

Rob's Nieuwsbrief - 112

over sterrenkunde en het heelal

Cursus klaar en... nieuwe cursus!

Zakelijke dingetjes en Woudschoten

We hebben de feestdagen weer achter de rug en kunnen dus weer normaal functioneren... Begin december was ik nog druk met de basis-cursus, met de lessen van Ed en Henny. Deze maand kwamen allerlei zaken voorbij, zoals de jaarafsluiting van de boekhouding, voorraad-telling, de nieuwe planeetposities voor op de website, productie en allerlei andere zaken die zo nu en dan moeten gebeuren. Zo stond ik op 13 december weer met een stand op de 'Woudschoten' conferentie. Dit alles betekent dat ik wat mijn boek betreft nog steeds niet verder ben dan hoofdstuk 1. Maar zodra deze nieuwsbrief klaar is ga ik er weer tegenaan!

Woudschoten

Op 13 december (voor het eerst sinds 2019!) stond ik dus met een stand op de 'Woudschoten' (WND) conferentie voor natuurkundelera- ren, in Noordwijkerhout. Marja had al iets, die ging ervan uit dat het niet door zou gaan. Voor mij alleen is het echter niet te doen, zeker omdat ik ook een 'werkgroep' zou geven aan 20-25 docenten. Ik vroeg de misschien wel meest enthousiaste cursist die ik ooit had, Maurice, en die wilde me graag helpen.

Na dagen voorbereiding (alle displays waren verouderd en verschilden van stijl) en veel gesjouw in mijn te kleine magazijn, was het op vrijdag de 13e zo ver. Het was een leuke beurs, niet zozeer qua omzet, maar vooral vanwege de contacten met een voor mij belangrijke doelgroep. Je weet misschien dat het mijn missie is om meer sterrenkunde in het onderwijs te krijgen. De werkgroep was erg leuk en ik kon meerdere deelnemers inspireren (zij kochten meteen daarna materiaal!). Het was ook erg gezellig met Maurice dus het is voor herhaling vatbaar. De fysieke tik was wel fors, ik ben ook weer vijf jaar ouder. Het heeft weken geduurd om wat te herstellen. Eén heel groot verschil met vorige keren: bijna niemand betaalt meer met cash geld!



De cursus is klaar!

Op 4 december gaf prof. Henny Lamers zijn les over Sterrenstelsels, de Oerknal en meer. Zoals altijd een geweldige leuke en leerzame les.

Normaal gesproken sluit Henny de cursus af, maar dit keer had prof. Ed van den Heuvel die eer. Ook Ed is een geweldige spreker, met tussendoor leuke anekdotes over de beroemde astronomen waarmee hij in zijn werk te maken heeft gehad. Zoals Chandrasekhar, die de maximale massa van een witte dwerg berekende (1,44 zonsmassa) en ruim 50 jaar op zijn Nobelprijs moest wachten. Ik heb het al vaker van hem gehoord, maar het blijft leuk. Bij beide mannen voel ik mij altijd heel nederig als zij spreken. De ongelooflijke kennis die zij hebben, en als 80-ers nog zo uit hun mouw schudden, is echt adembenemend. Ik moet nog veel leren!

De cursus 'Wat leert Webb ons?'

Het aantal aanmeldingen was in december al zo groot dat ik de cursus risicoloos kan organiseren. De 'aula' van de school (die ruimte heet nu anders) is gereserveerd, de data staan vast en ik heb dus alles helemaal op orde! Nu wachten tot het eindelijk begint. Zie ook het groene kader.



februari 2025

Deze nieuwsbrief verschijnt circa tien maal per jaar en bevat:

- * De sterrenhemel van de maand
- * Nieuws en leuke weetjes over het heelal;
- * Leuke en leerzame lesactiviteiten voor scholen;
- * Nieuws over Rob Walrecht Productions;
- * Speciale aanbiedingen.

Je kunt je aan- of afmelden via www.walrecht.nl.

Cursus 'Wat leert Webb ons?'
Deze nieuwe cursus voor gevorderden is van 5 maart tot en met 7 mei (m.u.v. 23 april), op de woensdagavonden. 7 en 14 mei zijn nog reservedata.

De 9-delige cursus wordt gegeven in Amersfoort en kost € 245,00. Geef je nu op, er is nog een enkele plek! Dat kan via: info@walrecht.nl.

Voor meer informatie: zie onder Nieuws op onze website.

Over de titel linksboven
In het februarinummer van 2024 stond daar dezelfde titel!

Linksonder: Henny Lamers aan het werk.

Midden, boven: Ed van den Heuvel in een houding die erg past bij een sterrenkundige.

Beide mannen zijn er uiteraard weer bij met de cursus 'Webb'.
Midden, onder: het baasje op zijn stek in de stand.

Hieronder: de poster van de nieuwe cursus.

de unieke cursus
Wat leert de Webb ons?
voorjaar 2025

Overal in het heelal speelt evolutie een rol: in het heelal, in sterren, in het zonnestelsel, in ons wereldbeeld en natuurlijk in het leven. Deze cursus gaat over het ontstaan en de evolutie in de natuur.

De cursus wordt op 9 avonden (6 maart, april en mei 2025) woensdagavonden van 20-22 u. verzorgd door professionele sprekers.

Het programma:

5 maart	Ontdek de kosmos: geschiedenis en technieken met de Webb ruimtetelescoop	prof. dr. Baarnhard Brandt
12 maart	Verspreid van de aarde naar andere sterrenstelsels en de eerste levensvormen	prof. dr. Ed van den Heuvel
19 maart	Ontstaan, leven en dood van sterren	prof. dr. Henny Lamers
26 maart	Afbeeldingen van de kosmos met het heelal	prof. dr. Henny Lamers
2 april	Ontstaan en evolutie van het zonnestelsel	dr. Tom Koop
9 april	Orbit in de kosmos?	Gert Schilling
16 april	Planetair stelsel	dr. Lucien Blommaert
23 april	Reis van sterren, planeten en de ingrediënten voor leven	prof. dr. Ingrida Snelken
7 mei	Samenvatting	prof. dr. Ingrida Snelken

weitere informatie:
• locatie: 6500 Guld, Polarisweg 251, 3813 DK, Amersfoort
• kosten: € 245,00 per persoon
• aanmelden via: info@walrecht.nl - Val - val

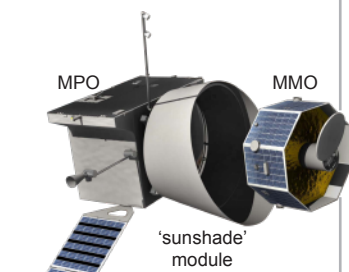
Linksonder: artist impression van de BepiColombo.

Midden: rond de terminator (grens tussen licht en donker) zie je een serie forse kraters, net als links daarvan. De kraterranden van kraters als Prokofiev en Kandinsky werpen permanente schaduw op hun bodems zodat die gebieden tot de koudste van het zonnestelsel behoren, ondanks dat Mercurius zo dicht bij de zon staat! En er zijn aanwijzingen dat die donkere kraters waterijs bevatten! Links liggen uitgestrekte lavavlakten, Borealis Planitia, de grootste 'gladde' vlakten van Mercurius (let op de krater Rustaveli, die je ook op de foto eronder ziet).

Die ontstonden tijdens groot-schalige uitbarstingen van dunne (vloeibare) lavastromen, 3,7 miljard jaar geleden. Daarbij liepen kraters als Henri en Lismar vol. Het rimpelige oppervlak ontstond in de miljarden jaren na het stollen van de lava, waarschijnlijk als gevolg van de afkoeling van het binnenste van de planeet (**compressiebreuken**).

Rechtsboven: een ander deel toont een grote heldere vlek (Nathair Facula), wat een restant is van een gigantische vulkaanuitbarsting op Mercurius. In het centrum is een caldera van 40 km diameter en de vulkanische afzettingen van de explosie liggen tot minstens 150 km van het centrum! De heldere stralenkrater Fonteyn is 'slechts' 300 miljoen jaar oud, wat jong is voor een krater. Verder duiden de lichte delen op relatief jong terrein, bestaande uit lava en 'ejecta', puin dat bij inslagen werd weggevoerd. Mercurius lijkt op de maan, maar is een zesde donkerder.

Rechtsonder: het verlichte deel van het noordelijke halfrond, met een deel van het 1500 km grote Caloris inslagbekken (linksonder) en lavastromen (daarboven, ongeveer in het midden van de foto). De inslag beschadigde het grootste deel van het oppervlak, zoals te zien aan de lineaire troggen die eruit komen. Zie ook dat de kraters Mendelssohn en Rustaveli (beide in Borealis Planitia) praktisch geheel overstromd zijn met lava.



Mercurius

Zesde flyby BepiColombo!

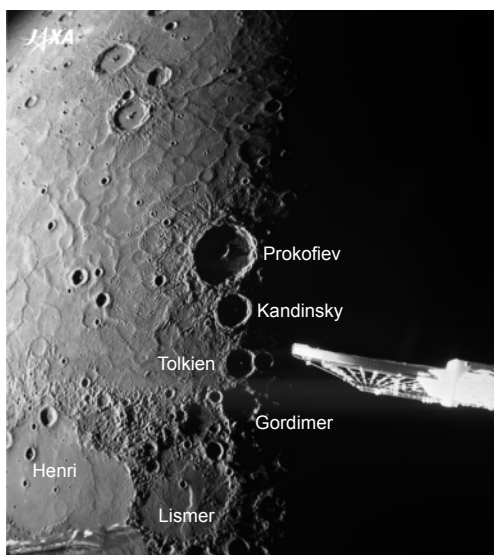
Op 8 januari 2025 voerde BepiColombo de zesde flyby van Mercurius uit. Om 6:59 uur 's ochtends onze tijd was de afstand tot de kleine planeet slechts 295 km; hij was toen boven het onverlichte deel van Mercurius. Zeven minuten later ging hij over de noordpool heen, alvorens over het verlichte deel te komen.

