

## Het heelal en ons zonnestelsel: een verhaal van implosies en explosies

Men neemt aan dat het heelal zowat 13,7 miljard jaar geleden ontstaan is na een explosie van een sterk samengebalde zeer kleine massa op hoge temperatuur (**Big Bang** theorie, 1940). Bij de erop volgende uitdeining van dit oer-heelal, wat nog steeds aan de gang is, ontstaan door gravitatiekrachten lokale deeltjeswolken die de eerste sterren vormen. De deeltjes in deze wolken zijn elektronen, quarks en gluonen. Ze worden naar het centrum van de ster samengeperst tot hoge temperaturen en drukken, er komt hierbij lichtenergie vrij. Men spreekt ook van fotonen of energiedeeltjes. Door dit samenpersen van elementaire deeltjes ontstaan de eerste elementen **waterstof en helium**.

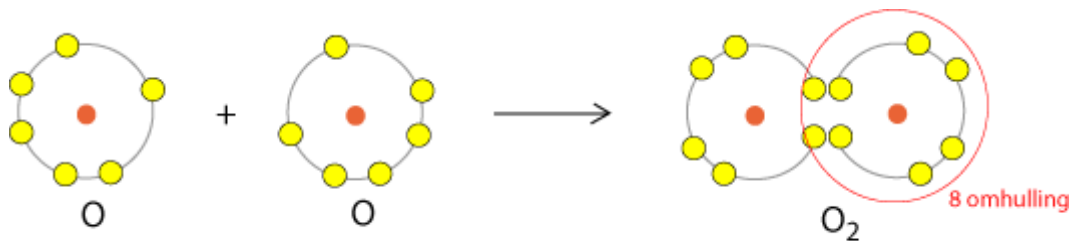
Een typisch kenmerk van deze deeltjessoep is dus de inwerking van de **4 krachten**: de sterke elektromagnetische, de zwakke en de sterke kernkracht en de gravitatiekracht. Nog steeds zoekt de wetenschap naar de universele verklaring en wetmatigheden voor deze krachten.

Van belang is dat wanneer twee massa's in mekaars buurt komen, er een aantrekking tussen beide zich voordoet. Op kleine deeltjes zijn dit de eerste 3 krachten actief, op grote massa's is dit de gravitatie. Dit gebeurt ook in het heelal wanneer de eerste **sterren** na een miljard jaar ontstaan uit H-gaswolken. Door gravitatie komen de H-deeltjes dichter bij elkaar te zitten waarbij er kernfusie ontstaat met als gevolg het ontstaan van He én van sterren die beginnen stralen. 5 miljard jaar geleden ontstaat zo ook onze zon.

Sterren evolueren constant en doven na een tijd uit: in de kern worden steeds zwaardere elementen gemaakt, tot en met ijzeratomen. Op dat moment stopt het kernfusieproces en de ster dooft uit. Het resultaat is een **zwart gat** of een witte dwerg: sterk opeengepakte materie met een grote aantrekking op alles wat in de buurt zit. Door de inkrimping kan de ster zelfs ontploffen en sterrenstof in het heelal slingeren. Uit dit sterrenstof ontstaan door samenklonteren en gravitatie de planeten, die dan op hun beurt rond een ster beginnen bewegen: een zonnestelsel is geboren. In ons Melkwegstelsel zijn er zo tal van zonnestelstels, die rond het centrum -vermoedelijk een zwart gat- bewegen.

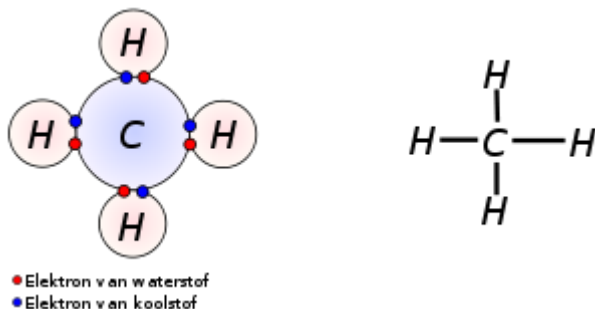
Waarom die gassatellieten, en dit geldt ook voor planeten rond de zon, niet zoals een appel te pletter vallen op het lichaam dat hen aantrekt heeft te maken met de beweging van deze satelliet zelf: deze veroorzaakt als het ware een middelpuntvliedende kracht die de gravitatiekracht compenseert met als resultaat dat bv. planeten een bepaalde baan rond hun ster maken.

