

Reis door het heelal met Brian Cox

Professor Brian Cox is bekend van eerder TV-werk als presentator voor de Britse zender BBC. In vijf TV-afleveringen op Canvas in 2022 begeleidt hij ons met prachtige beelden en zachte achtergrondmuziek door de wondere wereld van het universum.

The Sun: God Star-Sterren als motoren van de creatie¹

Wanneer we 's avonds naar de sterrenhemel kijken, stellen we ons meestal niet al te veel vragen. We zijn ons er niet bewust van dat die verre sterren de bestanddelen voor het leven op aarde vormden. Het beantwoorden van vragen hieromtrent brengt ons bij een van de mooiste verhalen ooit. Onze ster, de zon, is een van de meer dan 200 miljard sterren in ons sterrenstelsel, de Melkweg, die zelf thuishoort in een van de twee biljoen (=2000 miljard) sterrenstelsels in het heelal. Het aantal sterren in het heelal zelf is dus een enorm aantal.²

De zon stamt af van sterren die uit het begin der tijden dateren. Uit woeste blauwe gasreuzen die eerst het heelal verlichtten evolueerden ze tot langzaam uitdovende sterren, de rode dwergen, die het heelal verrijkten met reserves van kostbare elementen.

Soms wordt verondersteld dat de zon de oorsprong vormt van vele religies. In de oudheid werden sterren aanzien als goden, en men vereerde ze ook. Tegenwoordig kan men de sterren zelf in de plaats stellen van die goden, als creators van het heelal en het leven.

13,8 miljard jaar bij de Big Bang, geleden was het heelal koud, donker en leeg. Alhoewel, het was niet helemaal leeg. Het was gevuld met mysterieuze donkere materie die bestond uit deeltjes die zwak met zichzelf en met het licht interageerden. Deze donkere materiedeeltjes –ze konden immers geen licht weerkaatsen- zaten in een soort lange slierten, het kosmische web dat het heelal vulde met een dragende structuur. Op de kruispunten van al die slierten zouden na 100 miljoen jaar de eerste gaswolken of sterren ontstaan door het aantrekken van dan al aanwezige waterstof en helium in de ruimte. Die gaswolken bestonden uit waterstof en helium die onder invloed van de zwaartekracht van de donkere materie werden aangetrokken en samengetrokken tot een compacte wolk. Deze blauwe reuzen hadden een massa die honderd keer groter was dan deze van de zon en hadden een oppervlaktetemperatuur van meer dan 100.000°. Dit samentrekken ging steeds verder tot het zo heet werd en er nucleaire kernreacties konden plaatsvinden. De protonen die in de waterstofkernen zitten, komen hierbij zo dicht bij elkaar dat ze zich binden tot een kern met twee protonen (=Helium). Hierbij komt energie vrij. Dit proces gaat verder waarbij de eerste chemische elementen zoals koolstof en zuurstof gevormd werden. De sterren begonnen ook licht uit te zenden, dat vrijkwam bij deze kernreacties. De ster bouwde intern ook een druk op door de vrijgekomen energie bij de chemische reacties. Daardoor kon ze weerstand bieden aan de steeds grotere zwaartekracht die alles compacter deed worden. De ster was in evenwicht.

Na vier miljard jaar werd er een maximum aantal nieuwe sterren gevormd in het kosmische web. Pas nog eens vijf miljard jaar later ontstond de zon, die nu ongeveer halverwege haar levensduur zit. Sterren verbruiken immers waterstof en helium als brandstof, ook de andere elementen die erin gevormd worden en op het moment dat uit de kernreacties ijzer tevoorschijn komt, komt er een einde aan de ster. Er komt dan bij de chemische reacties geen energie meer vrij en de ster is ten prooi aan de eigen zwaartekracht (=geen evenwicht meer). Er volgt een implosie, nadien een explosie (supernova) waarbij de sterclementen samen met stof in het heelal terecht komen en

¹ CANVAS, 30.1.2022.

