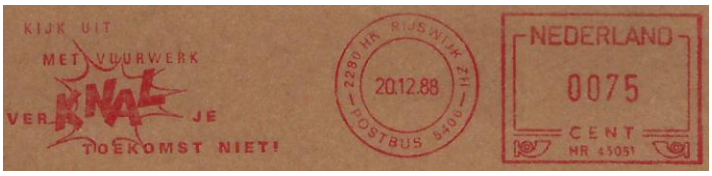
Het onvoorstelbare heelal

Deel 1: Ik zie sterretjes

Het heelal omvat miljarden sterrenstelsels, die elk weer miljarden sterren bevatten. Eén van die sterren is onze zon. Daaromheen cirkelen planeten, waaromheen soms ook weer grotere of kleinere brokstukken cirkelen, zoals onze maan. De ruimte daartussen is leeg. Binnen dit universum hebben we verder te maken met wonderlijke fenomenen zoals ruimte, zwaartekracht, licht, straling, tijd, warmte en magnetische velden.

Het heelal is oneindig en astronomisch groot. Het zichtbare heelal zou al 93 miljard lichtjaar (een lichtjaar is 9 biljoen kilometer, dus dat is zo'n 837.000.000.000.000.000.000.000 km) breed zijn, en daarnaast weten we dankzij Edwin Hubble dat het zich ook nog steeds met een enorme snelheid uitbreidt. Ook de lege ruimte tussen sterrenstelsels wordt steeds groter en gaat oneindig door (vaak aangeduid met een lemniscaat, zoals in de afdruk van FR 17123). En dat alles zou zo'n 15 miljard jaar geleden via een 'oerknal' ontstaan zijn.



Binnen dat immense geheel is de aarde dus eigenlijk minder dan niets, nog niet eens een zandkorrel in de woestijn of een druppel water in de oceaan. Het heelal is zo onvoorstelbaar groot, en de aarde binnen dat heelal zo onnoemelijk nietig en klein, dat het reuze knap is dat we toch al zoveel over het heelal te weten zijn gekomen. De wetenschap die zich daarmee bezig houdt, de astronomie of sterrenkunde, is de oudste wetenschap die we kennen. Niet zo gek trouwens, want hemellichamen zoals de zon, de maan en de sterren waren ook vroeger al heel belangrijk in het dagelijks leven van mensen. Laten we die daarom eens onder de loep nemen.

Wat zien we vanaf de aarde? Het valt meteen op dat er een periodieke afwisseling tussen licht en donker is (dag en nacht). Verder merk je dat die lichte en donkere perioden niet altijd even lang zijn en dat er in dat langer en korter worden een zekere wetmatigheid zit. Ook valt op dat in de periode dat het langer licht is de temperatuur gemiddeld hoger is. Allemaal zeer relevant voor het dagelijks leven en de landbouw. Men ontdekte dat die wetmatigheden te maken hebben met de beweging van de zon, de maan en de sterren. Dat zijn de hemellichamen die mensen met het blote oog konden waarnemen. In die tijd dacht men overigens nog dat de aarde stil stond en het middelpunt van het universum was.

Het onvoorstelbare heelal

Toen hadden ze ook nog geen verklaring voor al deze verschijnselen. Nu weten we dat dag en nacht veroorzaakt worden doordat de aarde om zijn eigen as draait, waardoor steeds een ander deel van het aardoppervlak naar de zon gekeerd is. Verder draait de aarde om de zon, en niet omgekeerd. De zon 'komt op' en 'gaat onder' doordat de aarde draait.

Doordat de aarde t.o.v. de zon wat gekanteld staat (in globes wordt die positie vaak goed weergegeven, zoals hierboven bij Confectiefabriek Boll), wordt het noordelijk halfrond in de maanden mei, juni en juli meer beschenen, waardoor het daar dan gemiddeld warmer is dan op het zuidelijk halfrond. In de maanden november, december en januari is dat precies andersom. Dan duren de dagen daar langer, en staat de zon daar hoger aan de hemel. Dit zorgt ervoor dat we op aarde seizoenen hebben. De astronomische seizoenen beginnen op of rond 20 maart, 21 juni, 23 september en 22 december en dus later dan de meteorologische lente, zomer, hefst en winter, die op de eerste dag van de genoemde maanden begint. Dit heeft te maken met de 'vertraging' die veroorzaakt wordt door de dampkring en de oceanen.

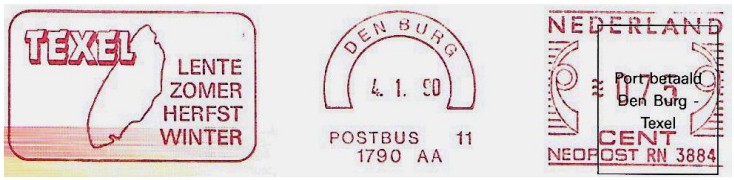
Twee keer per jaar is er een omslagpunt, waarna het elke dag steeds wat langer, of juist wat korter, licht is. Dit is de zonnewende, het moment waarop de zon, gezien vanaf de aarde, z'n noordelijkste of zuidelijkste positie bereikt. Dat is in juni (zomerwende) en december (winterwende). Tweemaal per jaar staat de zon loodrecht boven de evenaar. Deze equinox is het begin van de lente en van de herfst. De zon komt dan precies in het oosten op en de dag en de nacht duren dan precies even lang.

Zo'n 10.000 jaar geleden wist men al grote staande stenen zodanig neer te zetten, dat bij een zomerzonnewende de zon er bij zonsopkomst precies recht doorheen scheen. Een van de bekendste is Stonehenge, wellicht afgebeeld in de afdruk van FR 21009.

Het onvoorstelbare heelal

Aangezien de mensen er toen geen verklaring voor hadden werden de hemellichamen verbonden aan goden. Die goden werden ook verantwoordelijk gehouden voor verschijnselen als een zonsverduistering of een maansverduistering. Bij een totale zonsverduistering staat de maan precies voor de zon, waardoor het overdag donker wordt. De maan is weliswaar 400x kleiner dan de zon, maar kan toch voor een volledige verduistering zorgen doordat hij ook 400x dichter bij de aarde staat dan de zon. Als de aarde precies tussen de zon en de maan in staat valt er bijna geen licht op de maan, en wordt die verduisterd doordat hij in de schaduw van de aarde zit. Zons- en maansverduisteringen treden best vaak op, maar zijn meestal niet volledig. Als je een zwart bolletje 'door' de zon ziet gaan, dan is dat Mercurius of Venus, die precies tussen de zon en de aarde voorbij raast, maar niet op de juiste afstand staat om de zon helemaal te verduisteren.

Wat men ook kon waarnemen zijn de verschijningsvormen van de maan. Je ziet die niet altijd als een volledige bol (volle maan), maar in een cyclus van 29,5 dagen van niets eerst groeien en daarna weer afnemen. Op aarde zie je dit 'wassen' en 'krimpen' van de maan doordat de zon slechts een gedeelte van het voor ons zichtbare maanoppervlak verlicht. Dat komt door de gecombineerde rotatie van de maan om de aarde en van de aarde om de zon. De maan is trouwens al na ruim 27 dagen klaar met z'n rondje om de aarde, maar heeft wat extra tijd nodig om weer precies tussen de zon en de aarde in te komen omdat de aarde zelf inmiddels weer wat is opgeschoven in z'n rondje om de zon. Onze kalendermaanden lopen synchroon met de zon, maar niet met de maan-maanden. Onze maanden zijn wat langer (30 of 31 dagen) om op jaarbasis goed uit te komen. De Joodse en de Islamitische kalender volgen wel de maancyclus, waardoor bijvoorbeeld de ramadan elk jaar een aantal dagen eerder in het jaar is. In 1902 is voorgesteld om elk jaar 13 maanden van 28 dagen te geven. Elke dag in het jaar valt dan dus altijd op dezelfde weekdag! De rekenaars onder ons missen trouwens een dag (13 x 28 = 364). Dat werd in het voorstel opgelost door eind december een vrije 'Jaardag' toe te voegen. Het idee is nooit overgenomen, maar de '13^{e} maand' wordt door velen wel omarmd!



Door al die rotaties duurt een dag 24 uur (aarde om zijn eigen as), een maand circa 30 dagen (maan om de aarde) (al denken sommige gebruikers van frankeermachines daar toch nog anders over, bij hen heeft een maand soms wel 33 of zelfs 38 dagen!) en een jaar 365 dagen (aarde om de zon). Elk seizoen duurt 3 maanden.

