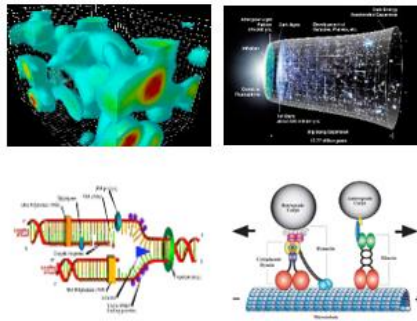




Goddelijke genesis

de schepping verkennen door middel van astronomie en biologie



Dongchan Kim, Ph. D.

**Ik wil mijn diepste dankbaarheid uitspreken aan de Heilige
Geest voor het inspireren en leiden van mij tijdens het schrijven
van dit boek!**

Inhoud

Inleiding	6
1. De schepping van het heelal.....	8
a. De hiërarchische structuur van het heelal	8
i. Het zonnestelsel	8
ii. Het sterrenstelsel	10
iii. Onze Melkweg	11
iv. Sterrenstelsels, clusters van sterrenstelsels en superclusters	12
b. Schepping van het heelal.....	14
i. Schepping van het heelal in de sterrenkunde	14
ii. Het lot van het heelal (Opnieuw oerknal?).....	17
iii. De schepping van het heelal in de Bijbel	21
c. Wat werd het eerst geschapen, de aarde of de zon?	24
d. Is de aarde 6000 jaar oud?	27
i. De dagen in Genesis	30
ii. De Schepper van Tijd	33
e. Het fijn-afgestemde heelal	35
2. Gods meesterwerk, de aarde	41
a. Juiste afstand tot de zon.....	41
b. De rechter axiale kanteling.....	42
c. De juiste rotatie- en omlooptijden	44
d. De juiste maat	46
e. Het bestaan van de magnetosfeer	48

f. Het bestaan van een uitzonderlijk grote maan.....	49
g. Het bestaan van Jupiter, de Beschermmer van de Aarde	51
h. Het bestaan van platentectoniek	53
i. De juiste grootte van de zon.....	57
j. De juiste afstand tot het centrum van de Melkweg.....	60
3. Schepping of evolutie?	64
a. De oorsprong van het leven	64
i. De vorming van aminozuren	65
ii. De vorming van RNA.....	68
iii. De vorming van eiwitten.....	73
iv. De vorming van DNA.....	77
v. De vorming van cellen	80
vi. De vorming van eukaryote cellen	83
vii. Organellelokalisatie	86
viii. Celdifferentiatie	92
ix. De vorming van weefsels en organen.....	95
x. De vorming van meercellige organismen	97
b. Kan Evolutie de Oorsprong van Leven verklaren?.....	99
c. De theorie van Darwin: Evolutietheorie of Theorie van genetische aanpassing?.....	103
d. Zijn wij geëvolueerd uit apen?	111
e. Intelligent ontwerp.....	114
i. Gespecificeerde complexiteit	115
ii. Onherleidbare complexiteit.....	118

iii. Opmerkelijke boeken over Intelligent Ontwerp	122
f. Deeltjesfysica en schepping	125
g. Buitenaardse wezens en schepping	128
h. Instincten in levende organismen en de schepping	134
i. Nestbouw van metselbijen	135
ii. Nestbouw van weervogels	137
iii. Vorming van de Nautilus schelp	139
i. Wiskunde in de natuur en de schepping	141
4. Uitnodiging voor het Evangelie	149
Erkenningen.....	155
Image Credit	156
References.....	158
About the Author	163

Inleiding

Wetenschappers die pleiten voor de evolutietheorie beschouwen het creationisme vaak als een wetenschap zonder empirische ondersteuning en wetenschappelijke nauwkeurigheid. Zij beweren dat het creationisme niet in wetenschappelijke onderwijsprogramma's zou moeten worden opgenomen, omdat het geen wetenschappelijk onderbouwde verklaring biedt voor de diversiteit en complexiteit van het leven op aarde.

Aan de andere kant bevat de evolutietheorie hiaten en onbeantwoorde vragen, vooral met betrekking tot de oorsprong van het leven en de complexiteit van biologische systemen. Natuurlijke selectie en mutaties zijn onvoldoende om de ingewikkelde structuren en functies te verklaren die in levende organismen worden waargenomen. Bovendien is de evolutietheorie alleen van toepassing op bestaande levende organismen en gaat deze niet in op de oorsprong van het leven. Bovendien is de evolutietheorie sterk gebaseerd op aannames en speculatieve reconstructies, waardoor de geldigheid van de theorie als een allesomvattende verklaring voor de diversiteit van het leven in twijfel wordt getrokken.

Dit boek is geschreven om het debat tussen schepping en evolutie te verkennen door de schepping van het universum, het unieke karakter van de aarde en de oorsprong van het leven te bespreken.

In het eerste deel introduceren we de hiërarchische structuur van het universum en bespreken we de schepping van het universum zoals die blijkt uit astronomische waarnemingen. Daarna zullen we onderzoeken of de schepping van het universum zoals beschreven in de Bijbel overeenkomt met de astronomische bevindingen, of de leeftijd van de aarde 6000 jaar is, en we zullen de fijn-afgestemde aard van het universum onder de loep nemen.

Het tweede deel presenteert tien verbazingwekkende feiten over de aarde, benadrukt haar unieke geschiktheid om leven te ondersteunen en wijst op bewijs voor een doelgericht ontwerp.

In het derde deel wordt de oorsprong van het leven onderzocht,

waarbij conventionele evolutietheorieën in twijfel worden getrokken en de complexiteit van biologische systemen wordt benadrukt als bewijs voor goddelijke schepping. De geschiktheid van de term 'Darwins evolutietheorie' wordt onderzocht, gevolgd door een onderzoek naar de vraag of mensen uit apen zijn geëvolueerd. Daarnaast wordt het concept van intelligent ontwerp geïntroduceerd en wordt het creationisme verkend aan de hand van discussies over deeltjesfysica, het bestaan van buitenaards leven, de instincten van dieren en de wiskunde die in de natuur te vinden is.

Het boek eindigt met een hartverwarmende uitnodiging tot geloof, waarbij de lezers worden aangemoedigd om na te denken over hun spirituele reis en de transformerende kracht van geloof te overwegen. Het introduceert het evangelie en biedt praktische richtlijnen over hoe het geloof te omarmen, inclusief stappen om het eeuwige leven te begrijpen en te ontvangen, en biedt hoop en zekerheid voor diegenen die op zoek zijn naar een diepere verbinding met God.

Ik hoop dat dit boek je hernieuwde kennis van de schepping geeft, je begrip verdiept van het ingewikkelde ontwerp en doel dat in het universum verweven zit, en een gelegenheid biedt om te mediteren over de grenzeloze genade, wijsheid en macht van God, de goddelijke Schepper, die alle dingen in stand houdt en ons uitnodigt om ons te verwonderen over Zijn handwerk.

Dongchan Kim (cyberspacedckim@gmail.com)

1. De schepping van het heelal

Als kind kun je je misschien nachten herinneren waarin je kampeerde op het platteland of hoog in de bergen, starend naar de ontelbare sterren die glinsterden in de uitgestrektheid boven je, of je verwonderend over vallende sterren die sierlijk langs de donkere hemel schoten. Zulke ervaringen vervullen ons vaak met ontzag en verwondering, een diepe waardering voor de immense schoonheid en schaal van het universum. Op die momenten heb je misschien een diepe verbondenheid met de kosmos gevoeld, vergezeld van een gevoel van nederigheid over jouw plaats daarin. Er kunnen vragen in je hoofd zijn opgekomen: Hoeveel sterren zijn er aan de hemel? Kan er leven zijn buiten onze wereld? Hoe is het universum begonnen en hoe zal het eindigen? Wie heeft het allemaal geschapen? De adembenemende schoonheid en raadselachtigheid van de nachtelijke hemel wekken nieuwsgierigheid op en nodigen uit tot nadenken over de oorsprong van het universum en ons doel daarin. Deze momenten van fascinatie laten een blijvende indruk achter en inspireren ons om antwoorden te zoeken op de grootste mysteries van het leven.

In dit hoofdstuk onderzoeken we de oorsprong van het universum vanuit zowel astronomisch als Bijbels perspectief. We zullen wetenschappelijke ondersteuning bieden voor het scheppingsverslag in Genesis door deze twee gezichtspunten met elkaar te vergelijken. Daarnaast zullen we onderzoeken wat als eerste werd geschapen, de aarde of de zon, of de aarde 6000 jaar oud is en het concept van een fijn afgestemd universum.

a. De hiërarchische structuur van het heelal

Laten we eerst de hiërarchische structuur van het universum onderzoeken om de oorsprong ervan te bespreken. We beginnen met ons zonnestelsel en gaan verder met de Melkweg, externe melkwegstelsels, cluster van melkwegstelsels, superclusters en superclustercomplexen.

i. Het zonnestelsel

Het zonnestelsel bestaat uit een ster die de zon wordt genoemd, acht planeten die eromheen draaien, de asteroïdengordel tussen Mars en Jupiter, de Kuipergordel, en het buitenste lid, de Oortwolk. Een ster wordt gedefinieerd als een lichtgevend hemellichaam dat wordt aangedreven door kernfusie, terwijl een planeet een hemellichaam is dat het licht van een ster weerkaatst.

De aarde is de derde planeet vanaf de zon. De afstand van de Aarde tot de Maan is 384.000 km, wat 16 dagen duurt met een vliegtuig met 1000 km/u. De afstand van de aarde tot de zon is ongeveer 150 miljoen kilometer, oftewel één astronomische eenheid (AE), waar je met een vliegtuig 17 jaar over zou doen. De afstand tot Neptunus is 30 AE, de Kuipergordel is 30 tot 50 AE en de Oortwolk is 2.000 tot 200.000 AE. Met de lichtsnelheid zou het 8,3 minuten duren om van de aarde naar de zon te reizen, 4 uur naar Neptunus en 9,5 maanden (0,79 lichtjaar) om de binnenrand van de Oortwolk te bereiken. Met het vliegtuig zou het ongeveer 850.000 jaar duren.

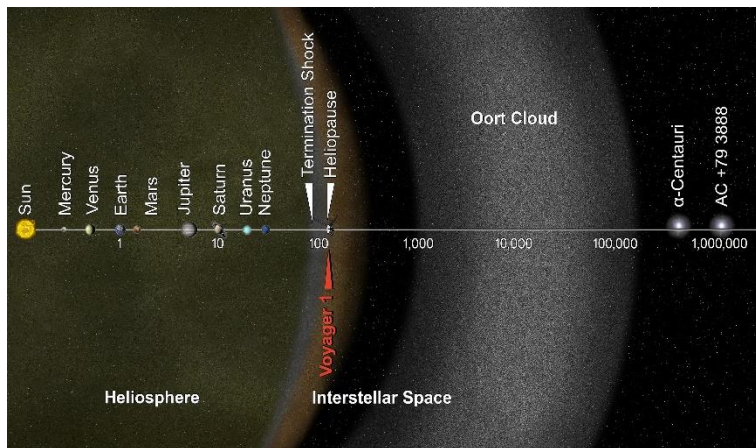


Fig. 1.1. Zonnestelsel inclusief de Kuipergordel en Oortwolk

Kometen kunnen worden ingedeeld in kort- en langperiodieke kometen. De Kuipergordel is de bron van kortlevende kometen en de Oortwolk is de bron van langlevende kometen. Vanwege hun

oorsprong hebben kometen zeer elliptische banen met grote excentriciteiten. De Zon is 109 keer zo groot als de Aarde, 333.000 keer zo zwaar en heeft een rotatieperiode van ongeveer 25 dagen.

ii. Het sterrenstelsel

Als je de Oortwolk verlaat, kom je in het rijk van de sterren. De ster die het dichtst bij de aarde staat is Proxima Centauri, die 14% zo groot is als de zon, 12% van zijn massa heeft en ongeveer 4,2 lichtjaar van de aarde verwijderd is. Een vliegreis daarheen zou ongeveer 4,6 miljoen jaar duren.

Als je de fonkelende sterren aan de nachtelijke hemel goed observeert, zul je zien dat ze verschillende kleuren hebben. De kleur van een ster hangt af van zijn oppervlaktetemperatuur: koelere sterren zijn roodachtig, terwijl hetere sterren witachtig zijn. Betelgeuse (α Ori) is bijvoorbeeld rood, de Zon is geel en Sirius (α CMa), de helderste ster aan de nachthemel, is blauwachtig wit.



Fig. 1.2. Sterren vertonen een verscheidenheid aan kleuren

De massa van een ster bepaalt zijn kernfusiesnelheid, die op zijn beurt zijn helderheid en levensduur bepaalt. Massievere sterren verbruiken hun brandstof sneller dan minder massieve sterren. Sterren eindigen hun leven als witte dwergen, neutronensterren of zwarte gaten. Sterren met een kernmassa van minder dan 1,4 zonsmassa's

worden witte dwergen, sterren met een kernmassa tussen 1,4 en 3 zonsmassa's worden neutronensterren en exploderen als supernovae, en sterren met een kernmassa van meer dan 3 zonsmassa's worden zwarte gaten nadat ze een neutronensterfase hebben doorlopen. De overblijfselen van supernova-explosies kunnen worden gerecycled om nieuwe sterren te vormen.

Gewoonlijk zijn er minder dan honderd sterren met het blote oog zichtbaar in een stad en ongeveer duizend op het platteland onder ideale omstandigheden. De meeste van deze sterren liggen binnen 50 lichtjaar van de aarde.

iii. Onze Melkweg

De Melkweg is een spiraalvormig spiraalstelsel dat tussen de 200 en 400 miljard sterren bevat, samen met enorme hoeveelheden gas, stof en donkere materie. De diameter beslaat ongeveer 100.000 lichtjaar, terwijl de dikte ongeveer 1000 lichtjaar is, waardoor het een relatief platte en schijfvachtige structuur is met een centrale uitstulping.

De zon bevindt zich ruwweg 26.000 lichtjaar van het galactische centrum en draait daar eens in de 220 miljoen jaar omheen, een periode die bekend staat als een galactisch jaar. Ons zonnestelsel bevindt zich in de buurt van de Orionspiraal, een kleine arm tussen de Sagittarius- en Perseusspiraalarmen. Deze locatie, ongeveer 60 lichtjaar boven het galactische vlak, biedt een gunstig perspectief om het heelal in meerdere richtingen te observeren met minimale obstructie van het dichte stof en gas binnen de galactische schijf.

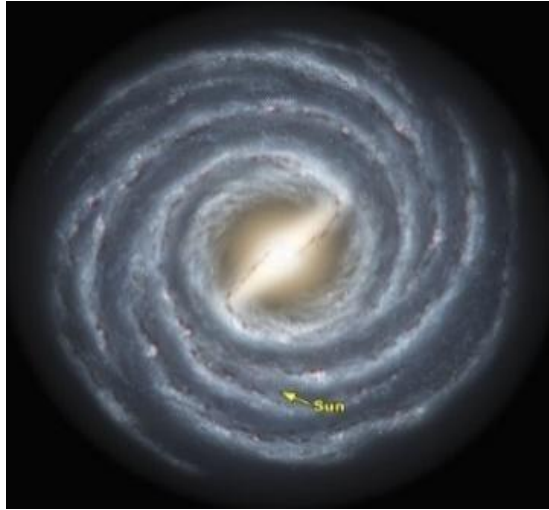


Fig. 1.3. Onze Melkweg

iv. Sterrenstelsels, clusters van sterrenstelsels en superclusters

Het Andromedastelsel (M31) is het dichtstbijzijnde sterrenstelsel van de Melkweg en bevindt zich op ongeveer 2,5 miljoen lichtjaar van de aarde. Het is met het blote oog zichtbaar vanaf het noordelijk halfrond (visuele magnitude = 3,4) en heeft een vorm die lijkt op die van de Melkweg. Het Andromedastelsel nadert de Melkweg met een snelheid van ongeveer 110 km/s en zal er naar verwachting over ongeveer 4 miljard jaar mee in botsing komen.

Sterrenstelsels kunnen grofweg worden ingedeeld in drie morfologische klassen: spiraalstelsels, elliptische stelsels en onregelmatige stelsels. Wanneer twee spiraalstelsels op elkaar botsen, kan hun zwaartekrachtinteractie leiden tot een dramatische transformatie, die vaak resulteert in de vorming van een elliptisch sterrenstelsel. Dit proces verloopt meestal via fasen van interacterende sterrenstelsels, gevolgd door een fase van lichtgevend infraroodstelsel (LIRG) of ultralicht infraroodstelsel (ULIRG).



Fig. 1.4. Spiraalstelsel, elliptisch stelsel en onregelmatig stelsel

Als minder dan 50 sterrenstelsels gravitationeel gebonden zijn, worden ze een 'groep van sterrenstelsels' genoemd, en als honderden of duizenden sterrenstelsels gebonden zijn, worden ze 'clusters van sterrenstelsels' genoemd. Meer dan 40 nabije sterrenstelsels, waaronder de Melkweg en Andromeda, behoren tot de Lokale Groep. De Lokale Groep en de Virgocluster maken deel uit van de Virgo Supercluster, die op zijn beurt weer deel uitmaakt van de Laniakea Supercluster.

Een superclustercomplex, ook wel galactisch filament of superclusterketen genoemd, is een immense grootschalige structuur in het heelal die bestaat uit talloze superclusters van sterrenstelsels die onderling verbonden zijn door enorme netwerken van sterrenstelsels, gas en donkere materie. Deze onderling verbonden gebieden vormen een webachtig patroon en zijn de grootste bekende structuren in de kosmos. Ze overspannen ongelooflijke afstanden, variërend van honderden miljoenen tot miljarden lichtjaren, en doen kleinere kosmische structuren in het niet vallen. De Grote Muur van Hercules-Corona Borealis springt eruit als het grootste bekende superclustercomplex, een ontzagwekkend bewijs van de schaal van het heelal. In het waarneembare heelal zijn er naar schatting 200 miljard sterrenstelsels, verspreid over een duizelingwekkende afstand van ongeveer 93 miljard lichtjaar, die allemaal bijdragen aan het ingewikkelde tapijt van kosmische structuren.

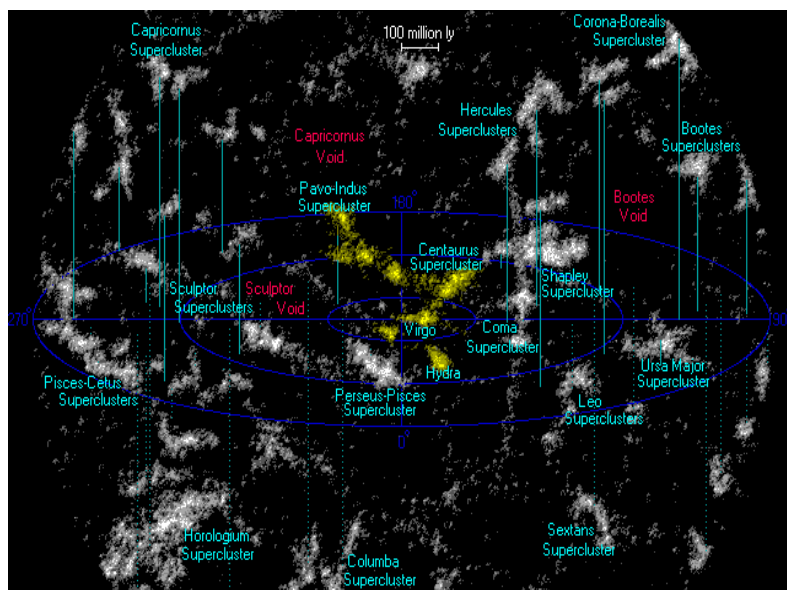


Fig. 1.5. Superclusters in de buurt (gele kleur: Laniakea supercluster)

b. Schepping van het heelal

Hoe is het universum begonnen? Heeft het altijd bestaan of is het door God geschapen? Om dit onderwerp te onderzoeken, zullen we de oorsprong van het heelal onderzoeken zoals waargenomen in de astronomie en zoals beschreven in het boek Genesis in de Bijbel.

i. Schepping van het heelal in de sterrenkunde

De meest algemeen ondersteunde theorie over het ontstaan van het heelal is de oerknaltheorie, die stelt dat het heelal ongeveer 13,8 miljard jaar geleden begon als een ongelooflijk heet en dicht punt dat zich snel uitbreidde. Dit roept natuurlijk de intrigerende vraag op: 'Wat bestond er voor de oerknal?' Eén toonaangevende hypothese beweert met groeiende steun dat het universum vóór de Big Bang bestond in een toestand van kwantumfluctuaties binnen een vacuüm, een dynamisch en probabilistisch fundament waaruit ons universum is ontstaan.

Vóór Paul Dirac werd het vacuüm gezien als een lege ruimte waar niets in zat. In 1928 combineerde Dirac kwantummechanica en speciale relativiteit om het gedrag van een elektron bij relativistische snelheden te beschrijven. Interessant genoeg stelde de vergelijking twee oplossingen voor het elektron voor: één voor een elektron met positieve energie en één voor een elektron met negatieve energie. Dirac stelde voor dat het vacuüm geen lege ruimte is, maar gevuld met een oneindig aantal elektronen met negatieve energie (positron). Daarom wordt het vacuüm ook wel de Zee van Dirac genoemd.

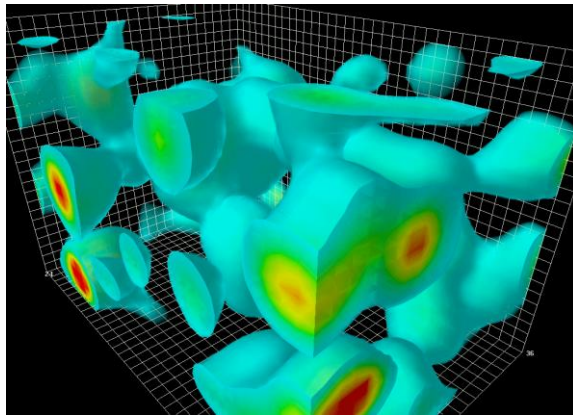


Fig. 1.6. 3-D model van kwantumfluctuaties in een vacuüm

Hoewel de Dirac Zee statisch lijkt, is het nooit statisch vanwege het onzekerheidsprincipe van Heisenberg. Deeltjes- en antideeltjesparen verschijnen spontaan (paar-productie) en verdwijnen (paar-annihilatie) op een willekeurige manier. De tijdschaal is 10^{-21} seconden en onzichtbaar voor het menselijk oog, maar als er een camera is die dit kan vastleggen, is het alsof je naar een fluctuerende zee kijkt. Dit is wat 'kwantumfluctuatie' wordt genoemd. De Big Bang ontstond uit de zee van kwantumfluctuatie op een enkel punt. De Big Bang zelf is het begin van het universum.

Onmiddellijk na de oerknal onderging het universum snelle veranderingen als gevolg van de extreem hoge temperatuur en

dichtheid. Van 10^{-43} seconden (Planck-tijd) tot 10^{-36} seconden werd het universum beheerst door de Grote Eenheidstheorie waarin drie krachten (sterke, zwakke en elektromagnetische krachten) in het Standaardmodel verenigd zijn. Het ging toen het inflatoire tijdperk in van 10^{-36} seconden tot 10^{-32} seconden, het elektrozwakke tijdperk van 10^{-32} seconden tot 10^{-12} seconden, het quarktijdperk van 10^{-12} seconden tot 10^{-6} seconden, het hadrontijdperk van 10^{-6} seconden tot 1 seconde en het leptontijdperk van 1 seconde tot 10 seconden.

Aan het einde van het leptontijdperk vond een dramatische en cruciale gebeurtenis plaats. De lepton- en antileptonparen, die voornamelijk bestonden uit elektronen en positronen, ondergingen wederzijdse annihilatie. Bij dit proces kwam een immens aantal fotonen (lichtdeeltjes) vrij, waardoor het universum overspoeld werd met licht. Deze fotonen werden de dominante vorm van energie in de kosmos en markeerden het begin van wat bekend staat als het fotonentijdperk. Dit tijdperk, dat duurde van ongeveer 10 seconden tot 380.000 jaar na de oerknal, werd gekenmerkt door een heet, dicht plasma van vrije elektronen, kernen en fotonen. In deze periode werden fotonen verstrooid door vrije elektronen en protonen, waardoor ze niet vrij konden reizen en het heelal ondoorzichtig werd.

Het recombinatie tijdperk volgde op het einde van het foton tijdperk, waar een andere belangrijke gebeurtenis plaatsvond. Elektronen combineren met protonen om neutrale waterstof en helium te vormen. Dit is het begin van het door materie gedomineerde tijdperk. Toen dit gebeurde, werd het met plasma gevulde heelal geleidelijk transparant en veranderde in de ruimte die we de hemel kunnen noemen. Wanneer dit gebeurt, kunnen fotonen die tijdens het fotonentijdperk werden geproduceerd, maar voorheen door plasma werden opgesloten, zich nu vrij door het transparante heelal bewegen. Deze vrij bewegende fotonen worden waargenomen als zeer helder licht en vormen de kosmische achtergrondstraling.

De sterren en sterrenstelsels die we vandaag de dag zien, zijn gevormd uit de atomen die tijdens het recombinatietijdperk zijn

ontstaan. Sindsdien is het heelal blijven uitdijen in de nasleep van de oerknal. Toen het heelal 9,8 miljard jaar oud was, begon donkere energie te overheersen, wat het begin markeert van het door donkere energie gedomineerde tijdperk. In dit tijdperk blijft het heelal versneld uitdijen. Deze versnelde uitdijning is de huidige staat van het universum.

ii. Het lot van het heelal (Opnieuw oerknal?)

Het lot van het universum hangt af van zijn totale dichtheid. Volgens metingen van WMAP is de huidige dichtheid van het heelal ongeveer gelijk aan de kritische dichtheid (ongeveer $10^{-29} \text{ g cm}^{-3}$) binnen een foutmarge van 0,5%. Deze onzekerheid betekent echter dat we het uiteindelijke lot van het universum nog niet definitief kunnen bepalen totdat er nauwkeurigere metingen zijn verkregen. Als de dichtheid van het universum groter is dan de kritische dichtheid, zullen de zwaartekrachten uiteindelijk de uitdijning overwinnen, waardoor het universum in zichzelf instort in een catastrofale gebeurtenis die bekend staat als de Big Crunch, kenmerkend voor een gesloten universum.

Omgekeerd, als de dichtheid lager is dan de kritische dichtheid, zal het universum voor altijd versneld blijven uitdijen, wat leidt tot een scenario dat bekend staat als de Big Rip, kenmerkend voor een open universum. In dit geval zal de temperatuur van het heelal geleidelijk afkoelen naarmate de uitdijning voortschrijdt en zal de stervorming uiteindelijk stoppen als gevolg van de uitputting van het interstellair medium dat nodig is voor de creatie van sterren. Na verloop van tijd zal het heelal steeds donkerder en kouder worden, een proces dat vaak 'warmtedood' wordt genoemd.

Bestaande sterren zullen zonder brandstof komen te zitten en stoppen met schijnen. Vervolgens volgt protonverval zoals voorspeld door de Grand Unified Theory wanneer de leeftijd van het universum ongeveer 10^{32} jaar is. Rond 10^{43} jaar zullen zwarte gaten beginnen te verdampen via Hawkingstraling. Nadat alle baryonische materie is vervallen en alle zwarte gaten zijn verdampt, zal het heelal gevuld zijn

met straling. De temperatuur van het universum zal afkoelen tot het absolute nulpunt en alles is donker en leeg, wat lijkt op de toestand van het universum dat kwantumfluctuaties onderging vóór de Big Bang.

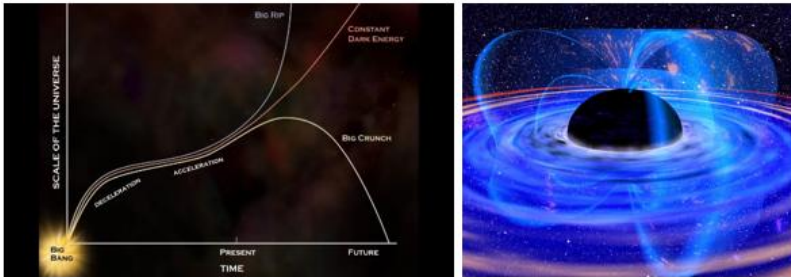


Fig. 1.7. Lot van het universum en verdampend zwart gat

Onlangs werden twee kosmische megastructuren ontdekt op 7 miljard lichtjaar afstand van de aarde in de richting van de Grote Beer. De Giant Arc, ontdekt in 2022, en de Big Ring, ontdekt in 2024, stellen het kosmologische principe ter discussie dat stelt dat het universum homogeen en isotroop is op grote schaal. Deze megastructuren vereisen een goede verklaring. Een mogelijke verklaring is dat het enorme kosmische slierten zijn of overblijfselen van de Hawking-verdamping van superzware zwarte gaten (Hawking-punten) van de vorige oerknal.

Deze interpretatie is gerelateerd aan de Conformal Cyclic Cosmology (CCC) van Roger Penrose. De CCC is een kosmologisch model gebaseerd op algemene relativiteit, waarin het universum eeuwig uitdijt totdat alle materie vergaat en zwarte gaten verlaat. In CCC doorloopt het universum oneindig veel cycli, waarbij een nieuwe oerknal ontstaat binnen de steeds groter wordende huidige oerknal.

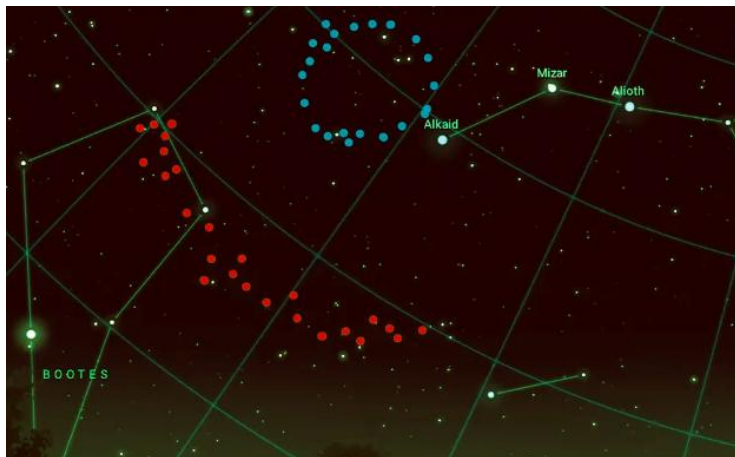


Fig. 1.8. Grote ring (blauw) en grote boog (rood)

Persoonlijk vind ik de CCC aantrekkelijk omdat het mogelijke oplossingen biedt voor enkele problemen in de evolutie van melkwegstelsels. Er bestaat een verband tussen de massa van een zwart gat en de stellaire snelheidsspreiding (de M-sigma relatie). Volgens deze relatie is de massa van een zwart gat ongeveer 0,1% van de massa van zijn sterrenstelsel. Onlangs ontdekten Chandra en JWST een intrigerend sterrenstelsel, UHZ1, via gravitationele lensing. UHZ1 bevindt zich op een afstand van 13,2 miljard lichtjaar, gezien toen ons universum nog maar ongeveer 3 procent van zijn huidige leeftijd had. De geschatte massa van het zwarte gat van UHZ1 bleek groter te zijn dan die van het gaststelsel. Deze grote massa van het zwarte gat kan niet worden verklaard door de huidige theorieën over de massa van zwarte gaten, maar wel door de CCC. Dit kan worden begrepen als het zwarte gat in UHZ1 een gerecycled zwart gat was van de vorige Big Bang en een zwart gat werd in UHZ1 tijdens de huidige Big Bang.

We weten niet hoe de nieuwe Big Bang ontstaat terwijl de huidige Big Bang nog steeds aan het uitdijen is. We kunnen proberen het concept van de hyperruimte te gebruiken. In dit scenario dijt het universum uit in een driedimensionale ruimte. Maar stel je ons driedimensionale universum voor als een oppervlak ingebed in een

hoger-dimensionale ruimte (hyperruimte). Deze hoger-dimensionale ruimte zou een vier-dimensionale ruimte (of meer) kunnen zijn waar ons hele universum slechts een 'plakje' of een 'brane' is.

Als ons universum blijft uitdijen, zou het uiteindelijk kunnen samenkomen in een enkel punt in deze hoger-dimensionale hyperruimte, net zoals een tweedimensionaal oppervlak kan buigen en samenkomen in een punt in de driedimensionale ruimte. Dit punt in de hyperruimte zou analoog kunnen zijn aan de hals van een Klein-fles, een hoger-dimensionale vorm waarbij het oppervlak in zichzelf terugloopt.

Wanneer de uitdijng van het universum in de driedimensionale ruimte convergeert naar dit unieke punt in de hyperruimte, zou dit omstandigheden kunnen creëren waarin de energiedichtheid extreem hoog wordt. Als dit unieke punt in hyperspace niet de immense energie en vacuümenergie-instroom van het huidige uitdijende universum kan verwerken, zou dit kunnen leiden tot een explosie. Deze explosie zou het begin zijn van een nieuwe Big Bang, waardoor een nieuw universum zou ontstaan.

Op deze manier zou het steeds uitdijende huidige Big Bang universum kunnen leiden tot de vorming van een nieuw universum binnen het hyperspace raamwerk, waarbij de convergentie naar een enkelvoudig punt fungeert als de brug tussen cycli van de CCC. Deze hoger-dimensionale convergentie biedt een mechanisme voor continue cycli van de Big Bangs terwijl het huidige universum nog steeds uitdijt, en de energie van dit uitdijende universum zou ook kunnen bijdragen aan de donkere energie die de versnelling ervan aandrijft.

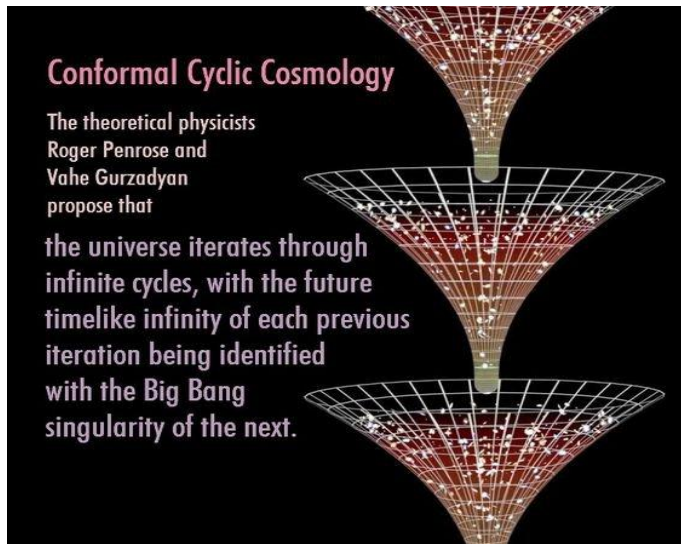


Fig. 1.9. Conforme cyclische kosmologie

iii. De schepping van het heelal in de Bijbel

In dit gedeelte zal ik de schepping van het universum, zoals beschreven in de Bijbel, onderzoeken vanuit een astronomisch perspectief, waarbij ik onderzoek hoe het Bijbelse verslag zou kunnen aansluiten bij het moderne wetenschappelijke begrip. Deze analyse zal ingaan op de mogelijke parallellen tussen het Bijbelse verslag en astronomische observaties. Hoewel deze benadering een interessant perspectief biedt, is het belangrijk om te erkennen dat er andere manieren zijn om het scheppingsverhaal in de Bijbel te interpreteren. Deze interpretaties kunnen variëren op basis van theologische, filosofische en culturele contexten en bieden elk unieke inzichten in het diepgaande verhaal over de oorsprong van het universum.

a) God verklaarde de schepping van het universum

De schepping van het universum wordt beschreven in Genesis, het eerste boek van de Bijbel.

"In het begin schiep God de hemel en de aarde." (Genesis 1:1)

Dit vers introduceert de scheppingsdaad van God en bevestigt dat Hij de initiator is van alles wat bestaat. De zinsnede "de hemelen en de aarde" omvat de hele schepping, waarmee de totaliteit van het universum wordt aangeduid.

"De aarde was zonder vorm en leeg, en duisternis lag over de diepte. En de Geest van God zweefde over het wateroppervlak." (Genesis 1:2)

De term "aarde" staat hier voor de fysieke, materiële schepping (d.w.z. baryonische materie) die God later vorm zou geven. De zin "De aarde was zonder vorm" kan worden geïnterpreteerd als een beschrijving van een primordiale toestand van leegte, waarin nog niets was geschapen. De term "leegte" betekent een lege ruimte, en als er niets in die ruimte is, kan het met recht een vacuüm genoemd worden. Daarom suggereert de zin "De aarde was zonder vorm en leegte" dat het universum vanaf het allereerste begin bestond als een vacuüm, een begintoestand van niets. De volgende zin "duisternis lag over het oppervlak van de diepte" heeft een diepe betekenis. De "duisternis" is חֹשֶׁךְ (choshek) in het Hebreeuws en betekent letterlijk totale duisternis zonder enig licht. De "diepte" is תְּהוֹם (tehom) in het Hebreeuws en is afgeleid van הוֹם (hom) wat 'oproer' of 'schommelen' betekent. Zo kan "De aarde was zonder vorm en leeg, en duisternis lag over het oppervlak van de diepte" geïnterpreteerd worden als een beschrijving van het ontstaan van het universum uit een vacuüm in een toestand van duisternis en fluctuatie. Deze interpretatie sluit nauw aan bij de toestand van het universum in zijn vroegste stadium - net voor de oerknal - toen het bestond als een vacuüm dat kwantumfluctuaties onderging.

b) De creatie van licht

De belangrijkste gebeurtenis op de eerste scheppingsdag is de schepping van licht.

"En God zei: 'Laat er licht zijn', en er was licht." (Genesis 1:3)

Het vers stelt dat God de schepping van het universum begon door licht te scheppen. Op dezelfde manier begon de oerknal met een reeks snelle tijdperken, die in totaal minder dan een seconde duurden, wat uiteindelijk leidde tot de schepping van licht (fotonen) tijdens het foton tijdperk. De schepping van licht in Genesis 1:3 komt opmerkelijk overeen met de schepping van licht tijdens het fotonentijdperk - waardoor het bijbelse verslag op krachtig overeenkomt met dit cruciale moment in het vroege universum.

c) De schepping van de hemel

De belangrijkste gebeurtenis op de tweede scheppingsdag is de schepping van de hemel.

"En God maakte het gewelf en..., God noemde het gewelf sky..."
(Genesis 1:7, 8)

De schepping van de hemel beschreven in Genesis kan worden gecorreleerd met het recombinitie tijdperk in de Big Bang kosmologie. Vóór dit tijdperk was het universum ondoorzichtig, gevuld met een dicht, heet plasma van elektronen, neutronen, protonen en fotonen. Dit plasma verstrooide fotonen, waardoor ze niet vrij konden reizen en het heelal ondoorzichtig werd voor straling. In die tijd was het heelal ongeveer 10 lichtjaar in doorsnee, wat betekende dat er geen vrije ruimte was voor een zichtbare 'hemel'.

In het recombinitietijdperk koelde het universum echter voldoende af om elektronen en protonen te laten combineren en neutrale waterstofatomen te vormen. Dit proces ruimde het plasma op, waardoor het heelal transparant werd en fotonen vrij door de ruimte konden reizen. Als gevolg hiervan ontstond een enorme, transparante uitgestrektheid - wat wij kennen als de zichtbare hemel - met een straal van ongeveer 42 miljoen lichtjaar. De schepping van de hemel in Genesis 1:7-8 kan dus geïnterpreteerd worden als een verwijzing naar deze centrale gebeurtenis in de kosmische geschiedenis.

