

Rob's Nieuwsbrief - 37

over sterrenkunde en het heelal

februari 2017

De Super Wanddisplay!

Presentatie 8 januari 2017

Op 8 januari werden de eerste verlichte wanddisplays voor de Superplanisfeer afgeleverd aan de klanten, in de Sterrenwacht Midden-Nederland, Amersfoort.

Klein aantal

Van die displays zijn er maar tien gemaakt, door mijn broer Aad. Ze bestaan uit een speciaal voor dat doel gemaakt led-paneel en de voorplaat die voor dat doel in de plaats komt van de bovenschijf. In dit geval wordt de sterrenkaart achter de vaste voorplaat geroteerd. Om van de drie onderdelen (led-paneel, voorplaat en sterrenkaart) een echte, fraaie display te maken moest er nog wel het een en ander gebeuren. De drie delen wegen ruim tien kilo en het geheel moet dus stevig genoeg zijn. En perfect te gebruiken zijn! Aad had daarvoor een constructie bedacht die eenvoudig mogelijk en snel te maken was. De oorspronkelijke planning was dat wij ze in de zomer zouden kunnen afleveren.

Problemen

Het liep wat anders, doordat de panelen pas veel later werden afgeleverd, niet volgens de specificaties en ook nog eens erg slordig afgewerkt. De panelen gingen terug naar de leverancier en werden in december wederom afgeleverd, weliswaar beter maar nog steeds niet geheel volgens de specificaties. Dit alles betekende dat het project veel meer ging kosten aan extra materiaal en Aad er veel meer tijd in moest steken. Ik vond het wel zo netjes om een vergoeding voor al die extra tijd in zijn vrije kerstvakantie te betalen. Uiteraard betekent dit, voor een product waarop geen enkele winst zit, een financiële domper. We

zijn daarover in gesprek met de leverancier. Het belangrijkste is nu echter dat we het voor elkaar hebben en een periode die veel te veel slapeloze nachten en energie heeft gekost nu voorbij is! We gaan het niet nog een keer doen...

Presentatie

De presentatie was erg bescheiden. Alleen de klanten waren uitgenodigd (er zijn er acht, de andere twee wanddisplays zijn voor Aad en onszelf) en daarvan kwamen er drie hem ophalen. In de week na de presentatie kwam nog een sterrenwacht hem ophalen. Tijdens de presentatie vertelde Aad wat de beste methode is om de voorplaat en sterrenkaart veilig op het wanddisplay te monteren en een en ander aan te sluiten en op te hangen (dit staat overigens ook in de bouw instructies die we hebben gemaakt).

Het verliep niet als een gebruikelijke presentatie, door het kleine aantal aanwezigen. Het werd gewoon erg gezellig, met een biertje erbij, met vooral Aad en ik pratend over wat we vroeger allemaal hebben verricht...

Apollo 1

Deze maand is het vijftig jaar geleden dat op 27 januari drie Apollo-astronauten om het leven kwamen. Niet tijdens een vlucht naar de maan maar tijdens een lanceertest op de grond. Gus Grissom, Ed White en Roger Chaffee kwamen om bij brand die uitbrak in hun cabine in de Command Module, op LP 34 (Launch Platform 34, op wat toen Cape Kennedy heette). Door kortsluiting was brandbaar nylon materiaal in brand gevlogen en omdat de cabine gevuld was met pure stikstof onder hoge druk, en omdat ze door die druk het luik (dat naar binnen open ging) niet konden openkrijgen, hadden de mannen geen schijn van kans.

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.

Galileo Galilei

Op 7 januari 1610, 407 jaar geleden, deed Galileo Galilei een ontdekking die een wetenschappelijke revolutie ontketende: hij ontdekte de vier manen van Jupiter! Hij deed dat met zijn op de markt (...) gekochte Hollandse kijker (een lenzenkijker, of refractor). Deze bestond uit een buis met een positieve lens aan de voorkant (het objectief) en een negatieve lens als oculair, met een vergroting van 3 x.



De ontdekking van werelden rond een andere planeet was niet te verklaren vanuit het geocentrische wereldbeeld, waarbij de aarde in het middelpunt van het heelal staat. Met Galilei begon de moderne sterrenkunde

Hierboven: Galilei laat wat Rooms Katholieke bobo's zelf door zijn telescoop kijken naar (als je de tekening in zijn hand ziet) Jupiter en de maan.

Linksonder: Hans Keuning heeft zijn verlichte wanddisplay voor de Superplanisfeer meteen opgehangen, aan een wand vol sterrekundelingen. Leuk!

Rechtsonder: de drie Apollo 1 astronauten Grissom, White en Chaffee, voor LP 34, waar zij later bij een brand zouden omkomen.