Het was de laatste flyby voordat de sonde in november 2026, acht jaar na de lancering, in een baan rond de kleinste planeet zal komen. Er waren negen **gravity assists** ('slingers') nodig (een van de aarde en de maan, twee van Venus en zes van Mercurius) om de snelheid van de sonde terug te brengen van 3,475 km/s (in een heliocentrische baan, zoals de aarde heeft) tot 1,76 km/s na de zesde flyby.

Nog vier belangrijke koerscorrecties zijn nodig voordat Mercurius BepiColombo 'zwakjes' in een polaire baan vangt, met een verste punt op 178.000 km van de planeet. Daarna scheiden de beide orbiters zich van elkaar en de 'Transfer Module', of 'vervoersmodule', waarop beide nu nog zitten. De orbiters zijn de Europese Mercury Planetary Orbiter (**MPO**) en de Japanse Mercury Magnetospheric Orbiter (**MMO**, of *Mio*).

De orbiters

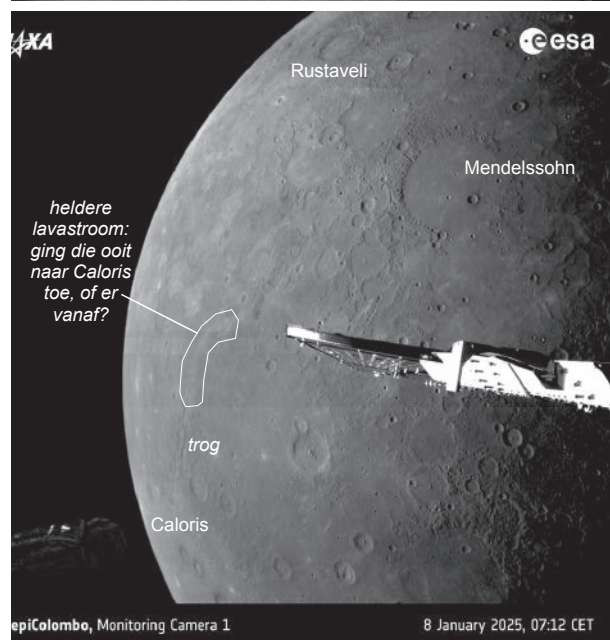
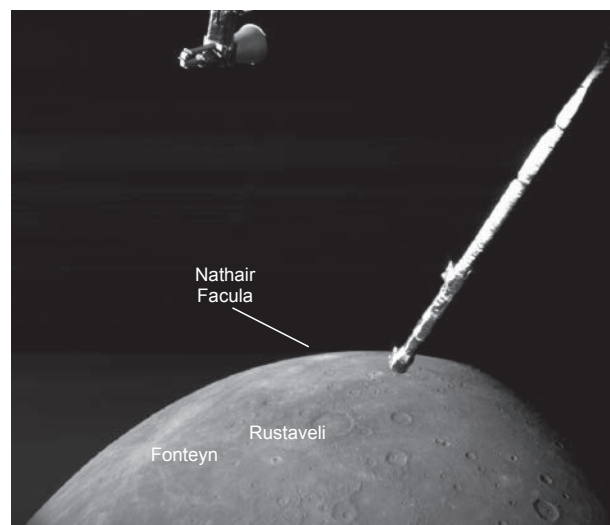
De 1150 kg zware MPO (2,4 x 2,2 x 1,7 m) bevat 11 instrumenten: camera's, spectrometers (IR, UV, röntgen, gamma en neutronen), een radiometer, een laser hoogtemeter, een magnetometer, een instrument voor deeltjesanalyse, een Ka-band transponder en een versnellingsmeter. De instrumenten, op twee spectrometers na, zitten zo gemonteerd dat temperaturen niet te hoog worden; de spectrometers MERTIS en PHEBUS zitten elders, voor het beste 'zicht'. Voor de communicatie heeft de MPO een 1 m schotelantenne (X-band en Ka-band), voor de zonnepanelen. De baan wordt 480 bij 1500 km, omlooptijd 2,3 uur.



De 285 kg zware MMO (1,8 x 1,1 m) heeft 45 kg aan instrumenten, verdeeld in vijf groepen: vier Japanse voor het meten van plasma en stof en een Oostenrijkse magnetometer. Mio roteert met 15 rpm, met de rotatieas loodrecht op het equatorvlak van Mercurius. Mio's polaire baan is van 590 tot 11.640 km (omlooptijd 9,3 u: buiten MPO's baan). Het ding heeft een vreemde 'achthoekige prisma'-vorm, die deels als radiator werkt. Hij heeft een 0,8 m schotelantenne (X-band).

De foto's van Mercurius

Met de drie M-CAMS of 'monitoring camera's' (1024 x 1024 pixels). Die zijn, neem ik aan, voor navigatiedoeleinden en ze kunnen ook zwart-wit 'kiekjes' maken. De eerdere foto's en die je op deze pagina ziet zijn hiermee gemaakt. Het waren ook meteen de laatste M-CAM foto's, want later scheiden de twee meegevoerde orbiters zich af van de 'Transfer Module' waarop ze zaten, en waarop die M-CAMS zitten.



BepiColombo, Monitoring Camera 1

8 January 2025, 07:12 CET

Maan

Heeft de maan een jongere korst?

De Theia-hypothese is nog steeds de gangbare voor de vorming van de maan: een object zo groot als Mars botste in het zeer vroege zonnestelsel met de aarde, met 10 km/s. Binnen een eeuw ontstond uit 2% van de brokstukken de maan, eerst geheel gesmolten. De maan koelde af en ging zich verwijderen van de aarde, tot haar huidige afstand.

Maar is het maanoppervlak dan ook zo oud? In de data zitten tegenstrijdigheden. Een team onderzoekers, van twee universiteiten en het Max Planck Instituut, kwam in december met een alternatieve hypothese, waaruit zou blijken dat het maanoppervlak 80 tot 160 miljoen jaar jonger is dan we dachten.

Datering van gesteenten

De maan is lastig te dateren, pogingen daartoe leveren schattingen op die een paar honderd miljoen jaar uiteen liggen, 4,35 tot 4,51 miljard jaar geleden. Eén tegenstrijdigheid is de natuur van de gesteenten: bijna alle steenmonsters die we hebben zijn jonger. Alleen wat zeldzame zirconiumsilicaat-kristallen, zirkonen genoemd, zijn fors ouder. Hoe kan dat? Alleen zirkonen blijven onder veel hogere temperaturen intact. De onderzoekers waren vooral geïnteresseerd in de periode toen de maan ongeveer op een derde van de huidige afstand van de aarde was. Een ervan, Francis Nimmo, zegt: 'Rond die tijd waren er diverse variaties in de positie en vorm van de maanbaan; zo werd deze meer elliptisch, zodat de baansnelheid van de maan en haar afstand tot de aarde varieerden'. De getijdenkrachten die zo vat kregen op de maan kneedden het inwendige zodanig dat dat werd verhit, net zoals nu bij lo gebeurt: de kleine Maan werd even de meest (vulkanisch) actieve wereld van het zonnestelsel!

Maanmantel gesmolten

De berekeningen van het team tonen aan dat de inwendige hitte voldoende was om de hele mantel te smelten en door elkaar te kneden. Op geen enkel moment was de maan bedekt door een magmaocean, maar in miljoenen

jaren werd geleidelijk bijna elk deel ervan vloeibaar, mogelijk zelfs meerdere keren. Op sommige plekken kwam dat doordat lava door de korst brak, op andere werd de korst van onderaf verhit en daardoor vloeibaar [alles door mantelpluimen: hete klodders mantelmateriaal die door convectie opstijgen; RJW]

Resetten van de geologische klok

De leeftijd van gesteente wordt bepaald door radioactieve isotopen [uranium, thorium] erin. Die vervallen naar heel andere isotopen met een bekende periode (de halfwaardetijd: na één zo'n halfwaardetijd is er nog de helft over van de oorspronkelijke hoeveelheid). Het is te vergelijken met C14-datering. Zo lang het gesteente gesmolten is kunnen isotopen uitgewisseld worden met de omgeving, maar als het koelt zijn ze 'gevangen' in samenstelling van de gesteenten, en kunnen ze alleen nog maar verdwijnen door verval.

Het volgens de onderzoekers hevige vulkanisme was 'een reset voor de geologische klok van de maan'. De maanmonsters tonen dus niet hun oorspronkelijke leeftijd maar wanneer ze voor het laatst gesmolten waren! Alleen die paar zirkonen wijzen op een verder verleden. 'Tot nu toe', zegt medeonderzoeker Thorsten Kleine, 'lazen we deze aanwijzingen niet goed'. Volgens het team is het oppervlak van de maan rond 4,35 miljard jaar oud. Dat lost ook veel andere tegenstellingen op waar de geleerden voorheen mee zaten, zoals het relatief kleine aantal kraters op de maan: dat zouden er veel meer moeten zijn geweest (in het vroegste zonnestelsel waren er voortdurende inslagen). Vulkanisme verklaart dat, want lava zal alle oude inslagbekkens hebben opgevuld en weggevaagd. Een ander probleem was de samenstelling van de maanmantel, waarvan de ingrediënten op belangrijke onderdelen afwijken van die in de aardmantel. Als het inwendige van de maan meerdere keren gesmolten was, konden die stoffen ontsnapt zijn aan de mantel van de maan, en opgenomen zijn in de diepe ijskern.