De volgende tabel geeft een overzicht van de schepping van het

universum zoals beschreven in de Bijbel en zoals verklaard door de astronomie. De vergelijking laat zien dat het scheppingsverhaal in Genesis in opmerkelijke mate overeenkomt met astronomische feiten, wat bevestigt dat God deze waarheden al door de Bijbel had geopenbaard, lang voordat ze door de wetenschap werden ontdekt.

Genesis	Astronomie
Vacuümschommeling (Gen 1:2 - vóór de Schepping)	Vacuümschommeling (voor oerknal)
Creatie van licht (Gen 1:3 - Scheppingsdag 1)	Creatie van licht (Foton-epoche)
Schepping van de hemel (Gen 1:7-8 - Scheppingsdag 2)	Schepping van de hemel (Recombinatie-epoche)

Tabel 1.1. Vergelijking van Schepping in Genesis en Astronomie

c. Wat werd het eerst geschapen, de aarde of de zon?

De belangrijkste gebeurtenis op de derde scheppingsdag in Genesis is de schepping van het droge land en de zee. Dit kan worden opgevat als de periode waarin de aarde werd gevormd en gestructureerd. Het proces van het verzamelen van water en het blootleggen van droog land betekent de ontwikkeling van het aardoppervlak en de geografische kenmerken. De belangrijkste gebeurtenis op de vierde dag in Genesis is de schepping van de zon. De Aarde werd dus eerder geschapen dan de Zon. Het is interessant om te onderzoeken of het Bijbelse verslag overeenkomt met astronomische waarnemingen. Laten we het onderzoeken.

Sterren en planeten worden gevormd uit moleculaire wolken. Moleculaire wolken bestaan voor ongeveer 98% uit gas (ongeveer 70% waterstof en 28% helium) en voor 2% uit stof (koolstof, stikstof, zuurstof, ijzer, enz.). De meeste sterren en Joviaanse planeten zijn gemaakt van gas, en de meeste aardse planeten zijn gemaakt van stof. Protosterren ontstaan wanneer moleculaire wolken onder hun eigen

zwaartekracht instorten. Tijdens dit proces vormt het resterende materiaal van de moleculaire wolken een roterende schijf die protoplanetaire schijf wordt genoemd. De zwaartekrachtinstorting initieert de verhitting en compressie van de kern, wat leidt tot de geboorte van een protoster, terwijl de omringende draaiende schijf de omgeving vormt voor de vorming en evolutie van planeten.

Naarmate de protoster verder samentrekt, wordt hij een pre-main-sequence ster en volgt hij de stellaire evolutiesporen die bekend staan als het Hayashi-spoor (voor sterren met een lage massa) en het Henyey-spoor (voor sterren met een hoge massa) in het Hertzsprung-Russell-diagram (H-R-diagram). De sterren in de pre-main sequence kunnen worden waargenomen als T Tauri-sterren als hun massa kleiner is dan 2 zonsmassa's, en als Herbig Ae/Be-sterren als hun massa groter is dan 2 zonsmassa's. De pre-main sequence ster blijft samentrekken totdat zijn inwendige temperatuur stijgt tot 10 tot 20 miljoen graden. Op dat moment begint de pre-main sequence ster met waterstofkernfusie en wordt hij een echte ster aan de hemel. Sterren in deze fase worden hoofdreekssterren genoemd.

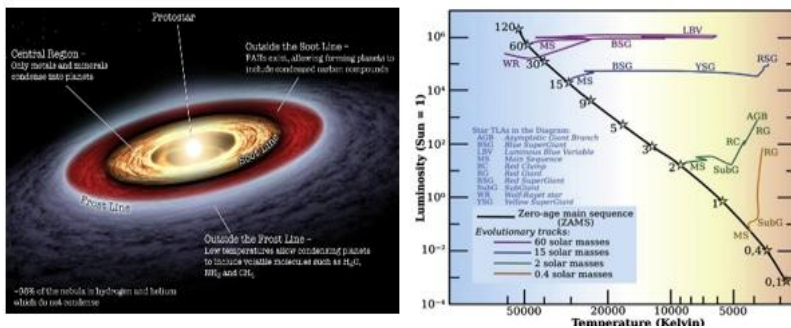


Fig. 1.10. Protoster en protoplanetaire schijf, en H-R-diagram

Volgens de stellaire evolutietheorie en helioseismologische studies verbleef de Zon ongeveer 40 tot 50 miljoen jaar in het pre-main sequence stadium, waarna het een hoofdreeksster werd.

Terwijl de ster zich in het centrum vormt, vormen planeten zich in de protoplanetaire schijf. Botsingen van stofdeeltjes en gas vormen

kiezels, kiezels groeien uit tot rotsen en rotsen ontwikkelen zich tot planetesimalen. Deze planetesimalen zijn de bouwstenen van planeten.

Pas sinds kort worden de details van het proces van planeetvorming in de protoplanetaire schijf actief bestudeerd. Studies voorspellen dat het een paar miljoen jaar duurt om een planeet ter grootte van de aarde te vormen uit steentjes ter grootte van 1 mm. Deze voorspelling kan worden getest met actuele waarnemingen, waaronder ALMA submillimeteropnamen van T Tauri-sterren HL Tau en PDS 70.

De massa van HL Tau is ongeveer twee zonsmassa's en de leeftijd is ongeveer een miljoen jaar. Op de foto is te zien dat er al verschillende planeten zijn gevormd die rond de centrale ster draaien, zoals te zien is aan de gaten in de protoplanetaire schijf. De massa van PDS 70 is ongeveer 0,76 zonsmassa's en de leeftijd is ongeveer 5,4 miljoen jaar. Twee exoplaneten, PDS 70b en PDS 70c zijn direct in beeld gebracht door de ESO VLT. In 2023 werd met spectroscopische waarnemingen van de James Webb Space Telescope water ontdekt in het gebied van de protoplanetaire schijf waar de aardse planeten worden gevormd. Het is belangrijk om op te merken dat de gas- en stofwolken die te zien waren in HL Tau grotendeels verwijderd zijn in PDS 70, en dat zich in het centrum terrestrische planeten hebben gevormd die water bevatten.

Het duurde 5,4 miljoen jaar om aardse planeten te vormen, maar zelfs als het 10 miljoen jaar zou duren, zou dat nog steeds veel minder zijn dan de 40 miljoen tot 50 miljoen jaar die de zon nodig had om een hoofdreeksster te worden. Dit suggereert dat de aarde eerder werd geschapen dan de zon, zoals in Genesis staat, en is in overeenstemming met astronomische waarnemingen.

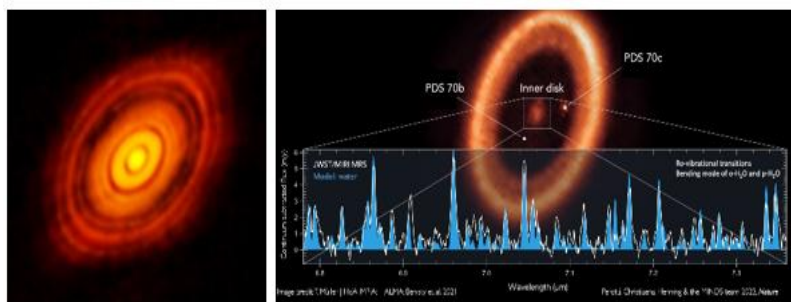


Fig. 1.11. HL Tau en PDS 70

Een andere belangrijke gebeurtenis die God op de derde dag uitvoerde was de schepping van planten en bomen. Atheïsten en evolutionisten vragen zich vaak af hoe deze planten en bomen konden overleven als de zon op de vierde dag werd geschapen. Deze vraag kan worden beantwoord binnen de context van de stellaire evolutietheorie. Toen de aarde werd gevormd, bevond de zon zich nog in het stadium van de Tauri-ster. Hoewel T Tauri-sterren geen hoofdreekssterren zijn, ligt hun oppervlaktetemperatuur tussen 4.000 en 5.000 Kelvin. Blackbodystraling bij deze temperatuur piekt in de zichtbare golflengte. Bovendien was de grootte van de zon als T Tauri-ster meerdere malen groter dan zijn huidige grootte. Daarom zou de zon voldoende energie in het zichtbare golflengtegebied kunnen leveren om fotosynthese in planten en bomen mogelijk te maken.

d. Is de aarde 6000 jaar oud?

Het 'jonge aarde creationisme' is het geloof dat de Aarde en het universum relatief jong zijn, meestal rond de 6000 tot 10.000 jaar oud, gebaseerd op een letterlijke interpretatie van het Bijbelse scheppingsverhaal in Genesis. Jonge Aarde creationisten geloven dat de aarde in zes dagen van 24 uur is geschapen en verwerpen veel van de moderne wetenschappelijke consensus over de leeftijd van de aarde en het universum. Uitgebreid wetenschappelijk bewijs uit verschillende vakgebieden, waaronder geologie, astronomie en natuurkunde, geeft

aan dat de aarde ongeveer 4,6 miljard jaar oud is en dat het universum ongeveer 13,8 miljard jaar oud is. Ondanks dit overvloedige bewijs zijn de jonge aarde creationisten het hier niet mee eens. Deze situatie doet denken aan het debat tussen geocentrische en heliocentrische modellen in de tijd van Galileo Galilei.

Laten we, voordat we in de hoofddiscussie duiken, een paar voorbeelden bekijken die het gemakkelijk maken om te begrijpen dat de Aarde en het universum minstens enkele miljoenen jaren oud zijn.

De aardkorst bestaat uit tektonische platen die langzaam bewegen en aardbevingen veroorzaken. Niemand zal dit feit ontkennen. Een hot spot is een punt waar magma diep uit de mantel onder de korst naar buiten stroomt, met het centrum vast op zijn plaats. Wanneer magma naar de korst stroomt en afkoelt, vormt het land. De Hawaïaanse eilanden zijn een goed voorbeeld van dit proces. Op het Grote Eiland van Hawaï is de Kilauea nog steeds een actieve vulkaan en als het magma dat hij uitbarst afkoelt in het zeewater, wordt er nieuw land gevormd. Het nieuw gevormde land beweegt naar het noordwesten met een snelheid van ongeveer 7-10 cm per jaar als gevolg van platentektoniek en dit proces heeft de verschillende eilanden van Hawaï gecreëerd. Dit gebeurt zelfs nu nog, en het is een onmiskenbaar feit.

Gezien de snelheid waarmee de tektonische platen bewegen, wordt de leeftijd van de Hawaïaanse eilanden als volgt geschat: het Grote Eiland is 400.000 jaar oud, Maui is 1 miljoen jaar oud, Molokai is 1,5-2 miljoen jaar oud, Oahu (waar Waikiki ligt) is 3-4 miljoen jaar oud en Kauai is ongeveer 5 miljoen jaar oud. Op het Grote Eiland kun je zien dat veel van het land nog bedekt is met zwarte vulkanische grond, wat wijst op minimale verwerking. Kauai daarentegen heeft een aanzienlijke verwerking ondergaan, waardoor de vegetatie kon floreren en het de bijnaam 'The Garden Isle' kreeg. Dit voorbeeld levert het directe bewijs dat de aarde minstens enkele miljoenen jaren oud is.

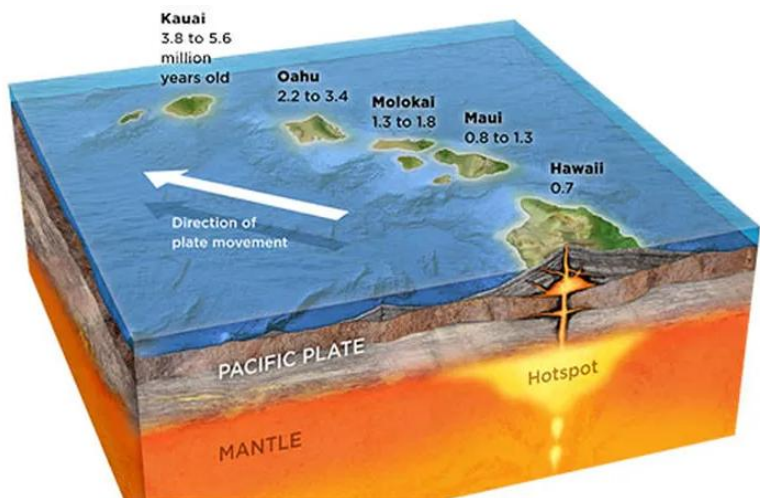


Fig. 1.12. Geologische geschiedenis van de Hawaïaanse eilanden

Om direct te begrijpen dat het heelal minstens enkele miljoenen jaren oud is, hoef je alleen maar te accepteren dat licht met 300.000 km per seconde reist. De zon is 150 miljoen km van de aarde verwijderd. Het zonlicht dat we nu ontvangen werd dus 8,3 minuten geleden op de zon opgewekt. De Zon is ongeveer 400 keer zo groot als de Maan, maar omdat hij veel verder weg staat, lijkt hij aan de hemel even groot als de Maan. Niemand zal dit ontkennen. Het Andromedastelsel is ongeveer even groot als onze Melkweg, maar staat 2,5 miljoen lichtjaar van ons vandaan, waardoor het ongeveer vier keer zo groot lijkt als de Maan. Het feit dat we het Andromedastelsel kunnen zien, betekent dat het licht dat we waarnemen 2,5 miljoen jaar geleden in Andromeda is ontstaan en ons nu pas heeft bereikt. Als je het Andromedastelsel hebt gezien, kun je dit feit niet ontkennen. Dit is het directe bewijs dat het universum minstens enkele miljoenen jaren oud is.

Ondanks deze feiten, als men nog steeds volhoudt dat de aarde 6000 jaar oud is, kan dit een struikelblok worden in plaats van een hulp bij het verspreiden van het evangelie, waardoor veel mensen mogelijk van het evangelie worden verwijderd. In plaats van te pleiten voor het

jonge aarde creationisme is het daarom misschien verstandiger om Genesis in de Bijbel zorgvuldig te lezen en te proberen een oplossing te vinden.

Voor mensen stroomt tijd altijd van het heden naar de toekomst en nooit terug. Wij definiëren een dag als 24 uur, maar als we op andere planeten geschapen zouden zijn, zou een dag geen 24 uur zijn. Als we bijvoorbeeld op Venus geschapen zouden zijn, zou een dag 243 aardse dagen zijn en op Jupiter zou een dag 10 aardse uren zijn. Daarom zal het moeilijk zijn om deze kwestie aan te pakken, tenzij we onze definitie en perceptie van tijd vanuit een geocentrisch perspectief veranderen. Laten we dit verder bespreken met deze feiten in gedachten.

i. De dagen in Genesis

Laten we eerst de leeftijd van het universum schatten op basis van de gegevens in Genesis. Volgens Genesis schiep God het universum en alles wat zich daarin bevindt in zes dagen. De tijd die verstreek van Adam tot Noach kan worden geschat met behulp van de genealogische verslagen in Genesis 5:3-32. De zondvloed van Noach vond plaats toen Noach 600 jaar oud was, en het totale aantal jaren van Adam tot de zondvloed is 1.656 jaar. We weten niet wanneer de zondvloed van Noach plaatsvond. Sommige bijbelgeleerden en tradities proberen de zondvloed te dateren aan de hand van genealogieën in de Bijbel en schatten dat deze plaatsvond rond 2300-2400 voor Christus. Daarom is de leeftijd van het universum volgens deze interpretatie 7 dagen + 1.656 jaar + 4.400 jaar = 6.056 jaar. Dit is de theoretische basis van de bewering van jonge aarde creationisten dat de aarde 6000 jaar oud is.

Laten we, om het probleem van de ouderdom aan te pakken, nog eens naar Genesis kijken. Hoewel er geen problemen lijken te zijn met de genealogische verslagen in Genesis, kan er wel enige discussie bestaan over het exacte jaar van de zondvloed van Noach. Maar of de zondvloed van Noach nu 4.400 jaar geleden plaatsvond of 44.000 jaar geleden, het heeft geen significante invloed op de leeftijd van het universum zoals begrepen in de wetenschappelijke context van 13,8

miljard jaar. Dus waar ligt de sleutel tot het oplossen van het probleem met de ouderdom? Misschien is het je al opgevallen: de sleutel ligt in de interpretatie van de eerste zeven scheppingsdagen.

De reden is simpel: een dag is gedefinieerd als de rotatieperiode van de planeet waarop we leven. Om een dag te definiëren moeten zowel de zon als de aarde van tevoren bestaan. In Genesis staat echter dat de aarde op de derde dag werd geschapen en de zon op de vierde dag, maar toch gebruikte God de termen 'dag' en 'nacht' al vóór hun schepping. Dit impliceert dat de 'dag' in Genesis niet de 24-urendag is zoals wij die definiëren, maar een 'dag' zoals God die gedefinieerd heeft. De denkfout van jonge aarde creationisten ligt in hun misverstand dat de 'dag' die genoemd wordt in Genesis verwijst naar een letterlijke 24-urige menselijke dag, wat leidt tot een verkeerde interpretatie van de term 'dag' in het Genesis verslag.

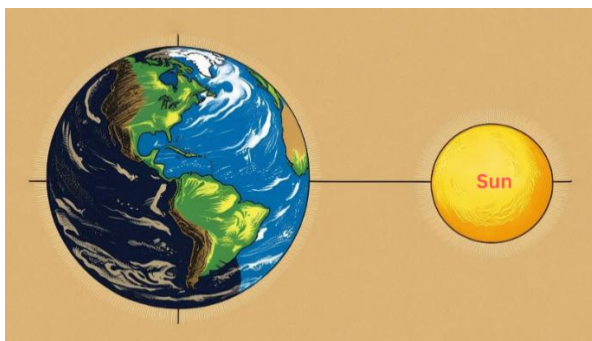


Fig. 1.13. Om een dag te definiëren moeten de Aarde en de Zon van tevoren bestaan.

Als de dagen in Genesis niet de 24-urige perioden zijn zoals die door mensen worden gedefinieerd, kun je je afvragen: "Hoe lang zijn de dagen in Genesis in termen van menselijke dagen? Hoewel we het exacte antwoord niet weten, kunnen we een periode bij benadering schatten door de scheppingsgebeurtenissen die in Genesis worden beschreven te vergelijken met die van de oerknal.

De belangrijkste gebeurtenis op de eerste dag van de

schepping is de schepping van het licht. Het fotonentijdperk in de oerknal komt overeen met deze gebeurtenis, waarbij de menselijke tijd van de eerste dag 380.000 jaar bedraagt. De belangrijkste gebeurtenis op de tweede dag van de schepping is de schepping van de hemel. Het recombinatietijdperk komt overeen met deze gebeurtenis, waarbij de menselijke tijd van de tweede dag 100.000 jaar bedraagt. De belangrijkste gebeurtenis op de derde dag is de schepping van de aarde. Zoals we in het vorige hoofdstuk hebben gezien, duurt het ongeveer 10 miljoen jaar voordat de aarde is gevormd, dus de derde dag van de schepping zou meer dan 10 miljoen jaar hebben geduurd. Op dezelfde manier is de belangrijkste gebeurtenis op de vierde dag de schepping van de zon. Aangezien het ongeveer 40 tot 50 miljoen jaar duurt voordat de zon is gevormd, zou de vierde dag van de schepping meer dan 40 miljoen jaar hebben geduurd. De volgende tabel vat de bovenstaande resultaten samen.

Dag in de Schepping	Gebeurtenis in Genesis	Evenement in Astronomie	Mens tijd
Dag 1	Creatie van het licht	Creatie van licht in foton tijdperk	380.000 jaar
Dag 2	Schepping van de hemel	Schepping van de hemel in recombinitie tijdperk	100.000 jaar
Dag 3	Schepping van de aarde	De schepping van de aarde	> 10 miljoen jaar
Dag 4	Schepping van de zon	Schepping van de zon	> 40 miljoen jaar

Tabel 1.2. Scheppingsdagen in Genesis geïnterpreteerd in menselijke tijd

Hier zien we enkele onverwachte feiten over het concept van tijd

zoals God dat gebruikt. De dagen in het scheppingsverhaal zijn veel langer dan een menselijke dag van 24 uur. Bovendien is Gods tijd niet vast, maar varieert deze van honderdduizenden jaren tot meer dan 40 miljoen jaar. Hoe kunnen we dit begrijpen? In zekere zin is dit geen verrassend resultaat, maar een te verwachten resultaat.

ii. De Schepper van Tijd

De 'dag' die in Genesis wordt gebruikt is yom (יוֹם) in het Hebreeuws. Yom kan op verschillende manieren worden geïnterpreteerd, waaronder één die verwijst naar leeftijd of een lange tijdsperiode. Deze interpretatie suggereert dat elke 'dag' van de schepping een lange periode voorstelt waarin specifieke scheppingsdaden plaatsvonden. Een andere interpretatie is dat 'yom' een periode van onbepaalde lengte betekent. Deze visie stelt dat Gods dagen niet gebonden zijn aan menselijke tijdsbeperkingen en erkent dat God, als de schepper van tijd, buiten onze tijdsbeperkingen opereert. Voorbeelden van deze interpretatie zijn te vinden in de Bijbel.

In 2 Petrus in het Nieuwe Testament staat geschreven:

"Maar vergeet één ding niet, lieve vrienden: Bij de Heer is een dag als duizend jaar, en duizend jaar als een dag." (2 Petrus 3:8)

Deze passage is bedoeld om hen die wachten op Gods beloften aan te moedigen om dat geduldig te doen. Het kan ook suggereren dat Gods perspectief op tijd verschilt van dat van mensen, wat impliceert dat God tijd kan uitbreiden of inkrimpen zoals Hij wil. We begrijpen dat tijd geen vaste grootte is. Volgens de speciale relativiteit beweegt de tijd langzamer voor de bewegende waarnemer dan voor de waarnemer in rust in hetzelfde traagheidsframe ($t = t_0 / \sqrt{1 - (v/c)^2}$). In algemene relativiteit gaat tijd langzamer voorbij in een sterk zwaartekrachtsveld ($t = t_0 \sqrt{1 - (2GM/rc^2)}$).

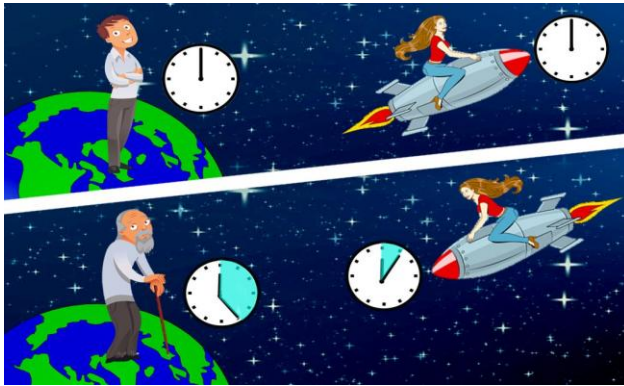


Fig. 1.14. Illustratie van tijddilatatie

God vergroot of verkleint niet alleen, maar zet ook de tijd stil. In het oudtestamentische boek Jozua staat geschreven:

"De zon stopte in het midden van de hemel en stelde het ondergaan ongeveer een hele dag uit" (Jozua 10:13).

Dit wonder vond plaats tijdens Jozua's strijd met de Amorieten en laat zien dat God de macht heeft om de tijd te bevriezen. Bovendien verrichtte God een nog verbazingwekkender wonder, zoals beschreven in 2 Koningen van het Oude Testament:

"Toen riep de profeet Jesaja de HEER aan, en de HEER liet de schaduw de tien treden teruggaan die hij op de trap van Ahaz was gegaan." (2 Koningen 20:11)

Het vers hierboven geeft Gods antwoord weer op het betraande gebed van koning Hizkia voor een langer leven. In Zijn barmhartigheid verhoorde God Hizkia en schonk hem 15 extra jaren. Om Zijn belofte te bevestigen, verrichtte God een wonderbaarlijk teken door de schaduw op de trap van Ahaz (zonnewijzer) tien stappen achteruit te laten bewegen. Dit wonder geeft aan dat God de macht heeft om de tijd terug te draaien, een concept dat ons huidige wetenschappelijke

begrip te boven gaat.



Afb. 1.15. Trap van Ahaz (Zonnewijzer)

Voor mensen stroomt de tijd in één richting van het heden naar de toekomst, maar voor God, zoals de Bijbel laat zien, is tijd een variabele die Hij kan beheersen. God kan de tijd verkorten, verlengen, bevriezen of zelfs omkeren, waarmee Hij Zijn soevereiniteit over natuurwetten laat zien en het contrast tussen menselijke beperkingen en Zijn oneindige macht benadrukt.

e. Het fijn-afgestemde heelal

Het fijn-afgestemde universum drukt het feit uit dat de fundamentele natuurkundige constanten waaruit het universum is opgebouwd en die het functioneren ervan bepalen, uiterst nauwkeurig zijn afgesteld op het bestaan van leven in het universum.

Als de dichtheid van het heelal groter was geweest dan de kritische dichtheid, zou het heelal onmiddellijk na zijn ontstaan zijn gekrompen. Omgekeerd, als de dichtheid kleiner was geweest dan de kritische dichtheid, zou het heelal te snel zijn uitgedijd, waardoor de vorming van sterren en sterrenstelsels zou zijn voorkomen. In beide gevallen zouden wij in deze wereld niet bestaan.

In zijn boek *The Emperor's New Mind* gebruikte Penrose de Bekenstein-Hawking formule voor entropie van zwarte gaten om de kans op de oerknal te schatten. Hij berekende dat de waarschijnlijkheid dat het universum zou ontstaan op een manier die het leven zoals wij dat kennen zou ontwikkelen en ondersteunen 1 op 10 tot de macht 10

is¹²³. Dit suggereert dat ons universum niet is ontstaan door een willekeurig toeval of proces, maar door een buitengewone fijnafstemming door de goddelijke Schepper!

De fundamentele natuurkundige constanten zoals de zwaartekrachtconstante, de vacuümsnelheid van het licht, de constante van Planck, de constante van Boltzmann, de elektrische constante, de elementaire lading en de fijnstructuurconstante moeten nauwkeurig zijn afgestemd om leven in het universum te laten bestaan. Als deze constanten ook maar enigszins anders zouden zijn, zou het universum niet in staat zijn om leven te ondersteunen.

Als de zwaartekrachtconstante bijvoorbeeld kleiner zou zijn dan nu, dan zou de zwaartekracht zwakker zijn. Deze verminderde zwaartekracht zou het onmogelijk maken voor materie om samen te smelten tot sterren, sterrenstelsels en planeten, waaronder de aarde waar we nu op leven. Als de constante van Planck groter zou zijn dan nu, zouden er verschillende fundamentele veranderingen in het fysieke universum plaatsvinden. Ten eerste zou de intensiteit van zonnestraling afnemen, waardoor er minder energie van de zon de aarde zou bereiken. Deze vermindering in energie zou veel natuurlijke processen beïnvloeden, waaronder het klimaat en weerpatronen. Daarnaast zouden grotere waarden van de constante van Planck de grootte van atomen doen toenemen, omdat de kwantisering van atomaire energieniveaus zou veranderen. Deze toename zou de bindingssterkte van atomen en moleculen verzwakken, waardoor chemische reacties minder stabiel zouden worden. De fotosynthese in planten, die afhankelijk is van de precieze absorptie van lichtenergie om kooldioxide en water om te zetten in glucose, zou minder efficiënt worden. De algemene biochemische en fysische processen die afhankelijk zijn van de huidige balans van de kwantummechanica zouden veranderen, wat zou resulteren in een dramatisch andere en minder stabiele omgeving voor het leven.

Van de fundamentele constanten heeft de fijnstructuurconstante speciale aandacht getrokken van natuurkundigen. De

fijnstructuurconstante, aangeduid met de Griekse letter α , kwantificeert de sterkte van de elektromagnetische wisselwerking tussen elementaire geladen deeltjes.

$$\alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{\hbar c} \approx \frac{1}{137}$$

Het is een dimensieloze grootte met een benaderende waarde van $1/137$, een getal dat natuurkundigen al sinds de ontdekking intrigeert. De precieze waarde is cruciaal voor de stabiliteit van het universum en het bestaan van leven. Als het ook maar een klein beetje zou verschillen van zijn huidige waarde, zou het leven zoals wij dat kennen niet bestaan.

Als α groter zou zijn dan $1/137$, zou de elektromagnetische wisselwerking tussen deeltjes sterker worden. Dit zou ertoe leiden dat elektronen zich sterker aan de kern zouden binden, waardoor atomen kleiner zouden worden en zware elementen gemakkelijker zouden ontstaan, terwijl lichte elementen zoals waterstof minder kans zouden hebben om gevormd te worden. Aangezien waterstof een cruciale grondstof is voor kernfusie, zou deze verandering direct van invloed zijn op het voortbestaan van het leven doordat de beschikbaarheid van waterstof, die nodig is voor de energieproductie in de zon en de sterren, wordt beperkt. Omgekeerd, als α kleiner zou zijn dan $1/137$, zou de elektromagnetische interactie tussen deeltjes zwakker worden. Elektronen zouden minder stevig aan de kern gebonden zijn, wat zou leiden tot instabiele atomen en moleculen. Door deze instabiliteit zouden atomen en moleculen gemakkelijker vervallen, wat de vorming van complexe moleculen zoals DNA en eiwitten, die essentieel zijn voor het leven, zou verhinderen. Elke significante verandering in de fijnstructuurconstante zou dus ingrijpende gevolgen hebben voor de vorming van materie en het potentieel voor leven in het heelal.

We kennen de oorsprong van de numerieke waarde $\alpha \approx 1/137$ niet. Dirac beschouwde de oorsprong van α als 'het meest fundamentele onopgeloste probleem van de natuurkunde'. Feynman beschreef α als een 'God's Number' of 'magisch getal' dat het universum vormgeeft

en dat tot ons komt zonder dat we het begrijpen. Je zou kunnen zeggen dat de 'hand van God' dat getal heeft geschreven, en 'we weten niet hoe Hij zijn potlood heeft ingedrukt'.

Als we de vergelijking van α herschrijven, kan deze verschillende verhoudingen weergeven: de snelheid van elektronen ten opzichte van de lichtsnelheid (licht reist 137 keer sneller dan elektronen), elektrostatistische afstoting ten opzichte van de energie van een enkel foton, en de klassieke elektronenradius ten opzichte van de gereduceerde Compton-golflengte van het elektron. Bovendien is de verhouding van de sterktes van de elektromagnetische kracht tot de zwaartekracht 10^{36} , en de verhouding van de elektromagnetische kracht tot de sterke kracht $1/137$. De numerieke waarde van de dimensieloze constante α kan dus dienen als referentiepunt voor de vier fundamentele krachten.

Zoals vermeld in hoofdstuk 3, 'Deeltjesfysica en schepping', bestaat alle materie in het universum (baryonen) uit de fundamentele deeltjes die worden beschreven door het Standaardmodel: quarks, leptonen, gauge-bosonen en het Higgs-boson, in totaal 17. Elk deeltje heeft zijn eigen unieke massa, lading en spin. Als een van deze fundamentele eigenschappen ook maar enigszins anders zou zijn, zouden de atomaire, moleculaire, biologische en kosmische structuren die we kennen niet bestaan.

Als bijvoorbeeld het massaverschil tussen up-quarks en down-quarks zou worden gewijzigd, zou het delicate evenwicht dat protonen stabiel maakt en neutronen slechts iets zwaarder, worden verstoord. In dat geval zou waterstof niet kunnen worden gevormd en zouden zwaardere atoomkernen niet kunnen worden gesynthetiseerd, waardoor atomen onmogelijk zouden zijn. Als de massa van het elektron aanzienlijk anders zou zijn, zouden de atoomgroottes en energieniveaus verschuiven en zouden er geen stabiele chemische bindingen meer ontstaan, waardoor de vorming van complexe moleculen onmogelijk zou worden. Als de eigenschappen van het Higgs-boson zouden veranderen, zou het mechanisme dat alle

elementaire deeltjes hun massa geeft, worden gewijzigd, waardoor de structuur van het universum zelf zou worden hervormd.

Bovendien zouden neutrale atomen niet kunnen bestaan als de elektrische ladingen van protonen en elektronen niet exact gelijk en tegengesteld waren. Als de ladingen van quarks verschillend waren, zouden de eigenschappen van protonen en neutronen veranderen, waardoor de mogelijkheid van atoomkernen zou worden ondermijnd. Als elektronen geen spin van $1/2$ hadden, zou het uitsluitingsprincipe van Pauli niet gelden en zouden atomen hun structuur niet kunnen behouden. Evenzo zou het kwantumveldkader dat krachten zoals elektromagnetisme, de sterke kracht en de zwakke kracht mogelijk maakt, instorten als bosonen geen gehele spinwaarden zouden hebben. Ten slotte zou het mechanisme voor het genereren van massa zelf falen als het Higgs-boson geen deeltje met spin 0 zou zijn, en zouden deeltjes niet in hun huidige vorm kunnen bestaan.

Het fijn afgestemde universum weerspiegelt de verbazingwekkende balans en precisie die ten grondslag liggen aan het bestaan van alle dingen. Van de kritische dichtheid van het universum die met onvoorstelbare nauwkeurigheid is vastgesteld, tot Penrose's berekening van de uiterst kleine kans op dergelijke beginvoorwaarden, tot de delicate waarden van de gravitatieconstante, de constante van Planck en de fijne structuurconstante, wijst elk detail op een kosmos die voortreffelijk is afgestemd op het leven. Zelfs de fundamentele deeltjes zelf – quarks, leptonen, bosonen en het Higgs-deeltje – hebben precies de juiste massa, lading en spin om atomen, moleculen, sterren en uiteindelijk levende wezens te laten bestaan. Een dergelijke harmonie kan redelijkerwijs niet worden toegeschreven aan blind toeval.

Deze buitengewone precisie wekt niet alleen ontzag, maar dwingt ons ook om diepere vragen te stellen over de oorsprong en het doel van het universum. Het naadloze samenspel van natuurwetten draagt het stempel van een opzettelijk ontwerp, en het concept van goddelijke schepping biedt een diepgaande en overtuigende verklaring. Net zoals

een orkest alleen een prachtige symfonie kan produceren als elk instrument perfect is gestemd, zo getuigt ook het universum van de wijsheid en kracht van de Schepper, die alle dingen met een doel en betekenis heeft geordend.

Als degenen die alleen maar de fundamentele principes van het universum hebben ontdekt – zwaartekracht, relativiteit, het onzekerheidsprincipe, het uitsluitingsprincipe van Pauli en het Higgs-mechanisme – worden geëerd als genieën en Nobelprijzen krijgen, hoeveel groter is dan God, de Schepper die niet alleen deze wetten en principes heeft bedacht, maar ook het hele universum heeft geschapen?

2. Gods meesterwerk, de aarde

De aarde waarop we leven biedt een aantal fijn afgestemde omstandigheden die essentieel zijn voor het overleven van levende organismen. Deze omstandigheden zijn zo nauwkeurig dat ze vaak dienen als een uitbreiding van het nauwkeurig afgestemde universum.

In deze context zullen we tien speciale omstandigheden van de aarde verkennen die bijzonder uniek en cruciaal zijn voor de ondersteuning van het leven zoals wij dat kennen. Deze omstandigheden benadrukken het buitengewone evenwicht en de precisie die nodig zijn om levende organismen in stand te houden, waardoor onze planeet een uitzonderlijke oase is in de uitgestrektheid van het universum. Door deze unieke eigenschappen te bestuderen, kunnen we meer begrip krijgen voor het ingewikkelde samenspel van factoren waardoor het leven op aarde kan gedijen.

a. Juiste afstand tot de zon

De aanwezigheid van vloeibaar water is cruciaal voor leven. Om vloeibaar water te hebben, moet een planeet binnen een specifiek gebied rond zijn centrale ster draaien. Als de planeet te dicht bij de ster staat, kookt al het water weg en als hij te ver weg staat, bevriest al het water. Het gebied van omloopbanen waar water noch kookt noch bevriest wordt de 'bewoonbare zone' genoemd. De geschatte bewoonbare zone in ons zonnestelsel ligt tussen 0,95 AE en 1,15 AE (1 AE is de afstand van de aarde tot de zon). Dus als de aarde 5% dichterbij of 15% verder van de zon zou staan, zouden we hier niet zijn.

Het percentage van de bewoonbare zone dat het eclipticavlak tot Neptunus (30 AE) beslaat, is slechts 0,05%. De excentriciteit van de aardbaan is een andere belangrijke factor die het bereik van de bewoonbare zone beïnvloedt. Als de excentriciteit bijvoorbeeld groter was dan 0,5, zou al het water twee keer per jaar koken in de buurt van het perihelium en twee keer per jaar bevriezen in de buurt van het aphelium. Gelukkig is de excentriciteit van de aarde slechts 0,017, wat resulteert in een bijna cirkelvormige baan.

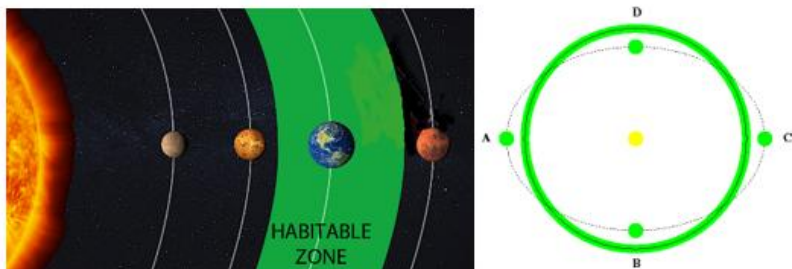


Fig. 2.1. Bewoonbare zone (groen) in het zonnestelsel

b. De rechter axiale kanteling

De draaias van de aarde staat ongeveer 23,5 graden gekanteld. Hierdoor hebben we vier seizoenen en zacht weer. Wat zal er gebeuren als de draaias niet gekanteld is (0 graden, vgl. axiale kanteling bij Mercurius = 0,0 graden) of helemaal gekanteld is (90 graden, vgl. axiale kanteling bij Uranus = 82,2 graden)?

Als de draaias van de aarde niet gekanteld zou zijn, zouden er een aantal belangrijke veranderingen plaatsvinden op het gebied van klimaat, seizoenen en bewoonbaarheid. De evenaar zou het hele jaar door constant direct zonlicht ontvangen, wat tot eeuwig hete temperaturen zou leiden. Omgekeerd zouden de polen altijd minimaal zonlicht ontvangen, wat tot eeuwige kou zou leiden. Dit drastische temperatuurverschil zou het wereldklimaat en de weerpatronen aanzienlijk beïnvloeden.

Het ontbreken van seizoenen zou ingrijpende gevolgen hebben voor ecosystemen en landbouw. Regio's nabij de evenaar zouden te heet kunnen worden voor veel gewassen en organismen om te gedijen, terwijl de poolgebieden onherbergzaam koud zouden blijven. De middelste breedtegraden zouden de primaire bewoonbare zones worden, maar zelfs deze gebieden zouden de seizoensgebonden variaties missen waar veel planten en dieren op rekenen voor hun levenscyclus en voortplanting.

