

MERCURIUS

Baan: grootste excentriciteit; de afstand tot de zon schommelt tussen de 46 en 70 miljoen km.

Precessie van het perihelium > periheliumverschuiving. Voor 92,5% veroorzaakt door de zwaartekracht van andere planeten. De resterende 7,5% wordt verklaard door de relativiteitstheorie. Door de massa van de zon wordt de ruimtetijd gekromd en daardoor krijgt de elliptische baan van M. een extra afwijking (ongelijke stralen van de cirkel).

Temperatuur: door de trage rotatie (58 aardse dagen) gecombineerd met een periode van 88 aardse dagen duurt één dag op M. 176 aardse dagen. Dat betekent een zeer langdurig verlichte dag en een lange nacht. Vandaar grote temperatuurverschillen: -170°C . tot 427°C .

M. is door afkoeling gekrompen, gevolg: opschuivingsbreuken. In 2011 kwam de Messenger in een baan om M. en vond bewijs van grote hoeveelheden ijs. Het water is wrsch. door kometen op M. terecht gekomen.

VENUS

Avondster of morgenster. Zichtbaar van een half uur tot 4 uur na zonsondergang of vóór zonsopkomst.

Dichtste atmosfeer: 96% CO_2 , dikke laag wolken van zwavelzuur. Luchtdruk: 92 bar, temp. 460°C . Het bovenste wolkendek draait ook in retrograde beweging sneller om de planeet (4 dagen) dan Venus zelf draait met een snelheid tot 360 km/u. De oorzaak wordt door Japanse onderzoekers gezocht in de atmosferische getijdegolf die ontstaat doordat de ene helft van de planeet verwarmd wordt en de andere helft niet.

Grootschalige vulkanische uitbarstingen met uitgestroomde lava die wrsch. de inslagkraters heeft bedekt; dichte atmosfeer en wolkendek zullen de meteorieten grotendeels hebben vernietigd.

Gedurende 243 aardse dagen een langzame retrograde rotatie; de zon komt dus in het westen op. Door getijdekrachten prograde rotatie afgeremd? En zelfs omgekeerd? Of grote meteorietinslag?

AARDE/MAAN

Ontstaan van de maan door botsing met Theia, protoplaneet ter grootte van Mars. Het losgeslagen puin vormde door accretie de maan + een uit het lood

geslagen aardas. Maar de isotopen van titanium en zuurstof die in maanstenen worden aangetroffen zijn gelijk aan die van de aarde. Waar is Theia?

Bij nadere bestudering van de maanstenen blijken niet alle isotopen gelijk te zijn aan die van de aarde, met name die in de diepere lagen van de maan zijn aangetroffen. Is daarmee de theorie van Theia gered?

Een variant van deze theorie: door de hitte zouden Theia en de aarde gesmolten zijn, waarbij Theia geheel met de aarde zou zijn versmolten. Vervolgens zou door de kinetische energie een dik brok vloeibare lava weggeslingerd zijn. Dit zou een gigantische druppel hebben opgeleverd die langzamerhand stelde tot de maan.

Er zijn andere theorieën, o.a. de synestia-theorie.

Dezelfde protoplaneet botste met de protoplaneet aarde. Door de enorme energie die vrij kwam, verdampten beide planeten tot een grote gasvormige wolk. In de vorm van een do-nut, een dikke schijf die naar het midden toe dunner wordt. De wolk koelt af en in het midden ontstaat uit gestolde stukken de maan en later ontstaat uit de rest de aarde. Vandaar dat de aarde en de maan dezelfde samenstelling hebben.

Temperatuur in de kern: 1400 C.

De baan van de maan is elliptisch. Apogeum is 405000 km. En het perigeum is 363000 km. De afstand van de maan tot de aarde neemt jaarlijks toe met 3,8 cm.

De wisselende afstanden van de maan tot de aarde moet resulteren in wisselende hoogte van de getijden. Het effect is echter gering, nooit vastgesteld.

In het verleden draaide de maan sneller om haar as, maar door de zwaartekracht van de aarde draait ze t.o.v. de aarde niet meer om haar as. Nu rotatie=omwenteling.

MARS

Mars lijkt op de aarde: ongeveer dezelfde rotatieperiode en wisselende seizoenen dankzij een schuine stand van de as van 25° . Periode van 687 aardse dagen.

Veel waterijs aangetroffen op de polen, 2 à 3 km. dik + CO₂ droogijs. Onder een dikke laag permafrost ligt wrsch. een flinke hoeveelheid grondwater. Mogelijk is er bij een vulkaanuitbarsting veel water aan het oppervlak gekomen, vandaar de stroomgeulen en golfribbels. Normaal zal het water verdampen of bevriezen.

