

Rob's Nieuwsbrief - 78

over sterrenkunde en het heelal

september 2021

De zomer is weer voorbij

Bijna weer cursus!

De zomer is weer bijna voorbij. Hoewel veel mensen klaagden over de regen en over het gebrek aan hoge temperaturen, was ik heel tevreden: de tuin stond er nog nooit zo mooi bij en ik vind 25+ al overdreven. Wel ging de vakantieperiode, als het zakelijk altijd relatief rustig is en ik dus tijd heb voor wat ontspanning, weer te snel voorbij.

Daar staat tegenover dat ik al snel mijn grote cursus weer mag geven! Op 8 september begint de nieuwe editie en ik heb, als ik dit schrijf, 22 cursisten. Dat is een prachtig aantal en er kunnen nog steeds mensen bij komen. Ik heb er zin in! Ik ga wel weer wat wijzigen aan enkele lessen, vanwege nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen en nieuwe eigen inzichten. Tijdens het geven van de lessen besluit ik wel eens dat het beter kan, maar met mijn bewerkelijke PowerPoint-lessen is dat nooit zomaar even gedaan. Vaak moet ik daarvoor nieuwe (reeksen van) illustraties maken. Maar dat is ook leuk.

Bestellingen

Het aantal bestellingen van sterrenwachten en bedrijven neemt wat toe, lijkt het. Wat betreft maatwerkorders kan dit jaar al niet meer stuk. Momenteel zijn we bezig met de productie van twee typen planisferen voor het Planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht in Brussel, een Nederlandse en een Franse versie voor 50°NB. Het zijn nieuwe full colour ontwerpen, hun laatste order was in 2013. Daarna hebben ze een ander, eigen ontwerp gebruikt, als ik het me goed herinner. Ik ben erg blij dat ze weer bij ons terug zijn.

We wachten nu op een nieuwe Franse klant, die bezig is met de tekst die zij willen, en misschien andere eisen. Het zou om 1000 stuks gaan en ik probeer nu een klant te vinden voor nog eens 1000, om de prijs voor beide klanten omlaag te brengen. Een en ander heeft te maken met het feit dat de bovenschijven per twee worden gedrukt, wat opstartkosten scheelt. Ik heb die tweede klant nog niet gevonden.



Op de radio!

Het is tegenwoordig erg moeilijk om met iets als een cursus in de media te komen. Vooral kranten hebben veel minder ruimte hiervoor dan vroeger, om economische redenen. Je moet dan, om de aandacht te krijgen, met echt bijzonder én zinvol nieuws komen. Nou, dat kon ik dit keer, want het was mij vorig jaar al opgevallen dat de coronamaatregelen een gunstige invloed hadden op zowel de verkoop van onze producten (via de website en in de winkels) als de cursus. Aan de editie van 2020 deden 26 cursisten mee en voor een deel daarvan was het belangrijk gebleken een hobby te hebben als je veel verplicht thuis moet zitten. Het persbericht dat ik in mei verstuurd had dus als titel 'Coronacrisis goed voor hobby sterrenkunde?'. Dat leverde lokaal wat publiciteit op, maar de klapper kwam toen ik op 10 augustus mijn verhaal mocht vertellen in het programma Blok&Toine op NPO Radio 1. Het zou ook over de Perseïden gaan (met het maximum op 12 augustus). Het interview kon telefonisch maar ik heb de voorkeur voor fysiek aanwezig zijn, ook al omdat het leuk is zo'n studio weer eens van binnen te zien (dat was sinds de boeken, dus ongeveer 2009, niet meer gebeurd). Mischa Blok was op vakantie dus ik zat met Toine van Peperstraten in de studio. Het gesprek ging prima, Toine is een erg aardige man en ik kreeg nog een compliment van hem voor mijn stem.

Bennu in het nieuws!

Twee dagen later werd ik gebeld in verband met de planetoïde Bennu (zie verder) die in de toekomst een gevaar kan vormen voor ons. Dat gesprek ging minder. Ik merkte ook dat zo'n gesprek heel anders is dan een interview, waarin je je kunt laten leiden door de vragen van de presentator en het je eigen verhaal is. Bij een nieuwsitem is het belangrijk te weten hoeveel tijd je voor het item hebt en uiteraard de feiten goed te kennen (ik had me wat dat betreft goed voorbereid), maar het belangrijkste is een kort basisverhaal in je hoofd te hebben: wat wil IK per se overbrengen? Alleen zo kun je een goed en duidelijk verhaal houden, met alle belangrijkste informatie, ook als het opeens klaar is. Als er een volgende keer komt, weet ik dus wat me te wachten staat. Je blijft leren.

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.

Astrosets

Via onze webshop verkopen we een aantal sets van onze artikelen, per onderwerp of doelgroep: de sterrenhemel, het zonnestelsel, de jeugd, enz. Deze sets zijn standaard 10 tot 15% goedkoper dan de losse delen! Zie deze pagina: www.walrecht.nl/nl/bestellen/boeken-posters-en-andere-producten/speciale-sets-en-producten.

Linksonder: de presentatoren van Blok&Toine, Mischa Blok en Toine van Peperstraten.

Rechtsomder: de open sterrenhoop NGC 2164, in de Grote Magelhaense Wolk (GMW), een satellietsterrenstelseltje dat zich op 160.000 lj van het Melkwegstelsel bevindt. De GMW wordt door de zwaartekracht van zijn enorme buur uit elkaar getrokken en dat soort processen levert een rijke stervorming op. Deze cluster, die bestaat uit zeer jonge sterren, is er dan ook een van ca. 700 in de GMW, terwijl het stelsel slechts 1/100e van de massa van de Melkweg heeft. Foto Hubble. Meer op pagina 7.



