Rob Walrecht
Leert je het heelal begrijpen!

Robs Nieuwsbrief – 100

over sterrenkunde en het heelal

december 2023-
januari 2024

De 100e!

Lekker bezig
Dit is mijn 100e nieuwsbrief! De eerste kwam uit in februari 2013, dus bijna 11 jaar geleden, met onder andere een verslag van de eerste pilot van mijn cursus voor docenten: de voorloper van mijn huidige cursus! Wat vliegt de tijd!
November staat bij mij altijd in het teken van die cursus, en 2023 was niet de eerste novembermaand waarin de helft van mijn eigen tien lessen vielen: drie lessen (ongeveer) over het zonnestelsel en de lessen over Sterren en Sterrenstelsels (en de rest van het heelal…). In december zijn altijd de lessen van de beide hoogleraren, maar door omstandigheden kreeg ik de mogelijkheid om gratis mijn lezing 'Kleine werelden van het zonnestelsel' aan het programma toe te voegen.

Orders
Gelukkig zijn er weer enkele maatwerkorders, de eerste sinds het voorjaar. Als ik dit schrijf, eind november, heb ik de laatste onderdelen voor twee 'runs' van 500 planisferen binnen. Ze zijn voor een Vlaamse (de fraaie en uitgebreide sterrenwacht Mira, in Grimbergen) en een Nederlandse klant: de VVV Terschelling. Wat particuliere orders betreft blijft het lekker doorgaan.

De cursus
Ik zal niet weer alle lessen beschrijven (zie daarvoor mijn Facebook pagina), maar ik vind het weer een groot succes. En de reacties van de cursisten zijn ook erg positief. Deze groep is zeer interactief en ik krijg soms best lastige vragen. Een nadeel is dat ik de lengte van mijn lessen heb afgestemd op gemiddelde interactiviteit... dus ik kom niet altijd goed uit in de tijd. Dat is echter geen kritiek! Vragen zijn altijd welkom! Ik heb ook wel zelfkritiek, maar dat is de gebruikelijke, tientallen jaren oude kritiek: ik wijd wel eens meer uit dan ik in mijn presentaties heb gepland. Dat is vooral al ik erg op mijn praatstoel zit, zoals in les 6, 'Overzicht van het zonnestelsel', waarin ik de verschillende belangrijke objecten (Zon en planeten) apart beschrijf, en verder de groepen van objecten (planetoïden, allerlei groepen van ijsdwergen etc.). Daarom kreeg ik het laatste deel, over de zon, net niet helemaal af, ondanks dat ik een kwartier langer doorging. Les 7, over materie, straling (beide een beknopte inleiding of opfrissing) en 'hoe de kernenergie van de zon ons als licht bereikt', begon ik daarom met de laatste dia van les 6 (over de heliosfeer, de invloedsfeer van de zon).
In les 8, 'Ontstaan en evolutie van het zonnestelsel' (ook een van mijn allerleukste lessen om te geven!) is het experiment met kraters maken altijd een succes, hoewel er weinig cursisten zijn die zelf een kratertje willen slaan. Dit keer waren er wel enkelen die dat deden.
De laatste lessen gaan dieper het heelal in: Sterren (les 9) en Sterrenstelsels 'en de rest van het heelal' (les 10). Ook die lessen zijn volgepakt met informatie en fraaie beelden – mijn cursus is niet voor de weekhartigen... De les Sterren is die met mijn grote 'Sterrenmodel', een collectie van ruim 80 modellen van sterren. En met modellen moet je dan niet alleen aan de relatieve grootte op schaal denken (met de zon als basis), maar ook hun massa's en de hoofd-spectraalklasse (kleur) die bij die sterren hoort (blauwe, witte, gele, rode sterren enz.). Dit onderdeel levert, met het Planetenpad, altijd de meest nadrukkelijke 'Wow'-momenten op.

Vakantie!
Mijn tien lessen van de cursus zitten er nu op, ik ga nu eerst weer verder met de lezing 'Kleine werelden van het zonnestelsel', die bijna af is, en moet nog een workshop voorbereiden voor een conferentie van de Werkgroep Natuurkunde Didaktiek, dus voor natuurkundedocenten, in december. Daarna even lekker vakantie.

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****.*

Basiscursus 2024

In het najaar van 2024 komt er weer een editie van mijn uitgebreide basiscursus 'Leer het heelal begrijpen' (zie de tekst). Je kunt je al opgeven, via info@walrecht.nl. Zie ook onze website.

Linksonder*: een erg leuk onderdeel in les 8 is het kraters maken: hier zie je een inslag van een inslaand object (een* ***impactor****, hier een knikker) in een bak met bloem, met daarop een laagje cacaopoeder. Dat illustreert heel leuk het echte effect van een inslag, als lichte materiaal (bloem) wordt weggestoten als ejecta, en lichte 'stralen' over het donkere oppervlak legt.*
Midden, onder*: bezig met het grote sterrenmodel; hier leg ik zo te zien iets uit over de zesvoudige ster Castor, een heldere dubbelster, elk met een rode dwerg als begeleider, en daaromheen een paar rode dwergen!*
Hieronder*: geconcentreerd op de eerste inslag - om het nog even spannend te houden!*
Foto's: Ton van Loosbroek en Ron Verhaegh

Zonnestelselnieuws

Waarom is er verschil tussen de halfronden van de maan?

Een jaren oud mysterie

Het leuke van het geven van een cursus is dat er soms vragen komen waardoor je je weer even goed moet gaan verdiepen in de materie en de laatste informatie. De vraag in kwestie had te maken met de reden dat de 'achterkant' van de maan, de kant die wij vanaf de aarde nooit kunnen zien, er zo anders uitziet. Die achterkant heeft 30% meer kraters en nauwelijks maanzeeën van 320 km diameter en groter (één, tegen acht aan onze kant). Het grote oerbombardement, waarmee veel kraters en vooral enorme **inslagbekkens** zoals de maanzeeën ontstonden, was daar kennelijk anders verlopen. Daarmee samenhangend ging ik ook eens kijken naar wanneer de maanrotatie werd *gesynchroniseerd* (zie kader), en naar wat er miljarden jaren geleden nog meer anders was. Ik besloot er dan maar iets over te schrijven in Robs Nieuwsbrief!

Twee gezichten

Pas sinds 1959 (zie kader) weten we hoe de 'achterkant' van de maan eruitziet. Daarvoor had niemand een idee. Waarom zien we niet de hele maan? Nou, de rotatieperiode van de maan is *gesynchroniseerd* (zie kader) met haar omloopperiode: die zijn gelijk! Na een maand zien we nog steeds dezelfde kant. Door allerlei factoren die we libraties noemen, zien we uiteindelijk, in de loop der tijd, ongeveer 59% van de maan. De rest bleef dus uit zicht, tot 64 jaar geleden.

De getijden

Hemellichamen oefenen zwaartekrachtsinvloed op elkaar uit, in de vorm van **getijdenwerking** (zie kader). De aantrekkingskracht van de maan veroorzaakt zo onze getijden, eb en vloed, met twee vloedbulten: één vloedbult is grofweg naar de maan gericht, de andere vloedbult juist in tegenovergestelde richting. De oceanen krijgen daardoor een lichte 'rugbybalvorm'. De aarde beweegt in 23 u 56 min om haar as, maar de maan loopt in 27,3 dagen om de aarde: in een etmaal is de maan 13,18º (360/27,3) verder rond de aarde bewogen. Dat is in tijd een verschil van 50,4 minuten. Die vloedcyclus is daarom 24 uur 50 min, 24 sec. Aan zee kun je dat goed merken. De maan heeft ook invloed op de atmosfeer en de vaste aarde, maar van dat laatste merk je alleen op heel lange termijn de gevolgen: daardoor wordt de aardrotatie afgeremd en de maan juist versneld – die krijgt een steeds grotere afstand tot de aarde (nu ca. 38 mm per jaar).
De aardse getijdenwerking beïnvloedt juist de maan. De aarde is 81 maal zwaarder dan de maan, dus die invloed is ook groter. Dat begon al meteen na het ontstaan van de maan, vermoedelijk bij een 'vriendelijke' botsing met de aarde van een object zo groot als Mars ('Theia'), in de eerste 20 tot 100 miljoen jaar na het ontstaan het zonnestelsel. De maan was lange tijd gesmolten en kreeg door de getijdenwerking van de aarde (die toen veel dichterbij stond) ook een soort vloedbulten: ze werd vervormd tot die rugbybalvorm. Die invloed van de aarde werkt nog steeds, maar de maan is nu vast en het effect is dus veel minder.
Dat permanente getrek en gesjor aan het maanmateriaal aan de kant van de aarde zorgde voor **interne hitte** (waardoor de korst dun en zwak werd, zie hierna) en de *synchronisatie* van haar rotatieperiode. Dat gebeurde al binnen de eerste 100.000 jaar dat de maan bestond, mogelijk werd de maan zelfs gelocked geboren (zie kader)! De maanbaan werd ook steeds groter, zodat ze steeds verder van de aarde kwam te staan. Dit proces gaat nog altijd door en over 50 *miljard* jaar zullen ze elkáár hebben gesynchroniseerd: hun rotatieperioden én de omloopperiode van de maan zijn dan gelijk! Zoiets kennen we nu van Pluto en zijn grote maan Charon.

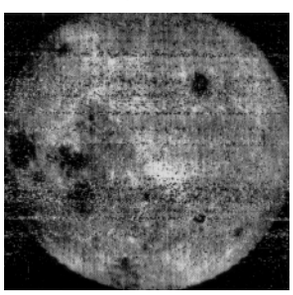
Waarom meer kraters op achterkant?

