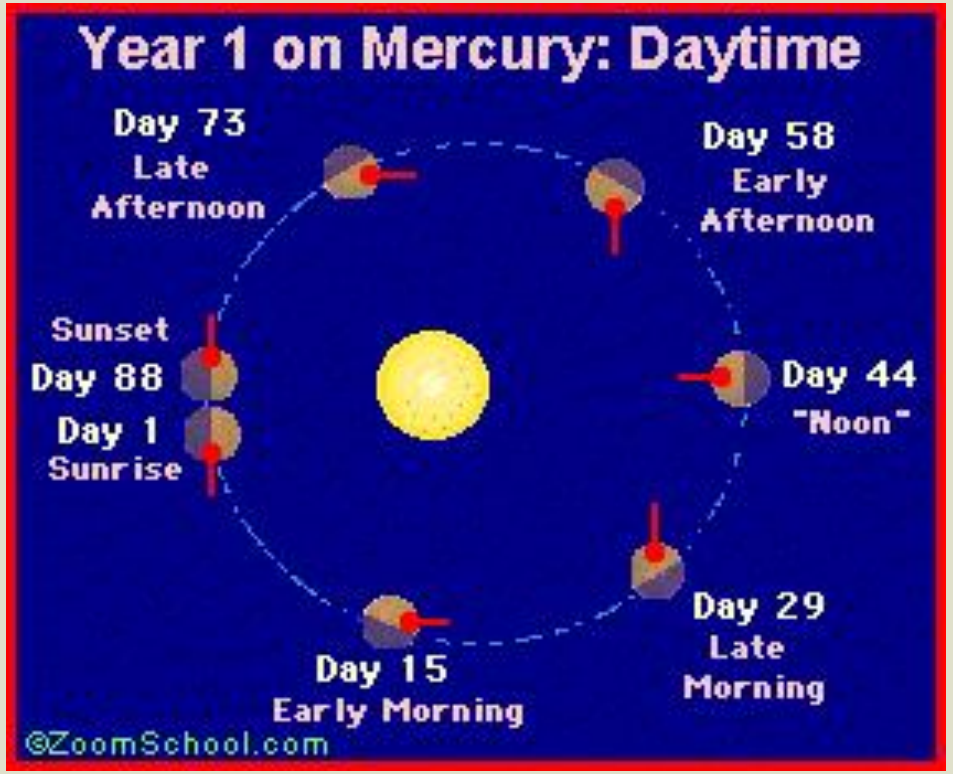


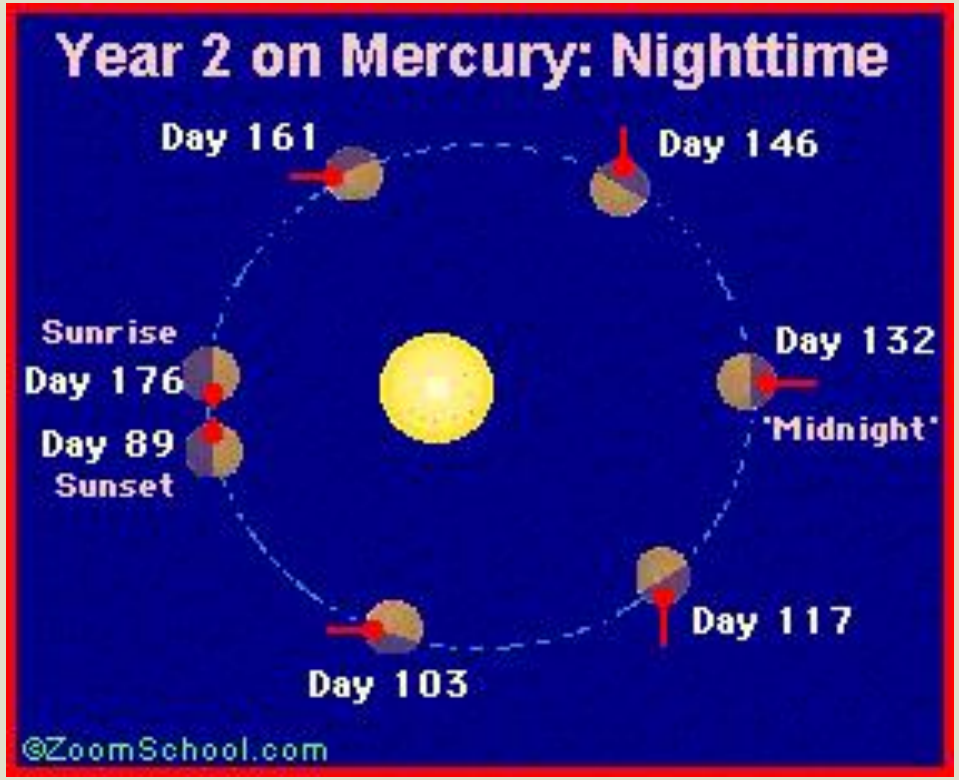
Merkurijus



Merkurijus

- Šiek tiek didesnis nei Žemės Mėnulis.
- Orbita labai ekscentriška, kiaušinio formos. Arčiausiame nuo Saulės taške (perihelyje) ji būna 47 mln. km atstumu, o tolimiausiame – 70 mln. km.
- Kai Merkurijus juda greičiausiai savo orbita (ir yra arčiausiai Saulės), kiekvienas apsisukimas aplink savo ašį nėra lydimas saulėtekio ir saulėlydžio, kaip yra daugelyje kitų planetų. Rytinė Saulė trumpai pakyla, leidžiasi ir vėl kyla tam tikrose planetos platumose. Panašiai nutinka saulėlydžio metu kitose planetos platumose.

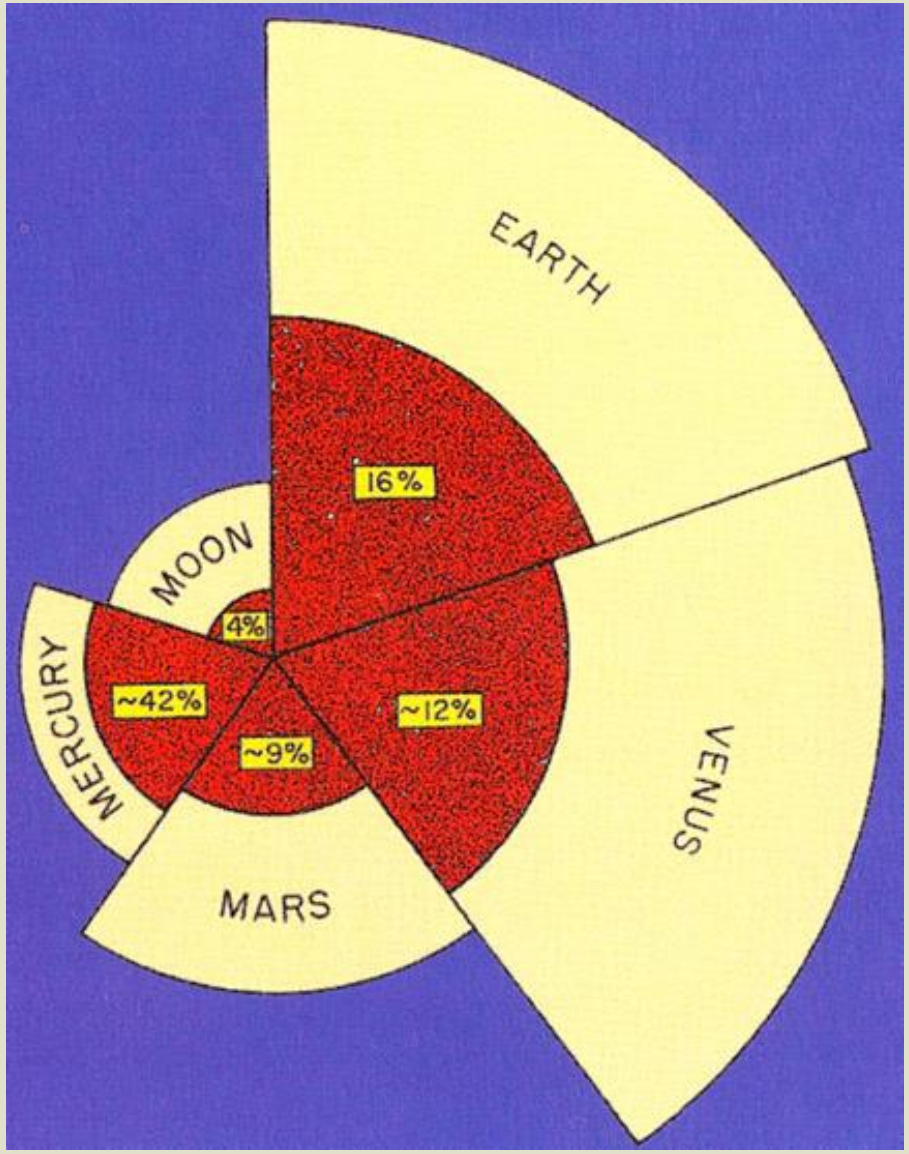




Iš savo buvimo vietos jūs pamatytumėte, kaip Saulė kyla maža, o tada didėja, kai ji juda į viršų. Be to, kadangi Merkurijus juda greičiau, kai yra arčiau Saulės, regimasis Saulės judėjimas danguje tai atspindės – kurį laiką regėjimo kampas su Saule keisis greičiau dėl planetos orbitinio judėjimo nei tas, kurį sukelia planetos sukimasis aplink savo ašį. Merkurijui būnant artimiausiame nuo Saulės taške šis efektas sukels Saulės laikiną judėjimą atgal danguje. Po to ji vėl pradės normalų judėjimą vakarų kryptimi, o Merkurijui judant toliau nuo Saulės, Saulės diskas mažės iki saulėlydžio, kuris įvyks praėjus 88 Žemės dienoms po saulėtekio.

Merkurijaus formavimosi mįslės

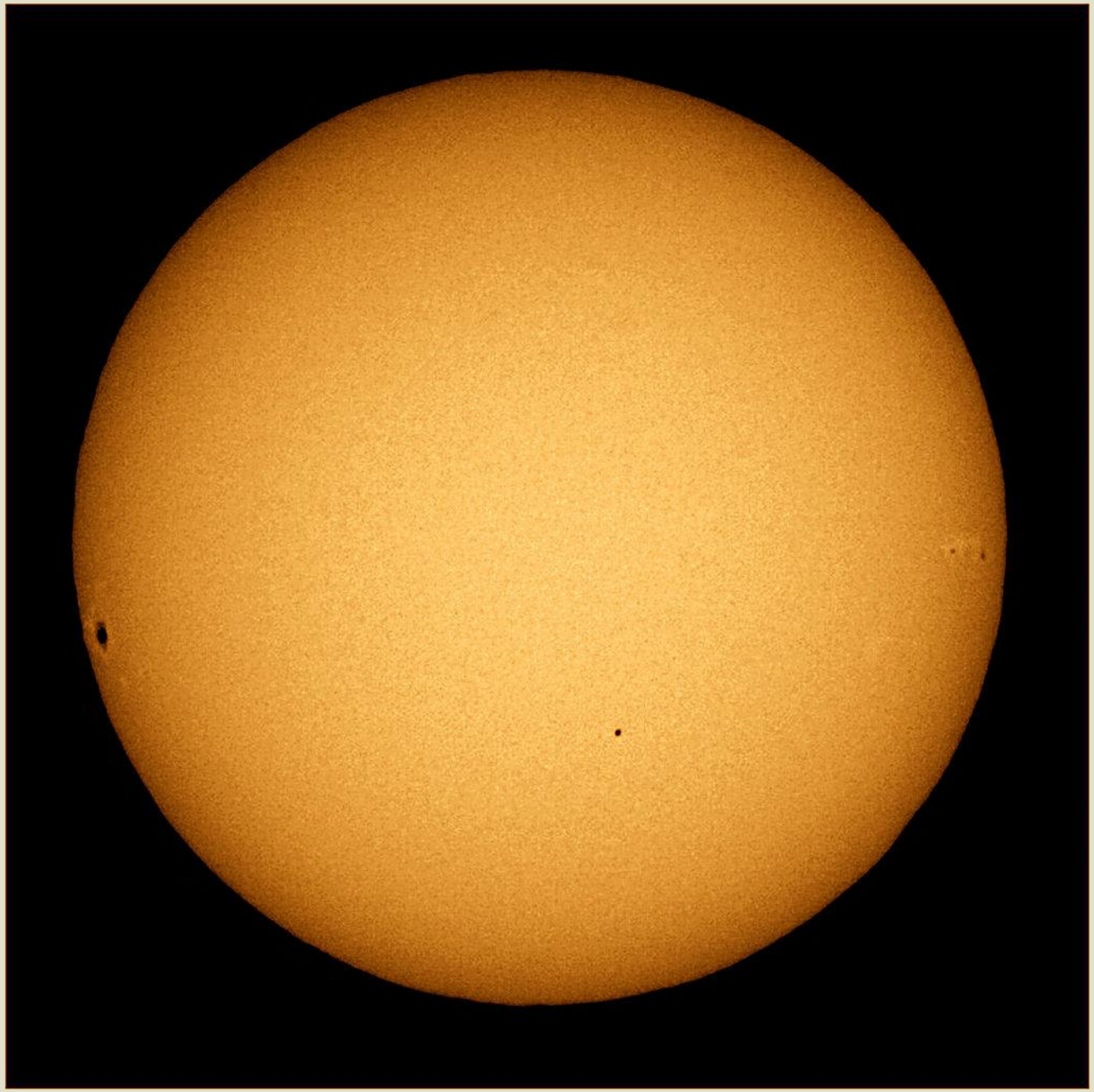
- Merkurijaus tankis (5,3 g/cm^3) yra daug didesnis nei bet kurioje kitoje uolinėje planetoje.
- Branduolio spindulys mažiausiai ~ 75% planetos, masė ne mažiau kaip ~ 60% planetos.
- 3 hipotezės:
  Aerodinaminiai traukos skirtumai tarp metalo ir silikatų dalelių Saulės ūke. Silikatinis apvalkalas garuoja nuo stipraus kaitinimo ir garus nuneša Saulės vėjas. Dalis mantijos atskilo dėl didžiulio smūgio.



