

Rob's Nieuwsbrief

over sterrenkunde en het heelal

jan-feb 2016

De stand van zaken

Een gelukkig 2016!

Allereerst natuurlijk de beste wensen! Ons jaar begon goed, met een weekje Terschelling (waarin ik wel nog wat moest werken!) en opvallend veel particuliere orders. Vooral de nieuwe producten worden veel besteld, wat niet zo vreemd is, maar ook de drie boeken van de serie *Genieten van de sterrenkunde* en uiteraard de planisferen. Er zijn nog niet zoveel grotere bestellingen uit voorraad, maar we zijn wel bezig met drie maatwerk planisferen, voor een sterrenwacht in Regensburg (Duitsland), een sterrenwacht in Brorfelde (Denemarken) en een voor het nieuwe Dark Sky Park op Terschelling (zie verder). In totaal gaat het om 2000 stuks, plus 250 stuks van twee eigen planisferen die bijna op zijn.

Het is kort na de vorige nieuwsbrief, maar die was dan ook erg laat. Op deze manier wil ik een beetje inlopen.

Er moet nog steeds veel gebeuren: de bouw-instructies en gebruikshandleiding van de nieuwe Astroset Maan en Planeten moeten nog beter en mooier worden (daar wil ik ook een Engelse versie van maken) en de gebruikshandleiding van het nieuwe Zonnestelselmodel moet nog helemaal worden gemaakt... En dan nog de vervelende dingen, zoals de boekhouding...

Verder wil ik natuurlijk verder met de 70 cm Superplanisfeer en ik wil de Pluto Special weer oppakken. Zoveel te doen, zo weinig fut. Het is echter lastig om me in te houden.

Zo heb ik al de eerste van een serie extra kaarten voor het Zonnestelselmodel gemaakt, waarmee je het schaalmodel kunt aanvullen. Het is een kaart voor de (nog hypothetische) **negende planeet!** Daarmee verklap ik al iets. Op 20 januari werd bekend gemaakt dat er bewijzen zijn voor een nieuwe, dus negende, planeet! Op pagina 5 begint hierover een groot artikel. Verder weer ander leuk nieuws.



Uranus

30 jaar na Voyager 2 flyby

Dertig jaar geleden, op 24 januari 1986, scheerde de ruimtesonde Voyager 2 op ruim 80.000 km langs de planeet Uranus. De foto's van de planeet en zijn manen waren sensationeel. Ondanks dat verdween deze bijzondere gebeurtenis al snel naar de achtergrond: op 28 januari verongelukte de Space Shuttle Challenger tijdens de lancering, toen de grote brandstoftank explodeerde.

Voor de liefhebbers was de Uranus flyby natuurlijk extra interessant. Met onze Stichting Cosmogram maakten mijn broer Hans en ik diaries over ruimtevaart en het planeetonderzoek. Gvoert Schilling stelde de serie over Uranus samen. Hij was naar het control center van JPL in de VS geweest en had fraaie NASA foto's in gedrukte vorm (in die tijd waren er geen internet en digitale foto's...). Wij hadden die foto's dus ook snel in handen!

De planeet zelf is een egale blauwe bol, waarin alleen door contrastversterking (met de computer) enige details zijn te zien. De planeet ligt 'op zijn kant' (zijn as ligt min of meer in het vlak van zijn baan) en daarom verwachtte men volgens Ed Stone verrassingen. Ed Stone is al sinds 1972 project scientist van het Voyager project!

Een ijskoude planeet

Uranus is de koudste planeet in het zonnestelsel, ook al staat hij niet het verst weg. De andere drie grote planeten hebben een interne warmtebron, waardoor ze 1,6 (Neptunus) tot zelfs 2,5 (Saturnus) maal zoveel energie uitstralen dan ze van de zon ontvangen. Die warmte kan restwarmte zijn van de vorming, warmte die ontstaat doordat de planeten nog steeds krimpen en door inwendige wrijving. Ik weet niet wat het effect is van radioactief verval in de kernen van deze planeten.



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.

Planetoïde 2015 TB145

In de vorige nieuwsbrief heb ik over deze planetoïde geschreven, en een beeld gegeven hoe je de afstand en grootte ervan op schaal moet zien. Zie pagina 6 van die nieuwsbrief. Het is wel leuk om er iets meer over te zeggen.

Het is een object van 600 m diameter! Als die de aarde zou raken zouden de gevolgen desastreus zijn. Toch werd hij pas drie weken vóórdat hij de aarde passeerde ontdekt! Dat toont het risico van 'Near Earth Asteroids' (NEA's), dus planetoïden die in de buurt van de aarde komen goed aan.

En het is niet eens een 'echte' planetoïde maar een dode komeetkern, een kern die dus geen ijs meer heeft dat kan verdampen als hij in de buurt van de zon komt. Hij beweegt tussen 0,3 AE (net buiten de baan van Mercurius) tot 4 AE van de zon: ver voorbij de baan van Mars. Hieronder het beste plaatje dat we van het ding hebben.



Linksonder: artist impression van Planet Nine. Zie verder in deze nieuwsbrief voor meer over deze boeiende ontwikkeling. Stay tuned!

Rechtsonder: Uranus, op 24 januari 1986 gefotografeerd door de Voyager 2.

Linksonder: Miranda, in een mozaïek van foto's die zijn gemaakt op 24 januari 1986. Het lijkt alsof dit maantje bestaat uit losse brokken die aan elkaar zijn geplakt. Het 'normale' hevig bekraterde oppervlak wordt onderbroken door drie enorme rechthoekige gebieden die bijna geen kraters hebben. Ze lijken wat op een Romeins circus waar wagenrennen werden gehouden en kreeg daarom de bijnaam *Circus Maximus*. Zo'n gebied heet officieel een **corona**. Ze hebben aan de buitenkant brede banden die met de hoeken meelopen. Er is een scherpe grens met het bekraterde terrein. Je ziet dit soort terrein nergens anders in het zonnestelsel.

Rechtsonder: rechts boven het midden van de linker foto zie je een enorme, steile wand. Hier zie je die klif, *Verona Rupes*, in detail. Hij is maar liefst 5 km hoog: 1% van de diameter van het maantje! Een soortgelijke klif op Aarde zou 130 km hoog zijn...

Rechtsboven: Marja in onze 'kraam' op de Woudschoten-conferentie, waar wij op 11 december waren. Dit is altijd een erg leuke happening vanwege de doelgroep: leraren.

De atmosfeer van Uranus bestaat uit 83% waterstof, 15% helium (ongeveer zoals Jupiter en Saturnus) en 3% methaan. Dat laatste gas absorbeert het rode deel van het zonlicht, zodat vooral blauw licht wordt weerkaatst. Vandaar de kleur. Het inwendige van de planeet bevat vooral **ijzen**: stoffen die buiten de planeet (in de ruimte) zouden bevriezen, zoals water, methaan en ammoniak. Dat in tegenstelling tot Jupiter en Saturnus die ook inwendig vooral uit waterstof en helium bestaan (net als de zon). Vandaar dat ik Uranus en Neptunus liever *ijsreuzen* noem, in plaats van *gasreuzen*.

Maantje en ringen

Voyager 2 ontdekte tien nieuwe maantjes. Vijf manen waren al bekend: Miranda (472 km), Ariel (1158 km), Umbriel (1169 km), Titania (1578 km) en Oberon (1523 km). Vooral de kleine Miranda is spectaculair. Het lijkt wel een geologisch museum want je ziet er elk soort landschap dat we zijn tegengekomen in het zonnestelsel. Men vermoedde eerst dat het maantje bij een grote inslag uiteen was gespat en dat de brokken later weer slordig aaneengegroeid waren. Nu gaat men uit van getijdenwarmte als oorzaak (ooit moet Miranda in een 3:1 resonantie met Umbriel zijn geweest; zie Pluto Special, het kader op pagina 5). Ook ontdekte de ruimtesonde twee nieuwe ringen.

