

Wim Lintzen

Cursus

De grote vragen van de Kosmos

Deel 4

Vele heelallen of één heelal?

Of een heelal dat zichzelf verklaart?

Cursus grote vragen Kosmos

INDELING CURSUS

1. De inventaris van het heelal
2. De methode van de wetenschap
3. Het nieuwe paradigma van de kosmologie
4. Vele heelallen of één heelal?
Of een heelal dat zichzelf verklaart

Cursus grote vragen Kosmos

Deel 4 van de cursus:

met als onderwerpen:

1. De vraag naar het bestaan
2. Vele heelallen?
3. Een uniek heelal?
4. Een zichzelf verklarend heelal?

Cursus grote vragen Kosmos

1. DE VRAAG NAAR HET BESTAAN

- De grote vraag en nieuwe vragen
- De gedachte van Paul Davies
- Een diepere connectie
- Fine tuning
- Complexiteit

Cursus grote vragen Kosmos

Waarom bestaat er überhaupt een heelal?

1. Omdat dit een heelal is uit vele.
2. Omdat dit het enige heelal is, onderworpen aan unieke, eeuwige en absolute natuurwetten.
3. Omdat het heelal ontworpen is.
4. Omdat er intelligente waarnemers zijn die het bestaan van een heelal kunnen bevestigen.
5. Omdat het heelal zichzelf verklaart/creëert, inclusief zijn wetten.
6. Puur door toeval

Cursus grote vragen Kosmos

- De antwoorden op de vraag ‘Waarom bestaat er een heelal?’ leveren tegelijk weer vragen op:
- Waarom bestaan er vele heelallen?
- Waarom bestaat er een uniek heelal?
- Waarom bestaat er een zelfverklarend heelal?
- ***En er rijzen nieuwe vragen:***
- Wat is de rol van informatie in de kosmos?
- Waar komt de complexiteit vandaan?

Cursus grote vragen Kosmos

- Achter deze vragen liggen nog **diepere vragen** die te maken hebben met **wetenschap én filosofie**
- Waar komen de natuurwetten vandaan?
- Waarom zijn deze wetten precies goed voor leven en intelligentie?
- Wat is de ‘werkelijkheid’ van het heelal?
- **Wat is überhaupt ‘bestaan’?**

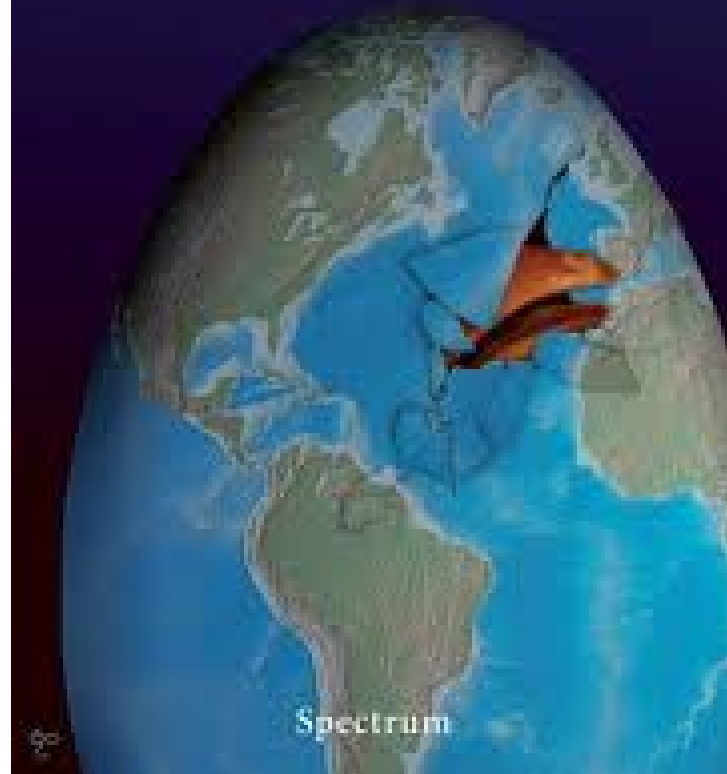
Cursus grote vragen Kosmos

- Ik volg in dit laatste deel van de cursus een gedachte die ontwikkeld is door de kosmoloog Paul Davies in zijn boek:
 - *Perfect Universe*
- Dit boek is helaas moeilijk meer te krijgen, maar in het Engels bestaan er twee versies:
 - *The Goldilocks Enigma*
 - *Cosmic Jackpot*

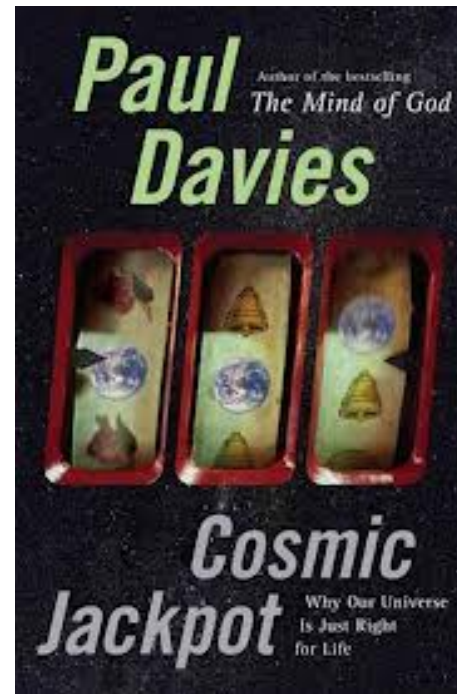
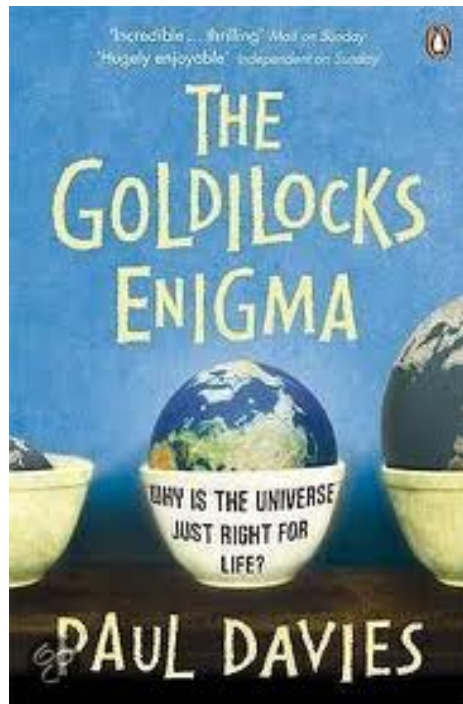
PERFECT UNIVERSUM

Waarom er leven is op aarde

PAUL DAVIES



De Engelse versies van het boek van Paul Davies,
waarin de vraag naar het 'bestaan' van
heelal en leven centraal staat



Cursus grote vragen Kosmos

- Paul Davies stelt de vraag
 - Waarom het 'bestaan'?
- **En hij vertaalt die vraag naar een fysische context:**
- Het bestaan, het zijn van de dingen; waar komt dat vandaan?
- Wat is er überhaupt nodig om dingen te laten bestaan?

Cursus grote vragen Kosmos

- En hij constateert dan:
- Voor het bestaan van dingen is nodig dat er **wetten** en **materie** aanwezig zijn
- Maar dat is niet genoeg; de zaak moet ook in beweging komen
- Door energie toe te voegen komen de dingen tot leven, ze gaan 'bestaan'
- Dus bestaan vereist ook **beweging** en **energie**

Cursus grote vragen Kosmos

- Wetten, materie, energie en beweging (ruimte en tijd) zijn de elementen of ingrediënten waar kosmologen mee aan de slag gaan
- Maar volgens Paul Davies is er nog iets meer vereist, willen dingen (kunnen) bestaan
- Voor het bestaan van dingen is ook nodig dat ze worden waargenomen
- Als er geen intelligente waarnemers zijn, hoe kun je dan weten of het heelal bestaat?
- **Hangt 'bestaan' niet samen met 'kennis'?**

Kunnen kennis en bestaan eigenlijk wel los van elkaar 'gezien' worden?



Cursus grote vragen Kosmos

- Paul Davies wil zijn stelling uitdrukkelijk formuleren *in fysische zin*:
- Er moet een bepaalde (diepere, fysische) **connectie zijn tussen kosmos, leven en intelligentie**
- De connectie legt een link tussen materie, informatie en complexiteit
- De connectie heeft een fysische vorm doordat 'kennis' en 'informatie' liggen opgeslagen in complexe materie, **bijvoorbeeld in DNA!**

Cursus grote vragen Kosmos

- En dat leidt tot de voorlopige conclusie:
- Voor het bestaan van (complexe) dingen is ook **informatie** nodig
- Het heelal kan beschikken over wetten en materie, over beweging en energie
- Maar als het heelal niet beschikt over informatie (in welke vorm dan ook), dan kunnen de dingen überhaupt niet bestaan

Cursus grote vragen Kosmos

- **FINE TUNING**
- Er is in de kosmologie een bijzondere discussie gaande rondom het thema 'informatie'
- Er is namelijk een merkwaardige vraag:
- **Hoe kan het dat het heelal zo enorm nauwkeurig is afgesteld?**
- Het heelal is qua geometrie volkomen vlak!!!
- Maar een open of gesloten heelal ligt veel eerder voor de hand! **En met konsekwenties!**

Cursus grote vragen Kosmos

- **De fatale alternatieven:**
 - a) iets teveel materie ($\Omega > 1$: een gesloten heelal) en de uitdijing gaat al gauw **te langzaam**; alles klontert aan elkaar
 - b) iets te weinig materie ($\Omega < 1$: een open heelal) en de uitdijing gaat al gauw **te hard**; de materie kan niet bij elkaar komen
- **Als deze dingen gebeuren, kunnen wij dus niet tot 'bestaan' komen!**