Vervaltijd

Isotopen zijn atomen van hetzelfde element maar met verschillende aantallen neutronen in de kern. Een deel van die isotopen is niet stabiel, maar verliest deeltjes uit de kern om een isotoop van een ander element te vormen. Daarbij komt straling vrij (alfa-, bèta- en/of gammastraling).

Zo vervallen de in het artikel genoemde uranium-isotopen naar lood-isotopen en lutetium naar hafnium. Koolstof-14 (C14) ontstaat als stikstofatomen (stikstof-14, of N14) in de lucht door kosmische stralingsdeeltjes worden geraakt (dat proces is al heel lang constant) en als C14-atomen vervallen worden ze N-14 atomen. Dat is **radioactiviteit**. Het is heel nauwkeurig bekend hoe snel een bepaalde hoeveelheid van een isotoop zo is vervallen. We spreken van de **halfwaardetijd**: de tijd die nodig is om de helft van een hoeveelheid van het isotoop te laten vervallen. Bij C14 is de halfwaardetijd 5736 jaar. Na 11472 jaar is er dus een kwart van het C14 over, na 57.360 jaar is er nog maar een duizendste over en kun je zeggen dat het goeddeels verdwenen is.

Als je weet wat de halfwaardetijd van een isotoop is, welk percentage ervan oorspronkelijk in het monster moet hebben gezeten, en wat dat percentage in het monster nu is kun je bepalen hoe oud het monster is. Bij C14 geldt dat het is opgenomen door alle levende organismen, tezamen met de stabiele vormen van koolstof (C12 en C13). Toen, bijvoorbeeld, een boom stierf hield de opname van koolstof op. Alle koolstof bleef in de boom achter, behalve het C14, dat verviel naar N14. Daarvan vind je dus veel minder dan van de andere koolstofisotopen, en het verschil tussen wat het is en wat het ooit was maakt een behoorlijk nauwkeurige datering mogelijk.

Op dezelfde manier weten we dat de halfwaardetijd van uranium-238 (ca.) 4,5 miljard jaar is: daarmee kunnen we gesteenten en dus planeten en manen dateren!

Rechtsonder: de maan kan zijn ontstaan bij een catastrofale botsing tussen de aarde en een object zo groot als Mars (illustratie Lynette Cook).

Geboorte van de maan

Hoe werd de maan gevormd?

De meest gelezen hypothese voor de vorming van de maan is die van de grote inslag. In mijn boek *Genieten van het zonnestelsel* schrijf ik dat in het vroege zonnestelsel, toen dat nog maar 40 miljoen jaar oud was, een planeet zo groot als Mars (Theia genaamd) met de jonge aarde botste. Uit een deel van de brokstukken van Theia en de aarde vormde zich na een eeuw de maan. De Theia-hypothese is al zo'n dertig jaar oud.

In januari 2017 werden drie artikelen over dit onderwerp geplaatst in de wetenschappelijke bladen *Nature Geoscience* en *Science Advances*. De benadering van de drie artikelen is geheel verschillend, van een snelle tot een langzame vorming; en een waarbij water is betrokken.

Waarom nog onzeker?

Je zou zeggen dat we nu toch onderhand zouden moeten weten waar de maan vandaan komt, met alle maanmonsters die zijn opgehaald tijdens de Apollo-missies, maanmeteorieten en de steeds groeiende mogelijkheden van moderne laboratoria. Dat is dus niet zo! Onderzoek aan processen die zich ver voor onze tijd afspeelden wordt voor een belangrijk deel gedaan met behulp van computermodellen, of **simulaties**, waarbij alles wat we zeker weten in het programma is verwerkt dat vervolgens met allerlei waarden voor de onzekere variabelen een grote serie mogelijke uitkomsten geeft. Uitkomsten die overeenkomen met wat we nu waarnemen zijn dan plausibel.

In alle simulaties bestaat de maan uiteindelijk vooral uit materiaal van de **impactor** (het object dat insloeg) en niet van de aarde. Maar analyse van de samenstelling van de maan-gesteenten toont aan dat die praktisch hetzelfde is als die van aardse gesteenten. Het gaat dan om de verhoudingen van **isotopen** (zie kader), zoals titanium, calcium, silicium en vooral zuurstof en wolfram. Dat is een probleem voor de onderzoekers want in slechts 1 of 2% van de gevallen leveren de simulaties een Maan op met een aardachtige samenstelling. Ook is de **draaiimpuls** (draaibeweging) in de simulaties moeilijk te rijmen met de draaibeweging van het huidige Aarde-Maan systeem.

Langzame vorming

Drie Israëlische onderzoekers vinden het idee van een enkele, enorme inslag verkeerd. Zij denken dat de aarde tientallen kleinere inslagen onderging, met objecten van 0,01 tot 0,1 aardmassa, waarbij steeds weggeslagen materiaal in een baan om de aarde kwam, en daar ringen vormde. Uit die ringen ontstonden maantjes, die door de getijdenwerking met de jonge, meest gesmolten aarde verder weg werden gestuurd en daar uiteindelijk samensmolten tot de maan.