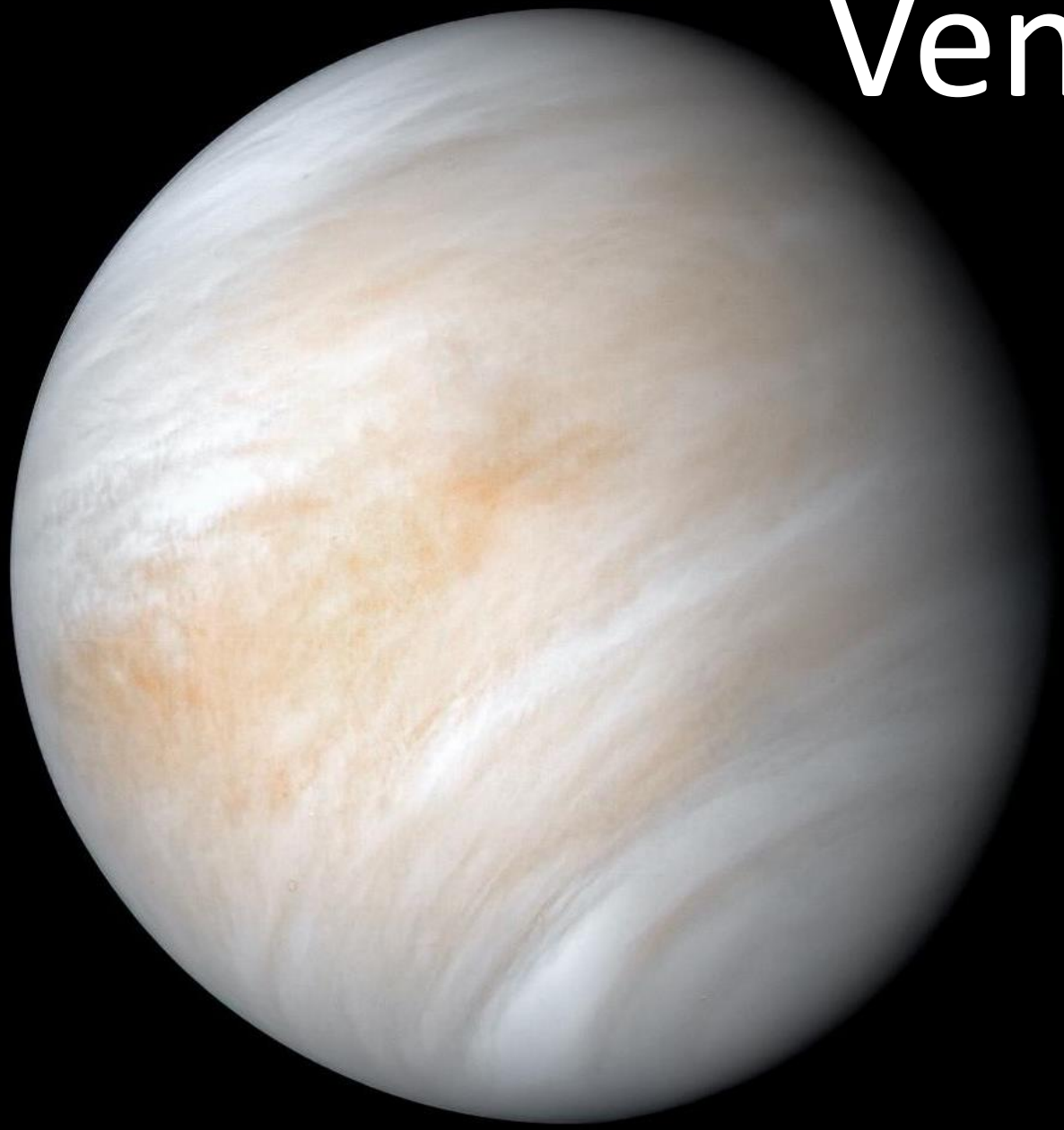
Merkurijus

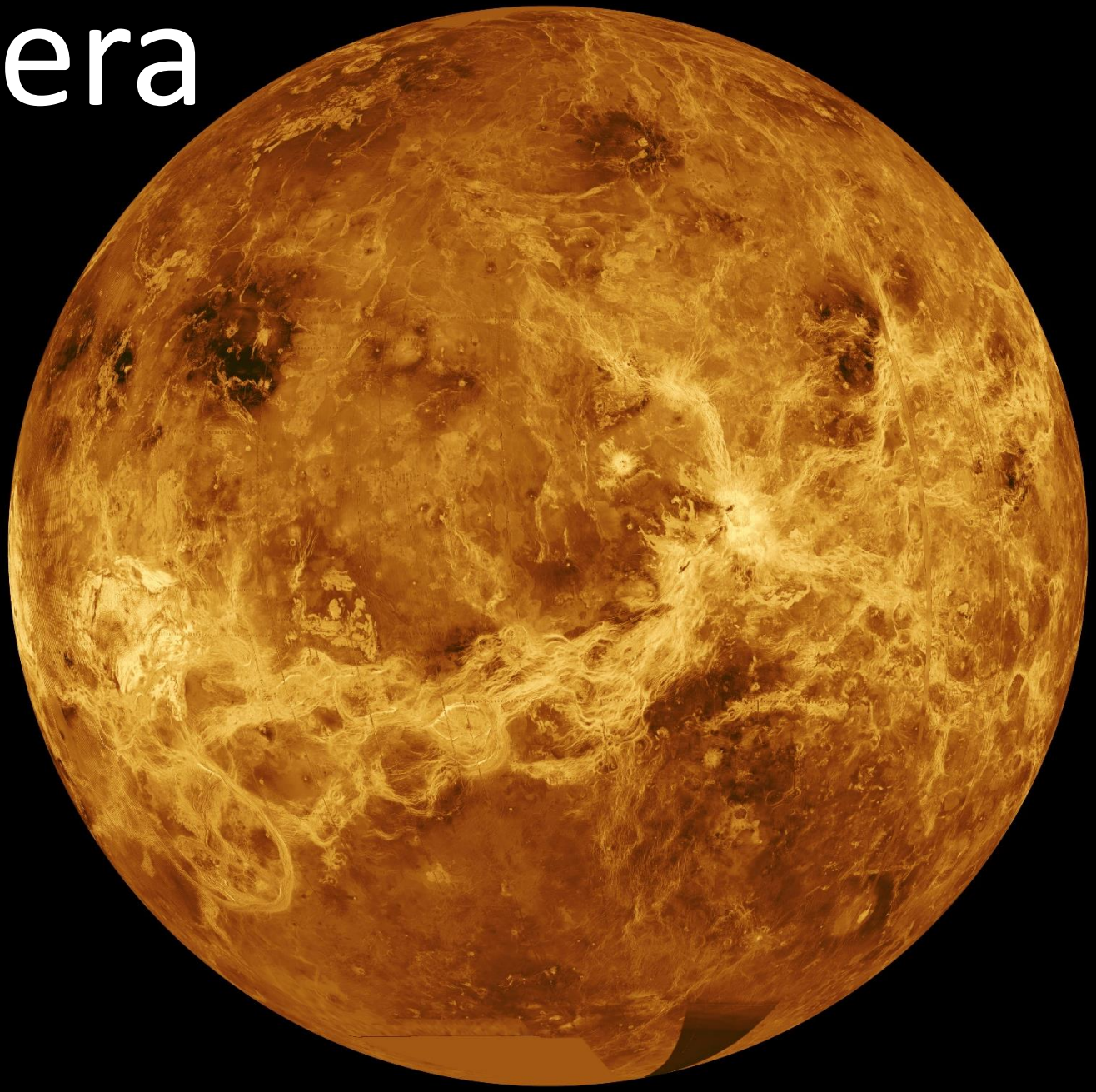
- Paviršius primena Žemės Mėnulį – daugybė smūginių kraterių.
- Žmogaus akiai didžioji dalis paviršiaus būtų pilkšvai ruda.
- Vietoj atmosferos, Merkurijus turi ploną egzosferą, sudarytą iš atomų, nupūstų nuo paviršiaus Saulės vėjo ir asteroidų ar meteoroidų smūgių.
- Egzosferą daugiausia sudaro deguonis, natris, vandenilis, helis ir kalis.
- 1915 m. A. Einšteinas publikavo Bendrąją reliatyvumo teoriją. Pirmoji didelė jos sėkmė buvo tikslus Merkurijaus orbitos numatymas, atsižvelgiant į jo iki tol nepaaiškintą precesiją.

Merkurijaus tranzitas 2006 lapkričio 8 d.



Venera



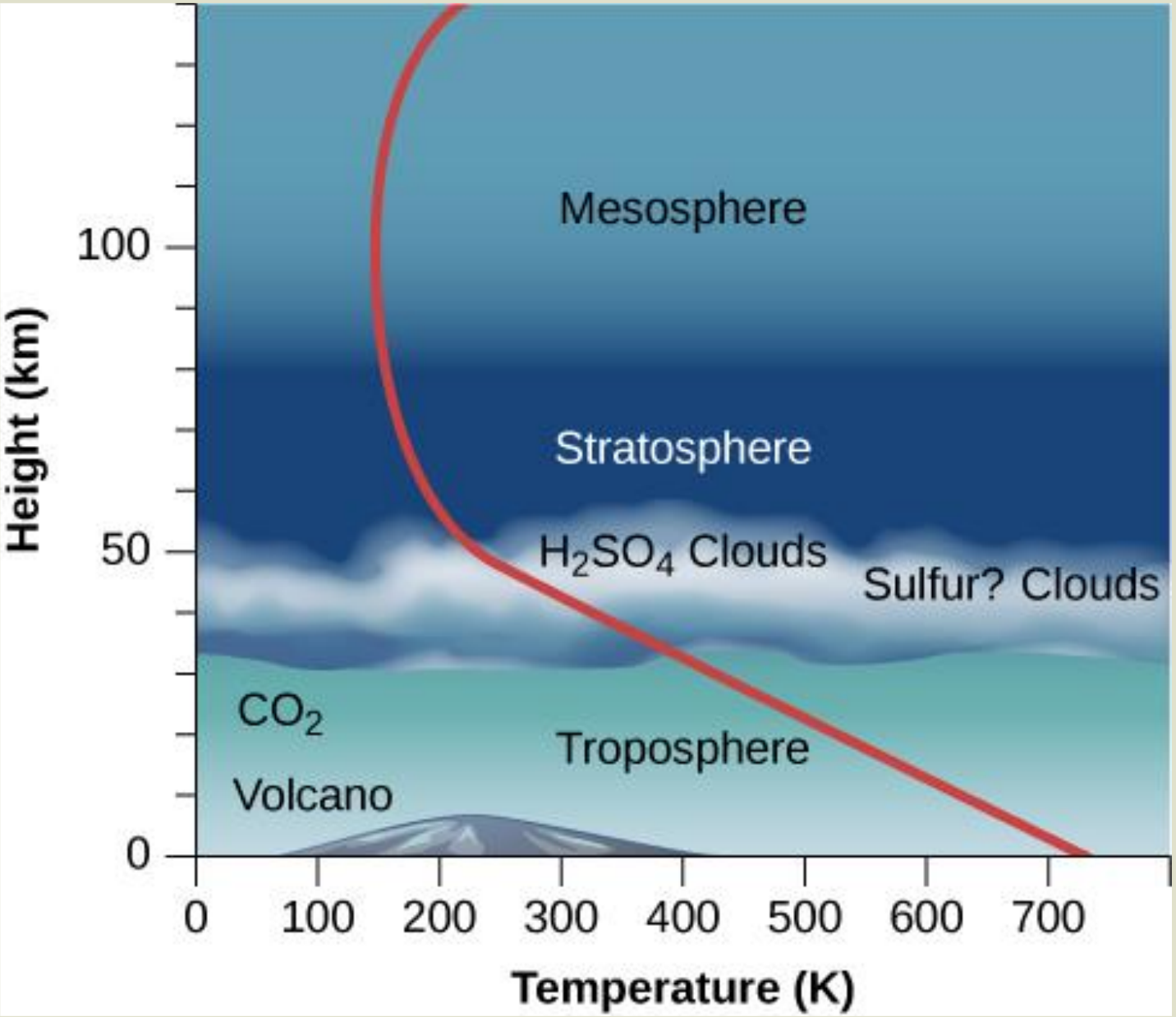


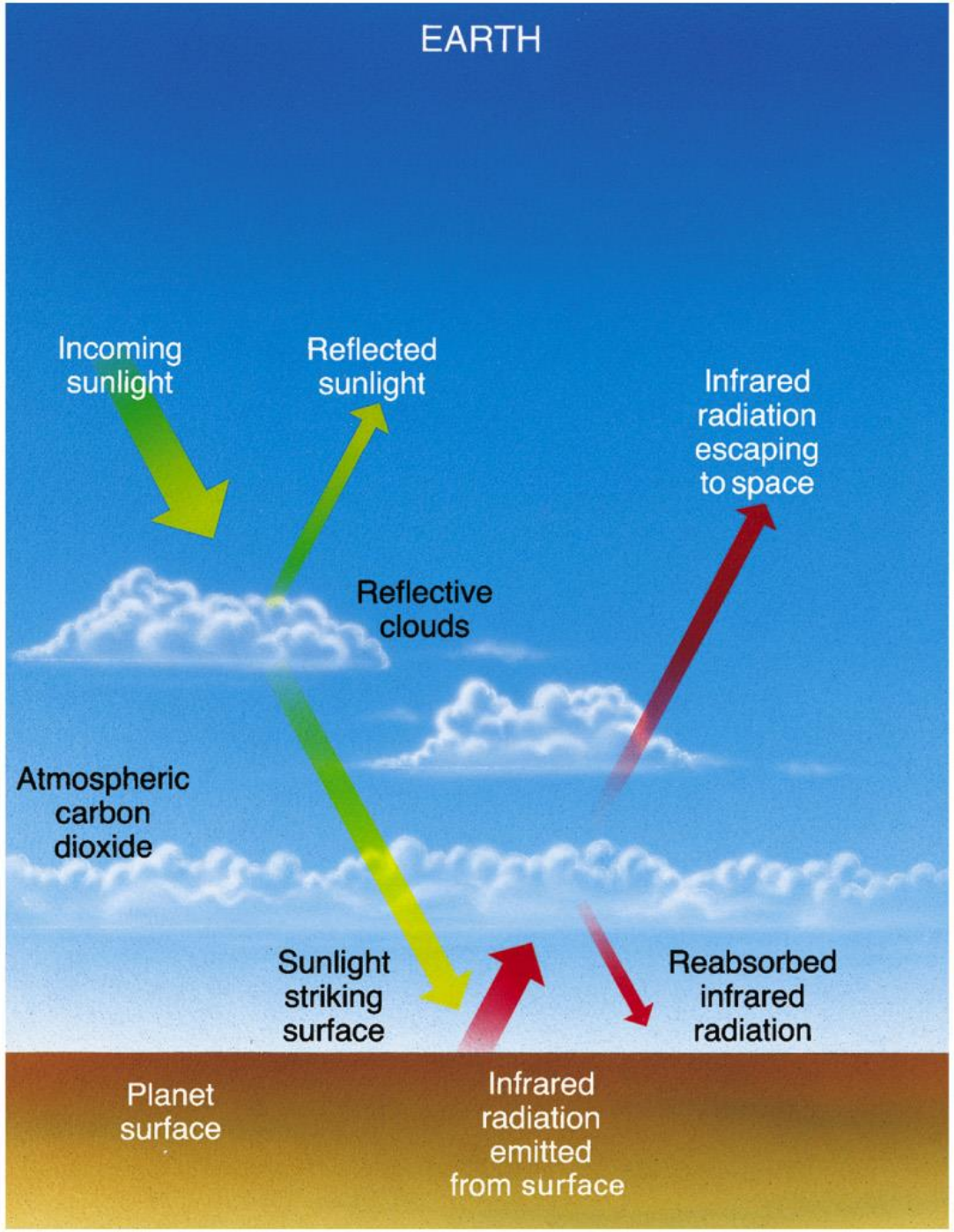
Venera

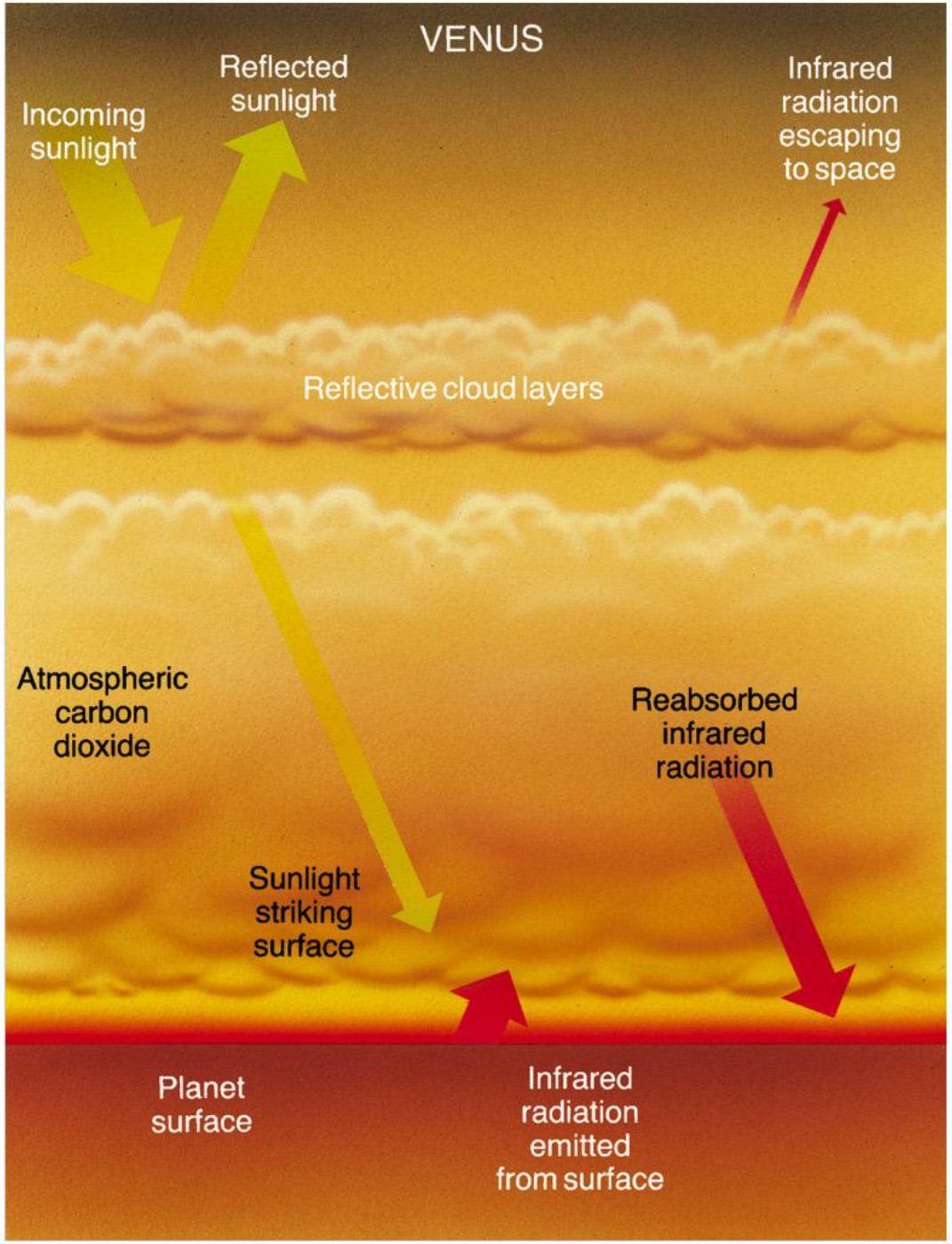
- Jos orbita aplink Saulę yra apskritimiausia iš visų planetų – beveik tobulas apskritimas.
- Venera turi kalnus, slėnius ir dešimtis tūkstančių ugnikalnių. Aukščiausias Veneros kalnas Maxwellas Montesas yra 8,8 km aukščio, panašus į aukščiausią Žemėje esantį Everesto kalną. Kraštovaizdis yra dulkėtas.
- Manoma, kad prieš 300–500 mljn. m. Veneros paviršius visiškai pasikeitė dėl vulkaninės veiklos.
- Venera yra padengta krateriais, tačiau nė vienas iš jų nėra mažesnis nei 1,5–2 km. Maži meteoroidai dega tankioje atmosferoje, todėl tik dideli meteoroidai pasiekia paviršių ir sukuria smūginius krateriu.
- Beveik visos Veneros paviršiaus formos yra pavadintos žinomų Žemės moterų vardais – tiek mitologinių, tiek tikrų.