Het onvoorstelbare heelal

Om de tijd te kunnen volgen werden in het verleden op grond van deze omlooptijden kalenders opgesteld. Die waren nog niet altijd erg accuraat, waardoor er soms een correctie nodig was. Zo is er op de dagen tussen 4 en 15 oktober 1582 niets gebeurd, omdat ze ter correctie zijn overgeslagen toen onze huidige Gregoriaanse kalender werd ingevoerd! Toepasselijk is wel dat Drukkerij en Uitgeverij Gregorius claimt nog steeds bij de tijd te zijn.

Een correctie die ook nu nog elke 4 jaar wordt toegepast is de schrikkeldag, waardoor het maar eens in de 4 jaar 29 februari is. Dat deze correctie in februari plaatsvindt komt doordat vroeger het nieuwe jaar in maart begon. Oktober (octo=8) klopte toen als 8e maand qua naamgeving beter dan nu. Overigens is het jaar 0 ook overgeslagen. Wiskundigen gebruikten de 0 pas later en dus ging de jaartelling van 1 voor Chr. direct over in 1 na Chr.! Wat als begin van de jaartelling (het jaar 1) wordt gekozen is ook overal anders. Het begin van onze jaartelling is trouwens pas in het jaar 525 vastgesteld. Elders in het heelal doet onze tijdrekening er trouwens helemaal niet toe. Op de maan duurt een dag bijvoorbeeld 700 aardse uren (de maan draait immers in 1 maand om z'n as) en op Mars duurt een jaar bijna 2x zo lang als op aarde (Mars heeft meer tijd nodig om z'n rondjes rond de zon te draaien). In de ruimte is tijd gekoppeld aan de snelheid van het licht. Ruimtetijd vormt daar een aparte dimensie, waardoor ruimte en tijd in elkaar overgaan. Voor de meeste mensen is dat onvoorstelbaar.

Over tijd gesproken, lang voordat er klokken waren wist men hoe laat het was aan de hand van een zonnewijzer. Doordat de aarde om haar as draait verandert de schaduw van een voorwerp gedurende de dag. Bij een zonnewijzer wijst de schaduw van de naald steeds aan hoe laat het is. Aan de lengte van de schaduw kun je trouwens ook nog zien welke datum het is. Helaas werkt deze klok/kalender alleen als de zon schijnt!

Het onvoorstelbare heelal

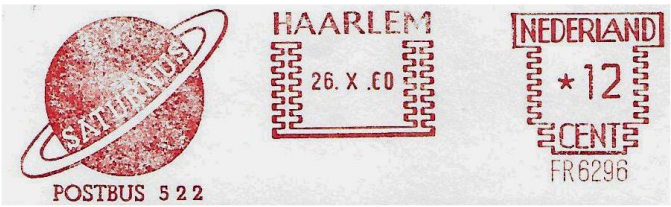
De Grieken kenden 7 bewegende hemellichamen (Zon, Maan, Venus, Mercurius, Mars, Jupiter en Saturnus) en noemden de dagen van de week daarnaar. Maandag werd vernoemd naar de Maan (Dies Lunae), dinsdag naar Mars (Dies Martis), woensdag naar Mercurius (Dies Mercurii), donderdag naar Jupiter (Dies Jovis), vrijdag naar Venus (Dies Veneris), zaterdag naar Saturnus (Dies Saturni) en zondag naar de Zon (Dies Solis). Die planeten waren overigens weer vernoemd naar goden. Mars heeft de eer zijn naam ook nog te geven aan de maand Maart.

Zo'n 2500 jaar geleden groeide door Pythagoras het besef dat de aarde ook een bol is en dus geen platte schijf. Daarna duurde het nog 500 jaar voordat iemand durfde te beweren dat niet de aarde, maar de zon het middelpunt is waar alles om draait. Zelfs rond 1500, toen Copernicus dit aantoonde, was het nog gevaarlijk hier openlijk voor uit te komen, omdat dit niet strookte met de opvattingen van de toen almachtige kerk.

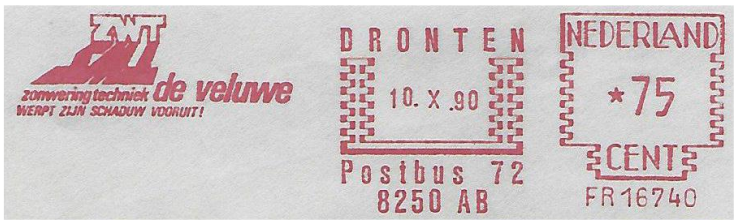
Mede door astronomen als Galilei en Herschel, die met een (spiegel)telescoop de ruimte bestudeerden, werden de planeten Uranus (in de Griekse Mythologie de personificatie van de hemel) en Neptunus (genoemd naar de Romeinse God van de zee, met de kenmerkende drietand) ontdekt. Rond 1600 beschreef Kepler de planeetbewegingen. Die draaien niet in zuivere cirkels, maar in enigszins elliptische banen om de zon, die in het brandpunt staat. Ze bewegen sneller als ze dichter bij de zon staan. Die hogere baansnelheid is noodzakelijk om uit de greep van de zwaartekracht van de zon te blijven. Verder stelde hij vast dat er een constante verhouding is tussen de massa, de afstand tot de zon en de omlooptijd van een planeet. Alle planeten draaien ook om hun eigen as, die haaks staat op hun baan om de zon.

De planeten verschillen nogal van elkaar. Het dichtst bij de zon staan 4 relatief kleine rotsachtige planeten (Mercurius, Venus, Aarde en Mars). De andere planeten zijn gaswolken die vooral bestaan uit waterstof en helium. Jupiter en Saturnus zijn veel groter dan Uranus en Neptunus. Alle 'gasplaneten' hebben ringen, die bestaan uit brokken puin en ijs. Die van Saturnus vallen het meeste op. Vanaf de aarde gezien lijkt het een dunne schijf. Elke 15 jaar zie je de ringen van Saturnus trouwens enkele weken niet, omdat je dan tegen de rand van de ringen aankijkt.

Het onvoorstelbare heelal



Opvallend is dat er tussen Mars en Jupiter een planetoïdengordel zit, die bestaat uit miljoenen relatief kleine rotsblokken, die een overblijfsel zouden zijn uit de periode dat de planeten ontstonden. De verste 'planeet' (Pluto) wordt door de ontdekking van meer dan 1000 soortgelijke hemellichamen en nog veel meer kleinere puinbrokken op grote afstand van de zon, inmiddels niet meer als planeet erkend, maar als onderdeel van de ringvormige Kuipergordel (genoemd naar de Nederlandse astronoom Gerard Kuiper), of de bolvormige Oortwolk (genoemd naar de Nederlandse astronoom Jan Hendrik Oort), die 'hofleverancier' van kometen zou zijn.



Het bijzondere aan planeten als Mercurius en Mars is dat het er aan de kant die naar de zon is gekeerd heel warm is, maar aan de 'schaduwkant' juist heel koud. Doordat er geen atmosfeer is op Mercurius varieert de temperatuur er van +430 tot -170 °C. Op Mars houdt een dunne dampkring de warmte enigszins vast, zodat het er met temperaturen tussen +20 en -140 °C beter uit te houden is. Venus heeft een hele dikke atmosfeer, veroorzaakt doordat al het water van de planeet verdampt is. Daardoor is het op Venus bijna 500 °C. Het is ook niet fijn om op Jupiter te zijn. De atmosfeer bestaat daar uit wolken van voor ons giftige gassen, die continu met orkaankracht rondrazen. Uranus en Neptunus zien 'blauw van de kou'. Mars ziet er rood uit als gevolg van het vele roestende ijzer op die planeet. We kunnen planeten trouwens alleen zien doordat het zonlicht erop weerkaatst, want planeten zenden zelf geen licht uit.

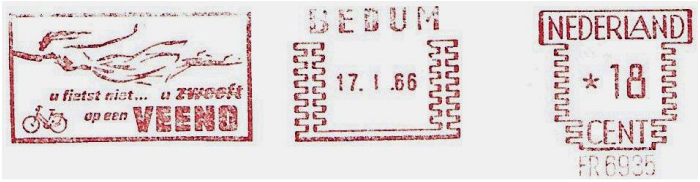
Alle planeten draaien wel in dezelfde richting (tegen de wijzers van de klok in) rond de zon, maar niet allemaal in hetzelfde platte vlak. Mercurius heeft een afwijking van 7 graden t.o.v. de aarde en Uranus draait 0.8 graden uit het lood. De meeste planeten zie je daardoor alleen vlak boven de horizon.