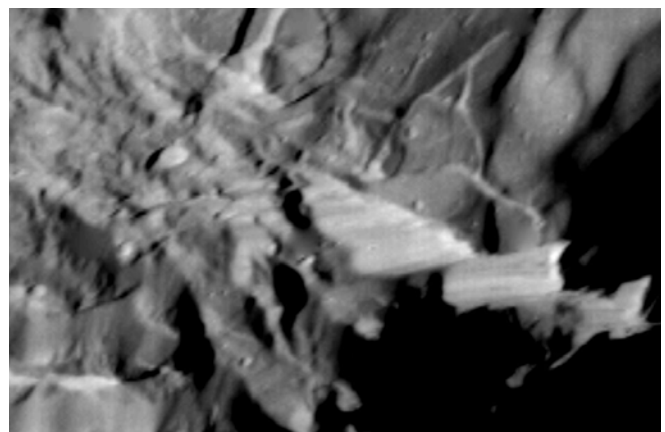
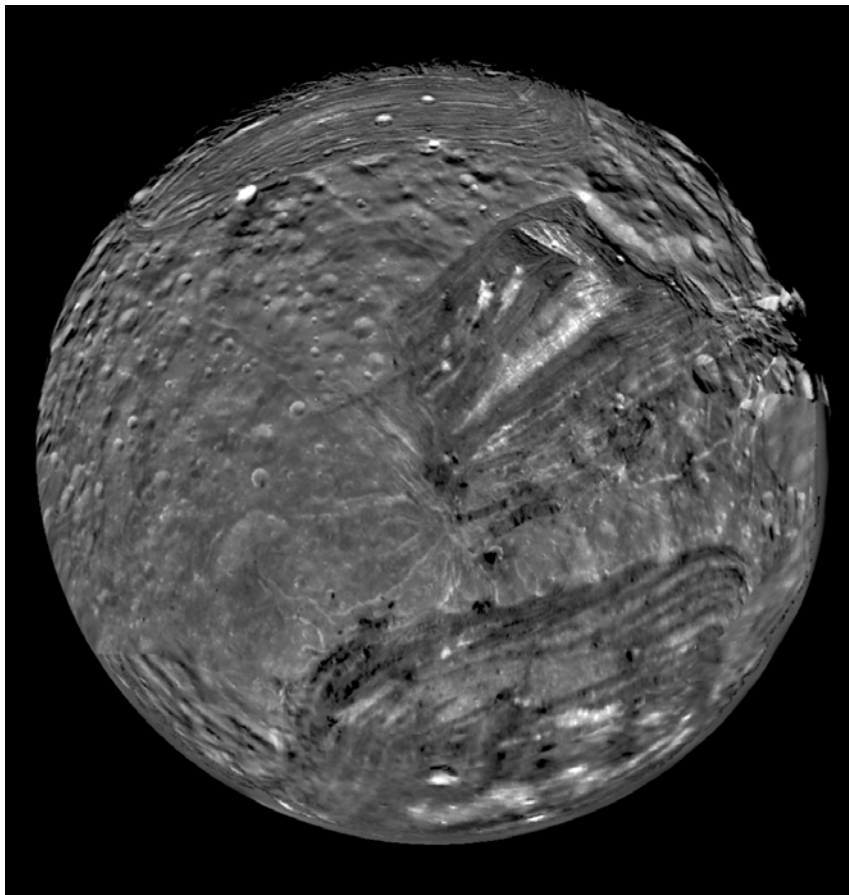
Woudschoten Conferentie

Workshop 'Het zonnestelsel begrijpen'

Het weekend van 11-13 december was het weekend van de Woudschouten Conferentie voor natuurkunde docenten, in Noordwijkerhout. Het was de 50e, en de vrijdagmiddag en -avond is er altijd een markt waar wij (Marja en ik) misschien al tien maal hebben gestaan met onze 'kraam'. Veel van onze producten zijn ontwikkeld voor jongeren en het onderwijs, dus wij zijn daar op onze plaats.

Die vrijdagavond gaf ik daar voor het eerst ook een workshop over het zonnestelsel en het gebruik van een planetenpad (zoals ons Zonnestelselmodel). Ik gaf verschillende manieren aan om het zonnestelsel te leren begrijpen, zoals door de afmetingen van de diverse leden met elkaar te vergelijken, of dat te doen met de massa's, of door de ontstaansgeschiedenis onder de loep te nemen (die geleid heeft tot het zonnestelsel en de verschillende objecten daarin zoals we die nu kennen) en door het gebruik van een schaalmodel.

Het was een geheel nieuwe workshop maar het was een geweldig succes! Het leuke is dat je met natuurkunde docenten natuurlijk hoger kunt instappen en meer de diepte in kunt. Iedereen was zeer enthousiast en ik was nog 20 minuten langer bezig met het beantwoorden van veel vragen. Marja kon het in de kraam gelukkig goed redden in haar eentje.



Terschelling

Eerste Dark Sky Park van Nederland

Van 9 tot 16 januari waren Marja en ik op het mooie Terschelling, op uitnodiging van het VVV, Staatbosbeheer en het vakantiepark Tjermelân. Geweldig leuk om het eiland te verkennen, maar ik moest ook wel werken.

Tjermelân is een klant, omdat het park in het oosten van het bewoonde deel van het eiland ligt, waar het nóg donkerder is dan op de rest van het eiland. Men heeft het nu voor elkaar gekregen dat de Boschplaat, nog oostelijker, een **Dark Sky Park predicaat** heeft gekregen (zie kader). Dat houdt in dat er geen kunstlicht is toegestaan. Op Terschelling geeft men sinds deze maand rondleidingen om de nachtelijke natuur aan het publiek te tonen. Daar valt sterrenkunde natuurlijk ook onder.

Workshop planisfeer

In december kreeg ik Roelan Schroor van het VVV Terschelling aan de telefoon. Hij wilde planisferen meegeven aan de gasten die meedoen aan de rondleidingen in het Dark Sky Park. Die rondleidingen worden gegeven door boswachters en vrijwilligers. Ik bood hem de mogelijkheid aan van een maatwerk planisfeer voor Terschelling (of voor de Wadden!). Daar hadden ze wel oren naar en de planisferen zijn nu in productie.

Ik opperde ook dat ik een workshop kan geven om de achtergrond, werking en mogelijkheden van de planisfeer uit te leggen aan de gidsen. Ook dat werd enthousiast geaccepteerd en we losten het 'met gesloten beurs' op: zij betaalden het verblijf in een fraaie bungalow op Tjermelân en de boottocht en ik gaf drie lessen van mijn cursus 'Doe meer met je planisfeer'. Eigenlijk zou ik twee lessen geven, maar omdat

ik het belangrijk vind dat een gids ook vragen kan beantwoorden over 'wat al die puntjes aan de sterrenhemel' eigenlijk zijn, heb ik zachtjes aangedrongen om er een korte les over sterren aan toe te voegen.

Glad ijs

Het plan was om op woensdag 6 januari te komen, maar dat was die dag met ijzel en andere narigheid, juist in het hele gebied waardoor wij moesten rijden om in Harlingen te komen. Bootreis verzet naar donderdag... ook ellende. Toen in overleg met Roelan Schroor maar besloten van zaterdag tot zaterdag te gaan. Dat ging goed.

Het was een erg leuke ervaring, met een groep prettige, enthousiaste mensen. En naar wat ik heb begrepen was iedereen zeer tevreden (het staat zelfs op facebook). Het was ook wel bijzonder om in een willekeurig restaurant, in gesprek met de uitbater, de uitroep te horen: 'O! U bent die sterrenkundige!'.

Dark Sky Park

De Boschplaat op het eiland Terschelling, is al 45 jaar een Europees natuurreservaat. Het is door de International Dark Sky Association uitgeroepen tot eerste Dark Sky Park van ons land. De initiatiefnemer van de aanvraag is Melis de Vries, de eigenaar van het vakantiepark Tjermelân, dat vlakbij Oosterend (in het oosten van het bewoonde deel van het eiland) ligt. Oosterend grenst aan de Boschplaat en Melis was zo onder de indruk van de duisternis daar dat hij zich in het dark sky principe ging verdiepen en alle partijen bij elkaar riep. Dat waren o.a. Staatsbosbeheer, het VVV, de Buren (dorpsbesturen) en Melis zelf. Sinds kort heeft men het begeerde predicaat en dit jaar zijn de eerste nachtwandelingen onder leiding van boswachters en vrijwilligers. Men heeft nu ook speciale Dark Sky arrangementen, in een aantal weekenden. Men verblijft dan twee of drie nachten in het vakantiepark (het is daar echt leuk, zeker ook voor kinderen!), dat op loopafstand van de Boschplaat ligt. Meer informatie: darkskyterschelling.nl/.



Hierboven: een ansichtkaart van Tjermelân.

