

Rob's Nieuwsbrief - 46

over sterrenkunde en het heelal

Mission accomplished!

Een dubbele nieuwsbrief

Deze Rob's Nieuwsbrief is grotendeels gewijd aan mijn cursus 'Leer het heelal begrijpen!'. De verslagen van de vijf lessen in november vormen al voldoende leesvoer (zie vorige nieuwsbrieven voor de verslagen van de eerdere lessen). Ik hoop dat het ook interessant is om te lezen.

Verder kwamen in de laatste les wat vragen los bij de cursisten waarop ik niet meteen antwoord had (dat kan ik natuurlijk niet uitstaan). Het leek me leuk om die onderwerpen in de nieuwsbrief te behandelen. Die stukjes komen dus na de verslagen.

SpeelDagHB

Op 11 november stond ik op SpeelDagHB, een 'dag vol activiteiten, experiment, informatie, inspiratie, motivatie, uitdaging en meer', voor jonge (vermoedelijk) hoogbegaafde kinderen en hun ouders. Rianne en ik hielpen kinderen met het bouwen van onze bouwplaten (de draaibare sterrenkaart en de zonnwijzer). Dat was erg leuk om te doen.

Cursus

Woensdag 29 november heb ik de tiende en laatste les gegeven van mijn cursus. Deze tiende les was een mooie afsluiting van een eneroverende periode. Ondanks duizenden presentaties en vele cursussen die ik gaf was dit spannend omdat het de eerste keer was dat ik een cursus (mijn allergrootste!) geheel in eigen beheer gaf. Daar moet je dan 58 voor worden...

De periode was wel erg vermoeiend, door privéomstandigheden en doordat ik mij (weer eens) erg verkeken had op het onverwacht vele werk dat nodig was. Niet alleen probeer ik elke keer weer de lessen te perfectioneren,

maar voor deze cursus moest ik de diverse onderdelen van deze cursus updaten en op hun juiste plek zetten in de structuur die ik had bedacht voor een 10-delige cursus. De grootste cursus die ik aan docenten gaf bestond uit acht lessen en het vele materiaal dat door tijdgebrek buiten de boot viel in die cursus had ik ondergebracht in losse modules. Ik had al enkele keren modules gebruikt voor andere doeleinden, en zo bijvoorbeeld de populaire *Lezing van Alles* samengesteld (zie beschrijving Les 7). Ook waren lessen en modules in de loop der jaren steeds weer aangepast. En nu moest ik ze, in hun laatste versies, verwerken tot een cursus die in logische stappen het verhaal van het heelal vertelde.

Maar de vele leuke, enthousiaste reacties van de cursisten maken alles goed. En volgend najaar, als ik de cursus weer geef, heb ik het een stuk gemakkelijker.

Business

Al met al had ik de afgelopen tijd weinig tijd voor andere dingen, hoewel de dagelijkse zakelijke werkzaamheden natuurlijk gewoon doorgingen. Zo kregen wij een leuke order van een nieuwe Zweedse klant, Astro Sweden AB. Het ontwerp is vergelijkbaar met de Zweedse planisfeer waarover ik in nummer 44 schreef. Die order is inmiddels al afgeleverd. 2017 is een goed jaar geworden voor ons, qua productie van planisferen het op acht na beste in onze geschiedenis, qua omzet zelfs het op zeven na beste – en dat laatste kan nog een stapje hoger komen.

Verslagen van de cursus

Hier volgen de verslagen van de lessen 6 tot en met 10 (zie kader).

december 2017
januari 2018

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.

Website en Facebook

Als je het verslag van de cursus in deze nieuwsbrief nog niet uitgebreid genoeg vindt, kun je onze website bezoeken: onder **Nieuws**, en dan cursus-sterrenkunde-najaar-2018/verslagen-van-de-cursus (de hoofdpagina van de cursus is al aangepast voor volgend jaar). Ook op Facebook vind je mij: [Rob-Walrecht-Productions-108361609829859/](https://www.facebook.com/Rob-Walrecht-Productions-108361609829859/). Als je me daar opzoekt zou het leuk zijn als je mijn pagina kunt 'liken'.

Linksonder: kinderen en ouders druk bezig met het bouwen van de draaibare sterrenkaart of de zonnwijzer.

Hieronder: mijn schaalmodellen zijn altijd een succes. Dit schaalmodel van sterren is een van de indrukwekkendste, vermoed ik. Je ziet hier modelletjes van ruim zestig sterren, waaronder de zesvoudige ster Castor. Het model bestaat uit drie reeksen, met reeks 1 op schaal 1:100 miljard (net als mijn kleine Planetenpad, zie de vorige nieuwsbrief). Elke volgende reeks is ongeveer tien maal verkleind ten opzichte van de vorige. Anders zou

de grootste ster hier (VY CMa, in de Grote Hond) 27 m groot zijn! De sterren Pollux en Rigel vind je twee maal, als een overgang tussen de reeksen. Zo zie je Pollux rechtsonder (eerste rij) en helemaal links in de tweede rij. Foto Nikita Nomikos.



Beelden uit de ruimte

In 'Beelden uit de ruimte', een evenement dat ik begin jaren '80 samen met mijn broers Hans en Aad op de sterrenkundeclub Zenit in Den Helder organiseerde, hadden we allerlei hulpmiddelen om vormen van straling te illustreren. Zie daarvoor de website, onder 'Over Rob Walrecht' (linker kolom).

Linksonder: met de fraaie aardglobe en mijn modellen van het Kleine Werelden schaalmodel leg ik hier uit uit hoe hoog of diep bepaalde structuren op Aarde zijn, op deze schaal. Het blijkt dat de aarde bijna zo glad is als een biljartbal! De Mount Everest is dan zo hoog als een korrel zand (0,2 mm), de Marianentrog is 0,3 mm diep. Het gemiddelde niveau van het land (dus boven de zeespiegel is 0,02 mm: een kwart van de dikte van een vel papier. De gemiddelde dikte van de continentkorst is 1,2 mm (ongeveer een flipflo dik), maar onder de Himalaya is hij een euro-cent dik. De atmosfeer is zo dik als een 1 euro-munt, de biosfeer is 0,5 mm dik (korrel grof zand), het ISS beweegt op een cm boven het 'aardoppervlak'.

Op schaal staat de maan (de donkergrijze bol vlak naast de aardglobe, achter de eveneens grijze Mercurius) op 9,2 m!

Rechtsonder: de schaalmodellen trokken in de pauze veel aandacht. Op de achtergrond zie je de nieuwe Jupiter in mijn grote schaalmodel van het zonnestelsel.

Foto's: Nikita Nomikos.

Les 6

Na de inleiding van het zonnestelsel in les 5 (zie Rob's Nieuwsbrief 45), gingen we na twee weken 'vakantie' weer verder. Ik begon met een korte herhaling van het zonnestelsel op schaal, nu niet met het Planetenpad, maar met mijn illustraties van het zonnestelsel in vijf stappen (uit mijn boek *Genieten van het zonnestelsel* en de poster set), gaf ik een overzicht van de belangrijkste objecten en groepen van objecten in het zonnestelsel. Dat was steeds met een van die vijf plaatjes ter inleiding, om voortdurend alles in perspectief te kunnen zien.

Alle objecten werden vervolgens op volgorde van belangrijkheid behandeld: gasreuzen, ijsreuzen, rotsplaneten Aarde en Venus, satellieten, planetoïden, ijsdwerfen, kometen en meteoren/meteorieten. Na de beschrijving van de aarde vertelde ik meer over de aarde, aan de hand van een van mijn meest recente schaalmodellen, op basis van een fraaie 30,5 cm grote aardglobe van Sky & Telescope (zie Rob's Nieuwsbrief 30, april 2016). Leuk om te weten dat de Himalaya op die globe op schaal een korrel zand is: nauwelijks te voelen! Zie ook het kader.

De zon

Na de pauze kwam het belangrijkste lid van het zonnestelsel aan bod: de zon! Alle verschijnselen op en rond de zon, zoals zonnevlekken, protuberansen en zonnevlammen, worden aangestuurd door magnetisme.

Aan het eind vertelde ik ook over die hypothetische negende planeet van het zonnestelsel (Planet Nine) en de exoplaneten bij de sterren Proxima Centauri (de dichtstbijzijnde ster) en TRAPPIST-1 (zie *Nieuwsbrief 38*, maart 2017, en andere nieuwsbrieven van dit jaar).

Les 7

Deze les gaat over materie, (elektromagnetische) straling en over hoe de energie van de zon ons bereikt als licht. Het is een buitenbeentje in de cursus, want de les hoort overal en nergens. Ik heb hem in de reeks lessen over het zonnestelsel, omdat les 8 gaat over het ontstaan en de evolutie van het zonnestelsel. Daarin is het belangrijk om iets over atomen, moleculen en dergelijke te weten. Daarna komen materie en straling ook aan bod in de lessen 9 (Sterren) en 10 (Melkweg, sterrenstelsels 'en het heelal'). De les is afgeleid van mijn *Lezing van Alles*: materie en energie (straling) is alles dat wij kennen, ook al is het nog geen 5% van alles dat er moet zijn (de rest is donkere materie en donkere energie).