Spectroscopische dubbelster
Spectroscopische dubbelsterren zijn sterren die erg dicht bij elkaar staan en waarvan de componenten alleen zijn te onderscheiden door de dopplerverschuiving van het licht: een ster die naar ons toe komt wordt blauwer, een die zich verwijderd roder van kleur.

Linksonder: het spiraalstelsel IC 1954 gefotografeerd met de Wide Field Camera 3 van de Hubble. Het stelsel bevindt zich op zo'n 45 miljoen lj afstand, in het hier niet zichtbare sterrenbeeld Slingeruurwerk. De spiraalarmen met hun stofbanen erin zijn goed te zien.

De opname is onderdeel van een samenwerkingsproject. De Hubble nam jonge sterren waar in UV en optisch, ALMA de stervormende schijven en wolken koud gas in mm/sub-mm golflengten. Door die beelden te combineren kon men een beter beeld krijgen van het verband tussen jonge sterren en de koude gaswolken waaruit ze ontstaan.

Rechtsboven: ν (Nu) Scorpii in de planisfeer. De heldere ster ernaast is Graffias (β Sco).

Rechts, midden: een overzicht van de banen, niet op schaal. Veel over de banen is nog onduidelijk. Aa is het helderste.

Rechtsonder: een deel van de Schorpioen, met o.a. de hoofdstaar Antares en rechtsboven ν Sco. Foto Bernal Andrea.

Sterrenhemel

Zevenvoudige ster Nu Scorpii

Wij kijken graag naar Star Trek. Voor mij als liefhebber van wetenschap misschien niet vreemd, maar onze oudste zoon kun je wel een 'trekkie' noemen, al zal hij dat zelf waarschijnlijk ontkennen. Momenteel wordt de serie *Star Trek: Picard* uitgezonden. Daarin wordt de ster ν (Nu) Scorpii genoemd – een ster die volgens de Romulaanse mythologie achtevoudig zou zijn, ook al zegt men dat er maar zeven te zien zijn.

Dat biologieert mij natuurlijk. Veel planeten en andere hemelobjecten zijn natuurlijk bedacht door de schrijvers, maar deze naam is heel aannemelijk. Dus even nagekeken en het is inderdaad een bestaande ster in de Schorpioen. Het is ook een ster die we in de zomer op een donkere plek met het blote oog kunnen zien, en die dus in mijn planisfeer staat! Hij staat wat noordwestelijk van Antares, vlakbij de ecliptica, en ik heb hem ook zijn Griekse letter (dus ν) gegeven. Hij heeft zelfs een naam: Jabbah.

En het is inderdaad een meervoudige ster, waarschijnlijk zevenvoudig! Men weet al langer dat het een 'wijde' dubbelster is, twee blauw-witte sterren, een van magnitude 4,4 (met het blote oog te zien) en een van 6,3, die goed te scheiden zijn in een kleine telescoop of een grote verrekijker. Beide sterren blijken in een grotere telescoop (75 – 100 mm) zélf dubbel, en de paren hebben de letters AB (A is de helderste ster) en CD gekregen.

Later bleek A een drievoudige ster (Aa, Ab en Ac), waarvan een spectroscopische dubbelster (zie kader), terwijl ook D een spectroscopische

dubbelster lijkt te zijn (Da en b). Veel weten we niet van de sterren, alleen dat het B-sterren zijn, en C een B-subreus, en dat hun helderheid, behalve die van de ster Aa, in de orde van magnitude 5,5 tot 7,5 liggen. Zie ook de schets op pag. 3.



Bennu weer in het nieuws

Een toekomstige killer?

Op 11 augustus kwam een persbericht van de NASA binnen over de kans dat de planetoïde Bennu ooit botst met de aarde. Die kans is behoorlijk groot, met 1:2700, maar wel pas op 24 september 2182. Een inslag van een object van 500 m diameter komt trouwens ongeveer eens per 130.000 jaar voor.

Vliegende puinhoop

De planetoïde is een 500 m grote 'berg' los puin, samengehouden door waterhoudende mineralen. De gemiddelde dichtheid van 1,2 g/cm³ toont aan dat het ding heel erg poreus is. Hij heeft ook een vreemde vorm, door de snelle asrotatie, waardoor los, fijn bodemmateriaal (*regoliet*) naar de equator 'zakt', zodat daar een soort heuvelrug ontstond. Hij draait trouwens ook de verkeerde richting (*retrograde*) om zijn as, met een periode van 4,3 uur. De oppervlakte 'features' zijn hier geen bergen, valleien of kraters, maar zo'n 200 rotsblokken van 10 tot 58 m. Bennu is wel een planetoïde (van de Apollo-groep), maar heeft ook kenmerken van een komeet, zoals massaverlies doordat ijs verdampt, waardoor onder andere pluimen en een 10.000 km grote coma ontstaan – een soort zeer ijle atmosfeer rond de planetoïde.

De planetoïde is vermoedelijk 1 tot 2,5 miljoen jaar geleden uit de Planetoïdengordel gestoten, als fragment van een ca. 100 km object dat bij een botsing in stukken vloog. Simulaties tonen een 70% kans dat hij deel van de Polana familie (van planetoïden) is, en een 30% kans dat hij van de Eulalia familie komt.

Baan

Bennu heeft een omlooperperiode van 1,155 jaar en beweegt gemiddeld met 28 km/s (Aarde: 30 km/s). Zijn baan brengt hem van ruim 200 miljoen km (bijna bij de Marsbaan) tot 135 miljoen km van de zon. Dat laatste betekent dat hij binnen de aardbaan komt, en die dus regelmatig kruist. Dat maakt hem een **Near Earth Asteroid** (NEA), of 'Earth Crosser'. De aarde komt elk jaar op ongeveer 480.000 km van de baan van Bennu, maar Bennu is ongeveer eens in de zes jaar (5 x ca. 1,2 jaar), rond 23 - 25 september, ook werkelijk in de buurt van de aarde. Dat wil dan zeker niet betekenen dat Bennu dan gevaarlijk dicht bij ons komt, want de omlooperperiode is niet precies 1,2 jaar. Meestal blijft hij op grote afstand: op 1 september 2017 kwam hij tot 50 miljoen km, op 25 augustus 2023 blijft hij op 75 miljoen km van de aarde. In 1999, toen het ruimterotsblok werd ontdekt, kwam hij echter tot 480.000 km, 25% verder dan de afstand tot de maan.