Menselijke samenlevingen zouden voor ernstige uitdagingen komen te staan, zoals een verminderde landbouwproductiviteit en een

verhoogde druk op bewoonbaar land. Het gebrek aan seizoensgebonden signalen zou ook culturele en economische activiteiten kunnen verstoren die afhankelijk zijn van de wisseling van de seizoenen. In het algemeen zou een niet-gekantelde aarde leiden tot een minder dynamische en minder gastvrije leefomgeving.

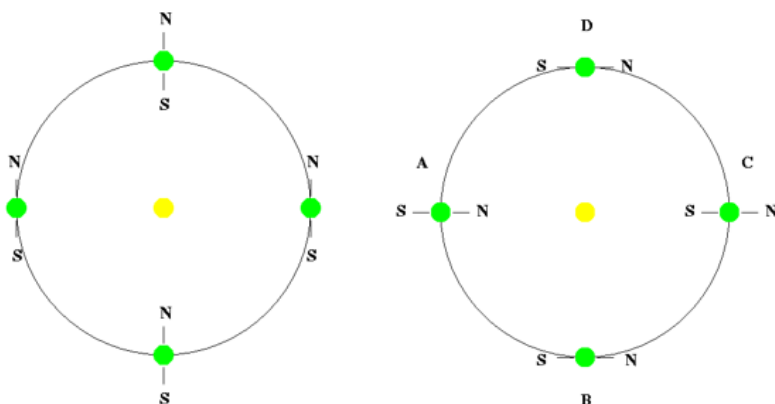


Fig. 2.2. De axiale kanteling van de aarde. Geen kanteling (links) en 90 graden kanteling (rechts)

Als de draaias van de aarde volledig zou worden gekanteld tot 90 graden, zou dat ingrijpende en dramatische gevolgen hebben voor het klimaat en het milieu op aarde. In dit scenario zou het ene halfmond de helft van het jaar continu daglicht ervaren terwijl het andere halfmond constant in het donker zou zijn, waarna de situatie voor de andere helft van het jaar zou omkeren.

Elk halfmond zou extreme seizoensschommelingen ondergaan. Tijdens de zomer zou één halfmond constant zonlicht ontvangen, wat zou leiden tot lange perioden van intense hitte en mogelijk woestijnachtige omstandigheden. In de winter daarentegen zou hetzelfde halfmond voortdurend donker zijn en vriestemperaturen kennen.

De drastische veranderingen in licht en temperatuur zouden ecosystemen ernstig verstoren. Veel planten en dieren zijn aangepast aan de huidige seizoenscyclus en zulke extreme veranderingen zouden

hun voortbestaan bedreigen.

De landbouw, die afhankelijk is van voorspelbare seizoenen, zou aanzienlijk worden beïnvloed. Regio's die nu geschikt zijn voor landbouw zouden onbewoonbaar kunnen worden, wat zou leiden tot voedseltekorten en de noodzaak voor grote aanpassingen in landbouwpraktijken.

In het algemeen zou een volledig gekantelde as de aarde veel minder gastvrij maken voor leven, waardoor extreme en onstabiele milieumomstandigheden zouden ontstaan.

c. De juiste rotatie- en omlooptijden

De rotatieperiode van de aarde is 24 uur met ongeveer 12 uur dag en 12 uur nacht. Ons bioritme is gevormd door de rotatieperiode van de aarde. De rotatieperiode van 24 uur biedt een optimaal tijdsblok voor 8 uur werk, 8 uur slaap en 8 uur vrije tijd. Niet alle planeten in het zonnestelsel hebben echter een optimale rotatieperiode. De rotatieperiode van Jupiter is bijvoorbeeld ongeveer 10 uur, terwijl Venus 243 dagen duurt.

Als de rotatieperiode van de aarde zou worden ingekort tot 10 uur, zou dat een aanzienlijke invloed hebben op het milieu en het leven op aarde. Een snellere rotatie zou resulteren in kortere dagen en nachten, waardoor een snelle afwisseling tussen daglicht en duisternis zou ontstaan. Dit zou het circadiane ritme van veel organismen kunnen verstoren, met gevolgen voor slaappatronen, voedingsgedrag en voortplantingscycli.

De verhoogde rotatiesnelheid zou ook leiden tot sterkere Coriolis-effecten, waardoor weerpatronen intensiever worden en er mogelijk zwaardere stormen en orkanen zouden kunnen ontstaan. De snellere rotatie zou ook van invloed kunnen zijn op de tektonische activiteit van de aarde. De toegenomen middelpuntvliedende kracht zou kunnen leiden tot frequentere en intensere aardbevingen en vulkaanuitbarstingen.

Aan de andere kant, als de rotatieperiode van de Aarde 243 dagen

zou zijn zoals bij Venus, zouden de gevolgen voor de planeet en haar bewoners drastisch zijn. Zo'n langzame rotatie zou extreem lange dagen en nachten betekenen, die elk ongeveer 120 dagen zouden duren.

De kant die naar de zon is gericht zou langdurige opwarming ervaren, wat tot verzengende temperaturen zou leiden, terwijl de kant die van de zon af is langdurige duisternis en ernstige afkoeling zou doorstaan, met mogelijk bevroering tot gevolg. Deze extreme temperaturen zouden het voor de meeste levensvormen moeilijk maken om te overleven. De langdurige opwarmings- en afkoelingsperiodes zouden de atmosferische circulatie verstoren, wat waarschijnlijk extreme weerpatronen zou veroorzaken. Orkanen, zware stormen en langdurige droogtes of overstromingen kunnen gemeengoed worden.

De lange periodes van daglicht en duisternis zouden de levenscycli van planten en dieren ernstig verstoren, met gevolgen voor fotosynthese, voortplanting en voedingspatronen.

Menselijke activiteiten, landbouw en infrastructuur zouden aanzienlijk moeten worden aangepast om de barre en wisselende omstandigheden het hoofd te kunnen bieden, wat een enorme uitdaging zou vormen voor overleven en dagelijks leven.

De omlooptijd van de aarde is ook belangrijk voor het overleven van de mens. De omlooptijd van de aarde is 365 dagen met elk 3 maanden voor de lente, zomer, herfst en winter. De lengte van elk seizoen is goed uitgebalanceerd, zodat geen enkel seizoen te kort of te lang is. Dit evenwicht is cruciaal voor landbouwcycli, plantengroei, de timing van dierenmigraties en andere ecologische processen.

Wat gebeurt er als de Aarde een korte omlooptijd heeft van 88 dagen, net als Mercurius? In dit scenario zou elk seizoen slechts ongeveer 3 weken duren. De meeste gewassen op aarde hebben 6 tot 9 maanden nodig van zaaien in de lente tot oogsten in de herfst. Als de seizoenen echter elke 3 weken veranderen, zouden gewassen niet genoeg tijd hebben om te rijpen, wat zou leiden tot ernstige voedseltekorten en een directe impact zou hebben op het overleven

van de mens.

Wat gebeurt er daarentegen als de Aarde een lange omlooptijd heeft, zoals 164 jaar, net als Neptunus? Elk seizoen zou ongeveer 40 jaar duren. Langdurige zomers zouden leiden tot lange hittegolven en mogelijke woestijnvorming, terwijl langere winters lange perioden van kou en ijs zouden veroorzaken, met gevolgen voor de landbouw en ecosystemen. Terwijl mensen zich zouden kunnen aanpassen om voedseltekorten te voorkomen, zouden wilde dieren moeite hebben om voedsel te vinden tijdens een 40 jaar durende winter. De aanhoudende barre omstandigheden zouden het voor de meeste wilde dieren bijna onmogelijk maken om te overleven, wat zou leiden tot grootschalig uitsterven.

d. De juiste maat

Misschien heb je er nog niet over nagedacht, maar de grootte van de aarde is cruciaal voor het overleven van de mens. De grootte van de planeet beïnvloedt de zwaartekracht, die op zijn beurt van invloed is op alles, van het behoud van een levensondersteunende atmosfeer tot het vermogen om stabiele watermassa's te ondersteunen en een beschermend magnetisch veld te handhaven.

Als de aarde half zo groot zou zijn als nu, zou de zwaartekracht afnemen tot de helft van de huidige zwaartekracht. De verminderde zwaartekracht zou aanzienlijke en mogelijk verwoestende gevolgen hebben voor het vermogen van de planeet om leven te ondersteunen. De verminderde zwaartekracht zou niet sterk genoeg kunnen zijn om een dichte atmosfeer vast te houden. Deze dunner atmosfeer zou minder bescherming bieden tegen schadelijke zonnestraling en meteoroiden en mogelijk niet de stabiele weerpatronen ondersteunen die nodig zijn voor leven.

De verminderde zwaartekracht zou ook de retentie van vloeibaar water beïnvloeden, wat zou leiden tot een verhoogde verdampingssnelheid en mogelijk een verlies van oppervlaktewater na verloop van tijd. Dit zou het moeilijk maken om oceanen, rivieren en

meren in stand te houden, die cruciaal zijn voor diverse ecosystemen en de menselijke beschaving.

Bovendien zou een kleinere aarde een verminderd magnetisch veld hebben, dat minder bescherming biedt tegen de zonnewind. Dit zou de atmosfeer weg kunnen vagen en het oppervlak verder blootstellen aan schadelijke kosmische straling en zonnestraling, waardoor de planeet veel minder gastvrij wordt voor mensen en andere levensvormen.

Als de Aarde twee keer zo groot zou zijn als nu, zouden de effecten op de zwaartekracht en de ontsnappingssnelheid aanzienlijk zijn en ingrijpende gevolgen hebben voor het leven op de planeet. De zwaartekracht zou toenemen, waardoor alles op Aarde zwaarder zou aanvoelen, en de ontsnappingssnelheid zou ook verdubbelen. Deze verhoogde zwaartekracht zou beweging inspannender maken voor mensen en andere organismen, wat na verloop van tijd tot grotere fysieke stress en aanpassingen zou kunnen leiden.

De combinatie van verhoogde zwaartekracht en ontsnappingssnelheid zou ook gevolgen hebben voor de atmosfeer. Een sterkere zwaartekracht zou meer gassen vasthouden, waaronder giftige gassen zoals methaan en ammoniak, vergelijkbaar met de atmosferen van Saturnus en Jupiter. Deze gassen zouden zich kunnen ophopen tot schadelijke niveaus, waardoor een giftige omgeving ontstaat die ongeschikt is voor de meeste levensvormen.

Bovendien zou de toegenomen zwaartekracht geologische processen kunnen beïnvloeden, wat zou kunnen leiden tot intensere vulkanische activiteit en hogere bergen. Over het geheel genomen zou een grotere aarde met toegenomen zwaartekracht en ontsnappingssnelheid aanzienlijke uitdagingen vormen voor het voortbestaan van leven, mogelijk resulterend in een vijandigere en onstabielere omgeving.

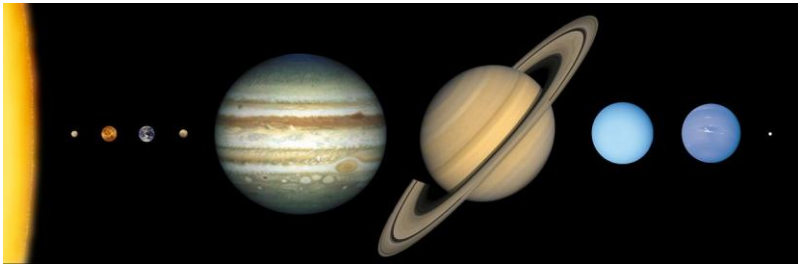


Fig. 2.3. Vergelijking van de grootte van de planeten in het zonnestelsel

e. Het bestaan van de magnetosfeer

De aarde is omgeven door een systeem van magnetische velden, de magnetosfeer, die de planeet beschermt tegen schadelijke zonne- en kosmische straling. Dit beschermende schild is cruciaal om het leven op aarde in stand te houden. Om een magnetosfeer te hebben, zijn twee factoren essentieel: de juiste rotatiesnelheid en het bestaan van een vloeibare metalen buitenkern. Gelukkig heeft de aarde beide. De rotatie van de planeet veroorzaakt vloeistofbewegingen (convectie) binnen de vloeibare buitenkern, waardoor sterke magnetische velden ontstaan die de magnetosfeer vormen.

Wat zou er gebeuren als we geen magnetosfeer hadden? Als de aarde geen magnetosfeer zou hebben, zouden de gevolgen voor levende organismen en de atmosfeer ernstig zijn. Zonder dit beschermende schild zou schadelijke zonne- en kosmische straling de planeet bombarderen, waardoor het risico op kanker en genetische mutaties bij levende organismen aanzienlijk zou toenemen. Bovendien helpt de magnetosfeer atmosferisch verlies te voorkomen door geladen deeltjes van de zonnewind af te buigen. Zonder de magnetosfeer zouden deze deeltjes na verloop van tijd de atmosfeer wegslijten door het sputterproces, waardoor essentiële gassen zoals zuurstof en stikstof zouden worden uitgeput. Deze atmosferische erosie zou leiden tot een dunnere atmosfeer, verminderde oppervlaktedruk en extreme temperatuurschommelingen, waardoor de aarde minder geschikt zou worden voor leven.

De sterkte van het magnetische veld op Mars is ongeveer 0,01% van

dat van de aarde. Door het zwakke magnetische veld kon de globale magnetosfeer niet gevormd worden op Mars en als gevolg daarvan werd de meeste lucht verwijderd door sputteren.

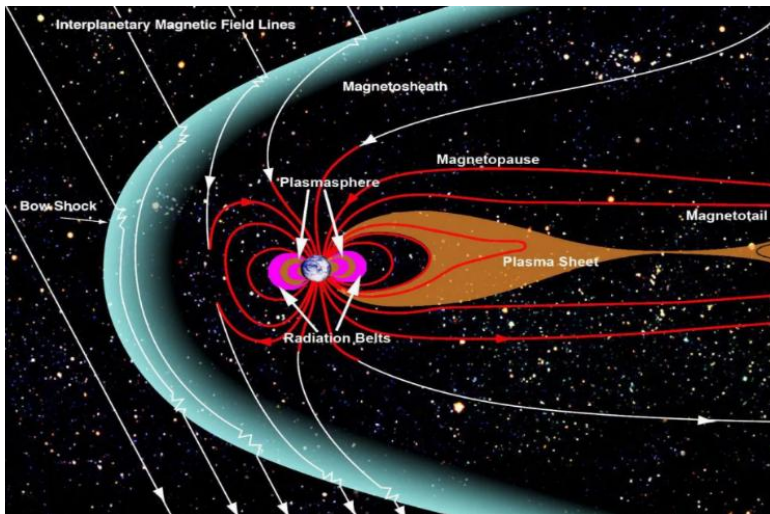


Fig. 2.4. De magnetosfeer van de aarde buigt schadelijke kosmische straling af

De veldlijnen van de magnetosfeer komen samen op de polen bij Arctica en Antarctica, wat een natuurlijke verzwakking van de magnetische veldsterkte veroorzaakt. Dit kan leiden tot een verhoogde blootstelling aan zonnestraling in deze gebieden. De hoogenergetische geladen deeltjes ioniseren en exciteren atomen in de bovenste atmosfeer en produceren kleurrijke aurora borealis (noorderlicht) en aurora australis (zuiderlicht).

f. Het bestaan van een uitzonderlijk grote maan

De Aarde heeft een uitzonderlijk grote Maan vergeleken met andere planeten. Van de aardse planeten hebben alleen de Aarde en Mars manen. Mars heeft twee kleine manen, Phobos en Deimos, genoemd naar tweelingfiguren uit de Griekse mythologie, met een diameter van respectievelijk 22,2 km en 12,6 km. De maan van de aarde heeft

daarentegen een diameter van 3.475 km en is daarmee veel groter dan de manen van Mars.

Het bestaan van een grote Maan speelt twee belangrijke rollen in het ondersteunen van de menselijke overleving: i) het stabiliseren van de draaias van de Aarde en ii) het in stand houden van mariene ecosystemen.

Zonder de Maan zouden de grootste zwaartekrachten die op de Aarde werken afkomstig zijn van de Zon en Jupiter. Aangezien de Aarde rond de Zon draait, zouden verschillende gradaties van zwaartekracht van de Zon en Jupiter de draaias van de Aarde destabiliseren. Als de draaias van de Aarde aanzienlijk zou wiebelen, zouden we te maken krijgen met ernstige klimaatveranderingen, zoals besproken in het vorige hoofdstuk.

In de afgelopen 6 miljoen jaar heeft Mars door de afwezigheid van een stabiliserende grote maan ongeveer elke 150.000 jaar substantiële veranderingen ondergaan in zijn rotatieas en excentriciteit. Gedurende deze periode varieerde de rotatieas tussen 15 en 45 graden, terwijl de excentriciteit tussen 0 en 0,11 graden veranderde.

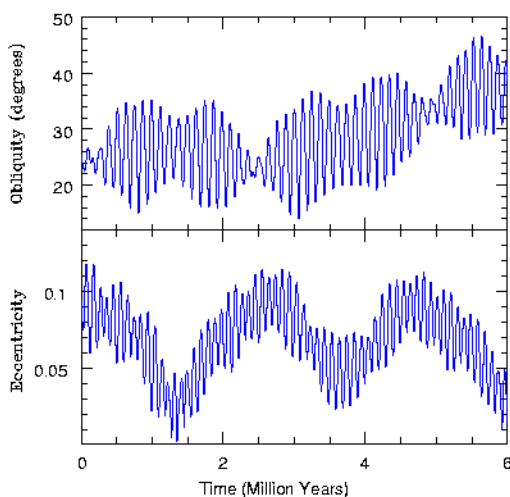


Fig. 2.5. Rotatieas en excentriciteitsveranderingen bij Mars

Oceaangetijden worden voornamelijk veroorzaakt door de zwaartekracht van de maan. Getijden voorzien drijvend plankton van zuurstof en verspreiden dit over grote gebieden, waar het wordt opgegeten door kleine vissen. Getijden mengen ook zoet water dat rijk is aan voedingsstoffen met zout water, waardoor deze voedingsstoffen aan plankton en kleine vissen worden geleverd. Zonder getijden zou het voedselrijke zoete water zich niet met het zoute water mengen, wat tot een oncontroleerbare algenbloei zou leiden. Als de algen giftige stoffen bevatten, veroorzaken deze algenbloeien rode vloed of schadelijke algenbloei (HABs), die dodelijk kunnen zijn voor vissen, zeevogels, zoogdieren en zelfs mensen. Zelfs als de algen niet giftig zijn, verbruiken ze alle zuurstof in het water terwijl ze rotten, waardoor de kieuwen van vissen en ander zeeleven verstopt raken. Als er geen Maan zou zijn, zou het mariene ecosysteem allang vernietigd zijn. Bovendien zouden we dan geen zeevruchten hebben, zoals kreeft, garnalen en sushi.

Maar zelfs als de Aarde een Maan had die kleiner of groter was dan haar huidige grootte, of als haar locatie verder weg of dichterbij was dan haar huidige positie, dan zouden we nog steeds met soortgelijke problemen te maken kunnen krijgen.



Fig. 2.6. Rode vloed

g. Het bestaan van Jupiter, de Beschermers van de Aarde

Jupiter is de grootste planeet in het zonnestelsel, 11,2 keer zo groot en 318 keer zo zwaar als de aarde. De aanwezigheid van Jupiter is belangrijk voor onze overleving. De aarde wordt voortdurend gebombardeerd door meteorieten (meestal verbrijzelde asteroïden en fragmenten van kometen). De frequentie waarmee meteorieten vallen is één meter per uur, een paar meter per dag, een paar meter tot 10 meter per jaar, een paar tien meter per decennium en een paar tien meter tot 100 meter per eeuw.

Als meteorieten kleiner dan 10 meter de atmosfeer binnenkomen, verbranden ze meestal door atmosferische wrijving en compressie. Als de meteoriet echter groter is dan 10 meter, kunnen er rampzalige gebeurtenissen plaatsvinden. In 1908 explodeerde een meteoriet van ongeveer 55 meter groot op een hoogte van 5 tot 10 km in de Tunguska regio en plette ongeveer 80 miljoen bomen over een gebied van 2.150 km². Deze Tunguska gebeurtenis is de grootste inslag op aarde in de geschiedenis.

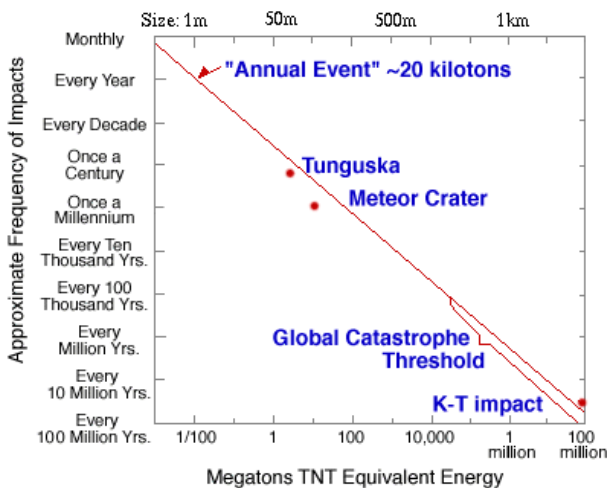


Fig. 2.7. Grootte en frequentie van meteorieten die op aarde vallen



Afb. 2.8. Bomen omgevallen door een meteoriet die op Tunguska viel

Jupiter is van vitaal belang omdat hij fungeert als een kosmische stofzuiger die meteorieten en kometen vangt die anders op aarde zouden kunnen inslaan en catastrofale gebeurtenissen zouden kunnen veroorzaken zoals de Tunguska-gebeurtenis. Simulaties geven aan dat Jupiter ongeveer 5000 keer effectiever is in het vangen van kometen dan Aarde. Een opmerkelijke demonstratie hiervan vond plaats in 1994 toen Jupiter de gefragmenteerde komeet Shoemaker-Levy 9 ving, die een geschatte grootte van ongeveer 1,8 km had. Als deze komeet de aarde had geraakt, had hij stof en brokstukken de atmosfeer in kunnen sturen, waardoor het zonlicht werd geblokkeerd. Deze blokkade zou lang genoeg kunnen duren om al het plantenleven te doden, wat zou leiden tot het uitsterven van mensen en dieren die afhankelijk zijn van planten om te overleven.



Fig. 2.9. Gefragmenteerde Shoemaker-Levy 9 en zijn inslag op Jupiter

h. Het bestaan van platentectoniek

Plaattektoniek is de theorie die de grootschalige beweging beschrijft van de lithosfeer van de aarde, die in verschillende grote tektonische platen is opgedeeld door convectieve bewegingen van de mantel. Deze theorie verklaart veel geologische verschijnselen, waaronder de beweging van continenten, de vorming van bergen, aardbevingen en vulkanische activiteit.

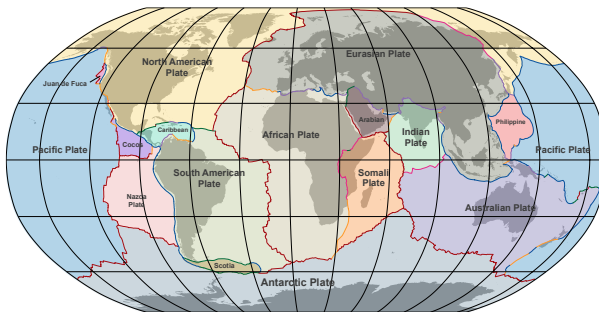


Fig. 2.10. De platen waaruit de aardkorst bestaat

Plaattektoniek speelt een cruciale rol in verschillende aspecten van de systemen op aarde die direct en indirect van invloed zijn op het voortbestaan van de mens. Een van de belangrijkste aspecten van plaattektoniek is de automatische regulering van het klimaat op aarde via de koolstofcyclus.

Het klimaat op aarde wordt voornamelijk bepaald door de inkomende zonnestraling, het albedo van het aardoppervlak en de samenstelling van de atmosfeer. Van deze factoren is de inkomende zonnestraling gedurende lange tijd bijna constant. Het albedo is een verhouding tussen de inkomende straling en de gereflecteerde straling. Een aanzienlijk deel van de gereflecteerde straling van het aardoppervlak wordt geabsorbeerd door koolstofdioxide (CO_2) moleculen in de atmosfeer. De geabsorbeerde straling verhit de CO_2 -moleculen en straalt deze opnieuw uit in alle richtingen, waarbij ongeveer de helft als warmte terugkeert naar de aarde. Deze vastgehouden warmte-energie verhoogt de gemiddelde temperatuur aan het aardoppervlak, wat bekend staat als het broeikaseffect.

De koolstofcyclus is het proces waarbij koolstof wordt uitgewisseld tussen de atmosfeer, oceanen, bodem, mineralen, rotsen, planten en dieren, wat cruciaal is voor het reguleren van het klimaat op aarde. Koolstof komt als CO_2 in de atmosfeer door ademhaling, verbranding en vulkaanuitbarstingen. Planten absorberen CO_2 tijdens de fotosynthese en zetten het om in organisch materiaal, dat wordt geconsumeerd door dieren en weer vrijkomt in de atmosfeer door ademhaling en ontbinding. In de oceanen wordt CO_2 opgelost en gebruikt door mariene organismen om calciumcarbonaat (CaCO_3) schelpen te vormen. Wanneer deze organismen sterven, stapelen hun schelpen zich op op de oceaانبodem en vormen zo sedimentgesteenten.

Verwerking van rotsen op het land absorbeert ook CO_2 , waarbij carbonaten worden gevormd die in de oceanen worden gespoeld. Dit verweringsproces is afhankelijk van de temperatuur. Als er te veel CO_2 in de atmosfeer is en de temperatuur stijgt door het broeikaseffect, dan neemt het verweringsproces toe en absorbeert het meer CO_2 . Als CO_2 in de atmosfeer wordt verwijderd, dan zal de temperatuur van de Aarde dalen. Als de temperatuur van de aarde daalt, neemt het verweringsproces af en wordt er minder CO_2 uit de atmosfeer verwijderd. Als dat gebeurt, dan produceert de opgehoopte CO_2 meer broeikaseffect en stijgt de temperatuur. Dit proces wordt 'koolstofdioxide-steen verweringscyclus' genoemd. Op geologische tijdschalen kan tektonische activiteit deze koolstofrijke rotsen door subductie in de aardmantel duwen. De koolstof komt vervolgens via vulkaanuitbarstingen weer in de atmosfeer terecht, waardoor de cyclus rond is. De temperatuursafhankelijke cyclus van de verwerking van koolstofdioxide-rotsen reguleert automatisch de temperatuur op aarde over geologische tijdschalen. Onderstaande figuur laat zien hoe deze cyclus de afgelopen 800.000 jaar heeft gewerkt: wanneer de hoeveelheid kooldioxide toeneemt, stijgt de temperatuur op aarde en wanneer de hoeveelheid kooldioxide afneemt, daalt de temperatuur op aarde.

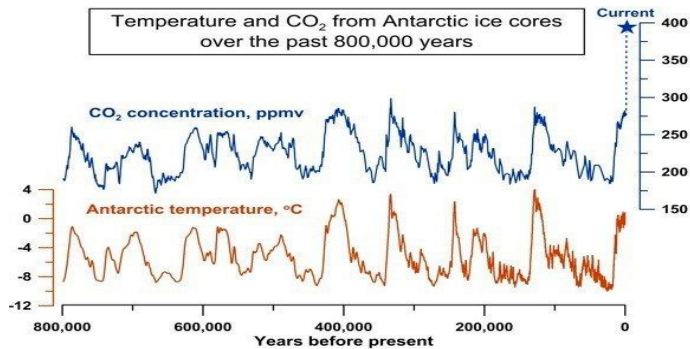


Fig. 2.11. Correlatie tussen CO₂ en temperatuur

De cyclus van koolstofdioxide-steen verwerking werkt echter niet als er geen platentektoniek is. In zo'n geval wordt de opgehoopte CO₂ niet gerecycled en neemt het broeikaseffect dus af. Als er geen broeikaseffect is, zal de temperatuur van de aarde snel dalen en zullen alle wateren bevroren zijn. Als alle wateren bevroren zijn, zal inkomende zonne-energie gereflecteerd worden door het grote albedo en zal de aarde uiteindelijk een onomkeerbare ijstijd ingaan.

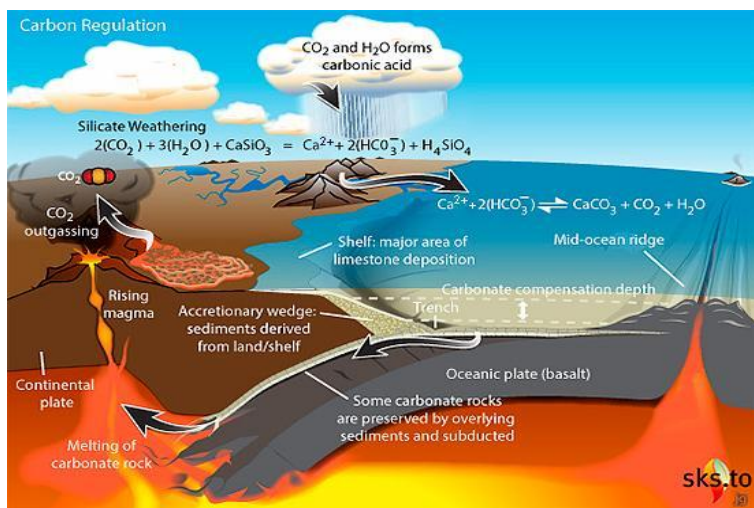


Fig. 2.12. Koolstofdioxide wordt gerecycled door platentektoniek

Recent onderzoek naar platentektoniek suggereert dat als de aarde 20% groter of kleiner was geweest dan nu, als de aardkorst iets meer metalen zoals ijzer en nikkel had bevat, of als de korst dikker was geweest, de platentektoniek niet zo zou hebben gefunctioneerd als nu.

In het algemeen is platentektoniek een fundamenteel proces dat het leven ondersteunt door de geologische en milieustabiliteit van de aarde in stand te houden.

i. De juiste grootte van de zon

De grootte van de bewoonbare zone (HZ) van een planeet hangt af van de grootte en het type van zijn centrale ster.

Voor kleine sterren, zoals rode dwergen, ligt de HZ dicht bij de ster omdat de ster minder licht en warmte uitstraalt. Hierdoor is het bereik van de HZ kleiner dan dat rond de zon. Door de nabijheid kan een planeet in de bewoonbare zone van een rode dwerg tidally locked raken, net zoals onze maan dat is voor de aarde. Als dat gebeurt, kan de planeet door zijn langzame rotatie geen magnetisch veld opwekken en geen magnetosfeer vormen. Zonder magnetosfeer zou schadelijke straling van de ster vrijelijk het planeetoppervlak kunnen bereiken en cellen en DNA beschadigen. Bovendien zou de dagzijde constant daglicht en extreme hitte ervaren, terwijl de nachtzijde in eeuwige duisternis en extreme kou zou blijven.

Voor grote sterren, zoals blauwe of rode reuzen, ligt de HZ veel verder van de ster. Planeten in deze zones staan echter voor grote uitdagingen. Reuzensterren evolueren snel door hun grote massa, branden snel door hun waterstof heen, groeien uit tot rode superreuzen en ondergaan meerdere fusiefasen totdat ze een ijzeren kern vormen. Deze kern stort uiteindelijk in, wat resulteert in een supernova-explosie en een neutronenster of zwart gat achterlaat. De typische levensduur van reuzensterren is slechts een paar miljoen jaar, wat betekent dat voordat de ster explodeert in een supernova, alle bewoners van een planeet in zijn HZ een andere geschikte planeet zouden moeten vinden om naartoe te migreren om te overleven.

Bovendien zenden reuzensterren veel ultraviolette en röntgenstraling uit, die schadelijk kan zijn voor DNA en cellen, waardoor het oppervlak van planeten in de HZ minder geschikt is voor leven. Bovendien kunnen reuzensterren een grote variabiliteit in hun energieafgifte vertonen, wat kan leiden tot een instabiel klimaat op planeten. Deze instabiliteit kan extreme temperatuurschommelingen veroorzaken, waardoor het moeilijk wordt voor leven om te overleven.

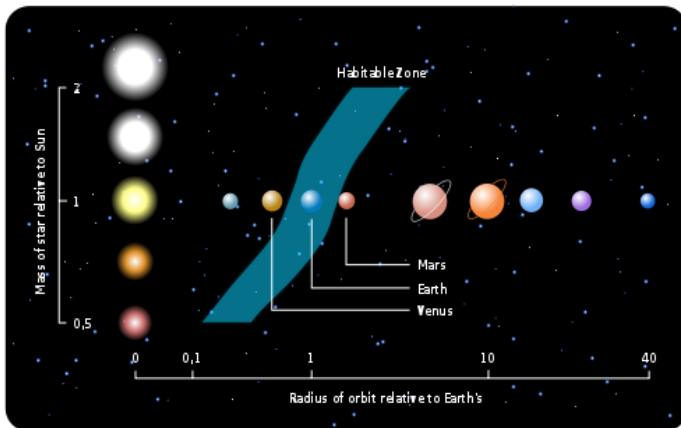


Fig. 2.13. Veranderingen in bewoonbare zones met de grootte van de ster

De bewoonbare zones (HZ) rond zonachtige sterren bieden veel voordelen. Deze sterren hebben een relatief stabiele energieproductie over lange perioden, waardoor planeten in hun bewoonbare zones constant licht en warmte ontvangen. Deze stabiliteit ondersteunt de ontwikkeling van stabiele klimaten en ecosystemen. De bewoonbare zone rond zonachtige sterren bevindt zich op een gematigde afstand, niet te dichtbij en niet te ver van de ster. Het lightspectrum van zonachtige sterren is ideaal voor fotosynthese, waardoor planten en andere fotosynthetische organismen zonlicht efficiënt kunnen omzetten in energie en zo de basis vormen van een duurzame voedselketen. Bovendien hebben zonachtige sterren over het algemeen minder schadelijke stellaire activiteit dan kleinere sterren zoals rode dwergen. Minder vlammen en minder intense magnetische

activiteit betekenen dat planeten in de bewoonbare zone minder worden blootgesteld aan potentieel schadelijke straling en atmosferische afbraak.

Het aantal zonachtige sterren is slechts een paar procent, omdat de meeste sterren kleiner en lichter zijn dan de zon. De zon is een enkele ster, maar ongeveer 50% tot 60% van de sterren zijn binaire of meervoudige stersystemen. De bewoonbare zone in stelsels met meerdere sterren is veel beperkter vanwege complexe banen, variabele verlichting, gravitationele verstoringen en potentiële stralingsniveaus.

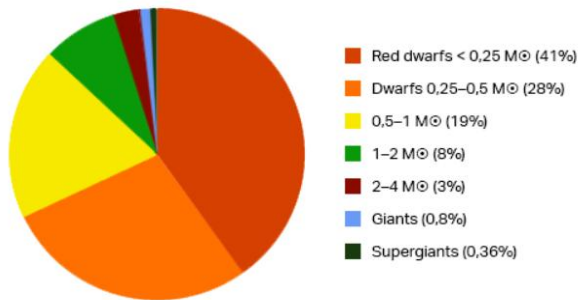


Fig. 2.14. Massaverspreiding van sterren

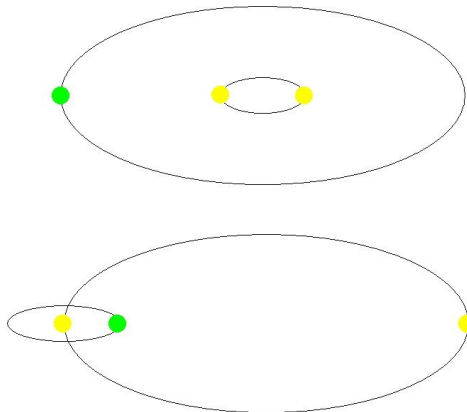


Fig. 2.15. Circumbinaire baan (boven) en circumprimaire of circumsecundaire baan (onder) in binaire systemen

j. De juiste afstand tot het centrum van de Melkweg

Net als de HZ in ons zonnestelsel bestaat er een Galactische Bewoonbare Zone (GHZ) in een melkwegstelsel waar de omstandigheden het gunstigst zijn voor leven. De vereiste voorwaarden voor de GHZ zijn onder andere metalliciteit, stellaire dichtheid, stralingsniveaus en baanomgevingen.

Het GHZ moet een optimale concentratie hebben van zware elementen (elementen zwaarder dan helium) die nodig zijn voor de vorming van aardse planeten en organische moleculen. Hoewel metaalelementen overvloediger aanwezig zijn in het galactische centrum, kan dit gebied niet worden beschouwd als een gunstige zone voor GHZ vanwege de hoge stellaire dichtheid, die frequente supernova-explosies, gammastraaluitbarstingen (GRB's) en andere hoogenergetische gebeurtenissen veroorzaakt.

Een gammastraaluitbarsting binnen 10.000 lichtjaar van de aarde zou waarschijnlijk verwoestende effecten hebben op de atmosfeer, het klimaat en de biosfeer van de planeet. Onmiddellijke gevolgen zouden onder andere een toename van UV-straling zijn als gevolg van de vernietiging van de ozonlaag met ongeveer 40%, terwijl de gevolgen op lange termijn zouden kunnen leiden tot aanzienlijke klimaatveranderingen en massale uitstervingen. Een dergelijke gebeurtenis zou een ernstige bedreiging vormen voor de menselijke beschaving en de natuur. Door de vernietiging van 40% van de ozonlaag zou de toegenomen UV-straling het DNA 16 keer meer kunnen beschadigen. Fytoplankton, de basis van het mariene voedselweb, is bijzonder gevoelig voor UV-straling. Verhoogde blootstelling aan UV-straling kan hun groei en voortplanting remmen, wat leidt tot een afname van de fytoplanktonpopulaties. Fytoplankton speelt een cruciale rol in de koolstofcyclus door CO₂ te absorberen tijdens de fotosynthese. Een afname van fytoplankton zou deze koolstofvastlegging verminderen, waardoor de accumulatie van CO₂ in de atmosfeer mogelijk verergert en het broeikas effect wordt versterkt.

Er zijn aanwijzingen dat massale uitstervingen op aarde in het

verleden veroorzaakt zouden kunnen zijn door GRB's in de buurt. Sommige wetenschappers veronderstellen bijvoorbeeld dat de Ordovicium-Silurische uitsterving, zo'n 450 miljoen jaar geleden, beïnvloed is door een GRB die 6000 lichtjaar van de aarde verwijderd was.

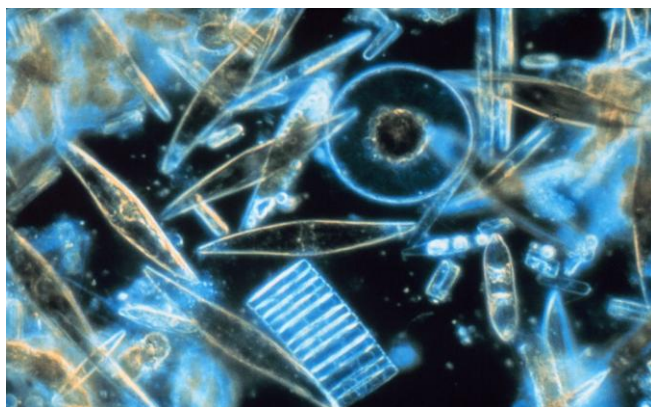


Fig. 2.16. Fytoplankton

Een ander probleem in het galactische centrum zijn de frequente ontmoetingen met andere sterren. Deze ontmoetingen veroorzaken aanzienlijke gravitationele verstoringen die de banen en rotatieassen van planeten binnen planetenstelsels kunnen destabiliseren. Zulke verstoringen kunnen leiden tot baankruisingen, botsingen of uitwerpingen uit het systeem. De zwaartekrachtinvloed van nabije sterren zou ook de banen van objecten in de Oortwolk en de Kuipergordel kunnen verstoren, waardoor er meer kometen en asteroïden naar het binnenste zonnestelsel worden gestuurd. Dit zou de kans op inslagen op planeten, waaronder de aarde, vergroten.