Wandelen

Uiteraard hebben we heerlijk gewandeld op het strand van Terschelling. Dat is vlakbij het vakantiepark. Er is daar ook een leuk strandpaviljoen. Marja vond er van alles (zodat ik flink langer in dat strandpaviljoen heb gezeten; het was koud!). Ze vond onder andere een stuk bot van een rund dat volgens een expert enkele eeuwen oud moet zijn, en het lijkt van een zeeduivel.

Links: de lessen werden gegeven op drie locaties: op Tjermelân, de 'Natuurschuur' in Lies en het VVV in West-Terschelling. Dit was de eerste les, in het vakantiepark.



Mastcam

Dit systeem maakt kleurenfoto's, videobeelden en spectra. Het gaat feitelijk om twee camera's: 1. de **Narrow Angle Camera (NAC)**, of 'telecamera' met een brandpuntsafstand van 100 mm, en een beeldveld van 5,1°;

2. de **Medium Angle Camera (MAC)**, met een brandpuntsafstand van 34 mm en een beeldveld van 15°. Men had ook nog zoomlenzen gemaakt voor de camera's maar er was onvoldoende tijd om die te testen, dus ze zijn niet meegegaan.

Curiosity op Mars

Een actieve robot

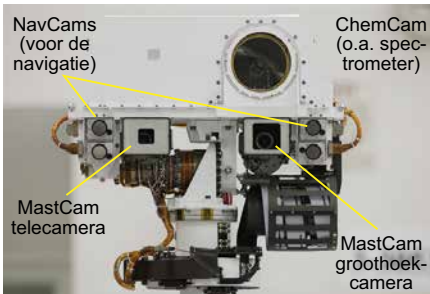
De Marsrover *Curiosity* rijdt sinds 6 augustus 2012 rond op Mars, nadat hij landde in de krater Gale, nabij Mount Sharp. De *Curiosity* (of het Mars Science Laboratory, MSL) is ongeveer twee maal zo lang en vijf maal zo zwaar als de *Spirit* en de *Opportunity*, de Mars Exploration Rovers die op resp. 4 en 25 januari 2004 op Mars landden. Haar dertien hoofdinstrumenten zijn bij elkaar tien maal zo zwaar als de instrumenten van elk van beide MER robots. De doelen van de MSL zijn onder andere het onderzoeken van de leefbaarheid van de rode planeet, zijn klimaat en geologie, en het verzamelen van gegevens voor een bemande missie naar Mars.

De foto's zijn prachtig en de resultaten geweldig. Toch schrijf ik er niet veel over. Vreemd natuurlijk, het is zo'n prachtige planeet en dit project is indrukwekkend.

Dus: ja Luc (een van mijn correctoren), ik wil zeker nog eens een boekje maken over Mars!

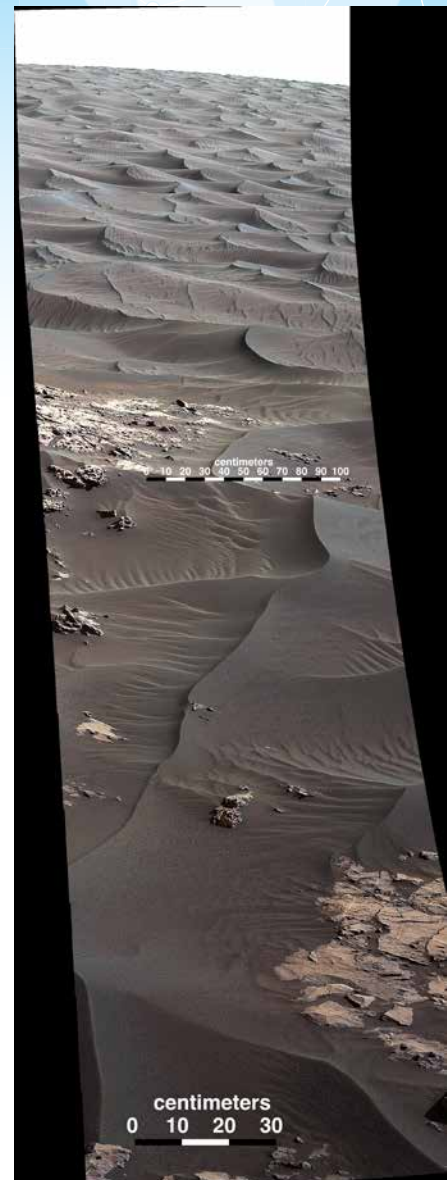
Duinen

De foto rechts is van het gerimpelde oppervlak van de eerste Martiaanse zandduin die ooit van dichtbij kon worden bestudeerd. Het is 'High Dune' ('Hooge Duin?'), een onderdeel van de Bagnold Duinen langs de noordwest flank van Mount Sharp. Die berg, die officieel Aeolis Mons heet, is de centrale berg van de krater Gale (gevormd bij de inslag, minstens 4 miljard jaar geleden). *Curiosity* rijdt sinds 17 september 2014 rond de berg, en heeft daarbij 7,1 km afgelegd. De foto (eigenlijk een mozaïek van opnamen) is gemaakt met de Mast Camera (Mastcam, zie kader), op 27 november 2015 tijdens Sol 1176: de 1176e Marsdag dat *Curiosity* op Mars bezig is.

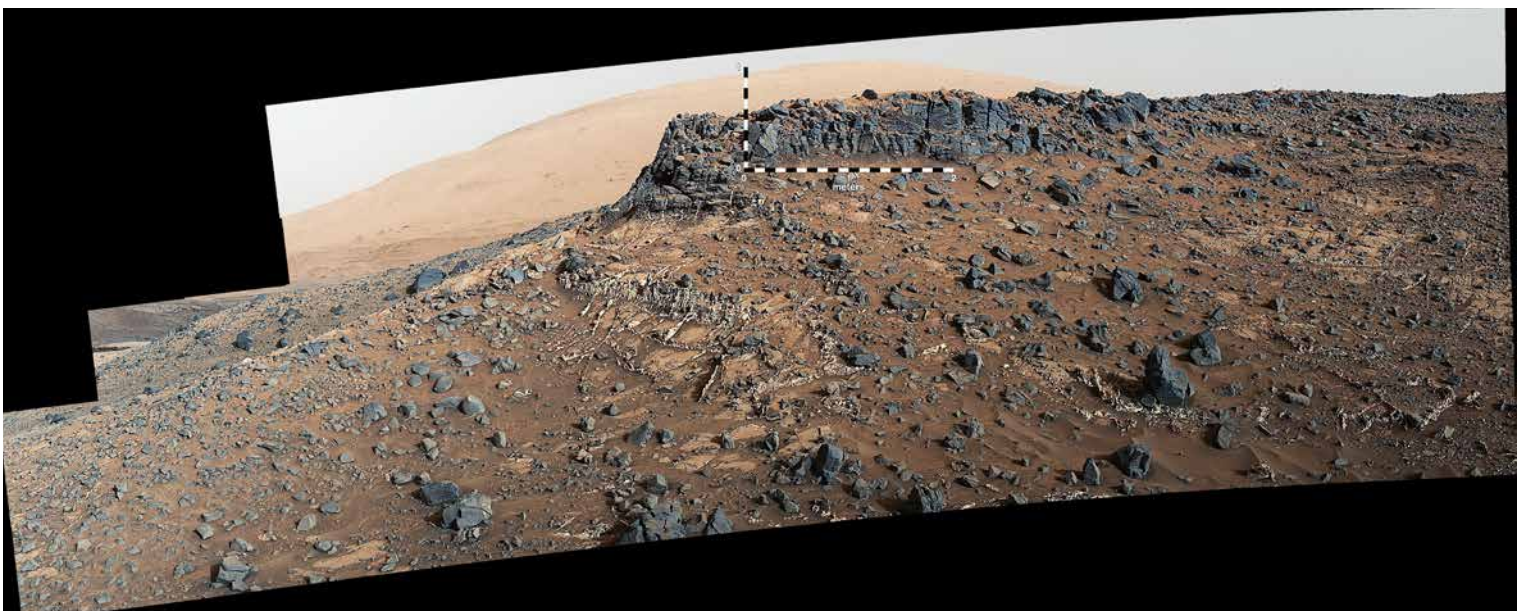


Hierboven: de 'mast' met diverse instrumenten, waaronder de twee mastcams.

Foto midden: duinen, gefotografeerd door *Curiosity*. Je ziet twee cm-verdelingen om de grootte van de duinen te bepalen, vooraan en in het midden. **Hieronder:** een eerdere foto (van 11 november 2015), gemaakt vóórdat *Curiosity* naar het duingebied reed.