Die eerste **elementen** bestaan uit een kern (voor waterstof is dit een proton) met errond een aantal elektronen gelijk aan het aantal kernprotonen. Zo is de zon dus een waterstofgaswolk waarbij door gravitatie de waterstofdeeltjes worden samengeperst en door botsingen (fusie van de kernen) heliumdeeltjes ontstaan. Helium heeft in de kern 2 protonen en 2 neutronen, eromheen cirkelen 2 elektronen. De elektronen zitten dus zoals de planeten omheen hun kern waardoor ze worden aangetrokken maar er dus niet mee samensmelten. Uit verdere implosies kunnen zo de volgende elementen ontstaan zijn waarbij telkens in de kern één proton en één neutron meer, en errond één elektron meer aanwezig is. De elektronen zijn in stabiele schillen van 8 (de eerste bevat er steeds 2) rond de kern aanwezig. Zo is bij helium de eerste schil met 2 elektronen volledig 'ingevuld' en heeft het niet de neiging om zich te binden met de elektronenschillen van andere elementen. Men noemt helium daarom ook een edelgas of een inert gas, in tegenstelling tot andere elementen met onvolledige elektronenschillen die mekaar aantrekken. Dit verklaart ook waarom we steeds over H<sub>2</sub> spreken: de onvolledige elektronenschillen van de 2 atomen trekken mekaar aan om een stabiele schil van 2 elektronen te bereiken. Bij zuurstofgas O<sub>2</sub> is er een dubbele binding tussen de twee zuurstofatomen. Zuurstof telt 6 elektronen in de buitenste schil, twee ervan binden zich met twee elektronen van het andere zuurstofatoom.



### Dubbele binding bij zuurstofgas<sup>1</sup>

Koolstof bevat dan weer een elektronenschil van 2 elektronen en daarrond een elektronenschil van 4 elektronen. **Methaan** (CH<sub>4</sub>) is weer het resultaat van te pogen tot een schil van 8 elektronen te komen: de vier buitenste elektronen binden zich elk met een waterstof-elektron. Stikstof bevat in totaal 7 elektronen, waarvan er 5 in de buitenste schil. **Ammoniak** (NH<sub>3</sub>) is weer het logische gevolg. Een gevolg hiervan is dan weer **koolzuurgas** (CO<sub>2</sub>) waarbij door een dubbele binding een onvolledige schil van een zuurstofatoom 2 van de 4 buitenste elektronen van koolstof aantrekt, dit gebeurt dan nog eens een tweede keer. Ook **waterdamp** (H<sub>2</sub>O) kan op die manier verklaard worden. Dit zijn alle gassen die in de oernevel van ons heelal frequent voorkomen, bv. als atmosfeer rond bepaalde planeten. Al deze gassen, dus ook de zwaardere elementen, zijn ontstaan binnenin de sterren en door explosies de ruimte in geslingerd, waar ze ook als dampkring dienen van sommige planeten, of zelf planeten vormen.



### Vier enkelvoudige bindingen bij methaan.<sup>2</sup>

In de tabel van **Mendeljev** zijn alle elementen geklasseerd volgens hun atoomgetal (waterstof is nummer 1, helium nummer 2,...). Het gewicht van elk deeltje is het gewicht van de deeltjes waaruit het bestaat, voornamelijk dan van de protonen en neutronen die evenveel wegen (ongeveer  $1,7 \cdot 10^{-27}$  kg t.o.v. ongeveer  $9 \cdot 10^{-31}$  kg voor een elektron). Dit verklaart waarom een heliumdeeltje ongeveer 4 keer meer weegt (twee protonen en twee neutronen) dan een waterstofdeeltje (één proton). Een mol waterstofdeeltjes weegt dan ook ongeveer 1 gram, een mol heliumdeeltjes ongeveer 4 gram.