Had Venus geen oceaan?

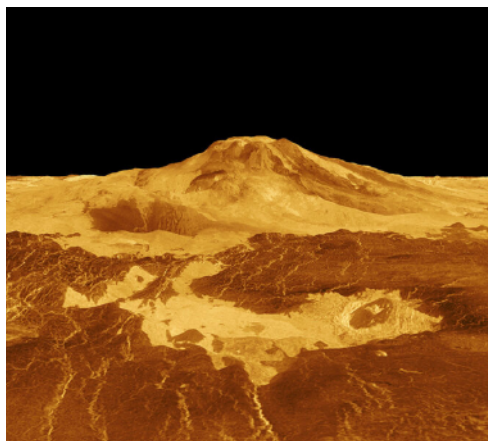
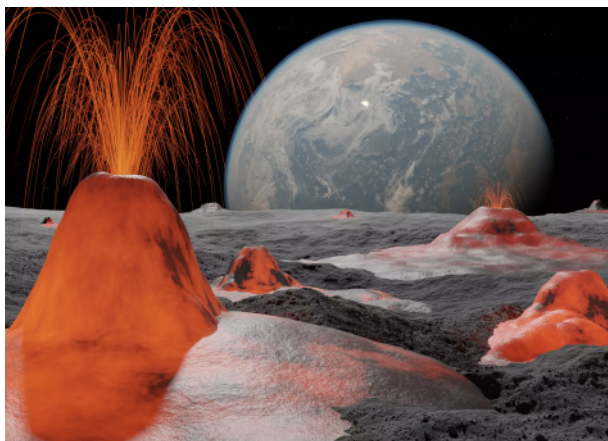
Er is al jaren een fel debat over of Venus ooit oceanen gehad kan hebben, op basis van de klimaatmodellen. Daarbij meent de ene groep dat er ooit uitgebreide, tot 500 m diepe oceanen waren, waarna vulkanen zoveel kooldioxide in de dampkring loslieten dat het broeikas-effect uit de hand liep en water de ruimte in verdween. De andere groep zegt dat Venus altijd al te heet was voor water. Drie astronomen van de Universiteit van Cambridge komen nu met nieuwe aanwijzingen dat Venus' inwendige het grootste deel van haar leven te droog was.

Het Britse team, o.l.v. de studente Tereza Constantinou, gebruikte de huidige Venusatmosfeer om aanwijzingen te krijgen van het verleden van de planeet. Die atmosfeer is grotendeels het resultaat van haar vulkanische geschiedenis en de gassen die daarbij vrijkwamen. Die gassen vertellen iets over de samenstelling van het inwendige, waar ze uit kwamen. Tereza en haar team kozen voor een andere benadering. Ze berekenden de huidige mate van destructie van water, kooldioxide en carbonylsulfide (COS) in de Venus-atmosfeer, en onderzochten de chemische reacties tussen die atmosfeer en het oppervlak (die stoffen kan opnemen). Om een lang verhaal kort te maken: men concludeerde dat de vulkanische gassen van Venus hooguit 6% water bevatten. Dat betekent dat het inwendige veel te droog is om ooit grote hoeveelheden water naar het oppervlak te brengen. Dat maakt de kans op Venusiaans leven dus ook nihil.

Niet iedereen is echter overtuigd van de resultaten, en de aannames bij de berekeningen. Zo weet men bijvoorbeeld niet wat de mate van actief vulkanisme is en wat de samenstelling is van de onderste atmosfeer. Toekomstige missies als NASA's VERITAS en DAVINCI, en de Europese EnVISION, zullen duidelijkheid moeten geven.

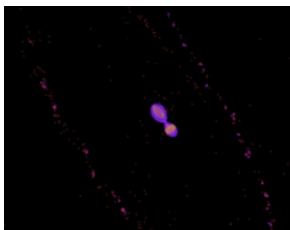
Linksonder: een paar honderd miljoen jaar na haar vorming was de maan het toneel van intense vulkanische activiteit. (Credit: MPS-Alexey Chizhik)

Rechtsonder: de vulkaan Maat Mons, op Venus (de hoogten zijn erg overdreven).



Komeet ATLAS C/2024 G3

De verrassend mooie komeet ATLAS C/2024 G3 kunnen wij niet zien, de foto is gemaakt in Brazilië, op 19 januari. Maar Daniel Mello, de maker van de foto (een selfie), denkt dat hij geen mooiere komeet zag sinds Hale-Bopp, in 1997. Het slechte nieuws: wij gaan hem ook niet zien want hij is uit elkaar gevallen, na zijn passage van de zon op 13 januari. Hij is nu niet meer te zien.



Linksboven: de foto van de komeet ATLAS C/2024 G3. Foto Daniel Mello.

Hierboven: een fase uit het 'kiss and capture' proces: de paarse en de roze 'blob' vormen de 'sneeuwpop', waaruit later het nu bekende systeem ontstond. Credit: Robert Melikyan en Adeene Denton.

Rechtsboven: een collage van beelden van Pluto en Charon, gemaakt door New Horizons op 14 juli 2015.

Linksonder: Percy nam dit 360° panorama van het gebied met de bijnaam 'Rio Chiquito' met zijn Mastcam-Z camera, op 23 november 2024 (sol 1337). De sporen van de rover, die kennelijk wat heen en weer manoeuvreerde, zijn goed te zien.

Pluto en Charon

Ontstaan Pluto-Charon stelsel

Nieuw onderzoek lijkt aan te geven dat Pluto zijn grootste maan, Charon, misschien enkele tientallen miljoenen jaren na het ontstaan van het zonnestelsel inving met een korte 'kus'! Deze twee Kuiper gordel objecten (KBO's) zouden miljarden geleden tegen elkaar aan gebotst zijn waarbij ze niet uiteengeslagen werden maar aan elkaar vastkleefden, als een enorme rondtollende sneeuwpop. Die kus was geologisch gezien heel erg kort, na 10 uur scheidden ze weer maar bleven ze wel *orbitaal* (dus qua banen) verbonden en werden het systeem dat we nu kennen.

Nieuwe hypothese

Dat 'kus en vang' proces is een nieuwe hypothese van het vangen van manen en een kosmische botsingen, naast 'hit and run' en 'schampen en samensmelten'. Het kan de wetenschappers helpen beter de structurele sterkte van de ijskoude werelden in de Kuiper gordel te onderzoeken. De aanname die nodig was om dat proces realistisch te maken is dat beide hemellichamen voldoende materiaalsterkte hebben, zodat Pluto inderdaad Charon op deze wijze had kunnen invangen. 'We waren erg verrast door het 'kus' deel van 'kus en vang'', zegt onderzoekster Adeene Denton.

Het probleem om het Pluto-Charon stelsel te verklaren zit hem in de geringe verschillen in grootte en massa van beide ijswerelden. Charon is als maan van Pluto relatief gigantisch, zodat je beter kunt spreken van een dubbelsysteem (dubbelijsdwerf). Charon is half zo groot (diameter!) en heeft 12% van de massa van Pluto. Onze maan heeft ongeveer een kwart van de diameter van de aarde (0,0123 aardmassa); ter vergelijking: de grootste Jupitermaan, Ganymedes, is 28 maal zo klein als zijn planeet. Pluto heeft dus niet de massa om zo'n grote maan op een 'normale' manier (zoals de grote jongens dat deden) te krijgen.

Het bekende idee van de vorming van het Pluto-Charon stelsel is door botsen en invangen, zoals de maan vermoedelijk ontstond. 'We weten niet goed hoe dat werkt en de condities waaronder het gebeurt', zegt Denton, 'maar het is een

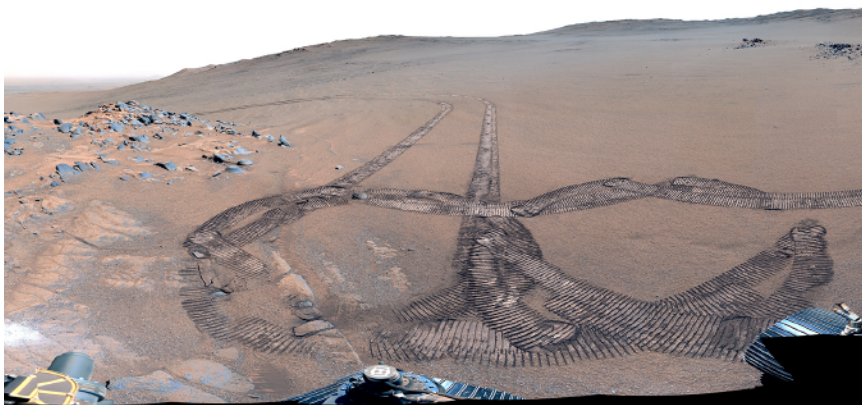


grote vraag want er is hele club grote KBO's met grote manen, dus het gebeurt tamelijk frequent. Maar we weten niet hoe en waarom'. Een belangrijke extra factor bij de bestudering van een botsingsproces is de structurele sterkte van zeer koude lichamen van ijs en gesteenten, en dat is in het verleden nooit meegenomen in berekeningen. Voor hun computersimulaties gebruikten Adeene en haar collega's een 'high-performance computing cluster', zeg maar veel computers aan elkaar gekoppeld.