De eerste delen (materie en straling) zijn in feite lessen op zich, heel geschikt om een beeld te krijgen, en een mooie opfrissing voor mensen die op de middelbare school natuur- en scheikunde hebben gehad.

Na de eerste twee delen is het ook goed te begrijpen hoe de kernenergie van de zon in de vorm van gamma-, röntgen- en UV-straling zich een weg baant door de zon (een weg die een paar honderdduizend jaar duurt), en ons tenslotte als licht bereikt.

De les is wel pittig, bevat veel informatie, maar ik heb de cursisten op het hart gedrukt dat ik geen natuurkundigen en scheikundigen van ze wil maken. Het gaat om een overzicht van materie en straling, om de sterrenkunde beter te kunnen begrijpen.

Huisfotograaf Nikita was er helaas niet, dus ik heb geen foto's van deze les.

Winkel

Ik had in deze les geen schaalmodellen nodig (zie kader), zodat het een goed moment was om de 'winkel' mee te nemen: enkele doosjes met van elk relevant product enkele exemplaren. Had ik toch nog iets te sjuwen... Diverse cursisten hadden al gevraagd of ik boekjes en planisferen wilde meenemen.



Les 8

Deze laatste les over het zonnestelsel beschrijft de geboorte en evolutie van het zonnestelsel. In het eerste deel gaat het over hoe alles begon met een grote wolk gas en stof, die in misschien duizenden kleinere 'wolkjes' uiteenviel. Uit een zo'n wolkje ontstond de zon, met nog wat afval: planeten, manen, ijsdwerfen, planetoïden, kometen...

Maar waarom hebben we kleine planeten van gesteenten en metalen dichtbij de zon, en reuzenplaneten verder weg? En waarom bestaan Jupiter en Saturnus vooral uit waterstof en helium (de gasreuzen) en Uranus en Neptunus vooral uit 'ijzen' (vluchtige stoffen als water, methaan en ammoniak)? Zijn alle planeten op hun huidige plek ontstaan of zijn ze gaan rondzwerfen? Zijn alle zonnestelselobjecten onveranderd gebleven sinds hun ontstaan? Allemaal vragen die in het eerste deel worden behandeld. Dat deel eindigt met een van de heftigste perioden uit de geschiedenis van het zonnestelsel: het Grote Oerbombardement van 4,1 tot 3,8 miljard jaar geleden.

Het Grote Oerbombardement

Dat bombardement leidde tot de kraters, in alle soorten en maten, die we nu op bijna alle leden van het zonnestelsel met een vast oppervlak zien. Het tweede deel gaat over die kraters, de littekens van de vele inslagen in het verleden, en een aanverwant onderwerp: vulkanisme. Waar kraters worden veroorzaakt door invloeden van buitenaf, komt vulkanisme van binnenuit, maar soms wel gekoppeld aan inslagen. Bij grote inslagen was de korst van een planeet of maan zo beschadigd dat magma naar buiten kon stromen. Dat veroorzaakte bijvoorbeeld de maanzeeën. Maar sommige hemellichamen zijn geologisch actief, en hebben nog altijd vulkanisme.

Wat altijd een hit is, is mijn speciale 'kraterbak': een bak met bloem met daaroverheen een laagje cacao-poeder (zie ook *Rob's Nieuwsbrief* 12, maart 2014). Met knikkers kun je dan

kratervorming simuleren, inclusief ejecta (uitgeworpen materiaal, hier dus bloem) dat je goed kunt zien op het donkere cacao-poeder (zie foto's). Ik eindig dan graag met die ene knikker die ik heb achtergehouden: een van 5 cm diameter! Die maakt een grote krater en strooit ook materiaal tot 75 cm van de inslag: een stralenpatroon zoals wij dat kennen van 'stralenkraters' op de maan en de planeten. Dat soort kraters behandel ik ook in de les. Verder werd het meteen duidelijk wat er is gebeurd met een deel van het materiaal van de 'impactors', de objecten die insloegen: die zitten nog in de korst van de maan! We noemen dat mascons: massa concentraties en men kon ze aantonen met speciale satellietjes die onderdeel waren van het Apollo-project. Het proces van kratervorming en de typen kraters worden uitgebreid behandeld, en daarna worden alle werelden met vulkanisme beschreven, evenals processen zoals mantelpluimen en platentektoniek.

Geboorte en Werelden vergeleken

Deze les is een van mijn (vele...) favorieten. Het was wel een klus om hem te maken, want hij is samengesteld uit de bestaande lessen 'Geboorte van het zonnestelsel' en 'Werelden vergeleken' (zie kader). Dat betekende wel dat ik twee lessen in één les moest stoppen!

Ik had ter illustratie van de les enkele fraaie globes meegenomen, van de maan, Venus, Mars en Pluto. Ik had Mercurius ook graag meegenomen, maar ik heb maar vier dozen bewaard om ze te vervoeren...

Een minpuntje was dat de les toch 15 minuten te lang was. Inmiddels zijn enkele delen over de zon verhuisd naar Les 9, maar ik zal er vóór de volgende keer (najaar 2018) nog wel wat aan moeten sleutelen.

Werelden vergeleken

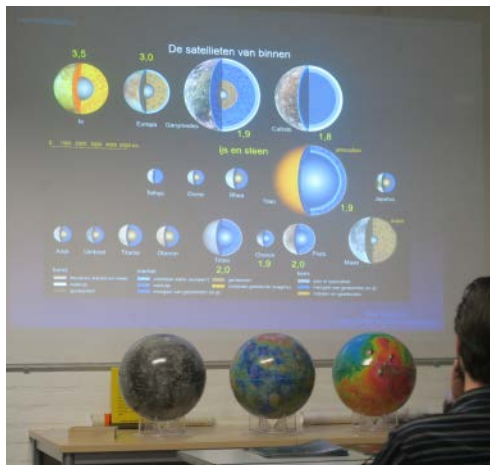
Die laatste les vindt feitelijk zijn oorsprong in een lezing die ik in 1990 gaf tijdens mijn eigen publiekssymposium Space 1990, ter ere van het 15-jarig bestaan van mijn toenmalige club Zenit, in Den Helder. Vijf professoren, Chriet Titulaer, Erwin Krol en ikzelf gaven daar een lezing. Mijn lezing ging uiteraard over het zonnestelsel.

Het idee was om eens niet alle planeten in volgorde van afstand tot de zon te beschrijven, zoals vaak gebeurt. Dat soort informatie kun je gemakkelijk in een boek (toen hadden we geen internet...) opzoeken. Ik koos een andere benadering: een overzicht van de verschillen en overeenkomsten tussen de werelden van het zonnestelsel, in de bekraftering van hun oppervlakken, vulkanisme, ringen, atmosferen en magnetische velden. Dat maakt het verhaal in mijn ogen veel interessanter. In les 8 liet ik de laatste drie onderwerpen weg, omdat die minder belangrijk zijn voor mijn behandeling van de evolutie van de werelden.

Linksonder: hier praat ik over inslagbekkens, de allergrootste kraters op de planeten en manen.

Rechtsonder: hier gaat het over de inwendige opbouw van de grote satellieten (of manen).

Hieronder: het kraterexperiment is altijd leuk! Hier zie je duidelijk het krater-effect als je een knikker in de bak met bloem gooit, met daarover een laagje cacao-poeder. Het laken onder de bak is hard nodig, want tot 70 cm van de 'inslag' vind je de stralen 'ejecta' (uitgeworpen materiaal, hier bloem en cacao-poeder). Foto's Nikita Nomikos.



Op de foto's ben ik aan het werk met het Sterrenmodel.

Hieronder: veel van de grootste sterren zijn onderweg om rode superreus (of hyperreus) te worden. De kleur van een ster, of spectraalklasse, geeft de temperatuur aan de buitenkant van een ster aan. Doordat sterren in hun laatste fase uitdijen wordt hun buitenlaag ijler en daardoor koeler. En dus verandert hun kleur als ze naar het rode superreuzenstadium 'fietsen', door alle tussenliggende spectraalklassen ('kleuren') heen.

Linksonder: een fraai overzicht van het hele schaalmodel (hoewel ik niet alle modellen gebruikte... te weinig tafels!).

Rechtsboven: uitleg van het Hertzsprung-Russell diagram, dat het verband toont tussen de helderheid (of beter: de lichtkracht) en de kleur (de spectraalklasse) van sterren.

Rechtsonder: speciale aandacht voor het ingewikkelde stelsel van Castor (Tweelingen): dat is een zesvoudige ster! Naast twee heldere witte sterren (op het grote grondplaatje) zijn dat vier rode dwergen.