Geen leven mogelijk: doordat de ijle atmosfeer geen bescherming tegen schadelijke straling en grote temperatuurverschillen (-140° C tot 20 C). Gemiddeld -61 C. mede een gevolg van de ijle atmosfeer (0,6% van de aardse luchtdruk).

Oppervlak van Mars

De bodem bestaat voornamelijk uit basalt, de rossige kleur door ijzeroxide (hematiet).

Veel inslagkraters. Grootste inslagbekken, één van de grootste van het zonnestelsel, omringd door een 2 km. hoge bergrug, heeft een diameter van 2300 km. en is 8 km. diep.

De hoogste vulkaan van het zonnestelsel is Olympus Mons (uitgedoofd), 25 km. hoog t.o.v. de omringende vlakte. Basis 549 km. breed, krater 80 km. breed.

Oorzaken: 1. Mars is meer vulkanisch dan de aarde. 2. De vulkaan blijft boven de hotspot liggen. 3. Minder zwaartekracht, dus de vulkaan kan zich beter in de hoogte uitbreiden.

In de buurt ligt een enorme canyon: 4000 km. lang, maximaal 250 km. breed en 7 km. diep.

JUPITER

Volume van Jupiter is 1321 x aarde. Massa 318 x aarde. Massa Jupiter is 0,1% van die van de zon.

Sterkste magnetische veld van alle planeten, 14 x dat van de aarde, wordt veroorzaakt door de metallische waterstof in de mantel.

Samenstelling

De kern, met een diameter van 14000 km., bestaat uit een mengsel van ! (8%) en ijzer (90%) en uit gesteente. Temperatuur 25000 K ? 36000 K ?

Dan de binnenmantel van vloeibare metallische waterstof dankzij zeer hoge druk en temperatuur (10000 C). De buitenmantel bevat een laag waterstof dat

zowel vloeibaar als gasvormig is. De gasvormige buitenlaag gaat over in de atmosfeer. De mantel is 40000 km. dik.

Metallisch waterstof

Vloeibare waterstof onder zeer hoge druk (3 miljoen atmosfeer) die de eigenschappen van een metaal krijgt: het overgrote deel van de elektronen is niet meer aan de atoomkern gebonden en verplaatsen zich vrij door het materiaal en dat wordt daarmee een goede geleider van de elektr. Stroom

Jupiter zendt 2x zoveel energie uit als het absorbeert. Deze energie komt voort uit de kern of Jupiter wordt langzaam compacter en daarbij komt energie/warmte vrij uit de gravitatiekracht.

Atmosfeer

Ongeveer 5000 km. dik, bestaat uit waterstof (90%) en helium (10%) en een heel klein beetje methaan, ammoniak en water + sporen van andere elementen. Gemidd. temperatuur -108 C. Vele stormen. Grote Rode Vlek, 3x aarde, al in 1665 waargenomen. Anticyclon. Snelheid 430 km. p. u. De stormen worden aangedreven door de interne hitte en ze ontmoeten geen obstakels.

Wolkenbanden. Lichtere banden (zones) en donkere (gordels). De lichtere banden zijn dichte wolken van ammoniak ijs. In gordels zijn de banden dunner en bevinden zich op een lagere hoogte > donkerder. De wolkenbanden worden begrensd door jets. Overgang zones naar gordels: naar het oosten waaierende bereiken snelheden van 360 km. p.u.

Ringen

Jupiter bezit ringen van stof-en ijsdeeltjes. De binnenste ring is wrsch. ontstaan uit losgeraakt materiaal van een paar manen na inslagen door meteorieten.

Verkenningen De ruimtesonde Galileo heeft ruim 14000 foto's gemaakt in 8 jaar tijd van 1995 tot 2003. In 2000 passeerde de Cassini-Huygens sonde Jupiter en maakte daarbij foto's van een veel hogere resolutie.

Manen

In 1610 ontdekte Galilei de vier grootste manen : Io, Europa, Ganymedes en Callisto. Tot nog toe zijn er 92 manen ontdekt.

Maan IO

De binnenste maan van Jupiter. Vulkanisch het actiefste in het zonnestelsel, de heetste plek op de zon en Venus na in het zonnestelsel. De vulkanen spuwen zwavel, mogelijk ook zwaveldioxide uit.

Loki Patera produceert van alle vulkanen in het zonnestelsel de meeste warmte en is energierijker dan de som van alle vulkanen op aarde. De caldera meet meer dan 10000 vierkante km. De vulkaanpluimen kunnen meer dan 300 km. boven het oppervlak uitrijzen. De energie wordt wrsch. geleverd door de getijdewerking tussen Io, Jupiter, Europa en Ganymedes. Daardoor wiebelt Io, haar oppervlak wordt afwisselend verbogen, dus wrijving en warmte.