Toen zij de materiaalsterkten in die simulatie meenamen gebeurde er iets totaal onverwachts: omdat beide lichamen stevig genoeg waren penetreerde Charon niet diep genoeg om samen te smelten. 'Met dezelfde inslagcondities maar met een lage materiaalsterkte voor Pluto en Charon wordt de laatste opgenomen en versmelten ze tot een groot hemellichaam. Mét sterkte echter, blijven beide intact'. Omdat Charon in dit scenario niet in Pluto opging, bleef het buiten de zogenaamde 'co-rotatie straal', het gebied waarin een object **gesynchroniseerd** is (met gelijke omloop- en rotatieperioden). Charon kon toen dus niet zo snel roteren als Pluto, zodat de twee niet aan elkaar konden blijven vastzitten. De 'kus' duurde 10 tot 15 uur, en zodra Charon loskwam bracht Pluto hem in een nabije cirkelbaan, waarna Charon zich verder verwijderde tot waar hij nu is. Nu hebben ze elkaar **gesynchroniseerd**.

Verder onderzoek

Denton wil nu nog bepalen hoe de initiële botsing invloed kan hebben gehad op het ontstaan van (ondergrondse) oceanen op Pluto en Charon. Zij heeft twee mogelijke routes hiervoor. De eerste is door te kijken naar hoe de bevindingen toepasbaar zijn op andere grote KBO's met grote manen, en dat lijkt veelbelovend maar er zijn wel grote verschillen in samenstelling en massa die moeten worden meegenomen. De tweede route is te kijken naar de door de getijden veroorzaakte evolutie van Charon op de lange termijn, om de vormingshypothese te staven. De modellen zijn nu nog niet geschikt om op lange termijn te kijken, maar die wil men gaan verbeteren zodat men in de simulaties Charon precies op de juiste huidige plek krijgt.



Mars

Op Lookout Hill

Op 10 december 2024 bereikte Perseverance de rand van de Marskrater Jezero, na een klim van 3,5 maand en 500 m (met hellingen van 20%!), en na bijna vier jaar op de rode planeet rond te hebben rondgereden. Vanaf een mooi uitzichtspunt, bijgenaamd 'Lookout Hill', kon de rover 60 km ver weg 'zien'. De plek is ook geologisch interessant. Het is namelijk een overgangsgebied van puin dat na de inslag, 4,9 miljard jaar geleden, de krater in rolde en **ejecta**, dus puin dat daarbij werd uitgeworpen. Dat laatste is interessant (en nieuw!) om te gaan onderzoeken, want het gaat dan om zeer oude gesteenten die niet ooit onder water lagen.

Jezero was 3,7 miljard jaar geleden een meer, waarin een rivier uitmondde en daar een delta in vormde. Waar water is geweest zou ook leven geweest kunnen zijn is de gedachte, en voor dat doel landde Percy op 18 februari 2021 op Mars, en begon aan een reeks van vier wetenschappelijke campagnes (zie kader), waarbij steeds een ander gebied wordt onderzocht. De laatste betrof onderzoek van een gebied met de bijnaam 'Cheyava Falls', waar de gesteenten in de delta tekenen hebben van **natte** chemische reacties die op leven *zouden kunnen* wijzen. Zoals je weet neemt Percy regelmatig bodemonsters die hij achterlaat op de bodem (inmiddels 25; er zijn nog 13 buizen over), om tijdens een latere missie te worden verzameld en verscheept naar de aarde. Zo'n missie is trouwens nog niet zeker.

Vijfde, 'Crater Rim Campagne'

De nieuwe, vijfde, campagne is de Crater Rim Campaign, en die heeft al resultaat geboekt. Zo zag men iets dat totaal nieuw is in de 'Pico Turquino Hills', op weg naar de kraterrand: helderwitte keien, verspreid over een groter gebied vol diverse vormen van andere vulkanische gesteenten (zie de foto hieronder). Het zijn meloen-grote stukken puurwitte kwarts: een mineraal dat men nooit eerder op Mars vond! Deze kunnen tot de oudste gesteenten van Mars behoren. Op Aarde ontstaat kwarts als water door hete gesteenten sijpelt, en silicaten oplost. Dat kristalliseert tot kwarts als het water verdampt. Een dergelijke 'hydrothermale' omgeving zou leven

hebben kunnen herbergen, als dat ooit bestond op de rode planeet. De kwartsstenen zijn te klein voor Percy om een gat in te boren en monsters te nemen, maar men hoopt later grotere afzettingen van kwarts te vinden.

De volgende stop is op 'Witch Hazel Hill', 450 m verderop. Daar moet Percy volgens plan zes maanden een 250 m hoge ontsluiting (waar gesteente aan het oppervlak komt) onderzoeken. Daar is zeker 100 m aan gelaagde structuur te zien. Daarna zijn er nog twee stops, de eerste na een ongeveer 3 km lange, vrij steile daling naar de vlakten rond de kraterrand die minder geleden hebben onder de inslag; en na nog eens 1,5 km om een andere ontsluiting te onderzoeken, met **megabreccia**: gesteente opgebouwd uit onregelmatige brokstukken van ouder gesteente. Men denkt dat dit de vernielde bodem is van een enorme inslag die 3,9 miljard jaar geleden het Isidis inslagbekken vormde.

Een heftige lente – MRO foto's

De *Mars Reconnaissance Orbiter* is een trouwe orbiter die al bijna 20 jaar actief is in zijn baan om Mars. Het is nu lente op Mars' noordelijke halfrond, sinds 12 november op Aarde, dus de temperaturen stijgen daar. Het ijs wordt dunner, wat ervoor zorgt dat lawines van de heuvels af stormen. Verder verdampt ondergronds kooldioxidegas, zodat dat explodeert en vrijkomt. En krachtige winden hervormen de noordpool. 'In de lente op Aarde smelt ijs geleidelijk en krijgen we stroompjes water. Maar op Mars gaat alles explosief', zegt onderzoekster Serina Diniega (JPL). Mars' ijle atmosfeer staat poeltjes met vloeistoffen aan het oppervlak niet toe, ijs sublimiert – dus



Kuiper gordel door ster?

Vorbij Neptunus vinden we vele duizenden kleine objecten in onder andere de Kuiper gordel, die daar mogelijk terecht kwamen toen een ster van 0,8 zonsmassa miljarden jaren geleden langs het zonnestelsel scheerde. Dat tonen (3000!) computersimulaties van een Nederlands-Duits team van onderzoekers, onder leiding van onze Simon Portegies Zwart. De reden voor dat onderzoek is dat men moeilijk kon verklaren waarom er duizenden objecten van meer dan 100 km grootte in langgerekte, scheve banen om de zon bewegen. De kleine ster (met nog steeds 650 maal de massa van alle planeten en kleinere objecten!) zou onder een hoek 70° op een afstand van 110 AE voorbij gevlogen zijn. Deze hypothese verklaart niet alleen de baan van Sedna (dus niet Planet Nine), maar ook die met banen die (bijna) loodrecht staan op het ellipticavlak, en bijvoorbeeld 2008 KV42 en 201 KT19 die retrograde bewegen.

Percy's campagnes

In de hoofdstekst schrijf ik dat het onderzoeksprogramma van Perseverance is onderverdeeld naar type gebied, in 'campagnes'. Dat zijn:

- Crater Floor
- Delta Front
- Upper Fan, en
- Margin Unit

De nieuwe campagne, die in december begon, is de Crater Rim Campaign.

Midden: 'Observation Rock', een rotsblok dat Percy tegenkwam. Je ziet hier goed de kleuren van het Marslandschap.

Linksonder: een deel van het panorama dat Percy van de 'Pico Turquino Hills' nam en waarop de kwartskeien te zien zijn (die witte vlekjes door het horizontale midden van de foto).

Bodemmonsters Benu

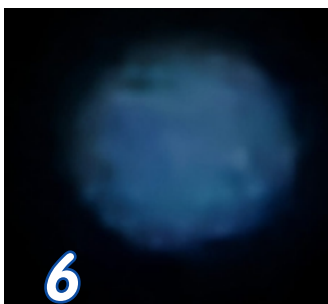
Onderzoek van de bodemmonsters die OSIRIS-REx (zie elders) van de kleine planetoïde Benu nam (zie mijn boek **Kleine werelden van het zonnestelsel**) heeft moleculen van 14 van de 20 aminozuren aangetoond die op Aarde cruciaal zijn voor het leven, evenals een geschiedenis van zout water dat heeft kunnen dienen als de 'bouillon' om deze verbindingen op elkaar in te laten werken en te combineren. Onder de moleculen zijn alle vijf nucleobasen, die ons DNA en RNA vormen. Men vond ook enorm hoge hoeveelheden ammoniak, belangrijk voor de vorming van complexe organische moleculen (zoals die aminozuren). De bevindingen tonen echter géén bewijzen voor leven zelf, maar geven aan dat voorwaarden voor het ontstaan van leven over het hele zonnestelsel verspreid zijn. En dat vergroot de kans op buitenaards leven. OSORIS-REx verbeterde ons begrip van het begin van het zonnestelsel al enorm. De resultaten werden gepubliceerd in *Nature Astronomy* en benadrukken het belang van het onderzoek van zo zuiver mogelijke bodemmonsters.

Amateurfoto Neptunus!