Foto's: Nikita Nomikos.

Les 9

Een bijzondere les in de cursus 'Leer het heelal begrijpen' is die over sterren. Bijzonder omdat het sterren (en gas- en stofwolken) zijn waar het in het heelal om gaat. Planeten, manen, planetoïden, ijsdwerfen en kometen zijn slechts de restjes van de vorming van sterren. Gaat er dan toch maar één van de tien lessen over sterren? Niet helemaal, want in de eerste vier lessen hadden we het al over sterren en sterrenbeelden, en de zon is zowel wat de binnenkant als de buitenkant betreft al uitgebreid behandeld.

In deze les 9 behandel ik de helderheid en 'kleur' (spectraalklasse) van sterren. Die kleur geeft aan hoe heet een ster is aan de buitenkant en is bij gewone sterren, zoals de zon, gekoppeld aan de massa van zo'n ster.

Dan vertel ik over de grootten en massa's van sterren. De zon is bij dat soort zaken de 'eenheid': we spreken over zonsdiameters (is een ster twee keer zo groot als de zon dan is hij 2 zonsdiameters groot) en zonsmassa (de zon is 1 zonsmassa). Beide onderdelen komen aan het eind van de les tot een culminatie met het Sterrenmodel (zie de foto's).

Sterevolutie

Vervolgens beschrijf ik in een langer gedeelte de geboorte, het leven en de dood van sterren: de **sterevolutie**. Ik herhaal een stukje van les 8, over het ontstaan van het zonnestelsel. In de presentatie zitten enkele leuke series beelden van nevels, waarbij je steeds dieper in zo'n nevel duikt, tot je de wolkjes ziet waarin sterren worden geboren.

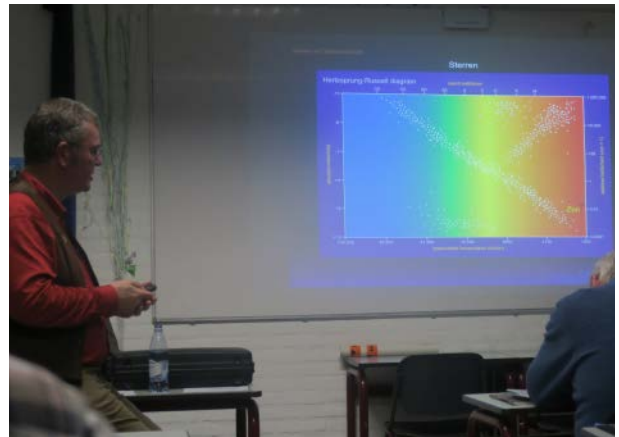
Als je sterren naar hun helderheid en kleur (officieel lichtkracht en spectraalklasse) uitzet in een grafiek krijg je een zogenaamd Hertzsprung-Russell diagram (zie ook Rob's Nieuwsbrief 16, van september 2014), dat erg

verhelderend is. Zo zie je een duidelijke band van sterren lopen, van linksboven (heetste en helderst) naar rechtsonder (koelst, lichtzwakst). Daarin bevinden zich alle 'gewone' sterren ('dwerfsterren'), die stuk voor stuk waterstof in hun kern verbranden. Dat is de Hoofdreeks. Zodra de waterstof op is en sterren aan helium (en later andere elementen) beginnen worden ze reuzen of superreuzen en vinden we ze elders in het diagram. En witte dwergen, de eindstadia van sterren zoals de zon, vinden we ook ergens anders.

De 'dood' is een van de spectaculairste gebeurtenissen in het heelal. Je hebt het dan over supernova's, neutronensterren en zwarte gaten; maar bij kleinere sterren zoals de zon over witte dwergen en planetaire nevels.

Sterrenmodel

Na de pauze was het tijd voor de klapper: mijn grote schaalmodel van (ca. 80) sterren. Dat is altijd een succes omdat het er nu eenmaal spectaculair uitziet, en ook zeer verhelderend is. Ik kan er bijvoorbeeld verbanden mee leggen tussen de afmetingen, de massa en daardoor het soort ster (hoofdreeks of reuzenstadium). Voor dat doel heb ik naast de stermodellen ook fiches gemaakt met daarop de informatie over de massa van de sterren. Je ziet die fiches op de foto's.



Die massa-fiches zijn een latere ontwikkeling. Ik ben ooit (in 2010) begonnen met een stuk of 25-30 stermodellen. Later voegde ik daar modellen aan toe van sterren die ik interessant vond, meestal met mooi weer in de lente of zomer, zodat ik het knutsel- en spuitwerk in de tuin kon doen. Ik denk dat ik in zeven of acht sessies modelletjes heb gemaakt en zo tot de huidige grootte van het model ben gekomen. Een van de laatste toevoegingen was bedoeld om een beter beeld te geven van de Hoofdreekssterren, die het meest voorkomen. Als je een dergelijk schaalmodel maakt wil je zoveel mogelijk variatie aan grootten en kleuren (spectraalklassen). Je krijgt dan automatisch een te grote vertegenwoordiging van (super-) reuzen en bijzondere sterren, of sterren in een speciale, relatief korte fase van hun bestaan. Toch kwam er nog een (voorlopig allerlaatste) serie met superreuzen, omdat de overgang daar in wel erg grote stappen ging... Voorlopig vind ik het wel goed zo... In diverse *Rob's Nieuwsbrieven* (zoals nr. 4, nr. 13 en nr. 32) kun je lezen over de ontwikkeling van het Sterrenmodel.

Les 10

De les ging over het Melkwegstelsel, andere sterrenstelsels in de buurt, grotere groepen (clusters) van sterrenstelsels, zoals de Lokale Groep (50 stelsels in de buurt) en de Virgo Cluster, 'iets verderop' (met 2500 stelsels!). Aan het eind komen allergrootste structuren, superclusters, aan bod, en het eind van het zichtbare heelal.

Ik had deze les, een van de meest originele, aangevuld met nieuwe informatie en op basis van mijn eigen nieuwe inzichten, maar niet heel ingrijpend. Ik heb hem wel al, naar aanleiding van vragen tijdens de les, aan het eind iets uitgebreid. Die informatie lees je ook verder in deze nieuwsbrief!

Fysieke schaalmodellen

Ook de schaalmodellen die ik in deze les gebruik zijn nog bijna van het eerste uur: Sterren in de buurt (binnen 12 lj), het Melkwegstelsel en de Lokale Groep (zie foto). Dat laatste model zet ik tijdens de les op. Ik gebruik alleen de drie grote stelsels (Melkweg, M31 en M33 – de Driehoeksnevel) en de twee Magelhaense Wolken. De andere schaalmodellen kunnen de cursisten zelf bekijken, ik vertel aan de hand van de dia's.

Getekende schaalmodellen

Net als in mijn boek *Genieten van het heelal* gebruik ik in mijn presentaties veel getekende schaalmodellen in de vorm van de dia's (zie de afbeelding op pagina 6). Ik begin daarbij met de schaal van mijn Planetenpad uit les 5, waarin de zon zo groot is als een knikker (zie kader). Op basis van deze informatie, die ik in de lessen over het zonnestelsel al had verteld, ga ik verder: Wega op 2500 km, Aldebaran op 6500 km... Dat schaalmodel wordt veel te groot! Later ga ik daarom op een andere schaal over.



Het zonnestelselmodel

In het kleine schaalmodel van het zonnestelsel (1:100 miljard) is de zon zo groot als een knikker van 14 mm. Dit schaalmodel gebruik ik het liefst om afstanden te illustreren, omdat het zo overzichtelijk is. Daarom hebben we ook ons unieke Zonnestelselmodel in kaartjes op deze schaal uitgebracht (basisset MDL-ZS1 en aanvulset MDL-ZS2).

Wat in verband met Les 10 erg leuk is, is dat we binnen een straal van 1000 km (ruim 10 lichtjaar in werkelijkheid) rond die knikker in het schaalmodel maar 23 sterren vinden: twee zo groot als een kers (Sirius en Procyon), zes knikkers en de rest kopspeeldjes.

Linksboven: het schaalmodel van het Melkwegstelsel, zo groot als een LP.

Linksonder: het schaalmodel van de Lokale Groep: links het Melkwegstelsel, rechts M31 en M33 (de kleine achteraan). In het glaasje zie je de modellen voor de beide Magelhaense Wolken, niet op hun juiste positie uiteraard: ik houd ze met de hand op de juiste afstand van de Melkweg in het model. Alle tientallen kleine dwergstelsels laat ik weg.

De speciale schijf om de richting vanuit de aarde gezien te bepalen (onder het model van de Melkweg) heb ik 29 november niet gebruikt.

Rechtsonder: om een schaalmodel van het Melkwegstelsel in een klaslokaal te maken heb ik professionele hulp nodig... en een oude Fiat 500.



Extra lessen door professoren!