Veneros atmosfera

- Daugiausia (96 %) sudaro anglies dioksidas, su sieros rūgšties lašelių debesimis.
- Stiprus šiltnamio efektas
- Turi daugybę skirtingų temperatūrų sluoksnių. Maždaug 50 km nuo paviršiaus aukštyje temperatūra panaši kaip ir Žemės paviršiuje.
- Diena Veneroje atrodytų kaip labai miglota, apsiniaukusi diena Žemėje.
- Atmosfera tokia sunki, kad jaustume tokį slėgį, lyg būtume 1 km gylyje po vandeniu.

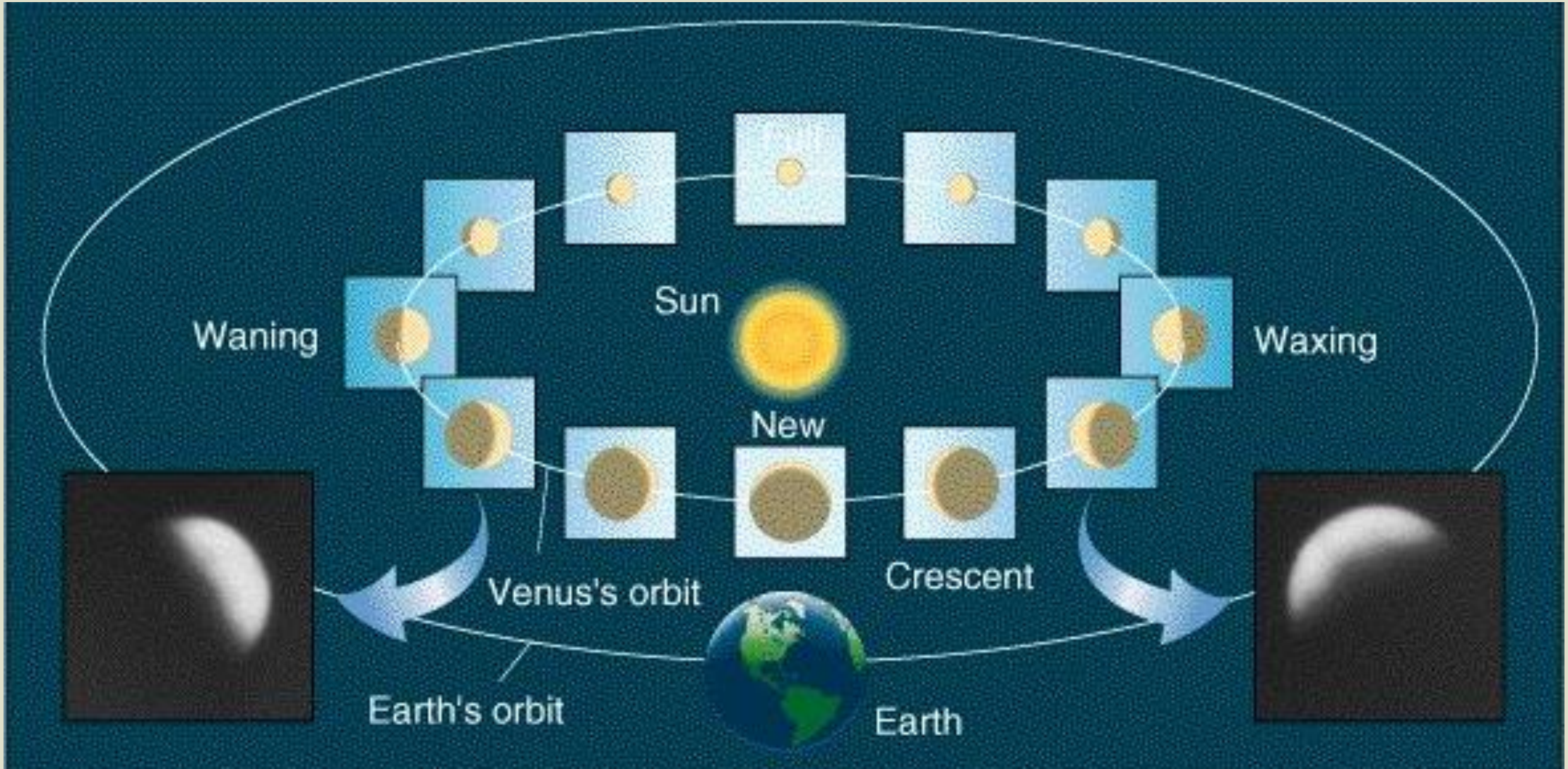






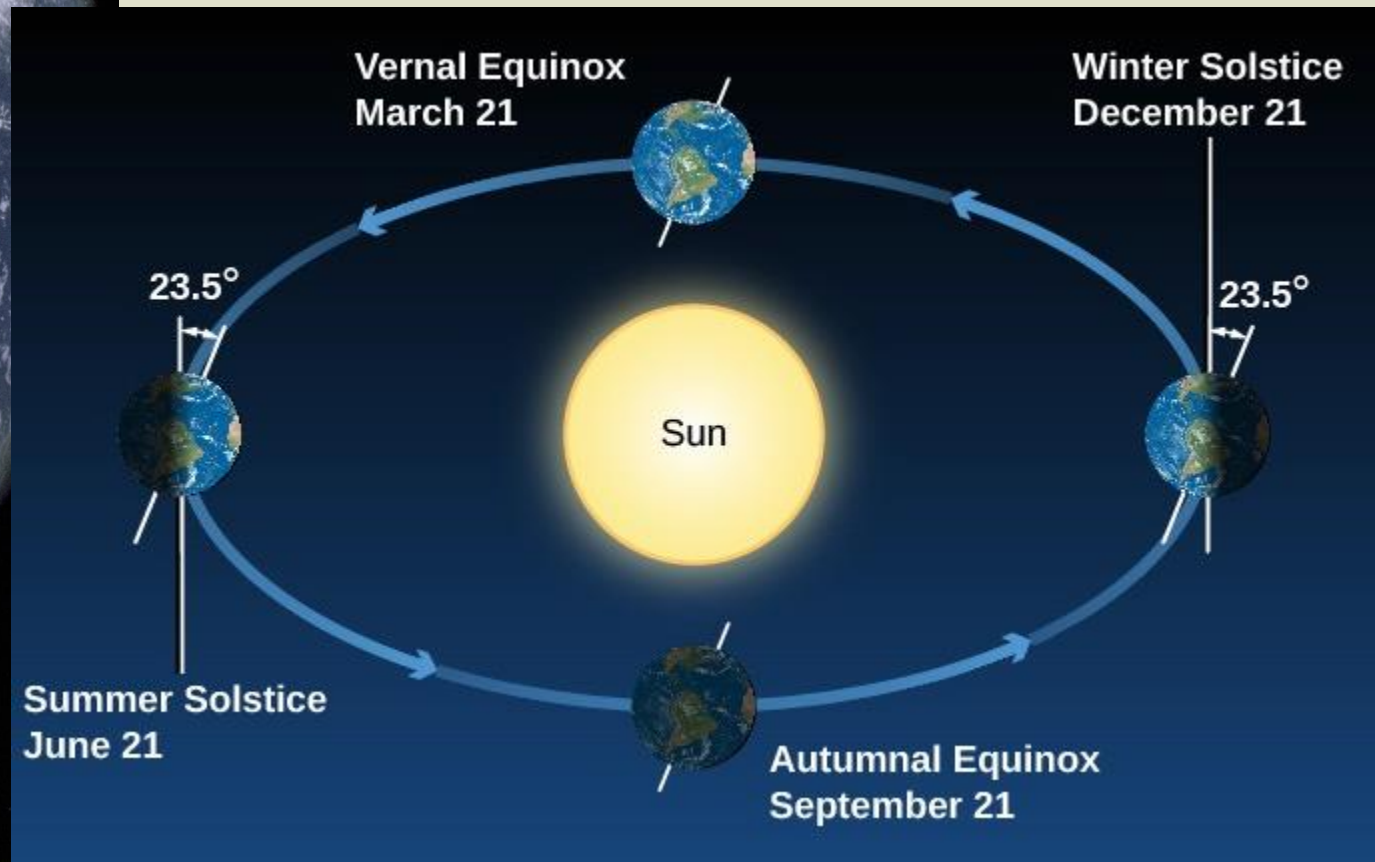
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Veneros fazės – heliocentrinės sistemos pagrindimas



NASA
VENUS
MARS
imgflip.com

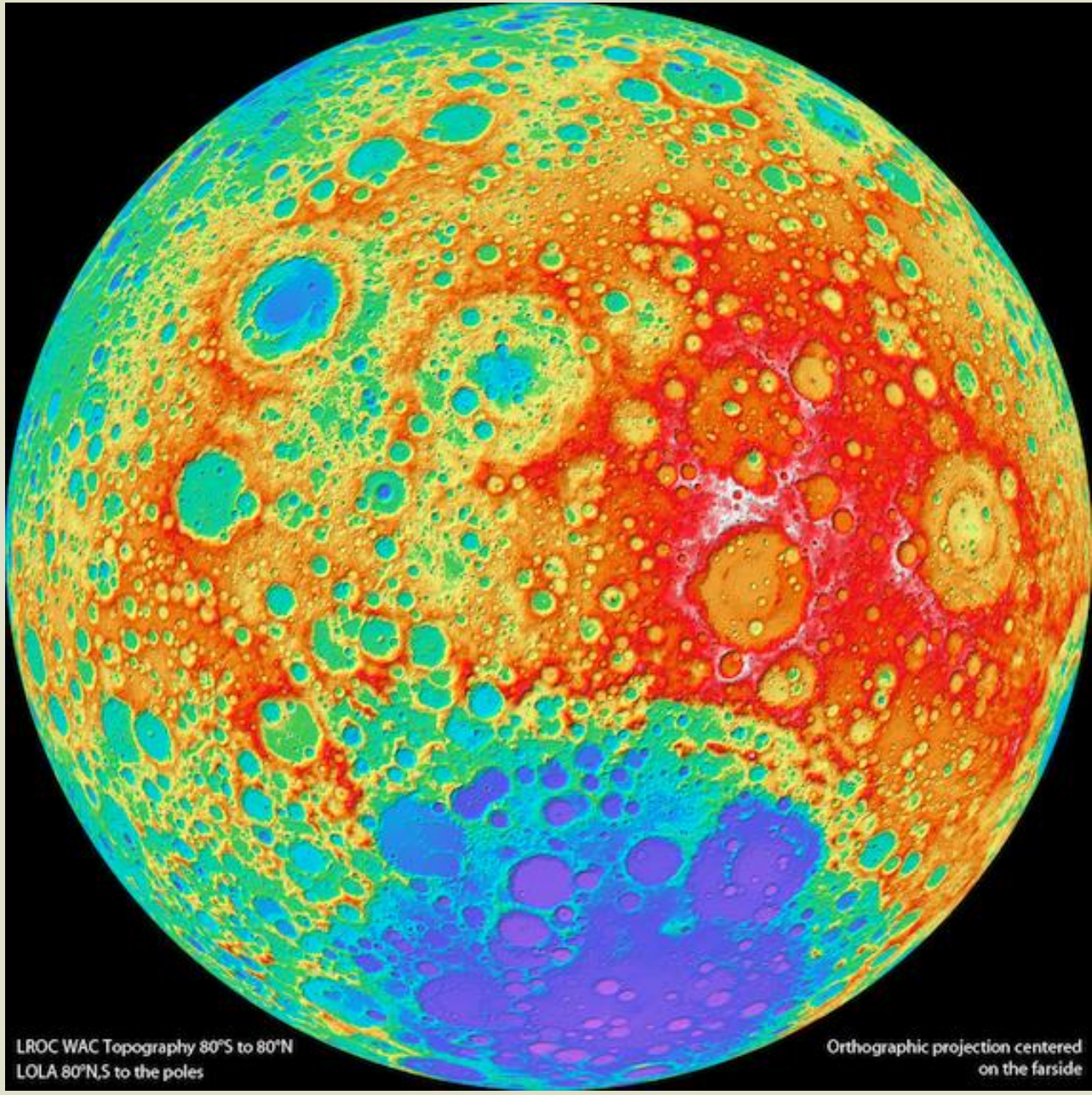
Žemė

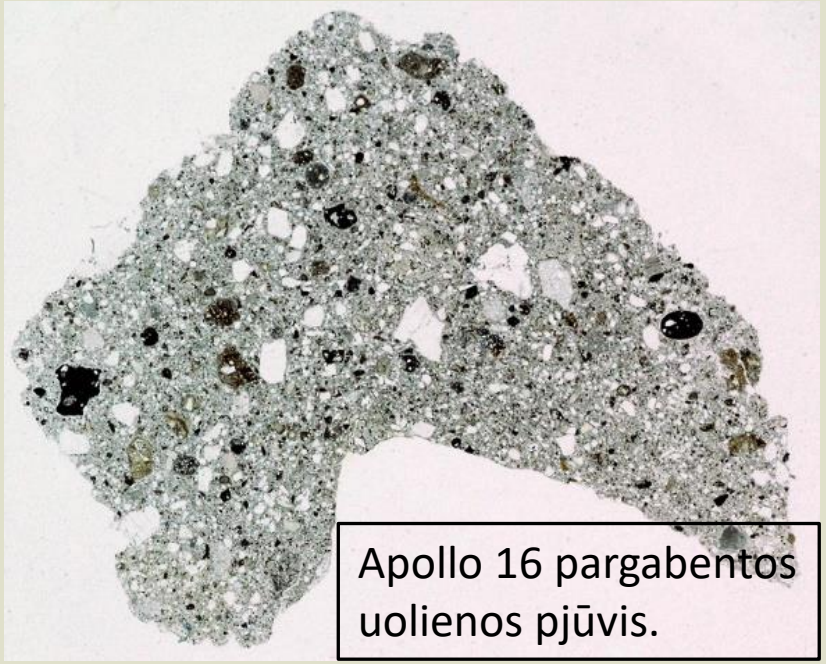

Vernal Equinox
March 21
Winter Solstice
December 21
23.5°
23.5°
Sun
Summer Solstice
June 21
Autumnal Equinox
September 21

Žemė

- Vardas „Žemė“ žinomas bent 1000 metų. Visos planetos, išskyrus Žemę, buvo pavadintos senovės graikų ir romėnų dievų ir deivių vardais. Tačiau vardas „Žemė“ yra germanų žodis, kuris tiesiog reiškia „žemė“.
- Žemės litosfera, apimanti plutą (tiek žemyninę, tiek vandenyno) ir viršutinę mantiją, yra padalinta į didžiules plokštes, kurios nuolat juda. Pavyzdžiui, Šiaurės Amerikos plokštelė juda į vakarus per Ramiojo vandenyno baseiną, maždaug tokiu greičiu, kuris lygus mūsų nagų augimui. Žemės drebėjimai įvyksta, kai plokštės trinasi viena į kitą, palenda viena po kita, susiduria, kad susidarytų kalnai, arba susiskaido ir atsiskiria.
- Atmosferą sudaro 78 % azoto, 21 % deguonies ir 1 % kitų dujų, tokių kaip argonas, anglies dioksidas ir neonas.
- Greitas mūsų planetos sukimasis ir skystas nikelio-geležies branduolys sukelia magnetinį lauką.

Mėnulis

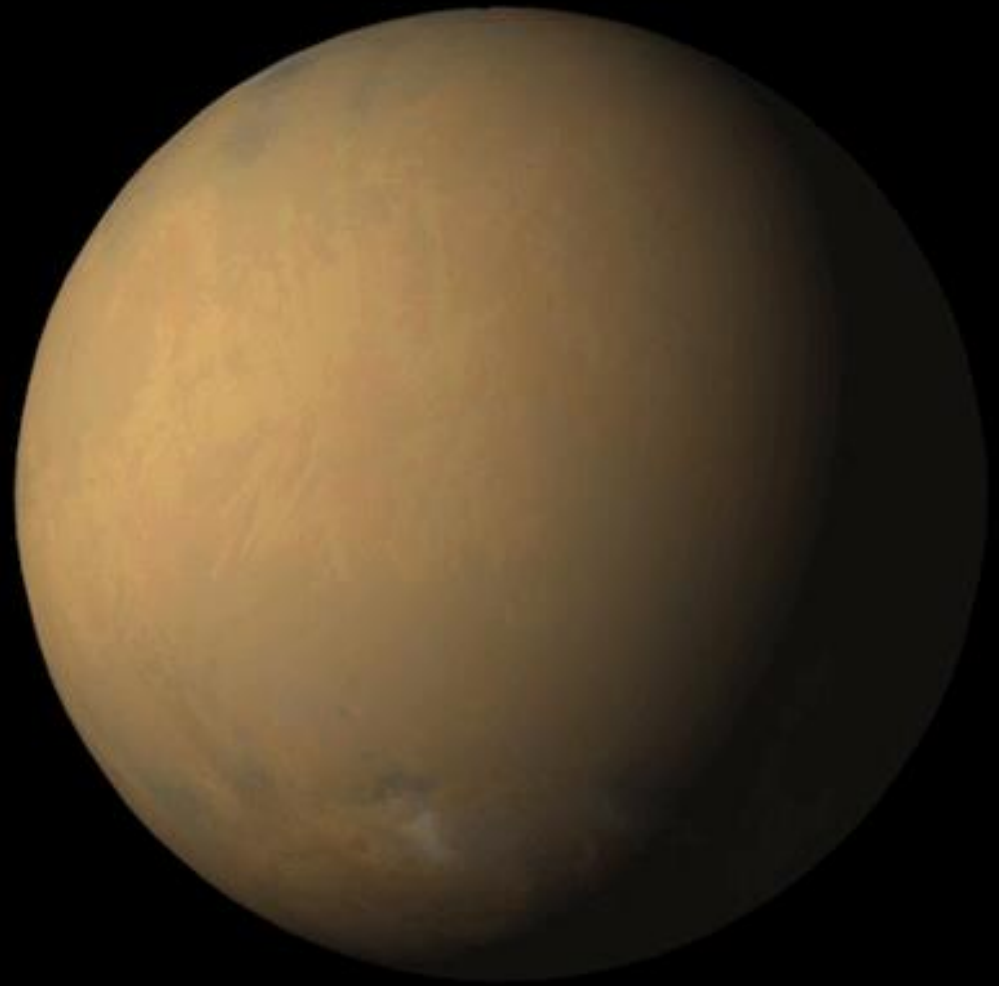

LROC WAC Topography 80°S to 80°N
LOLA 80°N,S to the poles
Orthographic projection centered
on the farside



Apollo 16 pargabentos uolienos pjūvis.