Neutronen en protonen bestaan uit nog kleinere deeltjes: quarks en gluonen. Deze laatste lijmen a.h.w. de quarks aan elkaar. In 2000 zijn wetenschappers te Genève erin geslaagd om voor het eerst materie te ontbinden in deze elementaire deeltjes. Men veronderstelt dat dit de toestand was onmiddellijk na de oerknal: elektronen, quarks en gluonen.

<sup>1</sup> Afbeeldingen Wikipedia

<sup>2</sup> Afbeeldingen Wikipedia

De aarde is opgebouwd uit een vaste kern uit Fe- en Ni-atomen, hierrond een vloeibare kern en daarrond een rotsachtige mantel bestaande uit verschillende platen die kunnen bewegen. Rond de aarde ontstaat een **dampkring**, juist ja, weer door gravitatiewerking. Kleinere planeten zoals Mercurius, of ook onze maan, hebben geen dampkring omdat ze te klein zijn. Op andere planeten is de dampkring enorm verpletterend. Op de kleinere planeten heb je een CO<sub>2</sub>-rijke atmosfeer, op de gasreuzen een CH<sub>4</sub>-atmosfeer, op de aarde dus een wat afwijkende N<sub>2</sub>-rijke dampkring. Door onze dampkring én door de afstand tot de zon, bedraagt de gemiddelde temperatuur op aarde ongeveer 15°C. Door ondermeer lokale temperatuurverschillen (pool-evenaar) en door de rotatie van de aarde, ontstaat een klimaatwerking. Op andere planeten wordt het ofwel heel warm (>400°C) ofwel heel koud. Ook het ontstaan van oceanen op onze planeet is een gevolg van gravitatie (vanuit waterdamp in de dampkring). **Seizoenen** ontstaan door de beweging van de aarde rond de zon<sup>3</sup>, dag en nacht door de zelfrotatie van onze aarde. In het begin duurde een dag op aarde 5 uur, door de aanwezigheid van de maan –en weer de gravitatie- vertraagde de rotatie tot 24 uur. Om de 33 miljoen jaar passeert ons bewegend zonnestelstel een meteorietenzone. Deze kunnen voor een totale vernietiging zorgen (bv. dino's, maar ook eerder waren er vernietigende inslagen met impact op het verdwijnen van leven). Onze grote buurplaneet Jupiter zorgt wel omwille van zijn gravitatie voor een soort opzuigen van meteorieten die onze richting uitkomen.

Het heelal bestaat dus uit uitdeinende gaswolken die zich t.g.v. de oerexplosie verwijderen van het centrum van het heelal. De gaswolken zelf zijn ontstaan door lokale gravitatiewerkingen en noemen we sterren. Onze zon is zo een ster waarrond dan 9 planeten banen maken. Elke planeet draait ook nog eens om zijn as. De aarde draait in ongeveer 365 dagen rond de zon (een jaar). De as tussen de polen ligt ongeveer loodrecht op het omcirkelingsvlak rond de zon en zo ontvangen de polen dus het minst zonlicht. Rond de aarde cirkelt dan weer de **maan** in ongeveer 28 dagen. Op die reis staat op een bepaald moment maan en zon in zo een positie dat hun gravitatiewerking op de watermassa's op aarde in dezelfde richting werking werken en dan spreken we over **vloed**, 14 dagen later gebeurt het omgekeerde, we spreken dan over **eb**.

Op die reis van 28 dagen die de maan rond de aarde maakt zien we haar 's nacht in verschillende vormen afhankelijk van de hoeveelheid zonlicht die haar bereikt en die ze weerkaatst. Weerkaatst de maan een maximale hoeveelheid zonlicht dan spreken we over volle maan. Het gebeurt dat de maan juist in een positie komt dat ze pal voor de zon komt te staan, het resultaat hiervan is een **zonne-eclips**.