De duinen bewegen ongeveer een meter per jaar. De kleuren zijn wat aangepast om te tonen hoe het zand eruit zou zien onder aardse daglichtomstandigheden.



Planet Nine?

Een negende planeet?

Is het publiek net een beetje gewend aan het idee dat er niet negen maar slechts acht planeten zijn, dat Pluto (terecht) is 'gedegradeerd' tot dwergplaneet, komt notabene de 'Pluto killer' Mike Brown met bewijzen voor een 'nieuwe' negende planeet! Samen met zijn collega Konstantin Batygin maakte hij dat bekend in The Astronomical Journal van 20 januari (de AJ is een internationaal wetenschappelijk astronomie tijdschrift).

Niet ontdekt!

Deze planeet is echter (nog) niet ontdekt! Hij is niet gezien, het is nog een hypothetische planeet. De bewijzen zijn in feite indirect. Laten we zeggen dat er wel een 'smoking gun' is maar geen lijk. Maar op die manier, dus door wiskundige berekeningen (aan storingen in de baan van Uranus in dat geval) werd in 1846 Neptunus ontdekt! Wat heeft men dan eigenlijk wel aan bewijs?

Mike Brown's team heeft in de eerste tien jaar een flink aantal ijsdwergeren (officieel Transneptunische Objecten – TNO's) ontdekt. Een daarvan is Sedna, voor zover we nu weten de op zes na grootste TNO (naar schatting ruim 1000 km diameter). Belangrijker is zijn baan, met een *perihelium* (zie kader) op 11,4 miljard km en een *aphelium* op 140 miljard km van de zon. Gemiddeld is dat 78,4 miljard km. Dat zijn erg grote getallen, in de sterrenkunde gebruiken we dan de *astronomische eenheid* (AE, zie kader). Sedna beweegt tussen 76 en 936 AE (zie ook het kader 'Op schaal'). Het is wel duidelijk dat Sedna altijd heel erg ver van de zon is. Het is zelfs het verst bekende zonnestelselobject! Iets moet Sedna ooit in die verre, excentrische baan hebben getrokken. Dat iets hoeft niet perse een planeet te zijn. Het kan ook een passerende ster zijn geweest.

Een broertje van Sedna

Op 26 maart 2014 werd bekend gemaakt dat er een object met een soortgelijke baan als Sedna was ontdekt: 2012 VP113. De foto waarop het object was ontdekt is van 5 november 2012. Dat zie je in de code: de V van de code slaat op de eerste helft van november (men gebruikt 24 letters, de I doet niet mee); P113 is een volgnummer: de 2840e 'minor planet' die in die twee weken werd ontdekt!). Dit object is een stuk kleiner, vermoedelijk in de orde van 600 km diameter, en heeft een baan van 80 (perihelium) tot 446 AE. Omdat die baan lijkt op die van Sedna wordt 2012 VP113 een **sednoïde** genoemd.

De ontdekking van 2012 VP113 werd gedaan door Scott Sheppard en Chad Trujillo. Trujillo, vroegere postdoc van Brown, behoorde ook tot Brown's team dat Eris ontdekte. Sheppard was betrokken bij de ontdekking van tientallen manen bij de vier reuzenplaneten.

Na hun ontdekking merkten Sheppard en Trujillo iets op aan de banen van dertien van de verste objecten in de Kuiper gordel (een donutvormig gebied met ijsdwergeren voorbij de baan van Neptunus). Deze hadden gemeenschappelijke baankenmerken (hun *perihelia*, zie kader) en Sheppard en Trujillo opperden dat een verre, grote planeet die zou kunnen verklaren.



De astronomische eenheid

We hebben een eenheid waarmee het gemakkelijker werken is met de grote afstanden in het zonnestelsel: de *astronomische eenheid* (AE). Een AE is de afstand van de aarde tot de zon (ongeveer 150 miljoen km). Neptunus, (nu nog) de buitenste planeet, staat op ongeveer 4,5 miljard km, ofwel 30 AE.

Perihelium en aphelium

Banen van objecten die rond de zon bewegen zijn altijd ellipsen. Een elliptische baan heeft één punt dat het dichtst bij de zon ligt: het *perihelium*. Zo'n baan heeft ook een punt dat het verst van de zon ligt: het *aphelium*.

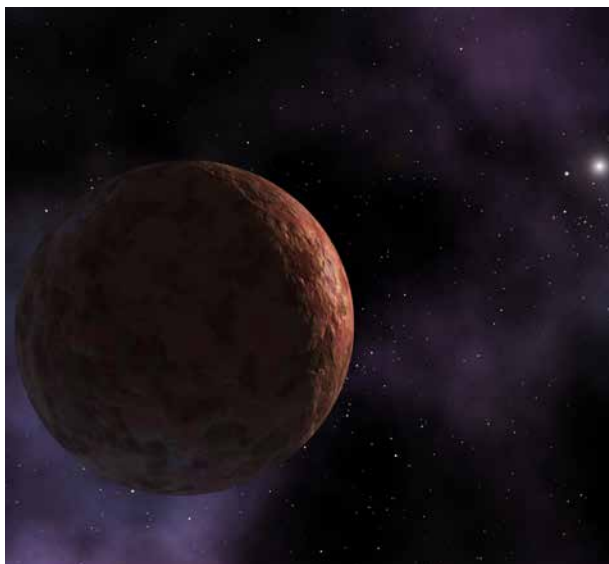
Het vlak van de ecliptica

De 'weg' die de zon tegen de achtergrond van de verre sterren volgt, als gevolg van de beweging van de aarde om de zon, noemen we de *ecliptica*. Je vindt hem in de planisferen. Het vlak waarin de aarde beweegt is het vlak van de ecliptica. De andere planeten bewegen ook min of meer in dat vlak, hoewel Mercurius een baan heeft die 7° is geheld, en Venus een met een helling (baaninclinatie) van 3,5°.

Linksonder: een artist impression van Sedna.

Rechtsboven: de Caltech astronomen professor Mike Brown en assistant professor Konstantin Batygin.

Rechtsonder: zo zou de nog hypothetische planeet eruit kunnen zien.



Linksboven: een analyse uit 2013 van de data van de Kepler ruimtetelescoop (bedoeld om exoplaneten te vinden) bracht de verhouding van de afmetingen van de verschillende planeten in kaart. Je ziet het percentage planeten ter grootte van de aarde (0,8 - 1,25), superaardes (1,25 - 2), mini-Neptunussen (2 - 4), grote Neptunussen en gasreuzen zoals Jupiter. Hieruit blijkt dat een op de zes sterren een planeet ter grootte van de aarde heeft, een kwart een superaarde en een kwart een mini-Neptunus. Grotere planeten zijn in de minderheid.

Credit: F. Fressin (CfA)

Linksonder: een soortgelijk diagram dat aantoont dat ons zonnestelsel in feite superaardes en mini-Neptunussen mist: de grijze balken.

Samenwerking

Brown meende dat een planeet als oplossing onwaarschijnlijk was, maar raakte toch geïnteresseerd. Mike Brown (zie kader op pagina 8) is een echte waarnemer, iemand die alles moet kunnen zien. Hij ging eens babbelen met de theoreticus Batygin, met zijn kantoor in dezelfde gang als Brown. De twee astronomen begonnen aan een gezamenlijk onderzoek dat anderhalf jaar zou duren. Batygin, een 29-jarige whiz kid, is bedreven in het maken van computermodellen. Dergelijke modellen vormen de enige manier om zaken te verklaren die je niet kunt zien, zoals hier Planet Nine. Door de computer heel veel verschillende mogelijkheden te laten berekenen kun je uitvogelen welke van die modellen het best verklaren wat men wel heeft gezien (de banen van de zes objecten).