Maar nu en dan komt Bennu wel gevaarlijk dicht bij de aarde. Dat maakt hem een **Potentially Hazardous Asteroid** (PHA). Dat is een object van minstens 140 m diameter en een afstand binnen 19,5 LD (zie kader). Ruimteor-

Wat weeg je op Bennu?

Bennu is een klein object, met een massa van 'maar' 10 miljard kg. De zwaartekracht aan het oppervlak is dan ook nihil: je weegt er op de polen 8 miljoenste van wat je op Aarde weegt. Op de evenaar heb je ook te maken met de middelpuntvliedende kracht, door de snelle rotatie. Die kracht werkt naar buiten toe zodat je gewicht daar nog maar de helft is van dat op de polen.

Lunar Distance

We hebben naast de km, AE en het lichtjaar nog een andere afstandsmaat: de LD. Dat staat voor 'lunar distance', dus de (gemiddelde) afstand van de aarde tot de maan – ca. 384.400 km. Die eenheid wordt gebruikt voor objecten in de buurt van de aarde, zeg tot 30 LD. Als iets op een afstand van minder dan 1 LD bij de aarde komt, komt dat dus binnen de (gemiddelde) maanbaan. Op Spaceweather.com staat altijd een lijstje met objecten die recent langskwamen of dat snel doen, met de datum, de afstand (LD), de snelheid en de diameter van het object.

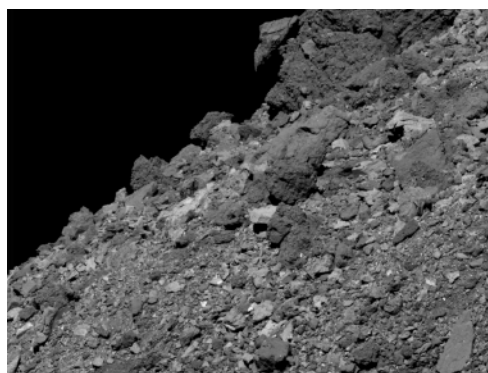
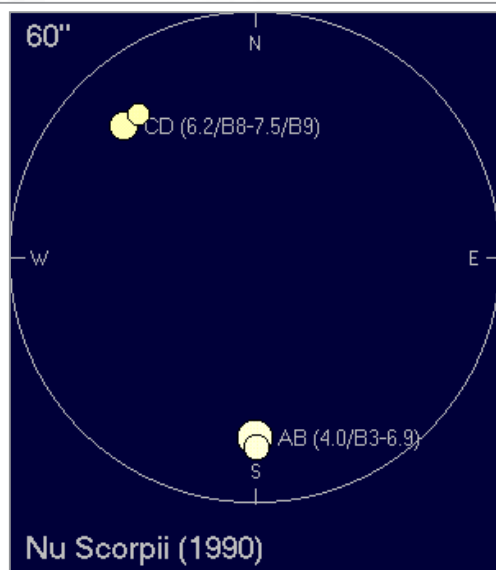
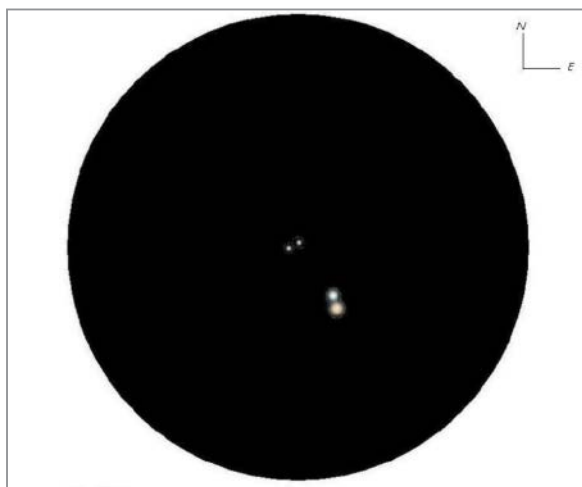
Linksboven: de vier helderste (dubbel-) sterren binnen het beeldkader van 1 boogminuut (60"). Foto van www.alcyone.de.

Linksonder: een tekening van de ster ν Scorpii (zie het artikel op de vorige pagina). De ster, zoals we die hier viervoudig zien, werd rond 1900 gezien als mooier dan de befaamde 'Dubbele dubbele' ster Epsilon (ϵ) Lyrae. Foto ASSA.

Rechtsboven: een opname van Bennu, door de OSIRIS-REx, uit 2018.

Rechtsonder: het regoliet op Bennu, los materiaal zoals zand, steentjes en keien.

Hieronder: op 10 augustus scheerde de Europese sonde BepiColombo voor de tweede maal langs Venus, onderweg naar Mercurius. Het traject is volgens de **gravity-assist** methode, waarbij gebruik wordt gemaakt van de zwaartekracht van de planeten. Voor deze reis de aarde (1 maal), Venus (2) en Mercurius zelf (6). Zie ook de Links-pagina.