In december komen er nog twee extra, aanvullende lessen, door de professoren Ed van den Heuvel (over zijn specialisme: sterren) en Henry Lamers (de Oerknal en het uitdijend heelal, donkere materie/energie), en dan is de cursus echt afgerond.

Ik vind het geweldig dat beide astronomen dit willen doen. Ik denk dat dat ook een bijzonder aspect is van mijn cursus. Naast het gebruik van honderden eigen illustraties en unieke schaalmodellen.

Cursus najaar 2018

Dan ga ik toewerken naar het najaar van 2018, als ik deze cursus weer ga geven! Houd mijn website en Facebook-pagina in de gaten! Je kunt je al opgeven, voor de oude prijs van 149 euro! De cursus zal waarschijnlijk duurder gaan worden.

Linksonder: een van de afbeeldingen uit mijn serie **Overzicht van het heelal in negen stappen**. De illustraties heb ik gemaakt voor mijn boek *Genieten van het heelal en kwamen later in de poster set Het heelal*.

Deze afbeeldingen gebruik ik ook in de cursus, waarbij ik de afstanden vermeld op basis van de twee schaalmodellen die ik gebruik.

Rechtsonder: bij een cursus als deze hoort uiteraard een certificaat.

De Melkweg

Met behulp van een prachtige foto van de Melkweg (een mozaïek, waarop de cursisten nu diverse heldere sterren konden benoemen!), leg ik uit waarom wij de Melkweg als een band aan de hemel zien. Het Melkwegstelsel bestaat namelijk uit een schijf van sterren (de helderste in spiraalarmen) met in het midden een verdikking, de kern. De sterren die wij kunnen zien staan bij ons in de buurt. Sterren die verder weg staan kunnen we niet meer afzonderlijk zien, maar omdat het er zoveel zijn zien we een vaag lichtschijnsel: de Melkweg. En omdat wij midden in die schijf zitten zie je de Melkweg als een band. Van hieruit beschrijf ik alle aspecten van het Melkwegstelsel.

Tot we verder gaan, de ruimte in. En daarvoor heb ik een ander schaalmodel nodig. Ik breng het Melkwegstelsel nu terug tot de grootte van het klaslokaal (8 x 8 m), met een platgestampte Fiat 500 in het midden, als kern (op deze schaal is de kern 1,6 x 2,4 m, en 90 cm dik; zie plaatje). Nu zijn de schaalafstanden weer iets beter te behappen: Wegas op 0,8 mm, Aldebaran op 5,8 mm, Rigel 68 mm, Aludra 267 mm. Enkele dwergstelsels en bolvormige sterrenhopen in de buurt op meters afstand. Uiteraard vergeet ik niet te praten over dat superzware zwarte gat in het centrum van het Melkwegstelsel (3,6 miljoen zonnen zwaar!), en hoe een stelsel als de Melkweg aan spiraalarmen komt!

Verder

Weer verder vinden we andere sterrenstelsels: de 50 stelsels van de Lokale Groep. Die bevat drie grote sterrenstelsels: het Melkwegstelsel (200-400 miljard sterren), M33 (50 miljard sterren) en M31 (1000 miljard sterren!). Vlakbij zijn twee kleine spiraalstelsels die te dicht bij de

Melkweg zijn gekomen en uiteengerukt worden door de zwaartekracht van het Melkwegstelsel: de Magelhaense Wolken. Wij zien die niet vanuit Nederland, ze staan aan de zuidelijke sterrenhemel.

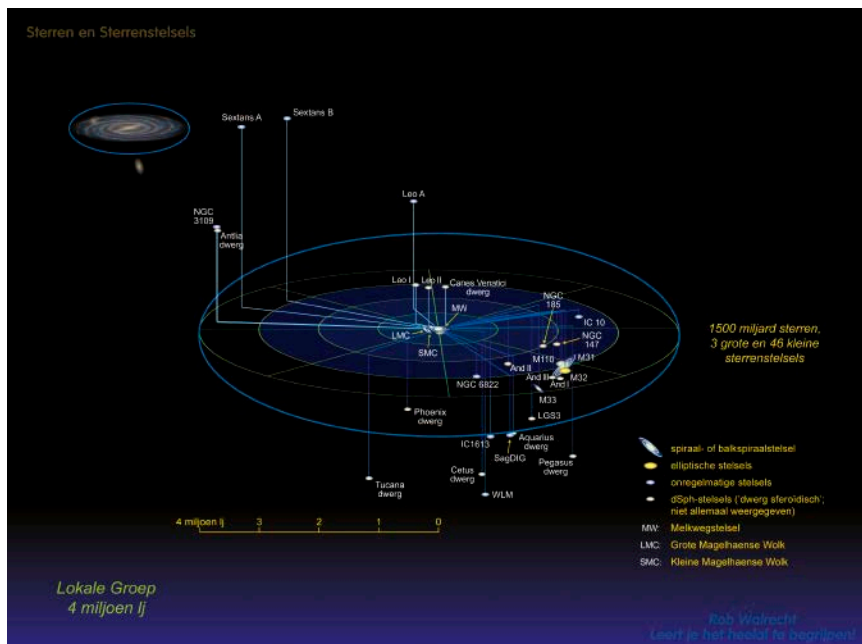
Ik beschrijf vervolgens redelijk uitgebreid de verschillende typen sterrenstelsels en de toekomstige botsing tussen de Melkweg en M31 (over 4 miljard jaar). Tenslotte sluit ik af met de grootste structuren in het heelal en het eind van het zichtbare heelal. Die grens wordt bepaald door de leeftijd van het heelal: 13,799 miljard jaar. Je kunt natuurlijk niet iets zien dat ouder is dan die 13,799 miljard jaar, want toen was er nog niets! Ik liep nog wat achter met mijn les en bracht de oudere waarde van 13,798 miljard jaar... Maar de presentatie is al gecorrigeerd!

Afsluiting

Met de tiende les was mijn werk klaar (zie kader). Ook al was het fysiek niet altijd gemakkelijk, het hielp natuurlijk dat het een gezellige en enthousiaste groep was, waardoor ik als eindconclusie meestal niet verder kom dan het 'leuk' was. Maar dat was het ook, elke keer weer! Wel bijzonder is dat ik, met mijn geheugenproblemen, nog goed les kan geven. Goed, ik heb hulp van mijn (best slimme) PowerPoint-presentaties, maar bijna alle vragen kan ik ook moeiteloos beantwoorden. Wel heb ik vaak op het eind dat de vermoeidheid toeslaat en de concentratie rap afneemt, maar dat is niet echt een probleem gebleken.

Evaluatie

Heel plezierig is het dat de evaluatieformulieren die al binnen zijn spreken van de gezellige atmosfeer en rustige, humoristische pre-



MUSE kijkt diep in het heelal

sentatiestijl. Dat is namelijk precies wat ik wil bereiken (altijd wel bij lessen/lezingen - bijna alle lessen geef ik ook als losse lezingen). Men krijgt veel informatie voor de kiezen, dus het moet nu en dan een beetje verlichtigd worden, en de cursisten moeten er plezier in blijven houden. De mooie evaluaties zijn niet echt een verrassing want het enthousiasme bleek al steeds tijdens en vooral na afloop van de lessen: cursisten die mij kwamen bedanken.

Statistieken

Cijfers zeggen natuurlijk meer dan emoties. Wat de laatste zes lessen betreft waren er 13 cursisten alle lessen, 12 misten een of twee lessen (meestal door ziekte of werk). Twee cursisten waren er drie lessen bij. Een score van 27 van de oorspronkelijke 31 cursisten die de cursus afronden is in mijn ervaring een heel mooie. In het verleden, bij cursussen van de Sterrenwacht in Amersfoort, waarin ik de inleiding en de les over het zonnestelsel gaf (ca. 2000-2010), begonnen we steevast met 40-45 cursisten, maar op het eind was er misschien een derde van over. Ik heb na 2010 mijn eigen cursus gegeven, eerst in zes en toen in acht lessen, maar daarvan heb ik geen gegevens over het uithoudingsvermogen van de cursisten.

Ook dat is een enorme opsteker, want het betekent dat ik het goed doe!

Ruim 13 miljard jaar terug in de tijd

De laatste les ging over de Melkweg, sterrenstelsels en grotere structuren. Daarin gebruikte ik uiteraard de iconische foto van het Hubble Ultra Deep Field (zie kader). De stelsels die je daarop ziet zijn nog heel jong, zoals ze er ruim 13 miljard jaar geleden uitzagen. HUDF is inmiddels een van de meest en best bestudeerde gebiedjes van de hemel, met onderzoeken met dertien instrumenten op acht telescopen, en in golflengten van röntgen- tot radiostraling. Astronomen hebben nu met het MUSE (zie kader) de diepste spectroscopische survey ooit uitgevoerd. Ze concentreerden zich op het HUDF en bepaalden de afstanden en eigenschappen van 1600 zeer zwakke sterrenstelsels, waaronder 72 stelsels die tot honderd maal zwakker zijn dan eerder waargenomen. De rijkdom aan nieuwe informatie biedt de astronomen inzicht in stervorming in het vroege heelal, en maakt het mogelijk de beweging en andere eigenschappen van vroege sterrenstelsels te onderzoeken. Een van de onderzoekers, Jarle Brinchmann (o.a. Universiteit van Leiden): 'Wij leren dingen over deze sterrenstelsels die alleen mogelijk zijn met spectroscopie, zoals de chemische kenmerken en inwendige bewegingen – niet stelsel na stelsel, maar in één keer voor allemaal!'. De nieuwe informatie is geweldig voor de kosmologen, omdat het informatie geeft over zaken als de **reïonisatie** van het heelal (zie kader).