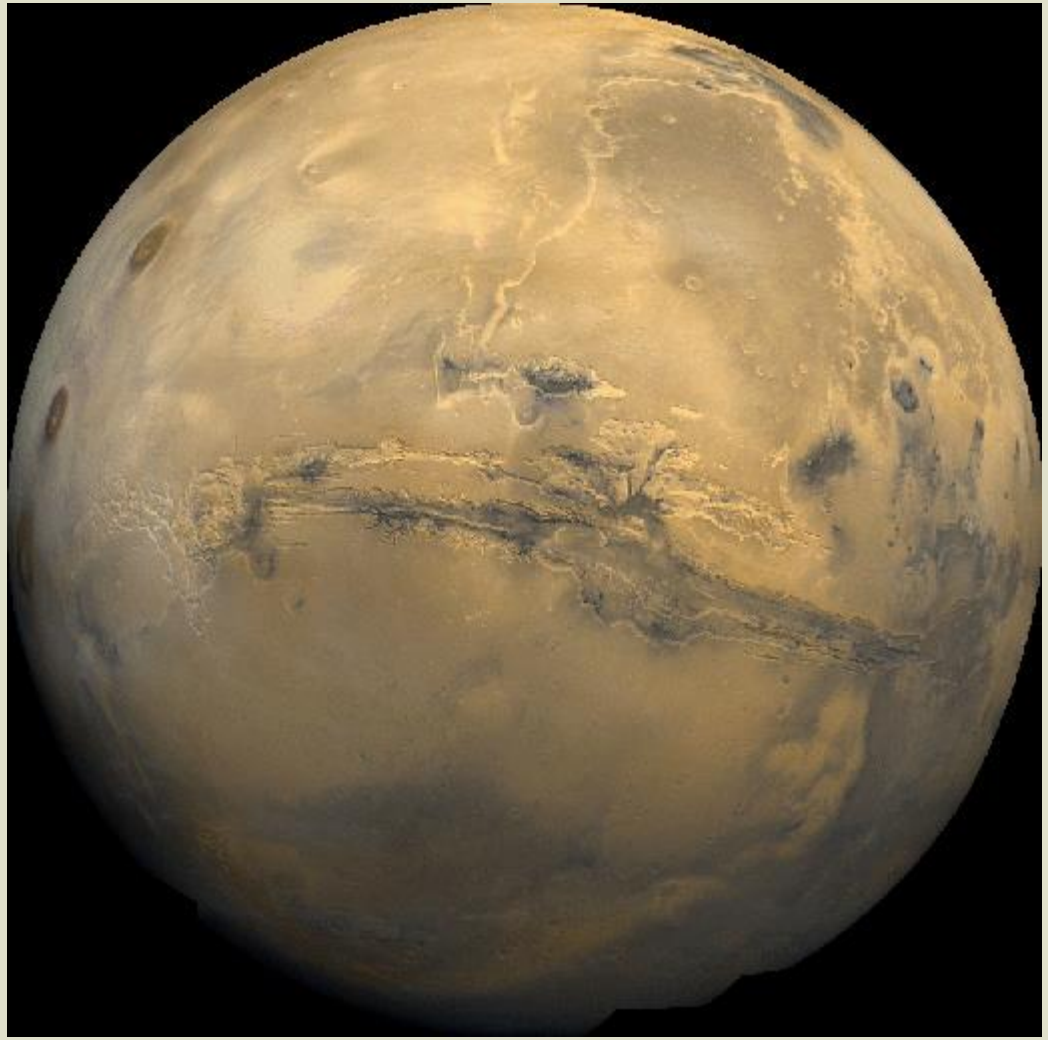
Apollo 17 pargabentos uolienos pjūvis.

Marsas



Marsas

- Nors Žemėje sezonai pasiskirsto tolygiai per metus ir trunka 3 mėnesius (arba ketvirtadalį metų), Marse sezonų ilgis skiriasi dėl Marso elipsinės orbitos.
- Pavasaris šiaurės pusrutulyje (ruduo pietiniame) yra ilgiausias – 194 solai. Ruduo šiauriniame pusrutulyje (pavasaris - pietiniame) yra trumpiausias - 142 solai. Šiaurės žiema/pietų vasara yra 154 solai, o šiaurinė vasara/pietinė žiema yra 178 solai.
- Marso atmosfera plona, daugiausia sudaryta iš anglies dioksido (95,3 %), azoto ir argono dujų.
- Mūsų akimis, dangus būtų miglotas ir raudonas dėl dulkių (kai tuo tarpu Žemėje matome žydrą dangų).
- Temperatūra Marse gali būti nuo +20 °C iki -153 °C. Oro atmosfera yra tokia plona, kad Saulės šiluma lengvai išeina iš šios planetos. Jei vidurdienį stovėtumėte ant Marso paviršiaus ties pusiauju, tai kojomis jaustume pavasarį +24 °C, o galva jaustume žiemą (0 °C). (Dieną +20 °C, naktį -100 °C)



Marinerio slėnis - tai lygiagrečiai Marso pusiaujui esanti kanjonų sistema, besitęsianti maždaug 4000 km.

Didžiausias Saulės sistemoje vulkanas – Olimpo kalnas (27 km aukščio ir 600 km skersmens).

Marso tyrimai

- Marsas – labiausiai tyrinėta planeta.
- Pirmieji užrašyti Marso stebėjimai datuojami dar senovės Egipto laikotarpiu prieš 4000 metų. Jie užfiksavo planetos judėjimą danguje.
- Marsą tiriantys robotai iki 2021 m.:

Marso orbitoje yra šeši erdvėlaiviai: NASA misijos: „Mars Reconnaissance Orbiter“, „Mars Odyssey“ ir „MAVEN“. ESA misijos: „ExoMars Trace Gas Orbiter“ ir „Mars Express“ misijas. Pirmasis Indijos kosminis laivas - „Mars Orbiter Mission“ (MOM) - nuo 2014 m.

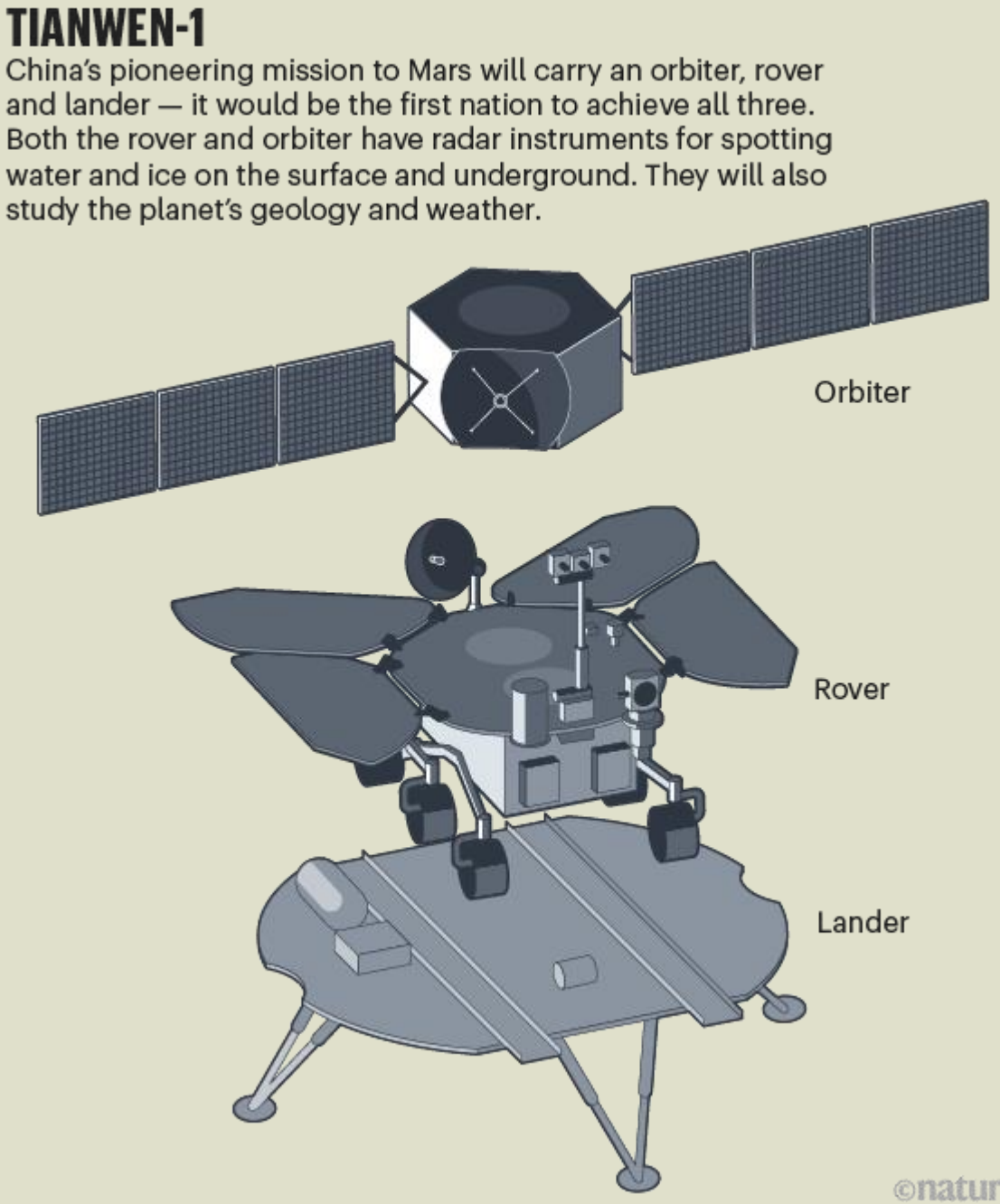
Du robotai yra ant paviršiaus. NASA marsaeigis „Curiosity“ tyrinėja Gale kraterį. NASA „InSight“ marsaeigis naudodamas seismografą ir šilumos jutiklius detaliai tiria planetos geologinę sandarą.

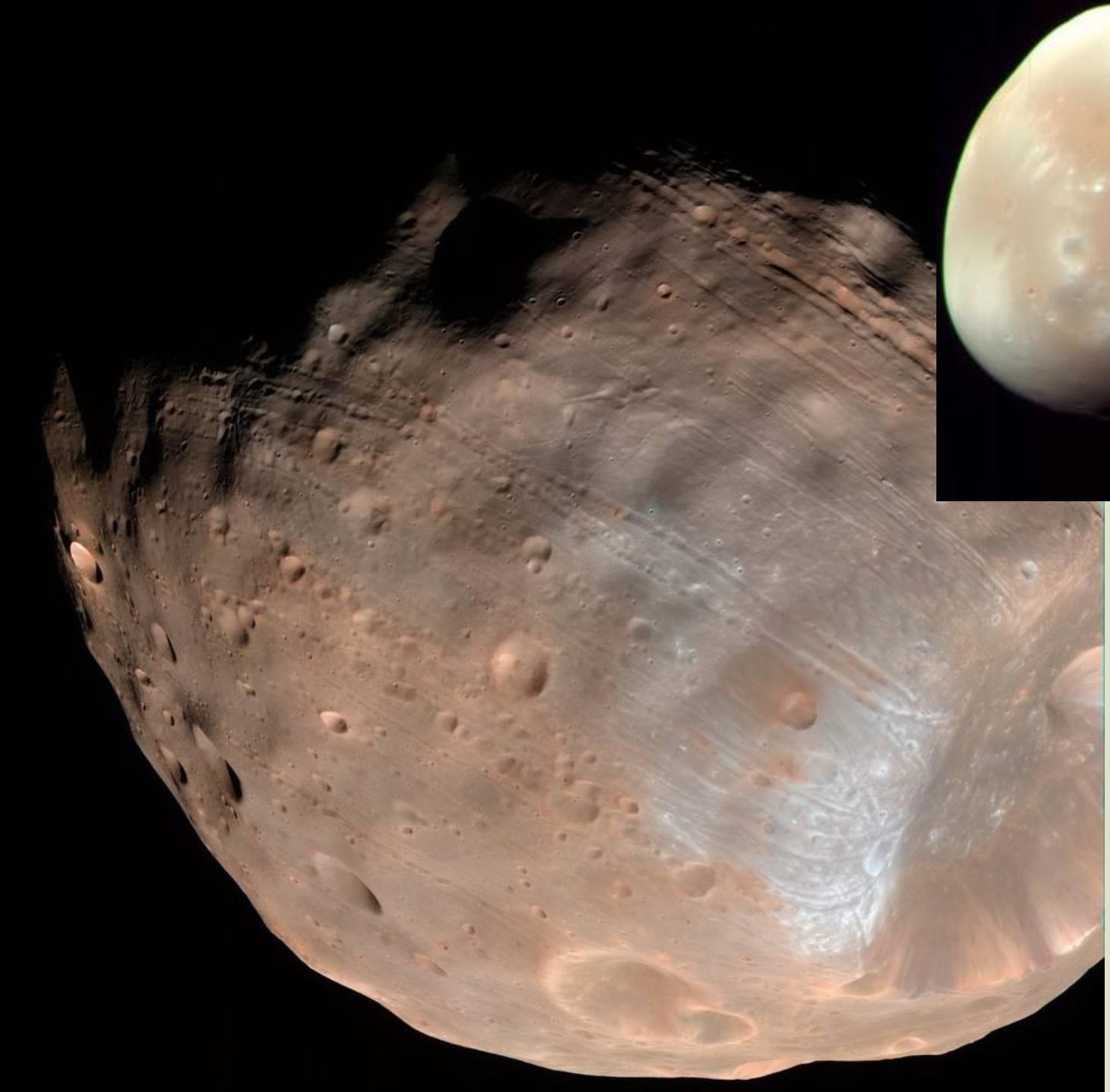
Curiosity

Marso tyrimai

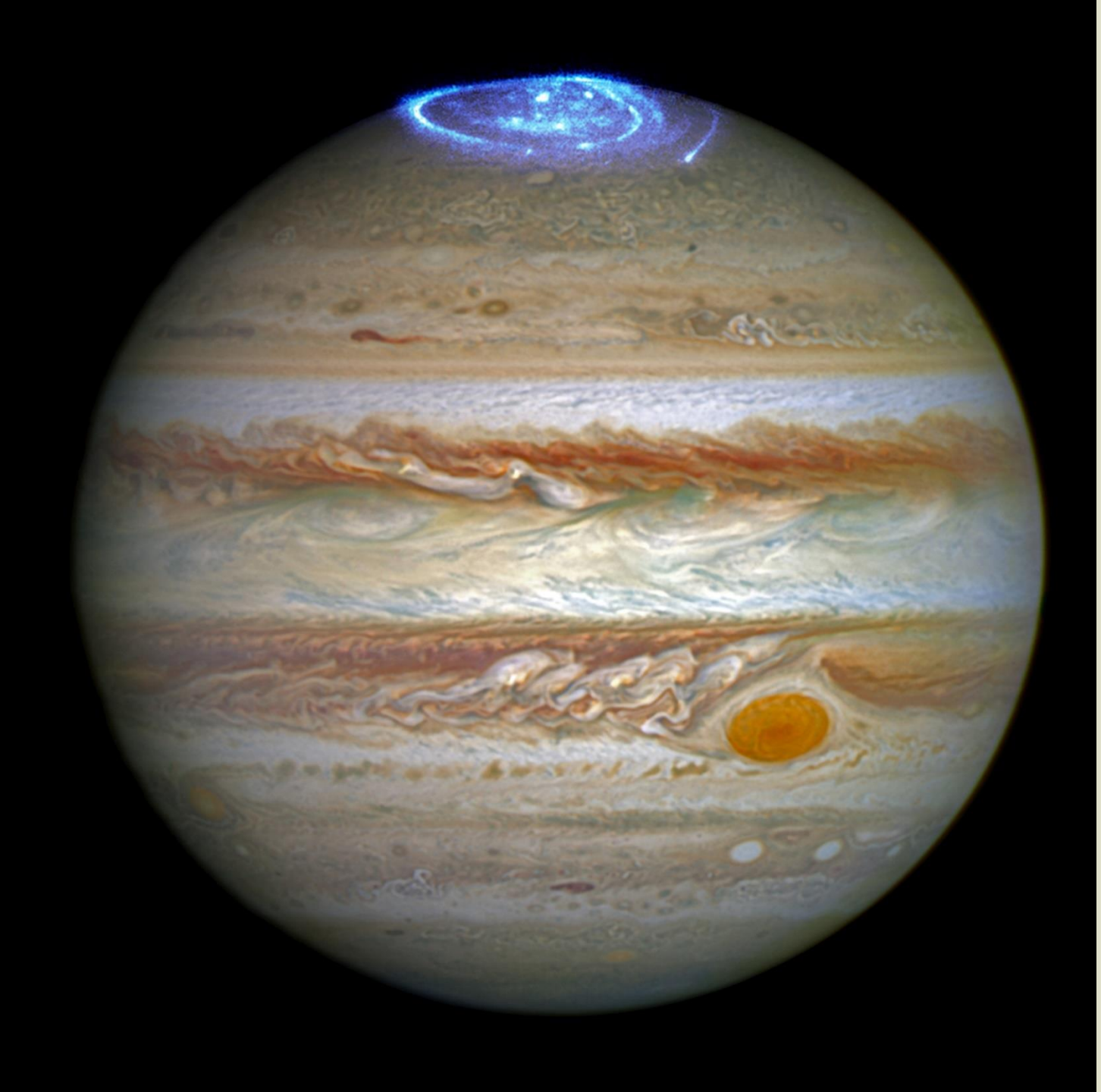
Nuo 2021 m. Buvo pridėtos trys naujos misijos:

- NASA naujos kartos „Perseverance“ roveris - didžiausias, pažangiausias roveris, kurį NASA pasiuntė į kitą pasaulį - nusileido Marse 2021 m. vasario 18 d.
- Tarptautinės misijos: „Hope“ orbiteris iš Jungtinių Arabų Emyratų į Marsą atvyko 2021 m. vasario 9 d., Kinijos misija „Tianwen-1“ atvyko 2021 m. Vasario 10 d.