Uitlijning

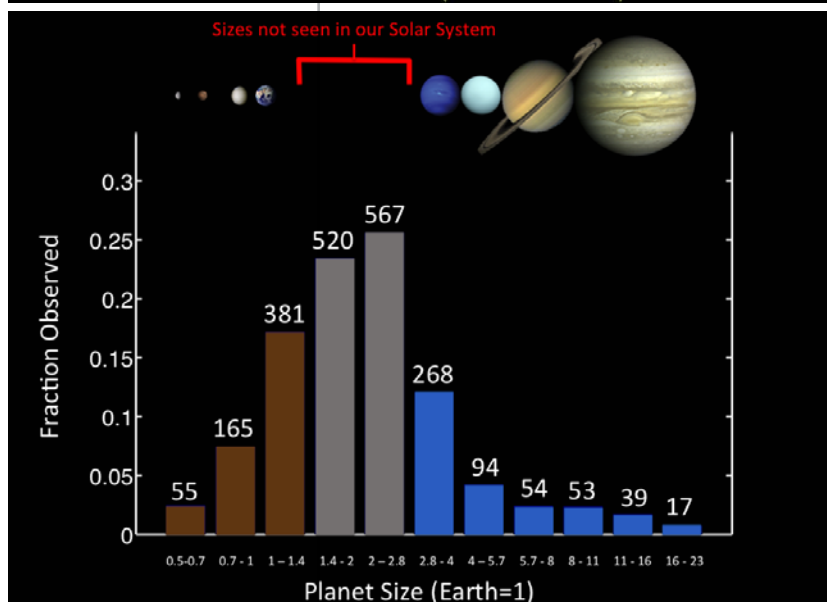
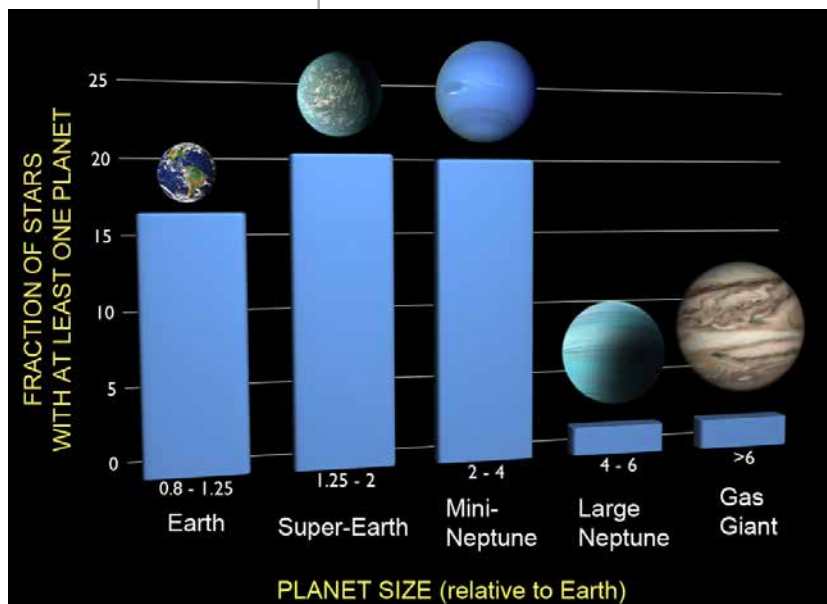
Brown en Batygin beperkten zich tot de zes verste zonnestelselobjecten, TNO's met een stabiele baan, op een gemiddelde afstand tot de zon van 150 AE, met perihelia die voorbij de baan van Neptunus liggen, en in het vlak van de ecliptica (dat is het vlak waarin alle planeten bewegen). Het gaat naast Sedna en 2012 VP113 om 2007 TG422, 2004 VN112, 2013 RF98, en 2010 GB174. Hun perihelia liggen ook nog eens bij elkaar in de buurt en de zes bewegen altijd van zuid naar noord ('van onder naar boven') als ze het vlak van de ecliptica kruisen. Hun banen zijn allemaal ongeveer 30° geheld (hoewel Sedna en 2010 GB174 onder het vlak duiken en de andere vier erboven) ten opzichte van dat vlak, en ze wijzen allemaal in dezelfde richting in het heelal. Er is een waarschijnlijkheid van 0,007% (1:15.000) dat de zes objecten toevallig op deze complexe manier zijn uitgelijnd.

Die merkwaardige uitlijning was verrassend omdat de reuzenplaneten dat met hun zwaartekracht in de loop van miljarden jaren in de war gegooid zouden moeten hebben. Er werden diverse hypothesen geopperd maar geen enkele kon verklaren wat men had waargenomen. Een ervan zou betekenen dat de Kuiper-gordel honderd maal zoveel massa zou moeten hebben dan hij heeft. Volgens Brown en Batygin moest het antwoord gezocht worden in een verre planeet met een excentrische baan.

Geschikte modellen

Zij ontdekten eigenlijk per ongeluk dat in bepaalde simulaties de zes objecten de uitlijning kregen die zij in werkelijkheid hebben. Dat waren de modellen waarin ze een zware planeet gebruikten, met een baan tegengesteld aan die van de zes objecten en met een perihelium op 180° van de cluster van perihelia van de zes TNO's. Hun eerste eigen reactie was: 'This can't be right. Dit kan op de lange duur niet stabiel zijn omdat de planeet en de zes TNO's elkaar uiteindelijk zouden tegenkomen en botsen!'. Door een mechanisme dat we baanresonantie noemen (zie Pluto Special, kader pag. 5) zou een planeet met zijn perihelium precies aan de andere kant van de zon juist voorkómen dat de objecten zouden botsen, en de cluster in deze configuratie houden. Op een soortgelijke manier zijn Neptunus en Pluto in een 3:2 resonantie waardoor zij elkaar nooit zullen ontmoeten. Planet Nine zou 'zijn' kudde ijsdwermpjes dus juist bij elkaar houden.

De mannen bleven echter sceptisch. Batygin: 'Ik had nog nooit zoiets gezien in de hemelmechanica'. Naarmate zij andere aspecten meenamen in de modellen en de consequenties daarvan onderzochten werden ze langzamerhand overtuigd. 'Een goede theorie [hypothese! RWP] moet niet alleen de dingen verklaren



die je wilt verklaren. Hij verklaart hopelijk ook de dingen die je niet van plan was te verklaren en voorspelt zaken die je kunt testen', aldus Batygin.

Meer bewijzen

En dat doet dit model. Het verklaart bijvoorbeeld de baan van Sedna. Normale Kuiper gordelobjecten (*Kuiper Belt Objects*, KBO's) worden door Neptunus' aantrekkingskracht weggesmeten, om daarna weer terug te keren. Sedna komt nooit in de buurt van Neptunus, evenmin als 2012 VP113. Brown en Batygin ontdekten dat Sedna-achtige banen kunnen ontstaan door de aanwezigheid van een planeet die geleidelijk het kleinere object in een baan trekt die buiten de invloed van Neptunus ligt. Een voorspelling is dat er een tweede set van uitgelijnde objecten moet zijn, met banen die ongeveer loodrecht staan op de baan van Planet Nine en op het vlak van de ecliptica. Men heeft vijf van dergelijke objecten gevonden (de blauwe banen in de tekening rechtsonder). Het meest verrassend was dat er ook KBO's moesten zijn met een baan loodrecht op het eclipticavlak. Batygin nam dat mee naar Brown, die bedacht dat in de laatste drie jaar vier objecten waren ontdekt die daaraan voldoen. Toen zij die objecten in het model invoerden klopten de waarnemingen perfect met de simulaties. Brown: 'When we found that, my jaw sort of hit the floor!'.

Waar komt Planet Nine vandaan?

Als de planeet bestaat, hoe komt hij dan op die enorme afstand? Astronomen denken al jaren dat het vroege zonnestelsel begon met vier planeetkernen die al het gas en alle ijzen (zie pag. 2) inpikten en zo de reuzenplaneten vormden (de gasreuzen Jupiter en Saturnus, en de ijsreuzen Uranus en Neptunus). Door wisselwerking met elkaar en met kleine objecten bewogen zij geleidelijk aan naar buiten, naar hun huidige banen. 'Er is echter geen enkele reden waarom er niet vijf kernen kunnen zijn geweest', zegt Brown. Als die vijfde kern te dicht bij Jupiter of Saturnus zou zijn gekomen zou hij naar een verre, excentrische baan kunnen zijn geslingerd.

Verder onderzoek

Andere astronomen zijn voorzichtig of erg enthousiast, en er zullen er zeker zijn die het ronduit afwijzen. Ondertussen zijn zoekprogramma's opgezet om het object te vinden. De modellen hebben wel wat informatie opgeleverd over waar men moet zoeken, maar dat is een verschrikkelijk groot gebied, door de gehelde baan (anders hoefde men alleen te zoeken langs de ecliptica), de enorme afstand, de grote baan die het object zou moeten hebben en meer. Verder wordt het heel moeilijk om het

object te vinden als het op dit moment toevallig in de richting van de Melkweg staat, door de vele sterren en andere objecten die we in die richting zien. Om dezelfde reden had het New Horizons team grote moeite om KBO's te vinden voor na de Pluto flyby.