HUDF

Het HUDF is een stukje van de sterrenhemel in het sterrenbeeld Fornax (Oven), dat bij ons in deze tijd van het jaar laag boven het zuiden staat (ten zuiden van Mira, van de Walvis). De Hubble Space Telescope verzamelde van 24 september 2003 tot en met 16 januari 2004 data van het HUDF. Niet continu (het ding moest ook voor andere onderzoeken worden gebruikt), maar in 800 opnamen, met typische belichtingstijden van 1200 seconden - totale belichtingstijd een miljoen seconden (11,6 dagen). Daarvan werden enkele foto's samengesteld zoals je die misschien kent (onder andere op de omslag van mijn boek **Genieten van het heelal**).

Het stukje van de hemel is maar $2,4 \times 2,4$ boogminuten ($'$) groot: de maan is voor ons een halve graad groot, of $30 \times 30'$. Het gaat hier om hoekdiameters, hier de hoek tussen de linker- en de rechterkant van het vierkant of de maan. De $2,4 \times 2,4$ boogminuten is vergelijkbaar met hoe wij een velletje papier van 10×10 cm zien op 100 m afstand.

HXDF

In 2012 werd een verbeterde versie uitgebracht door NASA, HXDF (van 80% van het HUDF), waarvoor 2 miljoen seconden was belicht (23 dagen!). Hierop vond men 5500 sterrenstelsels, waarvan je de oudste ziet zoals ze 13,2 miljard jaar geleden waren.

MUSE

De Multi Unit Spectroscopic Explorer is een speciaal instrument op de Very Large Telescope (ESO). Het is een **spectrograaf**, om spectra te maken van het licht van objecten en die vast te leggen met een CCD camera.

De reïonisatiefase

Dit is de fase waarin de atomen, die 100 seconden na de Oerknal waren ontstaan (toen elektronen, protonen en neutronen samensmolten) hun elektronen weer verloren (werden **geïoniseerd**) door de vorming van sterren. Hete, jonge sterren stralen veel **ioniserende UV straling** uit.

Links: deze foto toont het HUDF-gebied, zoals MUSE (op de VLT) het waarnam.



Evolutie van de zon

Als de zon de waterstof in de kern heeft opgemaakt (over 5 miljard jaar), krimpt hij waardoor de hitte in de kern oploopt tot 300 miljoen graden. Dan start de 'verbranding' van helium (dat ook bij de fusie van waterstofkernen ontstond), een fase die misschien 100 miljoen jaar duurt. Daarbij ontstaan zuurstof en koolstof. In de buitenlagen gaat de waterstofverbranding door, waardoor de zon uitzet en een rode reus wordt. Een deel van de zuurstof- en koolstofatomen komen door convectie aan het oppervlak (bij de zon is dat meest zuurstof). Als ook het helium in de kern op is stort de zon onder zijn zwaartekracht ineen tot een witte dwerg, een gloeiendheet object zo groot als de aarde.

Hieronder: R Lep in mijn Sterrenmodel is donkerrood, om het karakter van een koolstofster te benadrukken.

Linksonder: de oranje ster hier is R Leporis. Dit is een van de bekendste koolstofsterren. De ster staat in het sterrenbeeld Haas (Lepus), ten zuiden van Orion. Voor de mensen met een planisfeer: de ster heeft een rechte klimming van ongeveer 4 uur, 59,5 minuten (de getallen in de buitenste cirkel) en een declinatie van ongeveer -15° . Hij is met een verrekijker te zien!

Foto Bob Franke

Midden, onder: ook de ster U Camelopardalis is een koolstofster, een die al aan het eind van zijn bestaan is en enorme hoeveelheden gas uitstoot. Foto: HST.

Rechtsonder: M 4, een van de meest nabije (op 7200 lj afstand) en best bestudeerde bolvormige sterrenhopen. Foto: ESO.

Diverse onderwerpen

Extra uitleg bij cursus

De foto van het HUDF op pagina 7 kwam binnen op de dag van die laatste les (zie de tekst daar). Deze informatie is dus een mooie aanvulling op die cursus, én interessant voor de lezers in het algemeen.

Nu volgen enkele onderwerpen die altijd leuk zijn voor *Rob's Nieuwsbrief*, maar in dit geval voortkomen uit vragen die ik kreeg tijdens de cursus.

Koolstofsterren

In 2016 heb ik nog enkele sterren toegevoegd aan mijn Sterrenmodel (zie de nieuwsbrieven van mei en juni 2016), waaronder R Leporus (in het sterrenbeeld Lepus: Haas), ook bekend als 'Hind's Crimson Star'. Dat is een koolstofster en de letter geeft aan dat het een variabele ster is (een ster die volgens een bepaalde cyclus in helderheid varieert; R Lep is een langvariabele ster). In les 9 kwam de vraag wat er precies aan de hand is met die ster.

Een koolstofster is meestal een rode reus (zie 'Evolutie van de zon', in het kader) waarbij in de atmosfeer meer koolstof- dan zuurstofatomen zijn. De zuurstofatomen vormen met koolstofatomen moleculen koolmonoxide. De rest van de koolstofatomen vormen andere koolstofverbindingen, die roetachtig zijn en van het sterlicht alle kleuren verstrooien, behalve rood en oranje. Dat geeft ze hun robijnrode kleur.

Ontaarde materie

Iets dat ik niet als term genoemd heb, maar wel de gevolgen: ontaarde (of gedegenereerde) materie. Dat is materie die zich in een aantal opzichten compleet anders gedraagt dan de materie die wij kennen. De eigenschappen van ontaarde materie worden bepaald door de kwantummechanica.

Materie kan ontaarden onder de enorme druk van sterren waarvan de kernbrandstof op is. Daardoor gaan ze ineenstorten, en kan hun naar buiten gerichte drukkracht (van de energie die naar buiten wil) de zwaartekracht niet

meer compenseren, zoals dat in stabiele sterren als de zon wel het geval is.

Sterren met 1,4 tot 3 zonsmassa's kunnen zover ineenstorten dat door de druk de protonen en elektronen in de kernen neutronen gaan vormen. De ster wordt dan een neutronenster, van ca. 20 km diameter. De materie is daar zo opeengeperst dat een borrelglasje neutronenster 20 miljard ton zou wegen! De neutronen in een neutronenster kunnen nog weerstand bieden tegen de immense druk, maar zwaardere sterren storten nog verder in elkaar, tot een zwart gat.

Leeftijd heelal

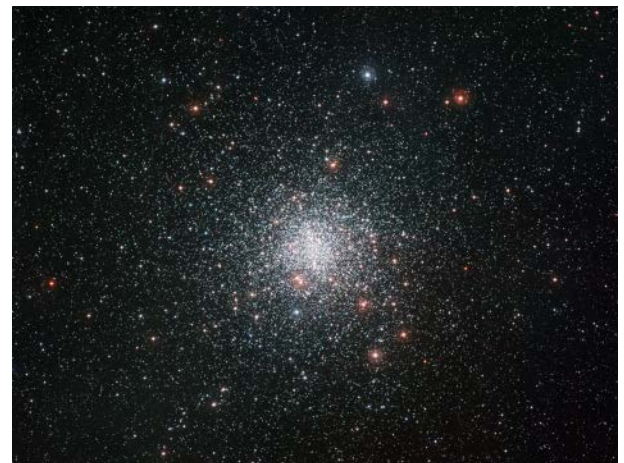
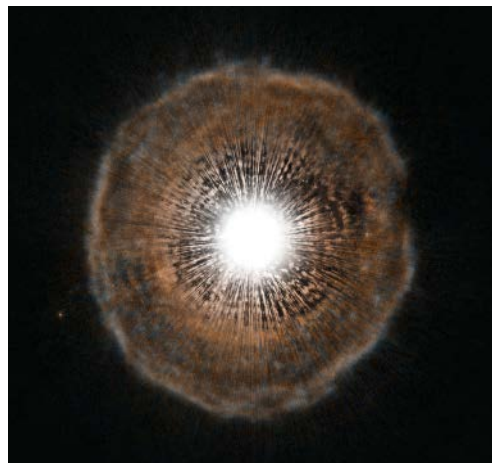
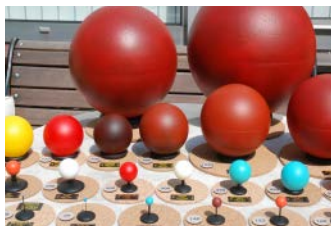
Met sterrenkundige onderwerpen kun je snel achterlopen. De leeftijd van het heelal is zo'n onderwerp. In mijn les 10 heb ik een Power-Point-dia met vaste tekst waarin het getal van 13,7 miljard wordt genoemd: de waarde die in 2012 gold, toen ik het plaatje maakte. Later werd de waarde opgeschroefd naar 13,798 miljard jaar, wat ik oploste door een rood kruis door de oude waarde te zetten en de nieuwe eronder te vermelden. Dat is leuk om te laten zien hoe snel dat kan gaan in de astronomie. Maar ook die waarde was al achterhaald! De nu gehanteerde leeftijd is 13,799 miljard jaar, ± 21 miljoen jaar (die onzekerheid is veel kleiner dan ooit tevoren!).