Io heeft een ijzeren kern en een mantel van gesmolten rots van silicaten. Het oppervlak toont behalve vulkanen ook niet vulkanische bergen en meren van gesmolten zwavel en stroperige vloeistofstromen. Zwavelverbindingen kunnen vele kleuren hebben, vandaar het kleurrijke uiterlijk van Io.

Dunne atmosfeer van zwaveldioxide. Temperatuur oppervlak -130 C.

EUROPA

Kleinste maan van de vier, iets kleiner dan onze maan.

IJle atmosfeer van zuurstof, door de ontleding van waterijs door de UV straling van de zon. Oppervlak bestaat uit ijs. Dikte 1 à 30 km. Onder het ijs vermoedt men een vloeibare oceaan van water met een diepte van mogelijk 100 km. met daaronder silicaat gesteente en een kern van ijzer. Het oppervlak vertoont lijnen/donkere strepen. Deze barsten kunnen zijn ontstaan door ijsvulkanisme + getijdekrachten van Jupiter.

Omlooptijd en rotatietijd allebei 3,5 aardse dag. Temperatuur -160 C. en -220 C. aan de polen. Heel misschien is er leven mogelijk.

GANYMEDES

Grootste maan van Jupiter en van het zonnestelsel. Groter dan Mercurius. IJle atmosfeer van zuurstof (uit waterijs door UV straling van de zon of door botsing met geladen deeltjes van Jupiter).

Samenstelling: kleine gesmolten ijzeren of ijzer/zwavelkern omgeven door een mantel van silicaat gesteente met een ijskorst er omheen. Veel kraters. Er is een enorme ring op het oppervlak, mogelijk door een botsing met een 150 km. grote planetoïde. De groeven op Ganymedes zijn wrsch. te herleiden tot ringen rondom die enorme krater. Omvang: 7800 km.

SATURNUS

Gasreus, massa: 95 x de aarde, rotatietijd: 10,5 uur, periode: 29,5 jaar, temperatuur atmosfeer: -133 C.

Samenstelling: in het centrum bevindt zich een rotsachtige kern (temp. 12000 K), daar omheen een mantel van vloeibare metall. waterstof, gevolgd door een laag moleculaire waterstof, geleidelijk overgaand in gasvormige toestand die zich uitstrekt tot de atmosfeer (96% waterstof, 3% helium en een beetje methaan, waterdamp, ammoniak e.a.). In de bovenlagen van de atmosfeer waaien harde stormen met snelheden tot 1800 km.p.u.

Saturnus straalt meer energie uit dan hij van de zon ontvangt.

Als gevolg van zijn snelle rotatie (10 uur 14 min. aan de evenaar, 10 uur 41 min. op hogere breedtegraden) is Saturnus naar de polen toe behoorlijk afgeplat.

Ringen

Alle gasplaneten vertonen een systeem van ringen. Christiaan Huygens zag als eerste dat het ringen waren. Het stelsel bestaat uit talloze minieme afzonderlijke ringen met smalle afscheidingen daartussen. Gemiddeld 20 meter dik en bestaan uit ijs- en meteorietstofdeeltjes, ook rotsblokken. Ze zien eruit als grote, ronde platen. Als het vlak van deze "platen" 2x per Saturnusjaar (30 aardse jaren) in de lijn naar de aarde komt te liggen zijn de 20 m. dikke ringen niet meer te zien, dus elke 15 jaar.

Manen

Er zijn 82 manen en maantjes bekend. De grootste is Titan. In 2019 ontdekte men 20 manen, 17 met een retrograde baan om de planeet.

De Cassini-Huygens ruimtesonde was de laatste die Saturnus bezocht in 2004 en raasde op 18000 km. langs de planeet. Ook foto's van de maan Titan.

TITAN

Op één na de grootste maan van het zonnestelsel en groter dan Mercurius.

Rotatie en omlooptijd: 16 aardse dagen

De kern bestaat uit silicaten en metalen. Onder de ijskorst bevindt zich wrsch. een 200 km. diepe oceaan van vloeibaar water en ammoniak. Op grond van de rivieren, bevroren water en ammoniak bestaat (lage dichtheid).

Titan heeft als enige maan in ons zonnestelsel een zeer dichte atmosfeer, 900 km. dik, die een druk geeft van 1,5 x de luchtdruk op aarde. Net als bij Venus roteert de atmosfeer sneller rond dan de eigen rotatie. Snelheid van de wind tot 400 km.p.u. Door onweer en regen zijn er bij de polen meren van methaan en ethaan ontstaan. De atmosfeer bestaat grotendeels uit stikstof en een paar procent methaan + zeer kleine hoeveelheden andere gassen. De stikstof is afkomstig van ammoniak in het inwendige van Titan.