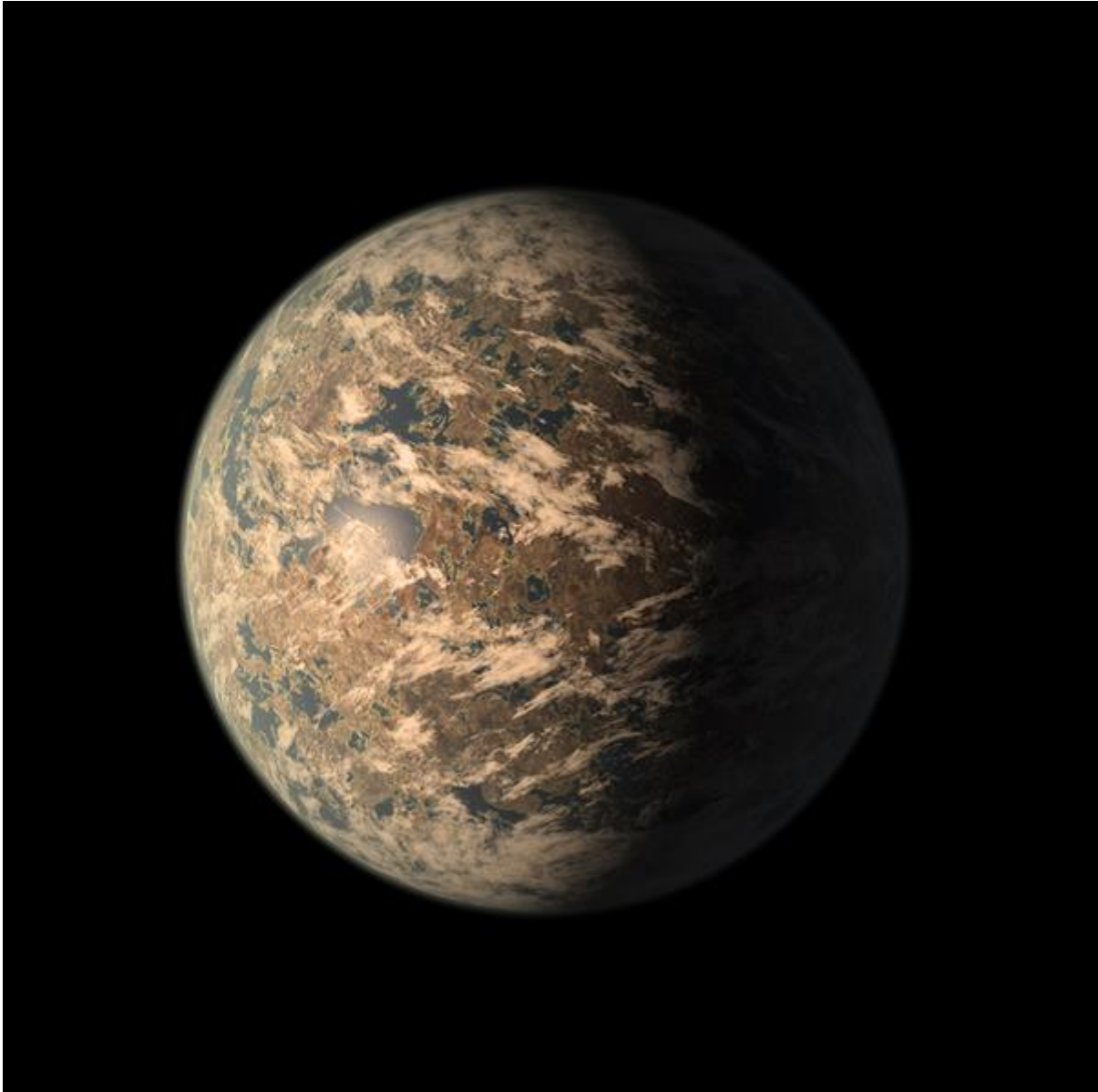
² 2000 miljard sterrenstelsels X 200 miljard sterren (even in de veronderstelling dat dit in alle sterrenstelsels zo is) = 4.10²³ sterren in het heelal. En het aantal planeten in het heelal is groter dan het aantal sterren.

nieuwe complexe structuren kunnen gaan vormen. Door zwaartekrachtwerking worden zij de kraamkamers van nieuwe sterren. Sterren konden ook aan hun einde komen door te eindigen als rode dwergen.

Nadat de zon ontstaan was, was ze het eerste miljoen jaar nog alleen. Uit het omringende stof ontstonden geleidelijk aan wel clusters, keien en vervolgens planeten, die niets anders waren dan levenloze rotsblokken. Sommige van die planeten stonden te ver van de zon en werden ijsreuzen, andere stonden te dicht en veranderden in een dorre woestijnwereld. Enkel onze aarde stond op een ideale afstand zodat de zon er leven kon inblazen waaruit beschavingen ontstonden, die in feite het meest complexe proces vormen dat er bestaat in de natuur.

Het eerste leven op aarde ontstond 3,5 miljard jaar geleden uit primitieve cellen in de oceanen die het zonlicht gebruiken bij een complexe chemische reactie, fotosynthese genoemd, waarbij CO_2 en H_2O reageren tot O_2 en suikers dat het voedsel vormde voor het eerste leven. Hieruit zullen wij dan evolueren die een omgekeerde synthese toepassen: door het eten van plantaardig en dierlijk voedsel verbranden we dit om voldoende energie op te bouwen waarbij CO_2 en H_2O vrijkomen.

Sterren zijn niet eeuwig. Er wordt verwacht dat de laatst overblijvende ster er pas binnen 10 biljoen zal mee ophouden te bestaan. Er zal dan terug duisternis zijn, 'leeg', donker en koud. De langst levende ster in ons sterrenstelsel op dit moment is Trappist-1 die meer dan 7 miljard jaar oud is. Ze heeft ongeveer 1/10 van de massa van de zon, en is minder dan 1% helder dan de zon (rode dwerg) Het is een trage brander wat het geheim vormt van haar lange leven. Trappist-1 heeft zeven ronddraaiende planeten die ongeveer zo groot zijn als de aarde. Of er een atmosfeer of oceanen zijn is nog onduidelijk. De ene kant van die planeten is steeds naar de ster zelf gericht, de andere kant is dan ook ijzig koud.



Artistieke impressie (NASA) van Trappist-1e, een van de bewoonbare exoplaneten van de oudst nog bestaande ster, Trappist-1.

Om de zon beter te exploreren heeft de NASA sinds 2018 een zonnsonde gelanceerd genoemd naar de Amerikaanse astrofysicus Parker. Bedoeling is om 94% van de afstand zon-aarde af te leggen en dus de zon heel dicht te benaderen. De sonde cirkelt momenteel met een snelheid van ongeveer 690 km/u door de hete zonne-atmosfeer. De instrumenten in de sonde worden beschermd door hittepanelen. De zonneoppervlakte heeft een temperatuur van meer dan 6000°, de atmosfeer bestaat uit een plasma met een temperatuur tot een miljoen °. Hierin ontstaan de zonnewinden, die ontstaan door een magnetische wisselwerking die men beter wenst te leren kennen. Ook zijn er al verschillende corona-ejecties waargenomen, een fenomeen dat eveneens nog niet helemaal goed begrepen is. De kennis van de zon, zal ook de kennis van andere sterren beter in kaart brengen.