Deze benadering levert resultaten die goed overeenkomen met de waargenomen isotopenverhoudingen. Ook zouden hierbij delen van de aarde onbeschadigd moeten zijn gebleven, en men heeft in de mantel van de aarde inderdaad delen gevonden die qua samenstelling afwijken van de rest van de aarde. De vorming van de maan op deze manier zou veel langer hebben geduurd, mogelijk zelfs 100 miljoen jaar.

Datering Apollo 14-stenen

Een andere nieuwe analyse wijst juist naar een snelle vorming van onze satelliet, die na 4,51 miljard jaar gestold zou zijn geweest, 60 miljoen jaar na de geboorte van het zonnestelsel. Volgens onderzoekster Mélanie Barboni en collega's ligt het bewijs in acht kleine korrels zirkonium (ZrSiO₄), die zijn verzameld tijdens de Apollo 14-missie. Zij vonden daarin sporen van uranium, lood en hafnium die gebruikt kunnen worden om de gesteenten te dateren (zie kader). Ze corrigeerden hun metingen voor de kosmische straling, waaraan gesteenten op de maan meer bloot staan dan op de aarde, beschermd door haar atmosfeer. Hun uitkomst is 4,51 miljard jaar ± hooguit 10 miljoen jaar. Daar komt bij dat de zirkoniumkorrels diep in de maan moeten zijn ontstaan. Dat kan alleen geweest zijn als de maan toen een gloeiendhete 'magma-oceaan' was, dus na een enkele, catastrofale botsing. Als gestolde maantjes waren samengeklonterd had dat deze korrels niet kunnen verklaren.

Nat

Alsof dit allemaal niet ingewikkeld genoeg is gaat een derde hypothese ervan uit dat de maan tijdens haar vorming water bevatte, ook al is onze buur nu kurkdroog. Yanhao Lin van de Vrije Universiteit Amsterdam en drie collega's deden experimenten die nabootsen hoe de magma-oceaan stelde. Uit de mineralensamenstelling en dikte van de Maankorst zou blijken dat 0,003 tot 0,0165% van de maan bij de vorming uit water bestond. Dat lijkt niet veel maar als het klopt heeft het belangrijke consequenties, want ook de jonge aarde zou dan meer water bevat moeten hebben.



Mozaïek van Dione

Voor en achter

Dione is een van de satellieten van Saturnus, met een diameter van 1122 km. Cassini heeft sinds 1 juli 2004 het Saturnus-stelsel onderzocht, met de grote maan Titan, vier middelgrote manen (waaronder Dione), 58 kleinere manen en zijn fraaie, uitgebreide ringenstelsel. Daarbij zijn ook veel foto's gemaakt. Foto's van Dione zijn in 2014 al verwerkt tot een compleet beeld van het oppervlak. Die mozaïek zie je onderaan deze pagina. De kleuren zijn versterkt en er is ook infrarood en ultraviolet informatie in verwerkt.

Het meest opvallend aan die mozaïek is het verschil in kleur en helderheid tussen de linker- en rechterhelften. Wat is hier aan de hand?

Het is niet heel erg mysterieus. Een satelliet beweegt om zijn planeet en bijna alle grote manen doen dat **gesynchroniseerd**: hun omlooperperiode is gelijk aan hun rotatieperiode, net zoals bij de maan (bij Dione is dat beide 2 dagen, 17 uur en 41 minuten). Dat betekent dat er altijd één halfrond vooraan is tijdens de beweging om de planeet, het leidende halfrond.

Kleurverschillen

Dat leidende halfrond veegt ijsdeeltjes op uit de E-ring van Saturnus, die is gevormd door water dat is uitgestoten door geisers op de zuidpool van Enceladus (ook een maan). Die ijsdeeltjes maken dat deel van Dione natuurlijk erg licht.

Het volgende halfrond heeft juist meer te maken met straling en deeltjes uit Saturnus' magnetosfeer, en dat maakt dat organische verbindingen in het oppervlak van Dione worden omgezet in andere verbindingen, die roder en donkerder zijn. Ik heb er al eens eerder over geschreven; straling is bijvoorbeeld de reden dat Pluto roodachtig is.

De witte 'vegen' links op de foto zijn ijsklippen, sommige honderden meters hoog, die het ge-



volg zijn van tektonische breuken. Waar Enceladus voortdurend waterijsdeeltjes spuit lijkt Dione erg rustig, in elk geval op dit moment. Het oppervlak vol breuklijnen wijst zeker op een geologisch actiever verleden. Sterker, recente modellen geven aan dat ook Dione een oceaan zou kunnen hebben onder een 100 km dikke ijskorst en rond de rotsachtige kern.