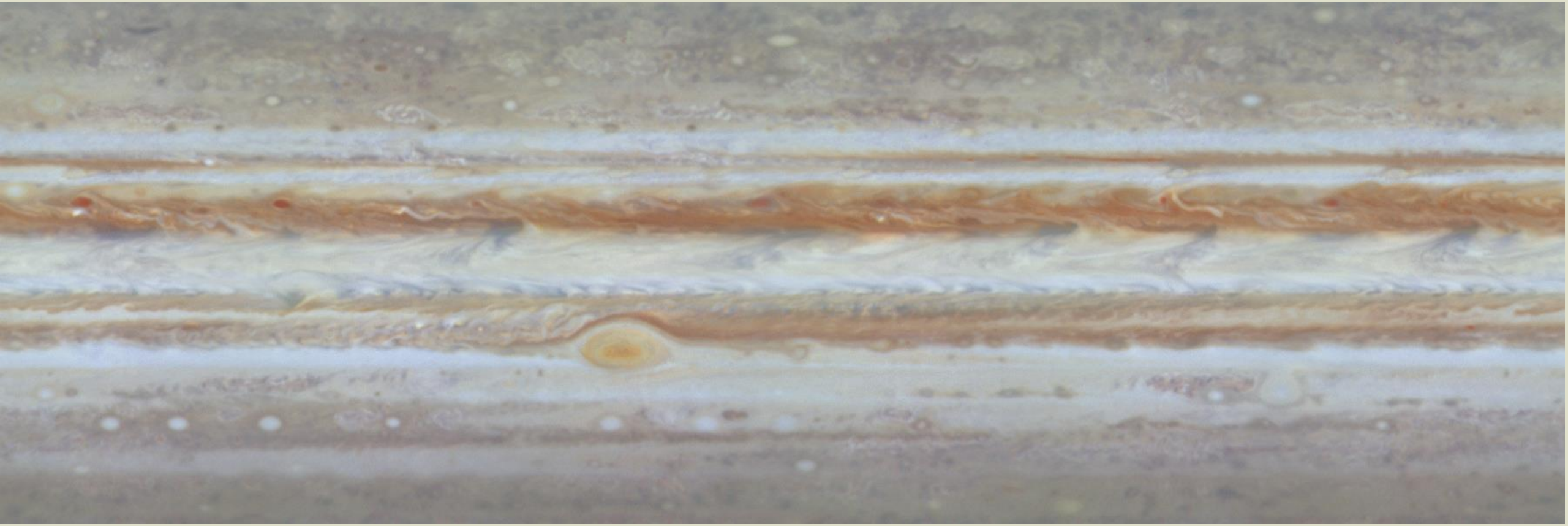




Fobas ir Deimas



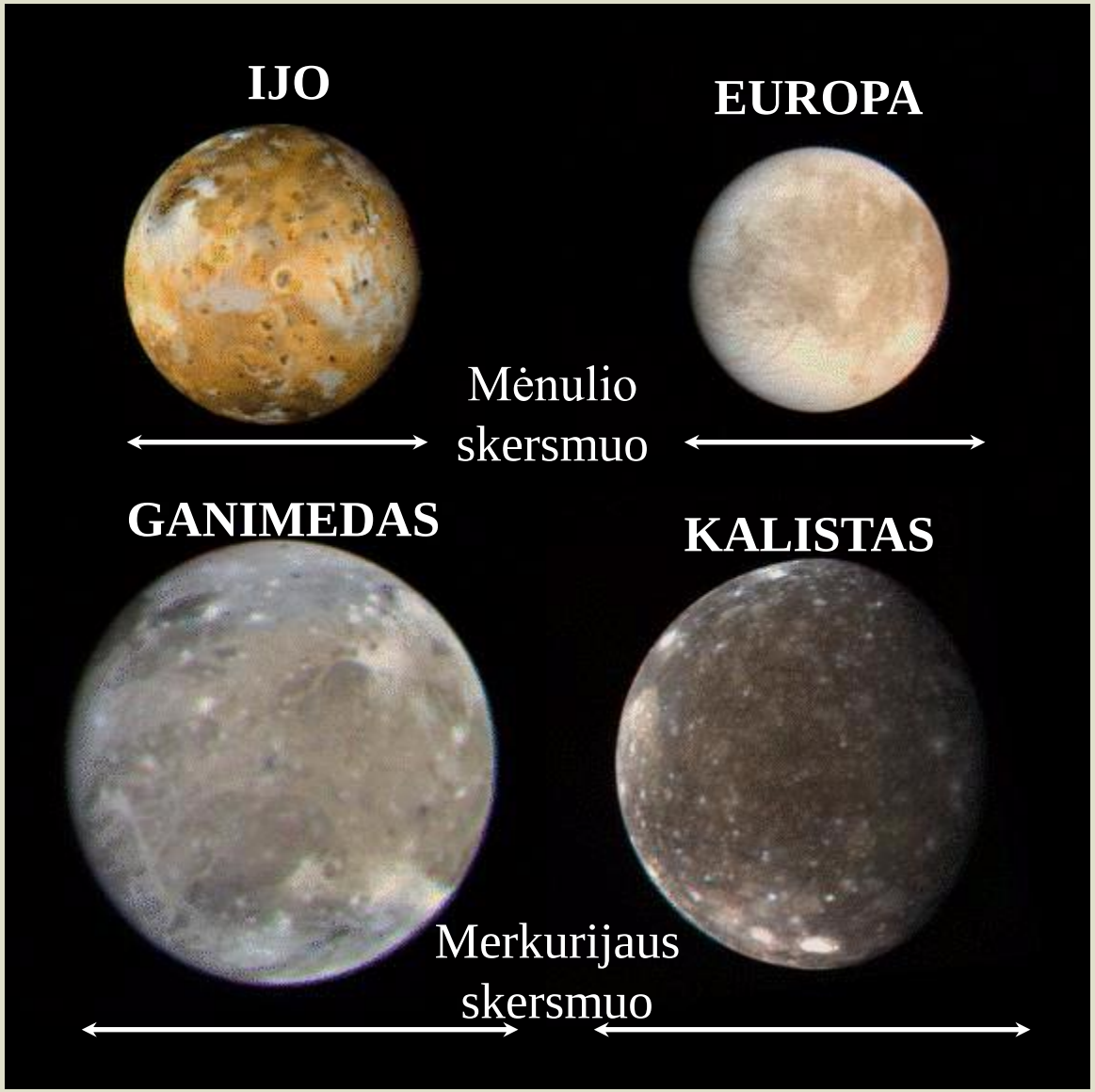
Jupiteris

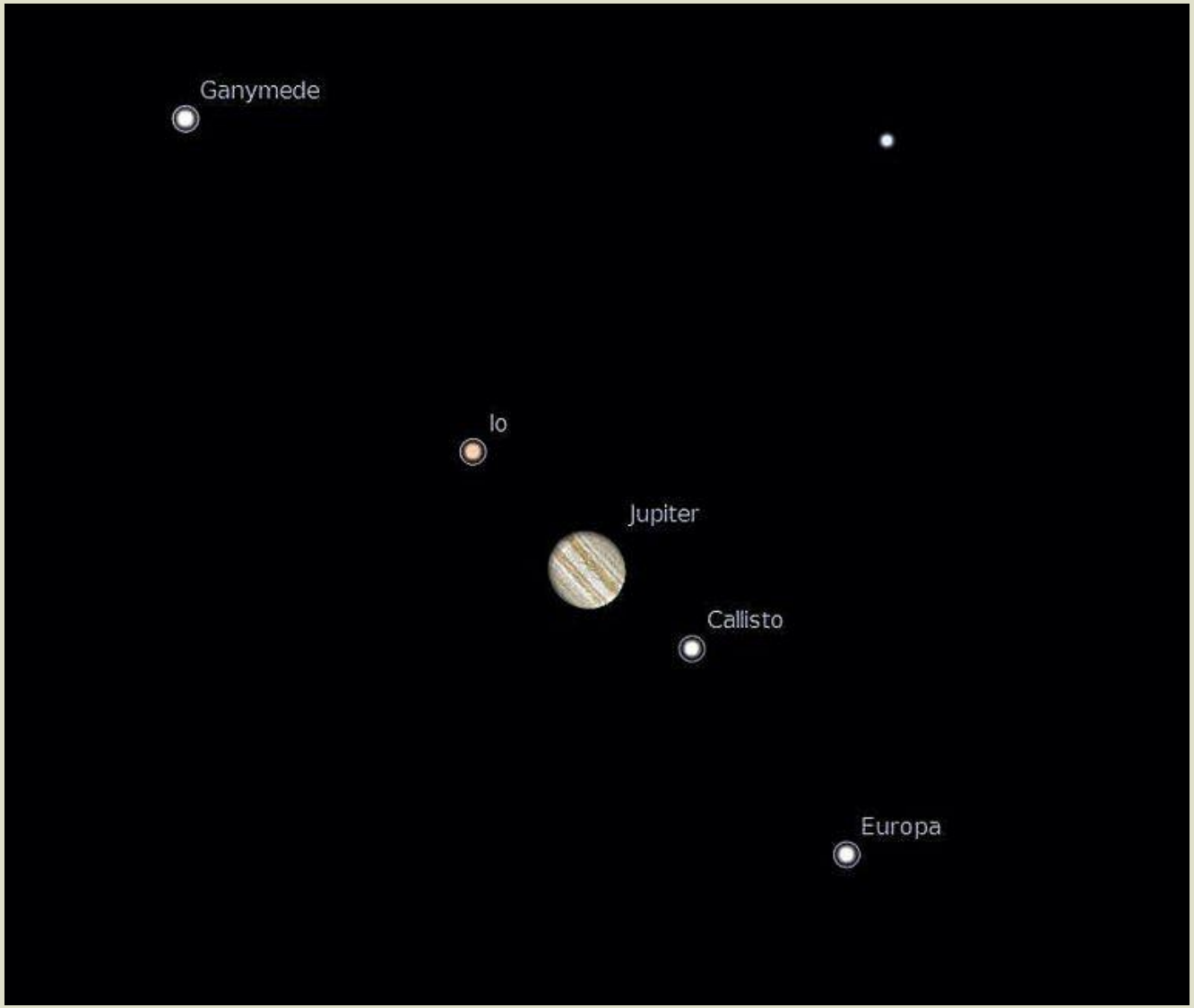


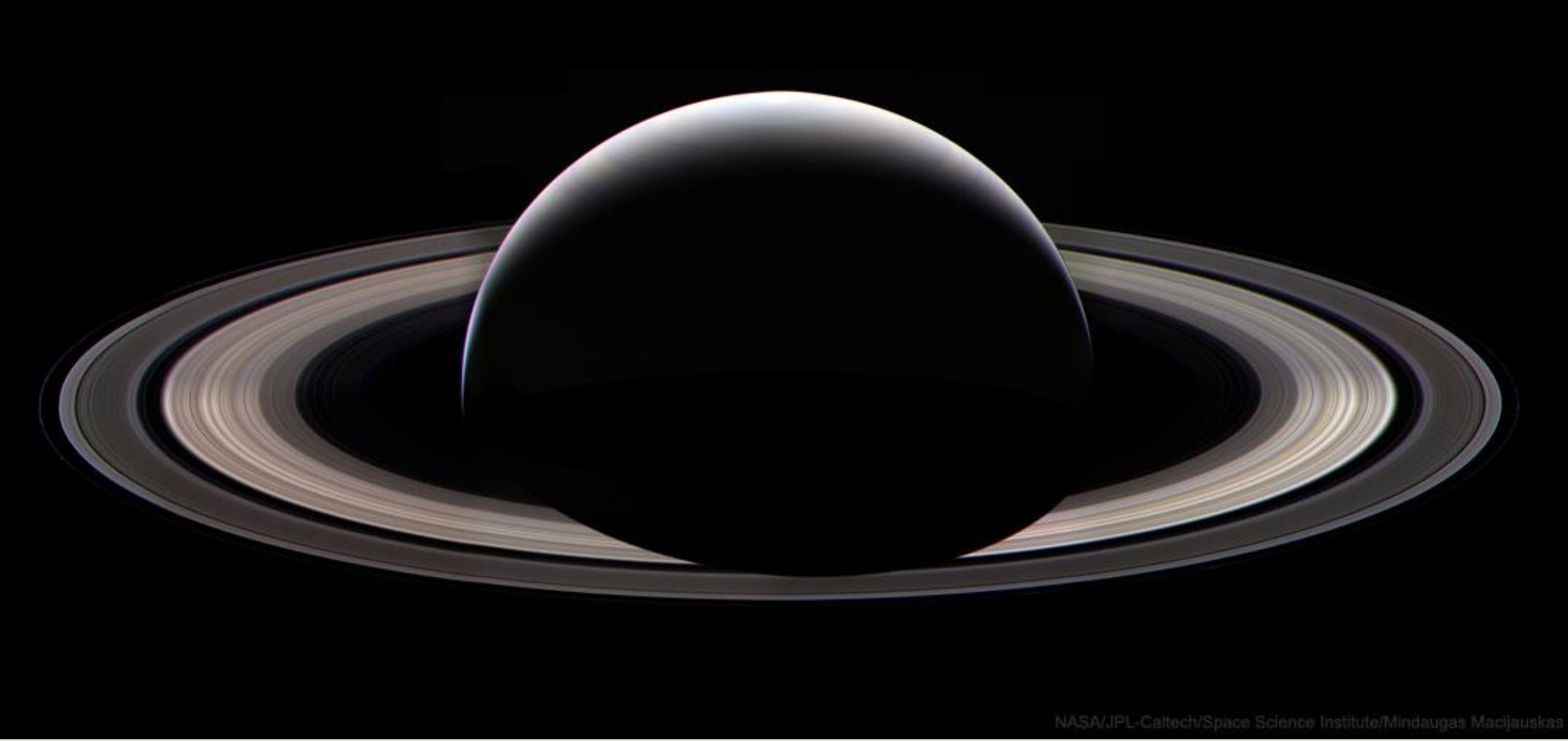
Jupiterio juostos ir sūkuriai iš tikrųjų yra šalti, didelio vėjo genami amoniako ir vandens debesys, plūduriuojantys vandenilio ir helio atmosferoje.

Jupiteris

- Jeigu būtų nuo 50 iki 100 k. didesnis, būtų tapęs žvaigžde.
- Jupiterį supa 79 žinomi mėnuliai.
- Sudėtis yra panaši į Saulės - daugiausia vandenilis ir helis.
- Greičiausiai yra tris skirtingi debesų sluoksniai, iš viso 71 km storio. Viršutinis sluoksnis greičiausiai susideda iš amoniako ledo, vidurinis – iš amonio hidrosulfido kristalų, o vidinis – iš vandens ledo ir garų.
- Didžiulis magnetinis laukas yra nuo 16 iki 54 tūkst. kartų galingesnis nei Žemės.
- Jupiterio magnetinis laukas taip pat sukelia įspūdingiausias Saulės sistemoje pašvaistes planetos poliuose.