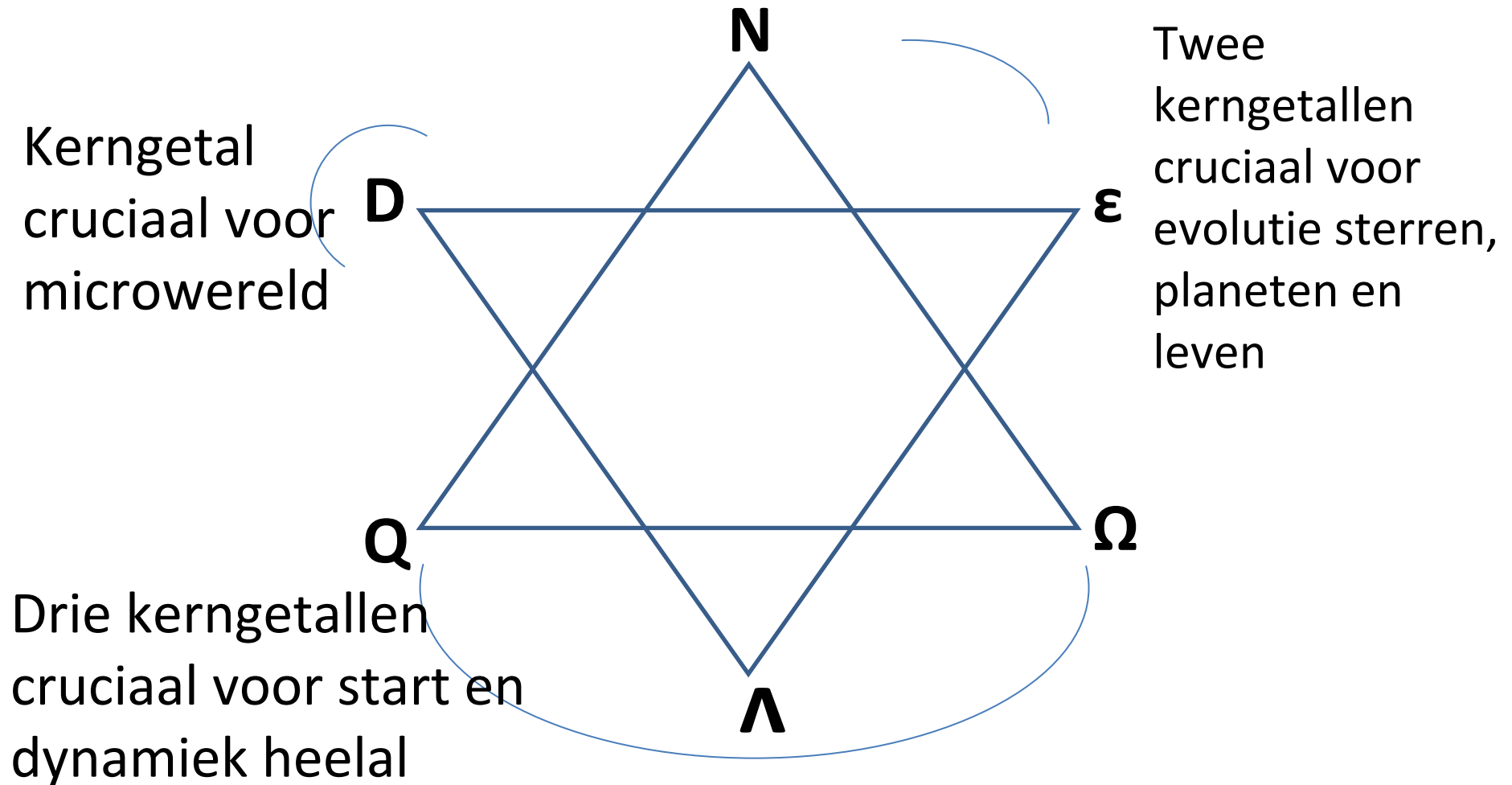
Cursus grote vragen Kosmos

- Blijkbaar geldt:
- De uitdijing van het heelal is **precies goed**
- De uitdijing is nodig om **precies genoeg ruimte (niet te veel, niet te weinig)** te creëren, ruimte voor de materie om zich te kunnen vormen tot allerlei (complexe) structuren zoals sterren, planeten, leven en hersenen
- Ruimte dus die nodig is, **zodat deze structuren *überhaupt* kunnen bestaan**

Cursus grote vragen Kosmos

- Deze uiterst subtiele en cruciale afstelling van het heelal wordt 'fine tuning' genoemd
- Blijkbaar kan alleen in een vlak heelal met de juiste uitdijing leven ontstaan
- Waren de wetten en parameters ook maar iets anders, dan zou dit heelal waarin we leven, niet bestaan
- **Wie of wat zit er achter de knoppen?**

De zes parameters (**knoppen**) die het heelal aansturen;
zouden deze getallen iets anders zijn, dan hadden we een
heel ander heelal gekregen >> **het belang van fine-tuning!**



Bron: Martin Rees, Just six numbers

Waarde en betekenis van de zes parameters die het heelal beheersen

N = 10^{32} = de elektrische kracht / de zwaartekracht

ϵ = 0,7% = de kracht waarmee atoomkernen samenballen

Ω = 100% = de dichtheid van energie en materie in heelal

Λ = 10^{-120} = de donkere energie / de vacuüm-energie ≈ 0

Q = 10^{-5} = de mate van korreligheid in het jonge heelal

D = 3 = het aantal ruimtelijke dimensies in onze wereld

Cursus grote vragen Kosmos

- Een mogelijk antwoord op de vraag ‘Wie of wat zit er achter de knoppen?’ is het **antropisch principe** dat simpelweg stelt:
- Alleen een heelal dat waarnemers kan voortbrengen, kan uiteindelijk ook worden waargenomen
- De kosmos waarin wij ons bevinden, moet die bijzondere eigenschappen wel hebben, anders waren wij er niet geweest om ons er over te verbazen

Bron: Govert Schilling, Big Bang voor in je binnenzak



Cursus grote vragen Kosmos

- **COMPLEXITEIT**
- Eén van de meest bijzondere eigenschappen van het heelal is **het ontstaan (emergeren) van complexe structuren**
- De meest complexe structuur die we op dit moment kennen, is de structuur die zich bevindt in onze schedel:
- **De menselijke hersenen**

De menselijke hersenen als het meest complexe **informatieverwerkingsysteem**



Cursus grote vragen Kosmos

- Maar zou het niet kunnen zijn dat juist het heelal **het meest complexe systeem** is van allemaal?
- Dus dat wij met onze hersenen slechts een uiting zijn van de **gigantische creativiteit** die in het heelal besloten ligt
- Een creativiteit die met name tot uitdrukking komt in de werking van complexiteit, d.w.z. in de **structuren van informatieverwerking**

Cursus grote vragen Kosmos

- Bij de vraag naar het bestaan hoort dus ook zonder meer de vraag:
- **Wat is onze plaats in het geheel van het heelal?**
- Zij wij hier toevallig?
- Of is onze komst als het ware **‘voorbestedemd’**, *niet in een religieuze zin*, maar **vanuit de mogelijkheden die energie, materie, informatie en complexiteit te bieden hebben?**

Cursus grote vragen Kosmos

- Zouden **leven en intelligentie** niet op de een of andere manier een relatie kunnen hebben met het heelal als geheel, d.w.z. met de **natuurwetten en natuurconstanten**
- Maar de grote vraag is dan hoe we die relatie kunnen bestuderen.
- Oftewel: wat is een 'goede' verklaring?
- Een verklaringsschema:

Heelal ==> ? <== Leven/intelligentie

Cursus grote vragen Kosmos

- Paul Davies gaat na welk heelal het beste beantwoordt aan de voorwaarden die hij met betrekking tot 'bestaan' heeft verzameld, te weten:
 - Wetten en materie
 - Energie en beweging
 - Waarneming en informatie
 - Complexiteit

Cursus grote vragen Kosmos

2. VELE HEELALLEN ?

- Antropisch principe
- Beeld van het multiversum
- Theorie en kritiek
- Complexiteit

Cursus grote vragen Kosmos

Antropisch principe

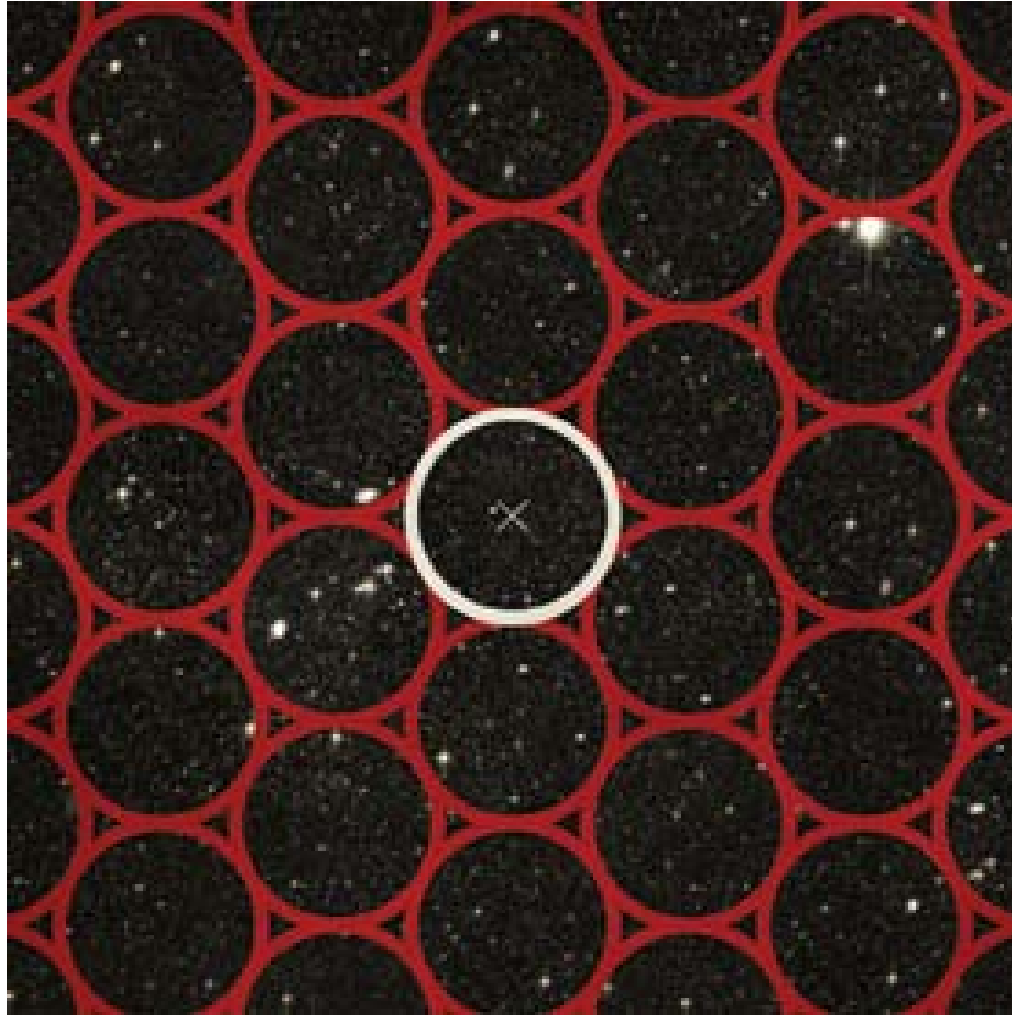
- Het idee van vele heelallen beantwoordt aan **het zwakke antropisch principe**
- De zwakke formulering luidt: van de vele universa die er bestaan, behoort het onze ***toevallig*** tot een groep waar de omstandigheden leven en intelligentie toelaten
- Het zwakke principe geeft een ***statistisch*** antwoord en is gebaseerd op een logische verklaring vanuit vele heelallen

Cursus grote vragen Kosmos

Beeld van het multiversum (1)

- De idee van het multiversum is op het ogenblik erg populair
- Het gaat in principe om twee mogelijkheden:
 1. Ons waarneembare heelal is slechts een regio-heelal binnen een veel groter heelal
 2. Ons heelal is één van een onnoemelijk aantal (mogelijke) heelallen die 'bestaan'

Ons heelal als deelregio in een gigantisch
(wellicht oneindig) heelal



Cursus grote vragen Kosmos

Beeld van het multiversum (2)

- Het lijkt wel of ***onze voorstelling*** op hol slaat als het gaat om de realiteit van een multiversum, het bestaan van vele heelallen
- Waarom voelen zoveel mensen zich thuis in een wereld met meerdere heelallen?
- Het antwoord is ***psychologisch***: een multiversum geeft ons het gevoel weer greep te krijgen op de geheimen van het heelal

Een fantastisch perspectief:
Het bestaan van meerdere heelallen!



Allerlei heelallen die door het niets zweven:
een begrijpelijk plaatje?



Cursus grote vragen Kosmos

Theorie en kritiek

- De eerste mogelijkheid lijkt reëel: we gaan steeds meer zien van 'het universum': over een miljard jaar kunnen we 14, 7 miljard jaar terugkijken
- De tweede mogelijkheid is enorm omstreden. Hier spelen allerlei speculatieve theorieën mee:
 - eeuwige inflatie
 - het snaarlandschap met 10^{500} combinaties van mogelijke wetten en constanten
 - gesimuleerde universums, geproduceerd door superintelligente beschavingen

Cursus grote vragen Kosmos

- Met de theorie van het multiversum kan de *biovriendelijkheid* van ons heelal op triviale wijze worden verklaard; nl.
- *door te verklaren dat ons heelal toevallig één van de zeldzame heelallen is met leven*
- Maar wat voor ‘verklaring’ is dit?
- Is dit eigenlijk wel ‘wetenschap’?
- Kan de multiversum theorie überhaupt worden getoetst?