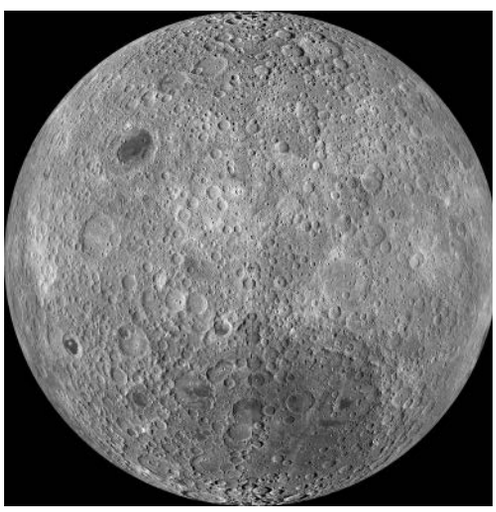
Op de achterkant van de maan is de kraterdichtheid dus groter dan aan de kant die wij kunnen zien, maar zien we bijna geen maanzeeën. Je zou denken dat die achterkant veel meer blootstond aan inslagen, omdat aan de andere kant

Luna 3
Sinds 7 oktober 1959 weten we hoe de 'achterkant' van de maan eruitziet. Toen vloog de Luna 3 (van de Sovjet-Unie) als eerste ruimtesonde opzettelijk langs de maan (Luna 1 moest in januari van dat jaar inslaan op de maan, maar miste haar). De sonde maakte in 40 minuten tijd foto's van 63.500 tot 66.700 km afstand, waarmee 70% van die toen nog erg mysterieuze achterkant in beeld kwam. Goed, in jaren '50 stijl, dus vlekkerige en streperige zwartwit foto's. Later maakten de Amerikanen betere opnamen met de Apollo's en hun orbiters.

Getijdenvergrendeling en synchronisatie van de rotatie
Zwaartekracht heeft bijzondere getijdeneffecten op werelden: er wordt aan materiaal in die werelden getrokken, waardoor wrijving ontstaat. Een natuurlijk gevolg van die wrijving is ***synchrone rotatie****, waarbij de rotatieperiode gelijk is aan de omloopperiode (om de planeet in dit geval; de meeste grotere manen roteren zo). Eigenlijk hebben de getijdenkrachten van de planeet dan de rotatie van zo'n maan 'op slot' gezet. We noemen het in het Engels ook wel 'tidal locking':* ***getijdenvergrendeling****. Overigens is er geen sprake meer van getijdenwerking of -wrijving als een maan eenmaal* ***gelocked*** *is.*

Linksonder*: de beroemde foto die Luna 3 maakte van de achterkant van de maan.*
Midden, onder*: de maan zoals wij die zien, met de donkere maanzeeën en vooral in het zuiden de hooglanden: oude, zwaar bekraterde gebieden.*
Rechtsonder*: precies de andere kant van de maan; je ziet hier bijna alleen hooglanden en een enkele, relatief klein (donker) inslagbekken (Mare Orientale). Foto's van de Lunar Reconnaissance Orbiter, die al sinds 2009 polaire rondjes maakt om de maan. Zie onze* ***Links****-pagina voor scherpe beelden!*



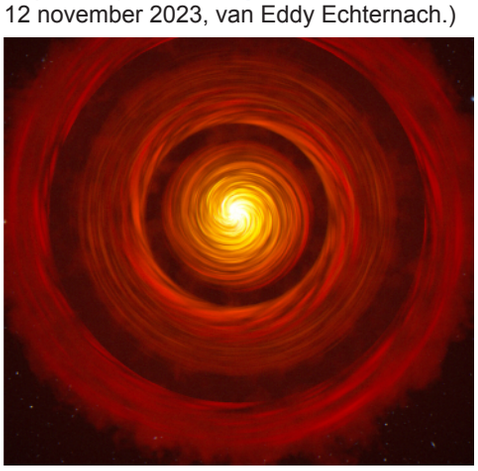


de aarde de maan afschermde. Dat is niet zo, beide halfronden werden even veel belaagd door planetoïden en ander ruimtepuin. Dat is logisch: de maan staat 40 'aarddiameters' van de aarde verwijderd, wat het verschil in aantal inslagen tot minder dan 1% zou brengen - niet 30%. En het verklaart al helemaal het aantal en de grootten van de maanzeeën aan onze kant niet.
Het verschil zit hem in een dikkere korst aan de achterkant, waar magma minder gemakkelijk het oppervlak kon bereiken bij een grote inslag. We weten dat de maanzeeën aan de onze kant ontstonden toen magma (veel later!) door de breuken in de vernielde korst naar boven kwam en de krater (en vaak de omgeving) opvulde; het duurde lang voordat die lavavlakten stolden. Zo ontstonden in de loop van miljoenen jaren de grote, donkere en 'gladde' basaltvlakten die wij nu zien. Vier miljard jaar geleden, toen de maan 500 miljoen jaar oud was, kan onze kant van de maan veel warmer zijn geweest dan de andere kant – dit is net de tijd van het **Late Zware Bombardement** (4,1 tot 3,8 miljard geleden) toen alle werelden hevig werden bekogeld met planetoïden en waardoor onder andere de maanzeeën ontstonden.
Dit gebeurde dus niet zo gemakkelijk aan de andere kant, waar de korst veel dikker is. Dat verklaart ook waarom die maanzeeën zoveel minder bekraterd zijn dan de oude hooglanden, gebieden die uit harde gesteenten bestonden (en natuurlijk ook het *Late Zware Bombardement* moesten doorstaan). Als een oppervlak onderstroomt met gloeiendheet lava, verdwijnen oude kraters; en objecten die inslaan landen in een lavaoceaan – daar zie je niets meer van terug. Ook bleek uit onderzoek dat als de korst waar enorme maanzeeën ontstonden (zoals Oceanus Procellarum) honderden graden heter waren dan de korst aan de achterkant van de maan, objecten van vergelijkbare grootte aan onze kant een tweemaal zo groot inslagbekken veroorzaakten als aan de achterkant.
Die dunne korst aan de kant van de aarde (en ook veroorzaakt door de aarde), is dus waarschijnlijk de reden voor het verschil in kraterdichtheid tussen de voor- en achterkant van de maan!

Alternatieven dunne korst
Er is nog veel niet duidelijk, hoewel de korstdikten wel zijn vastgesteld, met de twee GRAIL-satellietjes (2011-2012). Als mogelijke oorzaken voor de warmte onder de korst aan onze kant van de maan worden ook genoemd: een mantelpluim die rijk was aan radioactieve elementen en een magmareservoir onder het oppervlak vormde; en een inslag/botsing van een 1000 km grote zustermaan. Dit soort onderzoek blijft doorgaan en nieuwe aanwijzingen blijven tot nieuwe inzichten leiden.

Webb en planeetvorming

Het bewijs voor hoe planeten ontstaan
Met behulp van de Webb telescoop heeft men waterdamp in protoplanetaire schijven (de gas- en stofschijven waarin sterren en hun planeten ontstaan) rond vier erg jonge zonachtige sterren kunnen waarnemen. Daarmee kan men de hypothese over het ontstaan van planeten bevestigen. Het gaat dan om hoe door dunne (water-)ijslaagjes bedekte stofdeeltjes van de buitengebieden (zoals onze Kuipergordel) naar het binnenste van de schijf bewegen, of **migreren**. Webb nam daarom waterdamp waar in die jonge planetenstelsels. (De stofjes zijn in dit geval kleine deeltjes van mineralen en metalen.)
De gangbare hypothese over het ontstaan van de verschillen tussen de rotsplaneten (zoals de aarde) in de buurt van de zon, en de gas- en ijsreuzen verder weg, is dat er in het overgangsgebied de zogenaamde **vorstlijn** ligt. Daar was het ooit -120ºC (nu veel kouder). Dat betekent dat waterdamp in het vroege zonnestelsel voorbij die grens bevroor; of andersom: dat waterijskorrels of met waterijs bedekte steentjes naar de zon toe vielen, waar het ijs verdampte. Gas neemt meer ruimte in en zo voorkwam het dat andere deeltjes verder naar de zon konden vallen. Net voorbij de vorstlijn had de jonge Jupiter het materiaal voor het opslurpen, waardoor het zo'n grote planeet werd, en ook Saturnus groeide er flink. Hoe dan ook, die waterdamp bij de vorstlijn is wat Webb met de MIRI heeft waargenomen! De hypothese klopt dus! (Van o.a. **https://zenitonline.nl** van 12 november 2023, van Eddy Echternach.)

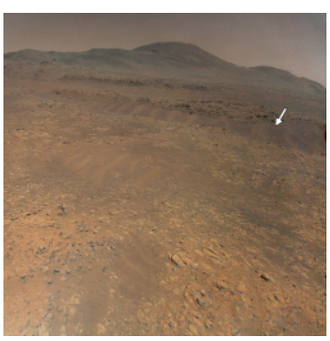


Halley komt weer terug!
*Nou ja, het duurt nog even, maar op 9 december is de beroemde komeet van Halley op het verste punt van de zon, in zijn langgerekte baan om de zon: in zijn **aphelium** (5,26 miljard km van de zon). Vanaf dat moment gaat de komeet weer langzaam terugvallen naar het binnenste zonnestelsel, om op 28 juli 2061 het dichtst bij de zon te komen (in zijn **perihelium**). In dat jaar zal het ongetwijfeld weer een fraai hemelverschijnsel zijn, hoewel ik nog heel lang moet doorademen om hem een tweede keer te zien. In 1986 is dat gelukt, en maakte ik ook van dichtbij mee dat de eerste foto's van de eerste komeetverkenner, de **Giotto**, op schermen kwamen bij Estec in Noordwijk. Ik heb nog altijd de speciale ESA-champagnefles waarmee het succes gevierd werd, én het speciale gedenkspeldje: een miniatuur van de **Giotto**.*
Kometen krijgen meestal de naam van hun ontdekker, maar deze komeet werd vernoemd naar degene vernoemd die zijn periodiciteit ontdekte. Dat was Edmund Halley, die in eerste instantie de banen van kometen wilde bepalen (kaarsrecht of cirkelvormig? Niemand had toen een idee van banen). Hij wist de geniale Isaac Newton zover te krijgen dat hij zijn beroemde boek 'Principia' ging schrijven, met zijn wetten over de bewegingen van lichamen en de zwaartekracht. Daarmee kon Halley aan de slag. Hij ontdekte in 1696, aan de hand van een lijst van alle heldere kometen uit het verleden, dat er drie waren die de retrograde ('in de verkeerde richting') om de zon bewogen. Later vond hij er nog drie, met steeds 75 of 76 jaar tussen hun verschijningen: van 1301 tot 1682. Hij constateerde dat het om een en dezelfde komeet ging, die periodiek terugkeerde. De komeet heet nu 1P/Halley (de 'P' voor periodiek, en het was de eerste periodieke komeet die als zodanig werd herkend). Nu weten we dat Halley zeker in 239 BCE gezien is, en mogelijk zelfs al in 467 BCE.