IJO
EUROPA
Mėnulio
skersmuo
GANIMEDAS
KALISTAS
Merkurijaus
skersmuo

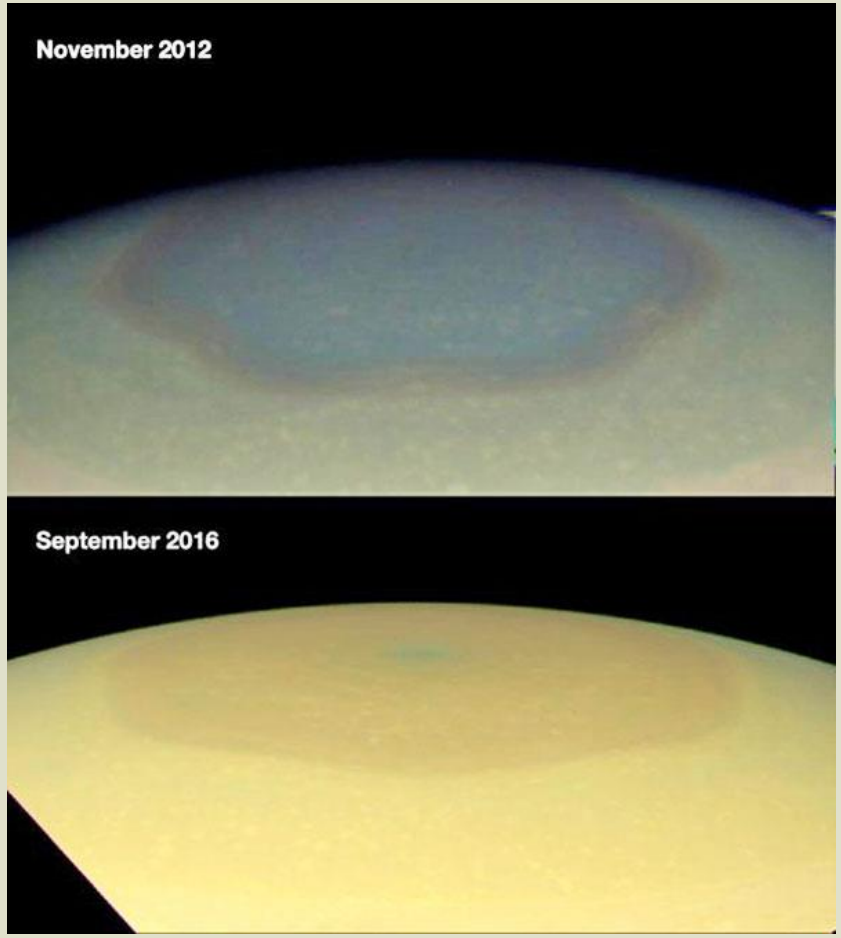

Ganymede
Io
Jupiter
Callisto
Europa


NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute/Mindaugas Macijauskas

Saturnas

Saturnas

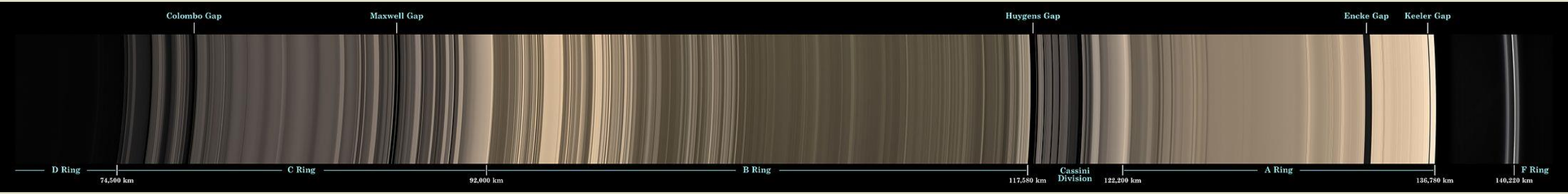
- Turi 82 žinomus palydovus.
- Tolimiausia planeta iš Žemės, kurią galima pamatyti plika akimi.
- Šiaurinis polius pasižymi įdomia atmosferos ypatybe - šešiabriauniu verpetu. Jis pirmą kartą buvo pastebėtas erdvėlaivio „Voyager I“ vaizduose ir nuo to laiko jį atidžiau stebėjo „Cassini“ erdvėlaivis. Viesulas, apimantis apie 30 000 km, kuriame vėjo greitis siekia apie 322 km/h, su didžiule besisukančia audra centre. Niekur kitur Saulės sistemoje nėra tokios orų savybės.
- Cassini parodė, kad Saturne kyla pašvaisčių nesusijusių su Saulės vėju, tačiau šios „ne saulės kilmės“ pašvaistės dar nėra visiškai suprastos.



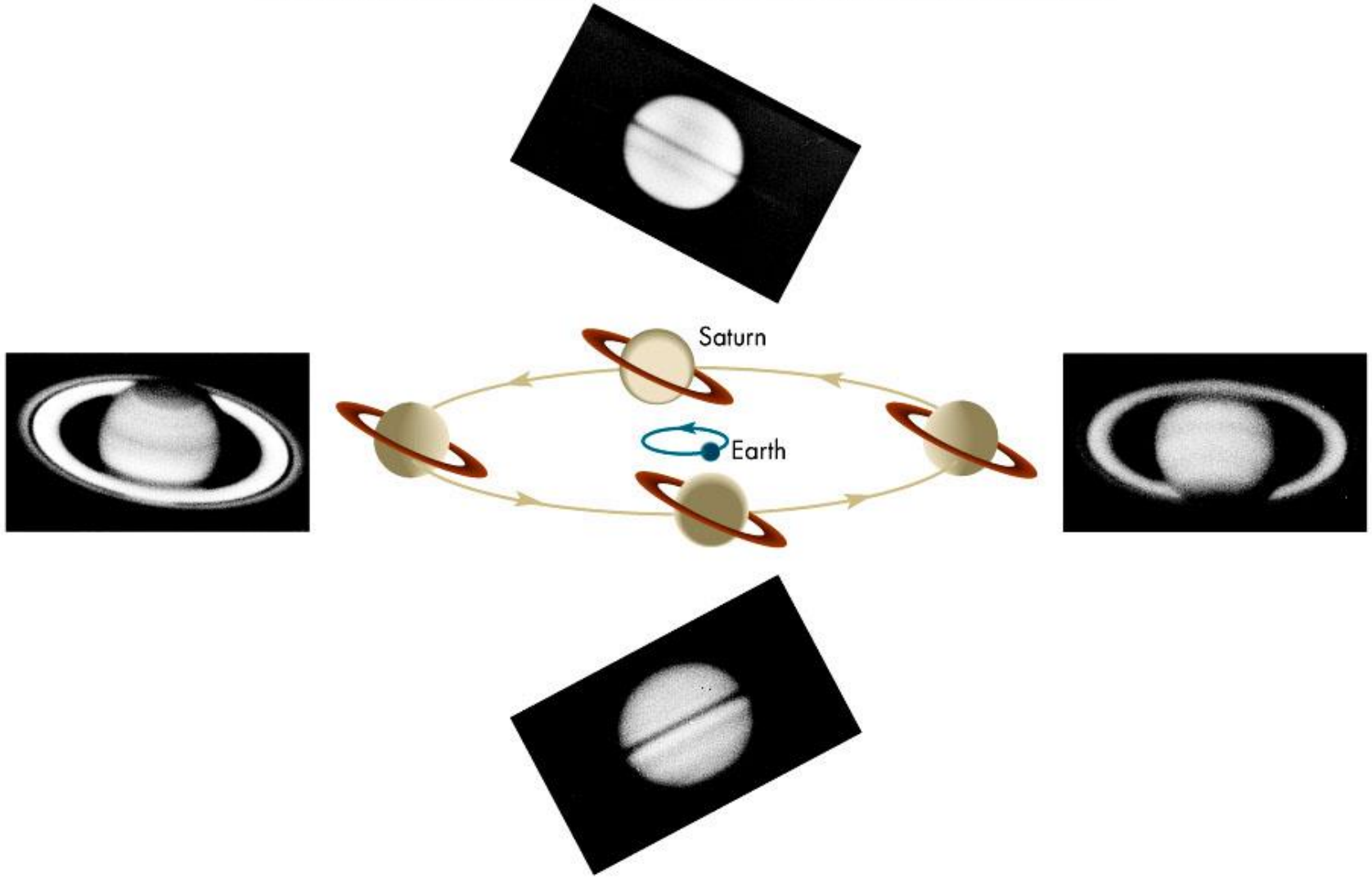
Credits: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute/Hampton University

Saturno žiedai

- Manoma, kad Saturno žiedai yra kometų, asteroidų ar sudužusių mėnulių gabaliukai, kurie suskilo prieš jiems pasiekiant planetą, suplėšyti galingos Saturno gravitacijos.
- Jie sudaryti iš milijardų mažų ledo ir uolienų gabaliukų, padengtų kita medžiaga, pavyzdžiui, dulkėmis.
- Žiedo dalelės būna nuo mažų, dulkių dydžio ledinių grūdelių iki didelių gabalų kaip namas. Kelios dalelės yra tokios didelės kaip kalnai.
- Žiedai atrodytų balti, žvelgiant į juos iš Saturno debesų viršūnių, ir įdomu tai, kad kiekvienas žiedas aplink planetą skrieja skirtingu greičiu.
- Saturno žiedų sistema tęsiasi iki 282 000 km nuo planetos, aukštis – apie 10 m.
- Žiedai pavadinti abėcėlės tvarka pagal jų aptikimo eilę, yra gana arti vienas kito, išskyrus 4700 km pločio tarpelį, vadinamą Cassini plyšiu, skiriančiu žiedus A ir B. Pagrindiniai žiedai yra A, B ir C. D, E, F ir G žiedai yra ne tokie ryškūs ir neseniai aptikti.
- Pradedant nuo Saturno ir judant į išorę, yra D žiedas, C žiedas, B žiedas, Cassini plyšys, A žiedas, F žiedas, G žiedas ir galiausiai E žiedas. Kur kas toliau mėnulio Febės orbitoje yra labai silpnas Febės žiedas.

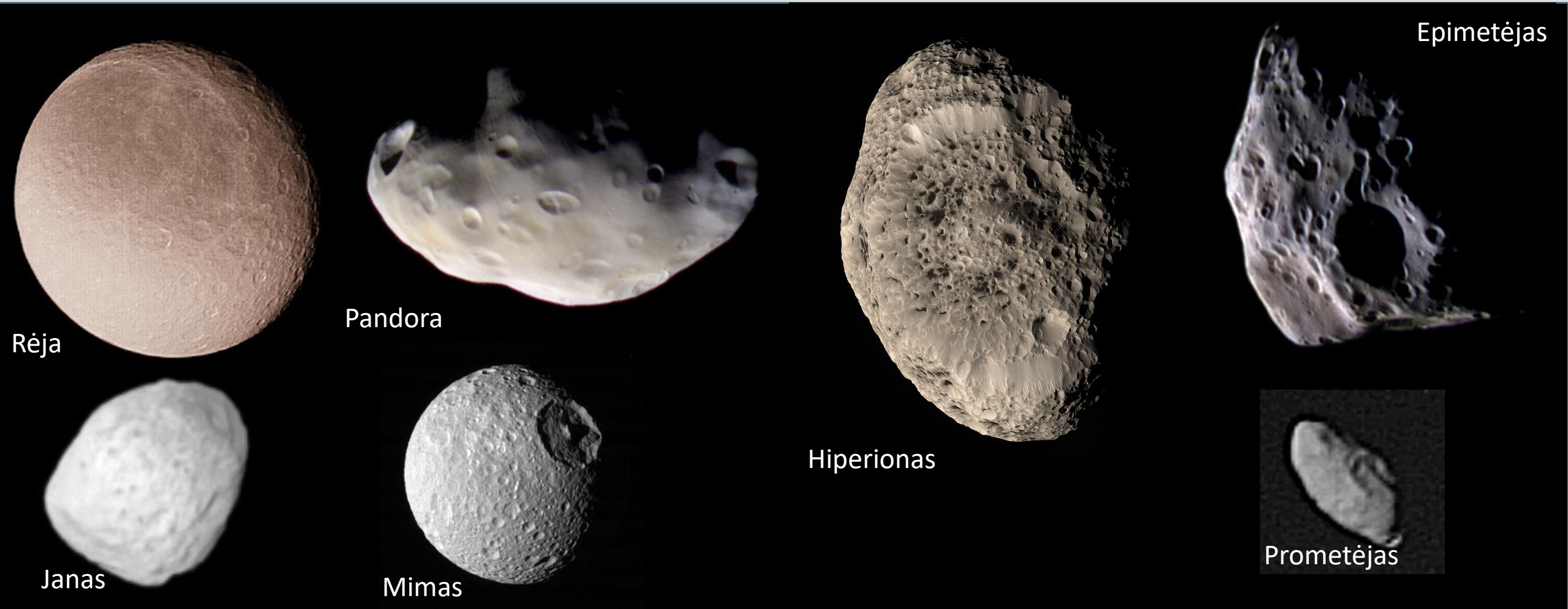


Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

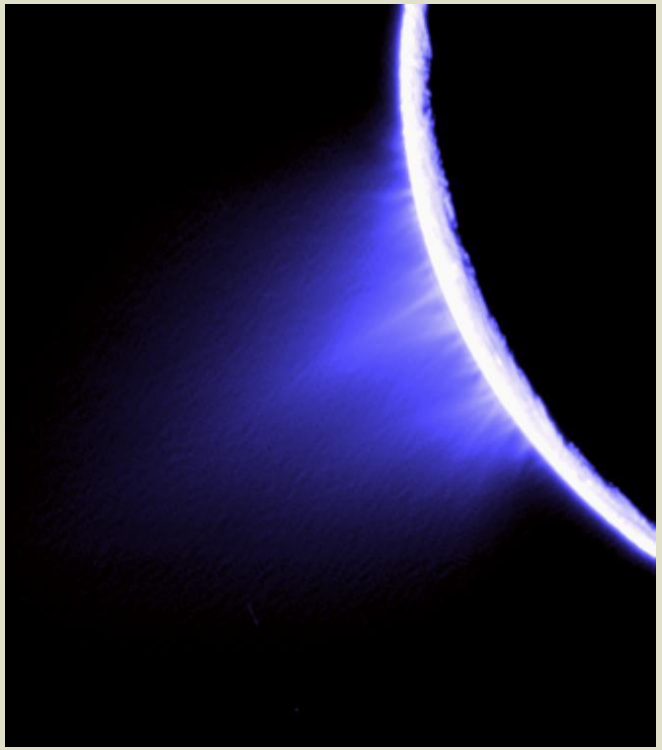


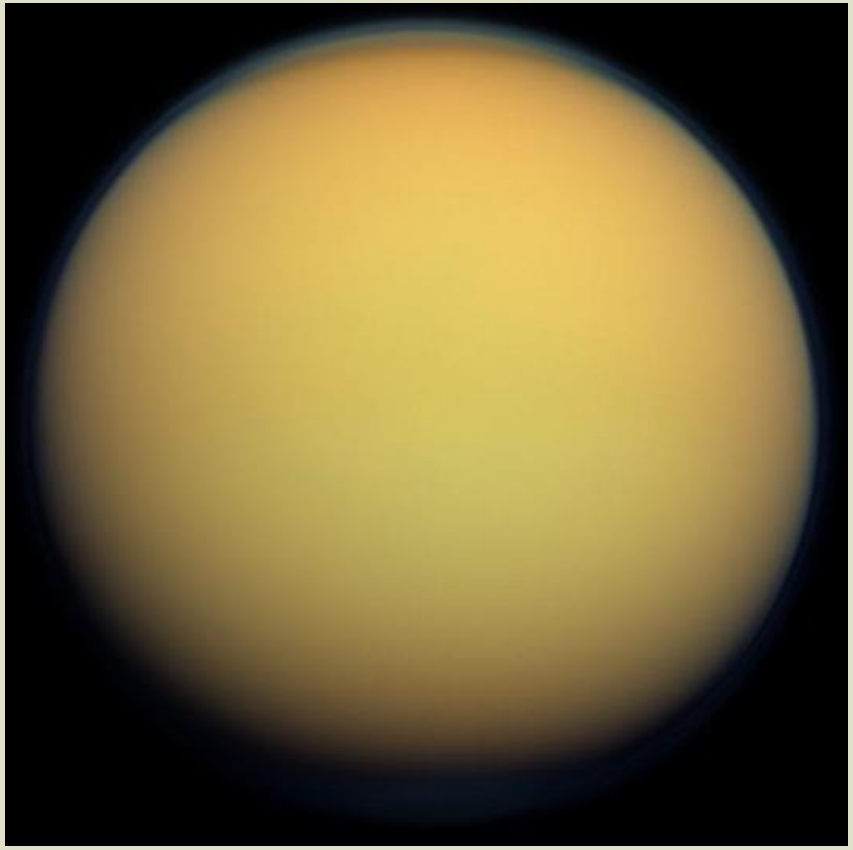
Saturno palydovai

- Didieji mėnuliai yra sferiniai, kiti – netaisyklingos formos, pvz. saldžiosios bulvės (Prometėjas), įprastos bulvės (Pandora), kotleto (Janas) ir net kempinės (Hiperionas).
- Kai kurie yra neryškios, netaisyklingos formos ir struktūros, kaip nešvaraus ledo luitas Epimetėjas.