Alien World: The Search for Second Earth³

Onze Melkweg bevat in een zone van 100.000 lichtjaren afstand zowat honderden miljarden sterren, waaronder de zon. Tot in de jaren 70 kenden we enkel de planeten in ons zonnestelsel. Van toen af begonnen de exploraties met ruimtesondes- o.a. Huygens (1997), Mars Orbiter (2005) en Dawn (NASA, 2007)- van de andere planeten en sterren in ons zonnestelsel. Er werken ook telescopen op Hawaii en Chili, en er is nog altijd de ruimtetelescoop Hubble.

De dichtstbijzijnde planeet Pegasus 51-B is een gasreus vergelijkbaar met Jupiter die rond haar ster Pegasus 51 cirkelt op zowat 50 lichtjaren afstand ver in het sterrenbeeld Pegasus. Andere planeten die al ontdekt zijn in ons sterrenstelsel: Pulsar B1257+12D (met een sterke pulserende straling van zijn ster, 2300 lichtjaar ver), OGLE 2005-BLG390LB 'hoth' (een bevroren wereld met een oppervlaktetemperatuur van -220°C), Kelt-11B (een opgezwollen planeet met een lage dichtheid ('piepschuim), 320 lichtjaar ver).

De eerste planeten die in onze Melkweg gevonden werden, stonden te dicht bij hun ster. Er werd vanaf dan verder gezocht naar kleine rotsachtige planeten op grotere afstand van hun ster. In 2009 werd de ruimtetelescoop Kepler gelanceerd in een baan rond de zon. De planeten die Kepler te zien kreeg weerkaatsen zelf maar een flauw licht. Systematische onderbrekingen in dit lichtsignaal konden wijzen op een beweging van de planeet rond haar ster.

Een van de eerste ontdekkingen was de planeet Kepler-36B (4 keer de aardmassa, 1533 lichtjaar ver) die op 14 dagen tijd rond haar ster draait die op de zon lijkt. Eén kant was continu naar de zon gericht wat tot een oppervlaktetemperatuur van 700°C leidde. Het is er eigenlijk eeuwig dag, aan de andere kant is het eeuwig nacht. Verdere waarnemingen duiden op een zusterplaneet Kepler-36C. Door de zwaartekrachtwerking van deze reusachtige zusterplaneet ontstaan er vulkanische uitbarstingen op de kleinere planeet.

Kepler ontdekte nog een 4000-tal andere planeten. Overal zijn het de zelfde wetten van de fysica en de chemie die geleid hebben tot het ontstaan van die sterren en planeten.

Als we het hebben over buitenaards leven dan moeten een aantal bestanddelen aanwezig zijn: C, N, O, Fe, voldoende energie van de moederster én vloeibaar water als solvent. Deze zijn alle zeker ergens in ons sterrenstelsel terug te vinden. Zo is er een grote gaswolk vol met waterdamp gevonden in de Melkweg. Het is wel niet zeker of dit water dan terecht komt op de oppervlakte van een rotsvormige bewoonbare planeet. Water is het belangrijkste voor het ontstaan van levensvormen

³ CANVAS, 6.2.22

(microben), dus wanneer we op zoek willen gaan naar buitenaards leven moeten we op zoek gaan naar de aanwezigheid van water, het 'levenselixir'.

Kepler vond in 2015 een planeet waarvan de massa 8 keer deze van de aarde was, K2-18B. De planeet draaide rond haar ster (124 lichtjaar ver) die moet ontstaan zijn 2,4 miljard jaar geleden. Er zijn aanwijzingen dat er mogelijk waterdamp in de planeetatmosfeer zit.



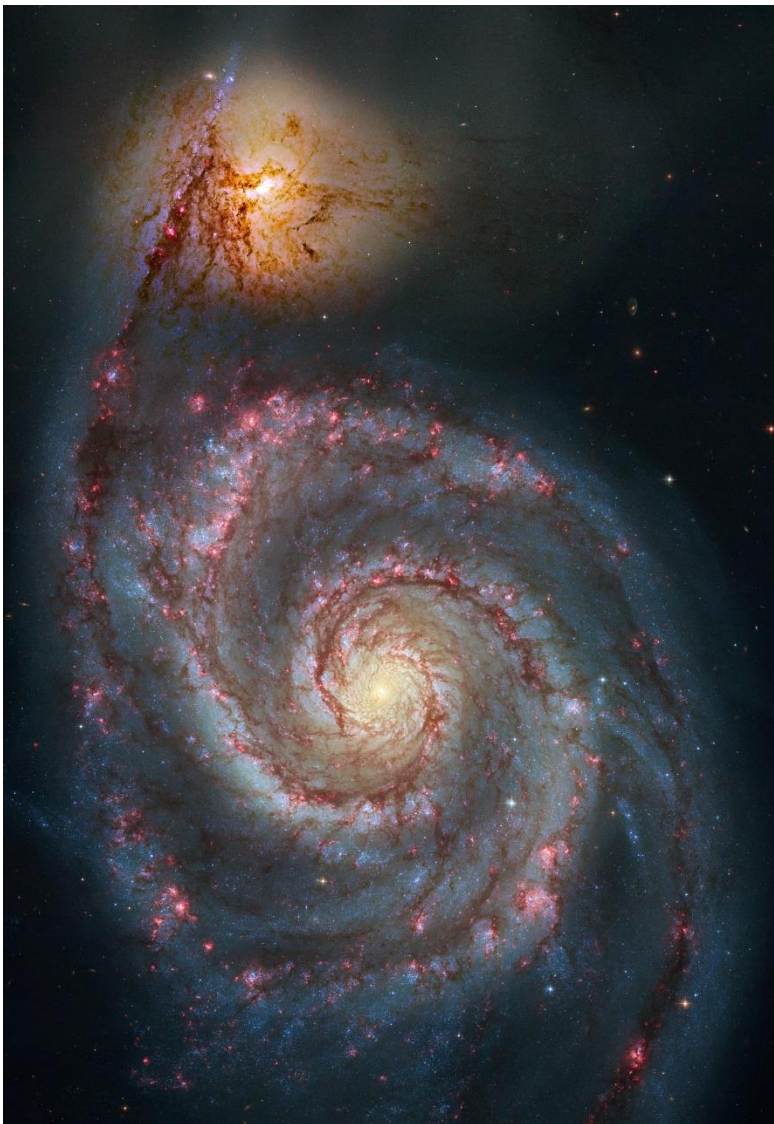
Artistiek beeld van de planeet K2-18B die rond haar ster K2-18 beweegt. Er is ook nog een kleinere zusterplaneet K2-18C zichtbaar. (ESA/Hubble, M. Kornmesser, 2019)