De randen van het Melkwegstelsel hebben een lage stellaire dichtheid en hebben deze problemen niet, maar er is één cruciaal probleem: de lage supernova-explosiesnelheid. Dit resulteert in een interstellair medium dat onvoldoende metaalelementen bevat voor de vorming van aardse planeten, waardoor de randen van het

Melkwegstelsel ongunstig zijn voor GHZ.

Het gunstige gebied voor het GHZ is waar voldoende zware elementen zijn voor planeetvorming, minder supernovae en andere gevaarlijke gebeurtenissen voor veilige omgevingen voor leven, en minder drukke gebieden voor stabiele planeetbanen. Daarnaast is er een gebied waar de baansnelheid van de sterren overeenkomt met de patroonsnelheid van de spiraalarmen van de Melkweg, de zogenaamde corotatiestraal. Binnen de corotatiestraal ondervinden sterren en hun planetenstelsels minder verstorende zwaartekrachtinteracties met spiraalarmen, waardoor de kans op duurzame bewoonbare omstandigheden toeneemt.

Gezien al deze omstandigheden ligt GHZ tussen 23.000 en 29.000 lichtjaar van het centrum van de Melkweg. Toevallig is ons zonnestelsel 26.000 lichtjaar verwijderd van het centrum van de Melkweg en ligt het in het centrum van GHZ.

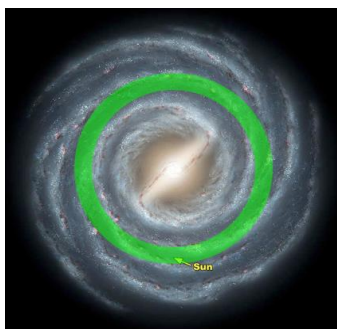


Fig. 2.17. Galactische bewoonbare zones in melkwegstelsel

In dit hoofdstuk hebben we tien unieke en buitengewone omstandigheden onderzocht die van de aarde een uitzonderlijke planeet maken. Deze omstandigheden zijn zo ingewikkeld uitgebalanceerd en nauwkeurig gekalibreerd dat de kans dat ze toevallig voorkomen astronomisch klein is. De nauwkeurigheid die nodig is voor de afstand van de aarde tot de zon, de axiale kanteling, de rotatieperiode, het magnetische veld, de atmosfeer en andere kritieke factoren, creëert een omgeving die bij uitstek geschikt is om

leven te ondersteunen. Een dergelijke combinatie van gunstige omstandigheden die zich tegelijkertijd elders in het universum voordoet, zou hoogst onwaarschijnlijk zijn, wat het onderscheidende vermogen van de aarde verder benadrukt. Daarnaast onderstrepen de bescherming en stabiliteit die de aarde geniet - bescherming tegen schadelijke kosmische gebeurtenissen en behoud van een delicaat ecologisch evenwicht - haar uniekheid tussen andere planeten. Samen ondersteunen deze factoren sterk het idee dat de aarde door de goddelijke Schepper opzettelijk is ontworpen als leefomgeving voor leven. Deze fijn afgestemde balans van omstandigheden is niet slechts toeval, maar suggereert in plaats daarvan een doelgericht en intelligent ontwerp, waardoor de aarde een buitengewone en uniek geschikte omgeving is om leven in stand te houden.

3. Schepping of evolutie?

Zijn we geschapen of geëvolueerd? Het debat over de oorsprong van het leven is nog steeds gaande, maar het huidige onderwijssysteem onderwijst evolutie als de gevestigde theorie over de oorsprong van het leven, terwijl creationisme als een onwetenschappelijke bewering wordt gezien.

De evolutietheorie begint met de hypothese van abiogenese om het ontstaan van leven te verklaren. We zullen eerst in detail ingaan op deze kwestie en vervolgens onderzoeken of Darwins theorie de 'evolutietheorie' of de 'theorie van genetische aanpassing' genoemd moet worden. We zullen ook ingaan op de vraag of mensen uit apen zijn geëvolueerd. Daarnaast zullen we intelligent design introduceren en het creationisme onderzoeken door de lens van deeltjesfysica, het bestaan van buitenaards leven, dierlijke instincten en de wiskunde die in de natuur te vinden is.

a. De oorsprong van het leven

De wetenschappelijke hypothese over het ontstaan van leven op aarde begint met de spontane vorming van aminozuren uit koolstofhoudende atomen (abiogenese) in de oersoep van de vroege aarde. Deze aminozuren verbinden zich door peptidebindingen tot eiwitten, die verschillende essentiële functies in cellen vervullen, zoals het katalyseren van biochemische reacties en het bieden van structurele ondersteuning. Na verloop van tijd ontstonden nucleïnezuren zoals RNA en DNA, die de opslag en overdracht van genetische informatie mogelijk maakten. De interactie tussen eiwitten en nucleïnezuren vergemakkelijkte de ontwikkeling van eenvoudige prokaryote cellen, waaruit uiteindelijk complexere eukaryote cellen ontstonden. Deze eukaryote cellen evolueerden vervolgens tot meercellige organismen, waarbij celdifferentiatie leidde tot de ontwikkeling van gespecialiseerde weefsels en organen. Deze reis eindigde met de diverse en complexe levensvormen die we vandaag de dag zien.

Laten we eens onderzoeken of deze processen spontaan kunnen zijn ontstaan. We zullen de volgende onderwerpen onderzoeken: i) vorming van aminozuren, ii) vorming van RNA, iii) vorming van eiwitten, iv) vorming van DNA, v) vorming van cellen, vi) vorming van eukaryote cellen, vii) lokalisatie van organellen, viii) celdifferentiatie, ix) vorming van weefsels en organen, x) vorming van meercellig organisme.

i. De vorming van aminozuren

De vorming van aminozuren onder de omstandigheden van de prebiotische vroege Aarde is een cruciaal onderwerp om de oorsprong van het leven te begrijpen. Het Miller-Urey experiment uit 1952 was een representatieve studie waarin de omstandigheden van de vroege atmosfeer van de aarde werden gesimuleerd om de vorming van aminozuren te onderzoeken. Met behulp van een mengsel van gassen die op de primitieve atmosfeer leken (methaan, ammoniak, waterstof en waterdamp) en elektrische vonken om bliksem na te bootsen, synthetiseerden ze verschillende aminozuren, waaronder glycine en alanine.

Dit experiment toonde aan dat organische moleculen die essentieel zijn voor het leven gevormd konden worden uit eenvoudige anorganische verbindingen onder prebiotische omstandigheden, wat een belangrijke ondersteuning is voor de hypothese dat het leven op aarde kan zijn ontstaan door natuurlijke chemische processen. Het Miller-Urey experiment synthetiseerde een aantal aminozuren, maar het heeft te maken met een aantal problemen die belangrijk zijn om in overweging te nemen.

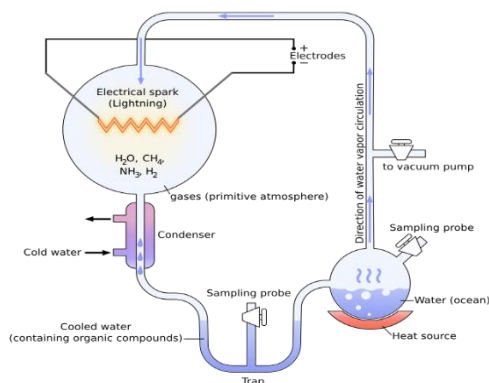


Fig. 3.1. Schema van het Miller-Urey-experiment

Het Miller-Urey experiment gebruikte een elektrisch ontladingsapparaat om de natuurlijke bliksem na te bootsen, maar hun apparaat en de natuurlijke bliksem verschillen op veel punten aanzienlijk. Hun apparaat gebruikt een voltage van 50.000 volt en genereert 250 graden hitte, terwijl het voltage van een bliksem 100 miljoen volt is en 50.000 graden hitte genereert. De elektrische ontledingen in het Miller-Urey experiment waren relatief continu en konden gedurende langere perioden worden aangehouden, waardoor een consistente energie-input voor de chemische reacties werd gegarandeerd. Bliksem daarentegen is niet continu, maar sporadisch, en duurt extreem kort, slechts enkele microseconden tot milliseconden.

Kometen zijn overblijfselen van het vroege zonnestelsel en bevatten primordiaal bouw materiaal dat relatief onveranderd is gebleven. De samenstelling van kometen kan waardevolle inzichten verschaffen in de samenstelling van de vroege aardatmosfeer. De hoofdsamenstelling van kometen bestaat uit water (86%), kooldioxide (10%) en koolmonoxide (2,6%). Ammoniak en methaan nemen elk minder dan 1% in beslag. Dit resultaat suggereert dat het gas dat gebruikt werd in het Miller-Urey experiment de vroege aardatmosfeer niet nauwkeurig weergeeft, omdat het niet het meest voorkomende gas kooldioxide en

het op één na meest voorkomende gas koolmonoxide bevat. Bovendien is kooldioxide een oxidatiemiddel dat de vorming van aminozuren remt.

Samenstelling	Verhouding (%)	Referentie
water (H ₂ O)	100 (86%)	Pinto et al. (2022)
koolstofdioxide (CO ₂)	12 (10%)	Pinto et al. (2022)
koolmonoxide (CO)	3 (2.6%)	Pinto et al. (2022)
ammoniak (NH ₃)	0.8 (0.7%)	Russo et al. (2016)
methaan (CH ₄)	0.7 (0.6%)	Mumma et al. (1996)

Tabel 3.1. Samenstelling van kometen (water=100)

Het Miller-Urey experiment ging ervan uit dat de prebiotische atmosfeer van de vroege Aarde een reducerende atmosfeer was. Als het echter een oxiderende atmosfeer was, zou het de vorming van aminozuren belemmeren door organische moleculen af te breken of te oxideren. De omstandigheden van de vroege atmosfeer van de Aarde zijn een onderwerp van voortdurend wetenschappelijk onderzoek en debat. Urey (1952), Miller (1953) en Chyba & Sagan (1997) pleiten voor een reducerende atmosfeer, terwijl Albesson (1966), Pinto et al. (1980), Zahnle (1986) en Trail et al. (2011) pleiten voor een oxiderende atmosfeer.

Het artikel van Trail et al. (2011), gepubliceerd in Nature, is vermeldenswaardig. Zij analyseerden de oxidatietoestand van zirkoonkristallen uit het Hadeïsche tijdperk met behulp van de verhouding van cerium (Ce) oxidatietoestanden. De analyse gaf aan dat de Hadeïsche magma's meer geoxideerd waren dan eerder gedacht, met omstandigheden zoals die van moderne vulkanische gassen. De meer geoxideerde toestand van de Hadeïsche magma's impliceert dat vulkanische uitwaseming minder waterstof (H₂) en meer waterdamp (H₂O), koolstofdioxide (CO₂) en zwaveldioxide (SO₂) zou hebben vrijgemaakt. Ze concludeerden dat de vroege atmosfeer van de aarde

waarschijnlijk minder reducerend en meer oxiderend was dan traditioneel werd gedacht. Hun bevindingen riepen vragen op over de geldigheid van het Miller-Urey experiment en suggereerden dat het misschien niet mogelijk was om aminozuren te vormen via abiogenese in de prebiotische vroege Aarde.

De aminozuren die in het experiment werden geproduceerd, werden verzameld en bewaard onder laboratoriumomstandigheden. In de barre en veranderlijke omstandigheden van de vroege Aarde waren deze verbindingen mogelijk minder stabiel en vatbaarder voor afbraak. De concentratie organische moleculen in het experiment werd gecontroleerd en op een relatief hoog niveau gehouden. Op de vroege Aarde zouden deze moleculen sterk verdund kunnen zijn in uitgestrekte oceanen of onderhevig zijn geweest aan snelle dispersie, waardoor de kans op verdere chemische evolutie mogelijk is afgenomen.

Een ander belangrijk probleem is chiraliteit. De geproduceerde aminozuren waren racemisch, wat betekent dat ze gelijke hoeveelheden links- en rechtshandige isomeren bevatten. Het leven op aarde gebruikt voornamelijk linksdraaiende aminozuren (99,3%) en de oorsprong van deze homochiraliteit blijft onverklaard door het Miller-Urey experiment.

ii. De vorming van RNA

Alle levende organismen bestaan uit 20 verschillende aminozuren. Laten we, om onze discussie voort te zetten, aannemen dat deze 20 aminozuren spontaan werden gevormd. De volgende stap naar leven zou de vorming van RNA, eiwitten en DNA zijn. Tot nu toe zijn er geen bevestigde theorieën over de spontane vorming van deze moleculen. Wetenschappers suggereren dat RNA als eerste verscheen, omdat het een van de vroegste moleculen zou zijn die genetische informatie kan opslaan en chemische reacties kan katalyseren. Deze dubbele functionaliteit staat centraal in de 'RNA-wereld hypothese', die voorstelt dat het leven begon met RNA moleculen vóór de vorming van

DNA en eiwitten. Hoewel de RNA-wereld hypothese een fascinerend raamwerk biedt, heeft het te maken met een aantal belangrijke uitdagingen: (i) RNA is een te complex molecuul om prebiotisch te zijn ontstaan, (ii) RNA is inherent instabiel, (iii) katalyse is een eigenschap die slechts wordt vertoond door een relatief kleine subset van lange RNA-sequenties, en (iv) het katalytische repertoire van RNA is te beperkt. Laten we beginnen met de eerste uitdaging.

RNA nucleotiden bestaan uit drie componenten: stikstofhoudende basen (adenine, guanine, cytosine en uracil), ribose suiker en fosfaatgroepen. Om RNA te kunnen vormen, moeten deze componenten spontaan zijn ontstaan onder prebiotische omstandigheden. Laten we de haalbaarheid van dit proces onderzoeken.

- **Vorming van stikstofhoudende basen**

Stikstofhoudende basen zijn complexe moleculen met ingewikkelde ringstructuren. De spontane assemblage van deze moleculen uit eenvoudigere prebiotische verbindingen is hoogst onwaarschijnlijk omdat er specifieke chemische reacties, specifieke reactieomstandigheden en katalysatoren nodig zijn om de ringstructuren te vormen. Deze omvatten aminatiereacties, waarbij een aminegroep (NH_2) wordt toegevoegd aan een koolstofruigengraat, vereisen stikstofverbindingen zoals ammoniak en aldehyden of ketonen, vaak vergemakkelijkt door katalysatoren of hoge temperaturen. Desoxygeneringsreacties, waarbij zuurstofatomen worden verwijderd, vereisen reductiemiddelen zoals waterstof of methaangassen. Ringvorming, cruciaal voor het creëren van de stikstofhoudende basisstructuur, vindt meestal plaats in meerstapsprocessen onder omstandigheden van hoge temperatuur en hoge druk, vaak gekatalyseerd door metaalionen. Tot slot kan voor de toevoeging van stikstofhoudende basen een hoogenergetische omgeving en specifieke precursorsamenstellingen nodig zijn om het proces te voltooien.

Men denkt dat het milieu van de vroege Aarde sterk varieerde wat betreft temperatuur, pH en beschikbare chemische verbindingen. Het zou een enorme uitdaging zijn geweest om de precieze omstandigheden te creëren die nodig waren voor de synthese van stikstofhoudende basen. De hoge-energie-omstandigheden die nodig zijn om deze basen te vormen, zouden bijvoorbeeld niet constant aanwezig of in stand gehouden kunnen zijn. Zelfs onder geoptimaliseerde laboratoriumomstandigheden is de opbrengst van stikstofhoudende basen vaak laag. Dit roept vragen op over de vraag of voldoende hoeveelheden van deze basen op natuurlijke wijze geproduceerd kunnen zijn om de vorming van RNA of andere nucleïnezuren te ondersteunen. De routes die leiden tot de synthese van stikstofhoudende basen omvatten meerdere stappen en tussenliggende verbindingen. Het is twijfelachtig of alle noodzakelijke voorwaarden en verbindingen tegelijkertijd en in de juiste verhoudingen aanwezig zijn.

Voor de vorming van stikstofhoudende basen zijn meestal katalysatoren nodig om de chemische reacties aan te drijven. In een prebiotische wereld is de aanwezigheid van zulke katalysatoren in de juiste concentraties en omstandigheden onzeker. Zonder deze katalysatoren zou de reactiesnelheid te laag zijn om significant te zijn. Zelfs als stikstofhoudende basen zich spontaan zouden kunnen vormen, is hun stabiliteit in een prebiotische omgeving twijfelachtig. Deze moleculen zijn gevoelig voor afbraak door UV-straling, hydrolyse en andere omgevingsfactoren. Deze instabiliteit zou hun accumulatie en daaropvolgend gebruik bij de vorming van RNA belemmeren.

- **Vorming van Ribose Suiker**

De formose reactie, die de polymerisatie van formaldehyde in de aanwezigheid van een katalysator inhoudt, kan ribose produceren. Deze reactie is niet specifiek, wat leidt tot een lage opbrengst van ribose in vergelijking met andere suikers. Het vereist ook specifieke omstandigheden, zoals de aanwezigheid van calciumhydroxide als

katalysator, die mogelijk niet universeel beschikbaar of stabiel waren in prebiotische omgevingen. Om ribose nuttig te laten zijn in de prebiotische synthese van RNA, zou het selectief gesynthetiseerd en gestabiliseerd moeten worden. De formose reactie is echter niet bevorderlijk voor de selectieve vorming van ribose, en het resulterende mengsel van suikers bemoeilijkt het gebruik van ribose voor RNA synthese. Er zouden mechanismen aanwezig moeten zijn om ribose te stabiliseren of te selecteren uit een complex mengsel. Potentiële stabiliserende middelen, zoals boraatmineralen, zijn voorgesteld, maar hun beschikbaarheid en werkzaamheid in prebiotische omstandigheden zijn onzeker.

Voor de formose-reactie is formaldehyde nodig, dat in voldoende concentratie aanwezig moet zijn. De productie en stabiliteit van formaldehyde onder prebiotische omstandigheden is niet mogelijk omdat formaldehyde gemakkelijk kan polymeriseren of reageren met andere verbindingen. De specifieke omgevingsomstandigheden die nodig zijn voor de formose-reactie om efficiënt te verlopen en ribose te produceren (bijv. optimale pH, temperatuur, aanwezigheid van katalysatoren) waren mogelijk niet overheersend of stabiel op de vroege Aarde. Zelfs onder gecontroleerde laboratoriumomstandigheden is de opbrengst van ribose laag en produceert de reactie een complex mengsel van suikers, wat de uitdaging van het isoleren van ribose in een prebiotische omgeving benadrukt.

Ribose is een pentose suiker die chemisch instabiel is en snel kan worden afgebroken, vooral onder de omstandigheden zoals die op de vroege aarde voorkwamen. De instabiliteit komt voort uit het feit dat ribose gemakkelijk gehydrolyseerd wordt in waterige oplossingen en kan afbreken door processen zoals de Maillardreactie en karamelisatie. Daarnaast hebben studies aangetoond dat ribose een korte halfwaardetijd heeft, vooral in alkalische omstandigheden, waardoor het onwaarschijnlijk is dat het zich in geologische tijdschalen in significante hoeveelheden ophoopt.

- **Vorming van fosfaatgroep**

De vorming van fosfaatgroepen in prebiotische omstandigheden wordt bemoeilijkt doordat direct beschikbare bronnen van fosfaat relatief schaars waren op de vroege Aarde. Fosfaat wordt meestal gevonden in mineralen zoals apatiet, die niet goed oplosbaar zijn in water, waardoor het moeilijk is voor fosfaat om vrij beschikbaar te zijn in waterige omgevingen waar prebiotische chemie zou hebben plaatsgevonden. Fosfaatmineralen zijn meestal chemisch inert onder neutrale pH-omstandigheden. Deze lage reactiviteit vormt een belangrijke barrière voor de opname van fosfaat in organische moleculen die nodig zijn voor het leven.

Voor de vorming van fosfaatesters, die cruciaal zijn voor de nucleotidesynthese, is een aanzienlijke energie-input nodig. In prebiotische omstandigheden zouden de noodzakelijke energiebronnen en katalytische processen om deze barrières te overwinnen beperkt zijn geweest. Sommige studies hebben aangetoond dat hoog-energetische omstandigheden, zoals gecreëerd door blikseminslagen of vulkanische activiteit, de vorming van fosfaathoudende moleculen kunnen vergemakkelijken. Deze scenario's vereisen echter specifieke en voorbijgaande omstandigheden die mogelijk niet wijdverspreid waren.

Voor de vorming van polyfosfaten, ketens van fosfaatgroepen, zijn meestal specifieke omstandigheden nodig, zoals hoge temperaturen of de aanwezigheid van katalysatoren die in prebiotische omgevingen mogelijk niet beschikbaar waren. Polyfosfaten zijn gevoelig voor hydrolyse, waarbij ze uiteenvallen in eenvoudigere fosfaatverbindingen. De stabiliteit van deze verbindingen in de fluctuerende omstandigheden van de vroege Aarde is twijfelachtig.

Hoewel sommige experimenten de vorming van fosfaathoudende moleculen onder gesimuleerde prebiotische omstandigheden hebben aangetoond, vereisen deze vaak zeer specifieke en gecontroleerde omstandigheden die mogelijk geen realistische afspiegeling zijn van de omgeving van de vroege Aarde. Bovendien zijn de opbrengsten van

fosfaathoudende moleculen in prebiotische synthese-experimenten over het algemeen laag, wat twijfels oproept over de efficiëntie en aannemelijkheid van deze processen op een prebiotische aarde op schalen die voldoende zijn om het ontstaan van leven te stimuleren.

- **Vorming van functionele RNA-nucleotiden**

Zelfs als alle uitdagingen zijn overwonnen en stikstofhoudende basen, ribose suiker en fosfaatgroepen met succes zijn gemaakt, blijft er nog een belangrijke hindernis over: de vorming van functionele RNA nucleotiden.

Er bestaan vele soorten RNA's: RNA's die betrokken zijn bij de synthese van eiwitten (mRNA, rRNA, tRNA, enz.), RNA's die betrokken zijn bij post-transcriptionele modificatie (snRNA, snoRNA, enz.), regulerende RNA's (aRNA, miRNA, enz.) en parasitaire RNA's. Het aantal nucleotiden in RNA-moleculen hangt af van het type. Enkele voorbeelden zijn:

- mRNA & rRNA - honderden tot duizenden
- tRNA - 70 tot 90
- snRNA - 100 tot 300
- miRNA - 20 tot 25.

Laten we aannemen dat het typische RNA-molecuul, waarvoor we de waarschijnlijkheid van vorming willen schatten, 100 nucleotiden lang is. In dat geval kan elke positie in de RNA-sequentie bezet worden door een van de vier basen: adenine, uracil, cytosine of guanine. Het totale aantal mogelijke sequenties met een lengte van 100 nucleotiden is $4^{(100)} (=1,6 \times 10^{60})$ en de kans op de vorming van functioneel RNA is $1/1,6 \times 10^{60} = 6,2 \times 10^{-61}$. Deze extreem kleine waarschijnlijkheid suggereert dat het functionele RNA zich niet spontaan kan vormen, zelfs niet in de aanwezigheid van reeds bestaande stikstofhoudende basen, ribose suiker en fosfaatgroepen.

iii. De vorming van eiwitten

De vorming van eiwitten omvat de synthese van aminozuren, hun polymerisatie tot peptiden en de vouwing van deze peptiden tot functionele eiwitten. Laten we eens kijken naar problemen en uitdagingen in deze processen onder prebiotische omstandigheden.

Eiwitten zijn opgebouwd uit lange ketens van aminozuren, polypeptideketens genaamd, die in zeer specifieke volgorden gerangschikt zijn. Het aantal aminozuren in één eiwit kan variëren van enkele tientallen tot enkele duizenden. Het kleine eiwit insuline bevat bijvoorbeeld ongeveer 51 aminozuren, het middelgrote eiwit myoglobine heeft ongeveer 153 aminozuren, het grote eiwit hemoglobine heeft ongeveer 574 aminozuren en het reusachtige eiwit titine bevat ongeveer 34.350 aminozuren. Het is bijna onmogelijk om door een willekeurig proces lange peptideketens te vormen uit een combinatie van 20 soorten aminozuren. Bijvoorbeeld, de kans op de vorming van een polypeptideketen in het kleine eiwit insuline via een willekeurig proces is $1/20^{51} = 4,4 \times 10^{(-6)} (7) \approx 0$.

Zelfs als de polypeptideketens op de een of andere manier gevormd zouden zijn, moeten ze zich opvouwen tot specifieke driedimensionale structuren om functionele eiwitten te worden. Het vouwproces van een polypeptideketen tot een functioneel eiwit omvat verschillende belangrijke stappen, elk aangedreven door verschillende chemische interacties en bijgestaan door moleculaire machines in de cel.

Delen van de polypeptideketen (primaire structuur) vouwen zich op in secundaire structuren die bekend staan als alfa-helixen en bètavellen. Deze structuren worden gestabiliseerd door waterstofbruggen tussen de ruggengraat-atomen van de polypeptideketen. Bijkomende secundaire structuren, zoals bochten en lussen, verbinden de helixen en vellen en dragen bij aan de algemene vouwing van het eiwit. De secundaire structuren vouwen zich verder op tot een specifieke driedimensionale vorm, die bekend staat als de tertiaire structuur. Dit proces wordt aangedreven door hydrofobe interacties, waarbij niet-polaire zijketens clusteren weg van de waterige omgeving, waardoor het polypeptide zich opvouwt tot een

compacte, bolvormige vorm; waterstofbruggen, die zich vormen tussen polaire zijketens en de ruggengraat, waardoor de gevouwen structuur wordt gestabiliseerd; ionische bindingen, waarbij elektrostatistische interacties tussen tegengesteld geladen zijketens bijdragen aan de stabiliteit van het eiwit; en disulfidebindingen, waarbij covalente bindingen tussen cysteïne-resten zorgen voor extra stabiliteit van de structuur.

Bij sommige eiwitten met meerdere polypeptideketens (subeenheden) komen deze gevouwen eenheden samen om de quaternaire structuur te vormen. Om fouten te voorkomen, helpen chaperone eiwitten bij het vouwproces door misvouwing en aggregatie te voorkomen. Ze helpen de polypeptideketen om de juiste conformatie te bereiken. Het eiwit kan kleine conformationele veranderingen en correcties ondergaan om zijn meest stabiele en functionele conformatie te bereiken. Chemische modificaties, zoals fosforylering, glycosylering of splitsing, kunnen optreden om het eiwit verder te stabiliseren of voor te bereiden op zijn specifieke functie.

Voor de vorming van peptidebindingen tussen aminozuren is veel energie nodig. In prebiotische omstandigheden is de beschikbaarheid van consistente en voldoende energiebronnen om deze reacties aan te drijven twijfelachtig. Er zijn verschillende energiebronnen voorgesteld, zoals bliksem, UV-straling en vulkanische hitte, maar de efficiëntie en betrouwbaarheid van deze bronnen bij het consequent faciliteren van de vorming van peptidebindingen zijn discutabel. De vroege omstandigheden op aarde waren waarschijnlijk ruw en veranderlijk, met extreme temperaturen, pH-waarden en milieuveranderingen. Deze omstandigheden kunnen het delicate proces van de vorming van peptidebindingen en de stabiliteit van gevormde peptiden verstoord hebben.

Peptiden en aminozuren zijn onderhevig aan hydrolyse en afbraak in waterige omgevingen. De stabiliteit van gevormde peptiden over lange perioden is een probleem, omdat ze sneller afgebroken kunnen worden dan ze gevormd worden. Het ontbreken van beschermende

mechanismen in prebiotische omstandigheden betekent dat nieuw gevormde peptiden snel afgebroken kunnen worden door omgevingsfactoren zoals UV-straling en thermische schommelingen. Hoewel minerale oppervlakken zoals klei de vorming van peptidebindingen kunnen katalyseren, zijn de efficiëntie, specificiteit en opbrengst van deze reacties onder natuurlijke omstandigheden niet goed aangetoond. Het is onzeker hoe effectief deze oppervlakken zouden zijn in het produceren van een breed scala aan peptiden die nodig zijn voor het leven. De precieze omstandigheden waaronder deze mineraalgecatalyseerde reacties plaatsvinden (bijv. temperatuur, pH) moeten nauwkeurig gecontroleerd worden en zulke omstandigheden waren misschien niet altijd aanwezig op de vroege Aarde. Sommige experimenten die de vorming van peptiden aantoonden werden uitgevoerd onder zeer gecontroleerde omstandigheden, maar deze omstandigheden weerspiegelen mogelijk niet nauwkeurig de chaotische en variabele omstandigheden van de vroege Aarde.

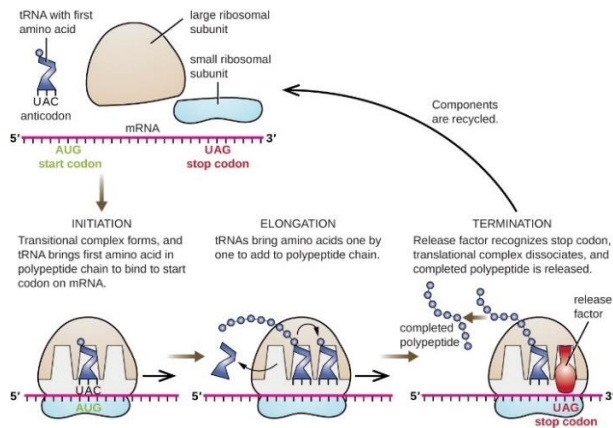


Fig. 3.2. Eiwitsynthese

De RNA-wereld hypothese stelt dat RNA moleculen de vorming van peptiden katalyseerden. Het gelijktijdig ontstaan van functioneel RNA en peptiden levert echter een 'kip en ei' probleem op, waarbij beide van elkaar afhankelijk zijn. Zonder RNA kunnen er geen eiwitten

gevormd worden.

Eiwitten vereisen aminozuren met dezelfde chiraliteit (L-aminozuren). Prebiotische synthese produceert meestal racemische mengsels met gelijke hoeveelheden links- en rechtsdraaiende isomeren. De spontane vorming van homochirale eiwitten uit zulke mengsels is statistisch onwaarschijnlijk.

iv. De vorming van DNA

De vorming van DNA in prebiotische omstandigheden is een complex en speculatief proces dat verschillende belangrijke stappen omvat, waaronder nucleotidensynthese, vorming van polynucleotideketens, basenparen, dubbele helixvorming, DNA-condensatie, en replicatie en enzymatische hulp.

Net als RNA bestaan de DNA-nucleotiden uit drie delen: stikstofhoudende basen (adenine, guanine, cytosine, thymine), desoxyribose suiker en fosfaatgroepen. De moeilijkheidsgraad voor de spontane vorming van DNA zal vergelijkbaar zijn met die van RNA. Een extra moeilijkheid voor DNA is de vorming van de dubbelehelixstructuur van DNA. De dubbele-helixstructuur van DNA is afhankelijk van nauwkeurige basenparen tussen adenine en thymine en tussen cytosine en guanine. Het is uiterst onwaarschijnlijk dat deze specificiteit spontaan wordt bereikt, zonder een begeleidend sjabloon of mechanisme. Voor een stabiele dubbele helix moeten nucleotiden in een specifieke volgorde gerangschikt worden, met complementaire sequenties op tegenoverliggende strengen. De kans dat er spontaan twee complementaire sequenties worden gevormd die perfect op elkaar aansluiten is bijzonder klein.

DNA replicatie vereist complexe enzymen en eiwitmachines om nauwkeurigheid en trouw te garanderen. De lijst van belangrijke enzymen die betrokken zijn bij DNA replicatie omvat helicase, SSB-eiwitten (single-strand binding), primase, DNA-polymerase, ribonuclease H (RNase H), DNA-ligase en topoisomerase. De spontane vorming van een dubbele helix zou deze essentiële componenten niet

bevatten, waardoor replicatie en foutcorrectie hoogst onwaarschijnlijk zijn. Zonder mechanismen voor foutcorrectie zou spontaan gevormd DNA waarschijnlijk snel fouten ophopen, waardoor de stabiliteit en functionaliteit in gevaar komen.

Het totale aantal aminozuren in de typische enzymen die deelnemen aan DNA replicatie ligt tussen de honderden en een paar duizend. De kans dat een van deze enzymen door toeval wordt geproduceerd is vrijwel nul. Bijvoorbeeld, de waarschijnlijkheid dat RNase H door willekeurig toeval wordt geproduceerd is slechts 20^{-155} of $2,2 \times 10^{-202} \approx 0$. Deze ongelooflijk kleine waarschijnlijkheid ligt in wezen buiten het bereik van praktisch voorkomen en zal in de natuur nooit gebeuren.

Zelfs als DNA op de een of andere manier zou worden gevormd, zou het een zeer complex DNA-condensatieproces moeten doorlopen. Het DNA-condensatieproces transformeert een lange, lineaire DNA-molecule in een zeer compacte en georganiseerde structuur die in de celkern past. Het condensatieproces is essentieel voor efficiënte opslag, bescherming en regulatie van DNA en voor de juiste scheiding van chromosomen tijdens de celdeling. Dit proces omvat de vorming van nucleosomen, 30 nm vezels, lusvormige domeinen, hogere orde vouwing en metafase chromosomen.

Het nucleosoom kan worden gevormd als DNA zich rond histoneiwitten wikkelt. Elk nucleosoom bestaat uit ongeveer 147 basenparen DNA gewikkeld rond een octameer van histonen (twee kopieën van elk van H2A, H2B, H3 en H4). De resulterende structuur ziet eruit als kralen aan een touwtje, met nucleosomen (de kralen) verbonden door linker DNA (het touwtje).

De nucleosoomketen rolt verder in een compactere 30 nm vezel, gefaciliteerd door het linker histon H1, dat bindt aan het nucleosoom en het linker DNA. De 30 nm vezel kan een solenoïde of zigzag configuratie aannemen, afhankelijk van de nucleosoom interacties.

De 30 nm vezel vormt lusvormige domeinen door zich vast te hechten aan een eiwitsteiger in de kern. Steiger- of matrixbevestigingsregio's (SAR's/MAR's) verankeren deze lussen. Deze

lussen, meestal 40-90 kilobasenpaar (kb) lang, zorgen voor verdere verdichting en spelen een rol in genregulatie door verre regulerende elementen in de nabijheid van genen te brengen.

De domeinen met lussen vouwen zich verder op tot dikkere vezels, chromonema-vezels genoemd. Deze vezels worden verder opgerold en gevouwen, wat resulteert in een meer gecondenseerde structuur.

Tijdens de celdeling, met name in de metafase, bereikt het chromatine zijn hoogste condensatieniveau om zichtbare chromosomen te vormen. Hierbij zijn condensine-eiwitten betrokken die helpen het chromatine te supercoilen en compacter te maken. Elk chromosoom bestaat uit twee identieke zusterchromatiden die bij elkaar worden gehouden bij het centromeer, wat zorgt voor nauwkeurige scheiding tijdens de celdeling.

De mate van condensatie beïnvloedt de genexpressie, waarbij dicht opgeengepakt heterochromatine transcriptioneel inactief is en los opgeengepakt euchromatine actief. Een goede condensatie is cruciaal voor de nauwkeurige scheiding van chromosomen tijdens mitose en meiose.

Zoals we hierboven hebben gezien, zijn de vorming en replicatie van DNA zeer complex, waarbij nauwkeurige biochemische coördinatie en de betrokkenheid van verschillende enzymen nodig zijn. De evolutietheorie biedt echter geen duidelijke verklaring voor het ontstaan van deze mechanismen en stelt eenvoudigweg dat DNA uit RNA is geëvolueerd zonder de kritieke uitdagingen aan te gaan. Om geldig te zijn moet deze bewering verklaren hoe RNA werd gevormd, hoe de dubbelehelixstructuur van DNA ontstond en hoe essentiële replicatie-enzymen ontstonden. Zonder deze antwoorden blijft het idee speculatief. Gezien deze factoren is de vorming van DNA eerder het resultaat van opzettelijk ontwerp dan van willekeurig toeval.

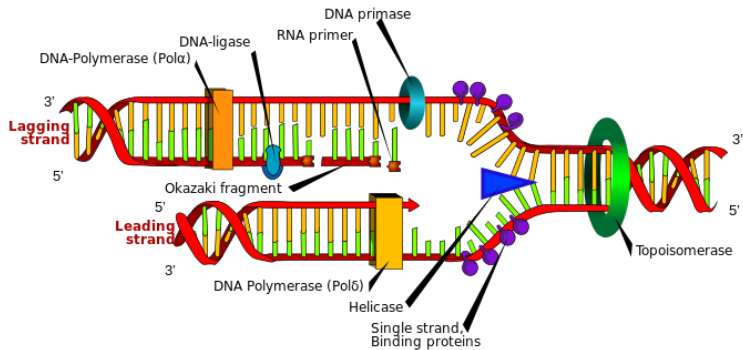


Fig. 3.3. DNA replicatieproces

v. De vorming van cellen

Laten we, om onze discussie voort te zetten, aannemen dat RNA, eiwitten en RNA spontaan werden geproduceerd. De volgende stap naar leven is dan de vorming van cellen. Er zijn twee soorten cellen: prokaryote en eukaryote cellen. Prokaryote cellen, die voorkomen in organismen zoals bacteriën en archaea, zijn eenvoudiger en hebben geen gedefinieerde kern. Hun genetisch materiaal zit in een enkele circulaire DNA-molecule die vrij in het cytoplasma zweeft. Prokaryote cellen hebben ook geen membraangebonden organellen. Eukaryote cellen, aanwezig in planten, dieren, schimmels en protisten, hebben een complexere structuur. Ze bevatten een gedefinieerde kern omsloten door een kernmembraan. Eukaryote cellen bezitten ook verschillende membraangebonden organellen, zoals mitochondriën, endoplasmatisch reticulum en het Golgi-apparaat, die specifieke functies uitvoeren die essentieel zijn voor het overleven en goed functioneren van de cel.

Wetenschappers beweren dat protocellen evolueerden tot prokaryote cellen via een geleidelijk proces dat wordt aangedreven door natuurlijke selectie, mutatie en aanpassing aan de omgeving. Het bestaan van protocellen, hypothetische voorlopers van moderne cellen, heeft te maken met een aantal belangrijke punten van kritiek. Een belangrijk probleem is de spontane vorming van lipide bilagen, die

essentieel zijn voor het creëren van een stabiele, afgesloten omgeving. De omstandigheden die nodig waren om deze bilagen op de vroege Aarde te vormen en in stand te houden zijn zeer speculatief. Bovendien vereist de integratie van functionele componenten, zoals RNA of eenvoudige eiwitten, in deze lipidenstructuren zeer specifieke interacties die statistisch onwaarschijnlijk zijn zonder een of ander sturingsmechanisme. Bovendien ontbreekt het aan voldoende experimentele ondersteuning voor het vermogen van protocellen om te repliceren en te evolueren, een belangrijk kenmerk van levende organismen, wat vragen oproept over hun rol in de oorsprong van het leven. Om deze redenen zouden de eerste cellen op aarde prokaryote cellen zijn geweest.