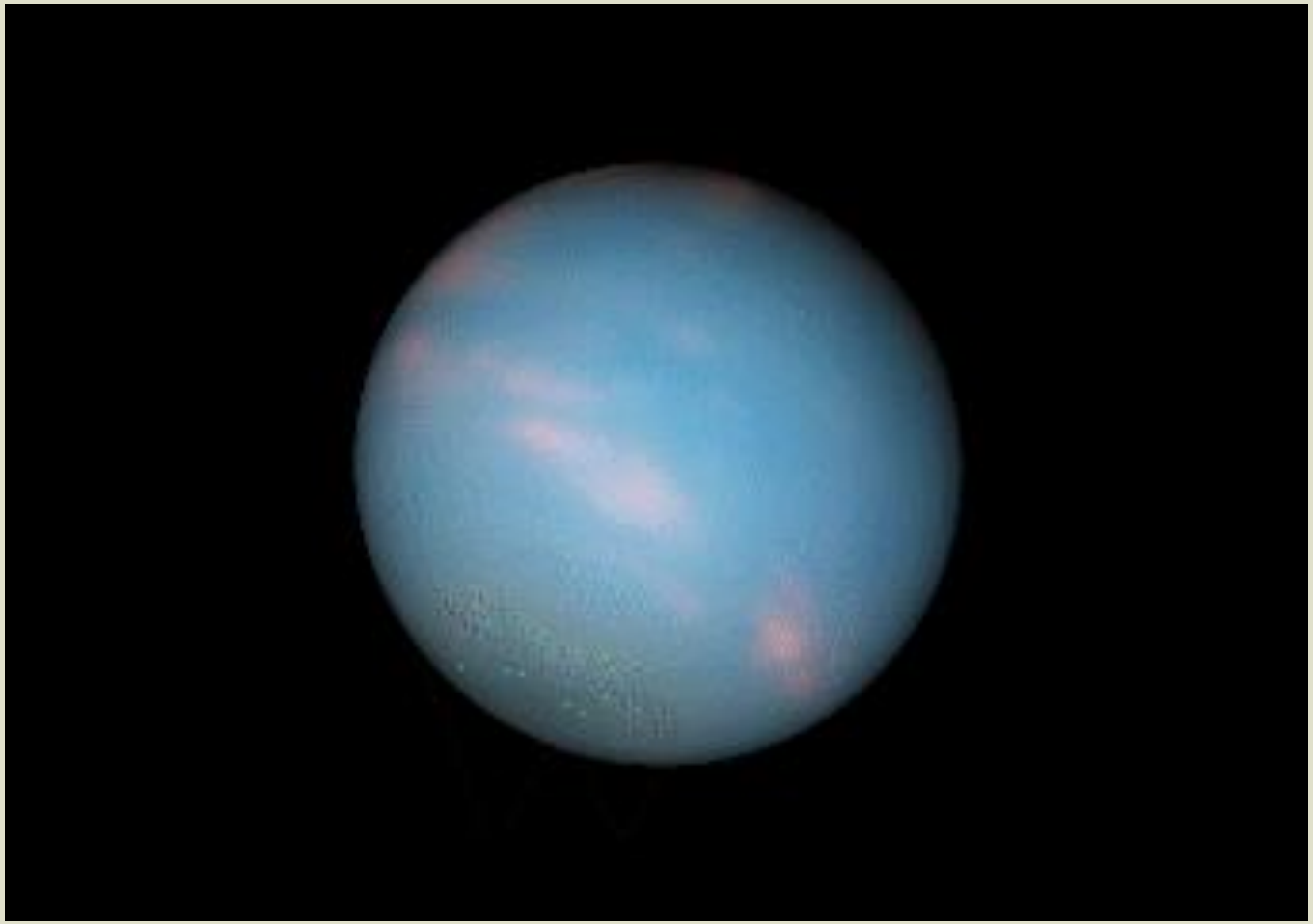


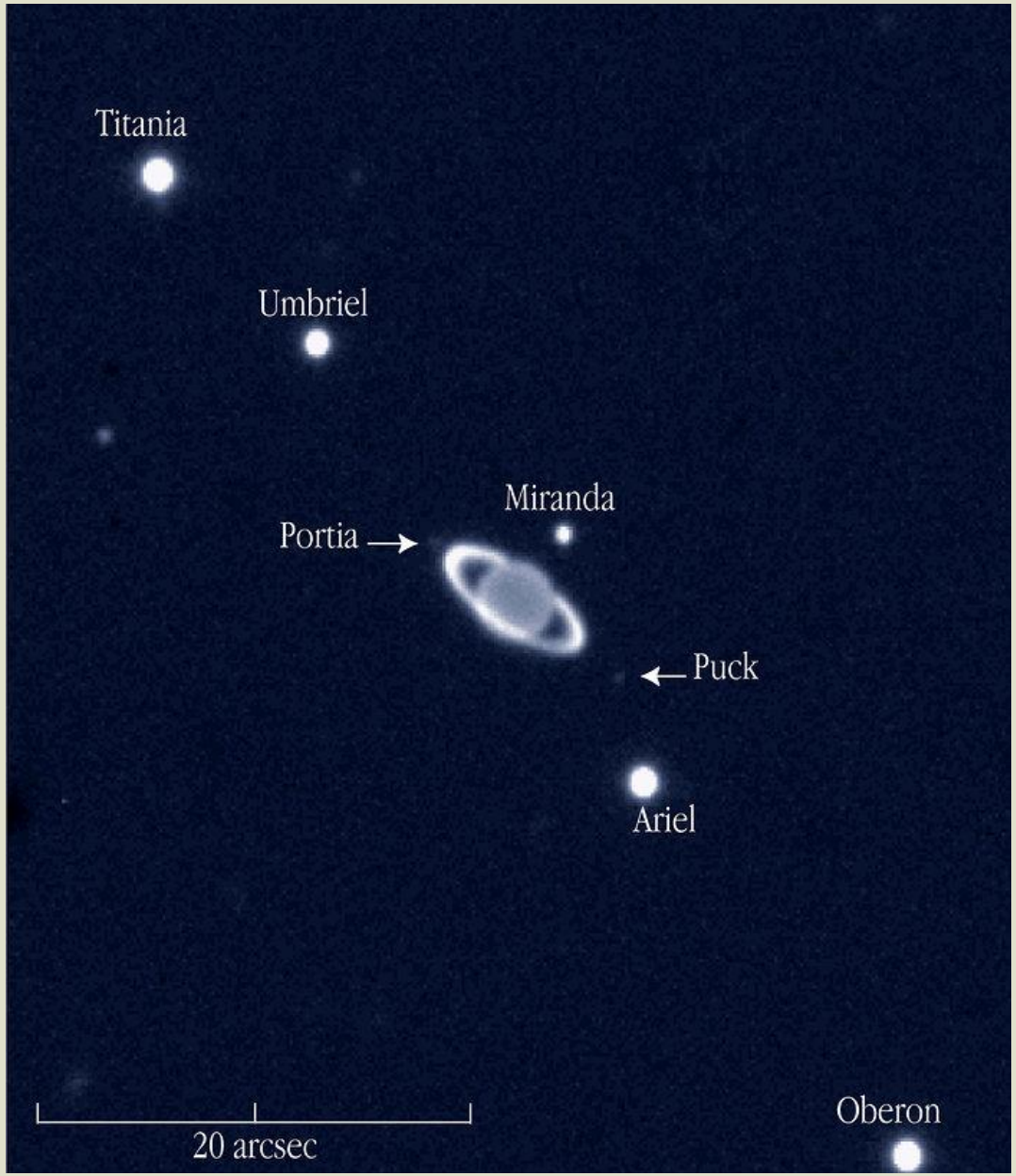
Saturno palydovai – Enceladas ir Titanas