Cursus grote vragen Kosmos

- De idee van 'vele heelallen' rekt het '**bestaan**' van dingen heel sterk op
- Zelfs het ondenkbare heelal kan bestaan, evenals het gesimuleerde heelal
- De multiversum theorieën houden geen rekening met *de betekenis van waarneming en informatie*
- En ze zien de *fine-tuning* als *triviaal*

Cursus grote vragen Kosmos

- Als het gaat om **theorievorming**, dan laat het idee van het multiversum eigenlijk weinig kracht zien
- We moeten nu voor elk heelal een apart inflatieproces berekenen
- En de wetten verschillen per heelal en moeten steeds als 'gegeven' worden beschouwd
- Kortom, zoveel levert deze theorie nu ook weer niet op

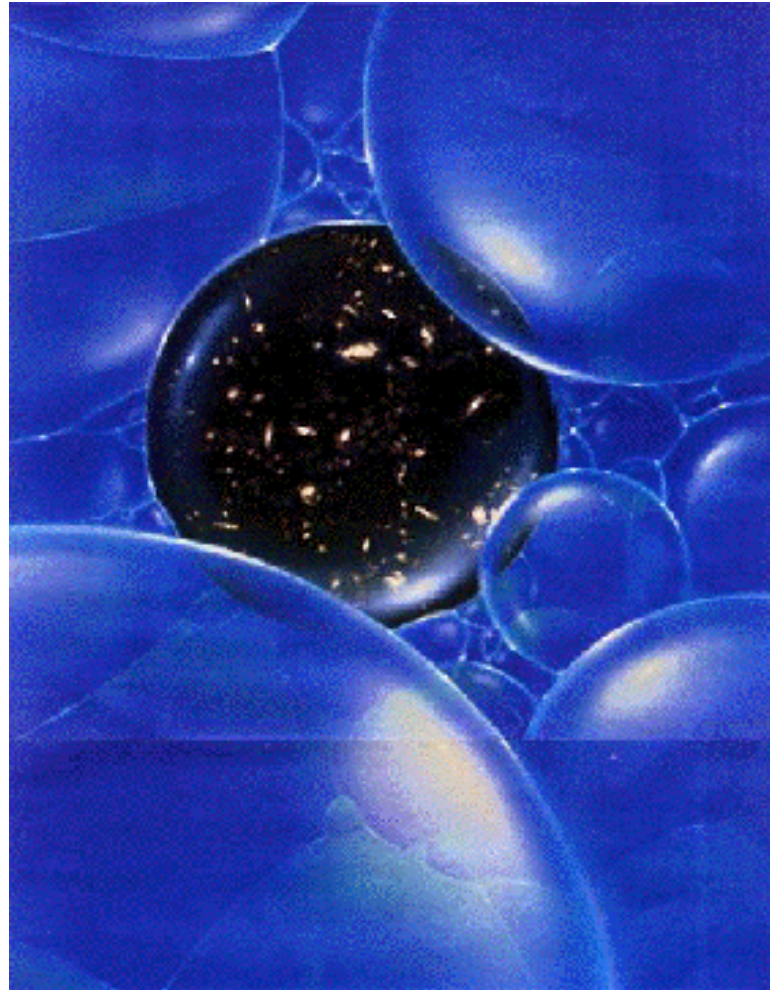
Cursus grote vragen Kosmos

- Theorievorming is uiteindelijk bedoeld om tot een efficiënte en effectieve verklaring te komen
- Het **scheermes van Ockam** vereist dat we de meest simpele verklaring zoeken
- Maar de multiversum theorie schiept ons op met talrijke nieuwe, onbekende heelallen die nog volstrekt onverklaard, laat staan waargenomen zijn
- **Wat moeten we met al die heelallen?**

Cursus grote vragen Kosmos

- Complexiteit
- De multiversum theorie onderscheidt allerlei graden van complexiteit
- Zo zijn er heelallen met weinig complexiteit en heelallen met veel complexiteit
- Alleen in heelallen met veel complexiteit kan zo iets als leven en intelligentie ontstaan
- **De meeste heelallen zijn 'dood'**

Ons heelal tussen de 'dode' heelallen.
Zijn wij niet volstrekt uniek?



Cursus grote vragen Kosmos

3. EEN UNIEK HEELAL ?

- Antropisch principe
- Beeld van een uniek heelal
- Theorie en kritiek
- Complexiteit

Cursus grote vragen Kosmos

Antropisch principe

- Het unieke heelal beantwoordt aan het **halfsterke antropisch principe**, dat luidt:
 1. Ontwikkelingen in dit heelal leiden niet ***onvermijdelijk*** tot leven en intelligentie
 2. Wat wel vaststaat is dat ***bepaalde omstandigheden*** in het heelal - hoe vreemd ook – **moeten bestaan**, omdat ze ***noodzakelijke tussenschakels*** vormen in de evolutie van structuren in het heelal

Cursus grote vragen Kosmos

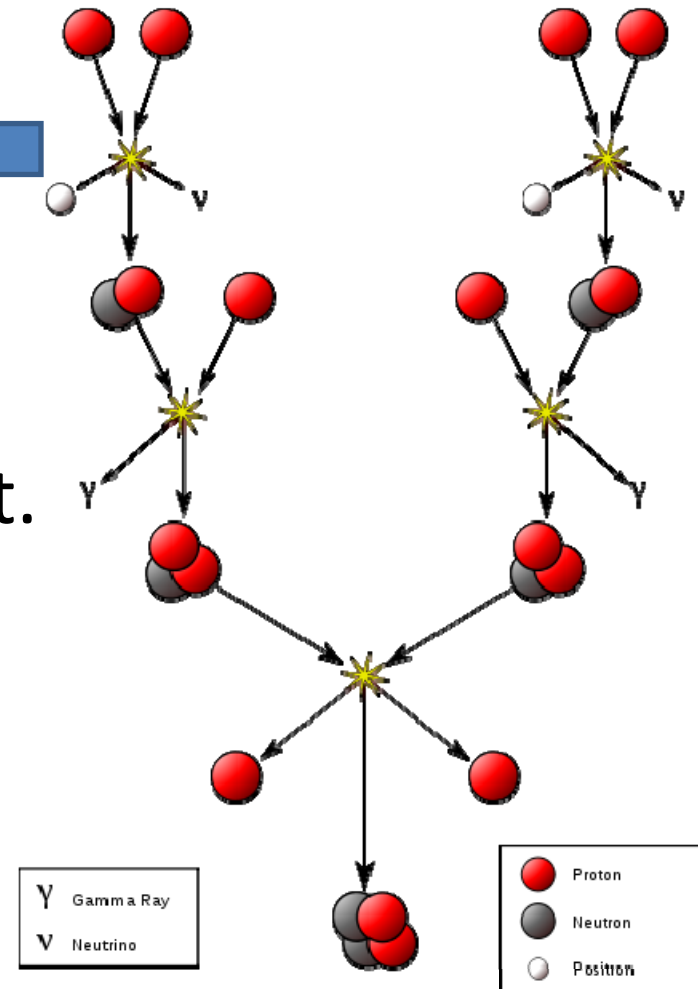
- ***De halfsterke formulering van het antropisch principe*** is gebaseerd op de waarde die toegekend wordt aan de fine-tuning
- Er zijn veel kosmologen die beseffen dat er iets bijzonders aan de hand is met het verschijnsel '***fine-tuning***'
- De parameters waarmee het heelal werkt zijn er niet zo maar; ***ze hebben een waarde en betekenis die iets zegt over het unieke van ons heelal***

Cursus grote vragen Kosmos

- Het halfsterke principe houdt een uitdaging in voor kosmologen
- Als bepaalde omstandigheden, hoe vreemd ook, ***moeten bestaan***, dan is de enige taak die er voor wetenschappers op zit: het vinden van verklaringen ***binnen de context van dit heelal***
- Aldus is het halfsterke principe een ***heuristische opdracht om te komen tot*** logisch-causale verklaringen vanuit één heelal

Hoe kan het dat de zon zo lang blijft stralen, namelijk 10 miljard jaar lang?

Na lang zoeken ontdekte
Hans Bethe dat deze
reactie waarbij
deuterium ontstaat,
maar heel zelden optreedt.
Zou deze reactie sneller
verlopen, dan zou de zon
sneller 'opbranden', en
zouden wij er niet zijn.

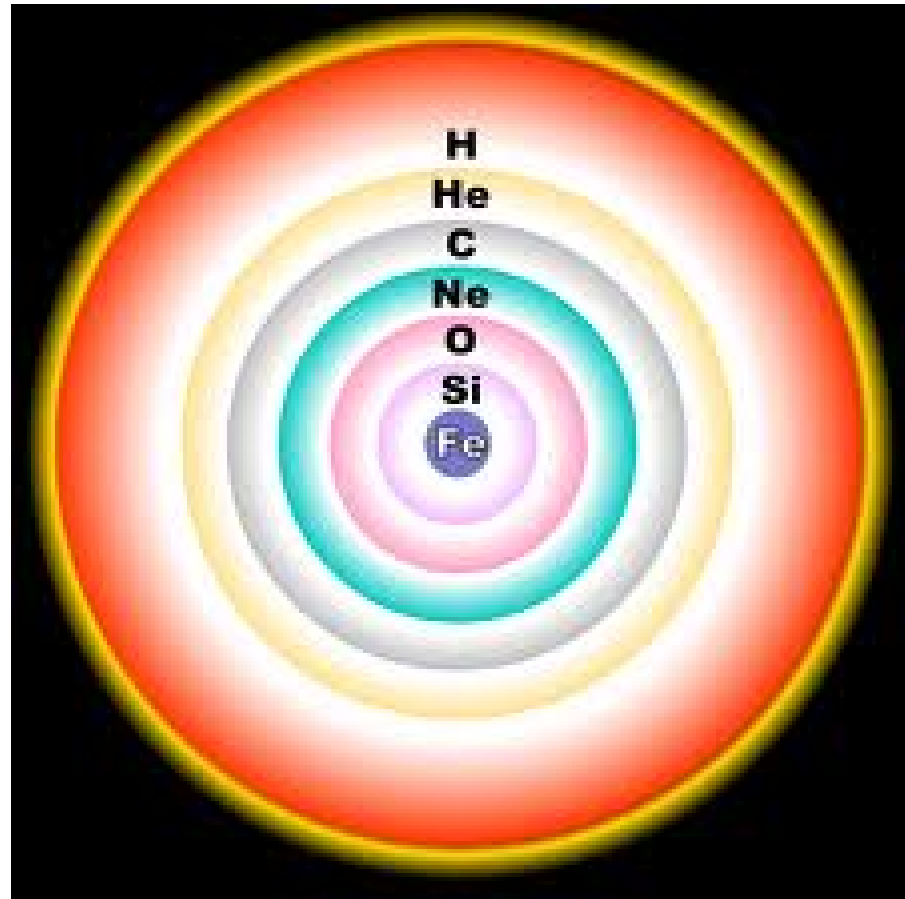


Bron: Wikipedia

Hoe kan het dat een ster koolstof produceert, een atoom bestaande uit 6 protonen en 6 neutronen ?

Het proces vereist dat drie heliumatomen op hetzelfde moment bij elkaar komen. Fred Hoyle ontdekte dat de natuur dit proces begeleidt met een **uitzonderlijke resonantie**. **Aldus**

kwam er voldoende koolstof voor leven!