Kepler eindigde zijn tocht in oktober 2018 toen er onvoldoende brandstof overbleef. Sindsdien cirkelt de ruimtetelescoop rond de zon. Op negen jaar tijd werden er 2500 planeten ontdekt. Er wordt geschat dat er in ons sterrenstelsel, de Melkweg, ongeveer 20 miljard potentieel leefbare rotsachtige planeten bestaan met dus de aanwezigheid van water.

Zijn wij alleen in het heelal? Hiervoor kijken we eerst naar wat er op aarde gebeurd is. Na het afkoelen van de planeet en het ontstaan van oceanen is er vrij vlug leven ontstaan dat een stabiele omgeving over een periode van vier miljard jaar nodig had om van microben naar een beschaving van mensen te evolueren. Er zijn misschien wel vele leefbare planeten in het heelal, maar de vraag is of deze wel de ideale plaats zijn om pas na een lange tijd tot een beschaving te komen. En misschien is dat het antwoord op de vraag of we alleen zijn in het heelal.

De ESA-ruimtetelescoop GAIA startte in 2013 met als doel een overzicht te maken van de sterren in onze Melkweg. Er bleken alvast één miljoen dubbelsterren (of meervoudige) sterren te bestaan met rondcirkelende planeten. Men schat dat de helft van alle sterren van dit type zijn. Door de zwaartekrachtwerking van beide sterren op hun planeet, krijgt deze een onstabiele omloop en wordt als het ware weggeslingerd in de ruimte om een solitaire planeet te worden met een heel onstabiele omgeving om leven te laten evolueren. Men schat dat er 100 miljard van dergelijke solitaire planeten in ons Melkwegstelsel aanwezig zijn.

Ondertussen is de eerste glimp opgevangen van het Draaikolkstelsel buiten onze Melkweg op 30 miljoen lichtjaar en kan er gezocht worden naar planeten in die verre wereld.



Draaikolkstelsel met begeleidend sterrenstelsel (Hubble-opname ESA/NASA, S. Becknik, 2010).

The Milky Way: Island of Light⁴

Wanneer we op een heldere nacht naar de hemel kijken zien we talloze sterren bewegen van de ene horizon naar de andere. Dit is de buitenste spiraalarm van onze Melkweg, de naam houdt verband met de witte sterrenbeweging die we zien. We zitten met onze aarde rond de zon, dus zelf binnenin het Melkwegstelsel. De dichtstbijzijnde sterren staan op een afstand van enkele duizenden lichtjaren⁵. Het licht dat ze onze richting zijn beginnen uitstralen en dat we nu zien, dateert dus van uit de tijd van de farao's.

De ruimtetelescoop Gaia werd in 2013 vanop Frans Guyana gelanceerd. Ze draait op 1,5 miljoen km in een baan rond de zon. Uitgeklapte zonnescilden beschermen de telescoop tegen de zon. De missie van Gaia bestaat uit het in kaart brengen van alle sterren in ons sterrenstelsel: hun positie, hun snelheid en hun richting. De rondspinnende telescoop bekijkt elke ster 70 keer. Er worden zo 1,5 miljoen sterren per uur geregistreerd en 2 miljard sterren van de Melkweg zijn zo al bekend ondertussen.

De sterren bewegen rond het centrum van de Melkweg, de eerste zijn gevormd ongeveer enkele 100 miljoen jaren na de Big Bang. Sommige sterren maken opvallend afwijkende bewegingen. Dit is veroorzaakt door een kleiner sterrenstelsel in de zogenaamd Lokale Groep van Sterrenstelsels.⁶ Zowat 10 miljard jaar geleden is het sterrenstelsel Gaia Enceladus, ongeveer een kwart zo groot als onze Melkweg, aangetrokken⁷ door onze Melkweg. Bij de 'botsing' is het kleinere stelsel als het ware opgeslokt door de grotere Melkweg en zijn sterren die oorspronkelijk tot Gaia Enceladus behoorden, die afwijkende bewegingen beginnen maken. Bij deze botsing tussen sterrenstelsels, is er dus niet echt een catastrofale schade berokkend, maar wel een nieuwe structuur van sterren.