***Boven**: de komeet van Halley in 1986.*
***Daaronder**: een opname van de eerste foto's van een komeetkern. Foto Giotto, ESA.*
***Hiernaast**: artist impression van een planetaire schijf, met open plekken waar jonge planeten ontstaan. Stof valt langzaam naar de ster.*

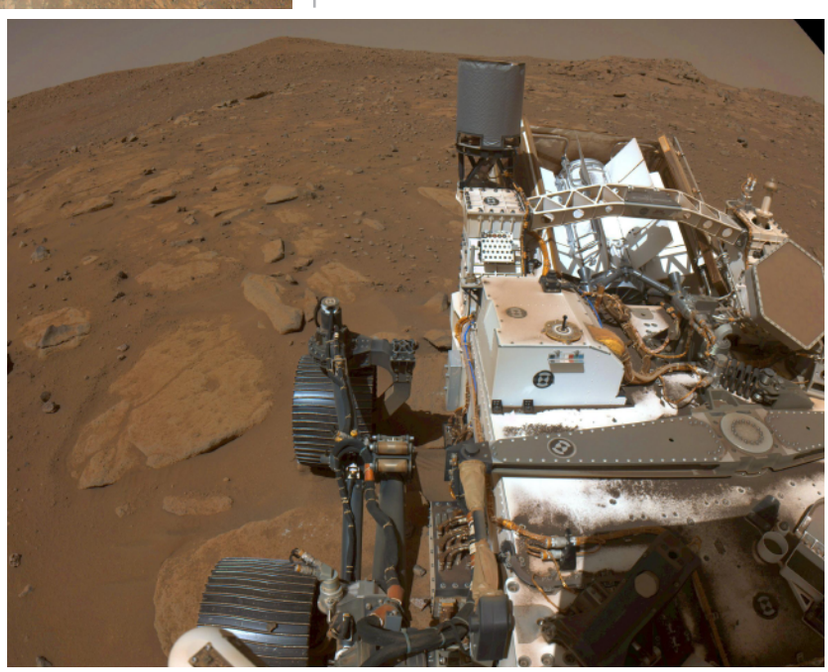
Uranus en Neptunus
Hun diameter is resp. 51.118 km en 49.528 km.
Hun massa is resp. 14,536 en 17,147 maal die van de aarde. De gemiddelde dichtheid van Neptunus is dan ook hoger: 1,64 g/cm³ tegen 1,27 g/cm³ voor Uranus. Eigenlijk weet men niet precies hoe de ijsreuzen inwendig zijn opgebouwd, maar je zou zeggen, gezien het feit dat Neptunus een grotere dichtheid heeft, dat die planeet een groter percentage aan mineralen (gesteenten) en misschien metalen heeft.

***Hieronder**: Ingenuity fotografeerde zijn eigen tijdelijke verblijfplaats voor tijdens de conjunctie al op 27 oktober 2023: bij de zandrimpels (zie de pijl).*
***Linksonder**: Perseverance, de rover, stond tijdens de blackout keurig geparkeerd op deze plek. Het had te maken met het feit dat de zon precies tussen de aarde en Mars in stond. De foto werd op 1 november gemaakt (SOL 960).*
***Rechtsonder**: Uranus (Voyager 2, 24 januari 1986).*



Mars

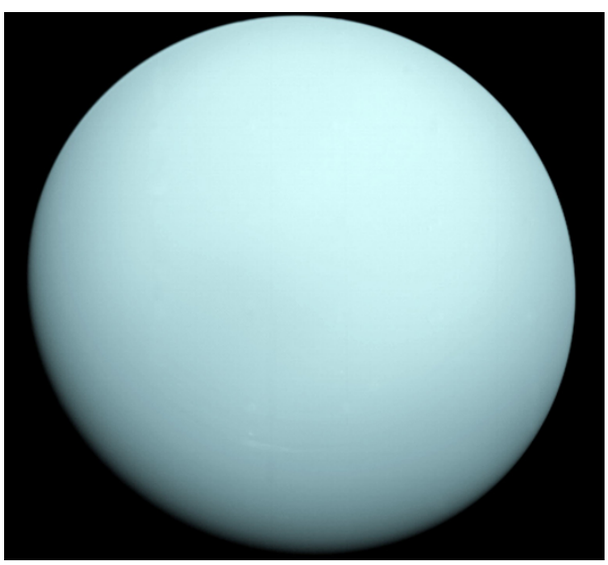
Contact met Marsrovers en -orbiters weg
De communicatie met alle rovers op, en orbiters rond Mars lag in november enkele weken praktisch stil. De rovers werden op een geschikte plek geparkeerd, de helikopter Ingenuity landde op een veilige plek. Waarom? Nou, toen was Mars in conjunctie met de zon. Dat was op 18 november (5:41 u UT – bij ons 6:41 u). Bij zo'n conjunctie liggen de aarde, de zon en Mars (of een andere buitenplaneet) op één lijn, met in dit geval Mars aan de andere kant van de zon. De zon staat dus tussen de aarde en Mars in en blokkeert de radiosignalen, waardoor de communicatie twee dagen onmogelijk is (het moratorium).
Maar de communicatie wordt langer gehinderd: van een week vóór tot een week ná de conjunctie moeten de signalen langs de gloeiendhete corona van de zon (1-2 miljoen ºC), waar het gas is geïoniseerd en dus uit geladen deeltjes bestaat (elektronen, protonen en ionen; dit is een plasma). Dat plasma zou de radiosignalen kunnen verminken, wat weer tot leidt tot onverwacht gedrag van de ruimterobots. Als capsules (of vroeger de Space Shuttle) met hoge snelheid de dampkring binnenkomen, wordt de lucht door de wrijving zo verhit dat die ook geïoniseerd raakt en een plasma het vaartuig omringt; dat heeft hetzelfde effect: gedurende minuten is er dan geen radiocontact mogelijk.
De rovers en orbiters gingen van 11 tot en met 25 november wel door met data verzamelen over het oppervlak, het weer en de straling, zij het in verminderde mate, maar NASA stuurde dus in die periode geen commando's richting Mars. En ook al mocht Ingenuity niet vliegen, het ding gebruikte wel zijn kleurencamera om de beweging van zand (stof) te bestuderen. Dat vormt een immer aanwezig probleem voor Marsmissies, met name voor die welke zonnepanelen hebben. Conjuncties van Mars zijn niet bijzonder, ze gebeuren ongeveer elke twee jaar.



Waarom verschillen Uranus en Neptunus van kleur?

De kleur van methaan
Uranus en Neptunus lijken tweelingen, met een vergelijkbare grootte en massa (zie kader) en een vergelijkbare samenstelling en opbouw van hun atmosferen. Maar, waarom is hun kleur dan anders? Neptunus heeft een dieper blauwe kleur dan Uranus (die is cyaankleurig). Vorig jaar mei kwam de vrij simpele verklaring: nevel!
We weten al langer dat de blauwe kleur komt door methaan in de hoge atmosfeer: methaan absorbeert alle kleuren van de regenboog behalve het blauw, dat dus wordt gereflecteerd.

Hun inwendige
De kern van beide bestaat uit mineralen (gesteenten), de mantel voornamelijk uit **ijzen**, vluchtige stoffen als water, methaan, ammoniak, kooldioxide e.d, die ter hoogte van de ijsreuzen in de ruimte alleen in bevroren toestand voorkomen; daarom noemen we ze de **ijsreuzen** (zie ook kader pag. 5). Die samenstelling van hun inwendige maakte ze geheel anders dan Jupiter en Saturnus, die voornamelijk uit de gassen waterstof en helium bestaan (daarom: de **gasreuzen**).
De atmosferen van Uranus en Neptunus bestaan vooral uit waterstof en helium, maar bevatten ook ijzen. En de buitenkanten van die atmosferen is wat we zien en waar het kleurverschil zit. Daarnaast ligt de rotatieas van Uranus bijna in zijn baanvlak, dus ligt hij op zijn kant en zijn manen en ringen bewegen (stabiel) ook rond de planeet in een stand die loodrecht op het baan-



vlak staat. En Neptunus heeft een grote maan, Triton, die een vrij scheve baan heeft (grote inclinatie) en ook nog eens in de verkeerde richting om de planeet beweegt (**retrograde**).

Nevellagen
Goed, maar waarom dat kleurverschil? Onderzoekers wilden de wolken en nevels van de ijsreuzen beter leren begrijpen en gebruikten daarvoor de Gemini North telescoop, de NASA Infrared Telescope Facility (beide in Hawaii), en de Hubble Space Telescope.
Beide planeten hebben een nevel van fijne stofdeeltjes, of *aerosolen*, (zie kader) en gas (vooral methaan) in hun bovenste atmosferen. Alleen heeft Uranus een overmaat aan die nevel, die opgebouwd wordt in zijn wat 'slome' atmosfeer. De nevel zorgt voor een wat lichtere kleur dan die van de atmosfeer van Neptunus. In het nieuwe model dat men heeft samengesteld aan de hand van de waarnemingen in ultraviolet, zichtbaar licht en nabij infrarood zijn er drie lagen van aerosolen, op verschillende hoogten in hun atmosfeer. De onderste (Aerosol-1) laag is de dikste en bestaat uit een mengsel van waterstofsulfide en aerosoldeeltjes.