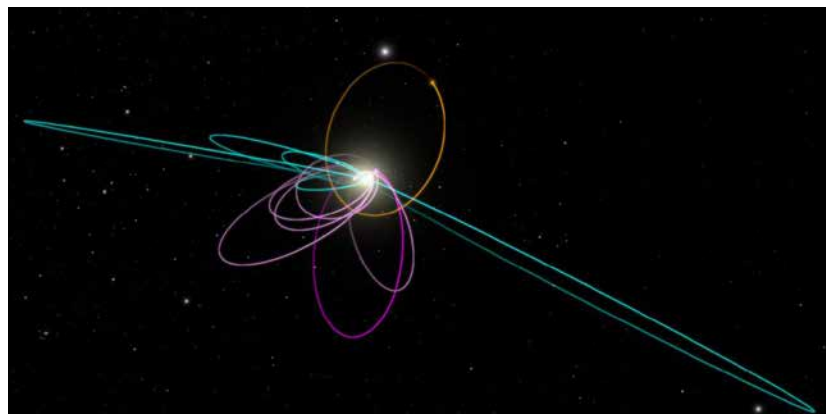
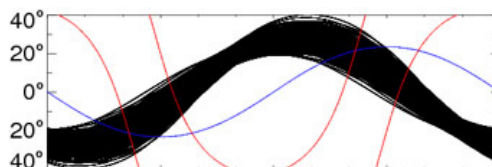
Daar komt bij dat we geen idee hebben hoe helder het object zou zijn. Als hij in de buurt van zijn perihelium zou zijn zou je hem met een flinke amateurtelescoop al moeten zien. Sterker, veel astronomische surveys (zoekprogramma's) zouden hem al moeten hebben gespot. Brown en Batygin denken daarom dat hij ver van zijn perihelium is, dat hij feitelijk ongeveer in oppositie is (met in het achterhoofd dat dergelijke waarnemingen tegen de Melkweg als achtergrond moeilijk zijn). Hij beweegt uiteraard erg langzaam aan de sterrenhemel. Zulke langzame objecten kun je gemakkelijk missen tijdens zoektochten.

Bestaande informatie

Vier surveys zijn hierbij erg interessant:

WISE Search for Planet X

Twee jaar geleden toonde de Amerikaanse astronoom Kevin Luhman met de gegevens van de WISE (een infrarood telescoop die de hele sterrenhemel in infrarood in kaart bracht) aan dat er geen Planet X bestaat met de massa van Jupiter of Saturnus. Helaas is de survey niet geschikt om objecten van het formaat van Neptunus te vinden op een afstand van 200 AE of meer. Luhman heeft opnieuw gekeken naar de WISE data op gevoeliger golflengten (die beslaan een kleiner deel van de sterrenhemel), maar ook zonder resultaat. Er is nog wel hoop dat Luhman er iets in vindt, en dan met name in het deel tegen de achtergrond van de Melkweg.



Op schaal

Hoe zijn de genoemde afstanden op schaal in het nieuwe Zonnestelselmodel (basisset ZS1 en aanvulset ZS2)?

De Sedna-kaart (zit al in ZS2) staat in dat model tussen 114 en 1400 m van de zon! Op dit moment staat hij in het schaalmodel op 129 m. De sednoïde 2012 VP113 heb ik ook al vermeld in MDL-ZS2, op de kaart voor de Oortwolk omdat deze objecten ook als OCO's worden gezien: Oort Cloud Objects. Het bijna 600 km grote object beweegt tussen ongeveer 120 en 667 m van de zon. Drie van de andere zes objecten bewegen tussen ongeveer 70 en een km van de zonkaart.

Planet Nine zou op deze schaal bewegen tussen 300 en 1800 m van de zon. Hij zou 0,4 mm groot zijn (een korrel grof zand).

Je kunt gratis een kaart voor de hypothetische planeet downloaden: www.walrecht.nl/nl/onze-producten-en-folders/over-het-zonnestelselmodel/nieuwe-informatie-en-aanvullingen.

Midden: een grafiek met de berekende mogelijke banen van de planeet. De blauwe lijn is de ecliptica, de rode lijnen geven ongeveer de grenzen van de Melkweg aan. De bandwijdte van 20° declinatie (de getallen links) zijn vanwege onzekerheden over de baan-helling en het perihelium. Hij zou een baan-helling van rond de 30° hebben.

Hieronder: de gele lijn is hier de baan van de planeet, de lila lijnen zijn van de vijf kleine KBO's, de paarse van Sedna. Deze banen zijn allemaal 30° geheld t.o.v. het vlak van de ecliptica (Sedna en 2012 GB174 'naar beneden'), en wijzen in dezelfde richting in het heelal. Zie ook pagina 8.

Mike Brown

Hij is prof. planetaire astronomie aan Caltech (California Institute of Technology). Hij en zijn team ontdekten veel ijsdweren, waaronder enkele grote. Belangrijke ontdekkingen zijn die van Sedna (zie hoofdstuk) en Eris. Die laatste ijswereld is ongeveer zo groot als Pluto (men dacht eerst zelfs dat hij groter was), waardoor het niet langer houdbaar was om Pluto tot de planeten te blijven rekenen. Immers: hoeveel zouden er nog volgen? Dan hebben we straks tientallen planeten. In 2006 werd Pluto een van de drie dwergplaneten (Pluto, Eris en de grootste planetoïde, Ceres). Later kwamen daar Haumea en Makemake bij, maar er zijn tientallen kandidaten. Net als planeten moeten ze in een baan om de zon bewegen en onder hun eigen zwaartekracht een bolvorm hebben gekregen. Het verschil is dat planeten hun baan domineren, dus geen werelden in die baan tolereren die niet veel kleiner zijn. Dwergplaneten doen dat dus niet. Op die afstand tot de zon bestaan objecten voornamelijk uit ijzen (vooral waterijs) en die ijzen zijn gemakkelijker tot een bolvorm te 'krijgen' dan gesteenten. Een ijzig object van, zeg, 400 km diameter kan daarom al dwergplaneet zijn. Door zijn ontdekking van Eris was Brown 'medeverantwoordelijk' voor de degradatie van Pluto. Hij noemt zich zelf 'the man who killed Pluto'. Je komt hem overigens ook tegen in mijn Pluto Special (pag. 16).

Linksonder: een ander overzicht van de banen van de zes KBO's en Planet Nine.

Rechtsonder: vergelijking van de grootte van de planeet met die van Neptunus en de aarde.

Serendipitous all sky survey

Brown heeft vorig jaar de data van twee andere surveys (de Catalina Sky Survey en de Siding Spring Survey), die bedoeld waren om planetoïden in de buurt van de aarde op te sporen, zo verwerkt dat hij een krachtige manier had om zeer langzaam bewegende (dus verdere: tot 10.000 AE!) objecten te vinden. De Melkweg is echter uitgesloten. Elke bekende KBO die buiten de Melkweg staat werd gevonden, maar er werd geen nieuwe ontdekt. De zoektocht ging tot ongeveer magnitude 19, 40 miljoen maal zo lichtzwak als de poolster.

Pan STARRS transient survey

Dit zijn twee automatische telescopen. Mike Brown gebruikte begin januari de data van deze survey en deed er hetzelfde mee als met de eerdere surveys. Hij moet het nog verder uitzoeken maar het lijkt erop dat dit tot magnitude 21,5 gaat (320 miljoen maal zo zwak als de poolster). Deze survey mist onder andere het deel van de sterrenhemel met de Melkweg (Mike Brown: 'Argh'). Planet Nine vond hij niet.

Pan STARRS moving object survey

Hierbij is er software om automatisch planetoïden te vinden. Men kan er objecten mee vinden tot magnitude 22,5 (800 miljoen maal zo zwak als de poolster), maar wederom werd het object niet gevonden.

De surveys hebben geholpen om een flink stuk van de sterrenhemel uit te sluiten: daar is hij in elk geval niet. Maar op WISE na missen die surveys de Melkweg. Het allermist weten we van het gebied waar Planet Nine, als hij bestaat, waarschijnlijk is: rond het aphelium. Dat aphelium ligt ook dicht bij de Melkweg... Brown: 'Ugh'. Waar is hij dan? Waarschijnlijk ver weg, op meer dan 500 AE. Hij is waarschijnlijk zwakker dan magnitude 22.