Het onvoorstelbare heelal

De omlooptijd om de zon is voor alle planeten verschillend. Op Mercurius duurt een jaar daarom maar 88 dagen (de God Mercurius wordt vaak afgebeeld met een gevleugelde helm, die zijn snelheid aangeeft), terwijl Neptunus er bijna 165 jaar over doet om z'n rondje rond de zon te vervolmaken. Alle planeten draaien ook om hun eigen as. Opvallend is dat Venus als enige planeet met de wijzers van de klok mee draait (daar komt de zon dus in het westen op!), terwijl de andere planeten tegen de wijzers van de klok in draaien (in dezelfde richting als hun rondjes om de zon). Venus draait trouwens zeer traag, terwijl Jupiter duizelig wordt van z'n eigen snelle rondjes. Op Jupiter duurt een dag daarom maar 10 aardse uren.

Bij Uranus is de draaiingsas bijna 90 graden gekanteld, waardoor daar zeer bijzondere seizoenen ontstaan (elk seizoen duurt daar 21 aardse jaren, terwijl een dag er maar 16 aardse uren lang is. Ook de zon en de manen draaien om hun eigen as. Grappig is trouwens dat de rotatietijd van de maan gelijk is aan z'n omlooptijd rond de aarde. Daardoor zien we altijd maar 1 kant van de maan en is er voor ons een 'dark side of the moon'. Pink Floyd heeft er een album naar genoemd.

Hemellichamen die om planeten heen draaien noemen we manen. Qua omvang zijn ze altijd kleiner dan de planeet zelf. In ons zonnestelsel komen 170 manen voor. De gasplaneten die verder van de zon staan hebben er de meeste. Mars heeft er twee, de Aarde 1 en Venus en Mercurius geen (waarschijnlijk omdat ze te dicht bij de zon staan). Onze maan is relatief groot t.o.v. de aarde. De draaiing van de aarde wordt er een beetje door afgeremd, en dat is fijn, want op een sneller draaiende aarde zou je meer wind en veel kortere dagen hebben! Ook zouden we zonder de maan geen getijden hebben op aarde. De maan trekt namelijk aan de watermassa op aarde, maar door de draaiing van zowel de aarde als de maan komt die aantrekking niet steeds van dezelfde kant. Daardoor wordt de watermassa heen en weer getrokken en ontstaat wat wij eb en vloed noemen.



Dat alles heeft te maken met het fenomeen dat zwaartekracht heet. Newton beschreef in 1687 waarom hemellichamen als een soort magneet werken. Alle massa's trekken elkaar aan. Bij een toenemende massa neemt die aantrekkingskracht (de zwaartekracht) toe. Door het ontbreken van massa in de ruimte ga je daar zweven. Door het verschil in zwaartekracht weegt een mens op Jupiter 21.000 kg, maar op de maan maar 12 kg. De afstand tussen de beide massa's is ook van belang. Bij een grotere afstand neemt de zwaartekracht af. De zwaartekracht trekt alles naar het

Het onvoorstelbare heelal

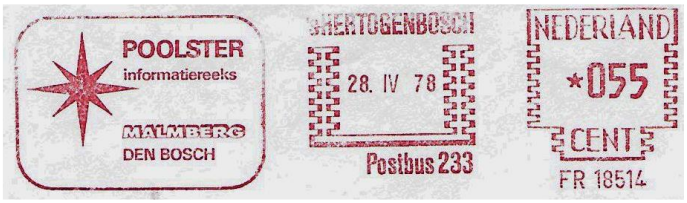
middelpunt van het hemellichaam. Pas als iets zo snel ronddraait dat de middelpuntvliedende kracht groter wordt dan de zwaartekracht, wordt het 'weggeslingerd'. Het mooie is dat in ons zonnestelsel een soort evenwicht is ontstaan van rond elkaar cirkelende en elkaar aantrekkende hemellichamen.

Het meest opvallende hemellichaam dat we kunnen zien is onze zon, die voor licht en warmte op aarde zorgt. Dat komt doordat het waterstofgas waaruit de zon bestaat via kernfusie wordt omgezet. Kernfusie is alleen mogelijk bij een hele hoge temperatuur (tot wel miljoenen °C) en een hele hoge druk (miljarden atmosfeer). De waterstofkernen fuseren dan tot zwaardere atoomkernen, zoals helium. De massa die daarbij verloren gaat wordt omgezet in stralingsenergie, en die zorgt voor licht en warmte. De zon wordt dus langzaam maar zeker steeds wat kleiner. Het zal naar verwachting nog miljarden jaren duren voordat onze zon 'op' is gebrand en langzaam aan zal afkoelen. Zelfs als we onsterfelijk worden zullen wij dat niet meemaken. Onze zon zit namelijk nog in de 'levensfase' waarin hij steeds heter en helderder wordt. Dat komt doordat heliumatomen gaan fuseren tot koolstofatomen, wat nog veel meer energie oplevert. Het duurt nog wel even, maar over een paar miljard jaar zal de temperatuur van de zon zo hoog worden dat al het water op aarde verdampt en het onmogelijk wordt er te leven. Daarbij vergeleken is de klimaatverandering van nu een peulenschilletje!

Tot nu toe beperkten we ons tot 1 ster (de zon) en alles wat daaromheen draait. Maar er is meer! Kijk op een heldere nacht maar naar boven en je ziet tal van sterren. Al die meer of minder heldere sterren behoren tot het sterrenstelsel dat we de Melkweg noemen. Het is een verzameling van miljarden sterren, waarvan onze zon er ééntje is.

Aangezien ons zonnestelsel zich een beetje aan de rand van de Melkweg bevindt, nemen we de Melkweg waar als een lichtende band. Grote, 'dichtbij' staande en 'actieve' sterren zijn helderder en kunnen we goed zien. Doordat sterren zo ver weg staan, en het licht er dus vaak jaren over doet om de aarde te bereiken, is het theoretisch mogelijk dat je een ster ziet die inmiddels al niet meer bestaat!

Het onvoorstelbare heelal



Als je naar de sterrenhemel kijkt, en een aantal sterren via 'lijntjes' met elkaar verbindt, dan zie je figuren die ergens op lijken en door ons 'sterrenbeelden' worden genoemd. Hoewel je er natuurlijk vrolijk op los kunt fantaseren, zijn er in het verleden 88 officiële sterrenbeelden beschreven. Welke sterrenbeelden je kunt zien varieert van seizoen tot seizoen en is afhankelijk van de plaats op aarde. Zo krijgen wij het Zuiderkruis nooit te zien en zoeken ze in Nieuw Zeeland tevergeefs naar de Grote Beer.

Dat komt door al die eerder genoemde draaiende bewegingen. Zelfs de Poolster staat door de zeer trage verandering van de stand van de draaiingsas van de aarde 'straks' niet meer in het noorden. Op de korte termijn kun je, als je weet welke datum het is, je klok gelijk zetten op de stand van de sterren(beelden) omdat de stand elk jaar op dezelfde dag en tijd weer hetzelfde is. En je staat er misschien niet bij stil, maar als je vanaf een andere plek in het heelal naar al die sterren zou kijken, dan zou je natuurlijk heel andere sterrenbeelden zien!

De 12 bekendste sterrenbeelden zitten in de dierenriem (bijvoorbeeld Tweeling of Steenbok). Gedurende het jaar zou de zon zich daar 'doorheen' bewegen. Mensen hebben aan al die standen t.o.v. elkaar betekenis toegekend en er kenmerken en voorspellingen aan verbonden. We hebben het dan over horoscopen en begeven ons op het terrein van de astrologie. Dat heeft weinig meer met astronomie te maken! Net als onderstaande 'dierenriem'.

Daglicht bestaat uit rood licht, geel licht en blauw licht. Luchtmoleculen kaatsen het licht alle kanten op. Door deze lichtverstrooiing lijkt de zon geler dan hij in werkelijkheid is en lijkt de hemel blauw. Buiten de dampkring is de ruimte zwart, en kun je daar overdag ook sterren zien! De lichtverstrooiing zorgt er ook voor dat het niet ineens donker of licht wordt, maar dat dat geleidelijk gaat. Deze periode van 'schemering' duurt op de evenaar overigens korter dan verder richting de polen. Tijdens de schemering bevindt de zon zich onder de horizon.