De oorzaak
Het is de middelste Aerosol-2 nevellaag die de kleur van de atmosfeer bepaalt; daar condenseert methaanijs op de aerosolen, zodat een soort wittige methaansneeuw wordt gevormd die door het extra gewicht dieper de atmosfeer in wordt getrokken. Deze laag is op Uranus twee keer zo dik als op Neptunus. De onderzoekers zeggen: 'Wij denken dat methaan op Neptunus zó snel condenseert (bevriest) op die neveldeeltjes dat het feitelijk uit de onderkant van die laag uitsneeuwt en naar diepere, warmere hoogten valt. Daar verdampt het methaan.
Neptunus' atmosfeer is veel actiever en dynamischer (zodat de lagen er meer vermengd zijn), omdat er meer warmte uit het binnenste komt. Daardoor worden de deeltjes meer in beweging gebracht, zodat er meer sneeuw is en de nevellaag ijler en dunner wordt. Minder van die wittige nevel maakt Neptunus dieper blauw van kleur.
De bovenste, Aerosol-3 laag is ook een uitgebreide nevellaag zoals de middelste laag, maar veel ijler. Op Neptunus ontstaan ook boven die laag methaanijsdeeltjes.

Donkere vlekken Neptunus verklaard
De kleuren van Uranus en Neptunus zijn niet het enige mysterie dat met het nieuwe model wordt verklaard. Uranus is een kale, egale bol, maar Neptunus heeft 'dark spots' in zijn atmosfeer (zoals in 1989 de 'Great Dark Spot'), vergelijkbaar met de rode en bruine stormen in Jupiters atmosfeer. Ze komen wel voor op Uranus, maar minder frequent. Waarom? De resultaten van het onderzoek tonen aan dat de vaker voorkomende vlekken op Neptunus verklaard kunnen worden door het donkerder worden van de diepste aerosollaag, als gevolg van het verdampen van het methaanijs op de aerosoldeeltjes daar.

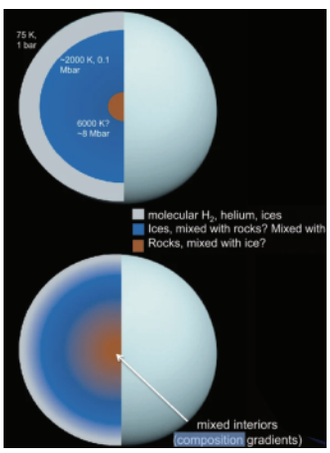
En ook een verklaring voor hun verschillen?
De verschillen tussen de planeten (ook de scheve stand van Uranus) kunnen het gevolg zijn van fysieke verschillen (Neptunus is waarschijnlijk dichter bij de zon ontstaan en heeft later 'stuivertje' gewisseld met Uranus). Maar de botsing die Uranus deed kantelen kan ook de oorzaak zijn. Daardoor heeft Uranus in zijn ontwikkeling 'stilgestaan'.

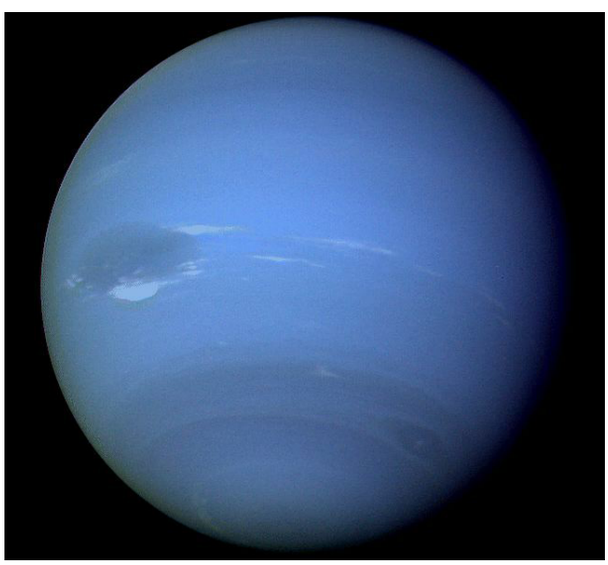
Uranus Orbiter and Probe
NASA wil in de toekomst een orbiter sturen naar Uranus, die ook een sonde in diens atmosfeer moet laten afdalen. Dat zou ergens in de 2030's moeten gebeuren.
Het zou een geweldige kans zijn om ijsreuzen te bestuderen. Die komen relatief erg veel voor bij de exoplaneten in de Melkweg.

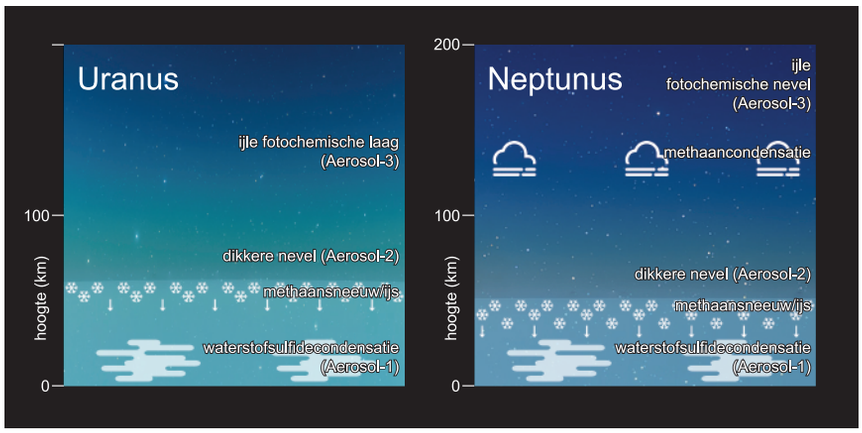
Aerosolen
De aerosolen ontstaan door fotochemische processen: methaan wordt hoog in de atmosfeer (in de stratosfeer) onder invloed van het UV-licht van de zon opgebroken in koolstof- en waterstofatomen. Die vormen daarna complexere koolwaterstoffen.

Andere structuur inwendige van de ijsreuzen?
Sommige onderzoekers denken nu dat Uranus en Neptunus niet netjes uit een kern en een mantel bestaan, maar dat de kern en de binnenmantel vermengd zijn. Op de een of andere manier zou dit ook het dichtheidsverschil tussen de ijsreuzen verklaren, maar ik snap nog niet hoe en kan er ook niet veel stukken over vinden.

***Linksonder**: Neptunus (Voyager 2, 25 augustus 1989).*
***Hieronder**: de mogelijke interne opbouw van Uranus en Neptunus volgens het gangbare en het nieuwe idee. De afgebroken zin is '... with H & He?'.*
***Rechtsonder**: dit diagram toont de lagen aerosolnevels van Uranus en Neptunus. Credit Gemini Observatory/ NOIRLab/ NSF/ AURA/ J. da Silva/ NASA/ JPL-Caltech / B. Jónsson.*





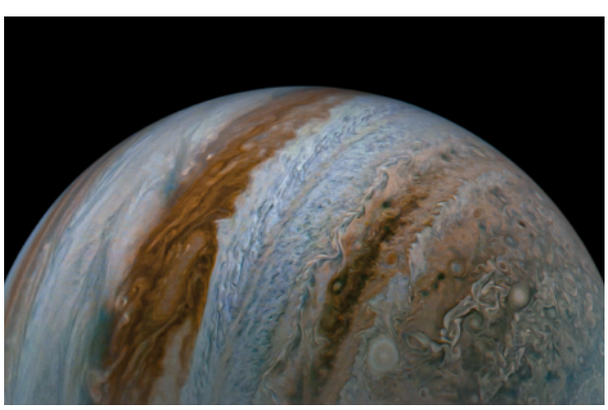


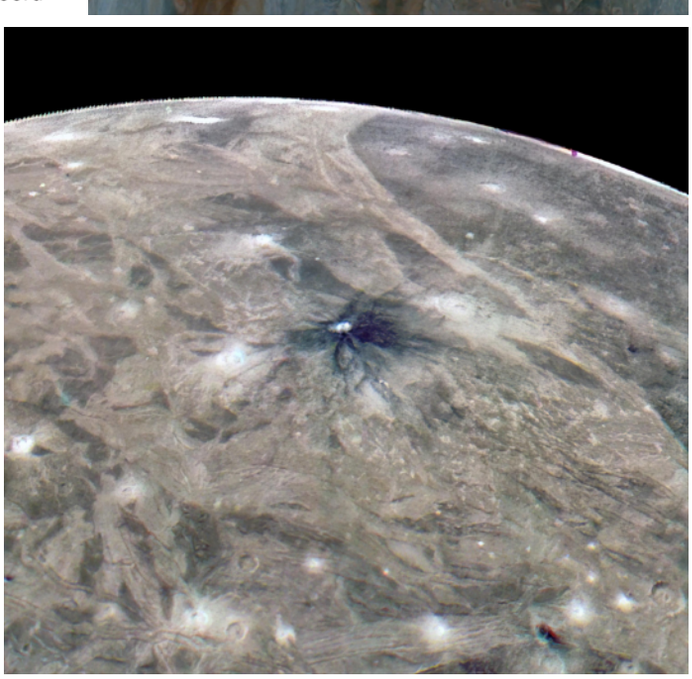
Nog vier maanwandelaars
Er zijn nog vier van de twaalf 'maanwandelaars' in leven: Edwin 'Buzz' Aldrin (Apollo 11), David Scott (Apollo 15), Charles Duke (Apollo 16) en Harrison Schmitt (Apollo 17).