Zeer hete sterren

Op 4100 lj afstand, in de Boog-schutter, vinden we M8: of de Lagunenevel (zie foto rechts-onder). Deze is met het blote oog te zien en vrij goed met een verrekijker, ook al is hij alleen in de zomermaanden zichtbaar en blijft hij laag boven de horizon. M8 is een reusachtige wolk gas en stof waarin sterren worden geboren en op de relatief kleine afstand biedt het astronomen een mooie kans om zeer jonge sterren te bestuderen. Die sterren zijn erg heet en stralen daar-door straling met hoge energie uit, zoals röntgenstraling. De foto is een combinatie van opnamen van de Chandra röntgenruim-tetelescoop (in roze) en Mt. Lemmon Sky Center (optisch, in blauw en wit).

Een stofnest

De prachtige 'kinderkamer' van sterren AFGL 5180, in de Tweelingen, kan ons meer leren over de vorming van ons eigen zonnestelsel. In het midden van de Hubble-opname links-onder vormt zich een zware, zeer jonge ster die de om-geving nogal grof verstoort, waarbij grote delen van de gas- en stofwolk waaruit de ster ontstond worden 'wegge-vreten'. We zien het sterlicht vooral door verlichting van de holtes die zo ontstaan.

Materiaal uit zijn protoplane-taire schijf valt naar de ster en gaat met het complexe mag-neetveld van de ster reageren, wat twee krachtige plasmajets langs zijn rotatieas oplevert. Je kunt ze zien, vanuit de ster lopend, maar die naar links-boven is het duidelijkst (in dat 'oranje oor'). De jets bestaan zolang er materiaal naar de ster volgt. Zonder jets, die ma-teriaal van de ster wegblazen, zouden sterren trouwens belach-elijk groot kunnen worden.

Rechtsboven: we hoeven ons nog geen zorgen te maken dat Bennu een provincie verwoest, maar onze nazaten mogelijk wel.

Linksonder: het stervormings-gebied AFGL 5180, met een zeer jonge, zeer zware ster in het midden. Foto Hubble WFC3 (optisch en infrarood).

Rechtsonder: de röntgen-(Chandra) en optische beelden van M8 tonen de heetste sterren in roze. **Inzet:** M8 in een opname van de Very Large Telescope (ESO, 2014), met binnen het gele kader het deel dat op de grote foto staat.

organisaties als NASA en ESA hebben speciale programma's opgezet om NEA's, en natuurlijk vooral PHA's, op tijd te detecteren (onder de noemer Spaceguard). In juni 2021 kende men 26.115 NEA's (158 groter dan 1 km), waarvan 2185 PHA's (bron: NASA's Center for Near Earth Object Studies). Natuurlijk moeten we ook de technologie ontwikkelen om deze objecten zo nodig in een veilige baan te duwen, maar dat kost tijd en daarvoor moet je ze eerst goed in kaart hebben gebracht.

Ruimtesonde

De Amerikaanse OSIRIS-Rex missie van NASA kwam op 3 december 2018 aan bij Bennu. De sonde moest 60 gram bodemmateriaal verzamelen. Dat werd mogelijk 400 g tot 1 kg, dat sinds 10 mei 2021 (toen vertrok de sonde) onderweg is naar de aarde en op 24 september 2023 zal worden afgeleverd, op de manier zoals het ma-teriaal van Ryugu door Hayabusa2 (zie *Rob's Nieuwsbrief* 74). Verder was de opdracht het oppervlak en, pag 6) de samenstelling van het bodemmateriaal in kaart te brengen en tijdens het twee jaar durende verblijf bij Bennu meer zekerheid over de baan van het ding te krijgen. De ruimtesonde is uiteraard voorzien van mid-delen om de exacte koers te bepalen, en daar-mee kon men de baan zeer nauwkeurig bepalen. Zie ook het artikel over de OSIRIS-Rex missie naar (101955) Bennu, in *Rob's Nieuwsbrief* 76 en ook op de Links-pagina.

De kans op een inslag

Nu werkt die nauwkeurigheid voornamelijk op de korte termijn, want er zijn allerlei invloeden die Bennu's baan kunnen veranderen: de zwaarte-kracht van de zon, de planeten en hun manen, en zo'n 300 andere planetoïden; de weerstand van interplanetaire stofdeeltjes; de zonnewind en Bennu's eigen uitstoot van deeltjes. Ook



de zonnewarmte speelt een rol: de warmte die het oppervlak overdag ontvangt wordt 's nachts uitgestraald als infraroodstraling, wat een beetje stuwkracht oplevert. Dat noemen we het **Yarkovsky-effect** en hoewel dat effect minuscuul is, speelt het op de lange termijn een belangrijke rol bij baanveranderingen.

Met de verbeterde baangegevens en state-of-the-art computermodellen heeft men het aantal onzekerheden in de baan van het object be-hoorlijk weten terug te brengen, en komt men op een kans van 1:1700 (0,057%) dat Bennu tussen nu en 2300 de aarde raakt. Zo komt hij op 23 september 2060 op 750.000 km van de aarde: weinig risico. De belangrijkste datum is 24 september 2182: dan is de kans op een in-slag 1:2700 (0,037%).

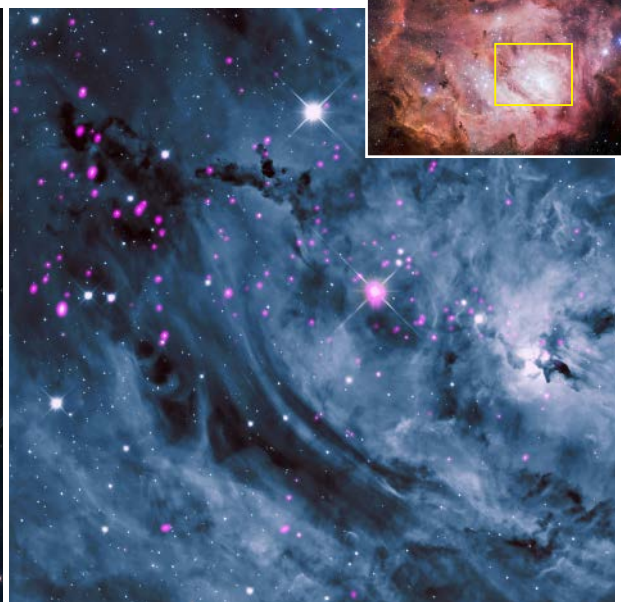
Daar maakt Bennu voor zover wij weten een van de twee gevaarlijkste bekende planetoïden in het zonnestelsel, samen met '1950 DA', maar die komt pas in 2880.