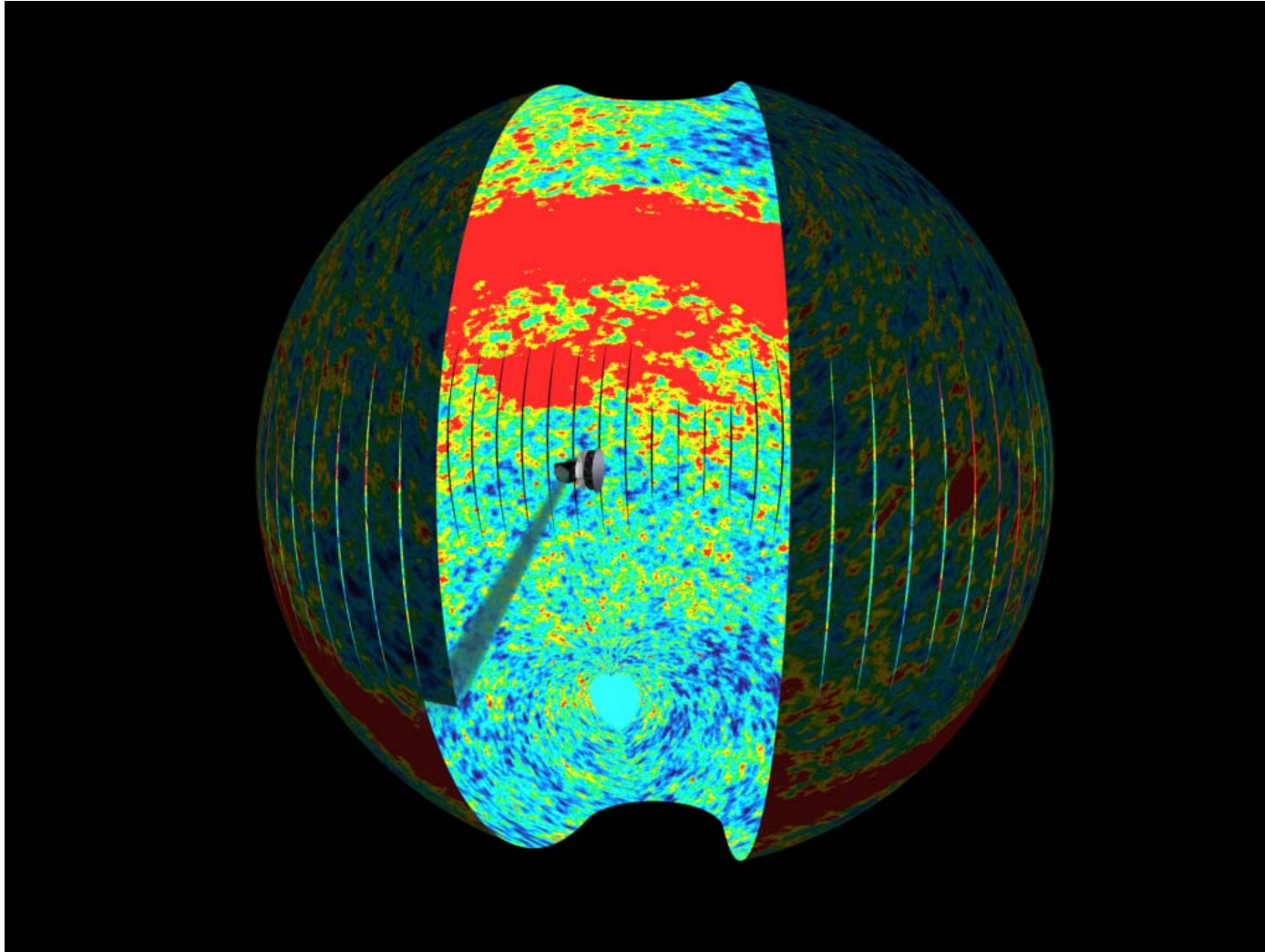
Bron:
Paul Davies

Cursus grote vragen Kosmos

Beeld van een uniek heelal (1)

- Kosmologen die blijven zoeken naar complexe '*fine tuning*' verklaringen,
blijven in feite zoeken **binnen dit heelal**
- Voor hen is alleen een heelal interessant zoals zich dat voordoet in al onze waarnemingen
- Tot nog toe is dat een uniek heelal, d.w.z een zich in de tijd uitbreidende heelal-regio die omhuld wordt door de CMB

De kosmische achtergrondstraling als omhulsel van ons unieke heelal



Cursus grote vragen Kosmos

Beeld van een uniek heelal (2)

- Het unieke heelal is een aantrekkelijk beeld voor veel kosmologen, omdat het hoort bij een unieke theorie, namelijk:
 - **De theorie van alles**
 - Dit is een eeuwenoud ideaal in filosofie en wetenschap; het vinden van eeuwige wetten waarmee we het fysische bestaan van alles volledig kunnen verklaren en begrijpen

Het ideale, harmonische heelal van Kepler,
passend in perfecte Platoonse lichamen

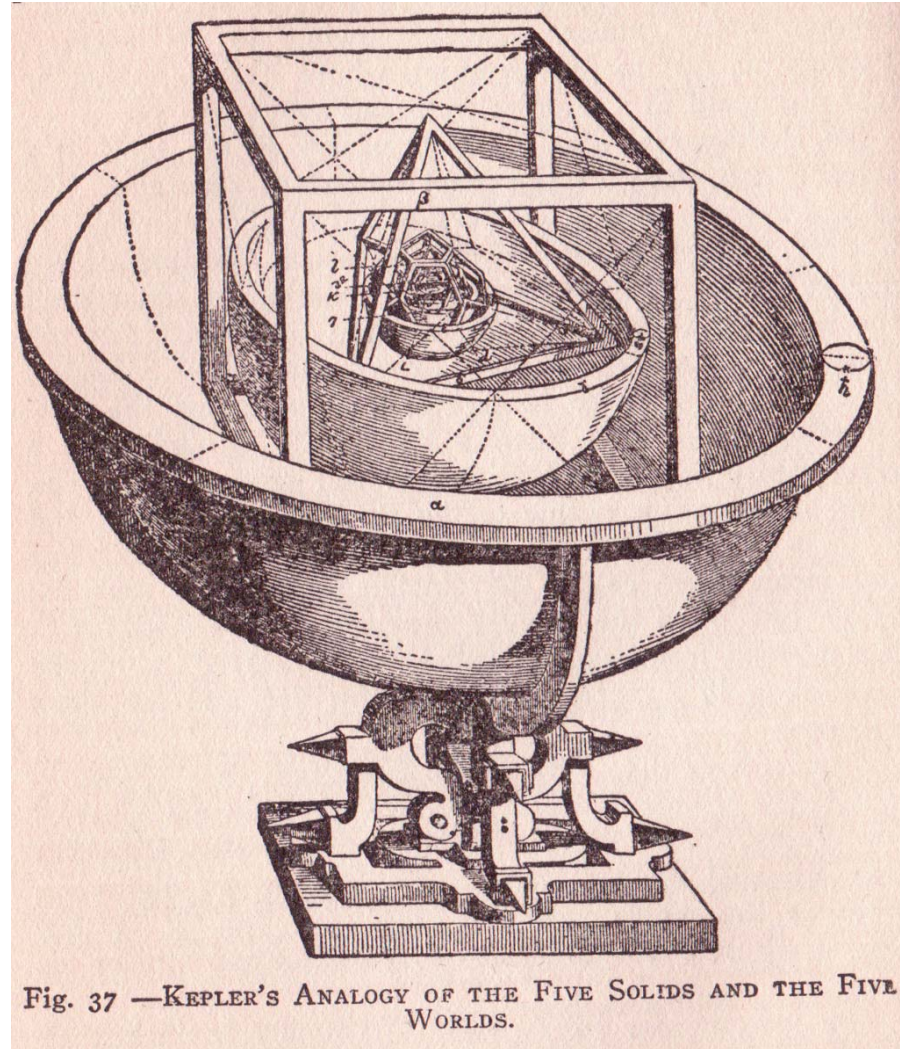


Fig. 37 —KEPLER'S ANALOGY OF THE FIVE SOLIDS AND THE FIVE WORLDS.

Cursus grote vragen Kosmos

Theorie en kritiek

- Het doel van de theorie van alles is te komen tot een theorie **zonder vrije parameters**
- De afstelling van de knoppen (fine-tuning) wordt dus volledig bepaald door de theorie
- Dit is een theorie die **passend is voor alle waargenomen feiten over dit universum**
- Dat is nogal wat!
- Kan de theorie dat waarmaken?

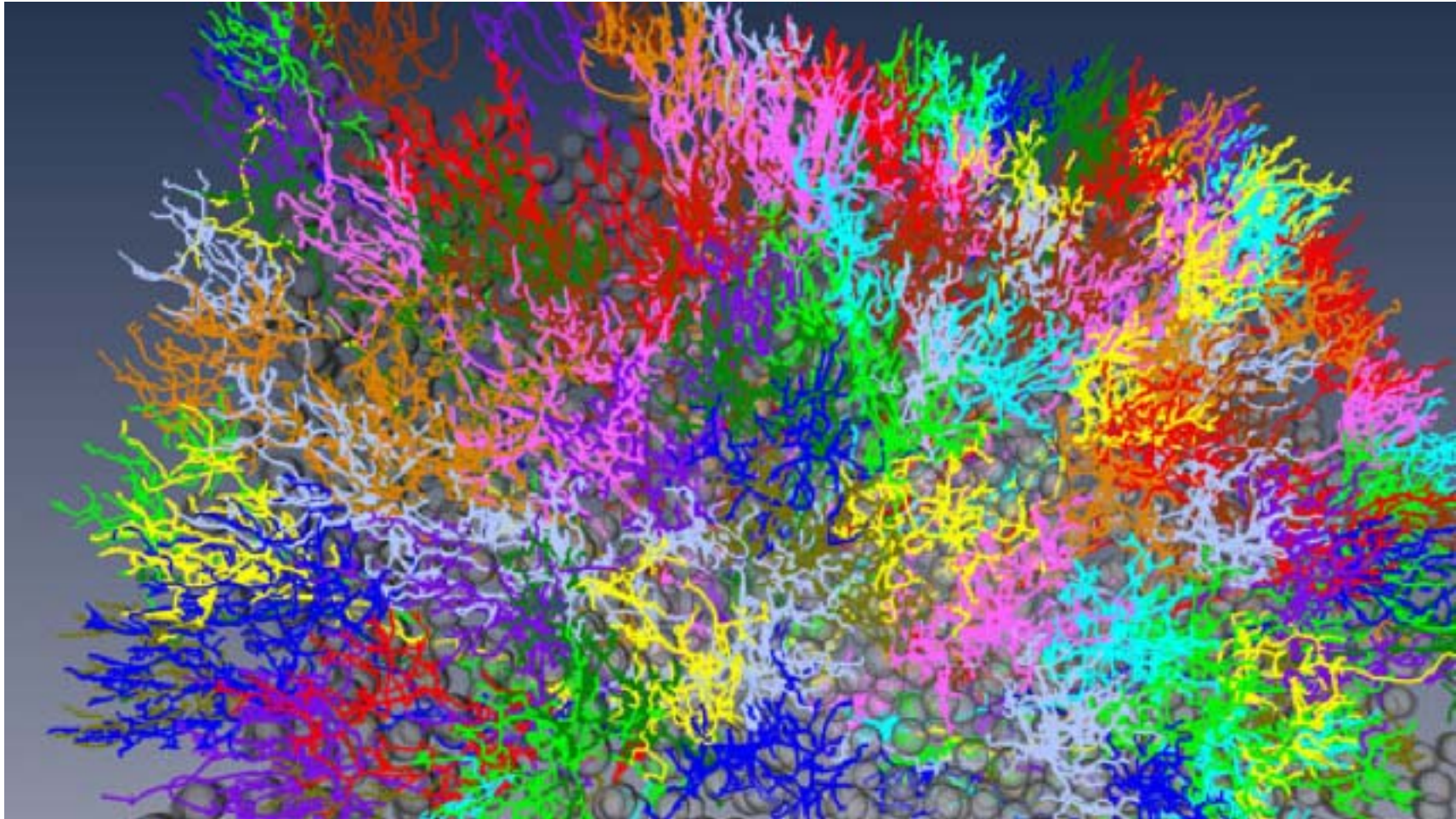
Cursus grote vragen Kosmos

- Zo'n theorie van alles lijkt zeer aantrekkelijk, want lost alle raadsels op, incl. leven en geest
- Er is echter één probleem:
- **Waarom heeft deze theorie als hij er komt, 'de zegen' gekregen?**
- Hawking: wat is het dat vuur in de theorie, d.w.z. vuur in de wetten spuwt?
- Oftewel, waaraan ontleent dit heelal met leven en intelligentie zijn unieke 'bestaan'?

