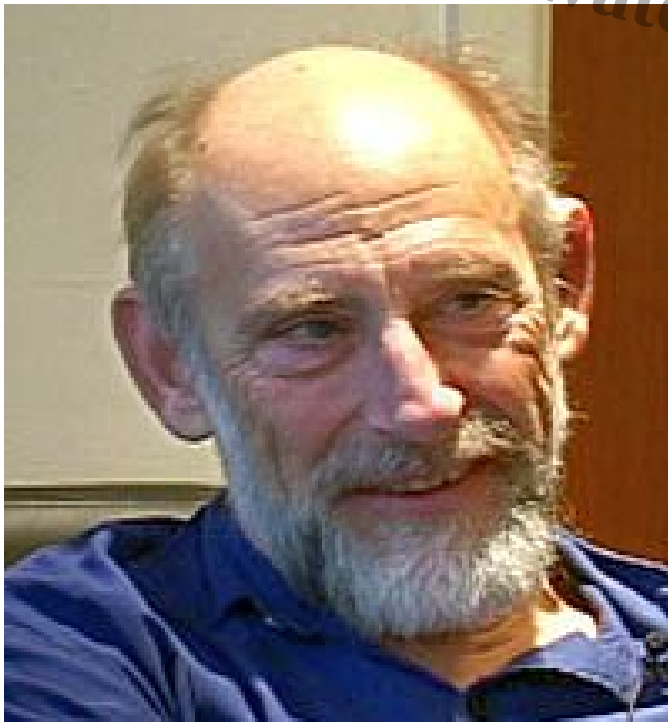




Wat is er voor nieuws uit ons universum?

Beschrijving

Dit is het antwoord van *Leonard (Lenny) Susskind*:



Leonard Susskind (1940-)

Leonard Susskind, de ontdekker van de snaartheorie, is de *Felix Bloch*-professor in de theoretische natuurkunde aan de *Stanford University*. Zijn bijdragen aan de natuurkunde omvatten:

- de ontdekking van de snaartheorie,
- de snaartheorie van de entropie van zwarte gaten,
- het principe van "zwarte gatencomplementariteit",
- het holografische principe,
- de matrixbeschrijving van de M-theorie,

-
- de introductie van holografische entropiegrenzen in de kosmologie,
 - het idee van een antropisch snaartheorie-landschap.

Keerpunt

Het begin van de 21e eeuw is een keerpunt in de moderne wetenschap, een tijd die ons begrip van het universum voor altijd zal veranderen. Er gebeurt iets dat veel meer is dan de ontdekking van nieuwe feiten of nieuwe vergelijkingen. Dit is een van die zeldzame momenten wanneer onze hele kijk, ons denkkader en de hele epistemologie van de fysica en de kosmologie plotseling een grote omwenteling ondergaan. Het bekrompen 20e-eeuwse beeld van een uniek universum, ongeveer tien miljard jaar oud en tien miljard lichtjaar in doorsnee en met een unieke reeks van fysische wetten, maakt plaats voor iets veel groters en zwanger van nieuwe mogelijkheden.

Megaversum of multiversum

Gaandeweg beginnen natuurkundigen en kosmologen onze tien miljard lichtjaren te zien als een oneindig kleine zak van een verbazingwekkend megaverse. Tegelijkertijd stellen theoretische natuurkundigen theorieën voor die onze gewone natuurwetten degraderen tot een klein hoekje van een gigantisch landschap van wiskundige mogelijkheden.