Fossielen suggereren dat prokaryote cellen 3,5 tot 3,8 miljard jaar geleden op aarde verschenen. Alle cellen worden omsloten door een celmembraan en de eerste stap in de vorming van cellen zou de vorming van dit membraan zijn. Laten we daarom eens onderzoeken of een celmembraan spontaan kan vormen onder prebiotische omstandigheden.

- **Vorming van celmembraan**

Het celmembraan is geen eenvoudige maar een complexe en dynamische structuur die bestaat uit lipiden (fosfolipiden, cholesterol en glycolipiden), eiwitten en koolhydraten. Fosfolipiden vormen de fundamentele bilaagstructuur, cholesterol moduleert de vloeibaarheid en glycolipiden dragen bij tot celherkenning. Eiwitten, zowel integrale als perifere eiwitten, faciliteren transport, signalering en structurele ondersteuning, terwijl koolhydraten een cruciale rol spelen in celherkenning en communicatie. Dankzij deze samenstelling kan het celmembraan zijn essentiële functies uitvoeren, de homeostase handhaven en interacties met de omgeving vergemakkelijken.

De vorming van een celmembraan door willekeurig toeval in prebiotische omstandigheden stuit op verschillende problemen vanwege de complexiteit en specificiteit die nodig zijn voor functionele

membraanstructuren.

De specifieke amfifiele lipidemoleculen, zoals fosfolipiden, vereisen een precieze combinatie van vetzuren, glycerol en fosfaatgroepen, waarvan het onwaarschijnlijk is dat ze spontaan in de juiste verhoudingen gevormd en samengesteld worden onder prebiotische omstandigheden. De spontane vorming van de fosfaatgroep, zoals aangetoond in de vorige paragraaf, is onwaarschijnlijk. Hoewel amfifiele moleculen spontaan bilagen kunnen vormen, zijn er specifieke omstandigheden nodig om een stabiele, semi-permeabele bilaag te vormen die een cellulaire omgeving kan inkapselen en beschermen. Het is hoogst onwaarschijnlijk dat deze omstandigheden, waaronder de juiste concentratie en soorten lipiden, zich willekeurig voordoen.

De typische grootte van een prokaryote cel, zoals een bacteriële cel, is 1 micrometer. De oppervlakte is $3 \times 10^{(-12)} \text{ m}^{(2)}$ en de grootte van een enkel fosfolipidemolecuul is ongeveer $5 \times 10^{(-19)} \text{ m}^{(2)}$. Het totale aantal fosfolipiden in de bilaag is dus $1,2 \times 10^7$. Om een bilaag te vormen, moeten ongeveer tien miljoen fosfolipiden naast elkaar liggen en een ingesloten kamer vormen. Het is hoogst onwaarschijnlijk dat dit toevallig gebeurt, omdat de bilagen niet op natuurlijke wijze op één lijn komen en een afgesloten kamer vormen zonder enige vorm van sturing of richting.

De vroege omstandigheden op aarde waren ruw en veranderlijk, met extreme temperaturen, pH-waarden en straling. Het handhaven van de integriteit en stabiliteit van een primitief membraan in zo'n omgeving zou een uitdaging zijn geweest, omdat membranen gemakkelijk door deze factoren kunnen worden verstoord. Een functioneel membraan moet selectief essentiële voedingsstoffen en moleculen doorlaten en schadelijke stoffen buiten houden. Deze selectieve doorlaatbaarheid vereist de aanwezigheid van complexe eiwitten en kanalen, die waarschijnlijk niet door toevallige processen gevormd en in het membraan geïntegreerd kunnen worden.

Zelfs als primitieve membranen zich zouden vormen, zou de

willekeurige inkapseling van de noodzakelijke biomoleculen, zoals nucleotiden, aminozuren en katalytische moleculen, onwaarschijnlijk zijn. Het is onwaarschijnlijk dat de specifieke concentraties en combinaties die nodig zijn om primitieve metabolische processen op gang te brengen toevallig ontstaan.

De vorming van een functioneel membraan moet gepaard gaan met de gelijktijdige ontwikkeling van andere cellulaire machinerie, zoals transporteiwitten en metabolische enzymen, wat het scenario van membraanvorming uit willekeurige processen nog ingewikkelder maakt. De vorming van prokaryote cellen onder prebiotische aarde is dus niet haalbaar.

vi. De vorming van eukaryote cellen

De algemeen geaccepteerde theorie over het ontstaan van eukaryote cellen is de endosymbiotische theorie. De endosymbiotische theorie suggereert dat eukaryote cellen zijn ontstaan door een symbiotische relatie tussen primitieve prokaryote cellen. Bij dit proces werden bepaalde prokaryote cellen (mitochondriën in het geval van dierlijke cellen en chloroplasten in het geval van plantencellen) opgeslokt door een voorouderlijke gastheercel, wat leidde tot een wederzijds voordelige relatie en uiteindelijk de ontwikkeling van complexe eukaryote cellen. Er wordt beweerd dat de voorouderlijke gastheercel archaea zijn, maar de problemen met deze hypothese zijn dat endocytose, het proces van opslokken van prokaryotische cellen, nooit is waargenomen bij archaea, en dat het celmembraan van archaea is opgebouwd uit etherbindingen, terwijl het celmembraan van eukaryotische cellen is opgebouwd uit esterbindingen.

Deze theorie vereist reeds bestaande prokaryote cellen en mitochondriën of chloroplasten. De oorsprong van mitochondriën en chloroplasten is echter niet goed gedocumenteerd. Mitochondriën zijn complexe organellen met een unieke structuur die hun rol weerspiegelt als de krachtcentrales van de cel, die ATP genereren door oxidatieve fosforylering. Mitochondriën bestaan uit verschillende onderdelen: het

buitenmembraan, de tussenmembraanruimte, het binnenmembraan en de matrix die enzymen, DNA, ribosomen en metabolieten bevat. Het buitenmembraan bevat, net als een celmembraan, een fosfolipidenbillaag met een mix van fosfolipiden en eiwitten. Het is onwaarschijnlijk dat zo'n complexe structuur spontaan kan ontstaan door willekeurige processen, omdat celmembranen, DNA en eiwitten zich niet spontaan kunnen vormen. Mitochondria hebben hun eigen DNA, dat verschilt van het nucleaire DNA, maar toch moeten ze samenwerken met het nucleaire genoom om goed te kunnen functioneren. De integratie van mitochondriaal DNA in de regulerende en metabolische netwerken van een gastheercel brengt aanzienlijke uitdagingen met zich mee.

De kern van eukaryote cellen bestaat uit een dubbelgelaagd kernmembraan, nucleoli en chromosomen, die het genetisch materiaal van de cel bevatten, waaronder DNA, RNA en bijbehorende eiwitten. De oorsprong van de kern in eukaryote cellen is nog moeilijker te verklaren. Laten we beginnen met het eenvoudigste aspect: het kernmembraan. De oorsprong van het kernmembraan in eukaryote cellen is een onderwerp van significante wetenschappelijke discussie. Er zijn verschillende hypothesen voorgesteld om het ontstaan van deze complexe structuur te verklaren, waaronder de membraaninvasiehypothese, de virale oorsprongshypothese en de genoverdrachtshypothese.

De membraaninvasiehypothese suggereert dat het kernmembraan is ontstaan uit de invaginatie van het celmembraan van een voorouderlijke prokaryote cel. Deze hypothese verklaart echter niet het verschil tussen het celmembraan en het kernmembraan. Het celmembraan bestaat uit één fosfolipidenbillaag, terwijl het kernmembraan uit twee fosfolipidenbilagen bestaat: een binnenmembraan en een buitenmembraan. Bovendien bevat het nucleaire membraan nucleaire poriecomplexen die niet in het celmembraan te vinden zijn. Bovendien zijn de eiwitsamenstellingen in het celmembraan en het kernmembraan verschillend.

De virale oorsprongshypothese stelt dat virussen die primitieve cellen infecteerden genetisch materiaal of structurele componenten kunnen hebben bijgedragen die uiteindelijk leidden tot de ontwikkeling van een nucleaire envelop. De interactie tussen virale membranen en gastheercelmembranen zou een beschermende structuur rond het DNA kunnen hebben gecreëerd. Hoewel van virussen bekend is dat ze gastheercelstructuren beïnvloeden, is er weinig concreet bewijs dat virussen in verband brengt met het ontstaan van het kernmembraan.

De genoverdrachthypothese suggereert dat de vermenging en overdracht van genen tussen verschillende prokaryoten een groot en complex genoom kan hebben gecreëerd dat een beschermend compartiment nodig had. Het nucleaire membraan zou geëvolueerd zijn om dit complexe genetische materiaal te beschermen en te reguleren. Deze hypothese heeft veel problemen door het gebrek aan direct bewijs, het onvermogen om te verklaren hoe zo'n complexe en georganiseerde structuur van een dubbel membraan en nucleaire poriecomplexen alleen zou kunnen ontstaan door de overdracht en integratie van genen, en het onvermogen om een duidelijk pad te geven voor hoe overgedragen genen zouden worden geïntegreerd en tot expressie gebracht op een manier die resulteert in de ontwikkeling van het nucleaire membraan.

De structuur van nucleoli en chromosomen is veel complexer dan die van het nucleaire membraan, waardoor het moeilijk voor te stellen is dat ze door toevallige gebeurtenissen zouden kunnen ontstaan. Bovendien is het een uitdaging om te begrijpen hoe deze componenten ingesloten raakten in het membraan. Nucleoli en chromosomen bevatten de genetische informatie van levende organismen, inclusief de blauwdrukken voor de vorming van RNA, eiwitten, DNA, cellulaire organellen en de weefsels en organen van levende wezens. Het feit dat deze blauwdrukken voor die het leven construeren voorspeld worden en al aanwezig zijn in de kern in het eukaryote celstadium, zelfs vóór de vorming van het leven, kan niet adequaat verklaard worden door de evolutietheorie. In plaats daarvan dient dit als duidelijk bewijs voor het

intelligente ontwerp van het leven.

Samengevat kan intelligent design het ontstaan van eukaryote cellen op een natuurlijke manier verklaren, terwijl de evolutietheorie geen duidelijke verklaring heeft voor hun ontstaan.

vii. Organellelokalisatie

Cellen bestaan uit verschillende organellen, waaronder de kern, mitochondriën, het endoplasmatisch reticulum, het Golgi-apparaat, lysosomen en andere organellen, die allemaal samenwerken om de cellulaire functie en homeostase in stand te houden. De lokalisatie van celorganellen is een sterk gereguleerd en dynamisch proces dat ervoor zorgt dat organellen optimaal gepositioneerd zijn in de cel om een efficiënte celfunctie te behouden. De juiste lokalisatie is essentieel voor de gezondheid van cellen en speelt een cruciale rol bij de aanpassing aan veranderende cel- en omgevingscondities. Je kunt je afvragen hoe deze organellen hun optimale locatie vinden, aangezien ze niet voor zichzelf kunnen denken.

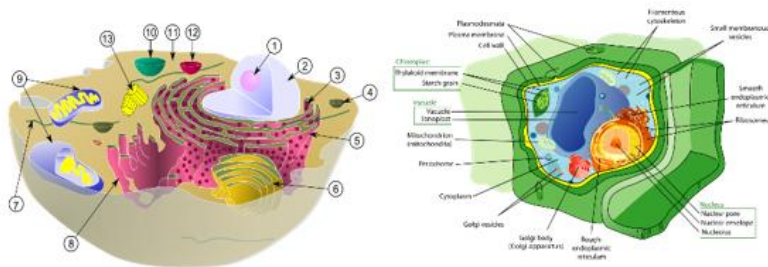


Fig. 3.4. Structuur van dierlijke cel en plantencel

Een gedetailleerd onderzoek naar het lokalisatieproces van organellen onthult een zeer nauwkeurig en ingewikkeld mechanisme dat niet kan worden toegeschreven aan willekeurig toeval. Dit proces omvat een complex samenspel van het cytoskelet, motoreiwitten, membraantransport, ankereiwitten, steigers, dynamische aanpassingen en inter-organellulaire communicatie.

Het cytoskelet speelt een cruciale rol bij de lokalisatie van organellen. Het biedt structurele ondersteuning, vergemakkelijkt beweging en zorgt voor de juiste positionering van organellen. Het cytoskelet bestaat uit drie hoofdtypen filamenten: microtubuli, actinefilamenten en tussenliggende filamenten, die elk een unieke bijdrage leveren aan de lokalisatie van organellen.

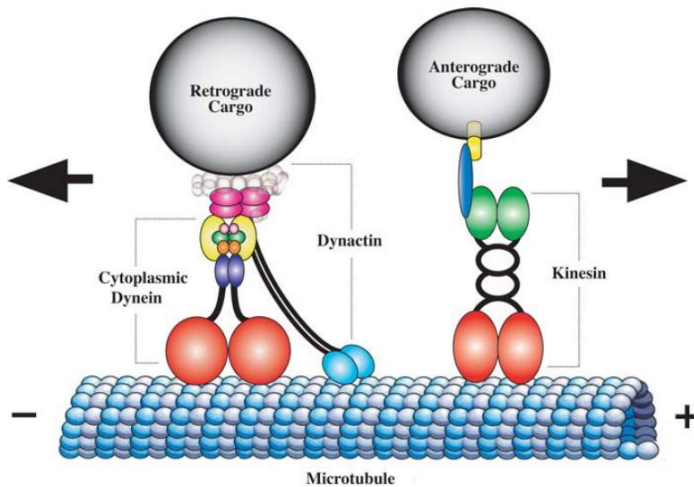


Fig. 3.5. Schematische weergave van de microtubule en motoreiwitten

Microtubuli zijn lange, holle buizen gemaakt van tubuline-eiwitten. Ze vormen een netwerk dat zich uitstrekt van het microtubule-organiserende centrum (centrosoom) naar de periferie van de cel. Microtubuli dienen als banen voor motoreiwitten zoals kinesine en dyneïne. Kinesine beweegt organellen naar het plus-uiteinde van microtubuli, meestal naar de periferie van de cel, terwijl dyneïne ze naar het min-uiteinde beweegt, meestal naar het centrum van de cel. Microtubuli helpen bij de positionering van organellen zoals het Golgi-apparaat, dat zich meestal in de buurt van het centrosoom bevindt, en mitochondriën, die over de hele cel verspreid zijn, maar langs microtubuli kunnen worden getransporteerd naar gebieden met een hoge energiebehoefte.

Actinefilamenten, ook wel microfilamenten genoemd, zijn dunne, flexibele vezels gemaakt van actine-eiwit. Ze concentreren zich net onder het plasmamembraan en vormen een dicht netwerk in het cytoplasma. Actinefilamenten vergemakkelijken cytoplasmatische stroming, een proces dat organellen en voedingsstoffen door de cel helpt te verspreiden. Myosine motoreiwitten werken samen met actinefilamenten om blaasjes, endosomen en andere kleine organellen langs het actinenetwerk te transporteren. Actinefilamenten helpen de celvorm te behouden en zijn betrokken bij celbeweging, wat indirect de positionering van organellen beïnvloedt.

Tussenliggende filamenten zijn touwachtige vezels gemaakt van verschillende eiwitten (zoals keratine, vimentine en lamine) afhankelijk van het celtype. Ze bieden mechanische sterkte en structurele ondersteuning. Tussenliggende filamenten helpen de positie van organellen zoals de kern te stabiliseren door ze op hun plaats in het cytoplasma te verankeren. Ze handhaven de algehele integriteit van het cytoskelet en zorgen ervoor dat andere componenten zoals microtubuli en actinefilamenten effectief kunnen functioneren bij de lokalisatie van organellen.

De verschillende soorten cytoskeletfilamenten werken vaak samen om organellen nauwkeurig te positioneren. Zo coördineren microtubuli en actinefilamenten om de juiste verdeling en beweging van blaasjes en organellen te garanderen. Het cytoskelet is zeer dynamisch en wordt voortdurend aangepast aan de behoeften van de cel. Deze flexibiliteit zorgt voor een snelle herpositionering van organellen als reactie op cellulaire signalen of veranderingen in de omgeving.

Membraantransport is het proces waarbij eiwitten, lipiden en andere moleculen worden getransporteerd binnen cellen, waarbij ervoor wordt gezorgd dat cellulaire componenten hun juiste bestemming bereiken. Dit omvat het ontluiken van blaasjes uit donormembranen, hun transport door het cytoplasma en hun fusie met doelmembranen. De belangrijkste organellen die betrokken zijn bij membraantransport zijn het endoplasmatisch reticulum, het Golgi-

apparaat en verschillende soorten blaasjes zoals endosomen en lysosomen. Dit proces is essentieel voor het behoud van de celorganisatie, het vergemakkelijken van de communicatie tussen organellen en het efficiënt reageren van de cel op interne en externe signalen.

Signaalroutes sturen de beweging en positionering van organellen in de cel. Deze signaalroutes omvatten de overdracht van chemische signalen die ruimtelijke aanwijzingen geven en ervoor zorgen dat organellen naar hun juiste locatie worden geleid. Receptoren op organeloppervlakken en in het cytoplasma interageren met signaalmoleculen om dit proces te vergemakkelijken. De kleine GTPases zoals Rab-eiwitten zijn bijvoorbeeld belangrijke regulatoren die het transport van blaasjes en de positionering van organellen regelen door interactie met specifieke effectoreiwitten. Deze signaalroutes zorgen ervoor dat cellulaire processen worden gecoördineerd en dat organellen dynamisch worden gepositioneerd als reactie op veranderende cellulaire behoeften en omgevingscondities.

Ankereiwitten en steigers spelen een cruciale rol bij de lokalisatie van cellen door ervoor te zorgen dat organellen precies gepositioneerd worden in de cel. Ankereiwitten verbinden organellen met specifieke plekken in het cytoplasma, stabiliseren ze en voorkomen dat ze verplaatst worden. Zo kunnen mitochondriën worden vastgemaakt aan het endoplasmatisch reticulum via specifieke verankeringsmechanismen, wat een efficiënte energieoverdracht en metabole coördinatie mogelijk maakt. Steiger-eiwitten bieden structurele ondersteuning door complexen te vormen die organellen op hun plaats houden en de algemene organisatie van de cel in stand houden. Deze eiwitten creëren een dynamisch raamwerk dat de juiste rangschikking van organellen mogelijk maakt en ervoor zorgt dat cellulaire functies effectief en efficiënt worden uitgevoerd.

Dynamische aanpassingen in cellokalisatie verwijzen naar de continue en responsieve veranderingen in de positionering van organellen binnen een cel. Deze aanpassingen zijn cruciaal voor het

behoud van de cellulaire functie en het aanpassingsvermogen. Tijdens verschillende fasen van de celcyclus, zoals mitose, herpositioneren organellen zoals de kern en mitochondriën zich om een goede celdeling te garanderen. Als reactie op omgevingsstimuli, zoals de beschikbaarheid van voedingsstoffen of stressomstandigheden, kunnen organellen zich verplaatsen naar gebieden waar hun functies het meest nodig zijn. Deze dynamische verplaatsing wordt mogelijk gemaakt door het cytoskelet en motoreiwitten, waardoor de cel zijn homeostase kan behouden en efficiënt kan reageren op veranderende interne en externe omstandigheden.

Inter-organelle communicatie zorgt voor coördinatie en efficiëntie van cellulaire functies. Deze communicatie vindt plaats via directe contactplaatsen en vesiculair transport. Contactplaatsen, zoals mitochondria-geassocieerde membranen (MAM's) tussen mitochondriën en het endoplasmatisch reticulum, vergemakkelijken de overdracht van lipiden, calcium en andere moleculen, waardoor gesynchroniseerde activiteiten tussen organellen worden gegarandeerd. Vesiculair transport omvat het ontluiken en samensmelten van blaasjes, die eiwitten en lipiden vervoeren tussen organellen, waardoor hun functionele integratie behouden blijft. Effectieve communicatie tussen organellen is essentieel voor processen zoals metabolisme, signalering en stressreacties, en draagt bij aan de algehele homeostase van de cel.

Zoals hierboven beschreven zijn de mechanismen die betrokken zijn bij de lokalisatie van organellen zeer georganiseerd en complex. De stapsgewijze evolutie van zulke ingewikkeld gecoördineerde systemen door willekeurige mutaties en natuurlijke selectie is extreem onwaarschijnlijk vanwege de volgende redenen.

Er is geen direct bewijs voor tussenstadia in de evolutie van organellokalisatiemechanismen. Fossielen en moleculaire studies leggen geen overgangsvormen vast die de geleidelijke evolutie van deze geavanceerde systemen zouden illustreren. De complexiteit van de lokalisatie van organellen en de coördinatie daarvan binnen cellen

vormt een uitdaging voor evolutionaire verklaringen, omdat de cellulaire organisatie 'onherleidbare complexiteit' vertoont, waarbij het verwijderen van een onderdeel het systeem niet meer functioneel zou maken. De evolutietheorie verklaart complexiteit door geleidelijke modificaties, maar cellulaire structuren en hun precieze lokalisatie kennen geen levensvatbare tussenstadia.

De lokalisatie van organellen is afhankelijk van ingewikkelde interacties met het cytoskelet, motoreiwitten, signaalroutes en andere cellulaire componenten. Deze onderlinge afhankelijkheid roept vragen op over hoe zulke systemen stapsgewijs kunnen zijn geëvolueerd. Het is een uitdaging om te verklaren hoe zowel de organellen als de systemen die verantwoordelijk zijn voor hun lokalisatie gelijktijdig geëvolueerd kunnen zijn zonder dat er eerst één volledig functioneel was.

De oorsprong en evolutie van motoreiwitten zoals kinesine, dyneïne en myosine en cytoskeletale elementen zoals microtubuli en actinefilamenten worden niet volledig begrepen. Deze eiwitten en structuren moeten zeer specifieke functies en interacties hebben ontwikkeld, die moeilijk te verklaren zijn door incrementele veranderingen alleen. De evolutie van de complexe regulatorische netwerken die de lokalisatie van organellen controleren, stelt ons voor grote uitdagingen. Deze netwerken moeten de expressie en activiteit van talloze genen nauwkeurig coördineren en hun incrementele evolutie door willekeurige mutaties is moeilijk te verklaren.

Veel componenten die betrokken zijn bij de lokalisatie van organellen zijn onderling afhankelijk, wat betekent dat ze effectief samen moeten werken om een selectief voordeel te bieden. De gelijktijdige evolutie van meerdere op elkaar inwerkende onderdelen is problematisch omdat partiële systemen niet voldoende voordeel bieden om door natuurlijke selectie te worden bevoordeeld.

De processen van lokalisatie en onderhoud van organellen kosten veel energie. Het is niet duidelijk hoe vroege cellen zich de metabole kosten van deze complexe systemen konden veroorloven zonder al

over efficiënte mechanismen voor energieproductie en hulpbronnenbeheer te beschikken.

viii. Celdifferentiatie

Celdifferentiatie is het proces waarbij niet-gespecialiseerde cellen zich ontwikkelen tot gespecialiseerde cellen met verschillende structuren en functies. Dit proces is cruciaal voor de ontwikkeling, groei en werking van weefsels, organen en uiteindelijk meercellige organismen. Differentiatie begint meestal met stamcellen, ongedifferentieerde cellen die in staat zijn om verschillende celtypen te vormen. Stamcellen kunnen pluripotent zijn, in staat om te differentiëren in bijna elk celtype. Tijdens de ontwikkeling ontvangen deze cellen signalen die hen leiden naar specifieke celtypen. Als stamcellen differentiëren, worden ze multipotente progenitorcellen, die een beperkt aantal celtypen aanmaken. Progenitorcellen differentiëren verder in volledig gespecialiseerde cellen. Celdifferentiatie is een sterk gereguleerd en dynamisch proces dat wordt aangestuurd door genexpressieregulatie, signaaltransductiepaden, epigenetische modificaties, morfogene gradiënten en interacties met andere cellen en de extracellulaire matrix.

Alle cellen in een organisme bevatten hetzelfde DNA, maar verschillende celtypes brengen verschillende subsets van genen tot expressie. Deze selectieve genexpressie zorgt voor differentiatie. Eiwitten die bekend staan als transcriptiefactoren binden zich aan specifieke DNA-sequenties om de transcriptie van doelgenen te reguleren. Deze factoren kunnen genexpressie activeren of onderdrukken, wat leidt tot de productie van eiwitten die nodig zijn voor een specifiek celtype.

Cellen ontvangen signalen uit hun omgeving, zoals groeifactoren, hormonen en cytokinen. Deze signalen binden zich aan receptoren op het celoppervlak en zetten signaaltransductieroutes in gang. Signaaltransductieroutes omvatten een cascade van intracellulaire

gebeurtenissen, vaak inclusief fosforylering van eiwitten, die uiteindelijk resulteren in veranderingen in genexpressie.

Epigenetische modificaties omvatten DNA-methylering en histonmodificatie. DNA-methylering legt genexpressie het zwijgen op door methylgroepen toe te voegen aan DNA, meestal op CpG-eilanden. Methyleringspatronen zijn erfelijk en kunnen de identiteit van een cel vastleggen door genen te onderdrukken die niet nodig zijn voor een bepaald celtype. Histonen, de eiwitten waar DNA omheen gewikkeld is, kunnen chemisch gemodificeerd worden (bijv. acetylering, methylering). Deze modificaties veranderen de chromatinestructuur, waardoor DNA toegankelijk wordt voor transcriptie.

Morfogenen zijn signaalmoleculen die zich door weefsels verspreiden en concentratiegradiënten vormen. Cellen reageren op verschillende morfogene concentraties door verschillende ontwikkelingspaden te activeren, wat leidt tot verschillende lotgevallen van cellen. Morfogene gradiënten zijn cruciaal in de embryonale ontwikkeling voor patroonvorming en bepalen de ruimtelijke rangschikking van gedifferentieerde cellen.

Direct contact tussen cellen kan differentiatie induceren. Membraaneiwitten op een cel interageren met receptoreiwitten op een aangrenzende cel om signalen door te geven. Cellen scheiden signaalmoleculen af die invloed hebben op nabijgelegen cellen en zo hun differentiatie beïnvloeden.

De extracellulaire matrix (ECM), bestaande uit eiwitten en polysacchariden, biedt structurele ondersteuning en biochemische signalen aan cellen. Integrines en andere adhesiemoleculen bemiddelen de hechting van cellen aan de ECM en beïnvloeden de celvorm, migratie en differentiatie.

Positieve en negatieve terugkoppelingsmechanismen controleren de voortgang van differentiatie. Positieve terugkoppeling geeft aan dat gedifferentieerde cellen signalen kunnen produceren die hun identiteit versterken, waardoor stabiele celtypes worden gegarandeerd. Negatieve terugkoppelingsmechanismen beperken

differentiatiesignalen, waardoor over- differentiatie wordt voorkomen en een pool van ongedifferentieerde cellen in stand wordt gehouden.

Zoals beschreven gaat celdifferentiatie gepaard met een zeer complexe en gecoördineerde reeks gebeurtenissen, waaronder precieze genregulatie, signaaltransductie en epigenetische modificaties. Een dergelijke complexiteit is moeilijk te verklaren door alleen geleidelijke, willekeurige mutaties en natuurlijke selectie. Het proces vereist de integratie van talloze cellulaire systemen, zoals transcriptiefactoren, signaalroutes en cytoskelet. De gelijktijdige evolutie van deze onderling afhankelijke systemen vormt een belangrijke uitdaging voor de evolutietheorie. Daarnaast kan het ontstaan van pluripotente stamcellen niet verklaard worden door evolutionaire mechanismen.

De rol van epigenetische modificaties, zoals DNA-methylering en histonmodificatie, is cruciaal bij differentiatie. Het ontstaan van deze geavanceerde mechanismen wordt niet goed verklaard door de evolutietheorie, omdat ze een hoge mate van precisie en coördinatie vereisen. De erfelijkheid van epigenetische markeringsen voegt nog een laag complexiteit toe. De mechanismen waarmee deze markeringsen tot stand komen, onderhouden en overgeërfd worden zijn ingewikkeld en vereisen gedetailleerde uitleg.

Het ontstaan en interpreteren van morfogene gradiënten is cruciaal voor patroonvorming tijdens de ontwikkeling. De precieze concentratiegradiënten en het vermogen van de cel om deze signalen nauwkeurig te interpreteren suggereren eerder een intelligent ontwerp dan willekeurige mutaties. Het concept van positie-informatie, waarbij cellen hun locatie bepalen en dienovereenkomstig differentiëren, vereist een geavanceerd communicatiesysteem. De evolutionaire oorsprong van een dergelijk systeem wordt niet duidelijk begrepen.

De regulerende netwerken van transcriptiefactoren die genexpressie controleren tijdens differentiatie zijn zeer complex. De incrementele evolutie van deze netwerken mist empirische ondersteuning, gezien de

noodzaak van gecoördineerde veranderingen in meerdere genen. Mutaties in belangrijke transcriptiefactoren kunnen wijdverspreide en schadelijke effecten hebben, waardoor het moeilijk voor te stellen is hoe gunstige mutaties zich geleidelijk kunnen ophopen om functionele regulatorische netwerken te vormen.

ix. De vorming van weefsels en organen

De vorming van weefsels (histogenese) is het proces waarbij gedifferentieerde cellen zich organiseren in specifieke weefsels tijdens de embryonale ontwikkeling.

Dit proces omvat de specialisatie van stamcellen in verschillende celtypen, zoals spiercellen, zenuwcellen en epitheelcellen, elk met hun eigen functies. Zodra cellen zich differentiëren, beginnen ze zich te ordenen in complexe structuren die de basisweefsels van het lichaam vormen. Deze weefsels omvatten epitheelweefsel, bindweefsel, spierweefsel en zenuwweefsel, die elk bijdragen aan de algemene structuur en functie van organen.

Cellulaire communicatie en signaalwegen spelen een cruciale rol bij het leiden van cellen naar hun juiste locatie en zorgen voor de juiste interactie. Histogenese is strak gereguleerd, omdat fouten in de celorganisatie kunnen leiden tot ontwikkelingsstoornissen of ziekten. Tijdens dit proces hechten cellen zich aan elkaar, migreren ze naar specifieke gebieden en ondergaan ze morfologische veranderingen om functionele weefselstructuren te vormen. De voltooiing van histogenese resulteert in de vorming van volledig ontwikkelde weefsels die in staat zijn om gespecialiseerde functies uit te voeren. Dit proces is fundamenteel voor de juiste ontwikkeling van organen en de algemene organisatie van het lichaam.

De vorming van organen (organogenese) volgt op histogenese, waarbij weefsels worden georganiseerd in functionele eenheden. Tijdens de organogenese interageren de drie kiemlagen - ectoderm, mesoderm en endoderm - met elkaar en differentiëren ze verder om specifieke organen te vormen. Het ectoderm vormt voornamelijk

organen zoals de hersenen en het ruggenmerg, terwijl uit het mesoderm het hart, de nieren en de skeletspieren ontstaan. Het endoderm vormt interne structuren zoals de longen en de lever.

Bij organogenese zijn complexe signaalroutes en genetische regulatie betrokken om ervoor te zorgen dat organen zich op de juiste plaats en met de juiste functie ontwikkelen. Tijdens de organogenese migreren, prolifereren en apoptoseren cellen om de zich ontwikkelende organen vorm te geven. De Notch signaalroute is vooral belangrijk bij het bepalen van het lot van cellen en het handhaven van de balans tussen celproliferatie en -differentiatie. Wnt-signalering draagt bij aan de patroonvorming en morfogenese van organen en zorgt ervoor dat weefsels zich op de juiste plaats en in de juiste verhoudingen ontwikkelen. Verstoringen in deze signalering kunnen leiden tot aangeboren afwijkingen of abnormale orgaanontwikkeling. Dit proces is cruciaal voor de algemene anatomie en fysiologie van het lichaam.

Als organen zich ontwikkelen, integreren en functioneren meerdere weefseltypen samen. Zo bestaat een orgaan als het hart uit spierweefsel, bindweefsel en zenuwweefsel, die allemaal essentieel zijn voor de functie. De ontwikkeling van deze organen wordt gestuurd door complexe signaalroutes die ervoor zorgen dat cellen naar de juiste locaties migreren, op de juiste manier differentiëren en de juiste structuren vormen.

Evolutionaire theorieën die de vorming van weefsels en organen verklaren staan voor grote uitdagingen. De complexiteit van weefsels en organen is te groot om verklaard te kunnen worden door geleidelijke, stapsgewijze evolutionaire processen. Veel weefsels en organen vertonen 'onherleidbare complexiteit', wat betekent dat ze bestaan uit meerdere onderling afhankelijke onderdelen die niet zouden kunnen functioneren als er een onderdeel zou ontbreken. Zulke complexe structuren kunnen niet stapsgewijs geëvolueerd zijn, omdat ze in tussenstadia niet meer functioneel zouden zijn.

De evolutietheorie stelt dat nieuwe structuren, zoals weefsels en organen, ontstaan door geleidelijke modificatie van bestaande

structuren. Dit verklaart echter niet voldoende het ontstaan van geheel nieuwe structuren die geen duidelijke voorlopers hebben. De ontwikkeling van complexe organen zoals de hersenen of het immuunsysteem is bijvoorbeeld moeilijk te verklaren door kleine, stapsgewijze veranderingen.

De genetische informatie die nodig is om weefsels en organen te bouwen en te organiseren is enorm en zeer specifiek en het is onwaarschijnlijk dat zulke gedetailleerde informatie ontstaat door willekeurige mutaties.

Epigenetische factoren, die de genexpressie beïnvloeden zonder de DNA-sequentie te veranderen, spelen een belangrijke rol in de ontwikkeling van weefsels en organen. De evolutietheorie, die vooral de nadruk legt op genetische mutaties, houdt niet volledig rekening met de toegevoegde complexiteit die epigenetische regulatie met zich meebrengt. Het verklaart ook niet hoe complexe biologische systemen (bestaande uit meerdere op elkaar inwerkende weefsels en organen) onafhankelijk van elkaar kunnen evolueren en later kunnen integreren om samen als één organisme te functioneren.

x. De vorming van meercellige organismen

Zodra individuele organen zijn gevormd, moeten ze worden geïntegreerd in een samenhangend, functionerend organisme. Deze integratie wordt bereikt door de ruimtelijke organisatie van organen in het lichaam, waarbij elk orgaan een specifieke locatie inneemt waardoor het kan samenwerken met andere organen en systemen. Het bloedsomloopstelsel bijvoorbeeld, dat het hart en de bloedvaten omvat, moet goed verbonden zijn met andere systemen zoals het ademhalingsstelsel en het spijsverteringsstelsel om het leven te ondersteunen.

Tijdens dit proces blijven de cellen in weefsels en organen zich specialiseren en aanpassen aan hun rol, een proces dat functionele differentiatie wordt genoemd. Dit zorgt ervoor dat elk deel van het organisme zijn specifieke functies effectief uitvoert. De coördinatie en

interactie tussen verschillende organen en systemen zijn essentieel voor het behoud van de algehele gezondheid en functie van het meercellige organisme, waardoor het kan overleven, groeien en zich voortplanten. Voor de evolutionaire verklaring van de vorming van meercellige organismen uit organen moeten verschillende belangrijke uitdagingen en complexiteiten worden aangepakt:

De vorming van meercellige organismen uit organen vereist een ongelooflijk hoog niveau van integratie en coördinatie tussen verschillende systemen. De evolutionaire processen die zouden kunnen leiden tot de gelijktijdige ontwikkeling en naadloze werking van meerdere orgaansystemen zijn moeilijk te verklaren.

Organen en systemen in meercellige organismen zijn sterk van elkaar afhankelijk, wat betekent dat de functionaliteit van één systeem vaak afhangt van de goede werking van andere systemen. Evolutionaire verklaringen moeten de gelijktijdige ontwikkeling van verschillende organen en systemen, elk met specifieke functies en onderlinge afhankelijkheden, op verklaren en uitleggen hoe deze complexe systemen op een gecoördineerde, stapsgewijze manier evolueerden. Tussenvormen met gedeeltelijk ontwikkelde systemen zouden niet voldoende voordelen bieden om door natuurlijke selectie bevoordeeld te worden.

Er is een schaarste aan duidelijke overgangsvormen in het fossielenbestand die de geleidelijke evolutie van eenvoudige meercellige organismen naar complexe organismen met volledig gevormde organen illustreren. Deze leemte maakt het moeilijk om de evolutionaire paden te volgen die tot de ontwikkeling van zulke complexe structuren hebben geleid.

De precieze coördinatie van genexpressie en ontwikkelingspaden die nodig zijn voor orgaanvorming en -integratie stelt ons voor grote uitdagingen. Kleine fouten in deze processen kunnen leiden tot ontwikkelingsstoornissen, wat vragen oproept over hoe zulke delicate systemen incrementeel kunnen evolueren.

De ontwikkeling van complexe meercellige organismen vereist

robuuste mechanismen om fouten en variaties te verwerken. De evolutionaire verklaring moet verklaren hoe deze fout-afhandelingssystemen zijn geëvolueerd en hoe ze stabiliteit en trouw van orgaanvorming en -functie garanderen.

b. Kan Evolutie de Oorsprong van Leven verklaren?

In het vorige hoofdstuk bespraken we de oorsprong van het leven, waarbij we de voortgang volgden van de vorming van aminozuren, RNA, eiwitten, DNA, prokaryote cellen, eukaryote cellen, weefsels en organen, wat uiteindelijk leidde tot meercellige organismen. Deze processen zijn onmiskenbaar voortgeschreden op een manier die gericht is op en geleid wordt naar een enkelvoudig doel - de vorming van levende organismen.

Dit roept een belangrijke vraag op: Kan evolutie, dat werkt via ongerichte en willekeurige processen, deze complexe ontwikkelingen en het ontstaan van leven adequaat verklaren? Evolutionaire wetenschappers hebben verschillende theorieën voorgesteld om deze vraag te beantwoorden. De primaire evolutietheorieën zijn natuurlijke selectie, mutatie, genetische drift en horizontale genoverdracht. Laten we eens kort naar elk van deze theorieën kijken.

Natuurlijke selectie is het proces waarbij individuen met voordelige eigenschappen overleven en zich met meer succes voortplanten, wat ertoe leidt dat die eigenschappen in de loop van generaties vaker voorkomen in een populatie. Natuurlijke selectie werkt op bestaande variaties in levende organismen. De oorsprong van het leven en de vorming van de fundamentele bouwstenen (aminozuren, RNA, eiwitten, DNA) en structuren (cellen, weefsels, organen en meercellige organismen) vereisen dus verklaringen die verder gaan dan natuurlijke selectie, omdat deze processen de noodzakelijke voorwaarden (replatie en functionaliteit) missen om selectie te laten werken.

Mutatie zijn willekeurige veranderingen in het DNA van een organisme die genetische variatie kunnen introduceren, wat soms leidt tot nieuwe eigenschappen of aanpassingen. Mutatie heeft te maken

met uitdagingen omdat de meeste mutaties eerder schadelijk of neutraal zijn dan gunstig, waardoor het onwaarschijnlijk is dat voordelige mutaties vaak genoeg voorkomen om significante evolutionaire veranderingen teweeg te brengen. Een studie naar de verdeling van fitnessseffecten (DFE) van willekeurige mutaties in het vesiculaire stomatitisvirus illustreert dit probleem bijvoorbeeld. Van alle mutaties was 39,6% dodelijk, 31,2% niet-dodelijk schadelijk en 27,1% neutraal.