Cursus grote vragen Kosmos

- Complexiteit
- Hoe verklaart de universum theorie het ontstaan van steeds complexere structuren in het heelal?
- Hier stelt de theorie mogelijk een interessante hypothese voor:
- **Complexiteit is het kenmerk van een uniek, oneindig creatief heelal, namelijk het onze!**

Mapping the most complex object in the known universe



Cursus grote vragen Kosmos

- De complexiteit die zich kan ontwikkelen in ons heelal is **dusdanig groot** dat de fysica alleen (zo menen veel kosmologen) niet in staat is die complexiteit volledig te verklaren
- Het leven wordt dan gezien als een bron van **onuitputtelijke** complexiteit die zich langs volstrekt **onvoorspelbare** paden ontvouwt
- Leven en intelligentie zijn dan een kwestie van **puur toeval**; het evolutieproces is weliswaar causaal bepaald, maar volstrekt ongericht

Cursus grote vragen Kosmos

- De theorie van het universum daagt de theorie van het multiversum uit om aan te tonen dat er meerdere heelallen kunnen bestaan met een *oneindige* complexiteit
- **Ons heelal is een uniek complex heelal**
- Anderzijds wijst de theorie ons hiermee op een mogelijk andere uitdaging, namelijk om toch te zoeken naar **een compleet fysieke verklaring** van alles wat in ons heelal bestaat

Cursus grote vragen Kosmos

4. EEN ZICHZELF VERKLAREND HEELAL?

- Antropisch principe
- Quantum mechanica
- Het heelal als quantum computer
- Theorie en kritiek

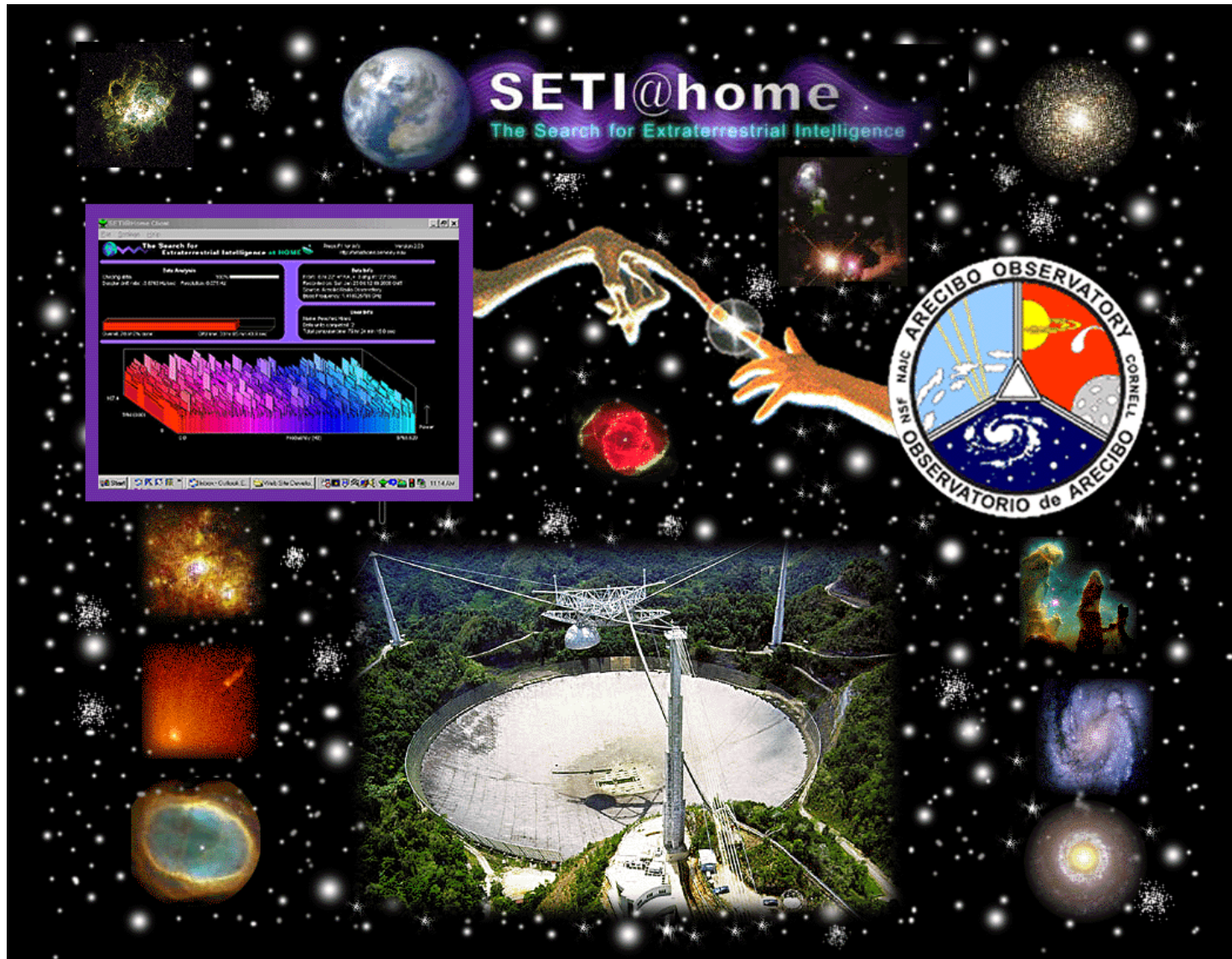
Cursus grote vragen Kosmos

- Volgens Paul Davies bestaat er **een diepere, fysische connectie tussen kosmos, leven en intelligentie**
- *Het heelal bevat een soort van universele code die alles tot bestaan brengt, hoe complex het ook is*
- **Als** dit juist is, dan zijn leven en intelligentie geen toevallige producten, maar **dan** moeten ze **overal in het heelal** voorkomen

Cursus grote vragen Kosmos

- Het **antropisch principe** dat hier uitdrukking aan geeft, kent een **sterke formulering**:
- Ons heelal produceert noodzakelijk leven en intelligentie, anders mist het de voorwaarde om zichzelf te laten bestaan
- Deze voorwaarde kan worden geïnterpreteerd
 - als **een doel** dat het heelal nastreeft, of
 - als **informatie** waarmee het **zichzelf** tot **complexe ontplooiing** brengt

Paul Davies was lange tijd verbonden aan het SETI project: zoektocht naar buitenaardse intelligentie



Cursus grote vragen Kosmos

- Waar komt het idee vandaan dat er overal in het heelal leven zou (kunnen/moeten) zijn?
- Er zijn ten minste twee redenen:
 1. Huidige wetenschappen zoals astronomie, geologie, biochemie en biologie achten ontstaan/bestaan van leven elders aannemelijk
 2. In het heelal is informatie in overvloed beschikbaar als **digitale informatie**. Hiermee kan alles in het heelal worden 'aangestuurd', incl. leven en intelligentie

Een stukje heelal-
informatie in nullen
en enen, dat leven
+ intelligentie kan
'aansturen'?



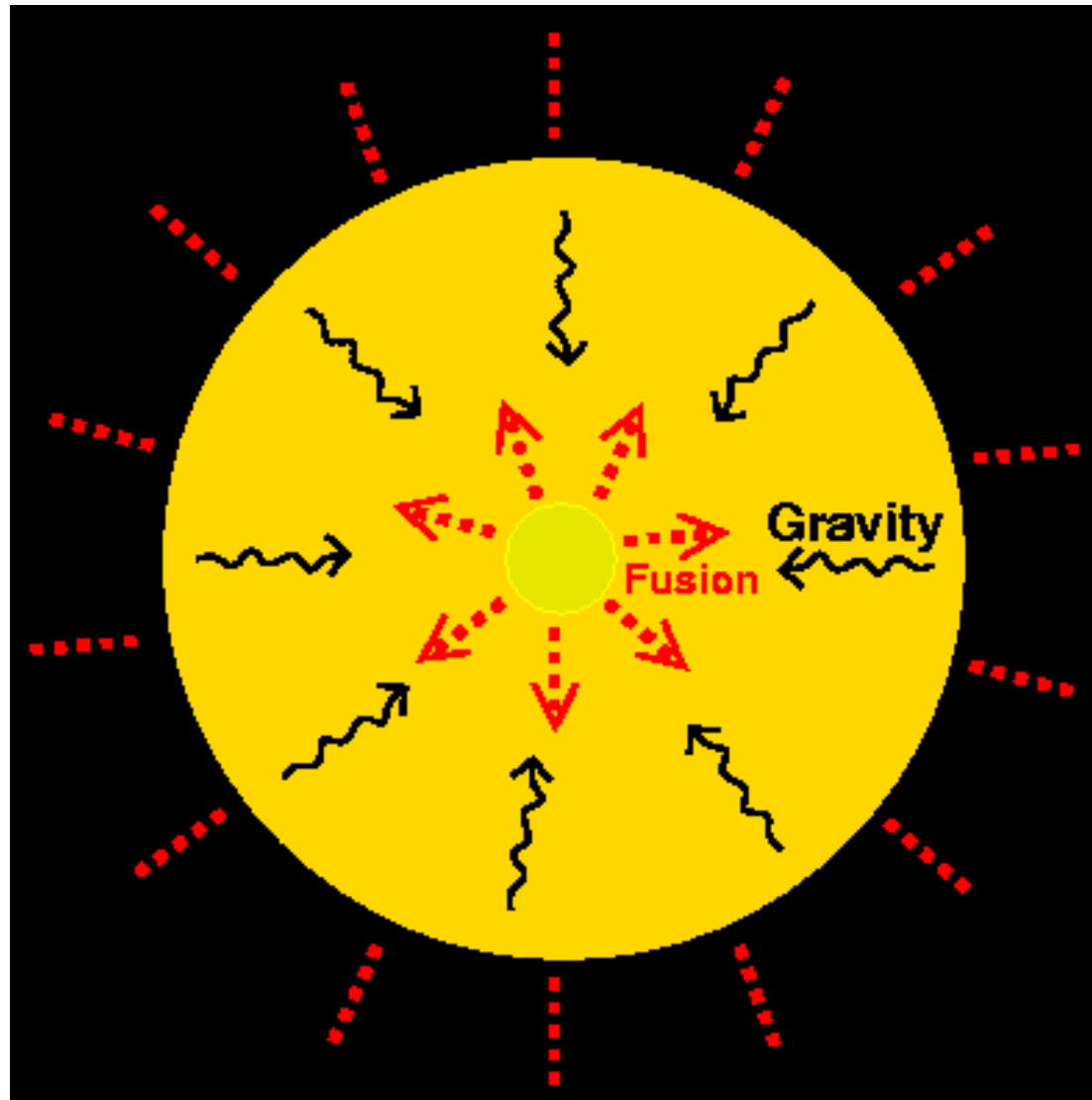
Cursus grote vragen Kosmos

- **De vraag is: waarom het bestaan?**
- Het antwoord op deze vraag verdient volgens Paul Davies een **extra** bezinning, nl.:
- Een bezinning op de betekenis van waarneming, informatie en complexiteit
- Zijn visie is dat alle complexe dingen in het heelal informatie bevatten die ze hebben 'ontvangen' en waardoor ze worden 'aangestuurd'