De pa van mijn schoondochter Simone heeft een bovenbuuv en die is hobbyfotografe. Op zich niet bijzonder maar ze maakte een erg interessante foto van Neptunus, waarop je donkere en lichte vlekken ziet! En tot Voyager 2 in augustus 1989 langs deze ijsreus vloog wisten we niet eens hoe de atmosfeer er uitzag. Willeke van Delft nam de foto op 9 januari 2025, om 21:32 u, met een Sony RX 10 IV, met 600 mm lens; iso100 en belichtingstijd 1/500 s. De foto hieronder is de uitvergroting en ik ben erg onder de indruk.

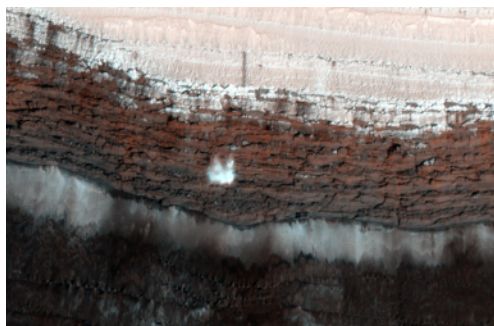
Foto's hiernaast, tussen de tekstblokken: zie de tekst voor beschrijvingen.

Linksonder: uitvergroting van de foto van Willeke van Delft uit Tilburg (zie de tekst hierboven).



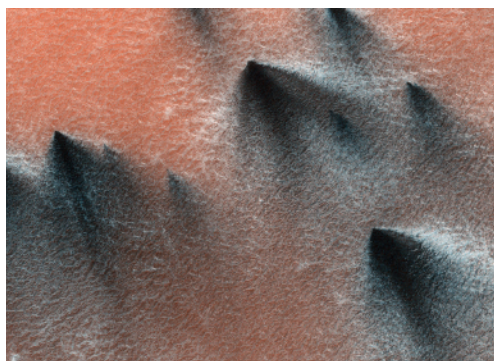
gaat rechtstreeks over van ijs naar gas. Dat gaat gepaard met heftige veranderingen, met breuken en explosies, als zowel water- als kooldioxideijs opeens overgaan naar gas. Serina denkt dat het best lawaai zal geven.

Hier zijn wat foto's van wat je tijdens de Marslente kunt meemaken, als je met het van Matt Damon geleende pak over de rode planeet slentert.



Lawine

In september 2015 fotografeerde MRO met zijn HiRISE (Hi-Res) camera dit 20 m grote brok kooldioxide (hierboven), terwijl het de helling afrolt. Zo'n opname is bijzonder, want de MRO moet er precies op dat moment boven zijn in zijn baan. Het gebied ligt in de buurt van het enorme Hellas inslagbekken.

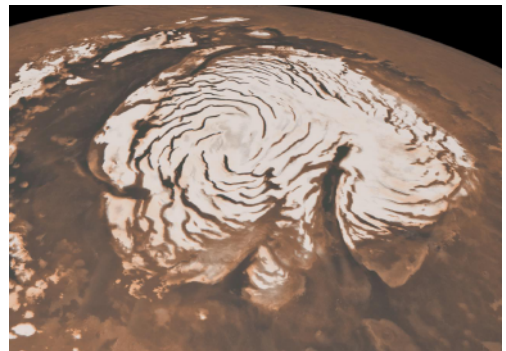


Gas geisers

Als het oppervlak in de lente opwarmt sublimiert het ondergrondse kooldioxideijs plotseling explosief (het gas neemt veel meer volume in) en ontstaan er geisers van gas die zand en stof meesleuren en uitstrooien over het oppervlak: de donkere 'fans' ('waaiers') hier, op de foto uit 2018. Maar voor de beste 'fans' moet men wachten tot december 2025, als de zuidelijke lente begint. Daar zijn ze groter en duidelijker.

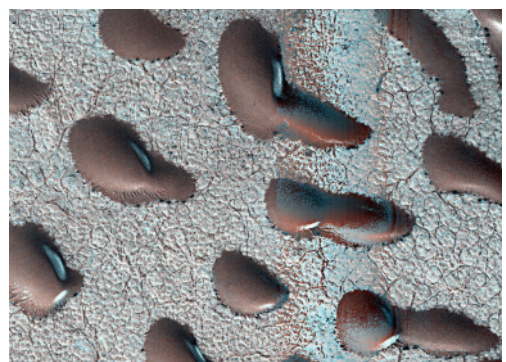
Spinnen

Bijzonder voor het noordelijk halfrond is dat, als het ijs rond bepaalde geisers is gesublimeerd, er littekens in het Marsstof overblijven: grillige scheuren of troggen in de bodem. Het ziet er vanuit de ruimte uit als enorme spinnenpoten (zie rechtsboven; foto uit september 2009)



Poolwind

Lentetijd op de noordpool van Mars (ter grootte van Texas) is fascinerend. De ijskap ziet eruit als een koffie latte, met spiralisierende zwierende kleuren: de lichte ijskleuren en het roodbruine oppervlak eronder. Ze zijn gigantisch. Je vindt ze ook op Antarctica maar niet op deze enorme schaal. De dalen zijn in de loop van eeuwen uitgehold door de krachtige warme winden, en in de lente vormen ze kanalen waardoor de winden nog krachtiger worden als het ijs op de noordpool gaat dooien. De foto is van de Mars Global Surveyor, die in 2006 uitviel (hij deed het vier maal zo lang als gepland!).



Wandelende duinen

De winden die de valleien in de noordpool uitslijten vervormen ook de zandduinen, waardoor zand aan zich één kant opstapelt, terwijl het aan de andere kant wordt weggeblazen. In de loopt der tijd migreren de duinen op die manier, zoals de duinen op Aarde. Het blijkt dat in de winter kooldioxide neerslaat op de toppen van de duinen, en ze zo vastvriezen. Als de dooi invalt dooit het ijs en gaan de duinen weer aan de wandel. Foto uit september 2022.

Io's vulkanisme

Io heeft geen magma oceaan

Io is de binnenste van de vier grote manen van Jupiter, de Galileïsche manen omdat Galileï deze ruim vier eeuwen geleden als eerste zag, met zijn primitieve telescoop. Sinds de Voyagers in 1979 langs Jupiters stelsel vlogen weten we dat Io, ongeveer zo groot als onze maan, een geologisch actieve wereld is, met honderden vulkanen, die soms fonteinën omhoog spuiten van tientallen tot een paar honderd km hoogte. De mate van activiteit is precies zoals die van de Mid-Atlantische Rug.

Maar hoe ziet het inwendige dat zoveel activiteit veroorzaakt eruit? Sinds 1979 dachten de wetenschappers dat een wereldwijde magma oceaan de motor daarachter was.

In december 2022 en maart 2023 vloog de sonde Juno dicht langs Io en na bestudering denken de onderzoekers dat ze weten hoe het zit. En dat is dat Io helemaal geen magma oceaan heeft, maar eerder een starre, deels gesmolten inwendige. Zoals de aarde dus. 'Io beweegt om een monster', zegt onderzoeker Scott Bolton, *principal investigator* van de Juno-missie. Io's elliptische baan om Jupiter, een planeet die 2,5 maal zo groot is als alle andere planeten én hun manen bij elkaar, zorgt voor sterk veranderende getijdenkrachten van de reuzenplaneet. Daardoor wordt Io als het ware gekneed en kan hij intern heet genoeg worden om het binnenste te doen smelten. Of dat ook echt gebeurt was de vraag.

Vulkanisme kleine werelden anders?

Het team mat hoeveel de getijdenkrachten Io's oppervlak vervormden. Als Io een enorme magma oceaan onder zijn oppervlak heeft is de korst natuurlijk veel gemakkelijker te vervormen dan als de mantel star is. Ze berekenden de getijdenvervorming door de zwaartekrachtmetingen, verkregen door de bewegingen van Juno tijdens de flyby's te volgen (afhankelijk van de massa's waarover de sonde vliegt), te combineren met soortgelijke historische data van de Jupiter-sonde Galileo (1995-2003). Het resultaat geeft aan dat Jupiters getijdenwerking (dus verhitting) niet voldoende is om zo'n grote magma oceaan te veroorzaken. Het vulkanisme wordt vermoedelijk aangejaagd door een stugger, deels gesmolten maar meest vast inwendige.

Dit heeft ook gevolgen voor ons idee van de bron van vulkanisme bij andere werelden, zoals de maan, waarvan de maanzeeën het resultaat waren van magma dat uit haar binnenste kwam. En getijdenkrachten werken ook op manen als Europa en Enceladus, waarvan men vermoedt dat die oceanen van vloeibaar water onder hun ijskorsten hebben.

Hitteverlies door vulkanen

Een mogelijke reden dat Io geen magma oceaan heeft, is het grote aantal actieve vulkaanuitbarstingen op het oppervlak, waardoor veel van de interne hitte wordt afgevoerd. Het Juno-team keek ook naar andere bijzondere oppervlakte features op Io, zoals de lavameren, waarvan er ruim 40 werden ontdekt. Loki Patera is daarvan, met ruim 200 km, verreweg het grootste meer; het zou Nederland geheel bedekken! Het is een laagte die geheel of deels gevuld is met lava en via dit meer alleen al wordt 10% van de warmteuitstraling van Io gemeten. De meren zijn direct verbonden met ondergrondse magmareservoirs, zoals bij de hotspots op Aarde. Als de magma naar buiten wordt geperst, door de getijdenkrachten, verzamelt de lava zich in deze 'poeltjes'.