De natuurlijke vraag van de cursisten tijdens die les 10 was: hoe weten ze dat?? En dat wist ik niet meer precies... Ik vind het niet erg om te moeten zeggen dat ik iets niet weet. Ik ben tenslotte geen astronoom – en zelfs astronomen kunnen niet alles weten! Maar toch kan ik het niet uitstaan... Even op internet gezocht dus. De leeftijd van het heelal is gekoppeld aan de grens van het zichtbare heelal.

Hoe bepaalt men de leeftijd van het heelal?

Er zijn twee methoden: bestudering van de alleroudste objecten in het heelal en meten hoe snel het heelal uitdijt.

Het heelal kan natuurlijk niet jonger zijn dan



de oudste objecten erin. Als je de leeftijd van de oudste sterren bepaalt kun je een minimum leeftijd bepalen voor het heelal. De levenscyclus van een ster hangt af van zijn massa. Zwaardere sterren (dus met meer massa) 'branden' veel sneller (en hebben daardoor een grotere lichtkracht) dan lichtere sterren. De zon (1 zonsmassa) wordt 10-12 miljard jaar oud. De ster Spica, met 10 zonsmassa's, is in 20 miljoen jaar op; een rode dwerg van 0,5 zonsmassa kan 20 miljard jaar of ouder worden.

De eerste sterren

De eerste sterren, Populatie III sterren (zie mijn boek *Genieten van het heelal*), waren zeer zwaar en dus zeer kortlevend. Zij bevatten slechts waterstof en helium, praktisch de enige elementen die toen bestonden. Door fusie vormden zij de elementen waarmee de volgende generatie sterren werd gemaakt. Astronomen zoeken al tientallen jaren naar aanwijzingen voor die hypothetische Populatie III sterren. Detectie van interstellair stofwolken in het vroege heelal (dus op enorme afstand) biedt nieuwe informatie over de eerste supernova's, en dus de eerste hete sterren die het universum verlichtten. Het bepalen van die kosmische dageraad is waar het op aankomt. Bolvormige sterrenhopen, compacte groepen van zeer oude sterren, bieden soortgelijke informatie. De oudste bekende bolvormige sterrenhopen lijken ouder dan 11 jaar oud te zijn. Het zijn zo'n beetje de fossielen van het heelal, maar het is moeilijk om hun afstanden te bepalen. En die afstand wordt gebruikt om de helderheid en de massa ervan te bepalen. Als een bolhoop verder weg is dan men denkt zouden de sterren helderder, zwaarder en dus jonger zijn dan berekend. Op basis van onderzoek aan bolvormige sterrenhopen komt men tot een leeftijd van minstens 13 miljard jaar.

Uitdijning van het heelal

De Oerknal was geen explosie zoals men zich dat zou kunnen voorstellen, het was het moment dat het heelal ging uitdijen. En die uitdijning is immer doorgegaan. Als je de snelheid van die uitdijning (de Hubble-constante) weet kun je gaan terugrekenen naar het moment van de Oerknal. Direct na de Oerknal was er zeer veel energie, dus hitte in het nog kleine heelal. Naarmate het heelal verder uitdijde koelde dat ook af, tot bijna het absolute nulpunt.

Meerdere factoren bepalen die constante, waaronder de verhouding gewone en donkere materie ten opzichte van donkere energie. Dichtheid speelt ook een rol. Om die dichtheid en de samenstelling van het heelal te bepalen zijn twee satellieten van cruciaal belang geweest: de Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP, van de NASA) en de Europese Planck Observatory. Beide bepaalden de warmtestraling die overbleef na de Oerknal, de zogenaamde kosmische achtergrondstraling of microgolffstraling (cosmic microwave background radiation, of CMB; zie kader). WMAP en Planck konden de verdeling van die straling nauwkeurig in kaart brengen. (Meer hierover lees je in het boekje *De Oerknal en het uitdijend heelal*, dat ik in 2015 samen met Henny Lamers schreef.)

Meest nauwkeurige waarde

Op basis van de WMAP data kwam men in 2012 met een leeftijd van 13,772 miljard (± 59 miljoen) jaar. In 2015 leidde het Planck-onderzoek tot een waarde van 13,813 miljard (± 38 miljoen) jaar.

Door combinatie van de resultaten van beide onderzoeken met die van andere projecten kwam men in dat jaar tot een leeftijd van 13,799 miljard (± 21 miljoen) jaar.

Microgolffstraling

De microgolffstraling bereikt ons vanuit alle hoeken van het heelal en blijkt van alle richtingen bijna even helder te zijn, met variaties van 0,01%.

Microgolffstraling is het deel van de radiostraling met golflengten tussen 1,1 mm en 1 m: net 'onder' het infrarode deel van het spectrum. Onze magnetron gebruikt deze straling, met een golflengte van 12 cm, om eten op te warmen. Water absorbeert die energie en wordt daardoor warm. Je kunt geen droog voedsel in de magnetron opwarmen.



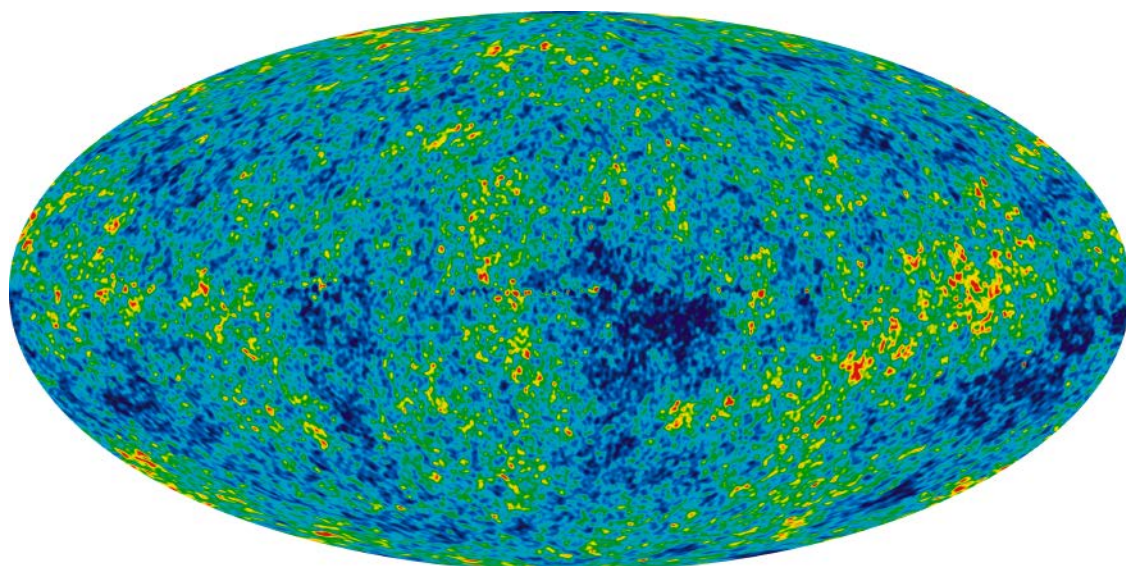
CMB straling op je televisie!

Als we de tv op een kanaal zetten dat niet uitzendt, dan zien we de bekende 'sneeuw'. Een deel van die witte puntjes wordt veroorzaakt door de kosmische achtergrondstraling die door de tv wordt opgevangen. Als we naar die 'sneeuw' kijken dan zien we dus de straling van de Oerknal!

In de tijd

Het is lastig om te achterhalen wat eerdere waarden waren voor de leeftijd van het heelal. Toen ik begon met de popularisering van de sterrenkunde, in 1977, was het '10 tot 25 miljard' jaar. In 1993 werd die waarde iets teruggebracht: 12 - 20 miljard. Het oudste getal dat ik in mijn eigen werk tegenkom is 12 tot 13 miljard jaar, en in 2006 kwam de teller op 13,7 miljard jaar (op tijd voor mijn boek *Genieten van de sterrenhemel*).