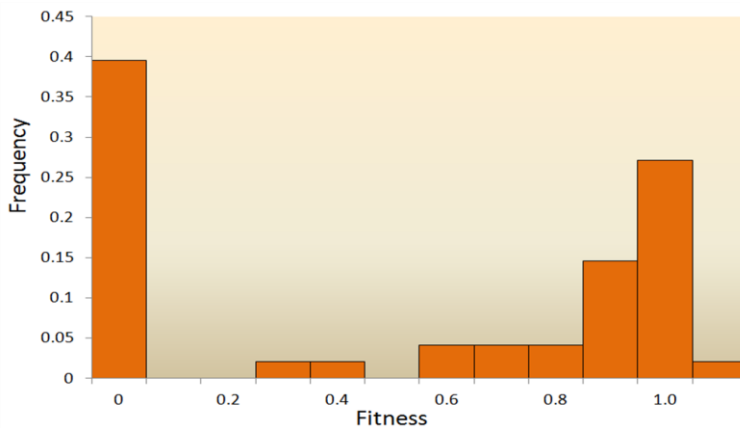


Fig. 3.6. Verdeling van het fitheidseffect

Als nucleotiden worden ingevoegd of verwijderd (wat frameshift-mutaties veroorzaakt), of als stopcodons worden gecreëerd of verwijderd door mutaties, dan worden niet-functionele eiwitten geproduceerd. Dit is een van de belangrijkste redenen waarom, gezien het grote aantal aminozuren in eiwitten van levende organismen (bijvoorbeeld 20 tot 33.000 in menselijke eiwitten), de waarschijnlijkheid dat macro-evolutie optreedt door dergelijke willekeurige mutaties onmogelijk is (zie Paragraaf 'd' in dit hoofdstuk voor meer details). Bovendien kunnen willekeurige mutaties het ontstaan van leven uit niet-levende materie niet verklaren.

Genetische drift berust op willekeurige veranderingen in allelfrequenties, wat de adaptieve complexiteit die in organismen

wordt waargenomen mogelijk onvoldoende verklaart. Genetische drift is meer uitgesproken in kleine populaties, waardoor de invloed ervan minder relevant is in grotere populaties waar de meeste evolutie plaatsvindt. Bovendien mist het de gerichte kracht die nodig is om de ontwikkeling van sterk georganiseerde structuren en systemen te verklaren. Bovendien kan genetische drift geen nieuwe informatie of functies voortbrengen, waardoor het ontstaan van nieuwe eigenschappen of het ontstaan van complexe biologische kenmerken niet kan worden verklaard.

Horizontale genoverdracht (HGT) is de overdracht van genetisch materiaal tussen niet-verwante organismen, niet door overerving, wat bijdraagt aan genetische variatie. HGT ondervindt problemen bij het verklaren van complexe eigenschappen in meercellige organismen omdat de rol van HGT voornamelijk beperkt is tot prokaryoten, met minder impact op hogere organismen. De integratie van vreemde genen in het genoom van een gastheer vereist vaak nauwkeurige regulatiemechanismen, die waarschijnlijk niet tegelijkertijd evolueren. Bovendien kan HGT genetische instabiliteit introduceren, wat kan leiden tot schadelijke mutaties. De willekeurige aard van genverwerving door HGT roept ook vragen op over het vermogen om gecoördineerde en functionele aanpassingen te produceren. HGT verklaart niet de oorsprong van nieuwe genen, maar eerder de overdracht van bestaande genen, waardoor het ontstaan van nieuwe eigenschappen niet wordt aangepakt.

De volgende tabel vat de toepasbaarheid van evolutietheorieën op biogenese en genetische processen samen.

Theorieën over evolutie	Kan biogenese verklaren?	Kan het de vorming van RNA, proteïne en DNA verklaren?	Genetische aanpassing, geen evolutie?
Natuurlijke selectie	Geen	Geen	Ja

Mutatie	Geen	Geen	Ja
Genetische drift	Geen	Geen	Ja
HGT	Geen	Geen	N.V.T.

Tabel 3.2. Theorieën over evolutie: toepasbaarheid op biogenese en genetica (*: zie volgende paragraaf voor genetische aanpassing)

Zoals de tabel laat zien, slagen de belangrijkste evolutietheorieën er niet in om de oorsprong van het leven op aarde en de mechanismen achter de vorming van fundamentele biologische componenten zoals RNA, eiwitten en DNA te verklaren. Dit suggereert dat de evolutionaire modellen die worden toegepast op cellen, weefsels, organen en bestaande levensvormen geen echte verklaringen vormen voor de oorsprong of evolutie van het leven zelf. In plaats van in te gaan op het ontstaan van leven uit niet-levende materie, beschrijven deze theorieën slechts hoe het leven zich ontwikkelt als de essentiële bouwstenen - RNA, eiwitten en DNA - al aanwezig zijn, net zoals je het assemblageproces van een auto of de constructie van een gebouw beschrijft zonder uit te leggen hoe de grondstoffen en onderdelen zijn ontstaan.

Evolutietheorieën toegepast op levende organismen beschrijven voornamelijk de genetische en biochemische processen die hen in staat stellen om zich aan te passen aan veranderende omgevingen. Deze aanpassingen en gedragingen worden echter niet nieuw gecreëerd door evolutie, maar zijn al gecodeerd in hun genetische informatie. Gezien deze beperking kunnen evolutietheorieën beter worden aangeduid als 'Genetische aanpassingstheorie' (zie volgende paragraaf), omdat ze zich voornamelijk richten op de manieren waarop organismen zich aanpassen aan de druk van de omgeving door middel van reeds bestaande genetische mechanismen.

Ondanks deze kritische beperkingen is de evolutietheorie overdreven gepromoot, waardoor wijdverspreide misvattingen zijn ontstaan. Veel mensen geloven nu ten onrechte dat het de overgang van niet-levende materie naar levende organismen en de ontwikkeling van complexe

levensvormen kan verklaren.

Om een gebouw te bouwen hebben we blauwdrukken, bouwmaterialen en een solide fundering nodig om mee te beginnen. Evolutietheorieën zijn vergelijkbaar met het proberen te bouwen van een gebouw zonder blauwdrukken (richting), bouwmaterialen (RNA, proteïnen, DNA) en een fundering (de initiële oorsprong van het leven). Zonder deze bouwmaterialen kunnen gebouwen niet worden gebouwd.

Net zoals we erkennen dat de blauwdrukken van een gebouw ontworpen zijn door een architect, zouden we ook moeten erkennen dat alle levende organismen ontworpen en geschapen zijn door God, de goddelijke Schepper.

c. De theorie van Darwin: Evolutietheorie of Theorie van genetische aanpassing?

Evolutie wordt grofweg in twee soorten onderverdeeld: micro-evolutie en macro-evolutie. Micro-evolutie verwijst naar kleinschalige veranderingen binnen een soort in de loop van de tijd. Deze veranderingen zijn in korte tijd waarneembaar en hebben vaak te maken met aanpassing aan de omgeving. Bij macro-evolutie gaat het daarentegen om grootschalige veranderingen die zich gedurende lange geologische perioden voordoen en die leiden tot de vorming van nieuwe soorten en bredere taxonomische groepen.

Evolutiebiologen stellen dat het primaire mechanisme voor macro-evolutie de opeenstapeling is van talloze micro-evolutionaire veranderingen in de loop van de tijd. Mensen zijn het erover eens dat er bewijs is voor micro-evolutie, maar geen overtuigend bewijs voor macro-evolutie. Als het Darwinisme de evolutietheorie genoemd zou worden, dan moet het bewijs voor macro-evolutie laten zien. Het meest overtuigende bewijs voor macro-evolutie is het bestaan van overgangsvormen. In hoofdstuk 6 (Moeilijkheden voor de theorie) van Darwins boek 'On the Origin of Species' staat geschreven: "Waarom zien we niet overal ontelbare overgangsvormen, als soorten van andere

soorten afstammen door onmerkbaar fijne gradaties?". Dit gebrek aan bewijs voor overgangsvormen wordt vaak 'Darwins dilemma' genoemd.

Fossielen die vaak als 'overgangsvorm' worden bestempeld, kunnen gewoon variaties binnen een soort zijn of vormen die helemaal niets met elkaar te maken hebben. Deze dubbelzinnigheid maakt het moeilijk om echte overgangsvormen onomstotelijk vast te stellen. Tiktaalik bijvoorbeeld wordt algemeen beschouwd als een overgangsfossiel en wordt gezien als een van de belangrijkste ontdekkingen in de studie van de evolutie van gewervelde dieren. Een Nature paper gepubliceerd door Niedzwiedzki et al. onthult echter goed bewaarde sporen van tetrapoda die ongeveer 18 miljoen jaar vóór Tiktaalik liggen. De ontdekte sporen suggereren dat volledig ontwikkelde viervoeters al veel eerder op het land liepen dan eerder werd aangenomen. Aangezien Tiktaalik dateert van ongeveer 375 miljoen jaar geleden, betwist de aanwezigheid van oudere sporen van viervoeters zijn rol als directe overgangsvorm tussen vissen en viervoeters.

Als er geen overtuigend bewijs is voor overgangsoorten, dan heeft Darwins theorie een verkeerde naam en zou het de theorie van genetische aanpassing moeten heten in plaats van evolutietheorie. De reden hiervoor is gerelateerd aan de Milankovitch cycli, die klimaatpatronen beïnvloeden en een rol hebben gespeeld bij het vormen van genetische aanpassingen in de loop der tijd.

- **Milankovitch cycli**

De excentriciteit van de aarde fluctueert van bijna cirkelvormig naar meer elliptisch gedurende een cyclus van 100.000 jaar. De verandering van de excentriciteit beïnvloedt klimaatpatronen en draagt bij aan de timing van glaciële en interglaciële perioden.

De axiale kanteling (obliquiteit) van de aarde varieert tussen 22,1 graden en 24,5 graden gedurende een cyclus van 41.000 jaar. Deze schuine stand beïnvloedt de verdeling van zonnestraling tussen de

evenaar en de polen, beïnvloedt de intensiteit van seizoenen en speelt een cruciale rol in langetermijnklimaatpatronen en ijsstijddynamiek .

De precessie van de draaias van de aarde houdt in dat de oriëntatie van de as geleidelijk verandert gedurende een cyclus van 26.000 jaar. Deze wiebeling zorgt ervoor dat de timing van de seizoenen verschuift ten opzichte van de positie van de aarde in haar baan. Dit mechanisme verandert de intensiteit en de timing van de seizoenen en heeft invloed op het algehele klimaatstelsel van de aarde.

De gecombineerde effecten van veranderingen in excentriciteit, axiale kanteling en precessie van de rotatieas staan samen bekend als de Milankovitch cycli. Deze cycli veroorzaken wereldwijde klimaatveranderingen op lange termijn. De Sahara-woestijn is een goed voorbeeld van klimaatverandering. Tijdens perioden met meer zonnestraling valt er meer regen in de Sahara, waardoor het verandert in een weelderig, groen landschap met meren en rivieren. Omgekeerd resulteert verminderde zonnestraling in droge omstandigheden, waardoor het gebied verandert in de uitgestrekte woestijn van vandaag.

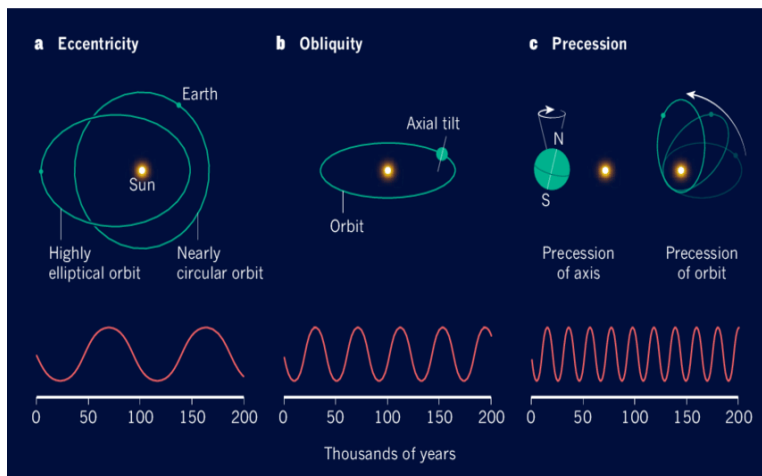


Fig. 3.7. Componenten van Milankovitch cycli

Wanneer zulke veranderingen optreden, passen alle levende organismen op aarde hun lichaam aan de veranderende omgeving aan door middel van genetische aanpassing. Dit opmerkelijke mechanisme, gecodeerd in DNA, stelt organismen in staat om gedurende langere perioden te overleven zonder uit te sterven. Hoewel evolutionisten dit aanpassingsvermogen traditioneel als 'evolutie' hebben bestempeld, is een dergelijke classificatie misleidend; het zou nauwkeuriger en wetenschappelijker als 'genetische aanpassing' beschreven moeten worden. Laat me enkele voorbeelden illustreren die het concept van de 'theorie van genetische aanpassing' zouden kunnen ondersteunen.

- **Genetische aanpassing aan UV-straling**

Als de menselijke huid wordt blootgesteld aan sterke UV-straling als gevolg van klimaatverandering, leidt een complex mechanisme waarbij verschillende eiwitten en hormonen betrokken zijn tot een verhoogde melanineproductie via de activering van specifieke genen.

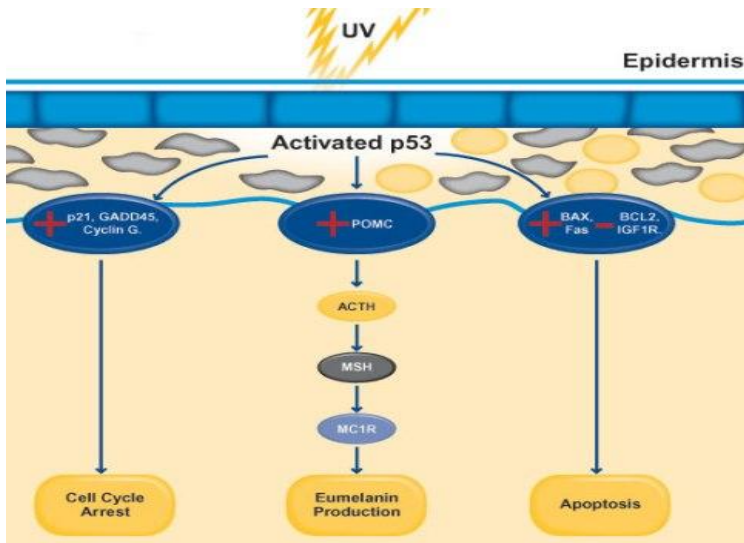


Fig. 3.8. Melanineproductiemechanisme

UV-straling veroorzaakt DNA-schade in huidcellen. Deze schade

activeert het p53 eiwit, dat een cruciale regulator is van de reactie van de cel op stress en schade. Het geactiveerde p53-eiwit werkt als een transcriptiefactor en bevordert de expressie van verschillende genen die betrokken zijn bij de beschermende reactie op UV-schade. P53 stimuleert de expressie van het pro-opiomelanocortine (POMC) gen. POMC is een precursorpolyptide dat kan worden gesplitst in verschillende kleinere peptiden met verschillende functies. POMC wordt verwerkt tot meerdere peptiden, waaronder adrenocorticotroop hormoon (ACTH) en melanocyt-stimulerend hormoon (MSH).

MSH bindt aan de melanocortine 1 receptor (MC1R) op het oppervlak van melanocyten, de cellen die verantwoordelijk zijn voor de productie van melanine. De binding van MSH aan MC1R activeert de receptor, waardoor een signaalcascade binnen de melanocyten op gang komt. Activering van MC1R leidt tot de upregulatie van genen die betrokken zijn bij de synthese van melanine. Melanocyten verhogen de productie van melanine, een pigment dat UV-straling absorbeert en afvoert, waardoor het DNA van de huidcellen wordt beschermd tegen verdere door UV-straling veroorzaakte schade.

Melanine wordt verpakt in melanosomen, die vervolgens worden getransporteerd naar keratinocyten, het belangrijkste celtype in de buitenste laag van de huid. De melanine vormt een beschermende kap over de kernen van keratinocyten, waardoor het DNA effectief wordt afgeschermd van UV-straling.

Dit is een van de voorbeelden van genaangepassing als reactie op een veranderende omgeving in een relatief korte periode.

- **Genetische aanpassing aan de arctische omgeving**

De Inuit hebben genetische aanpassingen ontwikkeld waardoor ze goed kunnen gedijen in de barre Arctische omgeving. Tot de belangrijkste aanpassingen behoren varianten in het gencluster voor vetzuurdesaturase (FADS), waardoor ze beter in staat zijn omega-3- en

omega-6-vetzuren uit hun traditionele vetrijke dieet van zeezoogdieren te metaboliseren. Daarnaast verbeteren genetische veranderingen in het carnitine palmitoyltransferase 1A (CPT1A) gen de energieproductie uit vetten, wat cruciaal is voor het behoud van de lichaamswarmte. Deze aanpassingen verminderen het risico op hart- en vaatziekten ondanks een vetrijk dieet. Bovendien verbetert de aanpassing in genen die de activiteit van bruin vet regelen de thermogenese, waardoor de Inuit warmte kunnen genereren en hun lichaamstemperatuur kunnen behouden bij extreme kou. Deze genetische aanpassingen ondersteunen gezamenlijk hun overleving in koude weersomstandigheden. Deze veranderingen lijken te dateren van ten minste 20.000 jaar geleden, toen de voorouders van de Inuit rond de Beringstraat tussen Rusland en Alaska leefden. Dit is nog een voorbeeld van genetische aanpassing aan een veranderende omgeving.



Fig. 3.9. Inuit waarvan de genen zijn aangepast aan een koude omgeving

- **Bruine beer tot ijsbeer via genetische aanpassing**

De overgang van bruine beren naar ijsberen is een goed voorbeeld van genetische aanpassing onder druk van het milieu. Ongeveer 400.000 jaar geleden raakte een populatie bruine beren geïsoleerd in het noordpoolgebied, waar ze te maken kregen met andere overlevingsproblemen. Genetische veranderingen die voordelen boden in de harde, ijzige omgeving werden in de loop der tijd op natuurlijke wijze geselecteerd.

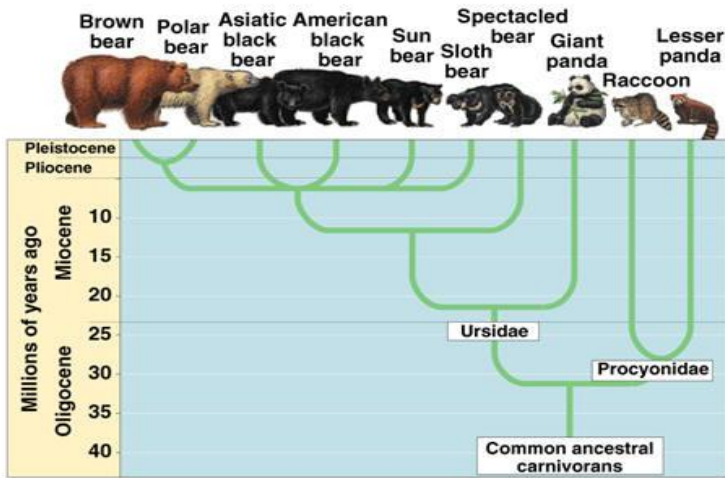


Fig. 3.10. Bruine beer en ijsbeer

Belangrijke aanpassingen zijn onder andere veranderingen in genen die te maken hebben met vetmetabolisme, zoals het apolipoproteïne B (APOB) gen, dat het vermogen verbeterde om een vetrijk dieet van zeehonden, hun primaire voedselbron, te verwerken. Aanpassingen in genen zoals endothelin receptor type B (EDNRB) en absent in melanoma 1 (AIM1) leidden ook tot de ontwikkeling van een witte vacht, die camouflage biedt tegen sneeuw en ijs. Daarnaast zorgden genetische veranderingen in de skeletstructuur en de morfologie van de ledematen van de beer ervoor dat ze beter konden zwemmen, wat cruciaal is voor de jacht in Arctische wateren.

Dankzij deze genetische aanpassingen konden ijsberen efficiënt Arctische hulpbronnen exploiteren, overleven in extreme koude en zich onderscheiden van hun bruine voorouders. Het is belangrijk op te merken dat ondanks 400.000 jaar genetische veranderingen, het nog steeds beren zijn en niet zijn getransformeerd in een andere soort.

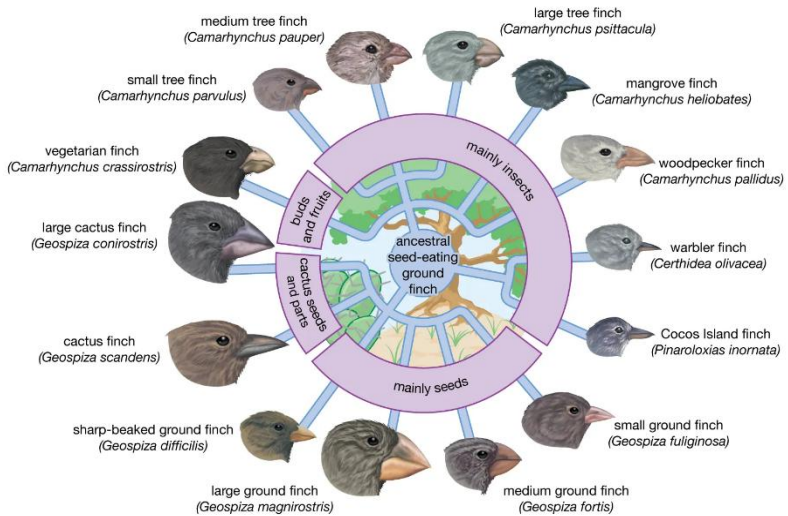
- **Verandering van snabels bij vinken via genetische aanpassing**

De verandering in snavelgrootte en -vorm bij Darwinvinken is een klassiek voorbeeld van genetische aanpassing als reactie op druk vanuit

de omgeving. Op de Galápagoseilanden hebben vinken verschillende snavelvormen om verschillende voedselbronnen te benutten. Tijdens droogteperiodes, wanneer harde zaden de belangrijkste voedselbron zijn, hebben vinken met grotere, sterkere snavels meer kans om een selectief voordeel te hebben en zich voort te planten. Omgekeerd, als de omgeving verschuift ten gunste van zachter voedsel, hebben vinken met kleinere, wendbaardere snavels een selectief voordeel. Deze aanpassingen zijn het resultaat van veranderingen in specifieke genen, zoals het *aristaless-like homeobox 1 (ALX1)* gen, dat de snavelvorm beïnvloedt, en het *high mobility group AT-hook 2 (HMGA2)* gen, dat de snavelgrootte beïnvloedt.

Veranderingen in de omgeving werken in op deze genetische variaties, wat leidt tot een diversiteit aan snavelvormen die geschikt zijn voor verschillende ecologische niches. In de loop van generaties stellen deze genetische aanpassingen de vinken in staat om efficiënt gebruik te maken van de beschikbare hulpbronnen. Dit laat zien hoe genetische veranderingen kunnen leiden tot verschillende snavelvormen en -groottes als reactie op uitdagingen in de omgeving. Vinken leven al ongeveer 2 miljoen jaar op de Galápagoseilanden. Ondanks deze lange periode zijn ze vinken gebleven en hebben ze zich niet getransformeerd in een andere soort (d.w.z. geen macro-evolutie).

Adaptive radiation in Galapagos finches



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Fig. 3.11. Snavels van de Galapagosvinken

Concluderend zou Darwins 'evolutietheorie' 'theorie van genetische aanpassing' moeten worden genoemd, omdat er geen overtuigend bewijs is voor macro-evolutie. Micro-evolutie verwijst naar kleinschalige veranderingen in allelfrequenties binnen een populatie in de loop van de tijd, terwijl genetische aanpassing specifiek veranderingen beschrijft die het vermogen van een organisme om te overleven en zich voort te planten in zijn omgeving vergroten. Daarom is de term 'genetische aanpassing', wanneer het gaat over veranderingen die het overleven verbeteren, niet alleen meer toepasselijk maar ook wetenschappelijk gezien nauwkeuriger, in tegenstelling tot de term 'evolutie' die op grote schaal verkeerd wordt toegepast.

d. Zijn wij geëvolueerd uit apen?

Antropologen suggereren dat de evolutie van de mens ongeveer 20,4 miljoen jaar geleden begon met de Hominoidea. De Hominoidea

divergeerden in Hominidae en Hylobatidae (gibbons). De Hominidae splitsten zich vervolgens in Homininae en Ponginae (orang-oetans). De Homininae divergeerden verder in Hominini en Gorillini (gorilla's). De Hominini splitsten zich op in Hominina (Australopithecina) en Panina (chimpansees). De Hominina divergeerden uiteindelijk in Australopithecus en Ardipithecus. De mens evolueerde ongeveer 2,5 miljoen jaar geleden uit de Australopithecus via de Homo habilis, de Homo erectus en de Homo sapiens.



Fig. 3.12. Zijn we geëvolueerd van apen?

Laten we eens bespreken of mensen geëvolueerd kunnen zijn uit Australopithecus (mensapen) door genetische veranderingen in de afgelopen 2,5 miljoen jaar. Er bestaan genetische kaarten van de mens, maar er zijn geen genetische kaarten beschikbaar van Australopithecus. Lucy, de beroemdste Australopithecus, had hersenen die vergelijkbaar zijn met die van moderne chimpansees. Laten we daarom aannemen dat de genen van Australopithecus vergelijkbaar zijn met die van chimpansees. De DNA-sequenties van mensen en chimpansees verschillen ongeveer 1,23% door single nucleotide polymorfismen (SNP's), dat zijn veranderingen van één basenpaar in de DNA-sequentie. Als we rekening houden met inserties en deleties (indels) van basenparen in het genoom, neemt het totale verschil toe. Indels zijn segmenten van DNA die aanwezig zijn in de ene soort maar afwezig in de andere. Deze kunnen goed zijn voor nog eens 3% verschil in het genoom. Hoewel mensen en chimpansees ongeveer 98-99% van hun DNA-sequenties delen, zijn de resterende 1-2% verschillen, samen

met variaties in genregulatie, verantwoordelijk voor de significante fysieke, cognitieve en gedragsverschillen tussen de twee soorten.

Het is bekend dat de mutatiesnelheid bij chimpansees ongeveer 1 mutatie per 100 miljoen basenparen per generatie is, vergelijkbaar met de mutatiesnelheid bij mensen. Als we aannemen dat een generatie van *Australopithecus* 25 jaar duurt, dan zullen er 100.000 generaties voorbij zijn gegaan in 2,5 miljoen jaar. Gedurende deze periode zou de totale mutatiesnelheid 0,1% (100.000 / 100 miljoen) zijn. Deze mutatiesnelheid is slechts 10% van het genetische verschil tussen mensen en chimpansees. Het lijkt dus onwaarschijnlijk dat *Australopithecus* binnen 2,5 miljoen jaar tot mens zou kunnen evolueren. Deze schatting gaat ervan uit dat alle mutaties gunstig zijn, ook al zijn de meeste mutaties schadelijk.

Dit argument kan ook onderzocht worden door te kijken naar de verandering van codons door willekeurige genetische mutaties. Zowel mensen als chimpansees hebben ongeveer 20.000 tot 25.000 eiwitcoderende genen. Door alternatieve splicing en posttranslationale modificaties kan elk gen meerdere eiwitvarianten produceren, wat resulteert in naar schatting 80.000 tot 100.000 unieke functionele eiwitten. Het aantal aminozuren in menselijke eiwitten varieert van 20 tot 33.000. Ervan uitgaande dat 1% van de genen tussen mensen en chimpansees verschilt, en beide soorten 20.000 eiwitcoderende genen hebben met gemiddeld 100 aminozuren per eiwit, zouden we verwachten dat elk eiwit in chimpansees één aminozuurmutatie nodig heeft om overeen te komen met zijn menselijke tegenhanger.

Om deze mutaties in het DNA van chimpansees te laten voorkomen, zouden ze moeten voorkomen dat codons worden gemuteerd naar stopcodons (UAA, UAG, UGA) onder de 64 mogelijke codons, omdat dergelijke veranderingen zullen resulteren in niet-functionele eiwitten. De kans om deze 1% mutatiegraad te bereiken over 20.000 eiwitten zonder te muteren in stopcodons en chimpansee's eigen codon is $(60/64)^{20000} = 10^{(-561)}$. Zelfs zonder rekening te houden met "frameshift"-mutaties (het invoegen of verwijderen van nucleotiden) is

deze waarschijnlijkheid buitengewoon laag en praktisch onmogelijk om toevallig voor te komen. Dit argument suggereert dat macro-evolutionaire veranderingen, zoals de overgang van Australopithecus naar mens, praktisch onmogelijk zijn door willekeurige mutaties.

e. Intelligent ontwerp

Intelligent design, vaak beschouwd als synoniem voor creationisme, is de wetenschappelijke theorie dat het universum en levende organismen het best verklaard kunnen worden door een intelligente oorzaak in plaats van door ongerichte processen zoals natuurlijke selectie of een willekeurig proces. Een opmerkelijke zaak met betrekking tot intelligent design is de rechtszaak die in 2005 werd gehouden in Dover, Pennsylvania, VS. Deze rechtszaak begon toen ouders een aanklacht indienden waarin ze beweerden dat het onderwijzen van een intelligent ontwerp op openbare scholen in strijd was met de grondwet. De ouders voerden aan dat intelligent design inherent religieus van aard is en dat het onderwijzen ervan op openbare scholen in strijd is met de Establishment Clause van de Amerikaanse grondwet, die de scheiding van kerk en staat voorschrijft.

Tijdens de rechtszaak presenteerden aanhangers van intelligent design en evolutie hun respectievelijke argumenten. Een prominente figuur die intelligent design vertegenwoordigde was de biochemicus Michael Behe, die beweerde dat de complexe structuren van levende organismen niet alleen door natuurlijke selectie konden worden verklaard en die de mogelijkheid opperde dat bepaalde eigenschappen door een intelligente oorzaak werden gevormd.

De rechtbank verwierp echter de argumenten van Behe en andere voorstanders van intelligent design en accepteerde in plaats daarvan de standpunten van de voorstanders van evolutie. De rechter oordeelde dat het onderwijzen van intelligent design ongrondwettelijk was, waardoor het onderwijzen van intelligent design op openbare scholen in Dover onwettig werd verklaard.

Het grootste probleem met deze uitspraak ligt in de kritiekloze

acceptatie door de rechtbank van de argumenten van voorstanders van evolutie en de bijbehorende wetenschappelijke artikelen. Deze artikelen gingen er impliciet van uit dat het leven door willekeurig toeval ontstond en interpreteerden genetische aanpassing aan de omgeving verkeerd als bewijs voor evolutie. Maar, zoals samengevat in Tabel 3.2, evolutionaire theorieën zijn alleen van toepassing op bestaande levende organismen en kunnen de oorsprong van het leven niet verklaren. Bovendien beschrijven evolutietheorieën slechts het gedrag van genen die al zijn ingebed in de genetische code. Toch verzuimde de rechtbank om deze wetenschappelijke feiten mee te nemen in haar beslissing, wat grote twijfels oproept over de eerlijkheid van de uitspraak.

William Paley, een 18e-eeuwse filosoof, staat aan de basis van dit argument en is beroemd geworden door zijn horlogemaker-analogie. Paley stelde dat net zoals de complexiteit van een horloge een ontwerper impliceert, zo impliceert ook de complexiteit van het leven en het universum een goddelijke Schepper. Zijn ideeën legden de basis voor de moderne intelligent ontwerptheorie. De belangrijkste concepten van intelligent design zijn onder andere gespecificeerde complexiteit, onherleidbare complexiteit en fijnafstemming. Verschillende voorbeelden van fijnafstemming werden in hoofdstuk 1 en 2 getoond. Laten we nu nader ingaan op gespecificeerde complexiteit en onherleidbare complexiteit.

i. Gespecificeerde complexiteit

Gespecificeerde complexiteit, een sleutelbegrip in intelligent ontwerp, stelt dat bepaalde patronen in de natuur zowel zeer complex zijn als specifiek gerangschikt om een bepaalde functie te vervullen, wat duidt op een doelgericht ontwerp. In tegenstelling tot willekeurige complexiteit is gespecificeerde complexiteit niet alleen ingewikkeld, maar ook geordend op een manier die een specifiek resultaat bereikt. Deze dubbele eigenschap suggereert dat het onwaarschijnlijk is dat dergelijke patronen alleen door toeval zijn ontstaan.

Een van de voorbeelden van gespecificeerde complexiteit is de structuur van DNA. De volgorde van nucleotiden in DNA is zeer complex, met miljarden mogelijke combinaties in zelfs een enkele streng. Deze complexiteit zorgt ervoor dat de ordening niet het resultaat is van eenvoudige, willekeurige processen. De replicatie- en reparatiemechanismen van DNA benadrukken de complexiteit nog meer. Bij deze processen werken meerdere eiwitten en enzymen gecoördineerd samen om genetische informatie nauwkeurig te kopiëren en te behouden. De nucleotidevolgorde is niet alleen complex maar ook zeer specifiek, omdat het precieze instructies codeert voor de synthese van eiwitten. Elk gen in de DNA-sequentie komt overeen met een bepaald eiwit en zelfs kleine veranderingen in de sequentie kunnen de functie van het resulterende eiwit aanzienlijk beïnvloeden. DNA bevat ook regulerende elementen die bepalen wanneer en waar genen tot expressie komen, wat nog een laag van specificiteit toevoegt aan de functie.

Het is onwaarschijnlijk dat de gespecificeerde complexiteit die in DNA wordt waargenomen door ongerichte processen zoals willekeurige mutaties en natuurlijke selectie is ontstaan. In plaats daarvan suggereert het dat een intelligente oorzaak een meer plausibele verklaring is voor het ontstaan van dergelijke ingewikkelde en functioneel specifieke informatie.

Een ander voorbeeld van gespecificeerde complexiteit is het bacterieel flagellum, een zweepachtige gemotoriseerde structuur die door bepaalde bacteriën wordt gebruikt om zich voort te bewegen. Hier wordt in detail uitgelegd waarom het bacterieel flagellum wordt beschouwd als een voorbeeld van gespecificeerde complexiteit.

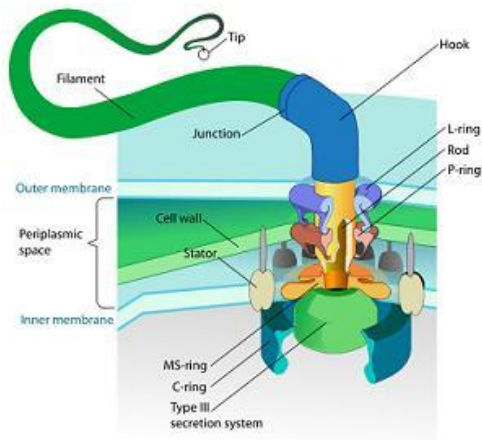


Fig. 3.13. Bacterieel flagellum

Het bacterieel flagellum bestaat uit ongeveer 40 verschillende eiwitten die verschillende onderdelen vormen zoals het filament, de haak en het basislichaam. Het basislichaam zelf werkt als een draaiende motor, compleet met een rotor, stator, aandrijfas en propeller. Om het flagellum te laten werken, moeten al deze onderdelen aanwezig zijn en op de juiste manier in elkaar zitten. Het ontbreken van een van deze onderdelen maakt het flagellum niet functioneel, wat de complexiteit ervan benadrukt.

De onderdelen van het flagellum moeten op een heel specifieke manier worden gerangschikt om te kunnen functioneren. De eiwitten moeten in een precieze volgorde worden samengesteld en hun vormen moeten precies op elkaar passen, net als de onderdelen van een goed ontworpen machine. Het flagellum is niet alleen complex, maar heeft ook een zeer specifieke functie: het voortbewegen van de bacterie. Het werkt met opmerkelijke snelheden, kan van richting veranderen en is energiezuinig, wat allemaal wijst op een doelgericht ontwerp.

De gespecificeerde complexiteit van het bacterieel flagellum kan niet adequaat verklaard worden door willekeurige mutaties en natuurlijke selectie. De kans dat zo'n sterk geïntegreerd en functioneel systeem toevallig ontstaat is bijzonder klein. Bovendien lijkt het

traditionele evolutionaire pad van geleidelijke, stapsgewijze verbeteringen ongeloofwaardig, omdat tussenvormen van het flagellum waarschijnlijk niet functioneel zouden zijn. Het flagellum is ook een voorbeeld van onherleidbare complexiteit, een subset van gespecificeerde complexiteit, zoals in de volgende paragraaf wordt uitgelegd. Het argument is dat alle onderdelen van het flagellum nodig zijn voor zijn functie en dat het daarom niet kan zijn geëvolueerd door opeenvolgende, kleine modificaties, zoals Darwinistische evolutie suggereert.

ii. Onherleidbare complexiteit

Onherleidbare complexiteit is een concept dat werd geïntroduceerd door de biochemicus Michael Behe. Het stelt dat bepaalde biologische systemen te complex zijn om te zijn geëvolueerd door geleidelijke, stapsgewijze modificaties. Deze systemen, zoals het bacterieel flagellum of de bloedstollingscascade, bestaan uit meerdere, onderling afhankelijke onderdelen die allemaal aanwezig moeten zijn en moeten functioneren om het systeem te laten werken. Het verwijderen van een onderdeel maakt het systeem niet functioneel. Zulke ingewikkelde en onderling afhankelijke structuren duiden op de aanwezigheid van een intelligent ontwerper, omdat ze niet verklaard kunnen worden door natuurlijke selectie en willekeurige mutatie alleen. Dit concept daagt de conventionele evolutietheorie uit en ondersteunt het idee van een doelgericht ontwerp in de natuur.

Een voorbeeld van onherleidbare complexiteit is de visuele cyclus, een biochemisch proces in het oog dat licht omzet in elektrische signalen, waardoor zicht mogelijk wordt. Dit systeem bestaat uit meerdere onderling afhankelijke onderdelen die allemaal aanwezig moeten zijn en moeten functioneren om het proces effectief te laten werken. Als er een onderdeel ontbreekt of niet functioneert, zal de hele visuele cyclus falen, wat het concept van onherleidbare complexiteit illustreert. De belangrijkste onderdelen van de visuele cyclus zijn fotoreceptoren (staafjes en kegeltjes), rhodopsine, opsines,

netvlies, signaaltransductiepad en neurale verwerking.