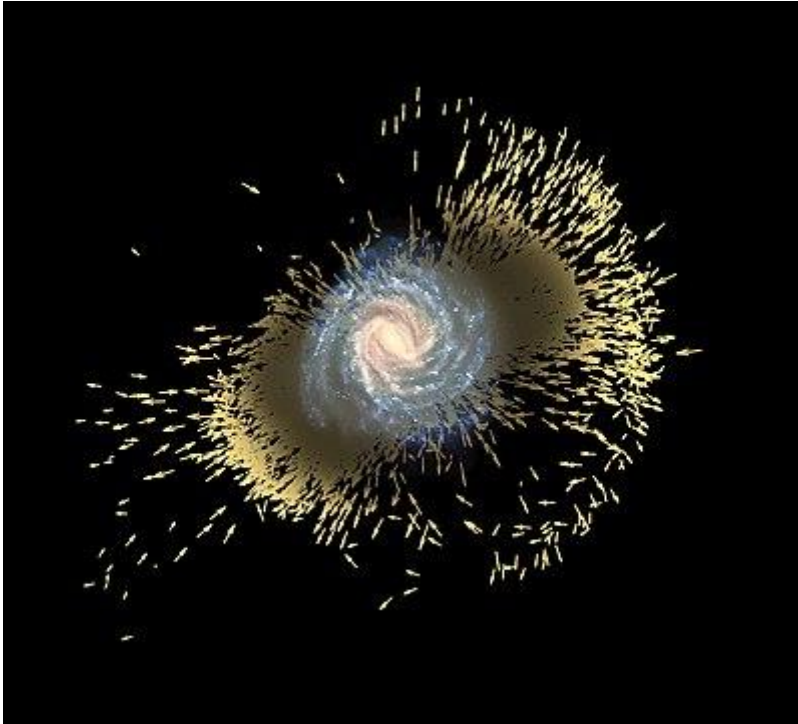
Bij deze botsing is nieuwe energie en een nieuwe voorraad waterstof meegebracht, zodat zich nieuwe sterren konden vormen in onze Melkweg waardoor deze kon groeien. De resten van Gaia Enceladus bevinden zich nog altijd aan de rand van de Melkweg.

⁴ CANVAS, 20.2.2022

⁵ 1 lichtjaar=afstand die licht aflegt met de lichtsnelheid (=300.000 m/s) gedurende een jaar. Dit is ongeveer 10 biljoen km.

⁶ Deze Lokale Groep is aan de rand van onze Melkweg zowat 12 miljard jaar geleden ontstaan.

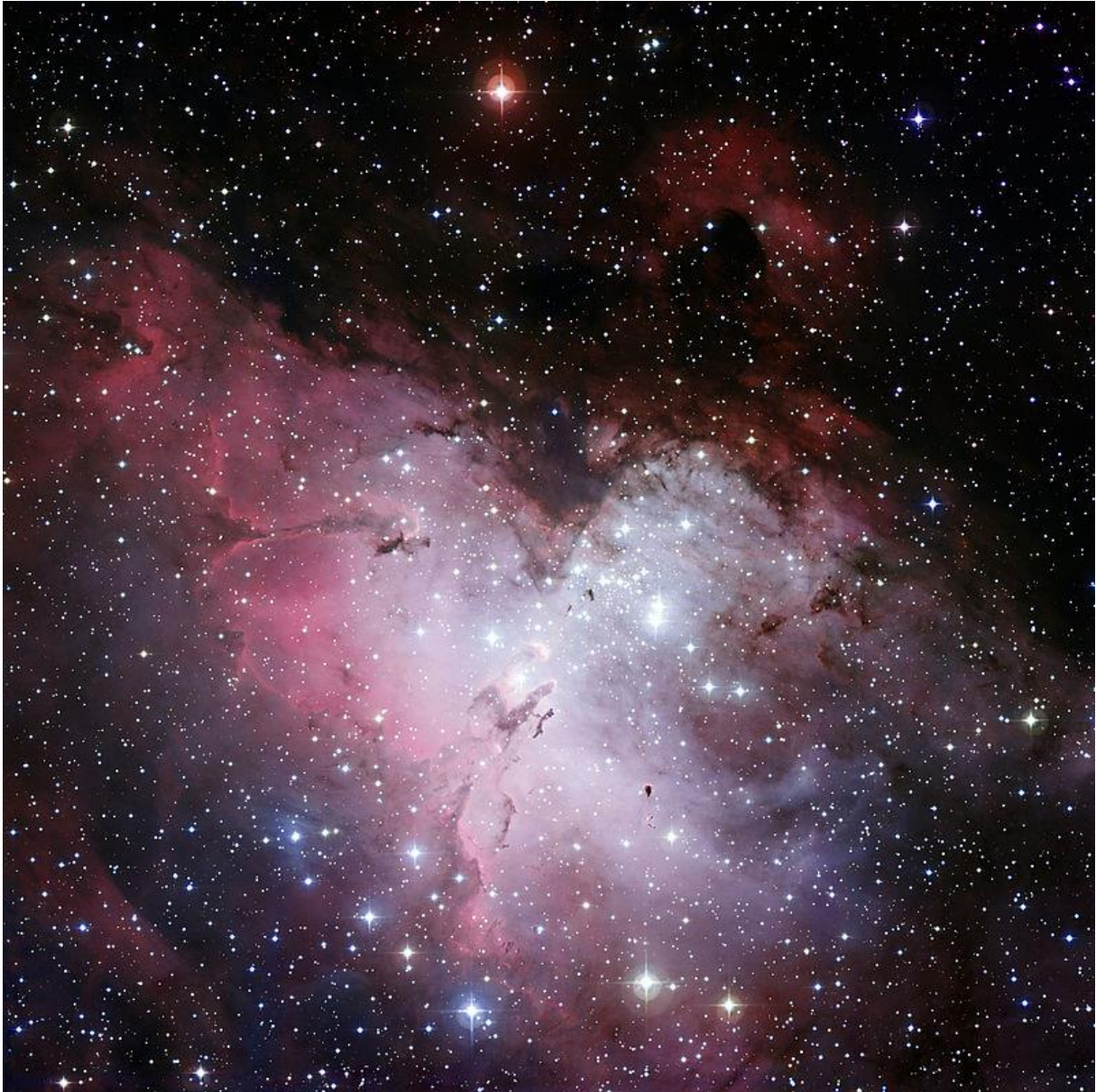
⁷ De donkere materie aanwezig in het centrum van de Melkweg speelt daarbij een dominante rol.