Op de aarde na heeft Titan de grootste meren van het zonnestelsel; het grootste meer is 110 km. lang en gevuld met methaan. Verder zijn er rivieren, cryolavastromen (wrsch. bestaande uit water en ammoniak), canyons, vulkanen, grote vlakten en bergketens. De motor achter het vulkanisme is mogelijk radioactief verval.

Het is er heel koud, gemiddeld -195 C. Daardoor zal er geen leven zijn op Titan.

De Amerikaans-Europese ruimtesonde Cassini-Huygens kwam in 2004 in een baan om Saturnus. Een kleinere sonde landde in 2005 op Titan.

Daarvoor bezochten Titan: Pioneer 11 (1979), Voyager 1 (1980), en Voyager 2 (1981).

URANUS

IJsreus, massa: 14,5 x aarde, rotatietijd: 17 uur, omlooptijd: 84 jaar, aantal manen: 27

Samenstelling

Kern: vermoedelijk nikkelijzer en gesteente, daar omheen een mantel van water, ammoniak en methaan; aan de buitenkant een laag vloeibare waterstof, helium en methaan, naar het oppervlak toe steeds meer gasvormig.

De atmosfeer bestaat uit waterstof (82,5%), helium (15,2%), methaan (2,3%); relatief veel methaan, vandaar de blauwe kleur.

In de hoge lagen van de atmosfeer komen stormen voor met een snelheid tot 720 km.p.u. Daardoor kunnen de bovenste lagen van de atmosfeer roteren in 14 uur (de planeet in 17 uur). Op de evenaar waaien de winden tegengesteld aan de draairichting van de planeet tot bijna 600 km.p.u.

Temperatuur: -205 C. de koudste planeet (minimum -224 C.). De warmte van de zon is te verwaarlozen.

Evenals Venus draait Uranus retrograde om zijn as, roteert met de klok mee.

Obliquiteit: de planeet is gekanteld t.o.v. zijn baanvlak (98 graden), zodat de polen (en de draaias) ongeveer in het baanvlak liggen. De noordpool bijv. richt zich 21 jaar tot de zon (een lange zomer dus) en een halve ronde verder geldt dit voor de zuidpool. Mogelijk is er een botsing geweest met een groot hemellichaam, wellicht ook een verklaring voor de manen en ringen. Bij de klap zou de kern van Uranus uiteen geslagen zijn, zodat de planeet een groot deel van zijn energie verloor. Daardoor is de planeet zo koud. De obliquiteit kan ook veroorzaakt zijn door de sterke zwaartekracht van de burens: Jupiter, Saturnus en Neptunus.

Uranus heeft 13 ringen, ingevangen puin en stofdeeltjes door botsingen van hemellichamen.

De enige ruimtesonde die Uranus bezocht was de Voyager 2 in 1986.

Alle manen zijn bedekt met een dikke laag ijs.

NEPTUNUS

IJsreus, massa: 17 x aarde, rotatietijd: 16 uur, omlooptijd 165 jaar, 14 manen, temperatuur: -220 C.

Samenstelling: kern: (gesmolten)metaal en gesteente, daar omheen een mantel van gesteente, water, ammoniak en methaan (vandaar helblauwe kleur; naar buiten toe wordt de mantel steeds vloeibaarder en gaat uiteindelijk over in de atmosfeer: waterstof 80%, helium 19%, methaan 1,5%. Op grotere hoogten vrijwel volledig waterstof en helium, lager ook methaan, water en ammoniak.

Neptunus heeft van alle planeten de sterkste wind tot 2100 km.p.u. De gemiddelde snelheid is 900 km.p.u. (De Voyager heeft zelfs 2400 km.p.u. gemeten). De winden draaien van oost naar west, tegengesteld aan de rotatie van N. Vermoedelijke oorzaak van de stormen: de warmteuitstraling van de planeet (de kern is 5400K).

Voyager 2 ontdekte in 1989 een grote donkere vlek, een anticyclonische storm van 13000 km. x 6600 km. ; in 1994 helemaal verdwenen. In 2016 verscheen een soortgelijke vlek.

Ook Neptunus heeft ringen, zij het erg smal.

Maan Triton

Triton is het koudste hemellichaam van ons zonnestelsel: -237 C. Van alle grote manen is Triton de enige die in tegenovergestelde richting draait. Bovendien wijkt de rotatieas van Triton 23 graden af van het baanvlak van Neptunus. Daarom vermoedt men dat Triton ingevangen is uit de Kuiper gordel. Het argument is dat Triton dezelfde chemische samenstelling heeft als Pluto, een dwergplaneet uit de Kuiper gordel.