Planeten bij Alfa Centauri

Na de ontdekking van de exoplaneet Proxima b, in augustus 2016, heeft de European Southern Observatory (ESO) een overeenkomst getekend met de *Breakthrough Initiatives*. Het gaat om de aanpassing van de instrumenten van de Very Large Telescope (VLT, in Chili) aan de zoektocht naar planeten in het Alfa Centauri systeem, de drie dichtstbijzijnde sterren na de zon. Ook zal er waarneemtijd op de vier 8,2 m telescopen beschikbaar worden gesteld. De Breakthrough Initiatives vormen een wetenschappelijk en technologisch programma dat in 2015 is opgestart om het heelal te verkennen, wetenschappelijke bewijzen voor leven buiten de aarde te vinden en het publieke debat vanuit het planeetonderzoek aan te sporen. De grondlegger is de Russische ondernemer, belegger en natuurkundige Yuri Milner. Exoplaneten op zo'n korte afstand zijn erg interessant en wetend wáár ze zijn zouden we binnen een generatie ultrasnelle, door licht 'gedreven' ruimteverkenner kunnen sturen.

Extra lange dag

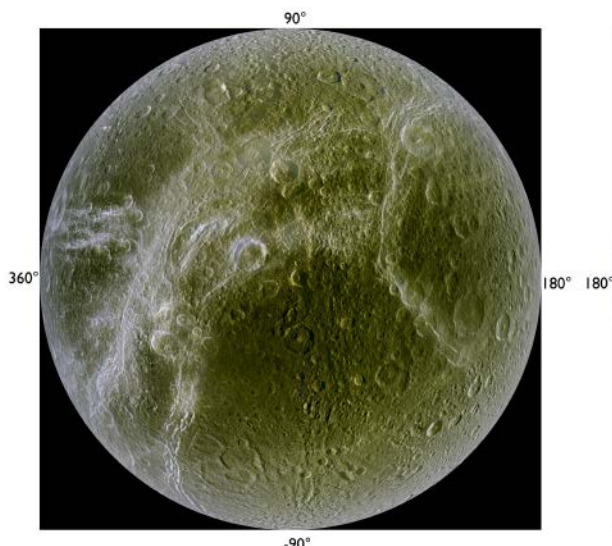
Als je op 31 december het wat lang vond duren dat het nieuwe jaar aanbrak kan dat kloppen: die dag duurde een seconde langer! Dat is niet heel bijzonder want ruwweg elke anderhalf jaar wordt er een schrikkelseconde toegevoegd. Op 23 uur, 59 minuten en 59 seconden volgde eerst 23 uur, 59 minuten en 60 seconden, en daarna pas 00:00:00 uur.

Als je nu zegt dat je het gemerkt hebt op dat moment ben je een liegbeest! Aangezien de extra seconde wordt toegevoegd aan UTC (Coordinated Universal Time), en op hetzelfde moment over de hele wereld, 'merk' je het afhankelijk van je positie op Aarde. Bij ons was het dus rond 11 uur 's avonds dat we een extra seconde hadden! Bij de meeste mensen op het westelijke halfrond kwam de extra seconde in 2017.

Waarom hebben we zo'n schrikkelseconde? Dat komt omdat de aardrotatie niet zo constant is als onze atoomklokken. Die klokken wijken in 100 miljoen jaar een fractie van een seconde af maar de aardrotatie remt geleidelijk af, zodat onze dagen langzaam langer worden. Elke 18 maanden is de rotatie een seconde langzamer geworden, door de getijdenwerking van de maan op de aarde. De eerste schrikkelseconde werd in 1972 toegevoegd en ze komen altijd op 30 juni of 31 december.

Rechtsboven: in 2024 zou er een speciaal ruimtetuig zijn dat ruimteafval opruimt. ESA heeft daarvoor de e.Deorbit missie voorgesteld aan de ministers van de betrokken landen, als onderdeel van haar Clean Space initiative. Ruimteafval (oude satellieten en rakettrappen, fragmenten na botsingen of explosies, misschien zelfs nog die Hasselblad camera) vormt een groot gevaar voor nieuwe ruimtemissies. Het toestel zou een robotarm hebben, terwijl ook wordt gedacht aan een (vang) net en harpoen. Foto ESA.

Onderaan: twee uit de mozaïek van Dione samengestelde 'globes'. De kleuren zijn versterkt en er is ook infrarood en ultraviolet informatie in verwerkt. Samengesteld door Paul Schenk van het Lunar and Planetary Institute.



Linksboven: een deel van de nieuwe Nederlandse planisfeer (PLN-NL) met de positie van de mogelijke rode nova in 2022 (het rode kruisje), als de sterren van de dubbelster KIC9832227 met elkaar samensmelten.