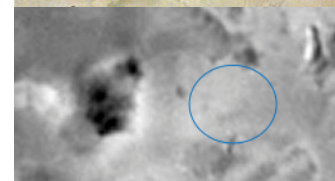
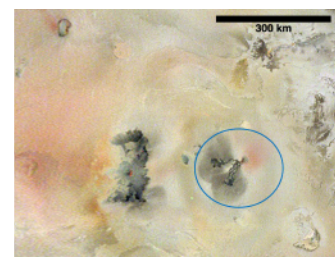
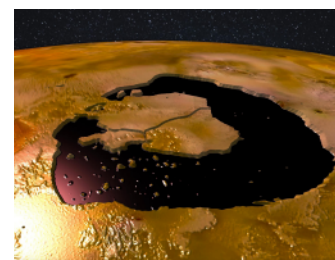
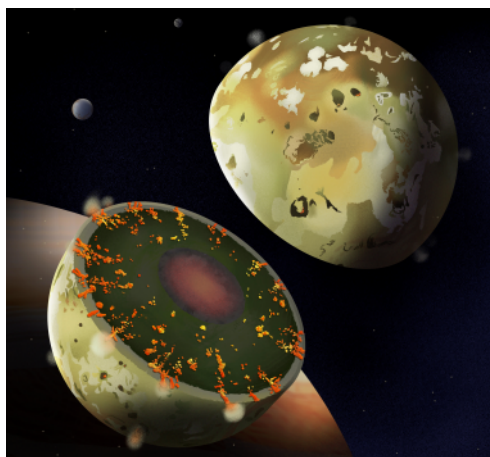
Wat het bijzonderder maakt is dat er minstens 20 eilanden in te vinden zijn die sinds de Voyagers (die Jupiter in 1979 passeerden!), niet veranderd zijn. Dit is een lastige voor de onderzoekers, men snapt niet goed hoe ze zo lang mee kunnen gaan. Een mogelijkheid is dat het lavameer erg ondiep is, hooguit enkele tientallen meters diep, waardoor de eilanden niet worden geërodeerd door de convectiestromen. Men vond ook tientallen verse lavastromen en nieuwe vulkanische afzettingen, sinds de Galileo-missie van ruim 25 jaar geleden. 'Dit is een ongelooflijk dynamisch oppervlak dat voortdurend door elkaar wordt geroerd door alle vulkanische activiteit', zegt onderzoeker Heidi Becker (JPL), ook van het Juno-team. De kans is klein dat Juno nog een keer langs Io scheert, maar het team hoopt de maan op afstand te kunnen blijven bestuderen. De komende Europa Clipper en JUICE missies zijn bedoeld om de ijsmanen, Europa en Ganymedes te onderzoeken, niet Io. Io staat voor die sondes te dicht bij de planeet, waar intense magnetosferische straling is.

Linksonder: Io, op 30 december 2023 gefotografeerd door Juno, met 1,8 km per pixel. Door de lage zonnestand (je ziet de terminator over het midden lopen) zien we diverse hoge bergen die eerder niet opvielen. Het zijn bergen met een centrale, scherpe piek (3,7 tot 9,8 km hoog!) en flanken die naar de omringende vlakten afzakken. Sommige flanken zijn afgevlakt tot plateau's van 1 km hoogte. Alle bergen hebben een laag helderwitte afzettingen, misschien zwaveldioxide 'ijs' afkomstig van de gassen die vanuit het oppervlak omhoog worden getransporteerd. Het actiefste gebied, Lei-Kung Fluctus, zie jehier linksboven: een wat donkerder gebied, omringd door witte neerslag.

Midden, onder: data van de Juno geeft aan dat Io geen wereldwijde magmaoceaan heeft onder het oppervlak, maar een grotendeels vaste mantel met reservoirs van gesmolten materiaal (geel en oranje), zoals de aarde haar hotspots heeft. Zie je Loki Patera hierop? Artist impression NASA.

Hieronder: Loki Patera is het grootste lavameer op Io, zo groot als heel Nederland. Het bevat zeker 20 lava eilanden.

Rechtsonder: Juno ontdekte een nieuwe vulkaan ten oosten van Kanehekili (de grote donkere vlek), die op Galileo-opnamen uit 1997 (onderster deel) niet staat. Je ziet twee donkere lavastromen. De zwarte lijn stelt 300 km voor,



Aarde gevaar voor Apophis?

De planetoïde 99942 Apophis houdt de gemoederen al lang bezig, maar we weten nu dat het ding geen gevaar vormt als hij in 2029 dicht langs de aarde vliegt (binnen 32.000 km afstand!) achtermagezeten door de ruimtesonde OSIRIS-APEX (die als OSIRIS-REx eerder de planetoïde Bennu bezocht). Maar de aarde kan wel een gevaar voor Apophis vormen: het oppervlak van de 450 bij 170 m 'grote' ruimterots kan dramatisch worden veranderd door de zwaartekracht van onze planeet. Dat kan ook de verklaring zijn voor de veel te jonge oppervlakken van kleine Near Earth Asteroids (NEO's), planetoïden die in de buurt van de aarde kunnen komen. Deze objecten zijn te klein en te licht om een stevige structuur te hebben, of kort gezegd: het zijn losse puinhopen. Met computermodellen kon men bepalen dat Apophis tijdens de dichtste nadering wordt geschud door een reeks korte (en meetbare!) bevingen. Daarbij zullen rotsblokken opgetild worden en weer vallen. Het tweede effect is op de lange termijn. Zo kan de rotatieperiode veranderen, wat ook effecten op het oppervlak heeft waardoor dat in de loop van tienduizenden jaren door elkaar raakt en het oppervlak feitelijk ververst wordt.

Linksonder: artist impression van Apophis. We moeten wachten op OSIRIS-APEX voor de echte foto's van Apophis.

Midden, onder: de drie foto's van de JunoCam die in 2024 werden gemaakt tonen (bij de pijltjes) zichtbare veranderingen op het oppervlak nabij Io's zuidpool. 'Perijove' is Engels voor het perijovium, ofwel het dichtst bij de planeet gelegen punt van de baan (algemeen bij planeten: periapsis). Foto NASA/JPL, bewerking Jason Perry.

Rechtsonder: de 'hotspot', hier rechts van Io's zuidpool, is groter dan Lake Superior, of 2,5 maal zo groot als heel Nederland! Het is een JIRAM-beeld, gemaakt tijdens de flyby op 27 december 2024. Credit: NASA/JPL-Caltech/SwRI/ASI/INAF/JIRAM.



8

Meer over Io

Io: extreemste vulkaan zonnestelsel

(bericht 28 januari)

Zelfs voor Io, het meest vulkanisch actieve zonnestelselobject, is een pas op het zuidelijk halfrond waargenomen vulkanische hotspot erg extreem. Deze is niet alleen groter dan Lake Superior (Bovenmeer) in Noord Amerika, maar de uitbarstingen (met 80 biljoen Watt!) hebben zes maal zoveel energie als alle energiecentrales ter wereld!

'Juno had twee echte close flyby's van Io', zegt principal investigator Scott Bolton, 'en hoewel beide data opleverden die ver boven onze verwachtingen lagen, lieten die van de tweede, op grotere afstand, ons versteld staan. Het is de krachtigste vulkaan ooit waargenomen op Io'. De flyby's waren toen Juno's het dichtst bij Jupiter was (zie kader), de bron van Io's activiteit. Io staat van de grote manen het dichtst bij de planeet (vier kleintjes staan nog dichterbij de planeet). Eén omloop duurt 42,5 uur, maar door zijn elliptische baan verschilt de afstand in de loop van een omloop, van 420.000 tot 423.400 km van de planeet. De aantrekking van Jupiter varieert dus ook, en dat levert de getijdenkrachten in Io op die de bron zijn van de inwendige hitte. Dat veroorzaakt weer de ca. 400 vulkanen die over het hele oppervlak liggen.

JIRAM

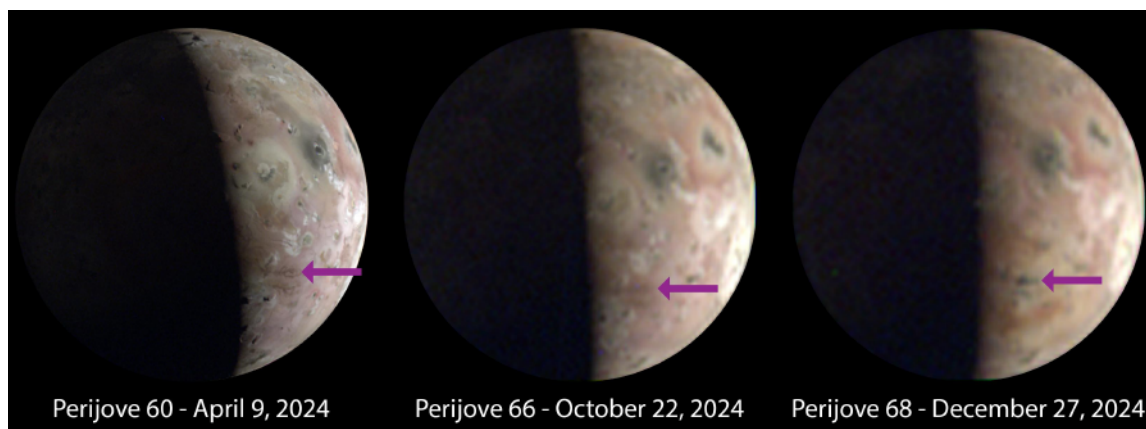
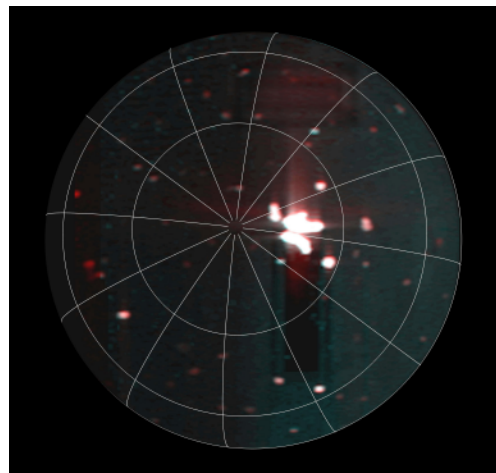
De ontdekking werd gedaan met de Jovian Infrared Auroral Mapper (JIRAM, die ook veel data voor het vorige artikel leverde), die dus in infrarood waarneemt. Met het instrument kon men tot 70 km diepte in de atmosfeer van Jupiter kijken, maar tijdens de huidige **extended Juno mission** wordt het ook gebruikt om de vier grote Jupitermanen te bestuderen; die noemen we ook wel de Galileïsche satellieten omdat ze in 1609 werden ontdekt door Galileo Galilei. Tijdens die extended Juno mission kwam Juno regelmatig bij Io, binnen 1500 km afstand van het oppervlak, zoals in december 2023 en februari 2024. In december 2024 was de kleinste afstand 74.400 km. Op 3 maart komt Juno weer buurten en dan gaat men weer naar de hotspot kijken. De bevindingen hebben