De 9 **planeten** rond de zon zijn dus ontstaan vanuit sterrenstof, 'brokstukken' ontstaan uit een uitgedoofde ster. Over het algemeen zijn de grotere buitenplaneten gevormd vanuit een grotere concentratie 'brokstukken' op een grotere afstand van de zon, de kleinere binnenplaneten zouden dan ontstaan zijn uit een kleinere concentratie 'brokstukken' dichterbij de zon. Deze laatste hebben een warme kern en een dunne gasnevel rond de planeet, dit in tegenstelling tot de ijs-en steenkernen van de grotere planeten omhuld door brede gasnevels. Grotere planeten oefenen immers meer gravitatie uit op de hen omringende gaswolken. Tussen de planeten bewegen nog andere 'brokstukken' zoals kometen en planetoïden. Men neemt aan dat de manen die rond sommige planeten cirkelen zelf 'brokstukken' zijn van de planeet waarrond ze cirkelen.

---

<sup>3</sup> Door een meteorietinslag is de as tussen de polen wat schuin komen te staan t.o.v. het omcirkelingsvlak van de aarde rond de zon. Dit verklaart bv. het verschil in zomer tussen het noordelijk en het zuidelijk halfrond.

Enkele cijfergegevens en andere weetjes :

- de zon heeft een doormeter van meer dan 1 miljoen km en kent binnenin temperaturen tot 14 miljoen °C, aan het buitenoppervlak rond de 6000°C. Geleerden nemen aan dat de waterstofvoorraad in de zon binnen 8 miljard jaar zou zijn opgebruikt waarna de zon zou uitdoven. Het zonlicht en de zonnearmte doen er zowat 8 minuten over om de aarde te bereiken.
- de diameter van de aarde is ca 12.714 km, de afstand tot de zon bedraagt ongeveer 150 miljoen km. Tot de jaren 1500 (Copernicus) geloofde de mens dat de zon rond de aarde draaide. Met de Duitse geleerde Johannes Kepler –die berekende dat de planeten ellipsvormige banen maakten rond de zon- en Isaac Newton uit Engeland (ontdekker gravitatiekracht) ontstond het huidige beeld van ons zonnestelsel.
- de maan heeft een doormeter van 3.500 km, er is geen lucht of water, overdag is het 100°C en 's nachts –155°C. De eerste bemande ruimtevlucht (Joeri Gagarin) dateert van 1961, de eerste mens landde op de maan in 1969. De maan ligt op ongeveer 400.000 km van ons verwijderd.
- enkele gegevens over de andere planeten :

	Afstand tot zon (miljoen km)	Doormeter(km)	Dampkring	Max. temp.(°C)
Mercurius	58	4.840	geen	395
Venus	108	12.228	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	475
Mars	228	6742	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	
Jupiter	779	143.000	NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> , He	
Saturnus	1.426	116.820	idem	
Uranus	2.850	47.100	idem	
Neptunus	4.493	44.600	idem	
Pluto	5.898	5.500	idem	

De meeste planeten zijn al bekend sinds de oudheid. Uranus werd ontdekt in 1781, Neptunus in 1846 en Pluto pas in 1930. Alle planeten maken omwentelingen rond de zon én om hun eigen as: zo draait Mercurius in 59 dagen rond de zon, terwijl Jupiter daar 12 jaar over doet maar wel het snelst rond zijn as draait (10 uur). Jupiter telt 12 manen.

De eerste foto's van Mars dateren van 1969. Mars heeft polen van bevroren CO<sub>2</sub> kappen en telt 2 manen: Phobos en Deimos. Saturnus heeft verschillende ringen van brokstukken, en telt 10 manen (o.a. Europa, Titan, Callisto,...). Neptunus telt 1 maan. Van Pluto veronderstelt men dat het een ontsnapte satelliet van Neptunus is.

In 1972 werd de ruimtesonde Pioneer gelanceerd die na 11 jaar ons zonnestelsel heeft verlaten en thans op weg is naar andere sterrenstelsels.<sup>4</sup> Planeten dicht bij de zon draaien het snelst rond de zon: de middelpuntvliedende kracht compenseert dan de grotere gravitatiekracht.