Links, midden: de aarde en de maan, gezien vanaf Mars. De foto bestaat uit twee opnamen die op 20 november 2016 zijn gemaakt met de HiRISE camera van de Mars Reconnaissance Orbiter (MRO). De helderheden moesten worden aangepast omdat de maan veel donkerder is dan de aarde. De afstand is correct. Foto NASA/JPL, Caltech en University of Arizona.

Linksonder: metingen van de Swarm satellieten Alpha, Bravo en Charlie, va de ESA, hebben geleid tot de ontdekking van een jet stream in de vloeibare (ijzeren) buitenkern van de aarde, 3000 km onder het oppervlak.

Midden, onder: een fraaie foto van V838 Monocerotis (sterrenbeeld Eenhoorn), mogelijk het restant van een lichtkrachtige rode nova.

Rechtsonder: een vlammen- de vuurbol tussen Rigel en de Orionnevel, op 12 november 2015 door Ivo Scheggia gemaakt in Zwitserland.

Kort nieuws

Nova in 2022?

In het sterrenbeeld Zwaan staat een zwak sterretje dat niet eens in de planisfeer staat, met de fraaie 'naam' KIC9832227. In werkelijkheid zijn het twee sterren die op zeer korte afstand om elkaar heen bewegen, met een periode van slechts 11 dagen – en die periode wordt steeds korter omdat hun atmosferen met elkaar in contact zijn (dat levert natuurlijk weerstand op). Uiteindelijk zullen ze met elkaar botsen en samensmelten! Dat zal ergens tussen september 2021 en september 2022 moeten gebeuren.

De dubbelster staat op 1800 lichtjaar afstand en bestaat uit een ster die anderhalf maal zo groot is, en een die slechts een derde maal zo groot is als de zon. Ze zijn gesynchroniseerd, dus keren altijd dezelfde kant naar elkaar toe. Van de aarde af gezien bedekken ze elkaar regelmatig (daarom weten we die periode!) en daarom is het een veranderlijke of variabele ster (een eclipsvariabele).

Hun kosmische dansje zal dus binnen zes jaar een dodelijke afloop krijgen, in een schitterende explosie. De dubbelster wordt dan opeens ongeveer tienduizendmaal zo helder, zodat je hem kunt zien als een ster van magnitude 2: zo helder als de poolster! De sterren zijn dan een Lichtkrachtige Rode Nova geworden, zwakker dan een supernova (een exploderende zware ster) maar krachtiger dan een gewone nova (een witte dwergster, het restant van een zonachtige ster, met periodieke explosies op het oppervlak). Deze rode nova's zijn duidelijk rood, vandaar de naam, en worden in de loop van de tijd zwakker en roder. Ze worden juist krachtiger in het infrarood. Zie de foto hieronder.

Het zal de sterrenhemel in de Zwaan dramatisch veranderen – gedurende enkele weken tot maanden.

Jet stream in de kern van de aarde

Jet streams – straalstromen in het Nederlands – verwacht je alleen in het weerbericht. Maar de aarde heeft er een ver onder het oppervlak!

In 2013 zijn drie Swarm satellieten gelanceerd, om de verschillende magnetische velden van de aarde te meten en ontrafelen. Die magnetische velden ontstaan in de kern, de mantel, de korst, de oceanen, de ionosfeer en de magnetosfeer. Tezamen maken zij het aardmagnetisch veld dat ons tegen kosmische straling en de zonnwinddeeltjes beschermt. De satellieten zijn daarvoor in uitgekende polaire banen gebracht, op 450 en 530 km hoogte.

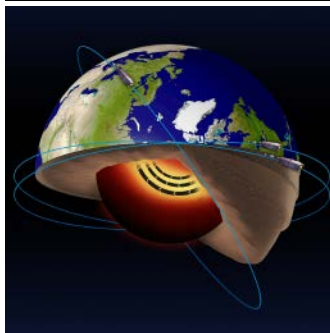
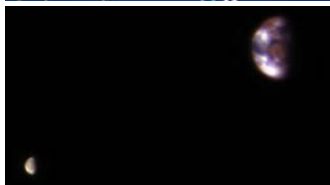
'Door het aardmagnetisch veld te meten kunnen we diep in de aarde kijken', zegt onderzoeker Chris Finlay. 'We weten meer over de zon dan over het inwendige van onze eigen planeet omdat de zon niet wordt verborgen achter 3000 km gesteenten!'

Het aardmagnetisch veld ontstaat in de kolkende oceaan van vloeibaar ijzer van de buitenkern van de aarde. Bewegend geleidend materiaal levert elektrisch stroom op en dat zorgt voor een magnetisch veld.