Linksonder: de verdeling van de kosmische achtergrondstraling over de hele hemel, zoals gemeten met de WMAP. De kleuren geven de helderheid van die straling aan: de blauwe gebieden zijn iets zwakker (koeler) dan de rode gebieden. Het verschil in helderheid tussen de rode en de blauwe gebieden is in feite ontzettend klein, minder dan 0,01 procent. Foto NASA.



OPROEP

Als je vragen hebt over sterrenkundige onderwerpen stuur die dan per e-mail. Dan zal ik ze zo goed mogelijk beantwoorden.

Voyager 1 start nog!

Als je een auto voor het eerst in 37 jaar zou willen starten is de kans levensgroot dat hij het niet doet. Maar op 29 november kon men Voyager 1 na zo lange tijd de stuurraketten laten 'vuren'. Deze thrusters spuiten gas uit, en zijn er voor koerscorrecties ('trajectory correction maneuver', of TCM-thrusters) en standregeling. De Voyagers hebben voor de standregeling 24 thrusters, waarvan acht reserve.

Men wilde het functionele leven van het toestel met nog twee of drie jaar verlengen en trommelde daarvoor een team van experts op. Die gingen eerst bepalen wat de effecten van verschillende scenario's zouden zijn. Ze kwamen met een ongebruikelijke oplossing: vier van de reserve standregeling thrusters, die al sinds 8 november 1980 (toen bij Jupiter koers werd gezet naar Saturnus) niet waren gebruikt, zouden worden gebruikt. Ze moesten daarvoor tientallen jaren oude data en software in een verouderde programmeertaal opduiken. Het ging allemaal prima en in januari wil men ook de oude TCM thrusters gebruiken. Daarvoor moeten die dingen eerst opgewarmd worden, en daarvoor is energie nodig. En als de weinige energie van Voyager 1 op is, schakelt men weer over naar de standregeling-thrusters. Daarna wil men hetzelfde doen met Voyager 2, wier thrusters overigens in een betere staat zijn dan die van haar zus.

Voyager 1 is 21 miljard km van ons verwijderd, zo ver dat men pas na 19 uur en 35 minuten wist of het gewerkt had!

Hieronder: een artist impression van Voyager 1.



Hemel van december 2017

Overzicht

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

Maanfasen december 2017

Volle maan	3 dec, 16:47 u MET
Laatste kwartier	10 dec, 8:51 u MET
Nieuwe maan	18 dec, 7:30 u MET
Eerste kwartier	26 dec, 10:20 u MET

Perigeum: 4 dec, 9:46 u MET, 357.493 km

Apogeum: 19 dec, 2:26 u MET, 406.602 km

Op 21 december, om 17:28 u, begint officieel de astronomische (dus de echte!) **winter**. Op die dag bereikt de zon in het zuiden zijn laagste maximale hoogte boven het zuiden, is de dag het kortst en de nacht het langst.

Op 4 december is er bijna een 'supermaan'. Zie hiernaast en op pagina 11.

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	Boogschutter/Slangendrager	16:47 u
Venus	Weegschaal tot Boogschutter	17:14 u
Mars	Maagd/Weegschaal	14:11 u
Jupiter	Weegschaal	14:47 u
Saturnus	Boogschutter	17:57 u
Uranus	Vissen	1:31 u
Neptunus	Waterman	22:53 u

De planeten

Mercurius is in de tweede helft van de maand weer te zien. Hij komt dan 's ochtends ruim 1,5 uur vóór de zon op, in het ZO. Op 17 december is er een conjunctie van Mercurius met de maan.

Venus staat te dicht bij de zon (zij is op 9 januari in bovenconjunctie, zie onder Januari 2018, hiernaast) en wordt pas in maart weer zichtbaar.

Mars komt in de tweede helft van de nacht op en in de ochtendschemering zie je hem dan in het Z/ZO. Mars begint in de buurt van Spica, later komt hij bij Jupiter en op 13 december staat de maan vlakbij.

Jupiter komt ook in de tweede helft van de nacht op en schittert in de ochtendschemering in het ZO/Z. Op 14 december komt de maan buurten.

Saturnus is op 21 december in conjunctie met de zon en daarom tot midden januari niet waar te nemen.

Uranus is een flink deel van de nacht te zien (met een verrekijker!) en gaat pas ver na middernacht onder.

Neptunus gaat steeds vroeger onder, eind december rond 22 uur.

Hemel van januari 2018

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 2018

Volle maan	2 jan, 3:24 u MET
Laatste kwartier	8 jan, 23:24 u MET
Nieuwe maan	17 jan, 03:17 u MET
Eerste kwartier	24 jan, 23:20 u MET
Volle maan	31 jan, 14:27 u MET

Perigeum: 1 jan, 23 u MET, 356.565 km

Apogeum: 15 jan, 03 u MET, 406.464 km

Perigeum: 30 jan, 11 u MET, 358.994 km

Op 2 januari is het volle maan, en 4 uur eerder staat de maan in haar perigeum (zie hierboven). Dat betekent wéér een 'supermaan', maar een betere (grotere) dan vorig maand. Op de 31e hebben weer zoiets. Zie pagina 11. Op de 31e is er trouwens ook een totale maansverduistering, maar die is bij ons niet te zien.

Planeten

Voor informatie, zie de tabel hiernaast.

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Boogschutter	18:27 u
Venus	Boogschutter/Steenbok	-
Mars	Weegschaal	15:37 u
Jupiter	Weegschaal	15:10 u
Saturnus	Boogschutter	18:15 u
Uranus	Vissen	1:32 u
Neptunus	Waterman	22:56 u

De planeten

Mercurius bereikt op 1 januari zijn grootste westelijke elongatie, wat betekent dat hij dan het best te zien is (vanaf 1,5 uur vóór zonsopkomst), boven de ZO horizon. Op de 13e zijn Mercurius en Saturnus (helderst!) in conjunctie.

Venus is in **bovenconjunctie**, wat betekent dat Venus in dezelfde richting staat als de zon, en ook nog aan de andere kant van de zon. De planeet is dus niet zichtbaar.

Mars staat met Jupiter (die is veel helderder!) 's ochtends in het ZO. Ze worden nu steeds beter zichtbaar en hebben op 7 januari een conjunctie (ze staan dan dus aan de hemel vlakbij elkaar).

Jupiter staat 's ochtends in het ZO (zie onder Mars) en is op 7 januari in conjunctie met Mars.

Saturnus wordt vanaf de 12e weer zichtbaar, aan de ochtendhemel, in het ZO.

Uranus is de hele avond te zien (met een verrekijker), en staat 's avonds hoog in het zuiden (47°). Rond middernacht staat hij in het ZW.

Neptunus is aan het begin van de maand in het ZW te zien (met een telescoop) en gaat halverwege de maand rond 21 uur onder, aan het eind van de maand rond 20 uur.

Bijzondere les 1

Stereolutie: Ed van den Heuvel

Als eerste van de twee bijzondere lessen van mijn cursus, door hoogleraren, was op 6 december prof. dr. Ed van den Heuvel aan de beurt. Hij sprak over stereolutie, een onderwerp dat al ruim veertig jaar zijn specialiteit is. En dan vooral over de eindstadia van sterren: witte dwergen, neutronensterren en zwarte gaten, en dan weer met name in dubbelsterren. Ondanks dat Ed al 12 jaar met pensioen is (met emeritaat) doet hij nog steeds onderzoek aan die objecten, nu ook in samenhang met de waarnemingen van zwaartekrachtgolven van samensmeltende zwarte gaten (sinds 14 september 2015) en botsende neutronensterren (voor het eerst op 17 augustus 2017!). Ed is er zeer enthousiast over dat hij dat nog mag meemaken als onderzoeker.

Het was een zeer boeiende lezing, waar ik ook het nodige van heb opgestoken. Dat zal zeker ook gelden voor de aanwezige cursisten en leden van de Sterrenwacht Midden-Nederland (die ik had uitgenodigd).

In de pauze kon men onze producten kopen én het nieuwste boek van Ed van den Heuvel, *De Wonderbaarlijke eenheid van het heelal*, waarvan ik er tien had ingekocht. De kopers konden ze meteen laten signeren. De overgebleven boeken zet ik op onze website te koop. Tijdens de pauze kwamen ook weer veel cursisten mij bedanken voor de cursus, heel leuk allemaal.

Feestje

Maar of dat al niet genoeg was liep het een beetje uit op mijn persoonlijke feestje! Na de pauze nam Jacqueline, een van de cursisten, het woord even over van Ed en begon een verhaal over een nieuwe ster die was ontdekt. Zij ging staan bij een donkerrode bol die verdacht veel leek op mijn Stermodellen van de grootste superreuzen. Ik dacht eerst 'Qua?', en toen 'Ik heb geen persbericht gezien...'