Ons zonnestelsel maakt op zijn beurt samen met andere sterren deel uit van het **melkwegstelsel** en ook hier maakt elke ster een baan rond het centrum van dit sterrenstelsel. En er zijn nog onnoemelijk veel andere sterrenstelsels. Men neemt aan dat er ongeveer 100 miljard sterren in het Melkwegstelsel zijn, de dichtstbijzijnde ster is Alpha-Centauri en bevindt zich op ongeveer 40.000 miljard km van de zon. Er zouden nog minstens 10 miljard andere melkwegstelsels in het heelal bestaan. Ook in andere sterrenstelsels zijn planeten ontdekt die rond hun zon cirkelen. En elke ster is dan weer een Big Bang in het klein met naar het centrum samentrekkende deeltjes waaruit nieuwe elementen ontstaan en die licht

<sup>4</sup> Het Nieuwsblad, 27.2.2003

uitstralen. Sterren kunnen dus exploderen -waargenomen in 1054 en 1604-, er worden ook nieuwe sterren geboren zoals quasars aan de rand van het heelal, en er zijn dus ook zoiets als zwarte gaten waarin door gravitatie niet alleen de deeltjes errond maar ook het licht worden aangetrokken. Zo is in het centrum van onze melkweg een zwart gat ontdekt.<sup>5</sup> Thans onderzoekt men met reusachtige telescopen het licht en de radiogolven die ons vanuit de ruimte bereiken.



*Afbeelding van ons Melkwegstelsel<sup>6</sup>. Kijkt men naar een sterrenhemel dan is de Melkweg zichtbaar als een band oplichtende punten (zie afbeelding hier onder)*



Andere buur-sterrenstelsels zijn o.a. Barnards, Lalande, Wolf, Sirius,...Bij een heldere sterrenhemel is ons Melkwegstelsel te zien en de mens heeft hierin bepaalde geometrische

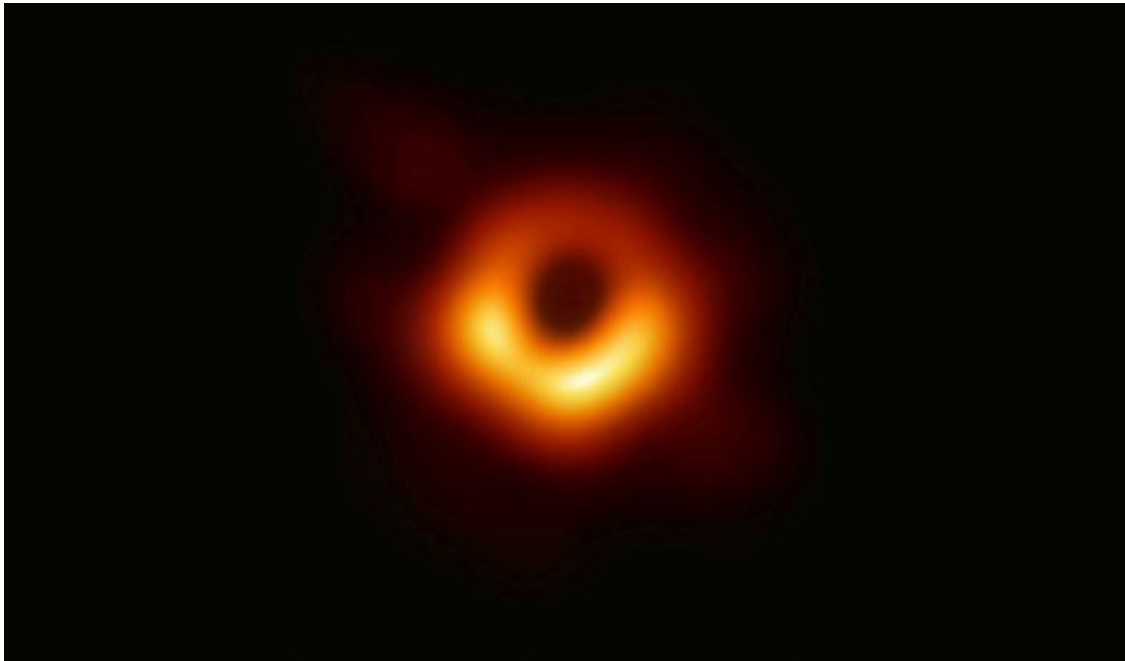
---

<sup>5</sup> Het Nieuwsblad, 17.10.2002

<sup>6</sup> Afbeeldingen Wikipedia

patronen menen te zien, de zogenaamde sterrenbeelden. Andere zichtbare sterrenstelsels zijn de Magelhaense wolken en de Andromedanevel.