Dit landschap van mogelijkheden is een wiskundige ruimte die alle mogelijke omgevingen vertegenwoordigt die de theorie toestaat. Elke mogelijke omgeving heeft zijn eigen natuurwetten, elementaire deeltjes en natuurconstanten. Sommige omgevingen zijn vergelijkbaar met onze eigen hoek van het landschap, maar net iets anders. Ze hebben misschien elektronen, quarks en alle gebruikelijke deeltjes, maar de zwaartekracht is misschien een miljard keer sterker. Andere hebben zwaartekracht zoals de onze, maar elektronen die zwaarder zijn dan atoomkernen. Andere kunnen op onze wereld lijken, afgezien van een gewelddadige afstotende kracht (de zogenaamde kosmologische constante) die atomen, moleculen en zelfs sterrenstelsels verscheurt. Zelfs de dimensionaliteit van de ruimte is niet heilig. Regio's van het landschap beschrijven werelden van 5,6 tot 11 dimensies. De oude vraag uit de 20e eeuw: 'Wat kun je in het universum vinden?' maakt plaats voor 'Wat kun je niet vinden?'



Een artistiek idee van een Megaverse

Argumenten tegen de multiversum theorie

In zijn opiniestuk in de *New York Times* uit 2003, *“A Brief History of the Multiverse”*, voerde auteur en kosmoloog *Paul Davies* een verscheidenheid van argumenten aan dat multiversum-theorie niet-wetenschappelijk zijn:

“Hoe moet, om te beginnen, het bestaan van de andere universums worden getest? Zeker, alle kosmologen accepteren dat er sommige delen van het universum zijn die buiten het bereik van onze telescopen liggen, maar ergens op de gladde helling tussen dat en het idee dat er een oneindig aantal universums is, bereikt de geloofwaardigheid een grens. Als men die helling afglijdt, moet steeds meer op geloof worden aanvaard en staat steeds minder open voor wetenschappelijke verificatie. Extreme multiversum-verklaringen doen daarom denken aan theologische discussies. Inderdaad, het aanroepen van een oneindig aantal ongeziene universums om de ongewone kenmerken te verklaren van degene die we wel zien, is net zo ad hoc als het aanroepen van een onzichtbare Schepper. De multiversum-theorie mag dan in wetenschappelijke taal zijn opgemaakt, het vereist in wezen dezelfde sprong in het diepe.”

George Ellis, die in augustus 2011 kritiek leverde op het multiversum, wees erop dat het geen traditionele wetenschappelijke theorie is. Hij accepteert dat men denkt dat het multiversum ver voorbij de kosmologische horizon bestaat. Hij benadrukte dat de theorie zo ver weg is dat het onwaarschijnlijk is dat er ooit enig bewijs voor zal worden gevonden. Ellis legde ook uit dat sommige theoretici niet geloven dat het gebrek aan empirische testbaarheid en falsifieerbaarheid een groot probleem is, maar hij is tegen die manier van denken:

â??Veel natuurkundigen die over het multiversum praten, vooral voorstanders van het snaarlandschap, geven niet zoveel om parallelle universums op zich. Voor hen zijn bezwaren tegen het multiversum als concept onbelangrijk. Hun theorieën leven of sterven op basis van interne consistentie en, naar men hoopt, eventuele laboratoriumtests.â??

Ellis zegt dat wetenschappers het idee van het multiversum hebben voorgesteld als een manier om de aard van het bestaan te verklaren. Hij wijst erop dat het die vragen uiteindelijk onopgelost laat, omdat het een metafysische kwestie is die niet door empirische wetenschap kan worden opgelost. Hij stelt dat observatietesten de kern van de wetenschap vormen en niet mogen worden opgegeven:

â??Hoe sceptisch ik ook ben, ik denk dat de contemplatie van het multiversum een uitstekende gelegenheid is om na te denken over de aard van de wetenschap en over de ultieme aard van het bestaan: waarom we hier zijn? Bij het bekijken van dit concept hebben we een open geest, hoewel niet te open. Het is een delicaat pad om te bewandelen. Parallelle universums kunnen al dan niet bestaan; de zaak is onbewezen. Met die onzekerheid zullen we moeten leven. Er is niets mis met wetenschappelijk onderbouwde filosofische speculaties, wat de multiversumvoorstellen zijn. Maar we moeten het een naam geven zoals het is.â??â??George Ellis, â??Bestaat het multiversum echt?â??, *Scientific American*

Pocket-universums

â??De diversiteit van het landschap gaat gepaard met een overeenkomstige diversiteit in de gewone ruimte. Onze beste kosmologische theorie, genaamd inflatoire kosmologie, leidt ons, soms ongewild, naar een concept van een megaverse, gevuld met wat Alan Guth, de vader van de inflatie, noemt â??pocket-universums.â?? Sommige zakken zijn klein en worden nooit groot, andere zijn groot zoals de onze, maar helemaal leeg, en elk ligt in zijn eigen kleine vallei van het landschap.â??