Het onvoorstelbare heelal

Alles in de ruimte draait, zowel om de eigen as, als om elkaar. Die draaiing wordt veroorzaakt doordat alles uiteindelijk is opgebouwd uit kleine deeltjes die elk een bewegingssnelheid en bewegingsrichting hebben, hetgeen onvermijdelijk resulteert in een draaibeweging. Alles op aarde draait dus mee, met een snelheid die oploopt van 0 km/uur op de Polen tot 1670 km/uur (!) op de Evenaar. Je merkt daar niets van, net als in een auto die constant 100 km/uur rijdt. Door al deze draaiende bewegingen is het verdraaid lastig om je er een driedimensionaal beeld van te vormen. Eise Eisinga deed in 1781 een poging, door aan het plafond van zijn woonkamer driedimensionaal precies te laten zien hoe de zon, de maan en 6 planeten (Neptunus en Uranus waren toen nog niet ontdekt) op dat moment ten opzichte van elkaar staan. Ook kun je zien in welk sterrenbeeld de zon op dat moment staat, hoe laat de zon opkomt en ondergaat en welke maanfase er is. Dat planetarium in Franeker is verdraaid knap in elkaar gezet en werkt nog steeds!

Wel geeft het slechts een zeer beperkt inkijkje in het heelal. Het betreft immers slechts 1 ster en een paar hemellichamen die daar omheen draaien. Doe dat maal een miljard en dan nog een keer maal een miljard en je wordt helemaal duizelig van het onvoorstelbare heelal.

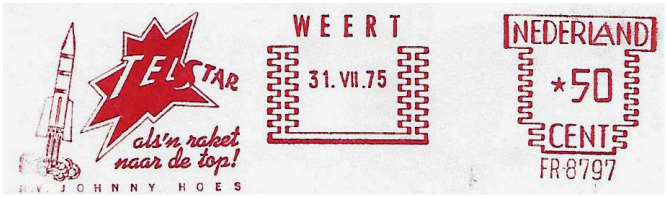
Deel 2: Op reis door de ruimte

Pak je koffertje maar in, want we gaan op ruimtereis! De gemiddelde astronaut mag slechts 1,5 kilo persoonlijke bagage meenemen, dus je moet wel selectief inpakken!

Vergeet in ieder geval je camera niet. Bij de Apollovluchten namen ze een 'gewone' Hasselblad spiegelreflexcamera mee. Een modelletje uit dezelfde tijd als de camera hieronder.

Het onvoorstelbare heelal

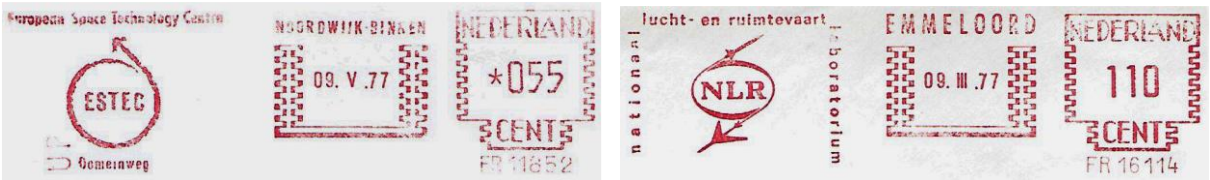
Zo'n ruimtereis vraagt trouwens best wel wat voorbereiding. Om te beginnen hebben we een raket nodig die minimaal een snelheid van 11,2 m/s (dat is zo'n 40.000 km/uur) kan bereiken, zodat we aan de zwaartekracht van de aarde kunnen 'ontsnappen'.



Bij de Apolloraketten, die naar de maan gingen, lukte dat door gebruik te maken van 3 'trappen'. In de eerste trap tankten ze een slordige 770.000 liter kerosine en 1,2 miljoen liter vloeibare zuurstof. In de tweede trap 984.000 liter vloeibare waterstof en 303.000 liter vloeibare zuurstof. In de derde trap tenslotte 252.750 liter vloeibare waterstof en 73280 liter vloeibare zuurstof. Zo'n raket bestond dus voor bijna 99% uit brandstof!

Tegenwoordig wordt bij de European Space Agency (ESA) gebruik gemaakt van veel modernere Ariane 6 raketten. Die hebben 2 trappen. In de eerste trap (ook wel vloeistofvoortstuwings-module genaamd) gaat een mengsel van vloeibare waterstof en vloeibare zuurstof. De Falcon 9 van SpaceX heeft 1500 ton brandstof, een mengsel van vloeibare zuurstof en vloeibaar methaan.

We zijn trouwens in een mum van tijd door onze brandstof heen, want echt zuinig is de raket van 110 meter hoog en 10 meter dik (het is alsof je de domtoren van Utrecht de ruimte in schiet) niet. Binnen 3 minuten is de eerste trap al leeg. We hebben dan wel een snelheid van zo'n 10.000 km/uur. Zes minuten later is onze snelheid toegenomen tot 25.000 km/uur, zijn we zo'n 175 km boven de aarde en zeggen we de tweede trap vaarwel. Via de derde trap versnellen we naar 28.000 km/uur, maken we even een rondje om de aarde, om daarna de ontsnappingssnelheid van de aarde te overtreffen, waardoor we uit haar greep weg kunnen komen. Hoe dat werkt wordt mooi weergegeven in de stempels van Estec en NLR.



Hoewel we in een paar minuten de dampkring van de aarde hebben doorkruist, is het toch goed er nog even wat langer bij stil te staan. De dampkring (ook wel atmosfeer genoemd) is zo'n 1000 km dik en bestaat uit 5 lagen: troposfeer, stratosfeer, mesosfeer, thermosfeer en exosfeer.

Het onvoorstelbare heelal

De troposfeer kennen we, want daar speelt 'het weer' zich veelal af. Vanaf de aarde gezien is dit de eerste 10 tot 16 km, die 80% van de totale massa aan lucht en de meeste waterdamp bevat. Naar boven toe neemt de temperatuur af tot -50°C. Opvallend is dat in de stratosfeer (tot 50 km hoogte) de temperatuur juist weer toeneemt. Dat komt door absorptie van UV-straling van de zon, die samen met een minder wordende luchtdruk zorgt voor een opwarming tot 30°C. Hoog in de stratosfeer vind je de ozonlaag. Dat is een vrij stabiele laag met weinig vertikale luchtbeweging. In de volgende 30 km (mesosfeer) neemt de temperatuur door een afnemende ozonconcentratie juist weer af tot -100°C. In de 600 km daarna kun je je jas weer uit doen, want in de themosfeer wordt het snel warmer. De temperatuur kan overdag oplopen tot wel 1700°C. 's-Nachts 'koelt het af' tot zo'n 1000°C. Het is dan dus maar de vraag of leidingen en kabels van A. Helffer NV voldoende hittebestendig zijn voor onze raket.

Door de in deze laag aanwezige UV-straling worden de aanwezige deeltjes geïoniseerd. Het effect hiervan is dat radiosignalen worden teruggekaatst naar de aarde. Dat maakt het mogelijk dat radiosignalen de hele wereld over gaan. De buitenste laag van de dampkring (de exosfeer) vormt de overgang naar het luchtledige van de ruimte. Daar begint de echte 'space'.

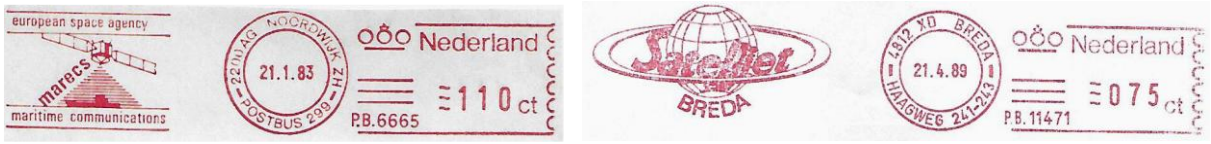
In de exosfeer neemt het aantal deeltjes namelijk verder af tot bijna 0. Daardoor is er ook bijna geen weerstand meer. De deeltjes die er nog zijn kunnen een hoge temperatuur bereiken, maar zonder deeltjes is er ook geen temperatuur meer (temperatuur is namelijk bewegingsenergie van deeltjes) en wordt het dus heel koud, namelijk -273°C oftewel 0 Kelvin, het absolute nulpunt. Ondanks z'n naam haalt zelfs de Kelvinator zo'n lage temperatuur bij lange na niet.