Gevolgen van een inslag

De gevolgen van een inslag van Bennu zou-den behoorlijk zijn. De explosie zou een kracht hebben van 1,2 miljard ton TNT: 2 miljoen maal de ontploffing in Beiroet (3 augustus 2020). Er zou een krater ontstaan van 5 km diameter, met in de wijde omtrek totale vernietiging. Tot 50 km afstand zou geen gebouw meer over-eind staan, tot 100 km worden daken vernield en tot 200 km gaan ramen stuk. Als de inslag in de oceaan zou gebeuren, zouden tsunami's ontstaan. Maar... het is geen catastrofe waar-bij massaextinctie optreedt. En bedenk: er is een kans van ruim meer dan 99,9% dat Bennu de aarde NIET raakt, de komende 300 jaar.

Maar aan de andere kant... het gevaar kan uit-eindelijk van een object komen dat we nu nog helemaal niet kennen!

Een prettige nacht verder...



Ondertussen op Mars

Veel activiteit op Mars

De Perseverance, Ingenuity, de 'oude' Curiosity, InSight en orbiters als Mars Express blijven.

Mineralen verdwenen

Mars is nu een bitterkoude, gortdroge wereld, onbeschermd tegen straling, maar miljarden jaren geleden had de kleine planeet rivieren en meren waarin microben zouden hebben kunnen leven. Het Marsklimaat veranderde echter en langzaam maar zeker droogde het oppervlak uit. De onderzoekers hebben nu in Curiosity-foto's uit 2014 bewijzen gevonden dat superzout water ('brines' in het Engels) door scheuren in de bodem sijpelde, tussen de korrels van de bodem van het uitgedroogde meer, waar het de lagen mineraalrijke klei eronder veranderde en de mineralen opbrak. Men dacht voorheen dat de kleilagen in de bodem van het meer in de Gale krater nog precies zo waren als toen ze ontstonden, zoals we dat op Aarde kennen, maar dat blijkt op Mars niet zo te zijn.

Met het chemische lab van Curiosity, *Chemistry and Mineralogy instrument* of CheMin, analyseerde men een monster op twee plaatsen in een dezelfde oeroude laag moddersteen, 400 m van elkaar. Tot verrassing van de onderzoekers miste in een van de monsters de helft van de kleimineralen die men verwachtte; in de plaats ervan vond men **moddersteen** (sedimentair gesteente uit deeltjes kleiner dan zand) dat rijk is aan ijzeroxiden: dat wat Mars zijn kenmerkende rode kleur geeft. Hoe konden mineralen, en de bewijzen die ze bewaren, verdwijnen?

Het blijkt dat voor en zelfs na het uitdrogen van het meer in de Gale krater grondwater onder het oppervlak stroomde en mineralen oploste en vervoerde, en zo op bepaalde plekken de mineralogie veranderde, een geologisch proces dat men **diagenese** noemt.

Dit betekent dat de mogelijke tekenen van vroeger leven misschien vernietigd zijn en het heeft consequenties voor de datering van de rotsen. Aan de andere kant schept het de chemische voorwaarden voor ondergronds leven.

Ingenuity

Ingenuity heeft haar 12e vlucht gemaakt, op 15 augustus. De helikopter doet het beter dan waarop men had gehoopt. Op een foto gemaakt tijdens de 11e vlucht (5 augustus) 'zie' je Percy in de verte, en de schaduw van

de helikopter op de grond vooraan. De rover is echter nauwelijks te zien (zie de *Links*-pagina voor een scherpere foto). Eind augustus verkende Ingenuity de route die Percy zal nemen.

De eerste monsters

Percy begon op 6 augustus met de zoektocht naar tekenen van vroeger leven, door monsters te nemen. De gevoelige detectoren op de 2 m lange robotarm gingen voor het eerst aan de slag. Naast analyse van stenen in röntgen en UV, zoomde de camera ook in op kleine stukje steen die de bewijzen van vroeger eencellig leven zouden kunnen tonen. Al tijdens tests bleek het röntgeninstrument PIXL perfect te werken: het stelde de samenstelling van stofdeeltjes vast die op de 'doelsteen' kleefden. We wachtten met spanning de resultaten af.

InSight

InSight heeft nu voor het eerst details over het binnenste van de rode planeet aangetoond. Het *Seismic Experiment for Interior Structure* (SEIS), die seismische activiteit tot duizenden km kan detecteren, nam 733 duidelijke 'mars-quakes' waar. Ongeveer 35 daarvan, alle met een kracht tussen 3,5 en 4,0, leverden de data op voor de papers.

Seismische golven variëren in snelheid en vorm afhankelijk van het soort materiaal waar ze doorheen bewegen. Dat geeft informatie over de inwendige structuur. Wat de geleerden leren verbetert ons begrip van hoe de aardachtige planeten en dus de aarde, ontstonden!

Ook Mars differentieerde zich in de eerste tientallen miljoenen jaren in drie verschillende lagen: de korst, de mantel en de kern. InSight moest de diepte, grootte en structuur van die drie lagen meten. Men vond dat de korst dunner is dan verwacht en mogelijk twee of zelfs drie sublagen heeft. De korst is 20 km dik bij twee en 37 km dik bij drie sublagen. De mantel begint op 1560 km diepte. De kern is 1830 km in diameter. Mars is 6779 km in diameter.