De plaats van de mens

â??De plaats van de mens in het universum wordt ook opnieuw onderzocht en uitgedaagd. Het is onwaarschijnlijk dat een megaversum dat zo divers is intelligent leven kan ondersteunen in een klein deel van zijn uitgestrektheid. Veel van de vragen die we gewend zijn te stellen, zoals â??Waarom is een bepaalde natuurconstante het ene getal in plaats van het andere?â?? zal heel andere antwoorden hebben dan waar natuurkundigen op hadden gehoopt. Er zal geen unieke waarde worden uitgekozen door wiskundige consistentie, omdat het landschap een enorme verscheidenheid aan mogelijke waarden toelaat. In plaats daarvan zal het antwoord zijn: Ergens in de megaverse is de constante dit getal, en ergens anders is het dat. En we leven in een kleine zak waar de waarde van de constante consistent is met ons soort leven. Dat is het! Er is geen ander antwoord op die vraag.â??

Antropisch principe

â??Het soort antwoord dat dit of dat waar is, want als het niet waar zou zijn, zou er niemand zijn om de vraag te stellen, wordt het antropische principe genoemd. De meeste natuurkundigen haten het antropische principe. Er wordt gezegd dat het staat voor overgave, het opgeven van de nobele zoektocht naar antwoorden. Maar vanwege ongekende nieuwe ontwikkelingen in de natuurkunde, astronomie en kosmologie worden deze zelfde natuurkundigen gedwongen hun vooroordelen over

antropisch redeneren opnieuw te evalueren. Er zijn vier belangrijke ontwikkelingen die deze zee van verandering aansturen. Twee komen uit de theoretische natuurkunde en twee zijn experimenteel of observationeel.

The anthropic principle

- Scientists have discovered that in order for humans to exist, many extremely unlikely events must have occurred, but they did...
- Are we incredibly lucky to exist? Yes and no.
- The anthropic principle basically says that because we can consider this question, we must have been made, so it's not really luck, but necessity
- Basically, "an observed universe must allow the observer to exist"

10^{500} universums

â??Aan de theoretische kant eist een uitvloeisel van de inflatoire theorie, eeuwige inflatie genaamd, dat de wereld een megaversum wordt vol met pocket-universums die uit de opblazende ruimte zijn opgeborreld als bellen in een ontkurkte fles champagne. Tegelijkertijd produceert de snaartheorie, onze beste hoop op een uniforme theorie, een landschap van enorme proporties. De beste schattingen van theoretici zijn dat 10^{500} verschillende soorten omgevingen mogelijk zijn.â??

â??Zeer recente astronomische ontdekkingen lopen precies parallel aan de theoretische vorderingen. De nieuwste astronomische gegevens over de grootte en vorm van het universum bevestigen overtuigend dat inflatie de juiste theorie is van het vroege universum. Er bestaat weinig twijfel over dat ons universum ingebed is in een veel groter megaverse.â??

Kosmologische constante

â??Maar het grootste nieuws is dat in onze zak de beruchte kosmologische constante niet helemaal nul is, zoals men dacht. Dit is een catastrofe en de enige manier waarop we weten hoe we er iets van kunnen begrijpen, is door het verguisde en verachte antropisch principe.â?•

â??Ik weet niet welke vreemde en onvoorstelbare wendingen onze kijk op het universum zal ondergaan tijdens het verkennen van de uitgestrektheid van het landschap. Maar ik durf te wedden dat filosofen en natuurkundigen aan het begin van de 22^e eeuw, nostalgisch zullen terugkijken op het heden en

herinneren aan een gouden eeuw waarin het beperkte provinciale 20^e-eeuwse concept van het universum plaats maakte voor een groter, beter megaverse, dat een landschap van verbijsterende proporties bevolkte.â??