Afgezien van de temperatuurwisselingen (waar onze raket tegen moet kunnen) hebben we ook iets nodig om te blijven ademen (er is immers geen lucht, en dus geen zuurstof) en gaan we zweven. Dat vraagt om de nodige voorzorgsmaatregelen bij het plassen en het poepen, want je

Het onvoorstelbare heelal

wilt niet dat dat ook allemaal in je ruimtevaartuig rond gaat zweven. Wegspoelen met water gaat niet, want de watervoorraad aan boord is zeer beperkt. Elke dag douchen kun je dus ook wel vergeten tijdens je ruimtereis. En voor je maaltijden zit je weliswaar tussen de sterren, maar zeker niet in een sterrenrestaurant! Verder is je bewegingsruimte zeer beperkt. Stel je maar voor dat je gedurende de hele ruimtereis met 3 personen in een minivan moet doorbrengen.

Op onze weg naar de ruimte moeten we ook rekening houden met andere vliegende objecten. Allereerst natuurlijk de luchtvaart in de troposfeer. Hogerop (in de thermosfeer en de exosfeer) maken duizenden kunstmanen (ook wel bekend als satellieten) hun rondjes rond onze planeet.



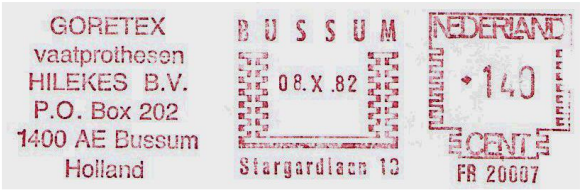
Denk aan satellieten voor communicatie (radio, TV, internet, telefoon), navigatie (GPS), observatie (milieuverontreiniging, landkaarten), onderzoek (wetenschappelijk onderzoek) en het weer (voor de weersverwachting en klimaatonderzoek). Ook kun je wellicht zwaaien naar de bemanning van het ruimtestation ISS dat er 'warmpjes bijzweeft' op zo'n 400 km hoogte.

Tenslotte is het oppassen voor zgn. ruimteschroot. Dat is afval dat mensen bij eerdere ruimteactiviteit hebben achtergelaten, en zich buiten de dampkring bevindt. Gezien de hoge snelheid (8 km/s) en het inmiddels zeer grote aantal objecten (van oude satellieten tot verfschilfers) vormt dit ruimteschroot een toenemend risico voor toekomstige ruimteactiviteit.

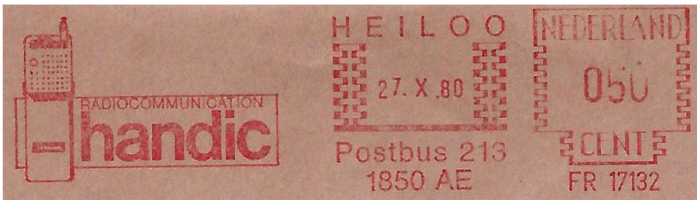
Wie denkt aan een ruimtereisje van een week, komt niet verder dan de maan. Een reis naar mars kost je namelijk al gauw een half jaar (in de praktijk echter 2 jaar, omdat je moet wachten op een geschikte 'transferwindow'; dat heeft te maken met de positie van mars en de aarde t.o.v. elkaar). Even een luchtje scheppen (astronauten omschrijven de geur in de ruimte als 'metalig') en een ruimtewandeling maken is zonder ruimtepak geen optie. Door de kou, de straling en het ontbreken van luchtdruk verlies je binnen 10 seconden je bewustzijn en na 90 seconden ben je dusdanig opgezwollen en verbrand en zijn je longen gebarsten, waardoor je je uitstapje niet meer na kunt vertellen. Een ruimtepak moet de astronaut voorzien van zuurstof en luchtdruk, moet

Het onvoorstelbare heelal

hen op een goede temperatuur houden, moet bescherming bieden tegen straling en tegen rondvliegende ruimtematerie en moet een mogelijkheid bieden voor communicatie.



Een ruimtepak bestaat daartoe uit een met water gekoeld onderpak en daaroverheen een drukpak, dat aan de buitenkant bestaat uit zwaar geisoleerde lagen stof van Gore-Tex, Neopreen en Dacron, met als afwerking een reflecterend buitenlaagje van Mylar (een witte stof die zonlicht weerkaatst). Over je hoofd staat een helm met een kijkglas, het water en de zuurstof draag je mee in een rugzak, voor de communicatie is een radiozender en -ontvanger aanwezig, de handschoenen zijn enigszins flexibel en het geheel is natuurlijk luchtdicht afgesloten. Alles bij elkaar weegt zo'n pak al gauw 40 kg (op aarde dan wel te verstaan, want op de maan weegt dat alles een stuk minder!). Het ruimteschip zelf is tegenwoordig een drukcabine, waardoor je daarbinnen geen ruimtepak hoeft te dragen.



Ruimtevoedsel bestond aanvankelijk uit samengeperste kubusjes en tubes met koud voedsel. Tegenwoordig kun je je maaltijd nuttigen uit warm te maken voedselcontainers en kun je à la carte kiezen uit 8 verschillende smaken. Drankjes zijn in poedervorm beschikbaar en kun je aanlengen met water. Die drankjes zijn uiteraard uitgekiend samengesteld met caloriën, vitamines en mineralen, en moeten via een rietje of slangetje gedronken worden. Verder is koolzuur in je drankje 'not done', want boeren in de ruimte is geen fijne ervaring. Toch nog één voordeel: Na de maaltijd hoef je niet af te wassen!

Slapen doe je in een slaapzak (die je aan een wand vastmaakt). Maar slapen is wel een dingetje in de ruimte. Er is geen afwisseling van licht en donker, zodat je aardse biologische klok al gauw van slag raakt. Als je rondjes om de aarde zweeft (zoals in het ISS) is dat anders, dan zie je elke 45 minuten de zon opkomen en ondergaan! Astronauten slapen daardoor doorgaans slecht, zodat een slaappilletje op z'n tijd geen kwaad kan op een ruimtereis.

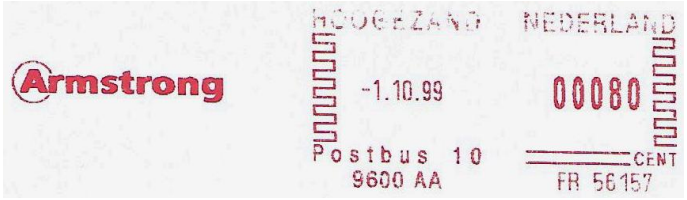
Het onvoorstelbare heelal

Jezelf wassen doe je met een klein beetje water en vloeibare zeep op een washandje, waarna je je met een handdoek afdroogt. Af en toe schone kleren aandoen? Helaas strekt de voorraad niet zo lang (en er kan aan boord niet gewassen worden), zodat de praktijk is dat je een week lang dezelfde kleren draagt, ook ondergoed.

Om ons zweverige bestaan wat onder de knie te krijgen gaan we vooraf eerst wat oefenen in de Space Simulator van de European Space Agency.

Professionele astronauten worden tijdens hun dure ruimtemissies uiteraard volop bezig gehouden door de NASA (National Aeronautics and Space Administration) en de ESA (European Space Agency) met het uitvoeren van allerlei geplande experimenten en noodzakelijk onderhoud en reparaties. Daarnaast is er geplande vrije tijd, waarin ze naar buiten kunnen kijken, kunnen chatten met vrienden en dierbaren, kunnen sporten (je spieren verliezen door al dat zweven veel van hun kracht) en 'zweverige' grappen kunnen uithalen met de andere bemanningsleden.

Mensen die een vakantiereisje in de ruimte maken zullen al snel last krijgen van verveling, zeker op een langere reis. In je Kosmos reisgids zul je ongetwijfeld lezen dat de aarde mooi is om vanuit de ruimte te bekijken, maar al snel zul je er niet erg veel detail meer van zien. De aarde is volgens mij wel de enige planeet die 'licht geeft'. Las Vegas is het helderste te zien!