Gravitatie en aantrekking tussen hemellichamen is dus een overheersend fenomeen in de evolutie van het heelal. Wetenschappers hebben deze aantrekking in formules gegoten (Newton) of andere theorieën ontwikkeld (Einstein, gekromde ruimte) en proberen zo alles te begrijpen. Zo aanvaardde Einstein niet de wetten van Newton, en stelde dat een massa een gekromde ruimte rondom zich veroorzaakt, zodat objecten in de omgeving die kromming wel moeten volgen. Dit is een mooi voorbeeld van de creativiteit van de mens, in het willen begrijpen van wat zich rondom ons afspeelt.



*Groot nieuws in 2019: de allereerste foto genomen van een zwart gat.<sup>7</sup>*

Onze zon is halverwege zijn levenscyclus en heeft dus nog zowat 5 miljard te stralen. De dichtstbijzijnde ster of zwart gat vormt niet direct een gevaar voor onze planeet omwille van de immens grote afstanden. De verste sterren in het heelal zijn nog nauwelijks te zien met telescopen. Het licht dat wordt opgevangen is soms miljarden jaren geleden uitgezonden, men kijkt dus echt in het verleden. Men neemt aan dat weer door gravitatiewerking van bv. zwarte gaten, de uitdeining van het heelal gaat afgeremd worden en dat alles terug gaat inkrimpen tot één groot zwart gat, waarna er terug een nieuwe oerknal kan ontstaan. Misschien maken we wel deel uit van een multiversum, ontstaan door meerdere oerknallen, en hebben al deze verschillende heelals een onderlinge aantrekking.

Tussen de talloze gaswolken in het heelal is er een leegte, dus hier zijn geen deeltjes aanwezig. Eigenlijk is alles dus te herleiden tot implosies en explosies. Deze fenomenen treden nog voortdurend op in het heelal. Elke implosie wordt gevolgd door een explosie die na een tijdje weer leidt tot een implosie. Dit geeft vermoedelijk een antwoord op de vraag: wat was er voor de Big Bang? Antwoord : altijd aanwezige deeltjes die samengeperst worden, waaruit dan telkens weer een nieuwe explosie volgt die na een tijd weer gevolgd wordt door een hernieuwde gravitatiewerking wanneer de explosiekrachten op de uitdeinende

---

<sup>7</sup> Het Laatste Nieuws, 10.4.2019

deeltjes zijn verzwakt. Dit zou dus betekenen dat het heelal altijd al bestaan heeft en ook altijd zal bestaan en als het ware een opeenvolging is van verschillende Big Bangs.

*Het feit dat er zwarte gaten zijn waarrond sterren bewegen, dat er rond deze sterren planeten bewegen en dat er rond deze planeten manen kunnen bewegen, is allemaal een gevolg van die belangrijke natuurkracht die we zwaartekracht noemen. Ook het ontstaan van een atmosfeer en van oceanen, van fenomenen zoals dag en nacht, eb en vloed, de seizoenen, is een gevolg van deze gravitatie. De aantrekkingskrachten tussen de bouwstenen van alles, heeft dan weer geleid tot het ontstaan van de elementen. Dit alles wordt het decor waarin het leven zich zal ontwikkelen. We zullen de stamboom van het leven in de volgende hoofdstukken verder blijven volgen. En telkens zal er gefocused worden op wat er zich afspeelde in onze streken.*

#### Bronnen :

Boek van de natuur, Spectrum, 1976  
Encyclopedie Het weten waard, De Lombard Uitgaven, 1968  
J. Reader, Het begin, 1987  
C.A. Ronan, De evolutie van het heelal, 1993  
L. Benacchio, Atlas van het heelal, 2003  
K. Verburgh, Schitterend, 2003  
B. Swinnen, Ontwakend heelal, 1987  
M. Rees, De kosmos, onze wereld, 2002

Marc Van Stappen, [www.stap-brug.be](http://www.stap-brug.be), 2020