Door de veranderingen in dat magneetveld te bepalen leren we hoe het ijzer in de kern beweegt. Zo heeft men nu ontdekt dat er een band van met 40 km per jaar stromend ijzer rond (onder) de noordpool beweegt. Dat is driemaal zo snel als normaal op die diepte en honderdduizenden malen sneller dan de beweging van tektonische platen. Het ontstaat langs een grensgebied tussen twee lagen in de aarde, waar toestromend materiaal ander materiaal wegdukt dat daardoor versnelt. Men verwacht meer verrassingen.

Fraaie foto vuurbol

Op 12 november 2015 maakte de Zwitserse amateurastronoom Ivo Scheggia deze prachtige opname van een vuurbol, terwijl hij de Orionnevel wilde fotograferen (linksboven op de foto hieronder). Een vuurbol is een zeer heldere meteor. Deze liet ook bijzondere oranje vegen zien, geen rook maar seconde durende sporen van geïoniseerde luchtdeeltjes. Die sporen zijn op deze tijdopname als wat verwaagd door de wind. De heldere blauwe ster is Rigel, van Orion.



Ceres update

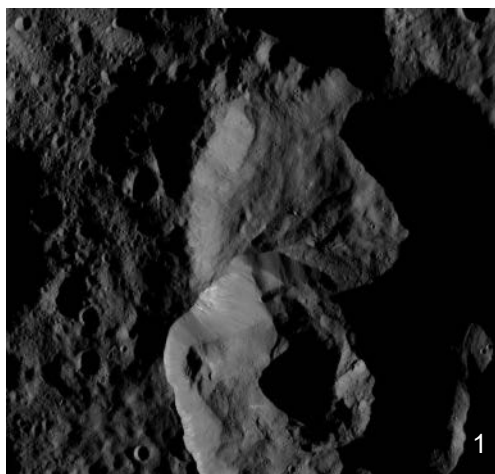
Kraterbodems

In deze nieuwsbrief gaat het vooral over kraterbodems op Ceres, zoals gefotografeerd door Dawn tijdens de XMOS2 fase (zie vorige nieuwsbrief). Grote kraters in het zonnestelsel zijn honderden miljoenen tot miljarden jaren oud.

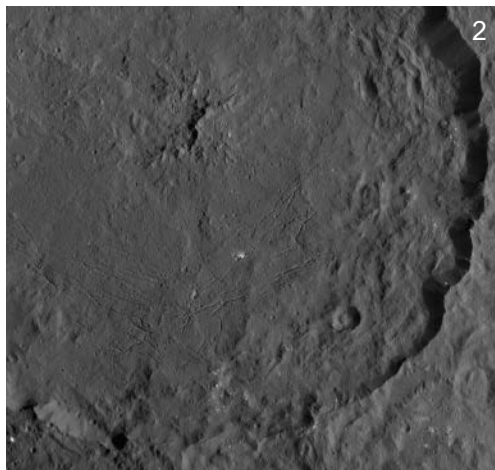
Bij een inslag van een planetoïde of meteoriet (het verschil tussen die twee zit hem slechts in het formaat) ontstaat een komvormige 'deuk' in de korst en een verhoogde kraterrand eromheen (zie illustratie rechtsonder). Bij grote kraters zakken die wanden vrij snel in, door de zwaartekracht, zodat je een soort 'terrassen' krijgt. Soms stroomt materiaal van de kraterrand in een oudere krater, een proces dat men 'wasting' noemt.

Grotere kraters kunnen ook een *centrale berg* hebben (of meerdere, in een ringvorm), bestaande uit gesteenten die bij de inslag smolten en daarna omhoog kwamen (zoals bij een waterdruppel die in een plas valt), om dan te stollen.

De kraterbodem is bij de inslag vernield en vertoont daarom scheuren (daaruit kan later magma uit naar buiten komen, zodat bijvoorbeeld op de maan de maanzeeën konden ontstaan). Op deze pagina probeer ik een beeld te geven van deze verschijnselen op de kleine dwergplaneet Ceres.



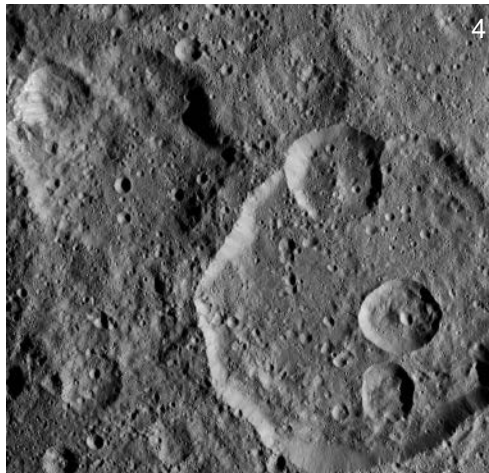
1



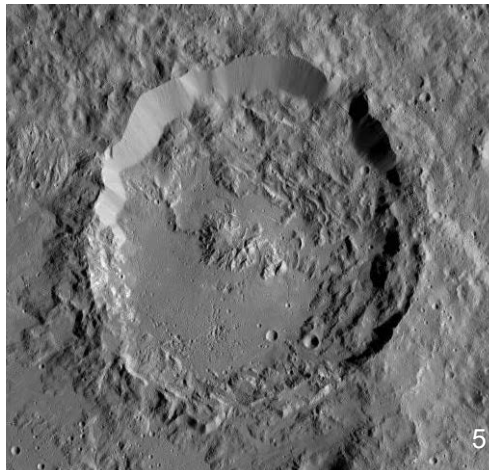
2



3



4



5



6

Foto's:

1. Nog één LAMO-opname, van de kraters net ten zuiden van de grote krater Ghanan (68 km). De lage zonnestand geeft fraaie schaduweffecten en ook hier weer vallen de heldere strepen in de kraterwanden op. Het zijn zoutafzettingen. De opname is op 29 mei 2016 gemaakt, van 385 km hoogte.

2. Dantu is met 126 km diameter een van de tien grootste kraters op Ceres. De krater heeft geen centrale berg maar een centraal complex van bergen. De randen van de kraterbodem zijn rommelig, door materiaal dat van de kraterwand naar beneden is gezakt ('wasting'), terwijl de bodem een wirwar van scheuren vertoont. Ook hier plekken met helder materiaal in de kraterwand. De kleine krater rechtsonder is Denteotl (6 km).

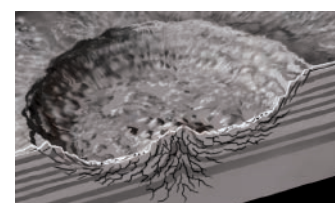
3. De kraters Kondos (44 km, op de linkerrand van de foto) en Jarimba (69 km, linksonder). Vooral Kondos heeft een zeer rommelige bodem, doordat de kraterwand na de inslag is ingestort en de komvormige 'deuk' in de korst heeft gevuld.

4. De Meanderi krater (103 km) hier de grootste. Op de kaart in de nieuwsbrief van september 2015 (pag. 4) zie je hem ongeveer tussen de kraters Toharu en Urvara in; in het maartnummer van 2016 zie je op pag. 7 de kleine krater die bijna in het midden van Meanderi ligt in close-up. Sommige kraters zijn nauwelijks meer te zien: spookkraters.

5. De krater Ikapati (50 km) heeft ook een complex van centrale bergen en ruwweg parallel lopende breuklijnen op de bodem. Zie voor deze krater ook de vorige nieuwsbrief, pag. 8.

6. Een kleine krater (ca. 10 km), vlak bij de kraterrand van de krater Dantu (net buiten beeld). Let ook hier op de bodem en iets dat op een centrale berg lijkt, hoewel de krater klein is. De foto's 2 tot en met 6 zijn XMOS2 opnamen, in oktober 2016 gemaakt van ca. 1460 km hoogte.

Hieronder: illustratie van een krater, met kraterwand, centrale berg en gebroken korst als bodem. Credits: Don Davis.



Rechts: een US navy officier oefent met een sextant.

Hemelnavigatie terug

Eeuwenlang was de navigatie op zon en sterren belangrijk in de opleiding van marine- en koopvaardijofficieren. De komst van GPS heeft dat veranderd. De US Naval Academy stopte in 2006 met de hemelnavigatie, maar het is nu terug! GPS is namelijk erg kwetsbaar. Vijanden zouden GPS satellieten kunnen uitschakelen met raketten of door een EMP (elektromagnetische puls), terwijl jij op internet GPS 'jammers' kan bestellen. Niet alleen mensen bedreigen echter het systeem: ruimteafval (zie pag. 3) en grote zonnevlammen kunnen satellieten vernietigen. Er moet dus een back-up zijn! En dat kan alleen maar het oude, vertrouwde navigatiewerk zijn. In 2015 kwam hemelnavigatie dus weer terug in het lesprogramma van de Naval Academy en dit jaar worden weer de eerste adelborsten afgeleverd die met een sextant kunnen omgaan. Hopelijk gaan ze ook planisferen gebruiken!

Filmpjes Ceres, Pluto en Titan
Ik zag enkele leuke video's voorbijkomen, over de krater Occator op Ceres, de vlucht langs Pluto en over Titan. Op mijn home page vind je links.

Hieronder: de nieuwe Pluto globe is erg fraai!

Rechts: het gebied Tartarus Dorsa bestaat uit spitse bergen.

Onderaan: NASA bracht ook een kaart van Pluto uit.