In de kosmologie is de kosmologische constante (meestal aangeduid met de Griekse hoofdletter lambda: Î?), ook wel de kosmologische constante van Einstein genoemd, de constante coëfficiënt van een term die Albert Einstein tijdelijk heeft toegevoegd aan zijn veldvergelijkingen van de algemene relativiteitstheorie. Hij heeft deze later weer verwijderd.

Veel later werd het nieuw leven ingeblazen en opnieuw geïnterpreteerd als de energiedichtheid van de ruimte, of vacuümenergie, die ontstaat in de kwantummechanica. Het is nauw verbonden met het concept van donkere energie.

The diagram shows two versions of Einstein's field equations. The top equation is $G_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$, labeled 'Einstein's original equation'. Below it, the terms are identified: $G_{\mu\nu}$ as 'Law of an expanding universe' and $T_{\mu\nu}$ as 'All matter and energy in the universe'. The bottom equation is $G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$. Here, $G_{\mu\nu}$ is again 'Law of an expanding universe', $\Lambda g_{\mu\nu}$ is the 'Cosmological constant' (with Λ in red), and $T_{\mu\nu}$ is 'All matter and energy in the universe'. A large 'default watermark' is visible across the center.

Einstein introduceerde de constante oorspronkelijk in 1917 om het effect van de zwaartekracht tegen te gaan en een statisch universum te bereiken, een idee dat destijds de geaccepteerde opvatting was. Einstein verliet de constante in 1931 na Hubble's bevestiging van het uitdijende heelal. Van de jaren dertig tot het einde van de jaren negentig waren de meeste natuurkundigen het eens met de intrekking van Einstein, ervan uitgaande dat de kosmologische constante gelijk was aan nul. Dat veranderde met de verrassende ontdekking in 1998 dat de uitdijing van het heelal versnelt, wat de mogelijkheid impliceert van een positieve waarde voor de kosmologische constante.

Sinds de jaren negentig van de 20^e eeuw hebben studies aangetoond dat ongeveer 68% van de massa-energiedichtheid van het universum kan worden toegeschreven aan zogenaamde donkere energie. De kosmologische constante Î? is de eenvoudigst mogelijke verklaring voor donkere energie en wordt gebruikt in het huidige standaard kosmologische model dat bekend staat als het Î?CDM-model.

Volgens de kwantumveldentheorie (QFT), die ten grondslag ligt aan de moderne deeltjesfysica, wordt lege ruimte gedefinieerd door de vacuümtoestand die een verzameling kwantumvelden is. Al deze kwantumvelden vertonen fluctuaties in hun grondtoestand (laagste energiedichtheid) die voortkomen uit de overal in de ruimte aanwezige nulpuntsenergie. Deze nulpuntfluctuaties zouden moeten werken als een bijdrage aan de kosmologische constante Î?, maar wanneer berekeningen worden uitgevoerd, veroorzaken deze fluctuaties een enorme vacuümenergie.

De discrepantie tussen de theoretische vacuümenergie uit de kwantumveldentheorie en de waargenomen vacuümenergie uit de kosmologie is een bron van grote onenigheid, waarbij de voorspelde waarden de waarneming met zo'n 120 ordes van grootte overschrijden, een discrepantie die *de slechtste theoretische voorspelling in de geschiedenis van de fysica wordt genoemd*. Dit probleem wordt het kosmologische constante probleem genoemd en het is een van de grootste mysteries in de wetenschap, waarbij veel natuurkundigen geloven dat *het vacuüm de sleutel is tot een volledig begrip van de natuur*.

Datum aangemaakt

2022/01/12

default watermark