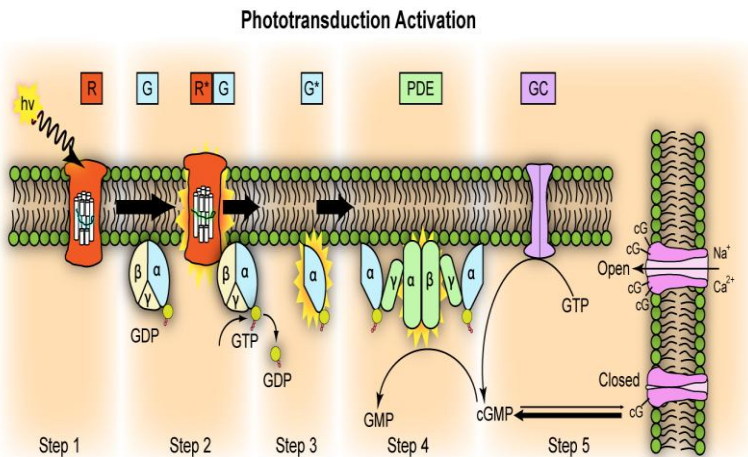


Fig. 3.14. Moleculaire stappen in visuele cyclus

Fotoreceptoren zijn cellen in het netvlies die licht detecteren. Staafjes zijn verantwoordelijk voor het zien bij weinig licht, terwijl kegeltjes kleuren detecteren. Elke fotoreceptor bevat lichtgevoelige moleculen die fotopigmenten worden genoemd, voornamelijk rhodopsine in staafjes. Dit fotopigment in staafjes bestaat uit een eiwit genaamd opsine en een lichtgevoelige molecule genaamd retinal. Kegeltjes bevatten verschillende opsines die reageren op verschillende golflengten van licht, waardoor ze kleuren kunnen zien. Retinal, een derivaat van vitamine A, verandert van vorm wanneer het licht absorbeert. Deze vormverandering activeert opsine, waardoor de visuele transductiecascade begint. Het geactiveerde opsine activeert op zijn beurt een G-eiwit genaamd transducine. Transducine activeert fosfodiësterase (PDE), dat het niveau van cyclisch GMP (cGMP) in de cel verlaagt. De daling van cGMP sluit ionenkanalen in het membraan van de fotoreceptorcel, wat leidt tot hyperpolarisatie van de cel en het genereren van een elektrisch signaal. Het elektrische signaal wordt via bipolaire cellen doorgegeven aan ganglioncellen, die het signaal via de

oogzenuw naar de hersenen sturen. De hersenen verwerken deze signalen tot visuele beelden.

Elk onderdeel van de visuele cyclus is onderling afhankelijk. Fotoreceptoren, rhodopsine, netvlies, transducine, PDE en ionenkanalen moeten allemaal aanwezig zijn en correct functioneren om te kunnen zien. Het verwijderen van een enkel onderdeel zou het systeem doen falen. We kunnen beargumenteren dat zo'n complex systeem niet kan zijn geëvolueerd door een serie kleine, stapsgewijze veranderingen, omdat tussenstadia zonder alle componenten niet functioneel zouden zijn en dus niet zouden worden begunstigd door natuurlijke selectie. De ingewikkelde biochemische paden en precieze moleculaire interacties die betrokken zijn bij de visuele cyclus benadrukken de complexiteit en specificiteit die nodig is voor het gezichtsvermogen. De onderlinge afhankelijkheid van de componenten en de complexiteit van de biochemische processen suggereren dat dit systeem niet kan zijn ontstaan door ongerichte evolutionaire processen, maar eerder wijst op een intelligente ontwerper, de goddelijke Schepper.

De visuele cyclus in termen van een computerprogramma kan helpen om de complexiteit en de onderling afhankelijke processen te illustreren. Hier is een conceptuele analogie met python:

Visuele cyclus geschreven in computerprogramma

initialisatie: stelt de omgeving in voor de visuele cyclus, inclusief fotoreceptoren (staafjes en kegeltjes)

klasse VisualCycle:

```
def __init__(self):
```

```
    self.photoreceptors = {'staafjes': [], 'kegeltjes': []}
```

```
    self.initialize_photopigments()
```

```
    self.signal_pathway_active = False
```

gebruikersinvoer: detecteert inkomend licht en start het fotopigmentactiveringsproces

```
def detect_light(self, light_wavelength):
```

```

    als licht_golflengte in zichtbaar_spectrum:
        self.activate_photopigment(licht_golflengte)
# Triggerevenement: verandert de vorm van het netvlies en activeert
op sine, dat vervolgens de signaaltransductieweg in gang zet.
def activeer_fotopigment(self, golflengte):
    retinal = self.change_retinal_shape(golflengte)
    opsin = self.bind_retinal_to_opsin(retinal)
    self.start_signaal_transductie(opsin)
# Overdracht van gebeurtenissen: activeert transducine en PDE, wat
leidt tot een verlaging van het cGMP-niveau, het sluiten van
ionenkanalen en het genereren van een elektrisch signaal.
def start_signaal_transductie(self, opsin):
    self.signal_pathway_active = True
    transducine = self.activate_transducin(opsin)
    pde = self.activate_pde(transducin)
    self.regulate_cGMP_levels(pde)
    self.generate_electrical_signal()
# Signaalbehandeling: past ionenkanalen aan op basis van cGMP-
niveaus om het genereren van elektrische signalen te
vergemakkelijken.
def regulate_cGMP_levels(self, pde):
    cGMP_level = self.reduce_cGMP(pde)
    self.adjust_ion_channels(cGMP_level)
# Signaaluitvoer: creëert en verstuurt het elektrische signaal naar de
hersenen.
def _elektrisch_signaal_genereren(self):
    als self.signal_pathway_active:
        elektrisch_signaal = zelf.maak_signaal()
        self.transmit_signal_to_brain(electrical_signal)
# netwerkcommunicatie: verwerkt en stuurt het signaal door via
bipolaire en ganglioncellen en stuurt het uiteindelijk door via de
oogzenuw
def verzenden_signaal_naar_hersenen(self, signaal):

```

```

        bipolaire_cellen =
self.verwerk_signaal_met_bipolaire_cellen(signaal)
        ganglion_cellen =
self.forward_signal_to_ganglion(bipolaire_cellen)
        optic_nerve = self.send_signal_via_optic_nerve(ganglion_cells)
        self.visual_perception(optic_nerve)
# uiteindelijke uitvoer: de hersenen decoderen en verwerken het
signaal om een visueel beeld te creëren
def visuele_waarneming(zelf, optische_nerve):
    visual_cortex = self.decode_signal(optic_nerve)
    self.render_image(visual_cortex)

```

Deze analogie illustreert de onderling afhankelijke stappen en complexiteit van de visuele cyclus, net zoals een computerprogramma met verschillende functies en event handlers die samenwerken om een specifieke output te bereiken. Als we een van de stappen missen of ze in de verkeerde volgorde gebruiken, zal het beoogde resultaat niet worden bereikt.

Het feit dat de visuele cyclus kan worden voorgesteld als een computerprogramma suggereert dat het oog op intelligente wijze is ontworpen. De blauwdruk voor het ontwerp van het oog is gekoppeld aan het gen PAX6, dat zich op chromosoom 11 bevindt en een cruciale rol speelt bij de ontwikkeling van het oog.

iii. Opmerkelijke boeken over Intelligent Ontwerp

Evolutie: Een theorie in crisis (Michael Denton: 1985): Denton bekritiseert Darwinistische evolutie met het argument dat de complexiteit van biologische systemen niet adequaat verklaard kan worden door natuurlijke selectie alleen. Denton presenteert bewijs uit verschillende vakgebieden, zoals moleculaire biologie en paleontologie, om hiaten en inconsistenties in de evolutietheorie te benadrukken. Hij stelt dat de ingewikkelde structuren en functies die in levende organismen worden waargenomen eerder wijzen op een

intelligent ontwerp dan op willekeurige mutaties en selectie. Het boek daagt de heersende wetenschappelijke consensus uit en suggereert dat er een alternatieve verklaring nodig is om het ontstaan en de diversiteit van het leven te verklaren.

De zwarte doos van Darwin: De biochemische uitdaging voor evolutie (Michael J. Behe: 2006): In dit baanbrekende boek introduceert Michael Behe het concept van onherleidbare complexiteit en beargumenteert dat bepaalde biologische systemen, zoals het bacterieel flagellum, te complex zijn om alleen door natuurlijke selectie te zijn geëvolueerd. Behe stelt dat deze systemen het best verklaard kunnen worden door een intelligent ontwerp. Het boek betwist de geschiktheid van Darwinistische evolutie om de ingewikkelde machinerie van het leven op moleculair niveau te verklaren en heeft zowel in wetenschappelijke als filosofische kringen tot veel discussie geleid.

Darwin on Trial (Phillip Johnson: 2010): Dit boek bekritiseert de wetenschappelijke fundamenteën van Darwinistische evolutie. Johnson, een professor in de rechten, onderzoekt het bewijs voor evolutie met de nauwkeurigheid van een juridisch analist. Hij stelt dat natuurlijke selectie en willekeurige mutatie de complexiteit van het leven niet adequaat verklaren. Johnson suggereert dat veel van de steun voor het Darwinisme is gebaseerd op filosofisch naturalisme in plaats van empirische wetenschap. Hij daagt de terughoudendheid van de wetenschappelijke gemeenschap uit om alternatieve verklaringen, zoals intelligent design, te overwegen en roept op tot een meer open discussie over de oorsprong van het leven. Het boek is invloedrijk in het promoten van intelligent design en het in twijfel trekken van de dominantie van de Darwinistische theorie in de biologie.

Signature in the Cell : DNA and the Evidence for Intelligent Design (Stephen C. Meyer, 2010): Dit boek onderzoekt de oorsprong van het leven en de informatie die in DNA is gecodeerd. Meyer beargumenteert dat de complexe en gespecificeerde informatie in DNA het best verklaard kan worden door een intelligente oorzaak, omdat

naturalistische processen de oorsprong van dergelijke informatie niet kunnen verklaren. Hij presenteert een gedetailleerd pleidooi voor intelligent ontwerp op basis van de complexiteit van genetische informatie, waarbij hij suggereert dat de oorsprong van het leven eerder wijst op een doelbewuste schepping dan op willekeurige processen.

Darwin Devolueert : De nieuwe wetenschap over DNA die de evolutie uitdaagt (Michael J. Behe, 2020): Behe's andere boek betoogt dat recente genetische ontdekkingen de traditionele Darwinistische evolutie ondermijnen. Hij beweert dat natuurlijke selectie en willekeurige mutaties weliswaar kleine aanpassingen kunnen verklaren, maar niet de complexiteit van de moleculaire machinerie in cellen. Hij introduceert het concept van 'devolutie', waarbij mutaties eerder leiden tot het verlies van genetische informatie dan tot het ontstaan van nieuwe, gunstige eigenschappen. Behe beweert dat deze genetische beperkingen wijzen op de noodzaak van een intelligent ontwerper, waarmee hij het traditionele evolutionaire raamwerk ter discussie stelt en voorstelt dat intelligent ontwerp een plausibeler verklaring biedt voor de complexiteit van het leven.

Het mysterie van de oorsprong van het leven: Reassessing Current Theories (Charles B. Thaxton et al., 2020): Dit baanbrekende werk bekritiseert de verschillende naturalistische theorieën over de oorsprong van het leven en stelt intelligent ontwerp voor als een meer plausibele verklaring. Ze stellen dat prebiotische chemie en de vorming van leven uit niet-leven beter verklaard kunnen worden door een intelligente oorzaak. Het boek bespreekt de tekortkomingen van hedendaagse theorieën over de oorsprong van het leven en introduceert intelligent design als een wetenschappelijk haalbaar alternatief, waarmee de basis is gelegd voor de moderne intelligent design beweging.

De ontwerpinferentie : Eliminating Chance through Small Probabilities (William A. Dembski & Winston Ewert, 2023): Dit boek legt de theoretische basis voor het detecteren van ontwerp in de

natuur. Ze verkennen het wiskundige raamwerk voor het detecteren van intelligent ontwerp. De auteurs presenteren het argument dat complexe systemen met gespecificeerde complexiteit het best verklaard kunnen worden door een intelligente oorzaak in plaats van door willekeurige processen. Ze introduceren het concept van 'gespecificeerde complexiteit', dat complexiteit combineert met een onafhankelijk gegeven patroon. Het boek gebruikt waarschijnlijkheidstheorie om aan te tonen dat bepaalde patronen in de natuur te onwaarschijnlijk zijn om door toeval te zijn ontstaan. Door middel van rigoureuze analyse beargumenteren Dembski en Ewert dat het herkennen van ontwerp een legitieme wetenschappelijke praktijk is en biedt het handvatten om ontwerp te onderscheiden van toeval in biologische systemen.

f. Deeltjesfysica en schepping

In het vorige hoofdstuk hebben we de oorsprong van het leven onderzocht door te bespreken, de fundamentele bouwstenen, waaronder aminozuren, RNA, eiwitten, DNA en cellen. Deze bouwstenen zijn opgebouwd uit atomen, waarvan we impliciet aannemen dat ze van nature bestaan. Atomen bestaan uit elementaire deeltjes. In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de oorsprong van deze deeltjes, waarbij we onderzoeken of ze spontaan zijn ontstaan of door een doelgericht proces zijn gevormd.

Volgens het Standaardmodel van de deeltjesfysica zijn alle materie in het universum opgebouwd uit 17 elementaire deeltjes. Dit zijn 6 quarks, 6 leptonen, 4 overkoepelende bosonen (gluonen, fotonen, Z-bosonen en W-bosonen) en het Higgs-boson. Elk van deze deeltjes heeft specifieke eigenschappen, zoals massa, lading en spin, en elk van hen speelt een unieke rol in interacties tussen deeltjes, net zoals organellen in een cel verschillende functies vervullen.

Standard Model of Elementary Particles

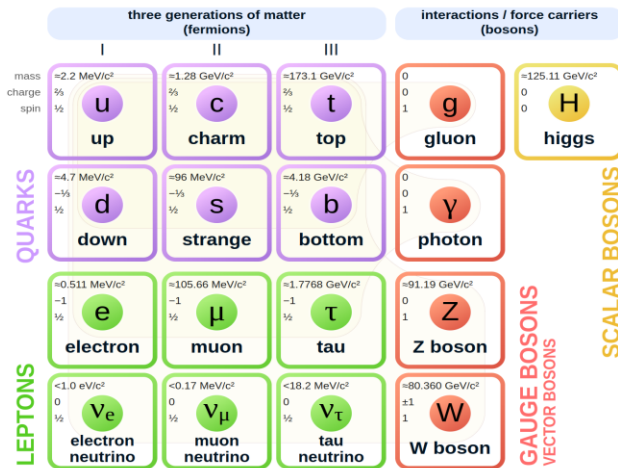


Fig. 3.15. De elementaire deeltjes van het Standaard Model

Quarks zijn fundamentele componenten van materie, essentieel in de vorming van protonen en neutronen. Protonen bestaan uit twee opwaartse quarks en één neerwaartse quark, terwijl neutronen zijn opgebouwd uit één opwaartse quark en twee neerwaartse quarks. Quarks worden bij elkaar gehouden door de sterke kracht, bemiddeld door gluonen. In tegenstelling tot zwaartekracht of elektromagnetische krachten, die afnemen met de afstand, neemt de sterke kracht tussen quarks toe als ze uit elkaar bewegen en af als ze dichter bij elkaar komen. Quarks kunnen van type veranderen tijdens interacties tussen deeltjes, zoals bètaverval, waarbij een neutron in een proton verandert door een omlaag quark om te zetten in een omhoog quark.

Gauge bosons zijn fundamentele deeltjes die de basiskrachten van de natuur bemiddelen. Dit zijn onder andere het foton voor de elektromagnetische kracht, de W- en Z-bosonen voor de zwakke kracht en het gluon voor de sterke kracht. Elk ijkboson is geassocieerd met een specifiek veld en draagt de kracht tussen deeltjes. Ze zijn essentieel voor het verklaren van interacties op kwantumniveau en bepalen hoe deeltjes op elkaar inwerken en zich binden om materie te vormen.

Het Higgs-mechanisme is een proces dat verklaart hoe elementaire deeltjes massa krijgen. Het gaat om het Higgs-veld, een energieveld dat het universum doordringt. Wanneer deeltjes in wisselwerking staan met het Higgs-veld, krijgen ze massa, net zoals voorwerpen die door een medium bewegen weerstand ondervinden. Het Higgs boson, een deeltje dat geassocieerd wordt met het Higgs veld, werd in 2012 ontdekt en bevestigde deze theorie. Zonder het Higgs-mechanisme zouden deeltjes massaloos blijven en zou het universum de structuur ontberen die nodig is voor de vorming van atomen, levende organismen, planeten en sterren.

De deeltjesfysica werkt op een ongelooflijk geavanceerd en ingewikkeld niveau en biedt diepgaande inzichten in de aard en oorsprong van het universum. Dit zet ons ertoe aan om de volgende fundamentele vragen te stellen, naast vele andere:

- Hoe werden de 17 fundamentele deeltjes gemaakt met zulke precieze eigenschappen?
- Hoe hebben de ijkbosonen de eigenschap van krachtbemiddeling gekregen?
- Hoe is het Higgs-mechanisme ontstaan?
- Hoe is het mechanisme van bètaverval ontstaan?
- Hoe kunnen de eigenschappen van elementaire deeltjes wiskundig worden beschreven?

Als de antwoorden op de bovenstaande vragen louter het resultaat zouden zijn van willekeurige processen, zou de wereld zoals wij die kennen misschien niet bestaan. Als er bijvoorbeeld ook maar één fundamenteel deeltje zou ontbreken, als het Higgs-mechanisme niet zou zijn vastgesteld of als de massa en spin van elementaire deeltjes net iets anders zouden zijn, dan zouden neutronen, protonen en elektronen niet bij elkaar kunnen blijven. Dit zou resulteren in de ineenstorting van alle materie, waardoor de vorming van wat dan ook - inclusief mensen - onmogelijk zou worden. Een dergelijke fijn afgestemde precisie in de fundamentele structuur van het universum is een voorbeeld van het concept van 'onherleidbare complexiteit'

binnen de deeltjesfysica, een principe dat vaak in verband wordt gebracht met intelligent ontwerp.

De vorming van elementaire deeltjes tot materie kan worden vergeleken met de vorming van cellen en organellen in meercellige organismen. Net zoals specifieke cellen en organellen elk hun eigen rol en eigenschappen hebben die bijdragen aan de complexe functionaliteit van levende wezens, bezitten elementaire deeltjes precieze eigenschappen die de vorming van atomen, moleculen en uiteindelijk alle materie mogelijk maken. Deze parallel onderstreept de verfijning en intentionaliteit die inherent is aan de natuurlijke wereld - of het nu gaat om het microscopische niveau van levende cellen, het subatomaire domein van fundamentele deeltjes of de macroscopische schaal van levende organismen, sterren en melkwegstelsels.

Het feit dat de vorming van elementaire deeltjes en hun interacties nauwkeurig beschreven kunnen worden met behulp van de wiskundige vergelijkingen van de kwantummechanica suggereert dat ze het resultaat zijn van een opzettelijk wiskundig ontwerp in plaats van louter toeval. Anders zouden we moeten aannemen dat elementaire deeltjes intelligentie bezitten en in staat zijn om zelf de exacte waarden van massa, lading en spin te bepalen die nodig zijn om materie te vormen en met andere deeltjes te interageren. We weten echter dat dit niet het geval is, omdat elementaire deeltjes geen bewustzijn hebben of een intrinsiek begrip van kwantummechanica.

Het ingewikkelde ontwerp en de coördinatie die worden waargenomen in zowel biologische systemen als deeltjesfysica suggereren sterk de aanwezigheid van onderliggende intelligentie en doelgerichte creatie - een kenmerk van intelligent ontwerp - in plaats van een reeks willekeurige gebeurtenissen.

g. Buitenaardse wezens en schepping

De mogelijkheid van buitenaardse wezens of buitenaards leven fascineert wetenschappers en het publiek al tientallen jaren. Gezien de uitgestrektheid van het heelal, met miljarden sterrenstelsels die elk

miljarden sterren en mogelijk nog meer planeten bevatten, lijkt het statistisch gezien aannemelijk dat er elders leven zou kunnen bestaan als er spontaan leven zou zijn ontstaan. Het aantal buitenaardse beschavingen in een melkwegstelsel kan worden geschat met de Vergelijking van Drake: $N = R \times f_p \times n_e \times f_i \times f_c \times L$ waarbij, N het aantal geavanceerde beschavingen is, R de stervormingssnelheid is, f_p de fractie van het hebben van planeten is, n_e het aantal planeten dat leven ondersteunt, f_i is de fractie van planeten waar leven zich ontwikkelt, f_c is de fractie van planeten waar intelligent leven zich ontwikkelt, f_c is de fractie van beschavingen die signalen kunnen uitzenden en L is de tijdsduur dat beschavingen kunnen communiceren. Met een geschikte waarde voor elke parameter is het geschatte aantal beschavingen in een melkwegstelsel ongeveer 2.



Fig. 3.16. Bestaan buitenaardse wezens?

De projecten voor het zoeken naar buitenaardse intelligentie (SETI) zijn gestart in 1960. Deze projecten maken gebruik van verschillende methoden en technologieën om de kosmos te scannen op zoek naar bewijs voor buitenaardse beschavingen. Hier zijn enkele belangrijke SETI-projecten.

Project Ozma was het eerste moderne SETI-experiment. Het gebruikte een radiotelescoop om de sterren Tau Ceti en Epsilon Eridani te scannen op potentiële buitenaardse signalen. SETI@home was een gedistribueerd computerproject dat gebruik maakte van de

ongebruikte verwerkingskracht van thuiscomputers. Vrijwilligers installeerden software op hun pc's om radiosignalen te analyseren op tekenen van buitenaardse intelligentie. De Allen Telescope Array is een speciaal netwerk van radiotelescopen ontworpen voor een continue en systematische zoektocht naar buitenaardse signalen. Het bestaat uit meerdere kleine schotels die samenwerken om grote delen van de hemel te onderzoeken. Breakthrough Listen is het meest uitgebreide SETI-project tot nu toe, gericht op het onderzoeken van een miljoen van de dichtstbijzijnde sterren en 100 nabijgelegen sterrenstelsels op potentiële signalen. Het Fast Radio Burst-project onderzoekt mysterieuze snelle radio-uitbarstingen die vanuit de ruimte worden gedetecteerd en die inzicht kunnen geven in onbekende kosmische verschijnselen. Laser SETI is een project gericht op het detecteren van optische signalen van buitenaardse beschavingen, waarbij de mogelijkheid van interstellaire communicatie via laseruitzendingen wordt onderzocht.

Ondanks voortdurende zoektochten met geavanceerde radio- en optische telescopen slaagden de SETI-projecten er niet in om definitief bewijs te vinden van intelligent buitenaards leven.



Fig. 3.17. Radiotelescopen gebruikt voor SETI

Als er veel buitenaardse beschavingen bestaan, zouden ze ons bezocht kunnen hebben of nu bezoeken. Wat voor soort

ruimtereismethoden zouden ze in dat geval gebruiken? Reizen naar de ruimte met behulp van vliegende objecten (raketten of UFO's) staat voor onoverkomelijke uitdagingen vanwege de enorme omvang van het heelal. Zelfs de dichtstbijzijnde ster, Proxima Centauri, is 4,24 lichtjaar van ons verwijderd, waardoor het met de huidige technologie tienduizenden jaren duurt om hem te bereiken. De enorme afstanden maken het onmogelijk om zelfs ons sterrenstelsel, laat staan het heelal, binnen de menselijke levensduur te verkennen.

Tot de mogelijke geavanceerde voortstuwingsmethoden behoren warpaandrijvingen of reizen door wormgaten. De warpaandrijving is een theoretisch concept voor sneller dan licht reizen door de ruimte, geïnspireerd door Einsteins algemene relativiteit. De warpaandrijving werd in 1994 voorgesteld door de natuurkundige Miguel Alcubierre en houdt in dat er een 'warpbel' wordt gecreëerd die de ruimte voor een ruimteschip samentrekt en de ruimte erachter uitzet. Hierdoor zou het ruimteschip sneller dan het licht kunnen bewegen ten opzichte van externe waarnemers zonder de wetten van de fysica te overtreden. De grootste uitdaging is dat hiervoor exotische materie met een negatieve energiedichtheid nodig is, die nog niet ontdekt of gemaakt is. Hoewel het in theorie veelbelovend is, zijn er aanzienlijke wetenschappelijke en technologische vorderingen nodig om een warpaandrijving haalbaar te maken voor praktisch gebruik bij ruimteverkenning.

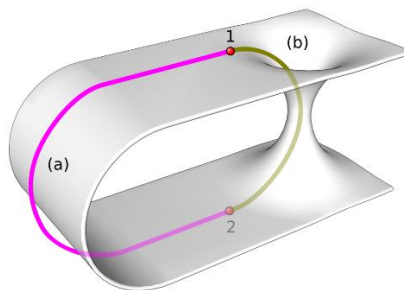


Fig. 3.18. Wormgat

Reizen door de ruimte via wormgaten is een theoretisch concept met

kortere wegen door de ruimtetijd die verre punten in het universum met elkaar verbinden. Zoals voorspeld door Einsteins algemene relativiteit, kunnen wormgaten, of Einstein-Rosen bruggen, mogelijk ogenblikkelijke reizen over enorme kosmische afstanden mogelijk maken. Voor praktisch gebruik zou een doorkruisbaar wormgat gestabiliseerd moeten worden, waarbij theoretisch exotische materie met een negatieve energiedichtheid nodig is om instorting te voorkomen. Ondanks het feit dat wormgaten een populaire sciencefiction-troop zijn, blijven ze speculatief zonder experimenteel bewijs. Als ze haalbaar zijn, zouden ze een revolutie in de ruimtevaart teweeg kunnen brengen, waardoor verafgelegen sterrenstelsels kunnen worden verkend en de reistijd kan worden teruggebracht van jaren naar luttele momenten. Er zijn echter aanzienlijke wetenschappelijke en technologische doorbraken nodig om dit concept werkelijkheid te laten worden.



Fig. 3.19. Teleportatie

Teleportatie door hyperspace of de bulk zou een andere methode kunnen zijn om ogenblikkelijk over grote afstanden te reizen door de conventionele driedimensionale ruimte te omzeilen. Hyperspace verwijst naar een extra dimensie of reeks dimensies buiten de bekende

drie ruimtelijke dimensies en één tijdsdimensie, en biedt een kortere weg door het weefsel van het universum. Op dezelfde manier is de bulk een term die wordt gebruikt in theorieën zoals de brane kosmologie binnen de snaartheorie, waar ons universum wordt voorgesteld als een 'brane' binnen een hoger-dimensionale ruimte die de bulk wordt genoemd. In deze theorieën houdt teleportatie in dat men zich door deze hogere dimensies verplaatst om onmiddellijk weer te verschijnen op een andere locatie in ons universum. Theoretische raamwerken zoals het Randall-Sundrum model stellen het bestaan van zulke hogere dimensies voor die kortere wegen door de ruimtetijd mogelijk zouden kunnen maken. Als zulke dimensies bestaan en toegankelijk zijn, zou het mogelijk kunnen zijn om ze te gebruiken voor teleportatie, waarbij de beperkingen van relativistisch reizen worden vermeden en reizen sneller dan het licht mogelijk wordt.

Als het leven spontaan ontstaat zoals de Drake-vergelijking veronderstelt, zou het totale aantal buitenaardse beschavingen in het universum ongeveer 400 miljard zijn (2 beschavingen in elk van de 200 miljard sterrenstelsels). Het leven op Aarde begon ongeveer 4 miljard jaar geleden. Stel je nu voor dat 1% van de buitenaardse beschavingen 1 miljoen jaar eerder begon dan de onze en een vergelijkbaar evolutionair pad volgde. In dat geval zou hun beschaving 1 miljoen jaar verder ontwikkeld zijn dan de onze. Met zo'n grote voorsprong zouden ze geavanceerde technologieën voor teleportatie kunnen hebben ontwikkeld, waardoor ze net zo gemakkelijk overal in het universum naartoe kunnen reizen als wij onze burens bezoeken. Als de bevolking van één zo'n beschaving 1 miljard is, zou het totale aantal buitenaardse wezens één quintiljoen (10^{18}) zijn. Als slechts 1% van hen de aarde zou kunnen bezoeken gedurende slechts één dag per 10 jaar, zou de aarde elke dag overspoeld worden met ongeveer 10 biljoen buitenaardse wezens - 1000 keer de huidige menselijke bevolking. We hebben echter geen enkel bewijs van hun aanwezigheid waargenomen. Hoe kunnen we deze schijnbare tegenstrijdigheid verklaren?

Dit probleem staat bekend als de Fermi-paradox, genoemd naar

Enrico Fermi, die de beroemde vraag 'Waar is iedereen? De antwoorden zouden kunnen zijn: (i) de aanname (evolutie) in de Drake-vergelijking is fout, of (ii) geavanceerde beschavingen zouden technologie kunnen gebruiken die met onze huidige methoden niet te detecteren is of detectie opzettelijk vermijden. Als buitenaardsen geen bacteriën of onzichtbare wezens waren, dan zou hun bestaan waarschijnlijk al op de een of andere manier aan ons geopenbaard zijn. Het feit dat we nog geen bewijs van hun bestaan hebben ontdekt, suggereert echter dat de evolutionaire aanname in de Drake-vergelijking hoogstwaarschijnlijk onjuist is.

h. Instincten in levende organismen en de schepping

Computers bestaan uit drie hoofdonderdelen: hardware, software en firmware. Firmware is gespecialiseerde software die in het ROM of UEFI is geprogrammeerd en die kritieke controle biedt voor specifieke hardware en als tussenpersoon tussen hardware en software fungeert. Het is cruciaal voor het opstarten van het systeem, het beheren van hardwarebewerkingen en het garanderen van de functionaliteit van het apparaat.

Firmware in computers en instinct in levende organismen hebben een belangrijke overeenkomst: beide zijn intrinsieke, voorgeprogrammeerde systemen die essentiële functies besturen. Firmware initialiseert en beheert de werking, en zorgt zo voor een goede werking vanaf het moment dat de computer wordt ingeschakeld. Op dezelfde manier is instinct een natuurlijk, aangeboren gedragspatroon dat overlevingsactiviteiten aanstuurt, zoals eten, paren en vluchten voor gevaar. Beide systemen werken automatisch zonder bewuste input en bieden fundamentele richtlijnen voor effectief functioneren en reageren op omgevingsfactoren. In essentie is firmware voor computers wat instinct is voor levende organismen - een ingebed, vooraf geconfigureerd systeem dat essentieel is voor de basiswerking en overleving. Net zoals firmware is ingebed in ROM door computerontwerpers, is instinct ingebed in de hersenen en

zenuwstelsels van levende organismen door de goddelijke Schepper. Laat me enkele voorbeelden van instincten tonen die dit concept illustreren.

i. Nestbouw van metselbijen

In het boek 'The Mason Bees' van Jean-Henri Fabre (onderdeel van 'Book of Insects') beschrijft hij het ingewikkelde nestbouwproces van metselbijen. Deze bijen kiezen een geschikte vlakke ondergrond, vaak een steen, om hun bouwwerk te beginnen. Ze verzamelen modder en kleine steentjes en maken nauwgezet cellen voor hun nageslacht. De vrouwelijke bij draagt modderkorrels naar de bouwplaats en vormt en verdicht ze tot een stevige celwand. Vervolgens verzamelt ze nectar en stuifmeel om elke cel te bevoorraden, legt ze één ei en verzegelt het met meer modder. Dit proces wordt herhaald, wat resulteert in een reeks netjes gerangschikte, met kiezels versterkte moddercellen die de zich ontwikkelende larven beschermen. Fabre's observaties benadrukken de opmerkelijke precisie en toewijding van deze solitaire bijen.

Hij beschrijft een experiment waarbij hij een onafgemaakt nest verwisselde met een voltooid nest. De metselbij vertoonde een interessant gedrag toen ze bij terugkomst haar onvoltooide nest verving door een voltooid nest. In plaats van verder te werken aan het nieuwe nest, bouwde de bij verder alsof er niets was veranderd. Ze herkende niet het voltooide nest als haar eigen werk en volhardde in haar gebruikelijke acties, het brengen van modder en verder te bouwen.

Dit experiment illustreert de instinctmatige en geprogrammeerde aard van het gedrag van de bij, dat eerder wordt gestuurd door een interne opeenvolging van acties dan door visuele aanwijzingen van de toestand van het nest.

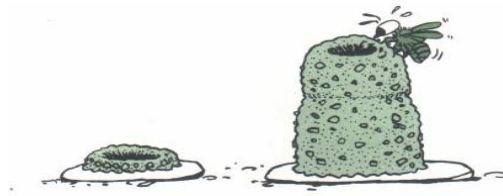


Fig. 3.20. Metselbij bouwt nest bovenop voltooid nest

Fabre deed het tegenovergestelde experiment door een voltooid metselbijennest te verwisselen met een onvoltooid nest. Hij merkte op dat wanneer de metselbij terugkeerde naar de locatie en het voltooide nest vervangen zag door een onvoltooid nest, ze niet verder werkte aan het nieuwe, onvoltooide nest. In plaats daarvan leek de bij verward en bracht tijd door met het inspecteren van het gewijzigde nest, maar hervatte uiteindelijk de bouw niet. Ze gaat dan naar de volgende actie van het vullen met honing, zelfs als het overloopt. Dit gedrag toont de sterke gehechtheid van de metselbij aan haar specifieke nest en de moeilijkheid om zich aan te passen aan onverwachte veranderingen in haar omgeving. Dit experiment benadrukt ook de instinctmatige aard van het nestbouwproces van de metselbij.



Fig. 3.21. Metselbij vult honing tot onvoltooid nest

Fabre deed nog een interessant experiment. De metselbij vult haar nest eerst met nectar en draait zich dan 180 graden om om stuifmeel van haar poten en lichaam af te strooien. Als ze wordt gestoord tijdens het afstoffen van stuifmeel, vliegt ze weg en wacht tot de dreiging voorbij is. Als ze terugkeert naar het nest, begint ze weer van voren af aan. Vul haar nest met nectar, zelfs als er niets in haar nectarzak zit. Dit experiment toont aan dat bijen instinctief een ingebouwd nectarverzamelprogramma volgen en dat hun volgorde van

handelingen niet kan worden veranderd.

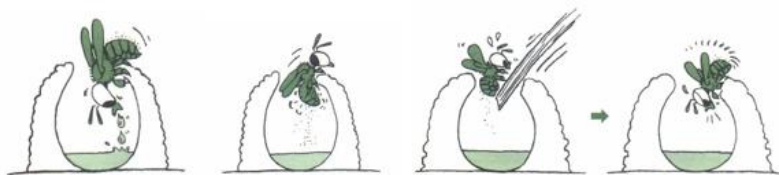


Fig. 3.22. Gedrag van de metselbij bij verstoring

Als de metselbij klaar is met het bouwen van haar nest, vult ze het met nectar en stuifmeel, legt ze haar ei erop en verzegelt ze de bovenkant van het nest. De verzegelde bovenkant is zo hard als cement, Fabre voerde nog een experiment uit: voor één nest plakte hij papier op de bovenkant en voor een ander plaatste hij er een papieren kegel op. Hij observeerde het gedrag van de uitgekomen metselbijen. Bij het nest met geplakt papier gebruikte de bij haar sterke kaken om de bovenkant zonder problemen door te snijden. Bij het nest met een papieren kegel sneed ze de bovenkant door, maar wist niet wat ze daarna moest doen. Ze verwachtte de open hemel te zien, maar raakte gedesoriënteerd door de papieren kegel, probeerde deze niet te doorboren en stierf uiteindelijk.

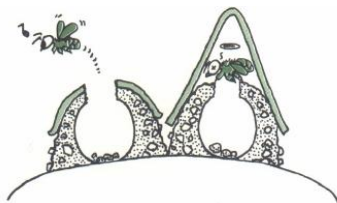


Fig. 3.23. Bijennest beplakt met papier en bedekt met papieren kegel

Alle bovenstaande experimenten tonen de instinctieve en geprogrammeerde aard van het gedrag van de metselbij aan, gedreven door een interne opeenvolging van acties die in haar genetische code zijn ingebed.

ii. Nestbouw van weervogels

De Weervogel, bekend om zijn ingewikkelde en uitgebreide nesten, weeft vakkundig grassprietjes en andere plantaardige materialen tot complexe structuren en laat daarmee opmerkelijk vakmanschap en instinctieve techniek zien.



Fig. 3.24. Nest van weervogel

Eugène Marais, een Zuid-Afrikaanse natuuronderzoeker en dichter, deed fascinerende experimenten met weervogels om hun nestbouwgedrag en de rol van instinct te bestuderen. Marais wilde begrijpen of de ingewikkelde nestbouwvaardigheden van weervogels puur instinctief waren of dat er aangeleerd gedrag aan te pas kwam.

Marais kweekte weervogels geïsoleerd van hun natuurlijke omgeving om ervoor te zorgen dat ze niet in contact kwamen met andere vogels of nestbouwactiviteiten. Hij observeerde deze geïsoleerde vogels van het uitkomen tot de volwassenheid en zorgde ervoor dat ze vier generaties lang geen kans hadden om van andere weervogels te leren. Voor de vijfde generatie leverde Marais dezelfde materialen die wilde weervogels gebruiken voor het bouwen van een nest, zoals gras en twijgen. Ondanks het feit dat ze nog nooit een nest hadden gezien of andere vogels die er een bouwden, begonnen de geïsoleerde weervogels nesten te bouwen die bijna identiek waren aan die van hun wilde soortgenoten. Ze vertoonden dezelfde ingewikkelde weeftechnieken, knooppmethoden en algemene structuur. De nesten die deze geïsoleerde vogels bouwden vertoonden

consistente ontwerpkenmerken die typerend waren voor hun soort, wat erop wijst dat hun vaardigheden in het bouwen van nesten eerder aangeboren waren dan aangeleerd door observatie of nabootsing.

Marais concludeerde dat het complexe nestbouwgedrag van weervogels voortkomt uit instinct. Dit aangeboren gedrag is gecodeerd in hun hersenen en zenuwstelsel, waardoor ze uitgebreide nesten kunnen bouwen zonder voorafgaande ervaring of kennis. Dit aangeboren gedrag is doelbewust ontworpen en wordt van generatie op generatie doorgegeven via DNA.

iii. Vorming van de Nautilus schelp

De nautilus is een zeeweekdier dat bekend staat om zijn prachtige en kenmerkende schelp. De vorm van zijn schelp volgt een precieze logaritmische spiraal. De vorming van de nautilusschelp is weer zo'n opmerkelijk voorbeeld van instinct, waarbij een complex samenspel van biologische en chemische processen betrokken is die nauw op elkaar zijn afgestemd om de unieke structuur te produceren.

Het proces begint wanneer de nautilus nog een embryo in een ei is. De eerste schelp, de protoconch, wordt in dit stadium gevormd. Deze eerste kamer is klein en vormt de basis voor de verdere groei van de schelp. De mantel, een gespecialiseerd weefsel dat de schelp omgeeft, scheidt lagen calciumcarbonaat (CaCO_3) af in de vorm van aragoniet, een kristallijne structuur. De mantelcellen onttrekken calciumionen aan zeewater en combineren deze met carbonaationen tot calciumcarbonaat. De mantel scheidt ook een organische matrix af die bestaat uit eiwitten en polysacchariden en die dient als een steiger voor de afzetting van calciumcarbonaat. Deze matrix helpt de vorm en oriëntatie van de aragonietkristallen te bepalen, waardoor de schelp sterk en duurzaam wordt.



Fig. 3.25. Nautilusschelp met logaritmisch spiraalpatroon

Naarmate de nautilus groeit, voegt hij regelmatig nieuwe kamers aan zijn schelp toe. Elke nieuwe kamer is groter dan de vorige, zodat de nautilus steeds groter wordt. De nautilus schuift naar voren in de schelp en sluit de oudere kamers af met een wand die septum wordt genoemd, waardoor een reeks steeds grotere, onderling verbonden kamers ontstaat. Een gespecialiseerd orgaan genaamd de siphuncle loopt door alle kamers van de schelp. Deze buisachtige structuur regelt de gas- en vloeistofinhoud in de kamers. Door het gas- (meestal stikstof) en vloeistofniveau te regelen, helpt de siphuncle de nautilus zijn drijfvermogen te controleren, waardoor hij op en neer kan bewegen in de waterkolom. De buitenste laag van de schelp, het periostracum, is een organische laag die de onderliggende calciumcarbonaatlagen beschermt tegen oplossing en fysieke schade. Onder het periostracum zitten lagen aragoniet, gerangschikt in een parelmoerachtige of prismatische structuur, die bijdraagt aan de iriserende en sterke structuur van de schelp.