Cursus grote vragen Kosmos

- **Neem bijvoorbeeld een ster**
- We begrijpen met fysica hoe een ster ontstaat
- Een gaswolk trekt samen, daarbij de invloed ondervindend van gravitatie
- Al samentrekkend wordt de gaswolk heter en heter onder invloed van thermische processen
- Tenslotte vindt in de gaswolk kernfusie plaats onder invloed van kern(fusie)reacties en massa-energie transformaties

De ster als een macro systeem in evenwicht:
gravitatie-energie in balans met warmte-energie



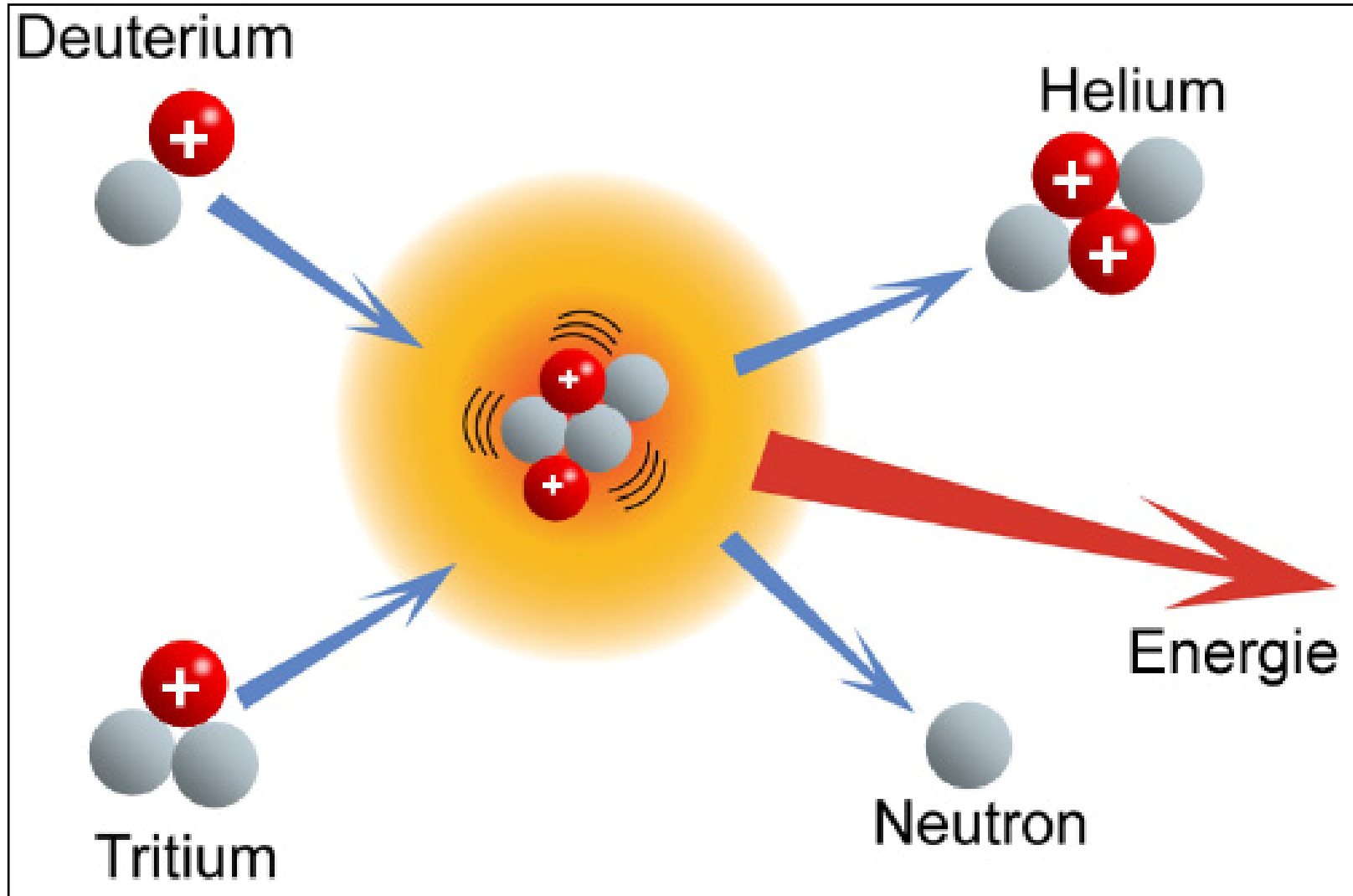
Cursus grote vragen Kosmos

- De ster ontwikkelt zich tijdens het samentrekkingsproces tot een complex geheel
- Belangrijk onderdeel van zijn complexiteit is bijvoorbeeld het feit dat er zeldzame reacties plaatsvinden zoals de fusie van twee protonen tot een deuterium kern
- Daardoor blijft de zon zo lang schijnen
- Maar hoe komt de zon aan zijn 'informatie' over deuterium?

Cursus grote vragen Kosmos

- De informatie over het reactieproces dat deuterium oplevert, ligt opgesloten in de wereld van de elementaire deeltjes
- De zon 'ontvangt' dus deze informatie via de deeltjes waaruit hij is opgebouwd
- Maar we kunnen nog verder vragen:
- Hoe komen de deeltjes aan **hun** informatie?
- En dan komen we uit bij **de quantum mechanica en haar bijzondere mogelijkheden**

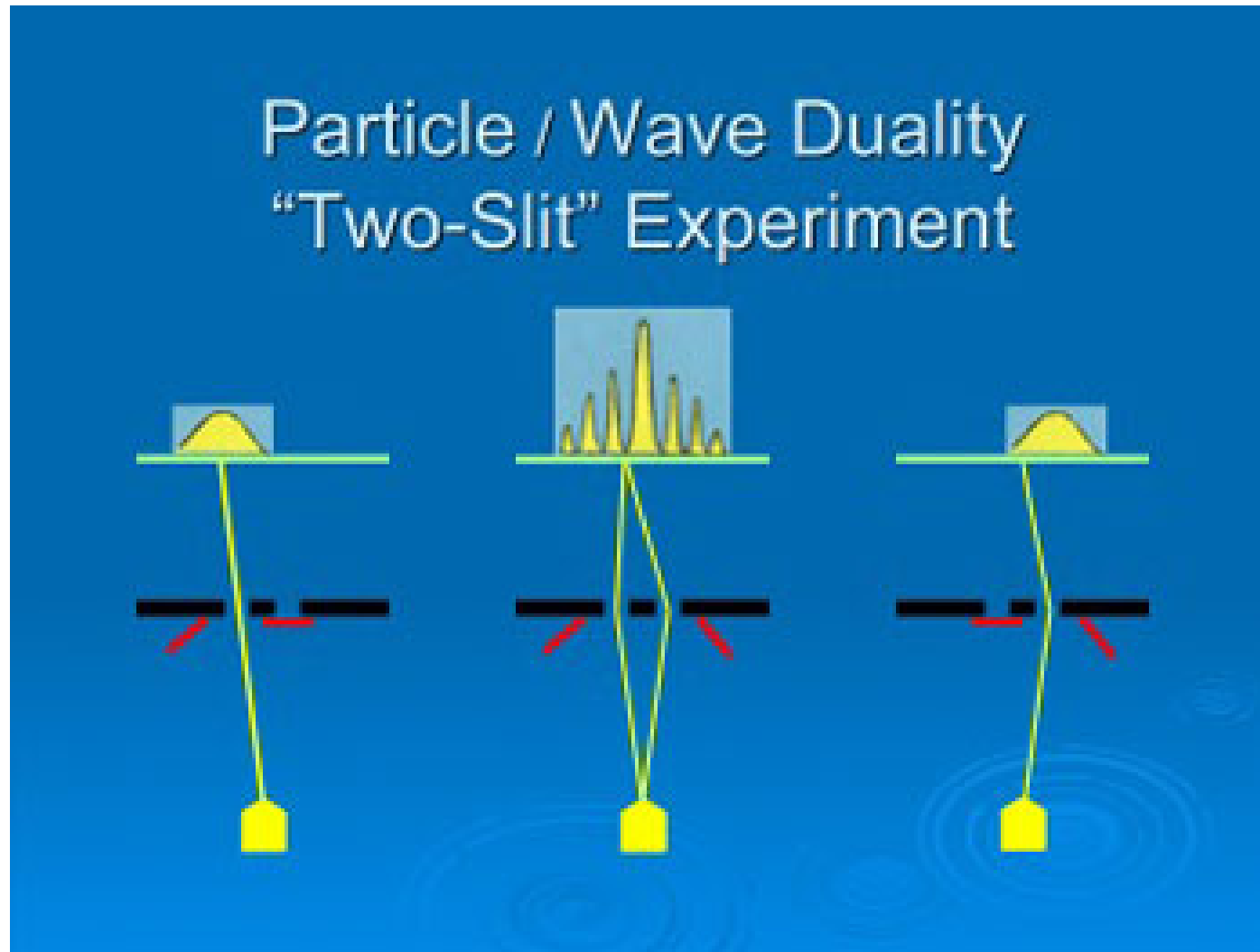
Fusieprocessen in de kern van de zon



Cursus grote vragen Kosmos

- Elementaire deeltjes in de zon zijn protonen, neutronen, elektronen en fotonen
- Andere elementaire deeltjes zijn de atomen en de atoomkernen
- Voor al deze deeltjes geldt iets bijzonders:
- **Het zijn namelijk ook golven**
- Dat wil zeggen, ze kunnen ook **bestaan** als golven

Wanneer een straal fotonen of elektronen of atomen door een tussenscherm met twee spleten wordt gestuurd **dan gedraagt die straal zich als een golf!**



Cursus grote vragen Kosmos

- Wat gebeurt er precies met 'deeltjes' waarbij een golfpatroon 'ontstaat'?
- **Inzicht in dit bijzondere gedrag van deeltjes wordt geboden door de quantum mechanica:**
- Deeltjes 'als golven' zijn geen deeltjes in een vaste, bepaalde toestand; het zijn 'deeltjes' die nog verschillende toestanden 'bevatten'
- Het zijn a.h.w. onbepaalde deeltjes die in **verschillende toestanden tegelijk** verkeren