***Rechtsboven**: Juno maakte deze opname van Jupiter op haar 54e flyby, op 7 september 2023 en van 85.000 km afstand tot de wolkentoppen. De kleurrijke banden, de gordels en zones (respectievelijke lagedruk- en hogedrukgebieden), lopen van die wolkentoppen tot zo'n 3000 km diepte.*
***Rechtsonder**: dit beeld van het complexe oppervlak van Ganymedes werd gemaakt op 7 juni 2021 (zie ook nieuwsbrief 77, pag. 5), toen Juno op 1050 km van dat oppervlak kwam. De meeste kraters hebben heldere stralen van de ejecta die bij de inslag uit de krater werden weggeslagen. Maar 1% heeft donkere stralen, zoals deze krater Kittu (15 km). Dat donkere materiaal komt vermoedelijk van de **impactor** – het object dat insloeg. Die donkere delen blijven ook donker omdat het daar natuurlijk warmer is: gas condenseert tot wit ijs op nabij kouder en helderder terrein.*
***Linksonder**: deze foto die Juno ook op 7 juni 2021 nam (tijdens de 34e flyby), is qua kleuren versterkt om de details naar voren te halen. Verder zijn opnamen meegenomen om de bovenkant compleet te maken. Juno maakt sinds 4 juli 2016 baantjes rond Jupiter en zijn grote manen.*

Juno

Onderzoeken van de manen van Jupiter
Er gebeurt heel veel op sterrenkundig en planetair gebied, maar ook Juno gaat door met het onderzoek van Jupiter en zijn manen. Zo werden op het oppervlak van de enorme maan Ganymedes (groter dan Mercurius) zouten en koolwaterstoffen waargenomen. De data, die met de JIRAM (een infraroodspectrometer) werden verkregen tijdens een 'close flyby' (op 1046 km afstand) in juni 2021, tonen aan dat een pekelbrij opborrelt naar het oppervlak. Men denkt dat er onder een 95 km dikke korst een 100 km diepe zoutwateroceaan is. Met de nieuwe resultaten is een beter begrip mogelijk van de oorsprong en samenstelling van die oceaan, mogelijk de grootste oceaan van het zonnestelsel. De manier waarop materiaal licht reflecteert is een soort chemische vingerafdruk waarmee bijvoorbeeld mineralen en koolwaterstoffen kunnen worden vastgesteld. JIRAM was ontwikkeld om het infraroodlicht te vangen dat uit de diepere atmosfeer van Jupiter komt, tot 50-70 km diepte onder de wolkentoppen. Maar het instrument kan dus ook gebruikt worden om het landschap van Io, Europa, Ganymedes en Callisto te onderzoeken. Dat zijn de vier grootste manen van de grootste planeet.
Met de ongekend hoge (infrarood) resolutie van 1 km per pixel kan men mineralen als gehydrateerde natriumchloride (keukenzout), ammoniumchloride en natriumbicarbonaat detecteren en analyseren. Ganymedes is de enige maan met een magnetisch veld, dat weliswaar zwak is maar permanent. Dat magneetveld ontstaat door convectie in de vloeibare ijzerkern, dat weer wordt veroorzaakt door de getijdenkrachten van Jupiter.
Dat magneetveld werkt ook als een schild dat de zouten en organische verbindingen op het oppervlak rond de equator (tussen 40º noord en zuid) beschermt tegen het hevige bombardement met elektronen en zware ionen die door Jupiters helse magnetisch veld worden gevormd. JIRAM onderzocht een smalle band van breedten tussen 10º en 30º noord en een 75º brede strook van lengten, alle op het halfrond dat naar de planeet is gericht (zoals bij praktisch alle grote manen is Ganymedes gesynchroniseerd: rotatie- en omloopperiode zijn even lang, zodat ze altijd dezelfde kant naar de planeet hebben gericht; net zoals bij onze maan het geval is).
Men vond de meeste zouten en organische verbindingen in de donkere en heldere terreinen in de gebieden die onder dat 'magneetschild' liggen. Het lijkt er sterk op dat we de restanten van een diepe zoutwaterbrij-oceaan zien, die het oppervlak van de bevroren wereld heeft bereikt.
Ganymedes is niet de enige Jupitermaan waar Juno langs vloog. Europa, die waarschijnlijk een diepe oceaan onder de ijskorst heeft was in oktober 2021 en september 2022 aan de beurt, en nu krijgt Io de aandacht: eerder werd al een foto gepubliceerd (zie vorige nieuwsbrief) en de eerste Io-flyby is op 30 december, op 1500 km afstand.





Apollo-project

Frank Borman overleden

Frank Borman, bekend van Gemini 7 en Apollo 8 (de beroemde kerstvlucht in december 1968) overleed dinsdag 7 november, op 95-jarige leeftijd. De oudste astronaut nu is Jim Lovell (commandant Apollo 13!), die 11 dagen jonger was dan Borman. Borman zat bij de US Air Force en was daar, zoals veel astronauten in de begintijd, testpiloot. Hij zwaaide af als generaal. Hij was ook universitair docent.

Borman bracht 20 volle dagen door in de ruimte, met de Gemini 7 en Apollo 8. Hij was ook geselecteerd door de baas van de astronauten, Deke Slayton (de enige van de originele zeven astronauten die geen Mercury-vlucht maakte) om met de eerste bemande Gemini-vlucht, Gemini 3, te vliegen, met Gus Grissom als commandant. Eén doel van de Gemini-vluchten was om de bemanningen te testen: tijdens de Apollo-vluchten zouden ze zeker een week lang in een kleine capsule opgesloten zitten! Grissom nodigde Borman bij hem thuis uit, om te praten over de vlucht, en besloot dat hij niet met Borman kon werken.

Slayton wilde toch Borman inzetten en plaatste hem daarna op (twee weken durende!) Gemini

7, die in december 1965 met de Gemini 6 de eerste 'rendez-vous' in de ruimte moest maken. Hij was de commandant, Lovell zijn piloot. In december 1968 was dus de Apollo 8-missie, met Borman als commandant én zijn Gemini-maat Lovell, en verder Bill Anders. Deze missie moest de command and service module (CSM), zonder maanlander, testen rond de maan. Ze maakten tien baantjes rond onze satelliet.

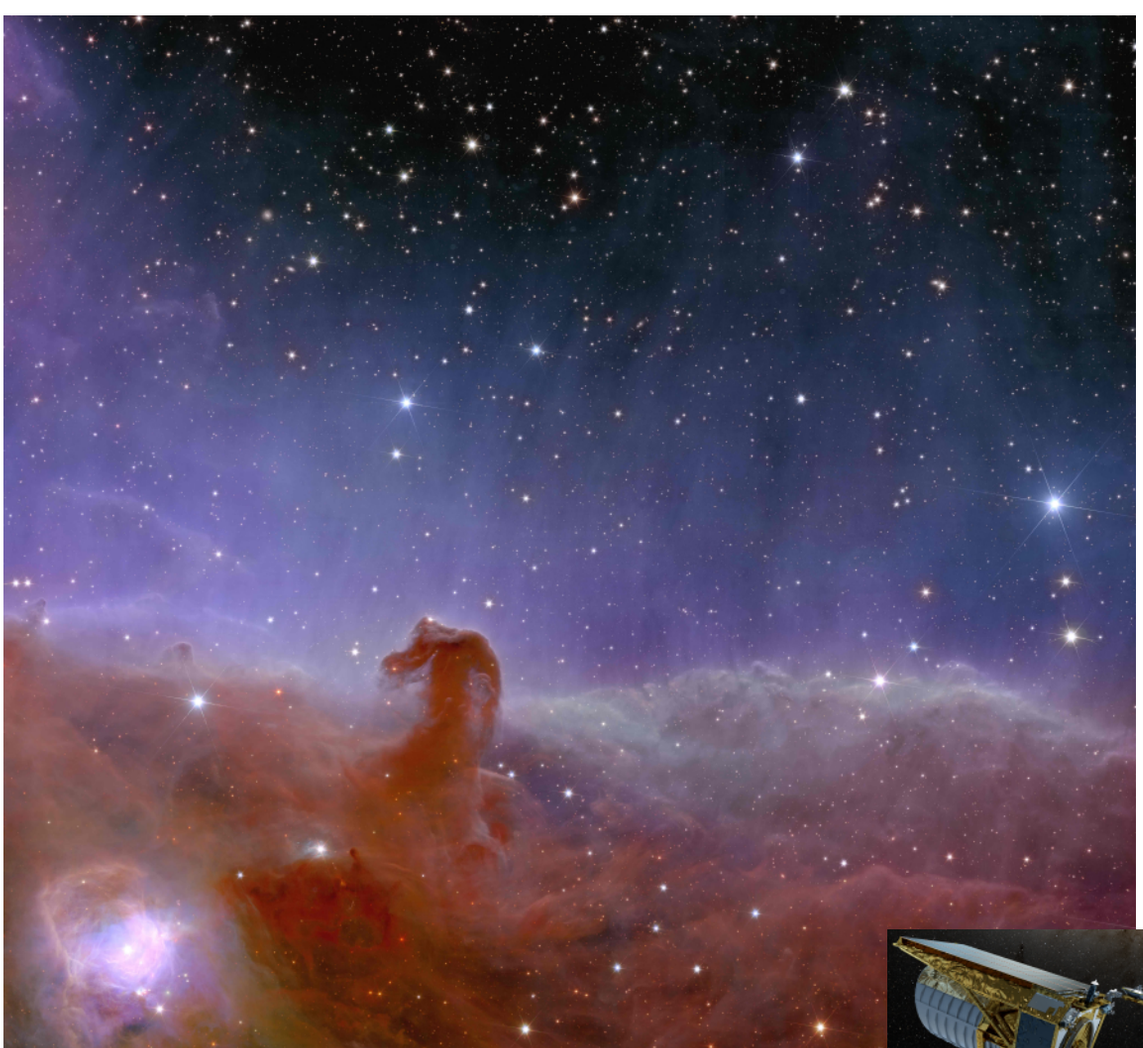
Borman werd door Slayton gevraagd om als commandant de eerste maanlanding uit te voeren, maar hij sloeg dat af. Daardoor werd het Neil Armstrong die als eerste mens op de maan stapte (zie kader pag. 6).