ook effect op ons begrip van vulkanisme op andere werelden.

De extreme infraroodstraling van de genoemde enorme hotspot was zo sterk dat de detector werd verzadigd, maar men heeft de bewezen dat wat werd waargenomen eigenlijk een paar dicht opeen geplaatste hotspots zijn die tegelijk uitbarstten. Dat wijst op een gigantische magmakamer onder het oppervlak. Het is dus de meest intense vulkaanuitbarsting ooit op Io waargenomen. De nog niet benoemde feature is 100.000 km² groot, veel groter dus dan Loki Patera (20.000 km²).

Beelden

Men nam het gebied ook waar met de JunoCam (een zichtbaar licht systeem). Hoewel de beelden van 27 december 2024 een veel lagere resolutie hebben dan op de eerdere flyby's, kan men de veranderingen in de verkleuringen van het oppervlak goed zien. Die veranderingen [die te maken hebben met de typen zwavelverbindingen] worden in verband gebracht met hotspots en vulkanische activiteit. Dit soort extreme uitbarstingen laten kenmerken op het oppervlak na die lang blijven bestaan, zoals pyroclastische afzettingen, kleine lavastromen uit breuken en zwavel-/zwavelsulfidrijke afzettingen door vulkanische pluimen.



Perijove 60 - April 9, 2024

Perijove 66 - October 22, 2024

Perijove 68 - December 27, 2024

Meer zonnestelselnieuws

Kosmische bezoeker stuk van de maan?

Een kosmisch rotsblok van 11 meter groot, 2024 PT5, trekt al vanaf 7 augustus 2024 de aandacht. Dat was een dag vóór het ding op 585.000 km de aarde passeerde. Het was maandenlang in de buurt van de aarde. Hij beweegt met een lage (t.o.v. de aarde) relatieve snelheid van 7 km/u. Zijn baan is precies zoals die van de aarde, wat wijst op een ontstaan in onze buurt! Inmiddels is vastgesteld dat het ding geen gevaar oplevert.

Toch blijft hij in het nieuws. Op 14 januari werd bekend dat men aanwijzingen had gevonden van de oorsprong: de maan! Het moet een brokstuk zijn dat duizenden jaren geleden de ruimte ingeslingerd werd na een grote inslag. 'De 'smoking gun' is dat de planetoïde rijk is aan silicaten', zegt Teddy Kareta van Lowell Observatory, die het onderzoeksteam leidt. 'Niet het type silicaten dat we op planetoïden zien, maar wel van het soort dat we op de maan vinden. Het ziet ernaar uit dat het hooguit een paar duizend jaar [los] in de ruimte is, omdat er weinig ruimteverwering is [door zonnestraling en -deeltjes, RJW] waardoor zijn spectrum roder zou worden.'

Een tweede aanwijzing is hoe, in welk soort baan het object beweegt: dat lijkt een beetje op hoe ons ruimtevaartuig beweegt. Uit het onderzoek blijkt ook dat het object nooit zal worden ingevangen door de aarde, maar in de buurt zal 'rondhangen' tot het zijn eigen baan om de zon vervolgd. De ontdekking van 2024 PT5 verdubbelt het aantal bekende planetoïden dat van de maan afkomstig is: ook 469219 Kamo'oalewa, ontdekt in 2016, is een brokstuk van een grote inslag op de maan. Maar er zullen er meer gevonden worden naarmate de telescopen gevoeliger worden. Als we zo'n ding kunnen koppelen aan een zeer recente krater leert ons dat veel over het inslagproces. En toekomstige wetenschappers kunnen mogelijk van een object als 2024 PT5 veel leren over de bodem diep in de maan.



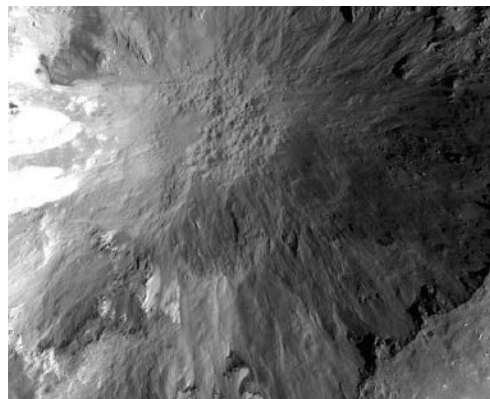
Vesta's geulen in een laboratorium

We weten dat de oppervlakken van veel hemellichamen gepokt zijn met kraters, de bewijzen van ruim 4,5 miljard jaar aan inslagen door meteorieten en ander puin. Maar op sommige kleine werelden (zie mijn boek *Kleine werelden van het zonnestelsel*) heeft het oppervlak ook diepe kanalen, geulen, waarvan we niet weten hoe die zijn ontstaan. Stromen op een zeer koud oppervlak, in het vacuüm van de ruimte?

Een belangrijke hypothese voor deze stromen is dat ze ontstonden uit droge sedimenten door geofysische processen, zoals inslagen en veranderingen in temperatuur onder invloed van de zonnestraling. Recent onderzoek toont echter aan dat inslagen op Vesta een minder duidelijk geologisch proces in gang kan hebben gezet: plotselinge, korte stromen water die geulen uitsleten en sedimenten afzetten. Dat onderzoek gebeurde met een steeds meer gebruikte methode, namelijk door testen in een laboratorium. Daarmee probeert men de condities na te bootsen om te achterhalen waaruit de vloeistof precies bestond en hoe lang het zou duren voordat het bevroor.

Men denkt dat het ijs in veel kleine werelden bestaat uit een soort pekkel. Zout verlaagt het smeltpunt, en zo kunnen ook ondergrondse oceanen bestaan. Het zout komt door de mineralen (zouten!) in de gesteenten (in het binnenste) die zijn opgelost. Ofschoon men nog geen pekkelijsafzettingen op Vesta heeft kunnen vaststellen nam men aan dat ondergronds ijs bij inslagen kan zijn gesmolten, waarna het even kon stromen en features kon scheppen die we ook op Aarde zien. Maar hoe kunnen werelden zonder atmosfeer die zijn blootgesteld aan het intense vacuüm van de ruimte lang genoeg vloeistof hebben om stroompjes te veroorzaken? Dat gaat tegen de gangbare ideeën in!

De cruciale component bleek natriumchloride te zijn: keukenzout. De experimenten met de speciale testkamer DUSTIE (zie kader), gaven aan dat op ijskoude werelden als Vesta puur water vrijwel meteen befrist, maar dat 'pekkelwater' minstens een uur vloeibaar blijft. Dat is lang genoeg om geulen te slijten in het oppervlak. De laagjes pekkel waren in DUSTIE een paar cm diep en men concludeerde dat de stromen op Vesta van meters tot tientallen meters diep zelfs langer nodig hadden om te bevroren.



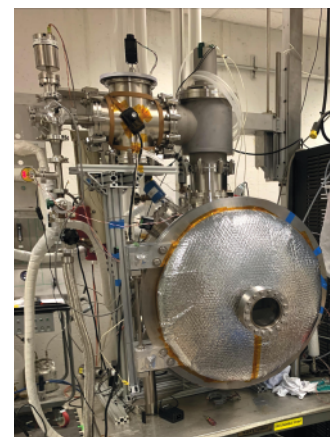
Webb-nieuws

Ik heb heel veel nieuwe persberichten over ontdekkingen die met de James Webb Space Telescope zijn gedaan, en ik wilde daar in deze nieuwsbrief wat mee doen, vanwege de cursus. Dat beperk ik tot pag. 10, want de nieuwsbrief is al veel groter geworden dan gepland. Allemaal de 'schuld' van het nieuws over het zonnestelsel, en het zonnestelsel heeft als sinds 1978 mijn allergrootste interesse. Zodoende. Ik wil in de volgende nieuwsbrief wel meer aandacht aan de Webb besteden, hoewel die editie zeker kleiner zal zijn - de aandacht moet nu weer naar het nieuwe boek.

Linksonder: Vesta is de op Ceres na grootste planetoïde. Het gemiddeld 525 km grote wereldje werd in 2011-2012 onderzocht door de Dawn.