Artisieke impressie van sterren van Gaia Enceladus (gele pijlen) die interageren met onze Melkweg (ESA, Koppelman, Villalobos, Helmi, 2018)

Er is nog een andere botsing gebeurd met een sterrenstelsel uit de Lokale Groep: met het Sagittarius Dwergsysteem, ongeveer 20 keer kleiner dan de Melkweg. Er is toen terug heel wat nieuwe waterstof onze Melkweg binnengekomen, waaruit verschillende gasnevels gevormd werden zoals de Adelaarsnevel, de Paardenkopnevel, de Sneeuwengelnevel.⁸ Dit zijn alle kraamkamers of sterrenfabrieken voor nieuwe sterren. Zo is 5,7 miljard jaar geleden onze zon geboren in de buitenste regionen van onze Melkweg. Rond die periode zijn nog tal van andere sterren ontstaan, en vermoedelijk is de zon dus een product van de eerdere botsing. Ook de restanten van het Sagittarius Dwergsysteem bewegen nog altijd aan de rand van onze Melkweg. De laatste 5 miljard jaar zijn er nog een tweetal botsingen geweest.

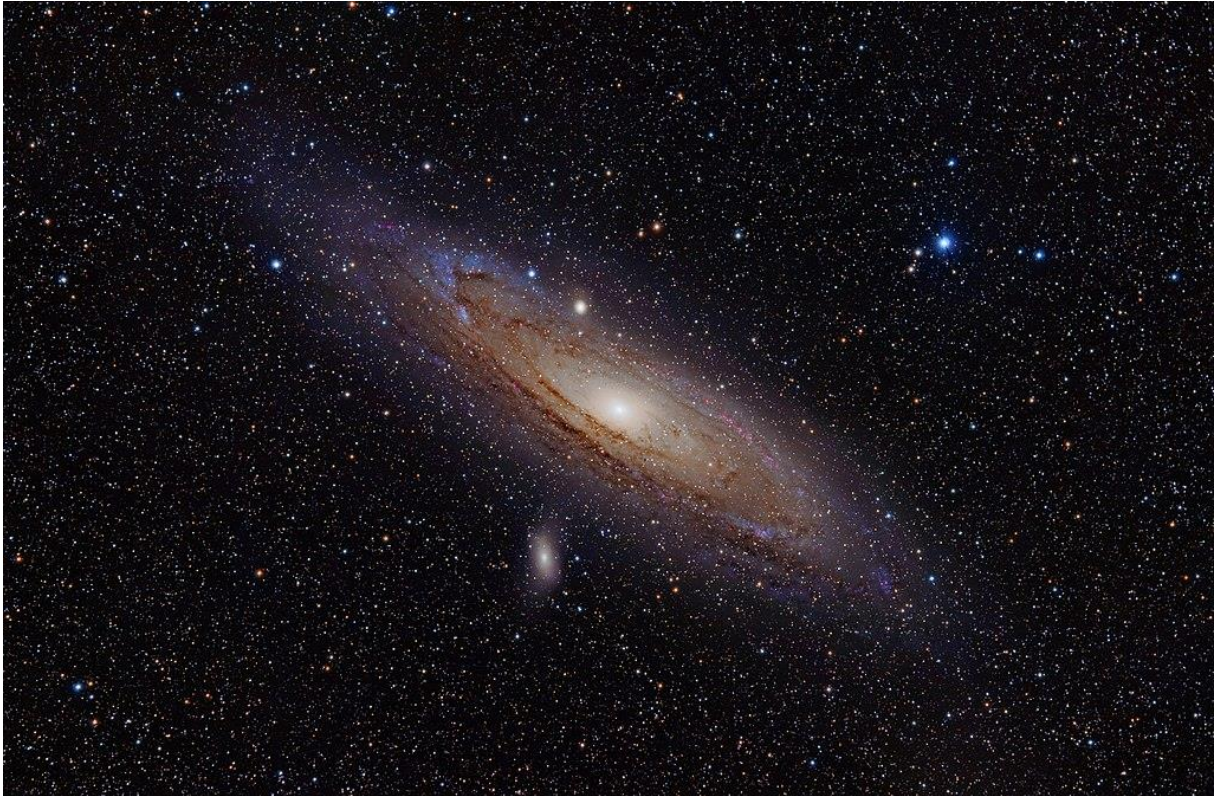
⁸ Er zijn nog andere bekende nevels zoals de Orionnevel (1300 lichtjaar afstand van ons), de Zuilen van de Schepping (7000 lichtjaar).