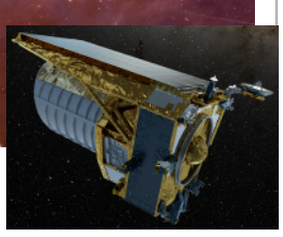
Betelgeuze dooft even!

Als je op 12 december toevallig in het zuiden van Europa bent, kun je Betelgeuze even zien verdwijnen! De donkere planetoïde 319 Leona (ca. 70 km) beweegt dan precies voor de ster langs, zodat de rode superreus even 'dooft'. Je moet op een lijn zitten van iets ten zuiden van Istanboel, over Griekenland en de teen van Italië, het zuidpuntje van Sardinië en dan over Alicante en Faro.

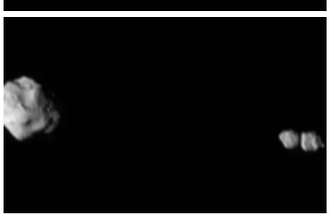
Dinkinesh heeft dubbelmaan

De planetoïde 152830 Dinkinesh, in 1999 ontdekt, is het kleinste object in de Planetoidengordel dat nu is bezocht (gemiddelde afstand tot de zon: 328 miljoen km. Het was het eerste doel van de sonde Lucy, die het 790 m grote object op 1 november passeerde, op 425 km afstand. Daarbij werd een maantje van 220 m gevonden. Later bleek het maantje zélf ook uit twee delen te bestaan, dus zelf een dubbelplanetoïde is. Die zijn niet zeldzaam maar een die om een andere planetoïde beweegt kennen we niet; en nu zien we er een van zeer nabij.





***Boven**: foto van de Apollo 8 crew in de capsule (dec. 1968).*
***Links**: de nieuwe Euclid-opname van de Paardenkopnevel in Orion (zie pag. 9). Het noorden is links, daar waar je de ster Alnitak ziet - een van de Gordelsterren van Orion. De kleuren... zijn niet wat je zelf zou zien.*
***Inzet**: Euclid.*
***Rechtsboven**: de planetoïde Dinkinesh op een Lucy-opname van 1 november: het kleine object bleek een maantje te hebben...*
***Daaronder**: ...dat op latere foto's zelfs een dubbelmaantje bleek te zijn!*



Erg zorgelijk

In een tijd dat de kampioen klimaatontkenner (kun je het klimaat ontkennen?) premier van ons land kan worden, stromen de persberichten van NASA en andere onderzoeksinstituten binnen met ander slecht nieuws. Zo verwacht NASA problemen door de extra krachtige El Niño, zoals deze winter het bij hoog water onderlopen van lagere wegen en bebouwing aan de Amerikaanse westkust (en dat zal niet anders zijn voor andere delen in de wereld); en men denkt dat het nu nog een uitzondering is in El Niño jaren, maar dat het in de 2030's normaal gaat worden. Verder denkt men dat 2024 een warmterecord gaat 'opleveren', door de 'gewone' opwarming maar versterkt door die El Niño.

Superdeeltje!

Wij worden voortdurend belaagd door kosmische deeltjes uit de ruimte, deeltjes met een zeer hoge energie en dus gevaarlijk. Ze komen van de zon, maar de ergste (met de meeste energie) komen van buiten de heliosfeer, uit het heelal. Supernova's en andere heftige kosmische gebeurtenissen kunnen die hoogenergetische kosmische deeltjes wegsturen, maar de zon beschermt ons. Het is geen elektromagnetische straling. Wat is het wel? Het zijn deeltjes met enorme snelheden en daarom veel energie. Het gaat om elektronen (1%), alfadeeltjes (feitelijk heliumkernen, 9%), protonen (dus waterstofkernen, 90%) en 1% zwaardere ionen.

De energie van elektromagnetische straling wordt aangegeven in eV: elektronvolt. De meest energetische elektromagnetische straling, gammastraling, wordt uitgedrukt in MeV (megaelektronvolt) of zelfs GeV, of gigaelektronvolt.

Er is nu een kosmisch deeltje gedetecteerd door de Telescope Array in Utah, met een energie van 244 exaelektronvolt (exa = 10^{18}): 244 miljard GeV! Die energie is een miljoen maal hoger dan wij in deeltjesversnellers kunnen bereiken! Men heeft geen duidelijke bron in een sterrenstelsel kunnen vinden (het lijkt uit een vrij leeg stuk ruimte tussen de superclusters van sterrenstelsels te komen) en men gaat er zelfs vanuit dat het een nog onbekend elementair deeltje zou kunnen zijn; of misschien is ons begrip van de deeltjesfysica nog incompleet!

*Zie ons boek **Higgs gevonden** voor alles over de elementaire deeltjes.*

Hemel van december 2023

Maanfasen december 2023

Laatste kwartier	15 dec, 6:49 u MET
Nieuwe maan	13 dec, 0:32 u MET
Eerste kwartier	19 dec, 19:39 u MET
Volle maan	27 dec, 1:33 u MET

Apogeum:	4 dec, 19:42 u MET, 404.346 km
Perigeum:	16 dec, 19:53 u MET, 367.901 km

	2 dec	**27 dec**
Zonsopkomst	8:26 MET	8:48 MET
Zonsondergang	16:31 MET	16:33 MET

Op 22 december (4:27 u MET), is de **winterzonnewende**; dit is het begin van de astronomische winter! Het is dan ook de kortste dag.

Planeten en Pluto

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

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Boogschutter/Ophiuchus	18:33 u
Venus	Maagd/Weegschaal	14:43 u
Mars	Schorpioen/Oph./Boogschutter	16:55 u
Jupiter	Ram	2:15 u
Saturnus	Waterman	22:17 u
Uranus	Ram	3:09 u
Neptunus	Waterman/Vissen	23:42 u
Pluto	Boogschutter	20:05 u

De planeten

Mercurius is begin december nog even (met moeite!) te zien, rond 17 u in het ZW. Op de 4e is hij in grootste oostelijke elongatie, maar de waarneemomstandigheden zijn ongunstig door de lage stand boven de horizon.
Venus komt nu steeds later op, maar blijft de ochtendhemel opleuken, als 'morgenster' (ZO-ZZO). Op 8 tot 10 december staan de maan en de ster Spica (Maagd) nabij.
Mars is nu niet te zien.
Jupiter is nog steeds prachtig te zien, onder de beste waarneemcondities (afgezien van het weer), en wordt regelmatig bezocht door de maan. Kort na zonsondergang staat hij al boven ZO en hij culmineert (in het zuiden uiteraard) op 50º. Zoals op 21-22 december; die donderdagavond (ca. 18:30 u) staat de maan 11º NW van de planeet, na middernacht is dat nog 7º en de 22e staan ze nog maar 3º van elkaar.
Saturnus is begin van de avond nog te zien. Halvewege de maand gaat hij rond 22 u onder. De 17e staat de planeet 5º rechtsboven de wassende maan.
Uranus staat nu halverwege Jupiter en de Pleiaden (ten oosten). Een verrekijker is nu nodig.
Neptunus staat ten oosten van Jupiter en is 's avonds met een kleine telescoop te zien. De 4e is hij **stationair**. De 19e passeert de maan de planeet; begin van de avond kun je hem (met die telescoop) zien op ca. 2º NW van de halve maan. Halverwege de maand gaat hij rond 22 u onder.

Meteoren

De **Geminiden**, een van de rijkste meteorenzwermen ('sterrenregens'), zien we tussen 7 en 17 december, met het maximum (50-60 meteoren per uur) in de avond van 14 december. De bron hiervan is de komeetachtige planetoïde 3200 Phaeton.
De kleinere zwerm de **Ursiden** zien we van 17 - 26 december, met een kort maximum (10/u) op de 23e (nanacht). De bron hiervan is de komeet 8P/Tuttle.
De **Komeet van Halley** gaat op de 9e door zijn aphelium: het verste punt in zijn baan (zie kader pag. 3).

Hemel van januari 2024

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 januari 2024

Laatste kwartier	4 dec, 4:30 u MET
Nieuwe maan	11 dec, 12:57 u MET
Eerste kwartier	18 dec, 4:52 u MET
Volle maan	25 dec, 18:54 u MET

Apogeum:	1 jan, 16:28 u MET, 404.909 km
Perigeum:	13 jan, 11:36 u MET, 362.267 km
Apogeum:	29 jan, 9:14 u MET, 405.777 km

	1 jan	**31 jan**
Zonsopkomst	8:48 MET	8:22 MET
Zonsondergang	16:38 MET	17:24 MET

Op 4 januari (8 uur) gaat de aarde door het perihelium: het punt in haar baan dat het dichtst bij de zon ligt. De zon is dan 3 miljoen km dichterbij dan gemiddeld.

Planeten en Pluto: Zie linker kolom.

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Ophiuchus/Boogschutter	18:06 u
Venus	Schorpioen/Oph./Boogschutter	17:18 u
Mars	Boogschutter	18:35 u
Jupiter	Ram	2:15 u
Saturnus	Waterman	22:27 u
Uranus	Ram	3:06 u
Neptunus	Vissen	23:44 u
Pluto	Boogschutter/Steenbok	20:09 u

De planeten

Mercurius is de eerste 3 weken 's ochtends te zien, samen met Venus.
Venus is 'morgenster', en komt begin januari ruim 3 u voor de zon op, wat gedurende de maand afneemt tot een tijdverschil van ruim 1,5 u.
Mars is nog steeds niet te zien, die staat aan de hemel nog te dicht bij de zon.
Jupiter gaat maar door met schitteren, culmineert eind van de maand om 18:19 u (dus dan staat hij in het zuiden) in het zuiden en gaat ruim na middernacht onder.
Saturnus is flink zwakker dan zijn grote broer maar kunnen we ook de hele maand aan het begin van de avond bewonderen; eind januari gaat hij na 19:30 u onder. Op de 13e zie je de planeet vlak na zonsondergang (18 u) met de maansikkel in het ZW.
Uranus staat hoog aan de avondhemel, iets ten oosten van Jupiter, en gaat lang na middernacht onder. Hij is al goed te zien met een verrekijker.
Neptunus staat tussen Jupiter en Saturnus in, op grofweg een derde van de hoekafstand tussen de gasreuzen. Hij gaat eind van de maand na 21:00 u onder. Bekijk hem met een kleine telescoop.