Nieuw onderzoek

Men zit natuurlijk niet stil. Brown en Batygin gebruiken nu de Japanse Subaru Telescope (een

8 meter telescoop met zeer groot beeldveld) op Hawaii om de planeet te vinden. Ze coördineren dat met hun concurrenten Sheppard en Trujillo, die hetzelfde instrument gebruiken. Mike Brown maakt het niet uit wie hem vindt, als hij maar gevonden wordt.

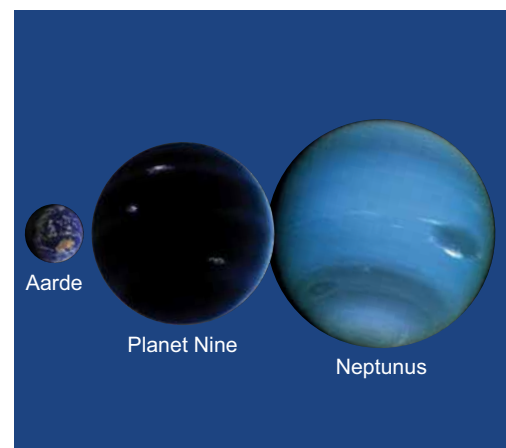
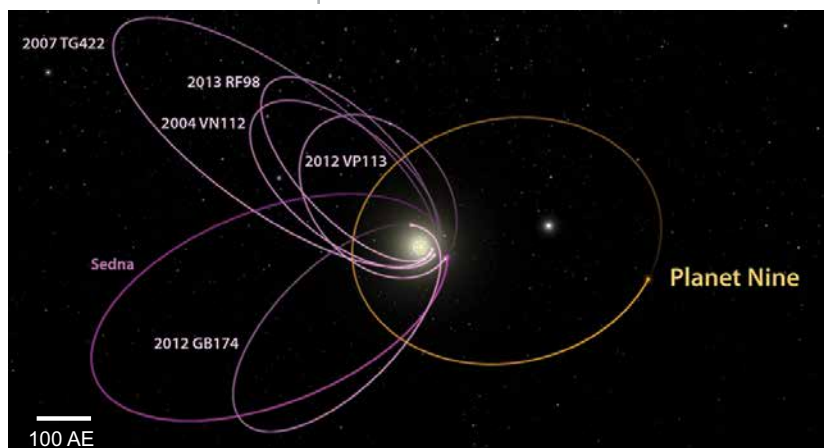
Wat weten we over Planet Nine?

Volgens de computermodellen heeft de planeet een baan met een periheliumafstand tussen 200 en 350 AE, en een apheliumafstand van mogelijk 1200 AE. Zijn gemiddelde afstand is rond de 700 AE. Zijn perihelium ligt op ongeveer 16 uur rechte klimming (RA), een punt dat in mei-juni hoog boven het zuiden staat. Het aphelium ligt op ongeveer 4 uur RA, hoog aan de hemel in december-november. De baan is ongeveer 30° geheld ten opzichte van het vlak van de ecliptica. De omlooperperiode ('jaar') ligt tussen 10.000 en 20.000 jaar, dus laten we dat voor het gemak op 15.000 houden.

Hoe ziet de planeet eruit? Uiteraard weten we erg weinig, al is het maar omdat hij nog niet is waargenomen. Om de effecten van de planeet die men wel kan zien (dus de effecten op de banen van de zes KBO's) te verklaren moet Planet Nine minstens ongeveer tien maal de massa van de aarde hebben. Hij kan zwaarder zijn en ook zo 'licht' als 5 aardmassa's.

Uranus is 14,5 en Neptunus 17 maal zo zwaar als de aarde. Jupiter is 320 maal zo zwaar als onze planeet, dus we moeten echt denken aan een kleine Uranus of Neptunus. Zijn diameter zou dan tussen twee en vier maal die van de aarde liggen: 25.000 tot 50.000 km. Dat weet men door de waarnemingen van exoplaneten met een soortgelijke massa! Brown en Batygin nemen aan dat hij lijkt op Neptunus, met een soortgelijke albedo (reflecterend vermogen).

Als men Planet Nine vindt zou dat natuurlijk geweldig zijn. Het zou een deel van mijn werk achterhaald maken, maar dat vind ik niet erg. Daar vind ik wel wat op. Een nieuw boekje?



Challenger ongeluk

30 jaar later

Op 28 januari 1986 verongelukte de Space Shuttle orbiter *Challenger* tijdens de 25e shuttle missie (STS-51-L), toen 73 seconden na de lancering de grote brandstoftank (External Tank, ET) explodeerde. De zeven bemanningsleden kwamen daarbij om, waarbij het totaal aantal astronauten en kosmonauten dat tijdens een ruimtevlucht verongelukten bijna werd verdrievoudigd! Onder de slachtoffers was de onderwijzeres Christa McAuliffe.

Het toestel desintegreerde en de stukken vielen in de Atlantische Oceaan, voor de kust van Cape Canaveral in Florida. Wat was de oorzaak?

O-ringen

Het begon allemaal met een rubberen afdichtingsring van een van de twee hulpraketten die gebruik maakten van vaste brandstof (solid rocket boosters, of SRB's). Een soort vuurpijlen dus: eenmaal tot ontbranding gekomen konden ze niet meer worden uitgeschakeld. Die SRB's bestonden uit segmenten die op elkaar werden gestapeld. Elk segment had een u-vormige rand aan de bovenkant waarin het bovenliggende segment kon rusten. Twee rubberen O-ringen sloten de boel af zodra de raket 'aan' ging. Dit principe wordt veel gebruikt bij vaste brandstofraketten maar dan altijd met het u-vormige deel naar beneden, zodat er geen regenwater in kan blijven staan. Op 28 januari 1986 was het met 2°C ook nog eens ongewoon koud voor Florida, en bij lage temperaturen is rubber natuurlijk minder elastisch. Toen de SRB's werden ontstoken raakten de O-ringen van de rechter booster niet op zijn plek en kon er gas ontsnappen. Dat is op beelden van de lancering te zien. Het hete gas kon het achterste bevestigingsstuk tussen de ET en de SRB bereiken, waardoor de boel dus uit elkaar week en de ET explodeerde. De Orbiter viel uiteen in door de krachten in de dampkring. De problemen met de O-ringen waren al bekend sinds de tweede vlucht van de Columbia (STS-2), maar men had er nooit wat aan gedaan. Bij een van de laatste missies had men achteraf al schroeiplekken gezien. Overigens was dit de tiende missie van de *Challenger*, op de negende missie was Wubbo Ockels aan boord.

Onderzoek

Na het ongeluk toog een onderzoekscommissie aan het werk en na 2,5 jaar vertrok pas de volgende Space Shuttle. Onder de maatregelen was het verbeteren van de mogelijkheden om het toestel vlak voor en tijdens de lancering te verlaten en... een derde O-ring tussen de segmenten van de SRB's. Of men echt iets had geleerd? Op 1 februari 2003 (13 jaar geleden!) verongelukte de *Columbia*, tijdens de re-entry in de dampkring, ook door slordigheid.

Over het zonnestelsel

Nieuws

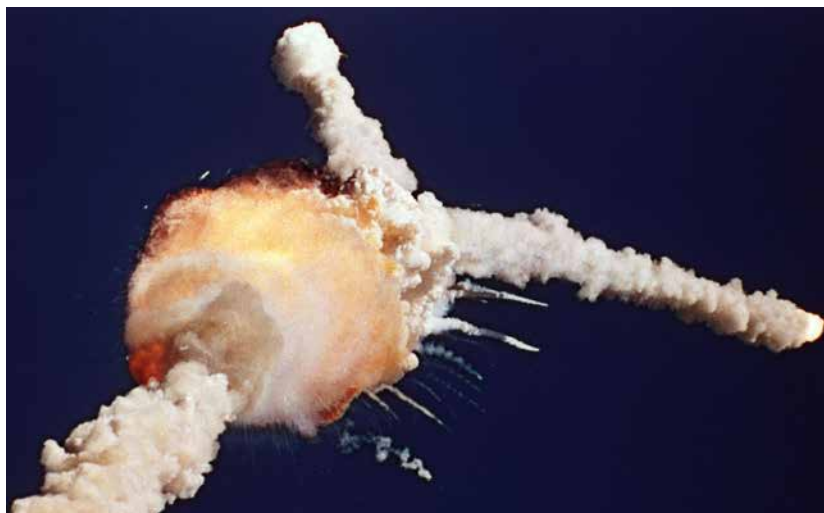
Sinds begin oktober heb ik niets meer aan de Pluto Special kunnen doen, door de drukte. Gelukkig loop ik niet eens erg achter want zo lang alle data nog niet binnen is gaat het onderzoek nog niet zo snel. Ik was al begonnen met het vervolg, maar deze nieuwsbrief was nu even belangrijker.

Komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko

Het is al weer een hele tijd sinds ik voor het laatst over deze komeet, die we meestal de Rosetta komeet noemen, heb geschreven. Althans dat denk ik; ik moet nog een index maken van alle onderwerpen waarover ik al heb geschreven (als iemand zich geroepen voelt...). De foto hieronder van het Imhotep gebied toont een prachtig landschap dat je zo lijkt te kunnen aanraken. Imhotep (zie beschrijving foto) is gemakkelijk te herkennen en bevat veel grote 'rotsblokken', waaronder Cheops (voorgond). De kleinere brokken zijn vermoedelijk van de hellingen gevallen: erosie. Hierbij is de bodem bloot komen te liggen en dat heeft weer bewijzen opgeleverd voor de aanwezigheid van waterijs.

Rechtsboven: deze opname werd op 17 januari gemaakt met de OSIRIS narrow-angle camera, van 86,8 km afstand. Het gebiedje, Imhotep genaamd, is slechts 3,2 km in diameter maar het is een van de geologisch meest diverse delen van het komeetoppervlak.

Imhotep is gemakkelijk te herkennen aan het gladde terrein dat je rechts van het midden van de opname ziet. Het met stof bedekte gebied is 0,8 vierkante km groot, met daaromheen kromme structuren die zich honderden meters uitstrekken en in de loop van de tijd veranderen. Je ziet veel grote 'rotsblokken' (eigenlijk ijsblokken) in het effen terrein, waaronder Cheops (voorgond).
Rechtsonder: op 28 januari 1986 verongelukte de Space Shuttle Challenger, met zeven astronauten aan boord.



Nieuwe manier van oplichten

Er is een nieuwe manier van oplichten gevonden rond het benoemen van hemellichamen. Waren het eerst sterren die je kon 'kopen', nu wil men dat je een nieuwe naam voor de maan bedenkt - voor 'slechts' 1 dollar! Met zoveel simpelen op deze wereld zal men een leuke cent ophalen.

Zie <http://namethemoon.world/#/Facts-0>. Vooral dat 'facts'... Het is uiteraard allemaal onzin met een sausje van waarheid.

Lezing over Einstein!

Op 5 februari geeft Prof. Dr. Eric Bergshoeff een lezing op de sterrenwacht in Amersfoort: '100 jaar zwaartekracht volgens Einstein'.

Voor meer informatie: www.sterrenwacht-mn.nl/

Rechts: het is heel moeilijk om één recente (LAMO) foto van Ceres te kiezen, maar deze toont goed de scherpste van de beelden die van slechts 385 km hoogte zijn gemaakt. Het is de krater Kupalo, 26 km in diameter. Het is een van de jongste kraters. Het heldere materiaal in de kraterwand bestaat mogelijk uit zouten. De vlakke bodem is vermoedelijk gevormd door materiaal dat bij de inslag was gesmolten en door puin dat na de inslag naar het oppervlak terugviel.

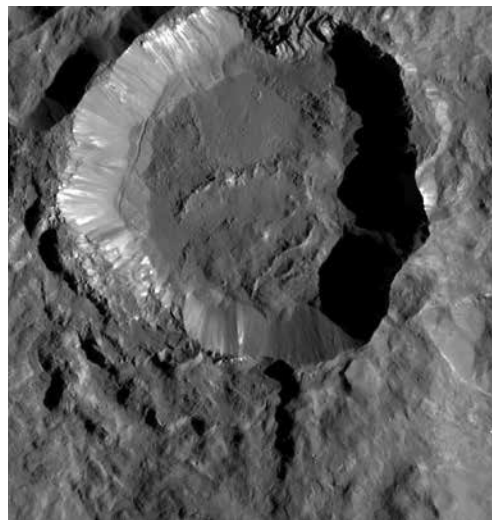
Onderaan: een hemelkaartje van dat laat zien waar je de komende tijd de vijf zichtbare planeten ziet. Ook de heldere sterren Spica en Antares (rood) zijn te zien. De maan beweegt begin februari door het gebied, op 6 februari staat zij boven Venus. Het originele kaartje van Sky & Telescope is gemaakt voor de VS zodat we hier boven de zuidelijke horizon sterren zien die wij niet kunnen zien. Let dus goed op de sterren als je de planisfeer en/of dit kaartje gebruikt.

Links op de foto zie je dat de bodem een gelaagde structuur heeft en op plaatsen in stukken is gebroken. Soortgelijke patronen zien we bij de vrijgekomen steile hellingen (kliffen) aan de rechterkant, waar het Kheptry gebied begint. Dit soort gelaagde structuren zien we op diverse plekken op de komeet en men probeert te achterhalen hoe dit te maken kan hebben met de vorming en evolutie van de komeet.

Vlak vóór de linker 'stapel' lagen zie je wat kleine ronde vormen, met een duidelijke rand en een vlakke bodem, en iets hoger dan de omgeving. Eén verklaring daarvoor is dat het oude gebieden zijn van komeetactiviteit die later zijn bedekt door een stoflaag en nu zijn bloot komen te liggen door erosie van de hogere lagen.

Ceres

Ook het onderzoek van de kleinste dwergplaneet en grootste planetoïde, Ceres, gaat door. De ruimtesonde is naar een lagere baan verplaatst: Low Altitude Mapping Orbit (LAMO), op ongeveer 385 km hoogte. Dat is meer dan 1000 km lager dan de vorige serie foto's! De LAMO-opnamen worden sinds begin december gepubliceerd. Op de volgende pagina enkele foto's, maar later wil ik weer meer over deze interessante kleine wereld doen.



Hemel van januari-februari

Overzicht

Ik geef hier een beeld van de zichtbaarheid van de heldere planeten en de fasen van de maan voor deze periode.

De informatie in deze kolom is afkomstig uit de **Sterrengids**, een interessante jaargids en een must voor iedereen die de verschijnselen aan de hemel van dag tot dag wil volgen: www.sterrengids.nl/.

Maanfasen februari 2015

Laatste kwartier	1 feb, 4:28 u MET
Nieuwe maan	8 feb, 15:39 u MET
Eerste kwartier	15 feb, 8:46 u MET
Volle maan	22 feb, 19:20 u MET

Planeten

Voor de planeten geven we het sterrenbeeld waarin ze deze maand of maanden staan, plus de **rechte klimming*** (RA) waarmee je de locatie van de planeet op de planisfeer kan opzoeken.

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Boogsch/Steenbok	19:48 u
Venus	Boogschutter	19:30 u
Mars	Weegschaal	15:08 u
Jupiter	Leeuw	11:30 u
Saturnus	Slangendrager	16:54 u
Uranus	Vissen	1:04 u
Neptunus	Waterman	22:42 u

*) De declinatie is niet nodig omdat planeten altijd in de buurt van de ecliptica kunnen worden gevonden. Ik neem de RA's voor het midden van de periode.

Vijf planeten!

In deze periode kunnen we de vijf helderste planeten aan de hemel zien! Zie het plaatje. Die situatie duurt technisch gezien tot 20 februari, maar dan is Mercurius in feite al nauwelijks meer zichtbaar. Wacht dus niet als je de kans hebt! De beste kans maak je ongeveer 45 minuten vóór zonsopkomst.

Venus is niet meer zo helder en komt niet meer zo hoog aan de hemel als in het najaar. Venus en Mercurius bewegen weer naar de zon (aan de hemel dan). Venus zien we pas weer in het najaar (als 'avondster'), Mercurius zien we in maart weer. Op 6 februari komt de maan er bij (als smalle sikkel).

Mars komt geleidelijk weer dichterbij de aarde zodat hij geleidelijke helderder wordt. Jupiter komt in de loop van de avond op en bereikt de komende maand zijn grootste helderheid. Op 22 februari, om 3 uur 's nachts, staan de vier grootste en helderste manen van Jupiter ten oosten (links) van de planeet. Met een verrekijker zie je vooral Io bewegen, als je een uurtje kijkt. Op 29 februari zie je dat weer. Saturnus komt na middernacht op en is nu ook erg helder voor zijn doen.

Op 9 februari staat de maansikkel rondw 18:10 u vlak boven de horizon (WZW). In de avonden en nachten van 15 en 16 februari vind je de maan vlakbij de rode ster Aldebaran (Stier).

5 planeten op een rij