Op 22 juli werden drie 'papers' gepubliceerd in Science, met meer details over de diepten en samenstelling van Mars, en de bevestiging dat Mars' kern gesmolten is. Bij de aarde is de binnenkern vast en de buitenkern vloeibaar. Men moet nog onderzoeken of dat ook voor Mars geldt. Dit is de informatie waarop men hoopte toen men ruim 10 jaar aan het project begon.

Asterisme

Een groep sterren die aan de sterrenhemel (dus schijnbaar) een herkenbare figuur vormen en niet een van de 88 **sterrenbeelden** vormen (maar wel delen daarvan kunnen zijn), noemen we een **asterisme**. Bekende asterismen zijn 'de steelpan', Zomerdriehoek, Winterzeshoek, het Herfstvierkant en de open sterrenhoop Melotte 111 ('de klerenhanger' naar zijn vorm).

Linksonder: op deze opname van 11 augustus zie je de schaduw van Ingenuity (onder) en de rover (boven, zie het witte streepje). Het was de elfde vlucht van Ingenuity.

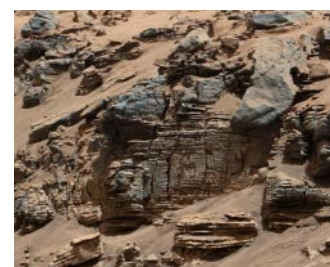
Inzet: de rover uitgevergroot.

Onder, midden: laatste nieuws: in deze grote steen, 'Rochette' genoemd, boorde Percy zijn eerste gat om een monster te nemen. Dat was op 1 september.

Rechtsboven: de evenwijdige gesteentelagen vertonen een patroon dat typisch is voor sedimentaire afzettingen op de bodems van meren, nabij de plek waar stromend water in het meer kwam.

Rechts, midden: InSight ontplooid haar instrumenten (2018).

Rechtsonder: deze foto werd op 6 augustus 2021 gemaakt door Percy en toont het boorgat dat de rover in een Marskei had gemaakt ter voorbereiding van de eerste boring (zie de foto ernaast).



Magellan ruimtesonde

De NASA-sonde Magellan bracht van 1990 tot en met 1994 Venus in kaart met SAR: Synthetic-Aperture Radar. Dat is een vorm van radar waarmee je twee- en driedimensionale reconstructies kunt maken van objecten en oppervlakken.

Open sterrenhopen

Sterren ontstaan gewoonlijk in groepen die we open sterrenhopen (of clusters) noemen. De sterren in zo'n groep zijn alle ongeveer even oud, maar niet allemaal even zwaar. Die van de beroemde Pleiaden zijn ca. 60 miljoen jaar - piepjong voor een ster. Jonge sterren zijn nog erg heet, zodat hun kleur blauw is. In de loop der tijd bewegen de sterren van elkaar weg en gaan ze hun eigen leven. De zon werd ook ooit in zo'n cluster geboren, en men heeft wat broertjes en zusjes weten te vinden.

Hoe kan het dan zijn dat er in de drie foto's op pagina's 1 en 7 ook rode reuzen te zien zijn? Zware sterren leven veel sneller dan lichtere. De zon gaat 10-12 miljard jaar mee. Sirius is tweemaal zo zwaar (2 zonsmassa's, 2 'zm') en wordt 1 miljard jaar; Spica (10 zm) wordt 20 miljoen jaar, Deneb (20 zm) 10 miljoen en Eta Carinae (100-150 zm) 1 miljoen jaar.

Linksonder: Venus werd door Magellans SAR in kaart gebracht, wat leidde tot **topografische** kaarten (met hoogten aangegeven). Door die kaarten kon men zo'n 1600 grote vulkanen vaststellen, maar geen actieve. De lichte banen kunnen lavastromen zijn.

Rechtsonder: Lavinia Planitia is een van de laaglandgebieden op Venus waar de lithosfeer in stukken ('blokken', paars) is gebroken, scherp afgebakend door banden van ruggen en groeven, of dalen (geel). Wat je ziet is een radarbeeld (in valse kleuren uiteraard), van een gebied van 1100 km breed.



Zonnestelselnieuws

Venusoppervlak verbrokken als pakijs

Nieuwe analyse van oude Magellan-radardata (zie kader) heeft verrassende resultaten opgeleverd: Venus blijkt een 'kneedbare' korst en een actief inwendige te hebben.

Lange tijd dachten de wetenschappers dat Venus een starre, harde lithosfeer had, zoals Mercurius, de maan en Mars. We wisten immers dat er geen bewijs is voor platentektoniek.

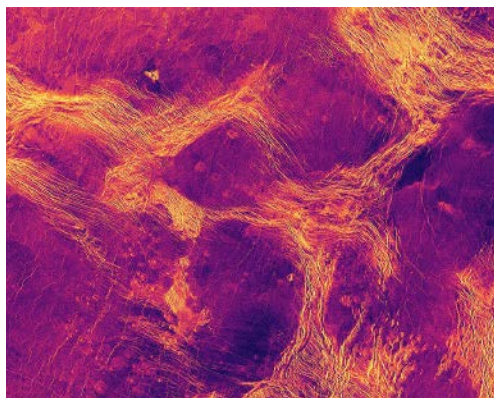
Computermodel

Een team van planetologen onderzocht de data van de Magellan. Ze richtten zich op de laaglandgebieden met een interessante topografie: schijnbaar niet vervormde, vlakke 'blokken', omringd door heuvelruggen en groeven die juist wel op uitgebreide vervorming wijzen. Ze bouwden een computermodel dat aantoonde dat de blokkeren tegen elkaar aan lijken te bewegen, zoals de schotsen van pakijs. Dat is wat de ruggen en groeven veroorzaakt. Hun beste verklaring is dat de bovenste vaste korst laag gefragmenteerd is en geologisch recent nog bewoog.