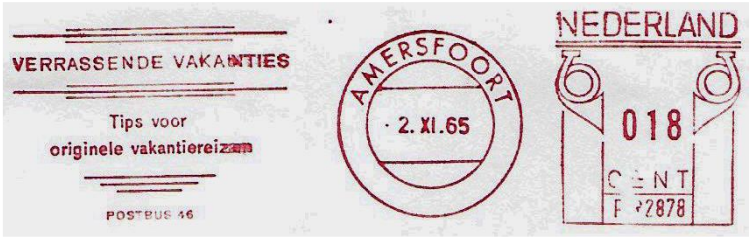


Voor de afwisseling kunnen we misschien een 'tussenlanding' maken. Een landing op de maan (inmiddels hebben er 12 mannen op de maan gelopen; Neil Armstrong was in 1969 de eerste), op Mars of op Mercurius behoort tot de mogelijkheden. Je kunt de Maan, Mars en Mercurius namelijk relatief gemakkelijk weer verlaten omdat de ontsnappingssnelheid er veel geringer is dan op aarde. Om die reden is een bezoek aan Venus feitelijk alleen mogelijk als 'enkele reis'. Om over Jupiter of Saturnus maar te zwijgen (je kunt immers moeilijk op een gaswolk landen), alhoewel hun manen wel weer een uitdaging zouden kunnen zijn. Het weerbericht is voor elk van deze hemellichamen trouwens nogal saai, omdat er feitelijk geen 'weer' is. Op Mars kan het wel waaien, en er kunnen zandstormen zijn.

Het onvoorstelbare heelal

Misschien kunnen we een tussenlanding maken in Emmeloord. In Emmeloord? Ja, want die Gemeente geeft in het frankeerstempel aan dat het een 'Stad in de ruimte' is!

Overigens bestaat er wel 'ruimteweer'. Dan hebben we het over rustige en actieve periodes van de zon die zich in cycli van ongeveer 11 jaar voordoen. Dit zou veroorzaakt worden doordat de zon niet overal even snel om z'n as draait en doordat ongeveer elke 11 jaar het magnetisch veld van de zon omdraait. Tijdens de actieve periodes zijn er vaak zonnevlekken met veel magnetische energie. Dat leidt dan tot zonnevlammen (felle lichtflitsen met röntgen- en radiostraling), die zelfs effect kunnen hebben op de aardatmosfeer. Bekend zijn het spectaculaire noorderlicht en zuiderlicht. Sterke zonnevlammen kunnen overigens ook radiocommunicatie, elektriciteitsnetwerken en navigatiesystemen ontregelen.



Als je een langere ruimtereis wilt maken, loop je nog tegen een aantal andere problemen aan. Op een grotere afstand neemt je signaalsterkte af en zit er een zekere vertraging in je communicatie. Hierdoor verlies je op een gegeven moment het contact met de aarde. Op dit moment is de Voyager zo ver van de aarde dat het contact ermee verloren gaat. We praten dan over een afstand van 19 miljard kilometer. Een signaal van de Voyager doet er nu 18 uur over om de aarde te bereiken.

Ook de energievoorziening wordt op een gegeven moment een probleem. Zonnepanelen werken alleen goed als je niet te ver van de zon (of een andere ster) verwijderd bent. Die energie is nodig om allerlei apparaten te laten werken. En die apparaten, met veel gevoelige electronica, moet je ook nog eens beschermen tegen kosmische straling.

Om te kunnen wenden en keren moet je aandrijving blijven werken. De benodigde brandstof daarvoor zal al snel op zijn. 'Brandstof' voor mensen is ook snel op, of je moet een hele supermarkt mee de ruimte in schieten. Een satellietstation als het ISS is te bevoorraden, maar een ruimtschip dat alsmaar verder de ruimte in vliegt niet.

Het onvoorstelbare heelal

Goed, we blijven dus 'in de buurt'. Nog even wat reistips. Een bezoek aan de 'dark side of the moon' is niet aan te bevelen omdat het er vaak donker en koud is. En wie denkt dat ze op Mars geen CO_2-probleem hebben komt bedrogen uit. Daar bestaat de atmosfeer namelijk bijna helemaal uit CO_2. Door het vrijwel ontbreken van het broeikaseffect is het er desondanks toch bar koud. Mercurius heeft geen atmosfeer en kent extreme verschillen in temperatuur tussen dag en nacht. Dat geeft je ook niet echt een fijn vakantiegevoel.

Wie het toch aandurft om door te reizen door de grote leegte van de interplanetaire ruimte, de interstellaire ruimte of zelfs de intergalactische ruimte, kan op zoek naar 'new horizons'. En als we met de lichtsnelheid kunnen reizen (300.000 km/s) en onsterfelijk worden, dan kunnen we de uitdijing van het heelal (zo'n 70 km/s) wellicht inlopen en de rand van het universum bereiken.

Deel 3: Leven in het heelal?

Als we het over het leven van het heelal zelf hebben komen we meteen bij de prangende vraag hoe het heelal ontstaan is. Hoe is het allemaal begonnen? Wetenschappers gaan veelal uit van een 'oerknal', hetgeen feitelijk een rare naam is, want er was niets en geluidsgolven konden zich niet voortplanten, waardoor van een hoorbare knal geen sprake kan zijn. Eigenlijk is de basisvraag hoe er 'iets' uit 'niets' kon onstaan.

Einstein zegt in zijn bekende relativiteitstheorie dat $E = MC^2$, dat betekent dat energie gelijk is aan massa maal de lichtsnelheid (300.000 km/s) in het kwadraat. Energie kun je niet waarnemen, en is dus eigenlijk 'niets'. Die energie kan wel omgezet worden in massa, en wordt dan 'iets'. Energie heeft verschillende uitingsvormen (bv. straling, warmte, beweging), maar gaat niet verloren. Hieruit zou je kunnen concluderen dat er een enorme hoeveelheid 'niets' (energie) was, en dat die op enig moment omgezet werd in 'iets' (massa, staling, beweging en warmte). Als (slechte) vergelijking kun je denken aan een lamp die aangezet wordt. Het ene moment is er niets, en op het volgende moment heb je licht en warmte. Op dat moment begon de tijd te lopen.

Het onvoorstelbare heelal

Vanaf dat moment ontstaat ook ruimte. Ruimte is op zich ook niets (het is onzichtbaar en leeg), maar je zou het kunnen definiëren als het vacuum tussen materie, zoals hemellichamen. Doordat sterren en sterrenstelsels steeds verder uit elkaar bewegen, wordt de ruimte steeds groter. En dat proces is nog steeds gaande, want het heelal dijt nog steeds uit. Geen explosie dus, maar een expansie.

Zo'n 15 miljard jaar geleden werd het heelal zo gevuld met een enorme hoeveelheid superheet plasma. Na honderdduizenden jaren is het plasma dusdanig afgekoeld dat zich structuren als quarks, neutronen, protonen, elektronen en eenvoudige atomen en moleculen (waterstof en helium) konden vormen. In het hele universum zijn 4 natuurkrachten van toepassing: Gravitonen zorgen voor zwaartekracht, fotonen voor electromagnetische kracht (kracht tussen geladen deeltjes), gluonen om protonen en neutronen in de atoomkern bij elkaar te houden en bosonen die ervoor zorgen dat het vervalproces kan plaatsvinden. Fotonen bewegen vrij door het heelal en zijn verantwoordelijk voor het licht.

Licht van sterren reist in een rechte lijn, maar wel alle kanten op rond de ster. Wat je ziet is niet het licht zelf, maar zijn deeltjes die dat licht reflecteren. Je zou verwachten dat door al die stralende sterren de hele ruimte verlicht zou zijn. In de ruimte zijn echter geen deeltjes, en dus is er in de ruimte geen reflectie en is het donker. Je ziet er alleen de sterren en hemellichamen die licht reflecteren. Dat komt doordat we alleen het licht zien dat op onze ogen valt.

Zwaartekracht zorgt ervoor dat deeltjes elkaar aantrekken en samenklonteren. Uit de nevel van stof en gas ontstaan zo na honderden miljoenen jaren de eerste sterren en sterrenstelsels. Eén daarvan is onze Melkweg, die zo'n 5 miljard jaar oud is, maar zich nog steeds ook weer vernieuwd. Elk jaar komen er naar schatting 10 sterren bij in de Melkweg (ook wel de Milky Way genoemd). Ons zonnestelsel bestaat, net als de rest van het heelal, voor 96% uit donkere energie en nog onbekende donkere materie. In die grote leegte zwerft dus eigenlijk maar heel weinig materie rond waar we iets van weten.