Midden, onder: de bodem van de 15 km grote krater Cornelia, op Vesta, toont een netwerk van geulen. Die kunnen zijn ontstaan toen bij de inslag het zoute ijs smolt en pekkelwater over de bodem stroomde.

Rechtsonder: om de condities na te bootsen die er zouden zijn na inslagen op de grote planetoïde Vesta, gebruikte men deze DUSTIE: 'Dirty Under-vacuum Simulation Testbed for Icy Environments', van NASA's Jet Propulsion Laboratory.





Nieuw gevaar voor de aarde

Op 27 december 2024 werd een 40 tot 100 m (NASA-schatting 55 m) grote planetoïde ontdekt, met het 'Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System': **ATLAS** (weet je ook eens waar die naam vandaan komt). Het is 2024 YR₄, een Apollo-type planetoïde, een NEO die met een kans van 1,4% (!) op Aarde zou kunnen inslaan – op 22 december 2032! Het zou een explosie geven vergelijkbaar met die van Toengoeska (1908). Op de Torino-schaal van het risico op inslagen heeft hij een 3,4: het enige object sinds Apophis dat meer dan een '1' heeft (objecten die we vaker per jaar vinden) dat zo'n hoog risico geeft. Het is een S- of L-type ('steen') planetoïde, met een rotatieperiode van 19,5 minuten (erg snel) en hij had zijn 'closest flyby' twee dagen voor hij werd ontdekt... Op een veilige 828.000 km afstand.

Wat gebeurt er bij een inslag? NASA schat dat dat met de kracht van 8,0 megaton TNT zou gebeuren, met 17,32 km/s, waarbij een explosie in de atmosfeer zou plaatsvinden of een inslagkrater zou ontstaan, met 'gelokaliseerde' vernietiging tot 50 km van de inslag. Ach, we hebben nog even. Het zal een mooi doel zijn voor de initiatieven om de aarde te beschermen tegen inslagen. En anders... hopen dat de inslag is op een hoofdstad van een dictatuur naar smaak die we kunnen missen als kiespijn! Maar geen paniek, meestal heeft men na enkele weken voldoende data om het gevaar terug te schalen

LRD's

LRD's vormen een klasse van kleine, roodachtige stelsels, en het lijkt dat ze tussen 0,6 en 1,6 miljard jaar na de Oerknal bestonden (13,2 tot 12,2 miljard jaar geleden). Na 1,5 miljard jaar geleden begon hun aantal snel af te nemen. Hoewel er heel veel zijn, is men verbijsterd door hun aard, de reden voor hun unieke kleuren en wat ze ons over het vroege universum vertellen.

Boven: artist impression van de planetoïde 2024 YR₄.

Midden, onder: voorbeelden van LRD's, met roodverschuivingen tussen $z=4,75$ en $z=8,92$.

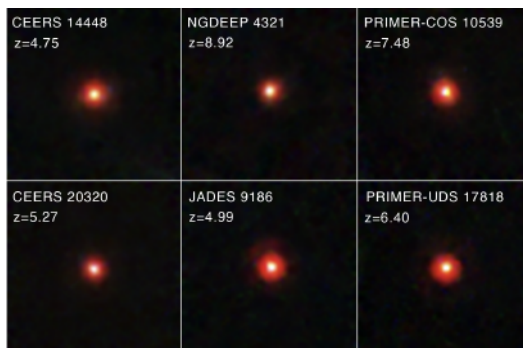
Credit NASA etc, Dale Kocevsky.

Webb Space Telescope

Eerste stelsels erg licht

In december 2022 bracht de Webb ruimtetelescoop iets aan het licht dat nooit eerder was gezien: talloze rode, en aan de hemel zeer kleine objecten. De onderzoekers noemen ze 'little red dots' (LRD's) en in het begin vormden ze een groot probleem voor de kosmologie, waarmee het niet verklaard kon worden. Tenminste, als je ervanuit gaat dat een groot deel van het licht ervan van sterren komt. Dat blijkt nu niet te kloppen! De LRD's (zie kader) zijn roodachtige stelsels die tussen 0,6 miljard jaar na de Oerknal bestonden maar een miljard jaar geleden snel in aantal gingen afnemen. Een team astronomen heeft nu een grote groep LRD's onderzocht en een groot deel ervan vertoont tekenen dat ze groeiende zwarte gaten bevatten. 'We zijn verbijsterd door deze nieuwe populatie objecten die Webb heeft gevonden. We kennen geen analogen ervan bij lagere roodverschuivingen [die dus veel dichterbij staan], en daarom hebben we ze vóór Webb niet gezien', zegt de hoofdauteur van de paper Dale Kocevsky, 'Er is behoorlijk wat werk te doen om te proberen de aard van de LRD's te bepalen en waarom hun licht zo gedomineerd is door groeiende zwarte gaten.' Belangrijk in hun onderzoek is het gebruik van alle beschikbare data van de Webb telescoop, die voor dit doel cruciaal is. Hun methode was ook anders dan bij eerdere onderzoeken, resulterend in een telling met breed roodverschuivingsbereik. Het verschijnen, 600 miljoen jaar na de Big Bang, en het snelle afnemen ervan een miljard jaar later is intrigerend. Men ontdekte dat zo'n 70% van de doelen (de LRD's) aanwezig hadden van gas dat met hoge snelheid (1000 km/s) rond iets beweegt: het teken van het ontstaan van een accretieschijf rond een superzwaar zwart gat! Dat wijst erop dat 70% van de LRD's groeiende zwarte gaten zijn, actieve stelsels die we **Active Galactic Nuclei** (AGN) noemen. 'Het meest opwindende voor mij zijn de verdelingen in de roodverschuiving. Deze echt rode bronnen met hun hoge roodverschuivingen houden feitelijk op een bepaald punt na de oerknal op te bestaan', zegt co-auteur Steven Finkelstein. 'Dat wijst op een tijdperk van verborgen groei van zwarte gaten in het vroege heelal'. Minder sterren betekent dat er toen meer, maar lichtere stelsels waren dan met de bestaande hypothesen te verklaren is.

Er zijn wat vragen die de ontdekking oproept. Zo weet men niet waarom LRD's niet bij lagere roodverschuivingen te zien zijn; verder zijn LRD's niet helder in röntgenstraling, in tegenstelling tot zwarte gaten met lage roodverschuivingen. Er moet dus nog wel wat gedebatteerd worden.



Hemel van februari 2025

Overzicht

De zichtbaarheid van de heldere planeten en de fasen van de maan voor deze periode, informatie afkomstig uit de **Sterrengids**. Dat is een interessante jaargids en een must voor wie de verschijnselen aan de hemel van dag tot dag wil volgen: www.sterrengids.nl.

Maanfasen februari 2024

Eerste kwartier	5 feb, 09:02 u MET
Volle maan	12 feb, 14:53 u MET
Laatste kwartier	20 feb, 18:32 u MET
Nieuwe maan	28 feb, 01:45 u MET

Perigeum:	2 feb, 03:47 u MET, 367.457 km
Apogeeum:	18 feb, 02:10 u MET, 404.882 km

	5 feb	25 feb
Zonsopkomst	8:13 MET	7:34 MET
Zonsondergang	17:35 MET	18:12 MET

Planeten en Pluto

In de tabel zie je het sterrenbeeld waarin ze staan en de **rechte klimming** (RA, halverwege de maand) waarmee je de locatie van de planeet in de buurt van de ecliptica kan opzoeken. De **declinatie** is dan niet echt nodig.

planeet	sterrenbeeld	RA*
Mercurius	Steenbok, Waterman, Vissen	22:17 u
Venus	Vissen	0:18 u
Mars	Tweelingen	7:16 u
Jupiter	Stier	4:39 u
Saturnus	Waterman	23:21 u
Uranus	Ram	3:23 u
Neptunus	Vissen	23:55 u
Pluto	Steenbok	20:21 u

Planetenparade: deze maand staan nog steeds zes planeten aan de hemel, waarvan een deel niet zonder kijker te zien is. In de laatste week (20 - 27 februari) komt ook Mercurius erbij: alle zeven planeten (buiten de aarde) dus!

Mercurius wordt eind van de maand 's avonds met het blote oog zichtbaar.

Venus is nog steeds een fraaie 'avondster', in het WZW; met een telescoop zie je de Venusfase afnemen (zoals bij de maan dus). Op de 1e staat ze met Saturnus en de maansikkel in een fraaie samenstand. Op de 3e staat de planeet 4° ten noorden van de Neptunus.

Mars was 15 januari in oppositie en bereikt deze maand zijn grootste declinatie, dus hoogste positie. Hij is daarom ook lang te zien, tot in de ochtendschemering. Op de 9e, 20 u, staat de maan erg dicht bij. Op de 24 is Mars **stationair**.

Jupiter is ook nog steeds een schitterende 'ster' aan de hemel. Op de 4e is hij **stationair**, dan staat hij even 'stil' tegen de achtergrond van sterren, alvorens zijn normale oostwaartse beweging te vervolgen. De 6e/7e komt de maan 'buurten', in de Stier. **Saturnus** is de eerste helft van de maand in het W te zien nabij Venus.

Uranus staat nog steeds iets ten westen van de Pleiaden en Jupiter en is goed te zien met een verrekijker of telescoopje.

Neptunus is de eerste twee weken nog te zien met een grote verrekijker of telescoop, in het westen. De planeet wordt rond de 5e door Venus ingehaald.

Planetoïden

Vesta trekt van de Maagd naar de Weegschaal - hij is ongeveer noord van de ster Zubenelgenubi, ZO van Arcturus.