Gebrek aan oude kraters

Of Venus werkelijk actief is hangt samen met de jonge kraterpopulatie en het ontbreken van inslagbekkens uit de tijd van het Late Zware Bombardement (4,1 tot 3,8 miljard jaar geleden). Dat geeft aan dat het oppervlak van 500 miljoen jaar geleden geheel werd vernieuwd en omdat er geen geologische bewegingen zijn zoals op Aarde concludeerde men eerder dat Venus' korst ongebroken is. De aarde kent soortgelijke 'pakijs' formaties, veroorzaakt door botsing van continenten en de bijbehorende gebergtevorming. Dit zijn typisch lage gebieden omsloten door gebergten.

De nieuwe studie vertelt ons echter dat de activiteit op Venus gewoon een ander karakter heeft: wat het duwen veroorzaakt is een beetje anders, maar we zien in de blokken op Venus dezelfde stijl van vervorming als op aardse continenten, met zeer vervormde grensgebieden. Dat wijst op hun beweging, mogelijk gedreven door stroming in de mantel, zoals op Aarde.



Hemel van september 2021

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 september 2021

Nieuwe maan	7 sep, 2:52 u MEZT
Eerste kwartier	13 sep, 22:39 u MEZT
Volle maan	21 sep, 1:55 u MEZT
Laatste kwartier	29 sep, 3:57 u MEZT

Perigeum:	11 sep, 12:03 u MEZT, 368.461 km
Apogeum:	26 sep, 23:44 u MEZT, 404.640 km

	3 sep	28 sep
Zonsopkomst	6:55 MEZT	7:36 MEZT
Zonsondergang	20:22 MEZT	19:24 MEZT

Op 22 september, 21:21 u is het **herfstequinox** of **herfstnachtveening** en begint de **astronomische herfst**! De zon komt op dat moment boven de evenaar en de dag en de nacht zijn dan even lang. Op de 25e/26e komt de maan 5° Z van de Pleiaden.

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	Maagd	13:06 u
Venus	Maagd/Weegschaal	14:09 u
Mars	Leeuw/Maagd	12:01 u
Jupiter	Steenbok	21:46 u
Saturnus	Steenbok	20:39 u
Uranus	Ram	2:48 u
Neptunus	Waterman	23:30 u
Pluto	Boogschutter	19:45 u

De planeten

Mercurius is deze maand niet te zien; hij bereikt de 14e zijn **grootste oostelijke elongatie**.

Venus is moeilijk te zien aan de avondhemel. Op de 8e staat zij laag in het ZW, 8° ten westen van de maansikkel. Dat is een spannend moment om Venus te vinden, want de planeet staat dan slechts 4° boven de horizon!

Mars is ook al niet te zien! Gelukkig hebben we de gasreuzen nog.

Jupiter is prachtig te zien, die was vorige maand in oppositie, dus staat nog steeds rond middernacht hoog aan de hemel, in het zuiden. De grootste planeet staat aan de oostkant van het 'schuitje' van de Steenbok, nabij de ster Deneb Algedi. Van de 16e tot de 18e komt de maan bij Jupiter en Saturnus.

Saturnus is ook goed te zien in het zuiden en rond middernacht. De tweede planeet in grootte was eerder in augustus in oppositie. De twee gasreuzen stelen de show deze tijd.

Uranus komt in de late avondschemering op en blijft de hele nacht te zien.

Neptunus, komt op de 14e in **oppositie**, het beste moment om hem te bekijken, met een forse verrekijker of kleine telescoop. Hij is de hele nacht zichtbaar.

Met een telescoopje zou je ook **Ceres** moeten kunnen zien, iets onder de rode ster Aldebaran van de Stier. Op 2/3 november komt de dwergplaneet en planetoïde zelfs in conjunctie met 'het rode oog van de Stier'.

Nieuwe Venusmissies

Men had verwacht dat de aardachtige planeten een heel scala aan vormen van mobiliteit hebben, dus Venus' vervormbare topografie vormt een geheel nieuwe categorie, een korsttype voorbij de harde lithosferen en platentektoniek. Het zou zelfs kunnen dat de aarde miljarden jaren geleden ook 'pakijds geologie' had, voordat de continenten ontstonden. Het inwendige van de aarde was toen heter en de korst kan dunner en kneedbaarder geweest zijn, zoals Venus nu. Dit onderzoek leert ons dus meer over de vorming van onze eigen planeet.

We moeten echter meer data (zoals een kaart van de zwaartekrachtverdeling), bewijzen voor **mantelpluimen** (langgerekte hete 'klodders' magma die van de kern opstijgen naar het oppervlak) en nog betere beelden van het Venusoppervlak hebben en die moet komen van twee geplande Venusmissies: NASA's VERITAS en ESA's EnVision. Die moeten rond 2030 gelanceerd worden. Of we moeten snel geluk hebben en oppervlakteactiviteit aantonen. Dat zou spannend zijn, maar ook moeilijk: op Aarde bewegen de platen met slechts cm per jaar en dat vereist zeer nauwkeurige apparatuur. Alleen een vulkaanuitbarsting zou misschien opgemerkt kunnen worden.