Meteoren

Begin januari zien we de **Boötiden**, met een 'scherp' maximum (enkele tientallen meteoren). Dat is echter rond 10 u op de 4e. Bekijk het ervoor, in de nanacht; de halve maan stoort dan wat.

Fijne feestdagen en een stralend mooi 2024!

Euclid

Eerste Euclid-foto's
Begin november werden de eerste vijf Euclid-foto's vrijgegeven. De astronomen zijn verrukt en erg onder de indruk van de kwaliteit van de beelden, mooier en scherper dan ze hadden kunnen hopen. Ze tonen details bij bekende 'nabije' delen van het heelal die eerder niet zijn gezien en uiteindelijk zal men miljarden stelsels kunnen waarnemen en hun evolutie bestuderen.
Het gaat (in volgorde van afstand tot de aarde) om foto's van de Paardenkopnevel in Orion, de bolvormige sterrenhoop NGC 6397, de sterrenstelsels NGC 6822 en IC 342 (of ook Caldwell 5) en de Perseus Cluster van sterrenstelsels.

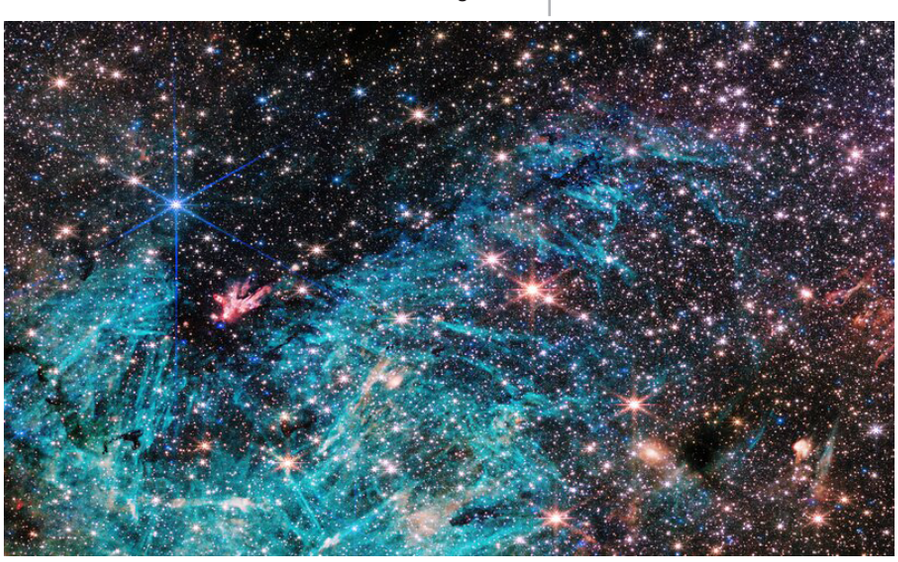
Paardenkopnevel
Euclid maakte de schitterende opname op pag. 7, de scherpste ooit, van de fraaie nevel in slechts 1 uur tijd! Deze enorme donkere wolk van gas en stof staat op 1375 lj van de aarde en blokkeert het zichtbare licht van de oplichtende stervormingsgebieden erachter: in H-alfa, de mooie rode kleur van stervormingswolken. Alleen zie je die hier niet rood, maar wat blauwachtig, terwijl de nevel juist roodachtig is. Het is namelijk een combinatie van data in zichtbaar licht (de VIS, een camera die op golflengten van 530 tot 920 nm; zie kader) en nabij infrarood (de NISP, een spectrograaf die van 920–2020 nm werkt). Men gebruikte een deel van de golflengtegebieden (rond 700, 1100 en 1700 nm), vooral om een mooi plaatje te maken.
Dit geeft Euclid een geheel eigen kleurenpalet: de kleuren van de sterren lopen uiteen van blauw tot wit tot geel/rood - de blauwe sterren zijn jonger en de rode ouder. Geïoniseerd waterstofgas verschijnt blauw-paarsig en stof- en gasrijke gebieden (neutrale, **moleculaire waterstof**, dus H_2) hebben een duidelijke rode kleur. Verre sterrenstelsels op de achtergrond zien we erg rood, door de roodverschuiving.
Linksonder zie je de heldere ster Alnitak, de meest oostelijke van de drie sterren van de Gordel van Orion. Dit hele gebied is één groot stervormingsgebied, de Orion Moleculaire Wolk (van neutrale moleculaire waterstof, waaruit sterren voornamelijk worden gevormd). De helderste ('grootste') sterren hebben zes 'stralen', of **diffractiespaken**. Die zijn het gevolg van de ophanging van de optiek, omdat lichtgolven door ondoordringbare objecten worden afgebogen. Ze zijn in alle vijf de foto's te zien. Je ziet verspreid over de foto sterren van diverse helderheden en kleuren; blauwe sterren zijn het jongst, rode het oudst.

De bolhoop NGC 6397
Dit is NGC 6397, met een afstand van 7800 lj redelijk 'dichtbij'; het is de op één na meest nabije bolvormige sterrenhoop en beweegt in de schijf van de Melkweg, zoals de meeste sterren van de Melkweg en dat maakt het lastig te zien. Bolvormige sterrenhopen zijn zeer compacte groepen van honderdduizenden (tot een miljoen!) zeer oude sterren, die de (ca. 160) begeleiders zijn van het Melkwegstelsel, en daaromheen bewegen. Ze zijn ook bijna zo oud als ons stelsel, met een leeftijd van 11 tot 13 miljard jaar. Een deel kan de kern zijn van dwergstelsels die al een of meerdere keren door de Melkweg bewoog en daarbij hun buitenste sterren en gas verloren.
Omdat ze tot de oudste objecten in het heelal behoren is men erg geïnteresseerd in wat ze ons kunnen vertellen over het ontstaan en de evolutie van hun 'gastheren', de sterrenstelsels waar ze bij horen. En NGC 6397 staat daarvoor mooi dichtbij. Het probleem is daarbij wel dat ze zo compact zijn dat de heldere sterren de zwakkere geheel overschijnen. De uitgebreide buitengebieden bevatten echter vooral lichte, zwakke sterren en juist die bieden informatie over eerdere interacties met de Melkweg.

De VIS-camera
Wij zien licht van 380 (violet) tot 750 nm (diep rood). Euclids VIS-camera 'ziet' van 530 (groen) tot 920 nm, dus in een deel van het nabije infrarood.

De foto's scherper zien?
Op onze Links-pagina vind je de ESA-pagina's met de foto's.

***Linksonder**: de bolvormige sterrenhoop NGC 6397. Ook voor deze opname was slechts een uur waarnemen nodig. De bewerking en de selectie van de golflengtegebieden was gelijk aan die van de foto van de Paardenkopnevel en de andere foto's.*
***Rechtsonder**: de Webb even tussendoor. Dit is Sagittarius C, een stervormingsgebied in het zeer dichte centrum van het Melkwegstelsel: op slechts 300 lj van het superzware zwarte gat daarvan, dat Sgr A* heet ('Sagittarius A-ster'). Je ziet hier een ongeveer 30 lj breed deel van deze foto, met een geschat aantal van 500.000 sterren, samen met nog niet geïdentificeerde features. Geïoniseerd waterstof zie je hier (in infrarood!) in cyaan, en het zit met een vreemde 'naaldstructuur' om een (in infrarood) donkere soort tornadovormige wolk gewikkeld die zo dicht is dat het het licht van verre sterren erachter blokkeert. De 'gloeiende kerstlampjes' zijn van een cluster van zich nog vormende protosterren, die bezig zijn uit hun beschermende cocon-wolk (waarin ze gevormd werden) te ontsnappen. Men is nog maar net begonnen om de weelde aan Webb-data uit te spitten en veel moet nog nader onderzocht worden.*



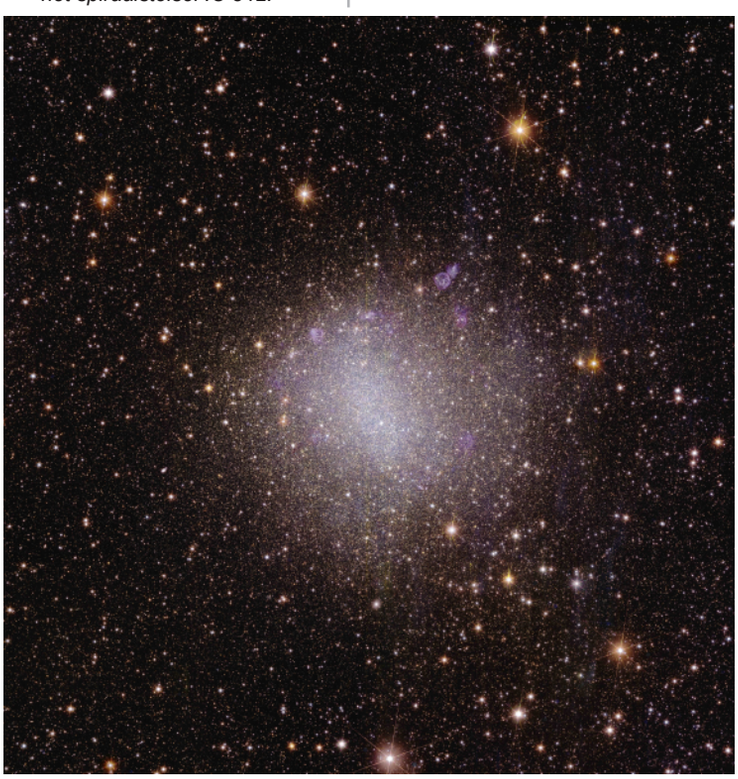
Code van objecten
Nevels, sterrenstelsels, sterrenhopen etc. hebben altijd een code (en soms een naam). Die codes zijn ooit aan die objecten gegeven bij het samenstellen van lijsten met die objecten, volgens bepaalde logica. Dat waren eerst de 'nevels' die je kunt zien: vage wittige vlekjes waarvan je met het blote oog niet kunt vaststellen wat het zijn, en waarvan het zelfs met de telescoop tot nog geen eeuw duurde voor men sterrentelsels kon onderscheiden; daarvoor dacht men dat de Melkweg het hele heelal was. De oudste 'catalogus' was die van de Franse astronoom en 'kometenjager' Charles Messier, die een lijst van ruim 100 van die vlekjes maakte, alleen maar om die vaste vlakjes niet steeds te verwarren met kometen. Dat zijn meestal ook wazige vlekjes, maar die bewegen. Daarom heet de Orionnevel ook wel M42: de 'M' van Messier. Maar die nevel heet ook NGC 1976, naar de latere New General Catalogue (1888).