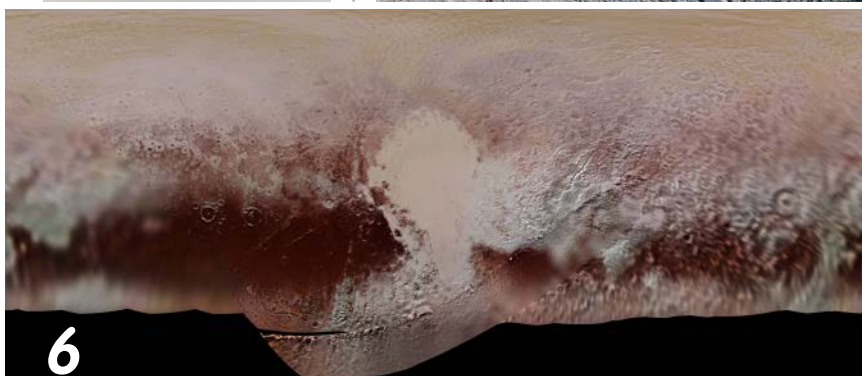
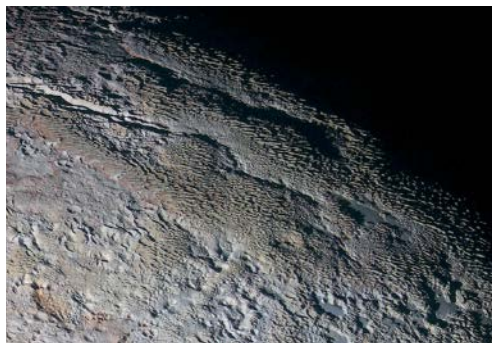
Pluto

Nieuwe Plutokaart en -globe

Onderaan de nieuwe kleurenkaart van Pluto, bestaande uit opnamen die *New Horizons* in juli 2015 maakte. De delen van Pluto waarvoor alleen opnamen waren die van grotere afstand zijn gemaakt hebben uiteraard een lagere resolutie (dus zijn minder scherp) dan de delen die tijdens de flyby werden gefotografeerd. Het noorden is hier boven, het zuiden is niet zichtbaar omdat dat geen zonlicht kreeg. De equator loopt iets onder het midden van de afbeelding omdat ik het geheel zwarte deel heb weggelaten. Er is ook een Pluto-globe uitgebracht, door Sky & Telescope. Die heb ik nu uiteraard! Verder is er een Pluto-film (zie kader)!

Tartarus Dorsa gebied

Ten oosten van Sputnik Planitia vind je een uitgebreide streek met tot 500 meter hoge, spitse bergen, Tartarus Dorsa genaamd (zie ook de Pluto Special, pag. 27). Het gebied lijkt op een stuk boomschors. Het bestaat uit waterijs waaruit door erosie de puntige bergen ontstonden. Die groeien door waterijs in de atmosfeer van Pluto aan, met mogelijk 1 cm per Pluto jaar (248 jaar). Ze zijn mogelijk tientallen miljoenen jaren oud, en daarmee is dit een van de jongste gebieden op de dwergplaneet.



Hemel van februari 2017

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 2017

Nieuwe maan	26 feb, 15:58 u MET
Eerste kwartier	4 feb, 05:19 u MET
Volle maan	11 feb, 01:33 u MET
Laatste kwartier	18 feb, 20:33 u MET

Perigeum: 6 feb, 15:02 u MET, 368.817 km
Apogeu: 18 feb, 22:14 u MET, 404.376 km

Planeten

Voor de planeten geven we het sterrenbeeld waarin ze halverwege deze periode staan, plus de **rechte klimming** (RA, in astronomische uren) 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	Boogsch/Steenb/Watern	18:09 u
Venus	Vissen	22:39 u
Mars	Vissen	23:13 u
Jupiter	Maagd	13:23 u
Saturnus	Slangendrager	17:27 u
Uranus	Vissen	1:16 u
Neptunus	Waterman	22:47 u

De planeten

Mercurius is nu niet te zien omdat hij vlakbij de zon staat (hij komt kort voor de zon op).

Venus is die heldere 'ster' die je nu in het zuidwesten kunt zien. Tot half februari gaat zij meer dan vier uur na de zon onder. We noemen haar daarom nu 'avondster'. Op 28 februari staat Venus 11° ten noorden van de (dan) smalle maansikkel.

Mars staat nog steeds in de buurt van de heldere Venus maar is veel zwakker. Op de 2e staan ze het dichtst bij elkaar (5½°).

Jupiter komt steeds vroeger op, aan het eind van de maand al om 22 uur. Hij is de hele nacht zichtbaar, 4° ten noorden van Spica (Maagd).

Saturnus staat 's morgens laag in het zuidoosten. Op 21 februari is er een conjunctie met de maan.

Uranus wordt nu steeds minder goed te zien, omdat hij geleidelijk wordt ingehaald door de zon. De planeet gaat rond 22 uur onder. Mars is te gebruiken om Uranus te vinden: op de 27e staat de rode planeet op iets meer dan een halve graad van de ijsreus.

Neptunus is nauwelijks nog te zien omdat hij te dicht bij de zon staat.