Het onvoorstelbare heelal

Bij dat samenklonteringsproces gaat alles ook draaien. Een ster in wording krijgt hierdoor een grotere dichtheid en een hogere temperatuur. Dat creëert omstandigheden waarbij kernfusie spontaan op gang komt. Dat zorgt voor een explosie van energie, waarbij de zon niet alleen straling (licht) en warmte afgeeft, maar ook alle materie 'in de buurt' wegblaast. De zwaardere delen minder ver dan de lichtere. Ook daar vindt weer een samenklontering en rotatie plaats, en daaruit ontstaan planeten. Het dichtst bij de zon gesteenteplaneten en verder van de zon gasplaneten. Volgens een andere hypothese was Jupiter de eerste planeet die gevormd werd in ons zonnestelsel en ontstonden de andere planeten pas later. Volgens die theorie hebben de zich vormende planeten door ons zonnestelsel gezworven.

Zonder Saturnus zou Jupiter al het ruimtemateriaal opgeslokt hebben. Jupiter zou er op zijn beurt weer voor gezorgd hebben dat de aarde bij zijn onstaan voldoende water aan zich kon binden. Op zijn reis door het zonnestelsel zou Jupiter namelijk water uit de planetoïdengorden in de buurt van wat later de aarde werd, hebben achtergelaten. En mogelijk ontstaat er uit de planetoïdengordel tussen Mars en Jupiter ooit nog een nieuwe planeet, maar houdt de zwaartekracht van Jupiter dat proces vooralsnog tegen.

Manen zouden op dezelfde manier kunnen ontstaan. Doordat de samenstelling van gesteenten op onze maan en op aarde erg op elkaar lijken, denken astronomen dat de aarde zo'n 4,5 miljard jaar geleden op een andere planeet (Theia) gebotst is, waarbij een grote hoeveelheid vloeibare lava weggeslingerd is, en na afkoeling onze maan vormde. Het bijzondere van onze maan is dat hij relatief groot is ten opzichte van de planeet waar hij omheen draait. Ook is bijzonder dat de botsing er de oorzaak van is dat de aardas gekanteld is, hetgeen grote invloed heeft op de seizoenen en de klimaatstabiliteit. Verder nam de rotatiesnelheid af en zorgden getijden voor oceaanstromingen.

Ondanks alle samenklonteringen zweeft er ook nog veel 'losse' materie in de ruimte. Vanuit de planetoïdengordel tussen Mars en Jupiter kunnen meteorieten komen die in de buurt van de aarde komen (zgn. aardscheerders). Als ze de aarde bereiken verbrandt een groot deel vaak in de dampkring. De restanten van die meteorieten vallen dan op aarde. Ook zie je soms kometen.

Dat ziet eruit als een sneeuwbal met een staart. De komeet bestaat uit stof, ijs en gas. Doordat dit geheel te dicht bij een ster komt sublimeert het ijs en dat vormt de staart. Flinke meteorieten en kometen die op aarde inslaan kunnen grote gevolgen hebben. Door een inslag ervan zouden

Het onvoorstelbare heelal

destijds de dinosauriers uitgestorven zijn. Vaak is het echter niet zo dramatisch en gaat het om kleine steenbrokken. Als die het hoge snelheid de dampkring binnen dringen lichten ze korte tijd op. Als we dat zien spreken we van een ‘vallende ster’, en doen we snel een wens.

Hoewel je zou verwachten dat alle hemellichamen driedimensionaal om elkaar heen zouden draaien, is dat toch niet zo. De planeten draaien in een ‘plat vlak’ rond ze zon, al wijken de planeetbanen van Mercurius en Uranus daar iets van af. Daardoor zie je de planeten altijd vlak boven de horizon. Ook de maan houdt zich niet netjes aan dat vlak. De Melkweg is waar te nemen als een lichte band, die lijkt op een discus. Daar zien we dezelfde afplatting optreden, die veroorzaakt wordt door de eerder genoemde draaiing.

Na zo’n 10 miljard jaar (grote zonnen zijn eerder opgebrand en kleinere leven langer) is een ster zoals onze zon ‘opgebrand’. De ster ‘sterft’ d.m.v. een explosie (supernova), waarna zij implodeert door haar eigen zwaartekracht. De ster straalt niet meer en wordt een zwart gat. Zwarte gaten hebben door hun hoge dichtheid en hoge massa een enorme zwaartekracht, waardoor ze alle materie in de omgeving ‘opslokken’.

De ontsnappingssnelheid gaat zelfs de snelheid van het licht te boven. Licht kan er dus ook niet uit ontsnappen. Daarom zie je zwarte gaten ook niet. In het centrum van elk zonnestelsel bevindt zich een gigantisch zwart gat (een quasar), waar alle sterren omheen cirkelen. Zo’n zwart gat blijft continu massa opslokken die te dicht bij komt. Zwarte gaten krijgen zo wel meer massa, maar worden niet groter. Wel geven ze continu zgn. ‘Hawkingstraling’ af, waardoor ze langzaam ‘verdampen’. Zelf stel ik me een zwart gat voor als een omgekeerde ‘oerknal’, waarbij massa wordt omgezet in energie. Hoewel er nog steeds nieuwe sterren gevormd worden, denkt men dat dat op enig moment zal ophouden, eenvoudigweg omdat er onvoldoende gaswolken over zijn. Uiteindelijk, na vele miljarden jaren, zal het hele heelal dan verdwenen zijn in de zwarte gaten, zodat er ‘niets’ overblijft. Astronomen spreken van ‘singulariteit’. Dat is een punt met oneiendig grote dichtheid en een oneindig klein vollume, waar ruimte en tijd uit ontstonden, maar ook ophouden te bestaan.

Het heelal lijkt dus zo dood als een pier, maar is toch een heel levendig geheel. Als hoog ontwikkelde levensvorm is de mens natuurlijk geïnteresseerd in de vraag hoe er in dat geheel

Het onvoorstelbare heelal

echt leven, zoals wij dat kennen op aarde, is ontstaan. En als het hier op aarde kan ontstaan, is er dan ook elders in het heelal leven?

Voor levende organismen zijn bouwstenen nodig. De simpelste bouwsteen is het element waterstof. Dat kan via kernfusie in een ster omgezet worden in zwaardere elementen als Helium, Koolstof, Neon, Zuurstof, Silicium en IJzer. Via invanging van neutronen zullen ook nog zwaardere elementen gevormd worden, al is daar de enorme hitte van een supernova voor nodig. Kosmische straling geeft de energie om deze elementen samen te laten smelten tot moleculen. Voor leven zoals wij dat kennen zijn aminozuren (basis voor eiwitten) essentieel. In de ruimte komen grote hoeveelheden complexe moleculen, waaronder aminozuren, voor. Via de talrijke kometen of meteorieten zullen die ook op aarde terecht zijn gekomen. De atmosfeer van de aarde bestond aanvankelijk uit 87% waterstof, 13% helium, 0,025% zuurstof, 0,02% stikstof en 0,01% koolstof.

Experimenten hebben aangetoond dat zich uit deze 'oersoep' onder invloed van vulkanisme, bliksem, UV-licht en radioactiviteit eiwitten konden vormen. Zo konden de eerste eenvoudige levensvormen (bacteriën) ontstaan, die in staat waren zichzelf voort te planten. Zo'n 3 miljard jaar geleden waren cyanobacteriën of blauwgroene algen mogelijk de eerste organismen die via fotosynthese zuurstof produceerden. Hierdoor steeg de hoeveelheid zuurstof in de atmosfeer, en dat opende deuren voor de ontwikkeling van andere organismen. Volgens Darwin's evolutietheorie kunnen er dan in een voldoende lange tijdsperiode via 'trail and error' en 'survival of the fittest' steeds andere en hogere levensvormen ontstaan.