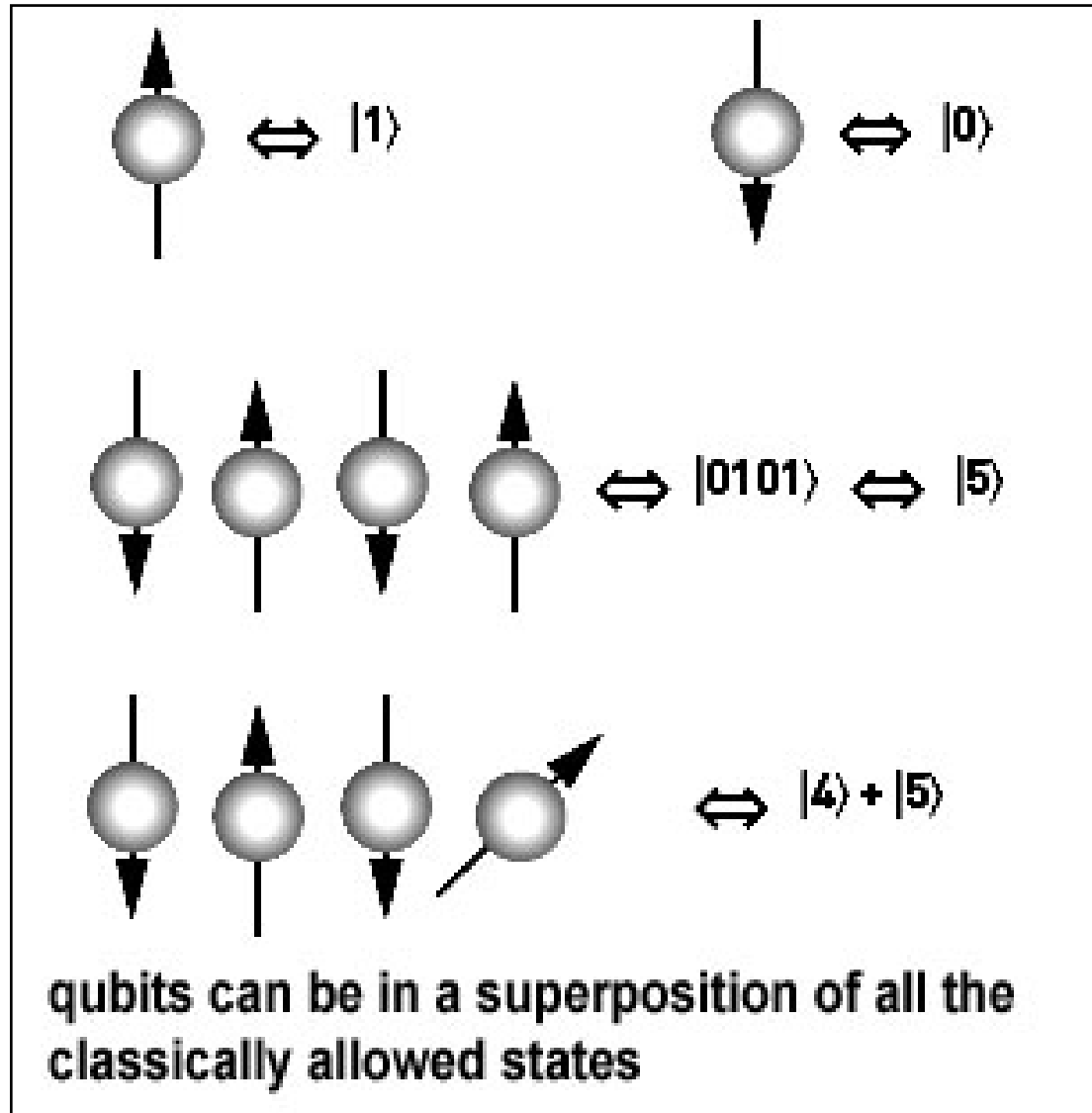
Cursus grote vragen Kosmos

- Dit is wat in de quantummechanica wordt aangeduid met: **superpositie**
- Het betekent dat een deeltje meerdere toestanden tegelijk kan hebben
- Dat kan tot rare conclusies leiden m.b.t. macrosystemen die nog niet worden 'waargenomen' (Schrödingers kat)
- Maar in de quantummechanica gaat het om reële (bestaanbare) mogelijkheden

Cursus grote vragen Kosmos

- De toestanden van superpositie kunnen worden opgeroepen in **een quantum computer**
- Daartoe worden atomen in een vaste dan wel onbepaalde toestand gezet
- De atomen in een onbepaalde toestand geven een golfpatroon weer waarin informatie **gestapeld** ligt opgeslagen
- Dat is tevens de kracht van een quantum computer: hij kan nu allerlei berekeningen **gelijktijdig** uitvoeren

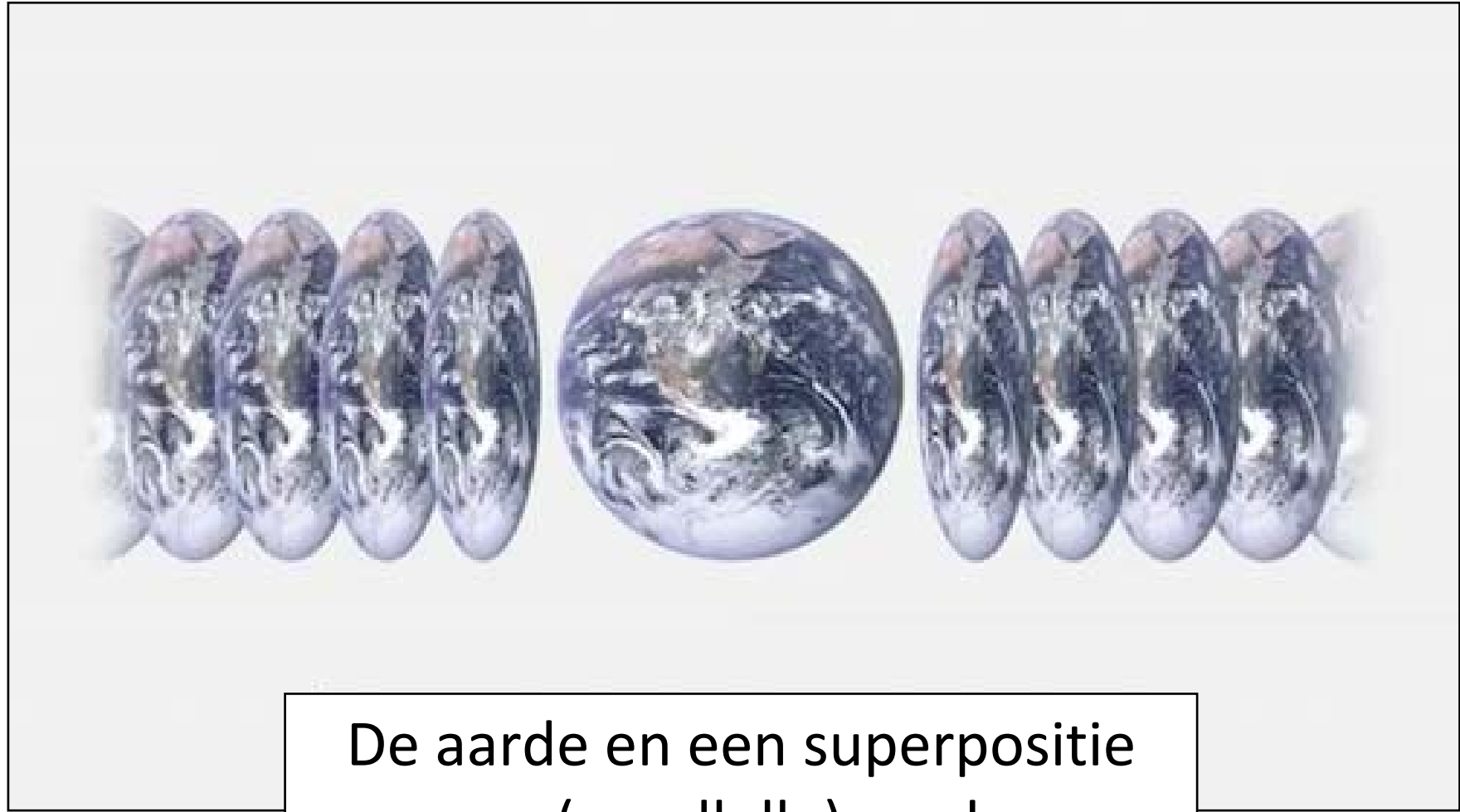
Voorbeeld: hoe een quantum computer via haar atomen
tegelijk met 4 en 5 rekent



Cursus grote vragen Kosmos

- Als superpositie werkelijk **bestaat** (en daar lijkt het op), dan moet er in de microwereld van het heelal een gigantische hoeveelheid informatie zijn opgeslagen!
- Zo kan er een andere wereld bestaan waarin ik precies hetzelfde ben, maar waarin ik in plaats van blauwe ogen nu groene ogen heb
- **Het heelal kan al deze variaties met gemak als informatie in zich meedragen**

De mogelijke variaties in het heelal zijn
eindeloos

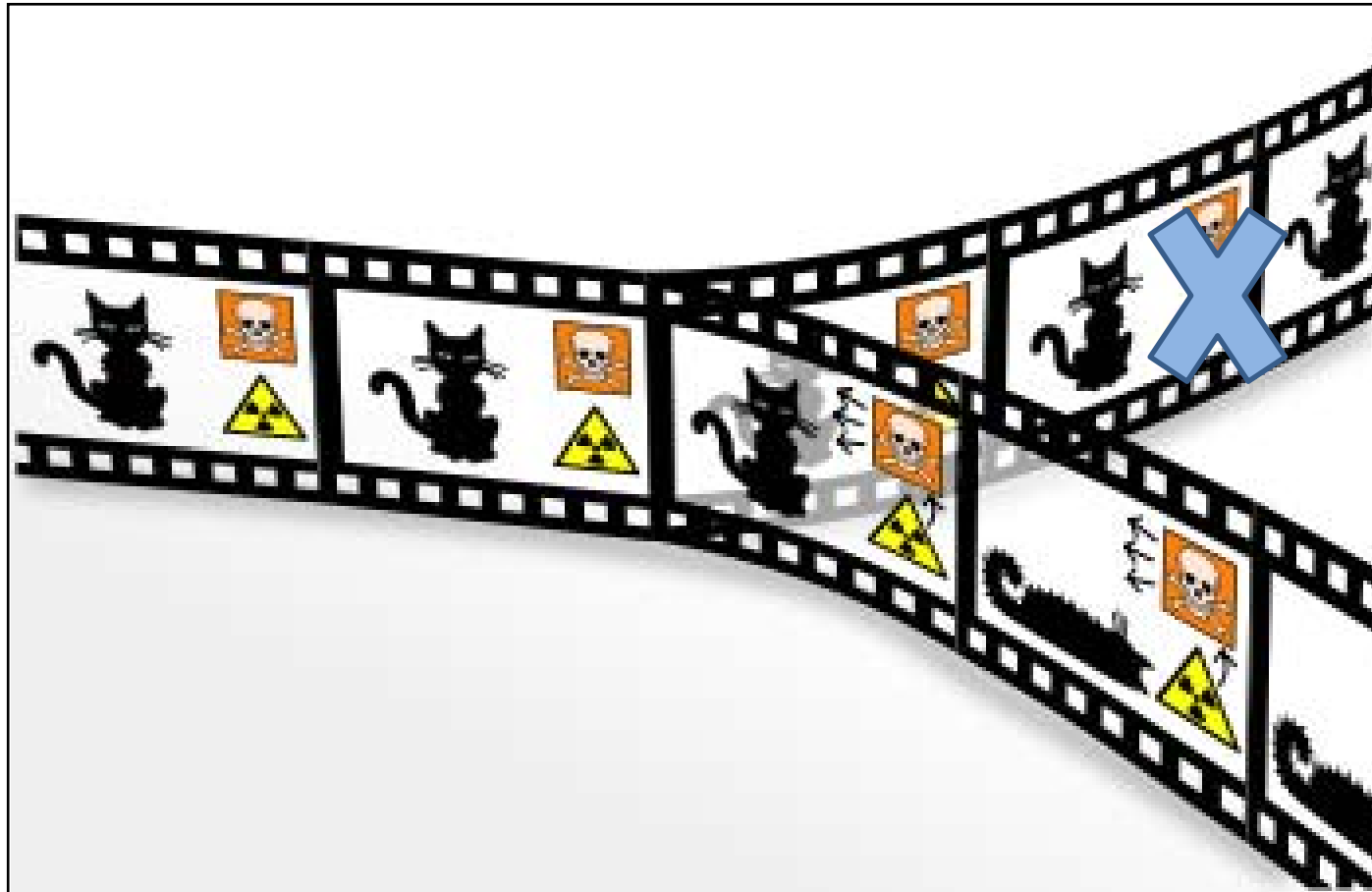


De aarde en een superpositie
van (parallele) aardes

Cursus grote vragen Kosmos

- Maar het heelal dat we zien en waarin we leven is een heelal dat in de loop van zijn ontwikkeling ontstaan is uit een beperkt aantal van deze parallelle werelden
- Al die andere parallelle werelden zijn uit de geschiedenis van het heelal verdwenen!
- Het zijn werelden die weliswaar logisch mogelijk zijn, maar die door allerlei omstandigheden definitief zijn afgescheiden