Composietbeeld van de Adelaarsnevel (ESO, La Silla observatorium, 2009)

In de Lokale Groep bevindt zich nog een groter sterrenstelsel dan de Melkweg: op 2,5 miljoen lichtjaar van de aarde zit Andromeda gepositioneerd waarvan men heeft ontdekt dat dit onze richting uit beweegt met een snelheid van 400.000 km/u. Men verwacht de ultieme botsing tussen beide stelsels 4,5 miljard jaar in de toekomst. Het resultaat van deze interactie zal er anders uitzien. Wat er overblijft van de Lokale Groep sterrenstelsels zal door de onderlinge zwaartekracht verder samensmelten.

De ondertussen al 30 jaar observerende Hubble-telescoop heeft de uitdijende beweging van andere sterrenstelsels in het heelal al kunnen registreren. Wat ooit zal overblijven zijn de restanten van onze Lokale Groep als een geïsoleerd eiland in het heelal. Andere sterrenstelsels bewegen weg van ons.



Beeld van het Andromedastelsel (Adam Evans, 2010)

Black Holes: Heart of Darkness⁹

Sterren draaien rond een 'lege' ruimte, een donker gat en een van de vreemdste plekken in het heelal. Deze zwarte gaten worden beschouwd als een soort gravitatiegevangenissen waar niets uit kan ontsnappen en dat alles aanzuigt. In het centrum van onze Melkweg zit zo Sagittarius A*, een zwart gat met een massa die vier keer zwaarder is dan de zon.

Bij de lancering van het ruimteveer Columbia in 1999 ging het Chandra X-ray observatorium mee. De missie was om op zoek te gaan naar hete plaatsen in het heelal, zoals bv exploderende sterren, en ze te observeren via de uitgestraalde X-stralen.

In 2013 doet Chandra een ontdekking en neemt een beeld van een X-stralenflits waar vanuit de kern van de Melkweg. Iets moet plots heel heet geworden zijn op een heel korte tijd. Waarschijnlijk gaat het om een asteroïde met een doormeter van enkele tientallen km, op een afstand van 28.000 lichtjaar van de Aarde, die door de aantrekking van het zwarte gat van de Melkweg uiteengerukt wordt en opbrandt in een vuurbal.¹⁰ Het zwarte gat zelf, Sagittarius A* bevindt zich op tien duizenden lichtjaar van ons.

Het ontstaan van Sagittarius A* wordt in verband gebracht met een grote blauwe gasreus die zich in de beginperiode van het heelal vormde. Dergelijke gasreuzen leven het kortst als sterren, en hebben na enkele miljoenen jaren al hun waterstof-brandstof al opgebruikt. De zwaartekracht neemt het dan over, en de ster implodeert tot een kleine samengetrokken massa, kleiner dan een atoom. Dit is ook het lot geweest van andere sterren.¹¹

⁹ Canvas, 27.2.2022

¹⁰ De waargenomen lichtflits was 300 keer helderder dan de zonnestraling.

¹¹ Wat is het verschil met de levenscyclus van een Supernova, die na een implosie een explosie kent?

Professor Brian Cox vergelijkt de fenomenen die zich voordoen in de buurt van een zwart gat met een waterval. De stroming is er zo sterk dat alles wordt meegesleurd. Het zwarte gat bevindt zich volgens Einstein in het heelal in een weefsel (*fabric*) van ruimte en tijd¹², die samengesmolten zijn tot een nieuwe ruimtetijd-dimensie. Objecten zoals planeten en sterren, ook zwarte gaten, doen dit weefsel krommen en vervormen. In de buurt van een massief object wordt deze kromming en vervorming ervaren als een zwaartekracht. De tijd wordt ook trager en stopt uiteindelijk. *Sagittarius A* is born as a waterfall in a fabric of the universe*. Rondom een zwart gat bevindt zich een zogenaamde waarnemingshorizon, in de buurt ervan is er een sterke vervorming van tijd en ruimte.

13,5 miljard jaar geleden gedroeg Sagittarius A* zich nog als een eerder klein zwart gat, dat nadien begon te groeien door het 'opeten' van andere objecten. Er werden ook andere zwarte gaten in de buurt aangetrokken en opgeslokt. Andere sterren bleven cirkelen rondom het centrale zwarte gat, wat ook het geval is bij andere sterrenstelsels.¹³

Rond 8 miljard jaar geleden spreekt men van het ontstaan van een creatieve Melkweg. Rond het zwarte gat is een gewelddadig magnetisch gebied met uitbarstingen van heet gas (jets). Zo heeft de ruimtetelescoop Fermi twee grote hete-gasbellen, elk met een doormeter van 25.000 lichtjaar kunnen ontdekken via het opmeten van gammastraling.

In de buurt van een zwart gat maken die jets van hete gassen eigenlijk het mogelijk leven op planeten onmogelijk. Maar op grotere afstanden van Sagittarius A* zorgen die hete gassen voor een verminderd effect van de zwaartekracht, waardoor dan minder sterren gevormd worden en er een soort kalmerend effect ontstaat. Dit heeft de laatste vier miljard jaar gezorgd voor de meer stabiele omgeving van ons eigen zonnestelsel. Dus één van de belangrijke voorwaarden voor het ontstaan van leven is misschien contradictorisch de aanwezigheid van een zwart gat.¹⁴ Op dit moment is Sagittarius A* een slapende reus.