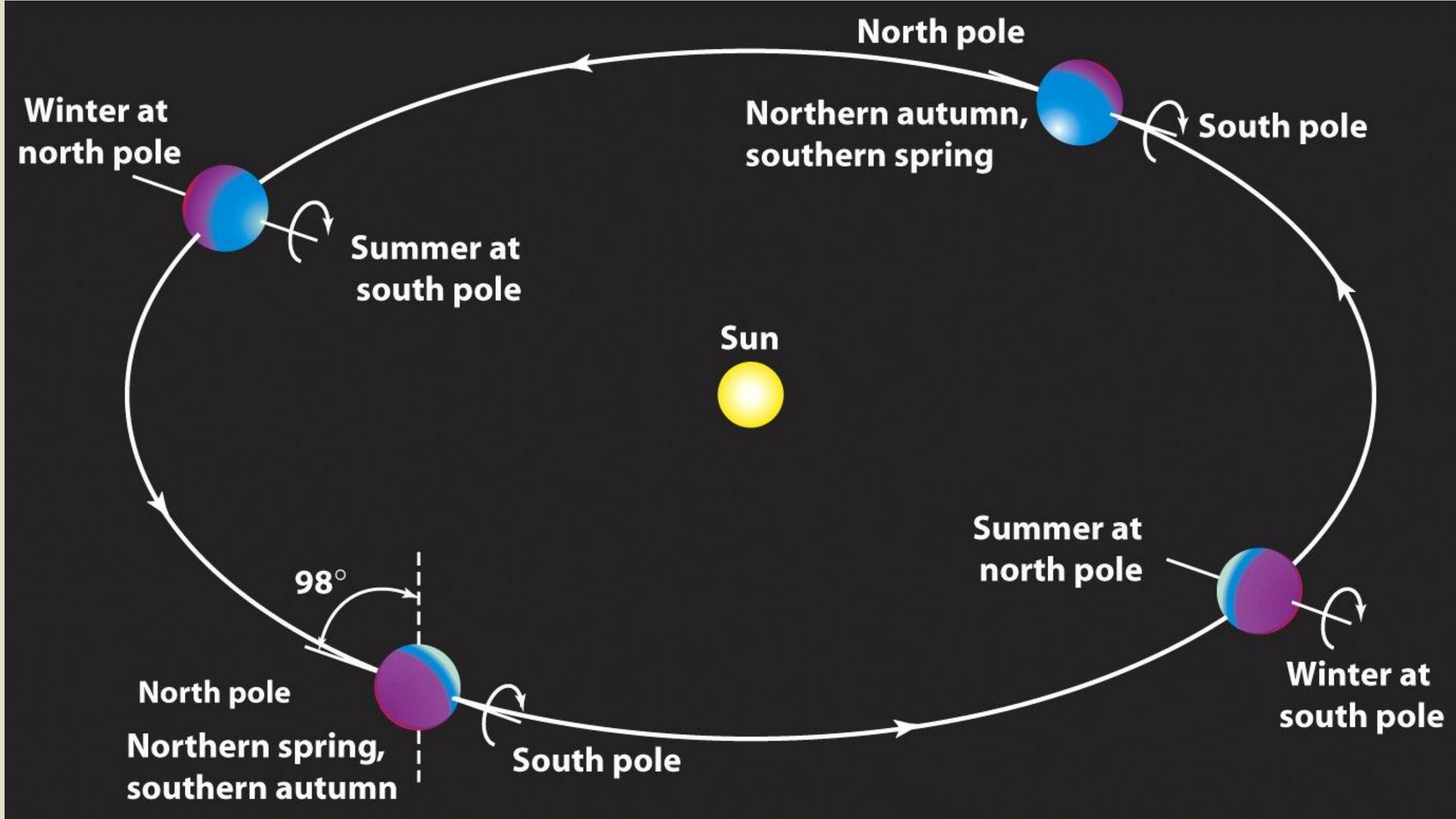
Uranas




Titania
Umbriel
Miranda
Portia
Puck
Ariel
Oberon
20 arcsec

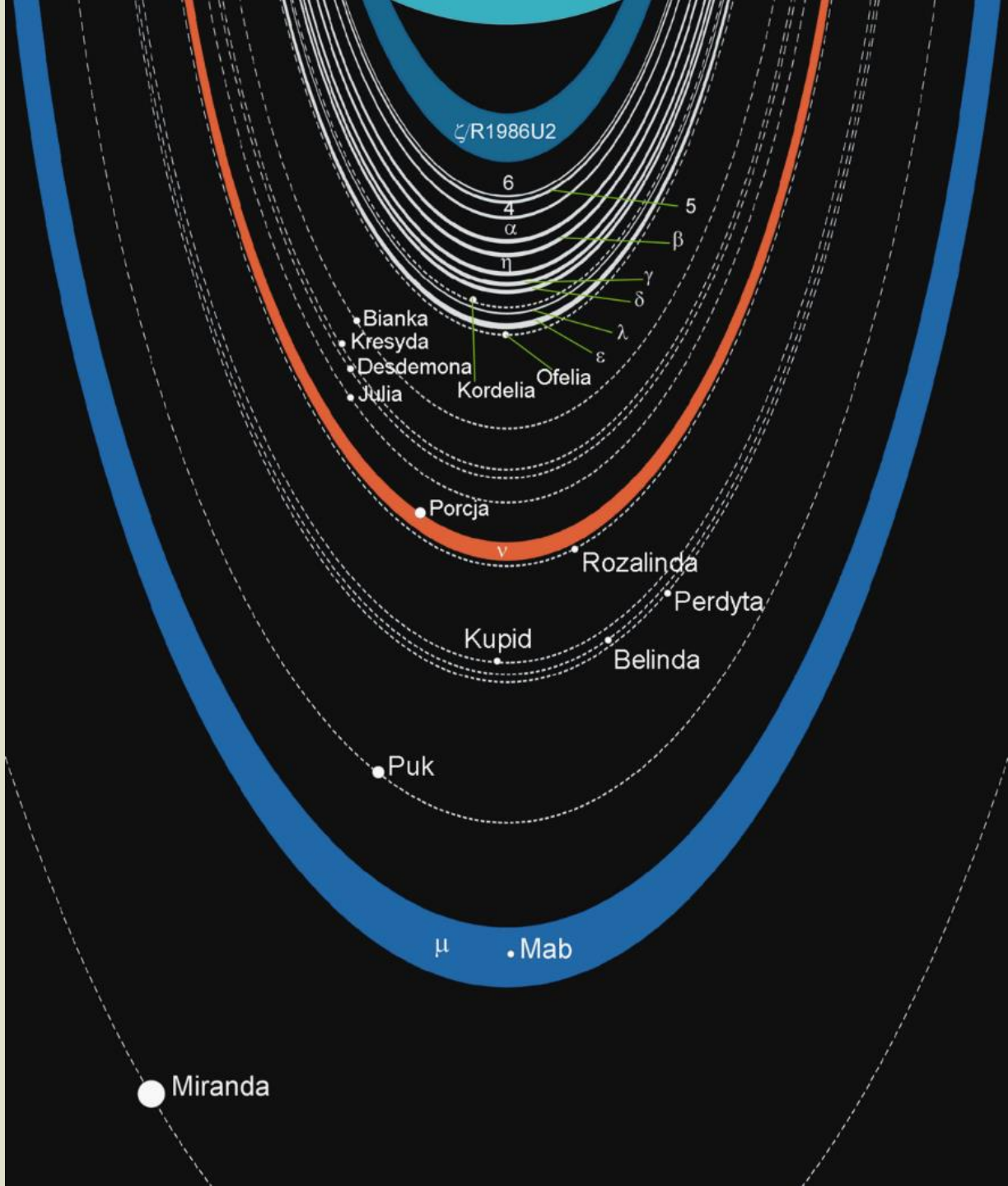
Uranas

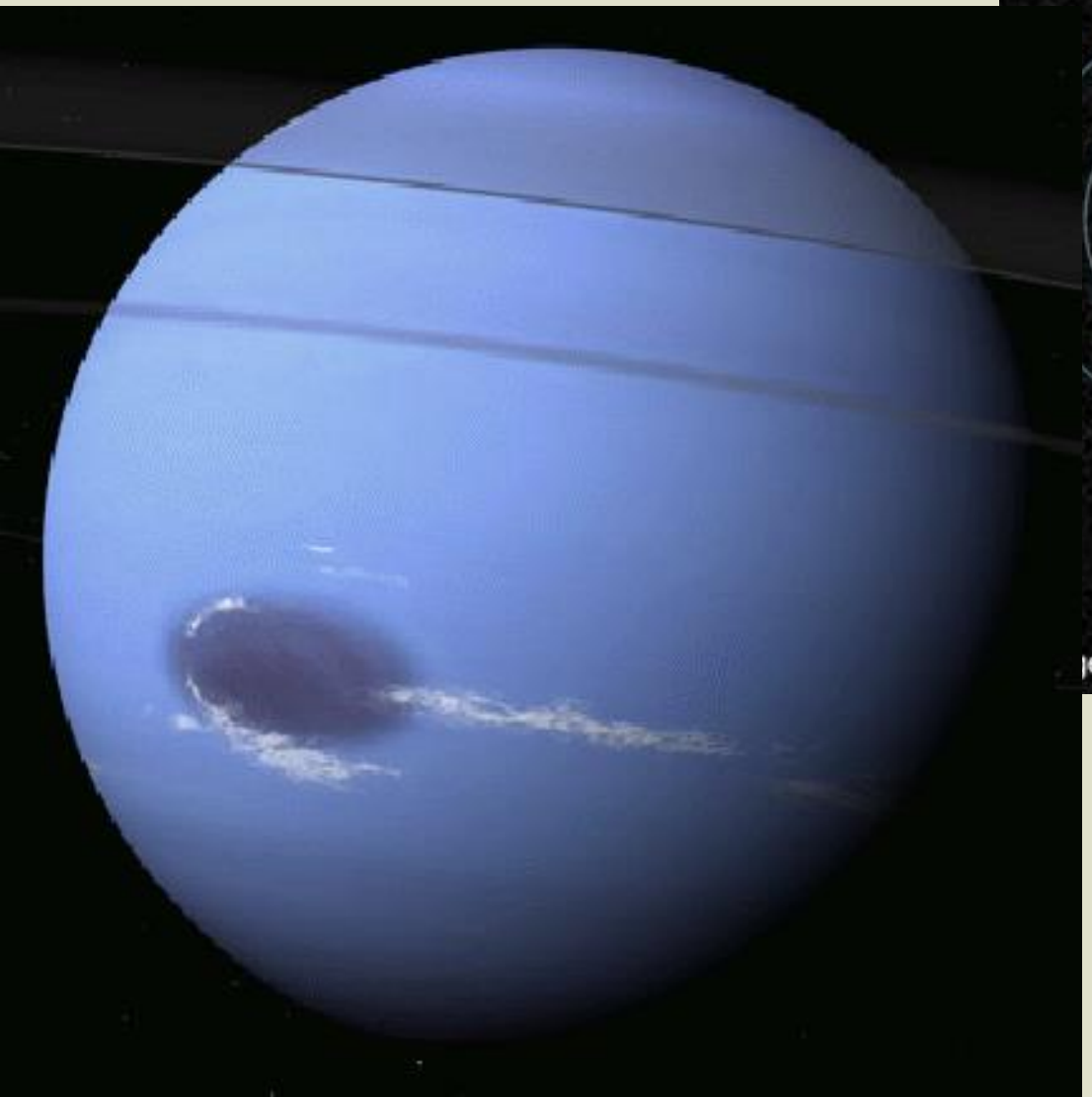
- Supa 13 silpnų žiedų ir 27 maži mėnuliai.
- Pirmasis teleskopo pagalba planetą surado Williamas Herschelis 1781 m.
- Unikalus pakrypimas sukelia pačius ekstremaliausius sezonus Saulės sistemoje. Beveik ketvirtadalį kiekvienų Urano metų Saulė šviečia tiesiai virš kiekvieno poliaus, kitą planetos pusę paskandindama 21 metų tamsioje žiemoje.
- Dėl Urano planetos atmosferos, kurioje minimali temperatūra yra –224,2 °C, kai kuriose vietose jis tampa dar šaltesnis nei Neptūnas.
- Melsvai žalios spalvos dėl atmosferoje esančių metano dujų. Saulės šviesa praeina per atmosferą ir atsispindi nuo debesų. Metano dujos sugeria raudonąją spektro dalį, ir matoma melsvai žalia spalva.
- Turi neįprastą, netaisyklingos formos magnetosferą. Magnetiniai laukai paprastai sutampa su planetos sukimu, tačiau Urano magnetinis laukas apvirsta: magnetinė ašis yra nukrypusi beveik 60 laipsnių nuo planetos sukimosi ašies, o nuo planetos centro nutolusi per trečdalį spindulio.

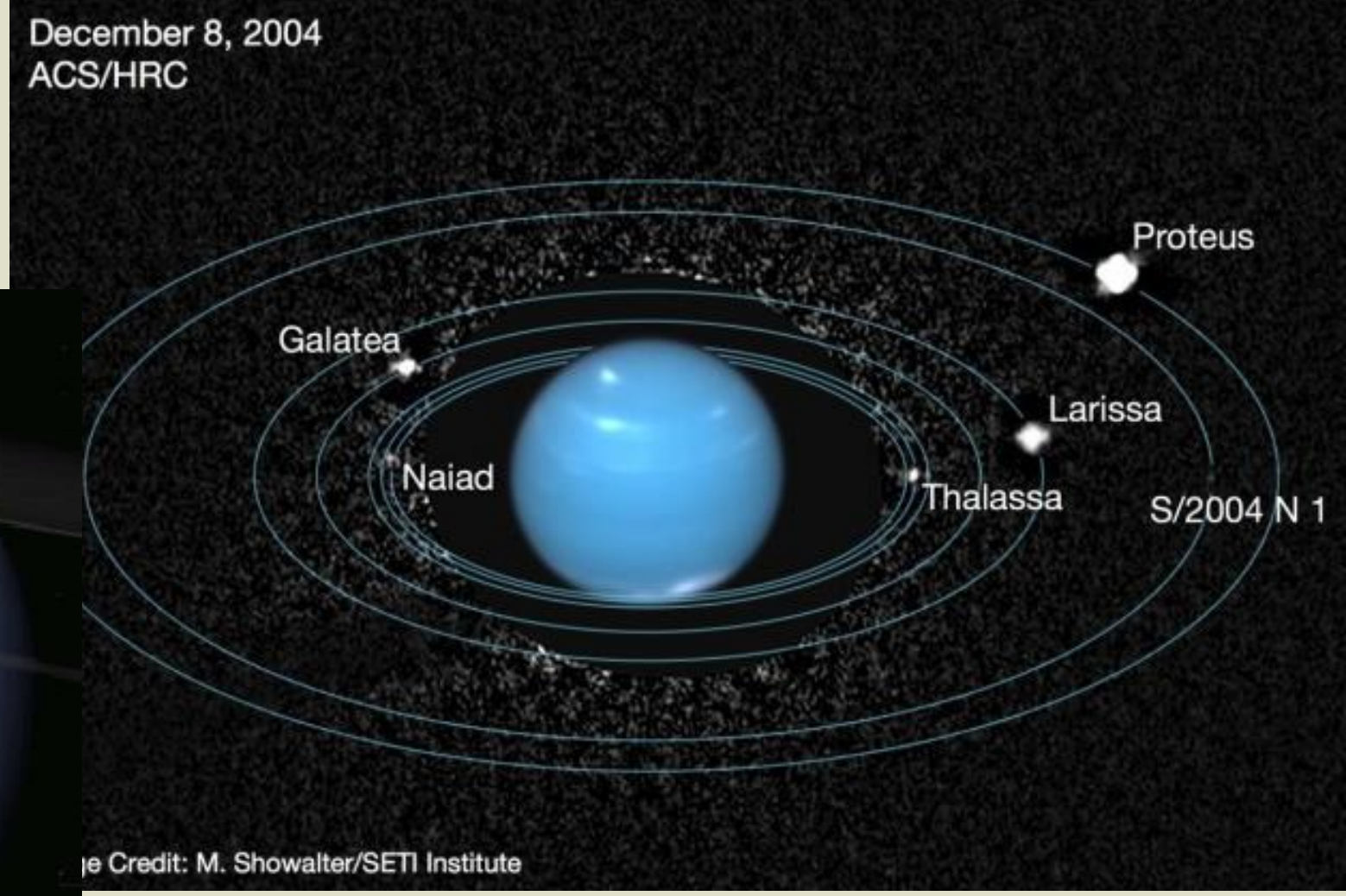

North pole
Northern autumn,
southern spring
South pole
Winter at
north pole
Summer at
south pole
Sun
Summer at
north pole
Winter at
south pole
98°
North pole
Northern spring,
southern autumn
South pole

Uranas

- Urano mėnuliai yra išskirtiniai tuo, kad yra pavadinti personažais iš Viljamo Šekspyro ir Aleksandro Pope kūrinių.
- Visi vidiniai mėnuliai yra maždaug pusiau vandens ledo ir pusiau uoliniai. Išorinių mėnulių sudėtis išlieka nežinoma, tačiau greičiausiai jie yra užgrobti asteroidai.
- Tarp Kordelijos, Ofelijos ir Mirandos yra aštuonių mažų palydovų grupė, nepanaši į jokią kitą planetinių mėnulių sistemą. Šis regionas yra toks perpildytas, kad astronomai dar nesupranta, kaip mažiesiems mėnuliams pavyko išvengti susidūrimo. Mokslininkai mano, kad toje srityje gali būti dar daugiau mėnulių.






December 8, 2004
ACS/HRC
Proteus
Galatea
Larissa
Naiad
Thalassa
S/2004 N 1
ge Credit: M. Showalter/SETI Institute

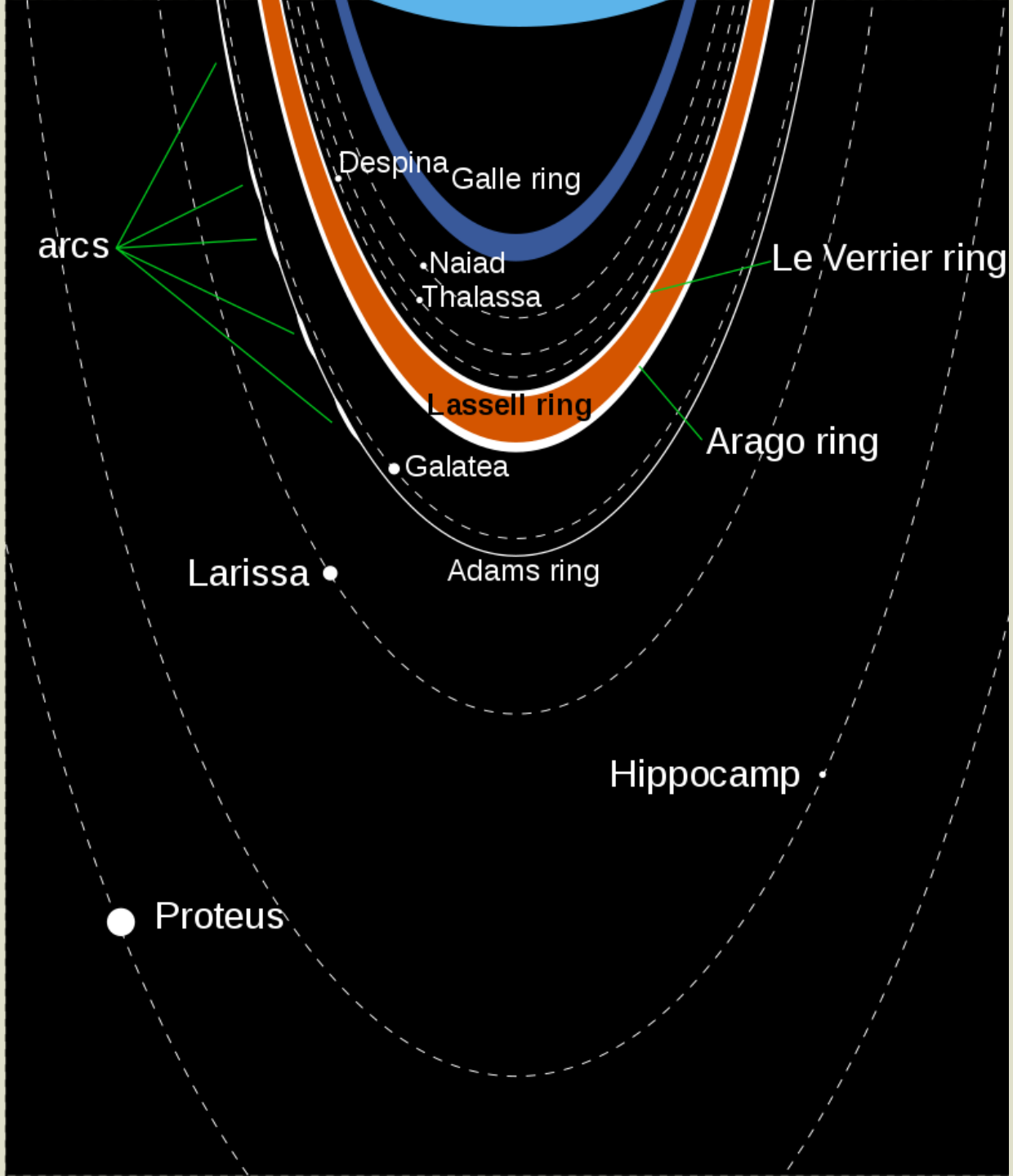
Neptūnas

Neptūnas

- Neptūnas buvo pirmoji planeta, pirmiausia rasta atliekant matematinius skaičiavimus. Remdamasis Urbaino Le Verrierio prognozėmis, Johanas Galle 1846 m. atrado planetą.
- 2011 m. Neptūnas baigė savo pirmąją 165 metų orbitą nuo jo atradimo.
- Neptūnas yra ryškesnis už Uraną, todėl turi būti nežinomas atmosferos komponentas, sukeliantis intensyvesnę spalvą.
- Tai labiausiai vėjuota planeta. Nepaisant didelio atstumo ir mažai energijos, gaunamos iš Saulės, Neptūno vėjai gali būti tris kartus stipresni nei Jupiterio ir devynis kartus stipresni nei Žemės – daugiau kaip 2000 km/h greičiu.

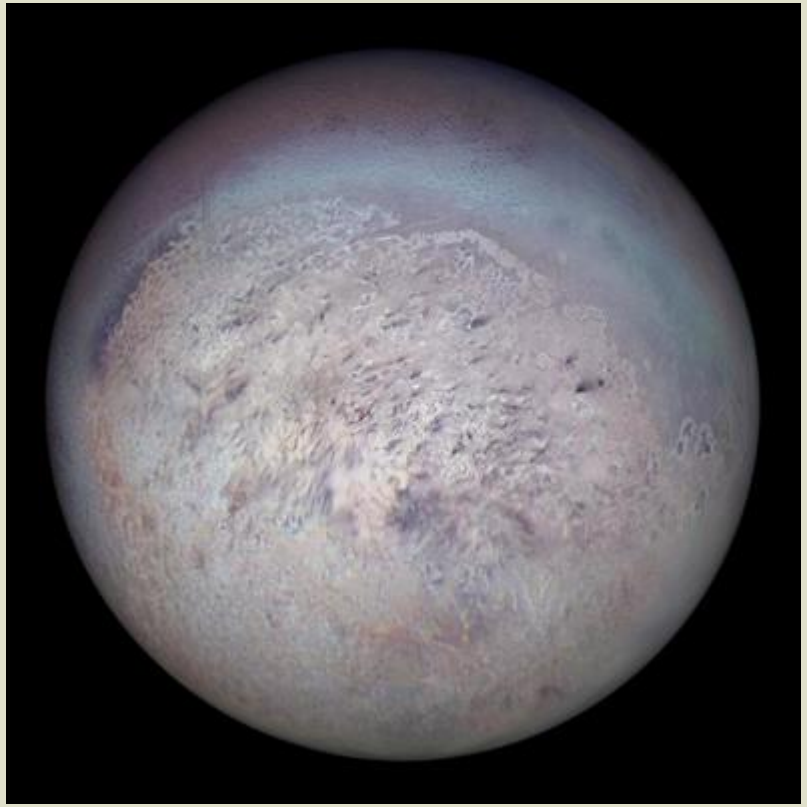
Neptūnas

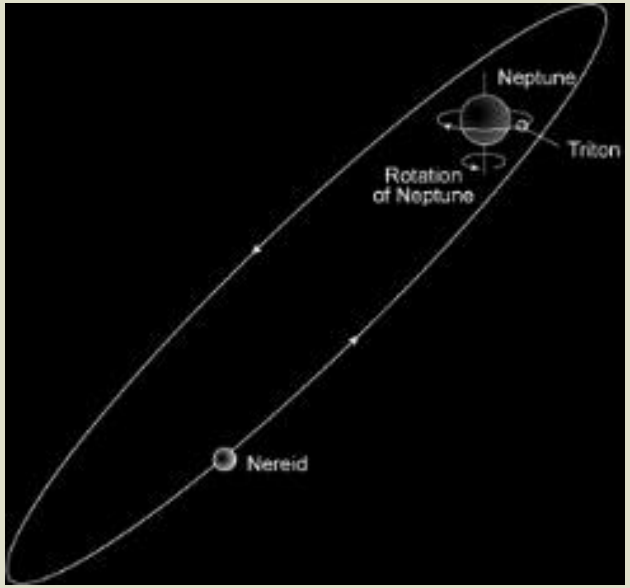
- Neptūnas turi penkis žinomus žiedus. Pradedant nuo planetos ir judant į išorę, jie vadinami Galė, Leverje, Laselis, Arago ir Adamsas.
- Manoma, kad žiedai yra palyginti jauni ir trumpalaikiai.
- Neptūno žiedai taip pat turi savotiškų dulkių gumulėlių, vadinamų arkomis. Keturios didžiausios arkos tolimiausiame Adamso žiede, pavadintos Liberté (laisvė), Egalité (lygybė), Fraternité (brolija) ir Courage (drąsa).
- Arkos yra keisti dariniai tuo, kad pagal judėjimo dėsnius dalelės turėtų išsisklaidyti o ne likti sukibusios. Dabar mokslininkai mano, kad Galatėja mėnulio, esančio šalia žiedo, gravitacinis poveikis stabilizuoja šias arkas.



Neptūno palydovai

- Dalis Tritono paviršiaus primena kantalupos odelę. Ledo ugnikalniai spjaudosi skysto azoto, metano ir dulkių mišinio srautais, kurie akimirksniu užšąla ir nusėda ant paviršiaus.
- Tritono ledinis paviršius atspindi tiek daug Saulės šviesos, kad jis yra vienas iš šalčiausių Saulės sistemos objektų, maždaug –240°C.
- Manoma, kad dėl Tritono gravitacinio poveikio Nereidė įgavo labiausiai ekscentrišką orbitą nei bet kuris kitas žinomas mėnulis – jos atstumas nuo Neptūno afelyje ir perihelyje skiriasi beveik septynis kartus.





Planetų rikiuotė virš Stounhenžo 2002 m. gegužės 4 d. Credit & Copyright: Philip Perkins

Dėkoju už dėmesį!

Gal turite klausimų?