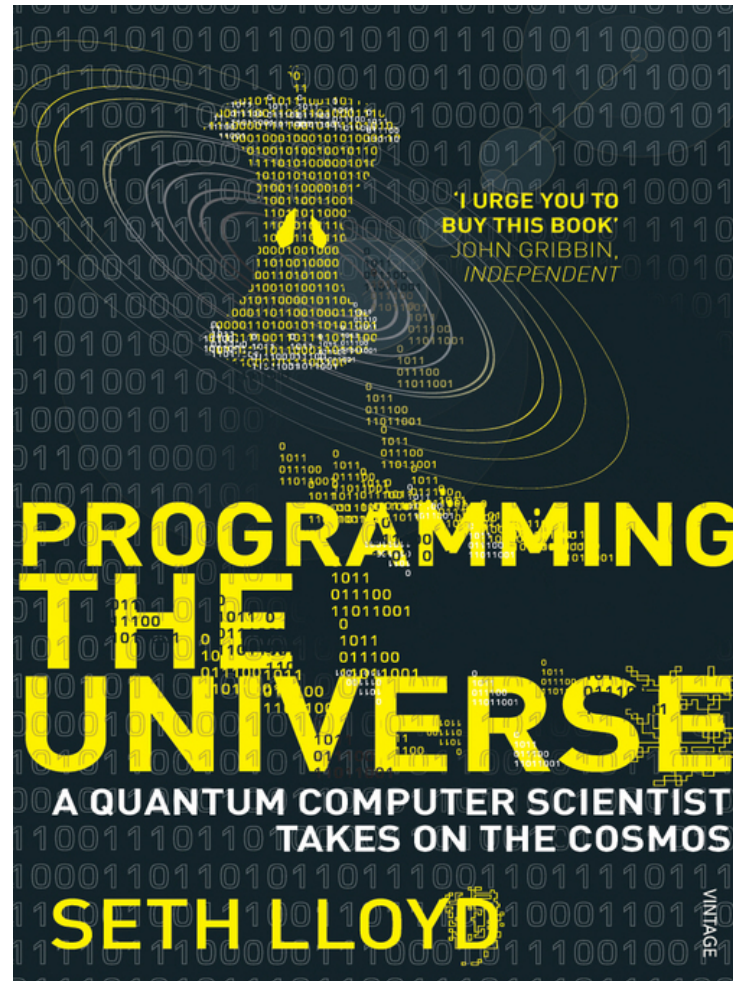
Het heelal neemt afscheid van de levende kat;
de geschiedenis gaat verder met de dode kat



Cursus grote vragen Kosmos

- Maar wat is dit voor heelal dat kan 'kiezen' uit eindeloos vele parallelle werelden?
- De verleiding is groot om dit **een heelal** te noemen **dat werkt als een quantum computer**
- Het heelal is dan een systeem dat bezig is met **informatieverwerking via quantum berekening**
- Het scheidt zijn eigen geschiedenis via een eigen **intelligentie**, nl. via instructies in de vorm van digitale *quantum fluctuaties* en via berekeningen in de vorm van logische *quantum poorten*

Hoe fantastisch dit hele idee ook lijkt, er wordt
wel onderzoek naar verricht



Cursus grote vragen Kosmos

- Wanneer we dit doortrekken naar leven en intelligentie, dan kunnen we **een diepere, fysische connectie** zien, zoals Paul Davies die suggereert
- Het heelal is dan een systeem dat **zichzelf programmeert** en wel op dusdanige wijze dat het 'kiest' voor geschiedenissen waarin de complexiteit van dingen langs effectieve en logisch elegante sporen tot stand kan komen

Dat sterren en leven kunnen ontstaan, danken we
mogelijk aan een heelal dat werkt
als een quantum computer



Cursus grote vragen Kosmos

- Theorie en kritiek
- Allereerst moet worden opgemerkt dat, in tegenstelling tot een multiversum of een universum, we **geen direct helder beeld** hebben van een heelal dat zichzelf verklaart
- We moeten nogal wat extra sprongen maken om dit heelal te leren begrijpen

Cursus grote vragen Kosmos

- Niet alleen moeten we in de quantum mechanica duiken, maar we moeten nu hiervan ook een concrete voorstelling zien te maken
- Echter, als iets nog steeds **onvoorstelbaar** is, dan is het wel de wereld van de quantum mechanica
- Toch is de quantum mechanica een realiteit die zich manifesteert in allerlei praktische toepassingen

Praktische toepassingen van quantum mechanica

- [Kernenergie](#), [radioactiviteit](#), alle [halfgeleider-technologie](#) en dus de [transistor](#), de [MRI-scan](#), [supergeleiding](#), [elektronenmicroscopie](#), [nanotechnologie](#) en de [laser](#)
- Deze technologieën hebben op hun beurt geleid tot de ontwikkeling van [computers](#), [mobiele telefoons](#), [internet](#) en platte [beeldschermen](#)
- Voorts is geen enkele [chemische](#) reactie verklaarbaar zonder de quantum mechanica

Cursus grote vragen Kosmos

- Zo ook kan quantum mechanica worden toegepast in de ontwikkeling van een nieuw type computer:
- [De quantum computer](#)
- Daarmee wordt deze theorie weer een stuk concreter gemaakt
- Maar er is nog een lange weg te gaan voordat we echt kunnen beschikken over een supersnelle computer van het quantum type

Cursus grote vragen Kosmos

- **Het beeld van een quantum computer**, toegepast op het heelal (als een zelf-programmerend, zichzelf verklarend heelal) is zeer verleidelijk
- Maar **is het ook een correct beeld?**
- We weten het niet zolang (bijvoorbeeld) quantum gravitatie nog onverklaard blijft en zolang de quantum computer nog in de kinderschoenen staat

Cursus grote vragen Kosmos

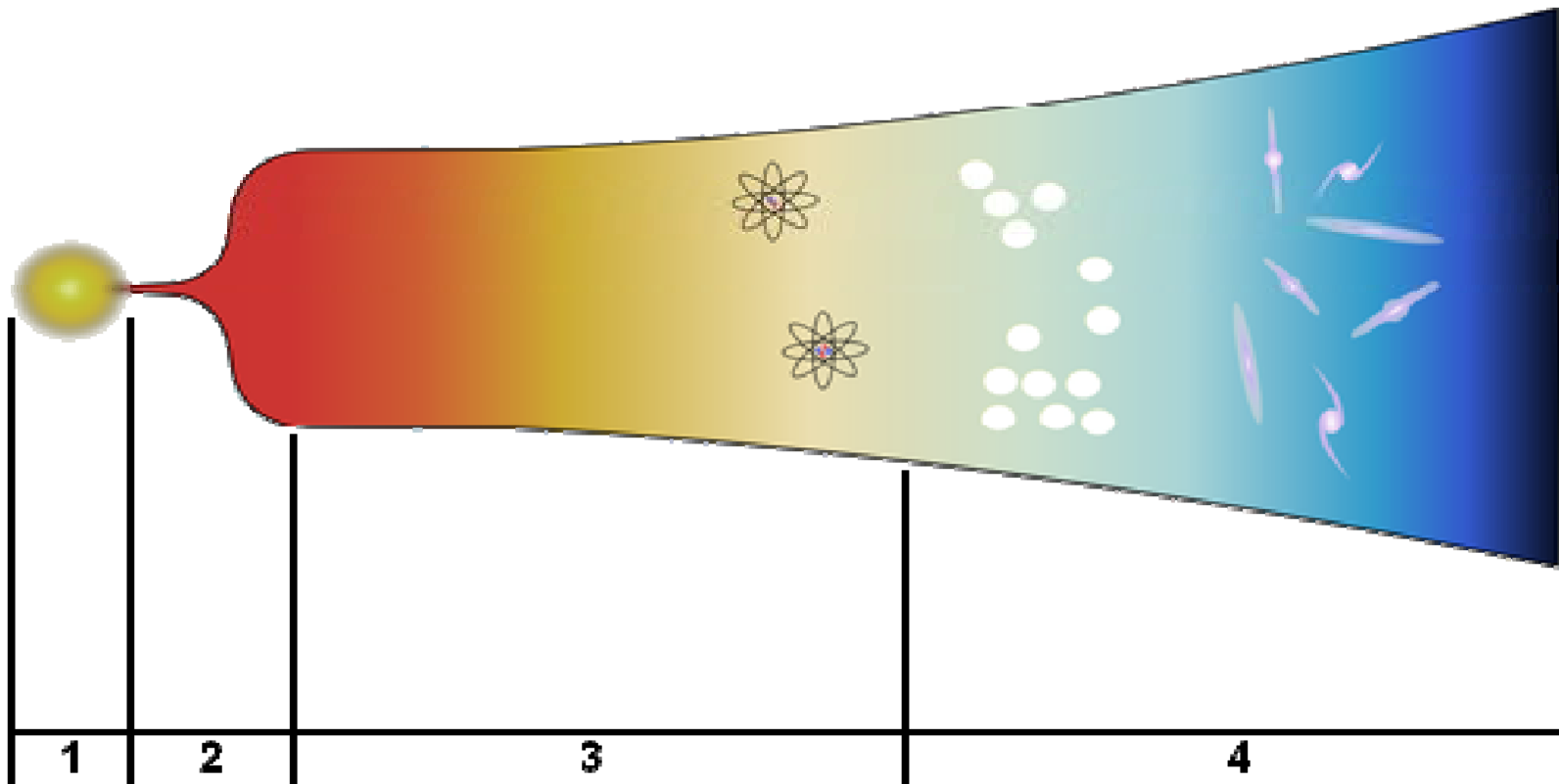
- Hoe moeten we dan de vier stadia 'begrijpen' die het heelal in zijn ontwikkeling heeft doorlopen:
- Als ontwikkelingen die mogelijk waren conform de theorie van alles: het universum?
- Als ontwikkelingen die onvermijdelijk waren gegeven de aard van het zelfverklarende heelal als quantum computer?

1 = de kleine big bang: de oerknal

2 = de grote big bang: de inflatie

3 = tot 380.000 jaar na BB: de mistwolk

4 = ontwikkeling tot nu toe: de evolutie



Cursus grote vragen Kosmos

- Hoe moeten we het bestaan van het heelal begrijpen?
- **Waarom is er überhaupt een heelal?**
- Omdat dit een heelal is uit vele?
- Omdat dit het enige heelal is?
- Omdat dit heelal zichzelf verklaart?
- **U mag het zeggen!**