Biljoenen jaren in de toekomst zullen alle sterren rond Sagittarius A* uitdoven en sterven. Er zullen op dat moment enkel nog zwarte gaten zijn in het heelal. Deze kunnen uiteindelijk ook sterven. Professor Steven Hawking ontwikkelde echter een theorie waarbij zwarte gaten niet helemaal zwart zijn: ze kunnen ook gloeien waarbij er verdamping optreedt.¹⁵ Door deze Hawking-straling wordt een zwart gat kleiner, totdat het volledig is verdwenen.

Wat er uiteindelijk overblijft van een zwart gat is de Hawking-straling die de ontstaans- en levensgeschiedenis van wat er voorheen was, heeft opgeslagen.

*The Big Bang: Before the Dawn*¹⁶

De laatste aflevering van deze boeiende BBC-documentaire gaat dieper in op de Big Bang. De mooie beelden die men gebruikt, de prachtige achtergrondmuziek en de soms lyrische bewoordingen

¹² Volgens Professor Cox zijn ruimte en tijd zijn geen fundamentele eigenschappen van de natuur. Zwarte gaten, waar de wetten van de fysica niet werken, zeggen ons dat ons beeld van ruimte en tijd verkeerd is. Ze komen beide voort uit een diepere realiteit waarin ze beide niet bestaan. Hij eindigt met te zeggen dat we dit alles wat bizar kunnen vinden en dat hijzelf ook niet alles begrijpt, niemand eigenlijk. Het siert de makers van de reeks dat ze wetenschappelijk bewezen zaken, toch proberen voor te stellen aan een breed kijkerspubliek.

¹³ Chandra heeft nog andere zwarte gaten buiten onze Melkweg ontdekt.

¹⁴ Beginnend leven zou het moeilijk hebben met de geboorte van nieuwe sterren en vernietigd worden.

¹⁵ De temperatuur van een zwart gat wordt geschreven met o.a. een aantal bekende fysische constanten in teller en noemer van een breuk (constante van Planck, Boltzman-constante, gravitatieconstante, lichtsnelheid).

¹⁶ Canvas, 6.3.2022

(‘flikkerende kracht, donker monster, sublieme schepping, prachtige troosteloosheid’, ...) laten toch een diepe indruk na.

Onze voorouders geloofden in de kracht van de sterren aan de hemel en probeerden het zonnelicht op te vangen en te begrijpen. Hun scheppingsverhalen zijn hierop gebaseerd. Huidige generaties doen in feite nog altijd hetzelfde.

De in 1990 gelanceerde Discovery met aan boord de Hubble-telescoop¹⁷, heeft het mogelijk gemaakt om heel gedetailleerde beelden van het verste en zwakste licht dat is uitgestraald, op te vangen. Hubble kon steeds verder licht opvangen, zoals de kosmische roos (300 miljoen lichtjaar van de aarde) tot het GN-Z11 sterrenstelsel. Dit is een van de oudste sterrenstelsels, op 13,4 miljard lichtjaar en het door Hubble opgevangen licht is dus uitgestraald kort na de Big Bang. Het heeft een 25 kleinere massa dan ons melkwegstelsel, kent enkele grote sterren en ook een van de oudste planeten in het heelal, cirkelend rond een zon.

Bij Supernova's ontstaat op zeker moment een zogenaamde witte dwerg die nog een evenwicht vormt tussen de binnenwaartse zwaartekrachtwerking en de druk binnen de ster. Op dat moment bevat ze vooral koolstof en zuurstof. Men spreekt ook over stellaire diamanten, door de hoge drukken die werkzaam zijn op de aanwezige koolstof. Een voorbeeld van zo een witte dwerg is NGC2525 (op 70 miljoen lichtjaar). Ze cirkelt rond een andere ster die zich in de buurt bevindt en neemt in omvang toe door het aantrekken van gas en plasma van de buurster tot er een kritische grens¹⁸ bereikt wordt en de ster ontploft. Deze explosie is waargenomen door de Hubble-telescoop.

Professor Cox stelt dan de vraag naar wat er was voor de Big Bang, die zelf als een kleine dense stip in het heelal wordt voorgesteld. De dageraad (=‘dawn’) of het begin der tijden start met de Big Bang die eigenlijk verkeerdelijk als een explosie is voorgesteld. In feite was er vooraf al een eindeloze oceaan van energie waarin zich zachte ‘rimpelingen’ voordeden. Bij de Big Bang is er dan in een heel hoog tempo een uitdijing ontstaan –men noemt dit inflatie- waarbij er energie is omgezet in materie. Deze rimpelingen hebben gezorgd voor sommige dichtere plaatsen in het jonge heelal, waaruit dan de eerste sterrenstelsels zijn geboren.

De ruimtetelescoop Planck –gelanceerd 2009- heeft het oudste licht kunnen opvangen, dat 13,8 miljard geleden is uitgestraald. Op dat moment waren er nog geen sterren, zodat het licht afkomstig moet zijn van de nagloed (‘afterglow’) na de Big Bang. Op dit moment werkt men aan een nog betere ruimtetelescoop, de James Webb-telescoop, die binnen drie à vier jaar operationeel zal zijn.

Marc Van Stappen, www.stap-brug.be, 2022

¹⁷ In 1993 volgde een nieuwe ruimtemissie waarbij de telescoop een optische correctie kreeg, uitgevoerd door rondzwevende astronauten.

¹⁸ Men noemt dit de Chandrasekhar- massa.