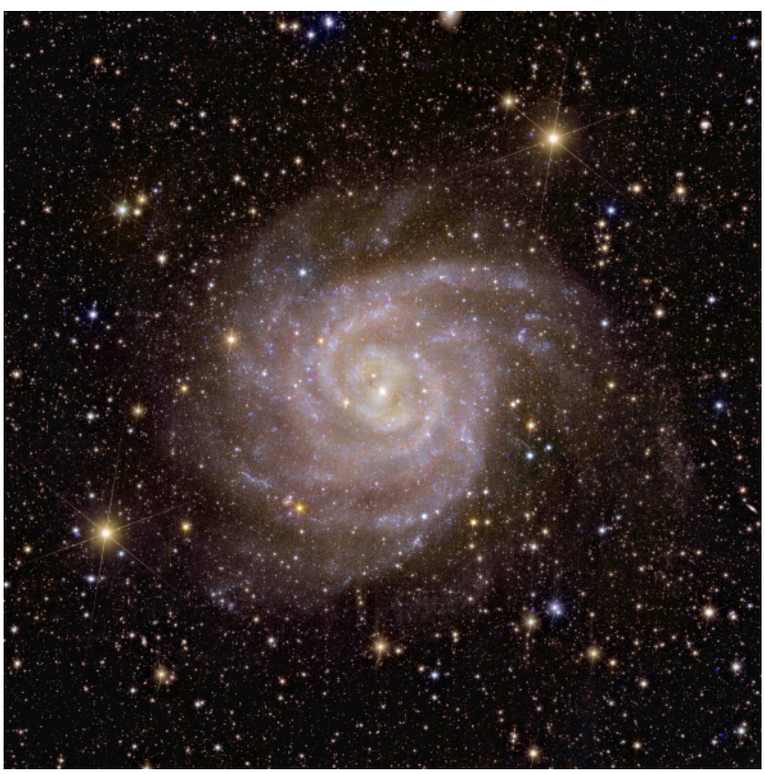
Het onregelmatige stelsel NGC 6822
Onregelmatige sterrenstelsels zijn stelsels die geen spiraalvorm hebben of een beetje bolrond zijn, maar wat warrig. De beide Magelhaense Wolken, de grootste begeleiders van de Melkweg, werden vroeger ook gezien als onregelmatige stelsels maar nu weten we dat het spiraalstelsels zijn die door de zwaartekracht van hun grote broer door elkaar gegooid zijn.
Op de foto zie je het eerste onregelmatige stelsel dat Euclid waarnam: NGC 6822 (op 1,6 miljoen lj afstand in het sterrenbeeld Boogschutter). De meeste sterren vind je in het midden van de opname, als een onregelmatige ronde vorm. De kleuren van de sterren lopen uiteen van blauw tot wit tot geel/rood, de blauwe sterren zijn jonger en de rode ouder. Het centrum ziet er witter uit, terwijl de rand juist gelig is (van de oude rode sterren). Diverse lichtpaarse 'bellen' zie je verspreid over het stelsel: stervormingsgebieden. Die hebben in deze bewerking geen mooie rode kleuren, zoals je bij de Paardenkopnevel ook al zag.
Euclid moet een 3D kaart van het heelal maken, met stelsels tot 10 miljard lj. De technische beschrijving is gelijk aan die van de voorgaande foto's.

Spiraalstelsel IC 342
Euclids taak is om miljarden sterrenstelsels in beeld te brengen, met als doel de verscholen invloed van donkere materie en donkere energie tevoorschijn te krijgen. Daarom is het wel gepast dat een van de eerste stelsels die de ruimtetelescoop waarneemt als bijnaam 'het verstopte stelsel' heeft: IC 342 (ook Caldwell 5 genoemd). Het is slecht waarneembaar omdat het achter de schijf van de Melkweg ligt, waarin het krioelt van de sterren, stof- en gaswolken.
Euclid kon deze prachtige, scherpe foto maken (ook in 1 uur tijd) dankzij zijn ongelofelijke gevoeligheid en geweldige optiek. Het grote spiraalstelsel (100 miljard zonsmassa's) is wit-roze in het midden, met spiraalarmen die naar de randen vervagen. Het belangrijkst hier is dat Euclid met zijn infraroodspectrograaf door het stof kon 'zien' en het licht meten van de vele koele, lichte sterren die de massa van IC 342 domineren. Bij de opname hoort dezelfde technische beschrijving als bij de andere foto's; hete sterren zien we blauwwit, geïoniseerd waterstofgas blauw-paarsig, moleculair waterstof rood en verre stelsels weer erg rood (door de roodverschuiving).

Perseus Cluster
Nóg een spectaculaire foto, nu van de Perseus Cluster van sterrenstelsels. Op de foto zijn 1000 stelsels van die cluster te tellen (de belangrijkste in het centrum, met geelwitte halo's), met nog 100.000 verder weg gelegen stelsels – in kleur variërend van wit tot geel tot rood. De meeste stelsels zijn ook hier niet meer dan een lichtpunt; hoe verder weg ze staan hoe roder ze zijn. Elk stelsel heeft tot honderden miljarden sterren. Het is de allereerste keer dat zoveel stelsels in deze cluster in één beeld werden gevangen, met zoveel detail. Veel van deze stelsels zijn nog niet eerder gezien. Sommige staan zo ver weg dat hun

***Linksonder**: het sterrenstelsel NGC 6822 is een onregelmatig stelsel, dus zonder duidelijke spiraalvorm, of bolronde (elliptische) vorm.*
***Rechtsonder**: dit stelsel heeft wel een duidelijke vorm: het is het spiraalstelsel IC 342.*





licht 10 miljard jaar nodig had om ons te bereiken. Door de distributie en vormen van die stelsels in kaart te brengen kunnen kosmologen meer te weten komen over hoe donkere materie het heelal vormde tot wat we nu zien.
De Perseus cluster, die op 240 miljoen lj van de aarde staat (in dat sterrenbeeld inderdaad) is een van de zwaarste bekende structuren in het heelal. Het bevat duizenden sterrenstelsels, ingebed in een enorme wolk van miljoenen graden heet gas. Men heeft al aangetoond dat zulke clusters alleen gevormd kunnen zijn als er donkere materie bestaat in het heelal. Donkere materie houdt sterrenstelsels bij elkaar en laat ze sneller roteren dan de zichtbare materie alleen zou kunnen veroorzaken. Het is ook de drijvende kracht achter de versnelde uitdijing van het heelal en Euclid zal de kosmologen in staat stellen voor het eerst deze beide donkere mysteries op te lossen.

Ruimtevaartnieuws

40 jaar Spacelab 1
Op 28 november 1983 werd het herbruikbare Europese ruimtelaboratorium Spacelab voor het eerst gelanceerd, met de Space Shuttle Columbia. Het bestond uit segmenten van ruim 4 m diameter en 2,7 m lang, die naar behoefte konden worden gecombineerd tot een drukcabine die in het laadruim van de shuttle paste. Zie het kader voor meer informatie.

Spacelab
Spacelab was (vanaf 1973!) ontwikkeld om in de ruimte te werken, maar wel in 'hemdsmouwen', dus in een drukcabine. Het werd de norm voor latere bemande modules, inclusief het ISS. Zoals gezegd was Spacelab aan te passen aan de wensen voor de missie, met een lange of een korte cabine en een of meer pallets met instrumenten zoals ruimtetelescopen. De module had een observatieraam en een luchtsluis om zaken 'buiten' te zetten, en kon tientallen experimenten per vlucht aan.
Na Spacelab 1 waren er nog vier vluchten van het hele lab, en 27 missies waarop onderdelen van het Spacelab de ruimte in gingen (zoals die pallets en instrumenten). De Spacelab-missies SL3, SL2 en D1 gingen in 1985 van start (shuttle-missies duurden gemiddeld 2,5 week). Die laatste (22e) shuttlevlucht werd door (toen nog) West-Duitsland betaald en gerund, en had naast vijf Amerikaanse astronauten twee Duitsers en een Nederlander aan boord: Wubbo Ockels. Op 28 januari 1986 verongelukte de Challenger tijdens de 25e lancering van de shuttle, waardoor ook het Spacelab-programma enkele jaren stilstond.

***Hierboven**: Wubbo Ockels in actie tijdens de Spacelab D1-missie, eind 1985. Dat was enkele maanden voor het ongeluk met de Challenger op 28 januari 1986.*

***Midden, boven**: Spacelab 1, in november 1985, met de aarde op de achtergrond.*
***Linksonder**: deze schitterende foto van de Perseus Cluster van sterrenstelsels laat zo'n 1000 stelsels zien, plus 100.000 op de verre achtergrond, die niet bij de cluster horen.*