De ingewikkelde coördinatie die nodig is voor de afscheiding van calciumcarbonaat, de vorming van kamers en de regulering van het drijfvermogen door de sifon wijst op een alles-of-niets systeem dat te complex is om door geleidelijke evolutie te zijn ontstaan. De afwezigheid van duidelijke overgangsfossielen in het archief, in combinatie met het feit dat de nautilus als 'levend fossiel' wordt bestempeld, impliceert een plotselinge verschijning en suggereert dat zijn verfijnde schelpvorming eerder wijst op een doelbewuste schepping dan op ongerichte evolutie. De nautilus heeft geen

wiskundige of biochemische kennis; daarom zijn de precieze vorming van zijn logaritmische schelpvorm, de complexe biochemische regulatie van de afscheiding van de schelp en de naadloze integratie van zijn drijfsysteem niet het resultaat van willekeurige processen. In plaats daarvan suggereren deze kenmerken een voorgeprogrammeerde genetische blauwdruk die de nautilus in staat stelt om zijn ingewikkelde schelp met opmerkelijke precisie te construeren, wat het idee versterkt van doelgericht ontwerp in plaats van ongeleide evolutie.

i. Wiskunde in de natuur en de schepping

Wiskunde is de taal waarin God het universum heeft geschreven. - Galileo Galilei

Wiskundige patronen en principes zijn overvloedig aanwezig in de natuur, waaronder de gulden snede, de gulden hoek, de Fibonacci-reeks, de logaritmische spiraal en fractals.

- Gulden snede, vaak aangeduid met de Griekse letter ϕ ($= (a+b)/a = a/b$), is een irrationaal getal dat ongeveer gelijk is aan 1,618. Het treedt op wanneer de verhouding van twee grootheden gelijk is aan de verhouding van hun som tot de grootste van de twee grootheden.
- Gulden hoek is de hoek onderspannen door twee stralen die een cirkel verdelen in twee booglengtes in de gulden snede. Het is de kleinste van de twee hoeken ($\sim 137,5$ graden) die ontstaan bij het verdelen van de omtrek van een cirkel volgens de gulden snede.
- De Fibonacci-reeks is een reeks getallen waarbij elk getal de som is van de twee voorgaande, beginnend bij 0 of 1 (bijvoorbeeld, 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, ...).
- Logaritmische spiraal is een zelfgelijkende spiraalvormige kromme die vaak voorkomt in de natuur. Hij wordt gekenmerkt

door de eigenschap dat de hoek tussen de raaklijn en de radiale lijn op elk punt constant is.

- Fractals zijn complexe patronen die zelfgelijkend zijn op verschillende schalen. Ze worden vaak gecreëerd door een eenvoudig proces steeds te herhalen in een voortdurende feedbacklus.

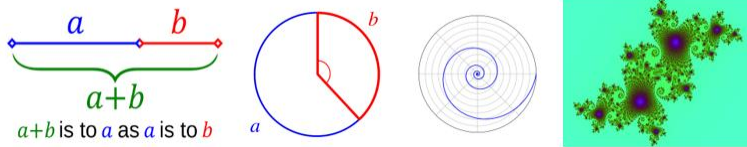


Fig. 3.26. Gulden snede, gulden hoek, logaritmische spiraal en fractal

Laten we eens onderzoeken waar deze wiskundige principes in de natuur te vinden zijn.

Phyllotaxis is de rangschikking van bladeren, bloemen of andere botanische structuren op een plantenstengel. Het is een sleutelbegrip in plantkunde en weerspiegelt de manier waarop planten hun blootstelling aan zonlicht en andere milieubronnen maximaliseren. De rangschikking van bladeren volgt de Fibonacci-reeks, waarbij het aantal bladeren in opeenvolgende spiralen een Fibonacci-getal is. De mogelijke fylloaxispatronen zijn $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$, $8/21$, enz., waarbij de tellers en noemers de Fibonacci-reeks vormen.

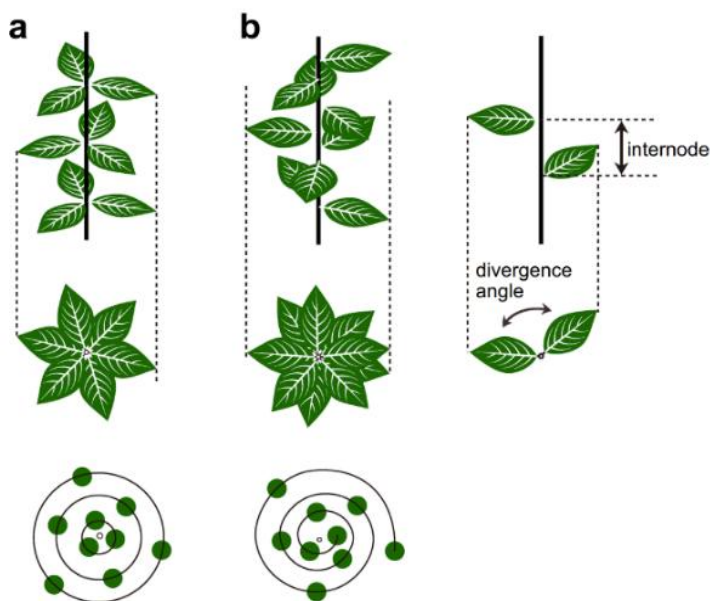


Fig. 3.27. 2/5 fyllotaxis (a) en 3/8 fyllotaxis (b)

De 3/8 fyllotaxis verwijst naar een bladschikkingspatroon waarbij elk blad van het volgende gescheiden is door drie achtsten van een volledige rotatie van 360 graden rond de stengel. Dit betekent dat elk opeenvolgend blad zich in een hoek van $\frac{3}{8} \times 360 = 135$ graden (divergentiehoek genoemd) van het vorige bevindt. De divergentiehoek convergeert naar de gouden hoek van 137,5 graden in planten met een groot aantal bladeren. Deze fractionele divergentie helpt bij het verdelen van de bladeren op een manier die de blootstelling aan zonlicht maximaliseert en overlapping en schaduw minimaliseert, zodat elk blad voldoende licht en lucht krijgt. De juiste afstand zorgt voor een optimale verdeling van water en voedingsstoffen over de plant.

Soortgelijke patronen zijn ook te vinden in veel bloemen. Bijvoorbeeld, het aantal bladeren, takken en bloemblaadjes in nieskruid vormen opeenvolgende Fibonacci getallen. 1, 1, 2, 3, 5, 8 voor bladeren, 1, 2, 3, 5, 8, 13 voor takken, en 5, 8 of 8, 13 voor

bloemblaadjes.



Fig. 3.28. Bladeren en takken van nieskruid

Niet alleen de bladeren, maar ook de scheuten, vruchten en zaden van een plant worden bepaald door de Fibonacci-reeks en de gouden hoek.

Het uitlooppatroon van de fijnspar volgt de principes van de Fibonacci-reeks en de gouden hoek. Elke nieuwe scheut ontspruit onder een hoek van ongeveer 137,5 graden (gouden hoek) ten opzichte van de vorige. Als gevolg hiervan vormen de takken zich in een spiraelvormig patroon rond de stam, waarbij de verdeling overeenkomt met de getallen van Fibonacci. Dit natuurlijke patroon verbetert het vermogen van de boom om efficiënt zonlicht, water en voedingsstoffen te verzamelen, wat de groei en gezondheid ondersteunt.

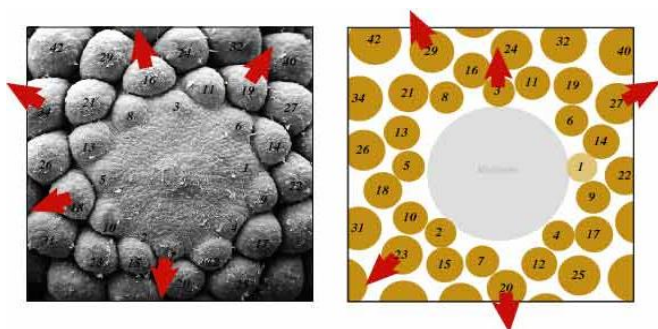


Fig. 3.29. Uitlopperpatroon van fijnspar

Het madeliefje vertoont het Fibonacci-patroon en de gouden hoek ook in haar bloemschikking. De bloemblaadjes en zaadjes van de bloem

vormen spiralen die de Fibonacci-reeks volgen, waarbij het aantal spiralen in elke richting meestal overeenkomt met opeenvolgende Fibonacci-getallen, zoals 21 en 34. Bovendien is de divergentiehoek tussen opeenvolgende bloemblaadjes of zaadjes ongeveer de gulden hoek. Bovendien is de divergentiehoek tussen opeenvolgende bloemblaadjes of zaden ongeveer de gouden hoek. Als de spiraal onder een gouden hoek wordt gewikkeld, vormt hij een logaritmische spiraal. Als de bloemetjes van een madeliefje een logaritmische spiraal vormen, behouden ze hun vorm terwijl ze groeien. Een logaritmische spiraal is zelfgelijkend, wat betekent dat de vorm van de spiraal consistent blijft, zelfs als hij uitzet. Dankzij de inherente eigenschappen van de logaritmische spiraal behoudt het madeliefje zijn algemene geometrische structuur tijdens zijn groei.

Vergelijkbare patronen zijn te vinden in ananassen, bloemkool en Romanesco broccoli. De schubben van een ananas zijn ingewikkeld gerangschikt in spiralen die de getallen van Fibonacci volgen, met over het algemeen 8 spiralen in de ene richting en 13 in de tegenovergestelde richting, waarbij elke schaal zorgvuldig gepositioneerd is op ongeveer de gouden hoek. Op dezelfde manier zijn de roosjes van bloemkool gewikkeld in 5 spiralen in de ene richting en 8 in de andere, wat dezelfde numerieke volgorde weerspiegelt. Bij Romanesco broccoli zijn de roosjes gerangschikt in 13 spiralen in de ene richting en 21 in de andere richting.

De Fibonacci-getallen in ananassen zijn terug te vinden in de schikking van hun ogen. Deze ogen zijn georganiseerd in spiralen die de getallen van Fibonacci volgen, en vormen meestal drie verschillende sets spiralen. Meestal vind je 8 spiralen die in de ene richting opstijgen, 13 in de tegenovergestelde richting en soms 21 in een andere richting, waarbij elke set overeenkomt met opeenvolgende Fibonacci-getallen. Dit patroon zorgt voor een efficiënte verpakking en maximaliseert de structurele integriteit van de vrucht. Door deze opstelling kan de ananas gelijkmatig groeien en voedingsstoffen gelijkmatig verdelen, wat de natuurlijke toepassing van Fibonacci-reeksen in de groei en

ontwikkeling van planten laat zien.

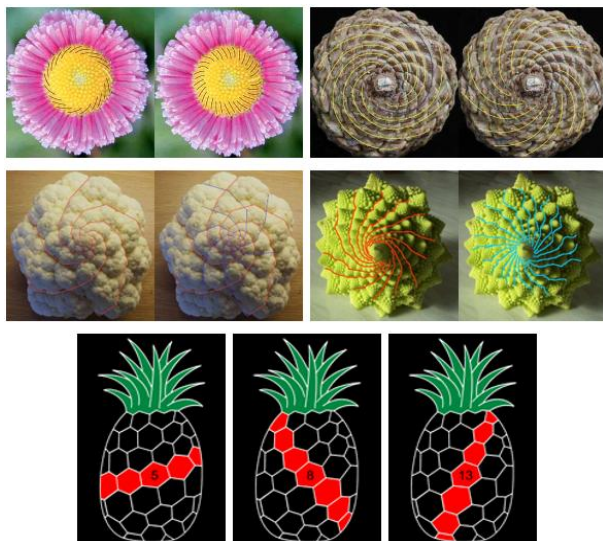


Fig. 3.30. Fibonacci-reeks en logaritmische spiraal gevonden in planten

De groeicurve die een logaritmische spiraal volgt, komt niet alleen voor bij planten, maar ook bij mensen en andere dieren. Voorbeelden zijn de menselijke pinna, het slakkenhuis in het oor, menselijke vingers, de staart van een zeepaardje, de hoorns van een berggeit en de schelpen van verschillende slakken, waaronder de nautilus. Als deze groeipatronen geen logaritmische spiraal zouden volgen, zouden ze niet in staat zijn om hun karakteristieke vorm te behouden terwijl ze blijven groeien, waardoor ze uiteindelijk hun aparte functionaliteit en unieke structurele integriteit zouden verliezen.

Als het groeipatroon van het slakkenhuis bijvoorbeeld geen logaritmische spiraal zou volgen, zou dit het vermogen om geluid efficiënt te verwerken aanzienlijk beïnvloeden. De logaritmische spiraal zorgt voor een gradiënt van frequenties die over de lengte gedetecteerd worden, met hoge frequenties aan de basis en lage frequenties aan de top. Afwijkingen van dit patroon kunnen resulteren in ongelijke afstanden tussen de frequentiedetectiegebieden, wat kan

leiden tot slechthorendheid of problemen met het onderscheiden van verschillende geluidsfrequenties. Deze precieze ordening is essentieel voor de rol van het slakkenhuis bij het omzetten van geluidsgolven in neurale signalen, waardoor nauwkeurige auditieve waarneming mogelijk is.

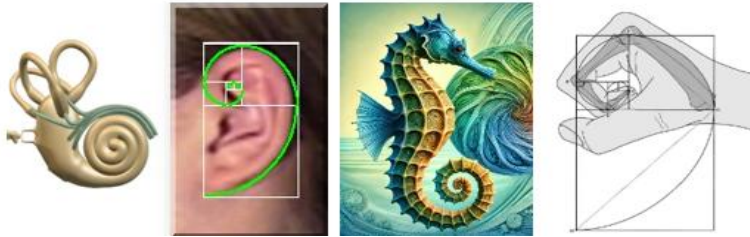


Fig. 3.31. Slakkenhuis, oor, zeepaardje en handknokkelbeen

Er zijn veel fractale patronen te vinden in de natuur, waaronder de vertakkingspatronen van varens en bomen, de structuur van varenbladeren, de rangschikking van roosjes in bloemkool, broccoli en Romanesco broccoli, het wortelsysteem van veel planten en dennenappels.



Fig. 3.32. Fractals gevonden in varens en romaanse broccoli

Fractale patronen zijn ook aanwezig in biologische systemen. De vertakking van bloedvaten, van grote slagaders tot de kleinste haarvaten, volgt fractale patronen. De fractale structuur maximaliseert het oppervlak voor de uitwisseling van voedingsstoffen en gassen en

minimaliseert de energie die nodig is om bloed door het lichaam te pompen. De fractale vertakkingen zorgen ervoor dat elke cel voldoende wordt voorzien van zuurstof en voedingsstoffen. Bovendien draagt de fractale aard van bloedvaten bij aan hun robuustheid en aanpassingsvermogen. De zich herhalende patronen kunnen zich gemakkelijk aanpassen aan groei en herstel, waardoor een efficiënte circulatie behouden blijft ondanks veranderingen of schade.

Ook de menselijke ademhalingsystemen hebben fractale patronen. De structuur van de long bestaat uit de luchtpijp die zich vertakt in bronchi, die zich weer opsplitst in kleinere bronchiolen, uitmondend in alveoli waar gasuitwisseling plaatsvindt. Elke verdeling houdt fractale patronen in stand. Deze fractale architectuur maximaliseert het oppervlak, dat zo groot is als de grootte van een tennisbaan, voor gasuitwisseling terwijl het volume dat door de longen wordt ingenomen, wordt geminimaliseerd. Door een fractaal patroon te volgen, kunnen de longen efficiënt zuurstof aan de bloedsomloop leveren en kooldioxide uitdrijven, waardoor de ademhalingsfunctie wordt geoptimaliseerd.

De aanwezigheid van wiskundige patronen zoals de gulden hoek, de Fibonacci-reeks en fractals in de natuur en biologische systemen daagt het idee van willekeurige mutaties en natuurlijke selectie uit. De optimale afstand tussen bladeren in de gulden hoek en de efficiëntie van de Fibonacci-reeks bij het rangschikken van zaden wijzen bijvoorbeeld op een doelbewust ontwerp om het gebruik van hulpbronnen te maximaliseren. De gelijkvormige complexiteit van fractals in structuren zoals bloedvaten en plantenwortels duidt op een verfijnd organisatieniveau dat niet bereikt kan worden door willekeurige processen. De complexiteit, precisie en universele aanwezigheid van deze structuren wijzen eerder op een vooraf bepaald intelligent ontwerp dan op een ongericht evolutionair proces.

4. Uitnodiging voor het Evangelie

"Als ik kijk naar uw hemelen, het werk van uw vingers, de maan en de sterren, die u op hun plaats hebt gezet,

wat is de mensheid dat u aan hen denkt, mensen dat u voor hen zorgt?

U hebt hen iets lager gemaakt dan de engelen en hen gekroond met glorie en eer.

U hebt hen heersers gemaakt over de werken van uw handen; u hebt alles onder hun voeten gelegd:

alle kudden en kudden en de wilde dieren,

de vogels in de lucht, en de vissen in de zee, allen die de paden van de zeeën bewandelen.

HEER, onze Heer, hoe majestueus is uw naam op heel de aarde!"
(Psalm 8:3-9)

De bovenstaande Bijbelverzen weerspiegelen prachtig het ontzag en de verwondering over de schepping, waarbij de majesteit van de hemelen en het ingewikkelde ontwerp van het universum als bewijs van de Schepper worden erkend. In deze verzen verwondert de psalmist zich over de maan, de sterren en de enorme uitgestrektheid van de hemel die God op zijn plaats heeft gezet, waarbij hij de opzettelijke en doelbewuste scheppingsdaad erkent. Het creationisme baseert zich op dit gevoel van verwondering en beweert dat de complexiteit en orde in de natuur niet het resultaat zijn van willekeurig toeval, maar van een opzettelijk ontwerp door de goddelijke Schepper. De reflectie van de psalmist over de kleinheid van de mens in vergelijking met de grootsheid van de kosmos benadrukt het geloof dat, ondanks de uitgestrektheid van het universum, God ervoor heeft gekozen om ons te kronen met glorie en eer, door ons heerschappij te geven over de werken van zijn handen. Deze diepgaande relatie tussen God en de mensheid wijst op Zijn diepe liefde voor ons en Zijn verlangen dat we in gemeenschap met Hem leven.

In dit hoofdstuk wil ik het evangelie introduceren, dat onthult hoe Gods liefde en verlangen naar gemeenschap met ons vervuld worden door Jezus Christus en ons de mogelijkheid biedt om met Hem verzoend te worden en in de volheid van Zijn genade te leven. Voor degenen die nog steeds worstelen met het geloof in het bestaan van God zoals dat door het universum en de hele schepping wordt geopenbaard, wil ik ook graag de weddenschap van Pascal presenteren.

Blaise Pascal was een 17e-eeuwse Franse filosoof, wiskundige, natuurkundige en schrijver die bekend staat om zijn filosofische beschouwingen over de menselijke natuur en het geloof, vooral in zijn werk 'Pensées'. Hij presenteerde een filosofisch argument over het bestaan van God genaamd Pascal's Wager. Pascal stelt dat het een rationele beslissing is om te leven alsof God bestaat, want als God bestaat, wint de gelovige eeuwig geluk, terwijl als God niet bestaat, het verlies te verwaarlozen is. Omgekeerd, als je leeft alsof God niet bestaat en je hebt het mis, dan is het potentiële verlies immens, inclusief eeuwig lijden, terwijl de winst als je het goed hebt minimaal is. Daarom concludeert Pascal dat geloven in God de veiligere en voordeligere 'weddenschap' is.

	God bestaat	God bestaat niet
Geloof in God	Eeuwige vreugde (hemel)	Er gebeurt niets
Geloof niet in God	Eeuwig lijden (hel)	Er gebeurt niets

Tabel 4.1. Weddenschap van Pascal

Tot nu toe hebben we een uitgebreide discussie gehad over schepping en evolutie, waarbij we het bestaan van God hebben erkend. Als je deze waarheid erkent, dan presenteert de weddenschap van Pascal twee duidelijke keuzes: eeuwige vreugde (hemel) of eeuwig lijden (hel). Iedereen wil de eerste optie kiezen en niemand wil de

tweede kiezen. In dit stadium twijfel je misschien aan het bestaan van de hemel, maar de hemel bestaat echt. In 2 Korintiërs deelt de apostel Paulus een diepgaande en mysterieuze ervaring die een blik werpt op het bestaan van de hemel. Hij schrijft:

"Ik ken een man in Christus die veertien jaar geleden werd opgenomen in de derde hemel. Of hij in of uit het lichaam was weet ik niet - God weet het. En ik weet dat deze man - in het lichaam of uit het lichaam, dat weet ik niet, maar God weet het - werd opgenomen in het paradijs en onuitsprekelijke dingen hoorde, dingen die niemand mag vertellen." (2 Korintiërs 12:2-4)

Het verslag van Paulus suggereert dat de hemel, of de 'derde hemel', een rijk van onbeschrijflijke schoonheid en goddelijke aanwezigheid is, dat verschilt van onze aardse ervaring. Deze 'derde hemel' wordt beschouwd als het hoogste deel van de hemel, een plaats van ultieme geestelijke werkelijkheid en gemeenschap met God. De 'onuitsprekelijke dingen' die Paulus daar hoorde, geven aan dat de ervaringen en waarheden van de hemel het menselijk begrip en de menselijke taal te boven gaan.

Deze passage verzekert gelovigen van de realiteit van de hemel en de diepgaande, transcendente aard ervan, en biedt hoop en een belofte van de goddelijke mysteries die na ons aardse bestaan wachten. Paulus' visioen dient als een krachtig bewijs voor het bestaan van een hemels paradijs, een plaats die God heeft bereid voor hen die van Hem houden.

De hemel staat open voor iedereen die in Jezus Christus gelooft. Jezus Christus kwam naar de aarde om de mensheid te redden van de zonde. Jezus is een historisch figuur. Onze geschiedenis is verdeeld in voor Christus en na Christus (Anno Domini, wat Latijn is voor 'in het jaar van onze HEER'). Zoals in de vier Evangelieboeken staat, verrichtte Jezus tijdens Zijn bediening talloze wonderen, waarmee Hij Zijn goddelijke kracht en mededogen demonstreerde. Hij genas zieken, zoals de genezing van een melaatse (Matteüs 8:1-4) en het herstel van

het gezichtsvermogen van blinden (Johannes 9:1-7). Hij verrichtte ook wonderen in de natuur, waaronder het kalmeren van een storm (Marcus 4:35-41) en het lopen over water (Matteüs 14:22-33). Daarnaast wekte Jezus doden op, in het bijzonder Lazarus (Johannes 11:1-44), en vermenigvuldigde Hij broden en vissen om duizenden mensen te voeden (Matteüs 14:13-21). Deze wonderen bevestigden Zijn identiteit als de Zoon van God en brachten velen hoop en geloof.

Als je in Jezus wilt geloven en zeker wilt weten dat je naar de hemel gaat, kun je deze stappen volgen op basis van de kernprincipes van het christelijk geloof:

Erken dat je een zondaar bent die Gods vergeving nodig heeft. Zonde omvat godslastering, trots, hebzucht, lust, toorn, afgoderij, overspel, diefstal, liegen, bedrog, haat, gokken, dronkenschap en drugsmisbruik en nog veel meer - niemand is er vrij van. Deze zonde heeft onze gemeenschap met God verbroken, waardoor er een kloof tussen ons en Hem is ontstaan. De Bijbel zegt,

"Want allen hebben gezondigd en komen te kort voor de heerlijkheid van God" (Romeinen 3:23).

Geloof dat Jezus Christus de Zoon van God is die voor je zonden stierf en opstond.

"Want God had de wereld zo lief dat hij zijn enige Zoon heeft gegeven, opdat iedereen die in hem gelooft niet verloren gaat, maar eeuwig leven heeft." (Johannes 3:16)

Belijd je zonden aan God en keer je ervan af.

"Indien wij onze zonden belijden, Hij is getrouw en rechtvaardig en zal ons onze zonden vergeven en ons reinigen van alle ongerechtigheid." (1 Johannes 1:9)

Nodig Jezus uit in je leven om je Redder en HEER te zijn. Dit betekent

dat je Hem moet vertrouwen voor je verlossing en dat je jezelf moet verplichten om Hem te volgen.

"Maar aan allen die hem hebben aangenomen, aan hen die in zijn naam geloofden, heeft hij het recht gegeven om kinderen van God te worden." (Johannes 1:12)

Hier is een eenvoudig gebed dat je kunt zeggen om je geloof en toewijding aan Jezus uit te drukken:

"Ik kom voor U en erken mijn zonden en mijn behoefte aan Uw genade. Ik geloof dat Jezus voor mijn zonden is gestorven en is opgestaan om mij nieuw leven te geven. Ik accepteer Hem als mijn HEER en Verlosser en geef mijn hart en leven aan U over. Vergeef me, reinig me en leid me door Uw Geest. Help me om trouw te leven, wandelend in Uw liefde en doel. Dank U voor Uw genade en verlossing. In Jezus' naam, Amen."

Nadat je Jezus hebt aanvaard, is het belangrijk om te groeien in je nieuwe geloof. Lees regelmatig de Bijbel, bid en zoek een plaatselijke kerk waar je deel kunt uitmaken van een gemeenschap van gelovigen die je zullen steunen en bemoedigen.

Laat je geloof zien door je daden door anderen lief te hebben, je geloof te delen en te leven volgens de leer van Jezus.

"Hieraan zal iedereen weten dat jullie mijn leerlingen zijn, als jullie elkaar liefhebben." (Johannes 13:35)

In Jezus geloven en je leven aan Hem toevertrouwen is de basis van het christelijk geloof en de weg naar het eeuwige leven in de hemel.

"Geloof in de Heer Jezus, en u zult gered worden - u en uw gezin!" (Handelingen 16:31)

Erkenningen

Ik wil mijn oprechte dankbaarheid uitspreken aan Rev. Hwan-Chull Park van de Bridge Church, die het hele ontwerp zorgvuldig heeft doorgelezen en nauwgezette herzieningen en noodzakelijke toevoegingen heeft gemaakt.

Ik ben ook Ds. Yong-Cheol Kim, Ds. Jong-Kug Kim, Zendeling Kyoung Kim en Mevr. Hyun-Ah Kim heel dankbaar voor het inspireren van de publicatie van dit boek door vele gesprekken over de Bijbel en astronomie.

Daarnaast wil ik Dr. en Rev. Jun-Sub Im van BLOO-gene Korean Church in Charlottesville, Dr. Kyoung-Joo Choi van Arcturus Therapeutics en Dr. Chi-Hoon Park van Korea Research Institute of Chemical Technology hartelijk bedanken voor het lezen van het manuscript en het geven van waardevolle feedback.

Speciale dank gaat uit naar mijn zonen Samuel en Daniel voor hun hulp bij het beeldwerk.

Aan het eind van de 19e en het begin van de 20e eeuw arriveerden ongeveer 150 tot 200 Amerikaanse zendelingen in Korea, die de basis legden voor christelijke evangelisatie, onderwijs en medische missies. Hun inspanningen speelden een cruciale rol in de verspreiding van het evangelie in het hele land en hadden uiteindelijk ook invloed op mijn leven. Door de genade van Jezus ontving ik redding en werd ik lid van de familie van het geloof. Ik wil graag van deze gelegenheid gebruik maken om mijn oprechte dankbaarheid uit te drukken voor hun toewijding en service.

Alle eer aan God!

Image Credit

1. The Creation of the Universe

Fig. 1.1: NASA/JPL, Fig. 1.2: Hubble Heritage Team, Fig. 1.3: R. Hurt/JPL-Caltech/NASA, Fig. 1.4: Hubble/NASA/ESA, Fig. 1.5: Wikipedia/R. Powell, Fig. 1.6: Wikimedia/D. Leinweber, Fig. 1.7: NASA/CXC/M. Weiss(left), NASA/D. Berry (right), Fig. 1.8: Stellarium, Fig. 1.9: Physics Forums, Fig. 1.10: NASA/JPL-Caltech (left), A. Sarangi, 2018, SSR, 214, 63 (right), Fig. 1.11: Wikimedia/ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) (left), T. Müller (HdA/MPIA)/G. Perotti (The MINDS collaboration)/M. Benisty (right), Fig. 1.12: TASA Graphic Arts, Inc., Fig. 1.14: Jon Therkildsen, Fig. 1.15: www.neot-kedumim.org.il

2. God's Masterpiece, the Earth

Fig. 2.1: R. Narasimha, Fig. 2.3: NASA, Fig. 2.4: NASA/Goddard/Aaron Kaase, Fig. 2.6: Wikimedia, Fig. 2.7: Linda Martel, Fig. 2.8: Wikimedia, Fig. 2.9: NASA/ESA/H. Weaver & E. Smith (left), NASA/HST Comet Team (right), Fig. 2.10: Wikimedia/M. Bitton, Fig. 2.11: Wikimedia/John Garrett, Fig. 2.12: UK Foreign and Commonwealth Office, Fig. 2.13: Wikipedia, Fig. 2.16: Wikipedia/G. Taylor, Fig. 2.17: NASA/Caltech

3. Creation or Evolution?

Fig. 3.1: Wikipedia/Yassine Mrabet, Fig. 3.2: OpenEd/Christine Miller , Fig. 3.3: Wikipedia/LadyofHats, Fig. 3.4: Wikipedia/Messer Woland & Szczepan (left), Wikipedia/LadyofHats (right), Fig. 3.5: J.E. Duncan & S.B. Goldstein, Fig. 3.6: Wikipedia/Fiona 126, Fig. 3.7: NASA, Fig. 3.8: R. Cui, Fig. 3.9: Wikipedia/Ansgar Walk, Fig. 3.10: The Whisker Chronicles, Fig. 3.11: Encyclopedia Britanica Inc., Fig. 3.12: Wikipedia, Fig. 3.13: Wikipedia/LadyofHats, Fig. 3.14: Wikipedia/J.J. Corneveaux, Fig. 3.15: Smithsonian Institution, Fig. 3.17: NRAO/AUI/NSF (left), Wikipedia/Colby Gutierrez-Kraybill (right), Fig. 3.18: Wikipedia/MikeRun, Fig. 3.20 - Fig. 3.23: Shueisha, Inc./Obara Takuya, Fig. 3.24: Wikipedia/Pinakpani, Fig. 3.25: Wikipedia/Dicklyon, Fig. 3.26: Wikipedia/Stannered (1st img), Dicklyon (2nd img), Morn the Gom (3rd img), Eequor (4th img), Fig. 3.27: M. Kitazawa/J. Plant Res., Fig. 3.28: S.R. Rahaman, Fig. 3.30: Jill Britton

(pineapple), Fig. 3.32: Wikipedia/Farry (left), Wikimedia/Ivar Leidus (right).

References

1. The Creation of the Universe

- 제자원 (2002), Oxford Bible Encyclopedia, *Bible Textbook Co.*, Genesis Chap. 1-11.
- Another universe existed before Big Bang? 우주먼지의
현자타임즈, 2/24/2024,
<https://www.youtube.com/watch?v=RckLkaVzFe0>
- A Big Ring on The Sky: AAS 243rd Press conference. Alexia M. Lopez, 1/11/2024, <https://www.youtube.com/watch?v=fwRJGalcX6A>
- Bogdan, A., et al. (2024), 'Evidence for heavy-seed origin of early supermassive black holes from a $z \approx 10$ X-ray quasar', *Nature Astronomy*, 8, 126.
- Bonanno, A., & Fröhlich, H.-E. (2015), 'A Bayesian estimation of the helioseismic solar age', *Astronomy & Astrophysics*, 580, A130.
- Karim, M. T., & Mamajek, E. E. (2017), 'Revised geometric estimates of the North Galactic Pole and the sun's height above the Galactic mid-plane', *MNRAS*, 465, 472.
- Lopez, A. M., et al. (2022), 'Giant Arc on the sky', *MNRAS*, 516, 1557.
- Lopez, A. M., Clowes, R. G., & Williger, G. M. (2024), 'A Big Ring on the Sky', *JCAP*, 07, 55.
- Lyra, W., et al. (2023), 'An Analytical Theory for the Growth from Planetesimals to Planets by Polydisperse Pebble Accretion', *The Astrophysical Journal*, 946, 60.
- Penrose, R. (2016), *The Emperor's New Mind*, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Perotti, G., et al. (2023), 'Water in the terrestrial planet-forming zone of the PDS 70 disk', *Nature*, 620, 516.
- Sandor, Zs., et al. (2024), 'Planetesimal and planet formation in transient dust traps', *Astronomy & Astrophysics*, in press.
- Schiller, M., et al. (2020), 'Iron isotope evidence for very rapid accretion and differentiation of the proto-earth', *Science Advances*, 6, 7.

- Tonelli, G. (2019), *Genesis: The story of how everything began*, Farrah, Straus and Giroux, New York, pp 19-44
- Tryon, E. P. (1973), 'Is the Universe a vacuum fluctuation', *Nature*, 246, 396.
- Vorobyov, E. I., et al. (2024), 'Dust growth and pebble formation in the initial stages of protoplanetary disk evolution', *Astronomy & Astrophysics*, 683, A202.
- Yi, S., et al. (2001), 'Toward Better Age Estimates for Stellar Populations: The Y2 Isochrones for Solar Mixture', *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 136, 417.

2. God's Masterpiece, the Earth

- Comins, N. F. (1993), *What If the Moon Didn't Exist?* HarperCollins Publishers Inc., New York, NY.
- Gonzalez, G. & Richards, J. W. (2004), *The privileged planet: How Our Place in the Cosmos Is Designed for Discovery*, Regnery Publishing, Inc.
- Lineweaver, C. H., et al. (2004), 'The Galactic Habitable Zone and the Age Distribution of Complex Life in the Milky Way', *Science*, 303 (5654), 59.
- Lüthi, D. et al. (2008), 'High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000 - 800,000 years before present', *Nature*, 453, 379.
- Narasimha, R., et al. (2023), 'Making Habitable Worlds: Planets Versus Megastructures', *arXiv:2309.06562*.
- OpenAI. (2024), *ChatGPT* (4o) [Large language model], <https://chatgpt.com>
- Ward, Peter D. & Brownlee, Donald (2000), *Rare Earth: Why Complex Life is Uncommon in the Universe*, Copernicus Books (Springer Verlag).

3. Creation or Evolution?

- Abelson, P. H. (1966), 'Chemical Events on the Primitive Earth', *Proc*

- Nat Acad Sci*, 55, 1365.
- Behe, M. J. (2006). *Darwin's black box: The biochemical challenge to evolution*. Free Press.
- Behe, M. J. (2020). *Darwin devolves: The new science about DNA that challenges evolution*. HarperOne.
- Bernhardt, H. S. (2012), 'The RNA world hypothesis: the worst theory of the early evolution of life (except for all the others)', *Biology Direct*, 7, Article number: 23.
- Chyba, C. F., & Sagan, C. (1992), 'Endogenous production, exogenous delivery and impact-shock synthesis of organic molecules: An inventory for the origins of life'. *Nature*, 355, 125.
- Cui, R., 'The transcription network in skin tanning: from p53 to microphthalmia',
<https://www.abcam.com/index.html?pageconfig=resource&rid=11180&pid=10026>
- Dembski, W. A., & Ewert, W. (2023). *The design inference: Eliminating chance through small probabilities*. Discovery Institute.
- Danielson, M. (2020), 'Simultaneous Determination of L- and D- Amino Acids in Proteins', *Foods*, 9 (3), 309.
- Fabre, J.-H. (2015), *The Mason -Bees (Perfect Library)*, CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Higgins, M. (2014), 'Bear evolution 101', *The Whisker Chronicles*,
<https://thewiskerchronicles.com/2014/01/03/bear-evolution-101/>
- Kasting, J. F. (1993). 'Earth's Early Atmosphere.' *Science*, 259(5097), 920.
- Maslin, M. (2016), 'Forty years of linking orbits to ice ages', *Nature*, 540 (7632), 208.
- Miller, S. L. (1953), 'A Production of Amino Acids under Possible Primitive Earth Conditions', *Science*, 117, 528
- Mumma, M. M., et al. (1996), 'Detection of Abundant Ethane and Methane, Along with Carbon Monoxide and Water, in Comet

- C/1996 B2 Hyakutake: Evidence for Interstellar Origin', *Science*, 272 (5266), 1310.
- OpenAI. (2024), *ChatGPT* (4o) [Large language model], <https://chatgpt.com>
- Park, Chi Hoon (2024), 'Stop codon points to GOD', Proceedings of the 20th Anniversary KRAID Symposium
- Pinto, J. P., Gladstone, G. R., & Yung, Y. L. (1980), 'Photochemical Production of Formaldehyde in Earth's Primitive Atmosphere', *Science*, 210, 183.
- Pinto, O. H., et al. (2022), 'A Survey of CO, CO₂, and H₂O in Comets and Centaurs', *Planet. Sci. J.*, 3, 247.
- Russo, D., et al. (2016), 'Emerging trends and a comet taxonomy based on the volatile chemistry measured in thirty comets with high resolution infrared spectroscopy between 1997 and 2013', *Icarus*, 278, 301.
- Sanjuán, R., Moya, A., & Elena, S. F. (2004), 'The distribution of fitness effects caused by single-nucleotide substitutions in an RNA virus', *Proc Natl Acad Sci*, 101(22), 8396.
- Trail, D., et al. (2011), 'The oxidation state of Hadean magmas and implications for early Earth's atmosphere', *Nature*, 480, 79.
- Urey, H. C. (1952). 'On the Early Chemical History of the Earth and the Origin of Life.' *Proc Natl Acad Sci*, 38(4), 351.
- Wikipedia, Mutation (Distribution of fitness effects).
- Wikipedia, Visual phototransduction.
- Yang, P.-K. (2016), 'How does Planck's constant influence the macroscopic world?', *Eur. J. Phys.*, 37, 055406.
- Zahnle, K. J. (1986), 'Photochemistry of methane and the formation of hydrocyanic acid (HCN) in the Earth's early atmosphere', *J. Geophys Res*, 91, 2819.

About the Author

Dr. Dongchan Kim earned his B.S. in Astronomy from Yonsei University in Seoul, Korea, and his Ph.D. in Astronomy from the University of Hawaii. After completing his doctoral studies, he pursued astronomical research at several institutions, including NASA's Jet Propulsion Laboratory/Caltech, Seoul National University, and the University of Virginia.

Dr. Kim's research focuses on luminous infrared galaxies (LIRGs), ultraluminous infrared galaxies (ULIRGs), quasars, and recoiling supermassive black holes.

He is affiliated with the National Radio Astronomy Observatory in Charlottesville, Virginia, USA.

The English version of this book was published under the title '**DIVINE GENESIS: Exploring Creation through Astronomy and Biology**' on Amazon USA. The PDF version of this book, along with translations in multiple languages, can be downloaded from divine-genesis.org.