Statistisch gezien is de kans dat dit proces zich ook elders in het heelal heeft afgespeeld zeer groot. Er zijn immers heel veel andere sterren met bijbehorende planeten. Verschillende mensen hebben berekend dat er wel 2 miljoen, of zelfs wel 600 miljoen, 'levensvriendelijke' planeten zouden moeten zijn in het heelal. En aliens als E.T. zouden onze aarde al bezocht hebben…

Het onvoorstelbare heelal

Maar zo eenvoudig is het niet, want er moet aan meer voorwaarden voldaan worden. Zo moet er een atmosfeer zijn rond de planeet, die niet te ijl en niet te dicht is, en waar een redelijk constante luchtdruk op zeeniveau is. Ook moet die atmosfeer schadelijke straling tegenhouden. De aarde is groot genoeg om die atmosfeer vast te houden. Verder moet er een gunstige temperatuur zijn, zodat de chemische reacties kunnen plaatsvinden en organismen in leven kunnen blijven. Dat wil zeggen dat de planeet op een bepaalde afstand van de ster moet staan, zodat er ook vloeibaar water aanwezig is. De maan helpt de aarde om z'n draaiingsas redelijk stabiel te houden, waardoor grote klimaatomslagen voorkomen worden. De kans op een dergelijk 'aarde-maansysteem' elders lijkt niet zo groot.

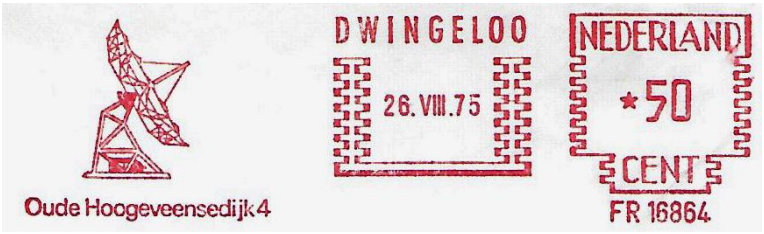
Zonder een acceptabele zwaartekracht is ook geen leven mogelijk, hetgeen eisen stelt aan de grootte van de planeet. En dan is er tijd nodig om leven te laten ontstaan. De betreffende ster moet dan al lang genoeg bestaan, en dus in een 'gunstige' levensfase zitten. Gedurende die periode moeten er ook niet teveel botsingen met andere hemellichamen geweest zijn, omdat die het proces kunnen vertragen of tenietdoen. De aarde heeft als voordeel dat Jupiter door z'n zwaartekrachtveld veel voorwerpen die op aarde zouden storten 'afvangt' voordat ze daar de kans toe krijgen. En tenslotte moet je, wil je hoog ontwikkelde levensvormen zoals de mens aantreffen, op het juiste moment kijken. Als je 5 miljoen jaar te vroeg naar de aarde had gekeken, had je geen mensen aangetroffen. En ja, 5 miljoen jaar is niet echt lang op een 15 miljard jaar oude planeet!

Als we naar ons eigen zonnestelsel kijken dan is het niet onmogelijk dat er leven op Venus geweest is. Venus heeft nu een hele dichte atmosfeer en een hoge temperatuur, maar die kan in het verleden minder dicht en lager geweest zijn, doordat de zon toen nog minder krachtig was. Op Mars zou vroeger water gestroomd kunnen hebben. Door een verandering van de ashelling zou het er nu onleefbaar geworden kunnen zijn, en in de toekomst kan de dampkring zich mogelijk weer verdichten en kan de temperatuur dusdanig veranderen dat leven weer mogelijk wordt. Ook de manen 'Europa' en 'Io' van Jupiter worden genoemd als mogelijke kandidaten, gezien de aanwezigheid van water en vulkanische activiteit. De maan 'Titan' van Saturnus heeft veel vloeibare koolwaterstoffen, vloeibaar methaangas en een dampkring met veel stikstof. Allemaal hoopgevend voor vormen van leven.

Het onvoorstelbare heelal

Hoewel het nog niet is aangetroffen, blijft het zeker mogelijk dat er elders in het heelal leven is. De kans dat we dergelijke ‘aliens’ ooit zullen zien is echter zo goed als nul. Dat komt door de onvoorstelbaar grote afstanden tussen sterren in het heelal. Het duurt al zo’n 500.000 jaar om naar de rand van ons eigen zonnestelsel te reizen, en dat geldt natuurlijk omgekeerd ook voor die aliens. Het is dan nog eerder denkbaar dat we via radiostraling of microstraling signalen van andere levende wezens kunnen oppikken, als die signalen tenminste net op het goede moment (wij kunnen ze pas de laatste 100 jaar opvangen, en dat is een periode van niets op de galactische tijdschaal) en in de goede richting (je moet echt heel goed richten om net op de aarde uit te komen) zijn uitgezonden. En dan moeten we ze nog ‘interpreteren’ om de boodschap te begrijpen. Overigens stellen we ons nu levende wezens voor zoals wij die kennen. We moeten niet uitsluiten dat er in het heelal andere vormen van leven bestaan, die we op aarde niet kennen. Mercuriusmannetjes zoals hieronder wellicht?

Zelfs met enorme telescopen zien we maar een heel klein deel van het universum. Een telescoop in de ruimte kan ons nog verder doen kijken, maar uiteindelijk zien we hooguit zichtbaar licht van iets verder weg. Via onzichtbaar licht (infrarood, ultraviolet, röntgen, radio, gamma en microgolf) kunnen we veel meer ‘zien’. Die straling, elk soort gekenmerkt door een bepaalde golflengte en frequentie, kunnen we bijvoorbeeld via radiotelescopen en röntgentelescopen bij elke soort straling anderen dingen ‘zien’. In Nederland doen we dat via aan elkaar gekoppelde radiotelescopen in Dwingeloo en Westerbork en het LOFAR (Low Frequency Array) in Noord Nederland.



Straling die door de dampkring wordt tegengehouden (bv. UV, röntgen, infrarood en gammastraling) kan alleen opgevangen worden via satellieten in de ruimte. Een voorbeeld hiervan is IRAS (InfraRood Astronomische Satelliet), die sinds 1983 rondjes om de aarde draait. Daarmee kun je zelfs sterrenstelsels van vlak na de oerknal bestuderen. Krachtige computers helpen ons door hun grote opslagcapaciteit en rekenkracht om de ongekende hoeveelheid gegevens die we over het heelal en de hemellichamen verzameld hebben te ordenen te modelleren (simulaties) en te bewaren.

Het onvoorstelbare heelal

Doordat licht zo'n hoge snelheid heeft en zo ver doorstraalt kunnen we 'terugkijken' in de tijd. Het licht van een ster die op 10 lichtjaar van ons vandaan staat doet er 10 lichtjaar over om ons te bereiken. Wat wij zien is dus het licht, en dus de ster, zoals die er 10 lichtjaar geleden uitzag! Inmiddels kan die ster dus al lang uitgedoofd zijn, maar zien we hem nog wel.

Het leven op aarde is maar een beperkte periode mogelijk, omdat de omstandigheden in het verleden anders waren en ook in de toekomst zullen veranderen. En dan doel ik niet op de huidige klimaatverandering, want dat is echt 'peanuts' bij wat er gebeurt als een ander groot hemellichaam in botsing komt met de aarde. Dat zou de zesde massale uitstervingsgolf van leven op aarde betekenen. De eerste vijf zijn 'we' wel weer teboven gekomen. Ik zeg bewust 'we', want 99,9% van alle soorten die ooit bestaan hebben is inmiddels weer uitgestorven.

Verder zit onze zon op de helft van z'n levensperiode. Op dit moment neemt de temperatuur van de zon nog toe. Als die teveel toeneemt wordt leven op aarde onmogelijk omdat al het water zal verdampen, iets wat eerder mogelijk al op Venus heeft plaatsgevonden. Als de zon aan het einde van z'n levensfase komt, zal hij enorm opzwellen en zal de temperatuur op aarde vele honderden graden stijgen. Door de dan toegenomen zwaartekracht en de afgenomen stralingskracht kunnen planeten als Mercurius, Venus en de aarde door de zon opgeslokt worden. Zelfs als dat niet gebeurt en de zon uitdooft is leven op aarde onmogelijk omdat het dan juist heel koud wordt doordat de zonnestraling is opgehouden. Het spectaculairste scenario is dat onze Melkweg op een gegeven moment zal 'botsen' met Andromeda, het 'dichtsbij' gelegen andere zonnestelsel. Of dit daadwerkelijk tot botsingen zal leiden, of tot explosies, wegslingering, verdichting of nieuwe sterren, dat weten we niet. Wat we wel weten is dat we van dat spektakelstuk geen getuige zullen zijn. Misschien heeft Polaroid er wel een beeld van.....

[Jan Willem Jansma]

Met dank aan Arie van Drimmelen voor het aanleveren van diverse stempelafdrukken.