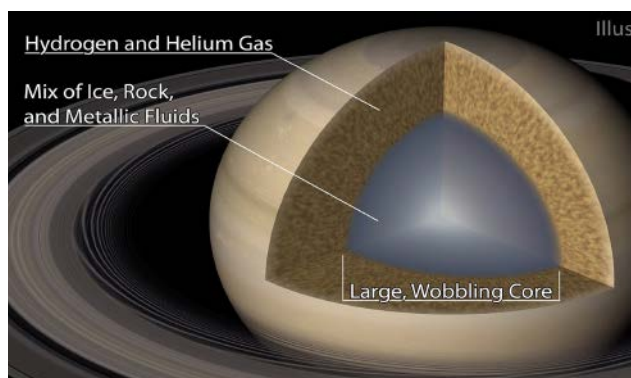
Reuzen anders dan gedacht

Saturnus heeft ook een 'wazige' kern

Enkele jaren geleden bleek uit Juno-data dat Jupiter niet een mooie, compacte, scherp afgebakende kern heeft, 1 tot 10 maal zo zwaar als de aarde, maar een vrij 'wazige' ('fuzzy') mix van gesteenten, ijzen en gassen. Het is een 'soep', met onderin het zwaarste materiaal, die geleidelijk overgaat in de gasmantel. Die kern beslaat 30 tot 50% van de diameter van Jupiter en bevat 7 tot 25 maal de massa van de aarde. Nu heeft men bewijzen gevonden dat ook Saturnus een dergelijke kern heeft.

De kern van de geringde planeet is groot en loopt. Die kern beweegt ook als een gelatinepudding, zodat het gasvormige 'oppervlak' elke paar uur een meter op en neer deint. Dit zorgt voor een miniem effect op de ringen, waardoor die ringen en spiraalvorm krijgen. Ze vertellen ons iets over het inwendige van de planeet.

Cassini



Men maakte gebruik van de data van Cassini, de ruimtesonde die Saturnus 13 jaar lang onderzocht tot zijn duikvlucht in de atmosfeer van de gasreus, bijna vier jaar geleden. De manen trekken aan de ringdeeltjes in de buitenste ringen, maar Saturnus doet dat bij de binnenste ringen, waarbij de ringdeeltjes tot spiralen worden verbogen. De Cassini-beelden lieten dat niet direct zien, men gebruikte de ruimtesonde om door de ringen naar verre sterren te kijken. Als een ster achter een bepaalde ring komt (een **sterbedekking**), konden Cassini's instrumenten meten hoeveel zwakker de ster werd. Dat geeft de dichtheid van het ringmateriaal aan. Met meerdere van die sterbedekkingen kon men die spiralen meten in de C-ring.

Klotsend inwendige

Men kon daar toen echter niet veel mee, begreep niet wat men zag. Dat gold vooral voor een golf met een erg lage frequentie, waarvan men nu denkt dat die een indicatie is voor een trilling diep in de planeet. Dat betekent weer dat er geen harde overgang is tussen de kern en de mantel. Die kern is 'uitgesmeerd' en onder de enorme druk deels opgelost in de vloeibare helium en waterstof. In elk geval is een harde kern bij Saturnus praktisch uitgesloten. De kern heeft een massa van 55 aardmassa's, waarvan 17 aardmassa's aan gesteenten en ijs; de rest is waterstof en helium.

Om met al dat inwendige geklots voldoende stabiliteit te bewaren, moet al het materiaal gelaagd zijn, met de zwaarste lagen onderin. Naarmate je dichter bij het middelpunt van Saturnus komt vermengt het gas zich meer en meer met de gesteenten en ijzen. Dat betekent ook dat helium op grotere diepte steeds geconcentreerder moet voorkomen, wat overeenkomt met de theorie van 'heliumregen' (als bij olie en water zou helium onder invloed van bliksem (!) condenseren uit waterstof, en de zwaardere heliummoleculen zouden in de vorm van regen naar beneden vallen).

Vorm magnetisch veld verklaard

Die gelaagde structuur van Saturnus zou ook kunnen verklaren waarom de as van Saturnus' magnetisch veld precies over de rotatieas ligt. Dat is ongewoon voor planeten waarbij het magneetveld ontstaat door vrij roerende stromingen in de kern (in geleidend materiaal dat in beweging is ontstaat een elektrisch veld dat een magnetisch veld opwekt). Maar als de kern gelaagd is kan het niet ook 'roerig' zijn. Dat betekent dat het magneetveld zijn oorzaak vindt in de gasmantel. Meer onderzoek is dus nodig. Het is ook nuttig om te weten hoe het zit om grote exoplaneten beter te begrijpen.

Linksonder: Saturnus blijkt een compleet andere inwendige structuur te hebben dan men lang dacht. De kern lijkt wat op een gelatinepudding in zijn bewegingen. Waterstof is waterstof, metallische vloeibare waterstof en helium die onder zeer zware druk vloeibaar zijn geworden. Je ziet dat de (zeer grote!) kern geen mooie bol is; in een animatie zie je dat hij 'heen en weer klotst'.

Sterrenpracht

Open sterrenhopen zijn groepen jonge hete (en daarom blauwe) sterren die ongeveer gelijktijdig ontstonden uit dezelfde enorme wolk van gas en stof. Zie pag. 6. Ze zijn werkelijk schitterend en dankbare objecten voor in de verrekijker of telescoop. Hieronder een ander voorbeeld in de Magelhaense Wolken en de beroemdste open sterrenhoop: M45, de Pleiaden (of Pleiaden). Zie ook pag. 1.

Rechtsboven: NGC 2164 in de GMW, op zo'n 160.000 lj in het sterrenbeeld Goudvis. De oranje sterren zijn rode (super) reuzen, stokoude sterren. Alleen zegt leeftijd niet zoveel: ze zijn allemaal ongeveer even oud, maar zware sterren leven niet zo lang. Zie het kader op de vorige pagina. Foto Hubble.

Rechtsonder: de Pleiaden laten duidelijk zien dat ze jonge sterren zijn (blauw). We zien tot 14 erg heldere sterren, de zwaarste van ongeveer 1000 sterren op gemiddeld 444 lj afstand. De totale massa van de cluster is ca. 800 zonsmassa, de meeste ervan zijn zwakke, rode sterren (rode dwergen).