Het verhaal ging verder met details en geleidelijk ging het bij me dagen, zeker toen zij de

bol de Walrecht-ster noemde... Het was een dank-je-wel van de cursisten: de bol was gevuld met cadeautjes en briefjes met dankbetuigingen. Er zit zelfs een meteorietje bij! En een pak zout. Ik wil de cursisten bij deze nogmaals hartelijk bedanken voor hun enthousiasme en gezelligheid, én hun surprise!

Wat niet veel gebeurt: ik was even sprakeloos. Ik kon nog wel uitbrengen dat mijn hoofd eruit moest zien als een rode reus, en bedacht toen nog snel 'Ik ben niet dik, ik heb gewoon een groter aandeel zware elementen!', gewoon om de beeldspraak nog even voort te zetten. Misschien was het socialer van mij geweest om even naar voren te komen, maar ik was te verbouwereerd.

En toen Ed weer het woord nam, kreeg ik van hem ook nog eens een bos veren in mijn... (nee, ik zal het woord zwart gat niet gebruiken). Weer een rood hoofd. Meer hierover kun je lezen op mijn Facebook-pagina.

Al met al een erg leuke ervaring. Ik heb verzuimd het aantal gasten te tellen (maar ik denk dat er bijna 40 waren) en heb ook niet veel foto's gemaakt. Moet de volgende keer (op 20 december geeft prof. dr. Henry Lamers de tweede bijzondere les) anders.

Ik wil Ed hartelijk danken voor een mooie les.



Supermaan

Ik heb er al eerder over geschreven: de supermaan. In dat geval staat de volle maan in (of in de buurt van) haar perigeum, het punt in de maanbaan dat het dichtst bij de aarde ligt. Dat perigeum ligt niet altijd op dezelfde afstand, zoals je kunt zien als je de tabellen onder 'De hemel van...' in Rob's Nieuwsbrieven van een jaar met elkaar vergelijkt.

In het perigeum is de maan natuurlijk ook helderder dan gemiddeld, en aan de hemel groter. Om die reden noemen Amerikanen dat, op de hun gebruikelijke overdreven manier, een supermoon, maar het is wel indrukwekkend om te zien! Er is ook een naam voor de volle maan rond apogeum (het verste punt in de maanbaan): micromoon.

Wij spreken liever van een perigeum volle maan. Die is 30% helderder dan de apogeum volle maan, en oogt 14% groter.

Linksonder: Ed tijdens zijn les, met op de achtergrond het Sterrenmodel.

Midden, boven: de Walrecht-ster die ik kreeg aangeboden. Deze ster was prima gemaakt, als ik meer sterren nodig heb weet ik Mark te vinden!

Midden, onder: de inhoud van de Walrecht-ster. Erg leuk gedaan!

Hieronder: Ed had snel genoeg van het fotograferen...

Rechtsonder: de 'supermaan' van 4 december 2017, met ook het ISS, rechtsboven uitvergroet. Foto ©Thomas K. T. Fok.



Flat Earth: enkele nieuwe 'feiten'

- De aarde draait NIET om zijn as. De aarde draait ook NIET om de zon. De aarde is ook geen bol. Zon en maan zijn compleet anders dan u verteld. Het hele globe-verhaal is bedrog voor de mensheid.

- Newtons zwaartekracht bestaat niet. Het is de druk van de aether die ons en alles vanaf de bovenzijde op de grond duwt. Geen zwaartekracht betekent geen aardbol. [O?]

- Onbekend voor veel mensen [inderdaad] maar de aarde heeft een tweede maan! Het licht ervan: Noorderlicht.

- De aarde is een vlakke schijf van ca. 12 km dikte, met de Noordpool precies in het midden.

- De rand van de aarde is een hoge muur van ijs (Antarctica), gevolgd door een ijsvlakte, voor u op alle wijzen verboden terrein.

- Aarde kent een glazen dak, dat niet overal even hoog is, afhankelijk van waar u bent = 'The Dome'. Die dome vormt het dak en is de reden dat alle ruimtevaart fictie (fake) is. Daarom verzint Nasa sprookjes.

- Wetenschappers zijn te trots om toe te geven dat ze ernaast zitten = corrupt science.

En de echte eye-openers:

- De zon slingert slechts 4.987 km [hoe gemeten?] boven het aardoppervlak en krijgt haar energie uit de eb en vloed beweging van de oceanen.

- Zon en Maan zijn even groot.

- Het is niet mogelijk de maan te bereiken, alle zgn. 'ruimtevaart' is in 'low earth orbit'. [orbit?? Banen zijn toch rond?]

- De maan is hol van binnen (geode) en de zon is een gasbol (neon) zwevend door vloeibaar stikstof.

Als ik het zo lees denk ik dat Trump ook lid is... en moet ik mijn hele cursus aanpassen! Overigens heeft de Flat Earth Society leden 'all around the globe!' (hun woorden). Haha! Maar zonder gekheid, ik snap die mensen wel. Stel, je kunt geen normale vrienden krijgen, vanwege jouw chronische gebrek aan hersencellen. En je komt dan op een club gelijk denkenden (excusez le mot) waar ze op vrijdagavond niets anders kunnen doen dan het op een zuipen zetten. En dan opeens komt de inspiratie! Opeens heb je vrienden én een doel in het leven: leuke onzinnige theoriën bedenken! Lekker wars van logica, want met die paar brain cells... Lijkt me heel gezellig!

De vreemde gast

'Oumuamua

In mijn vorige nieuwsbrief schreef ik al over dat vreemde object, dat van buiten het zonnestelsel kwam, uit de interstellaire ruimte, en uiteindelijk ook weer uit het zonnestelsel zal verdwijnen.

Inmiddels is er al wat meer bekend. Zo heeft het nu ook een officiële naam: **1I/2017 U1 ('Oumuamua)**. Dat 'Oumuamua (Hawaïaans voor boodschapper of verkenners) spreek je uit als 'O moea moea' (heb ik niet bedacht!). Het is een donker en roodachtig object, zonder komeetachtige verschijnselen (een coma en/of staart), dus het is geen komeet zoals men aanvankelijk dacht, maar een planetoïde.

Snelheid geboden

Om zoveel mogelijk data te vergaren over deze interstellaire reiziger moest men snel in actie komen. Bij de ontdekking was de planetoïde al voorbij het perihelium (baanpunt dat het dichtst bij de zon ligt) en zijn helderheid nam snel af. ESO's Very Large Telescope werd meteen ingezet om de baan, helderheid en kleur van het object nauwkeuriger te bepalen. De helderheid varieert met een factor 10 (!) terwijl 'Oumuamua in 7,3 uur roteert. Daaruit kon men opmaken dat het object erg langgerekt is: ca. 200 bij 30 bij 30 m. Een grote sigaar! Hij bestaat waarschijnlijk uit gesteenten, mogelijk met een flink metaalgehalte. Water of waterijs komen er niet of nauwelijks voor. Het donkere, rode oppervlak is veroorzaakt door kosmische straling die het ding miljoenen jaren teisterde. Voorlopige berekeningen wezen naar een object dat uit de richting van Wega (Lier) was gekomen, maar zelfs met de enorme snelheid van 26,4 km/s was Wega niet in die positie toen het object daar 300.000 jaar geleden was.

Zwerver

Misschien is 'Oumuamua een zwerver door de Melkweg, zonder band met welke ster dan ook, die al honderden miljoenen jaren onderweg was toen hij het zonnestelsel even aandeed.

Men schat dat elk jaar wel een planetoïde als deze in onze buurt komt, maar ze zijn zo lichtzwak en slecht te zien dat ze tot nu toe altijd zijn gemist. Het is dankzij krachtige surveys, zoals Pan-STARRS, dat we het object konden ontdekken.

Het onderzoek aan 'Oumuamua gaat door. Men wil onder andere nauwkeuriger bepalen waar het vandaan kwam en waar het heen gaat. En men wil er meer vinden! De International Astronomical Union (IAU) heeft al een nieuwe klasse in het leven geroepen voor interstellaire planetoïden.

De aarde is plat, natuurlijk!

Je zal het niet geloven, maar er is nog steeds een Flat Earth Society. In een vraag van Elon Musk op Twitter (28 november 2017) waarom er geen Flat Mars Society is, antwoordde iemand van die organisatie een dag later: 'Hi Elon, thanks for the question. Unlike the Earth, Mars has been observed to be round.'

Er kwam een storm van grappen en serieuze kritiek op gang. Dat laatste lijkt me vrij zinloos, maar ik ben wel eens gaan kijken op een Nederlandse site, www.deaardsewaarheid.com. Als je eens geinig leuk wilt lachen om grappige humor – zij het onbedoeld denk ik, moet je daarop eens kijken. Als je eens geinig leuk wilt lachen om grappige humor – zij het onbedoeld (denk ik), moet je daarop eens kijken. Vooral hun wetenschappelijke 'feiten' zijn een ehh... openbaring! Zie het kader.

