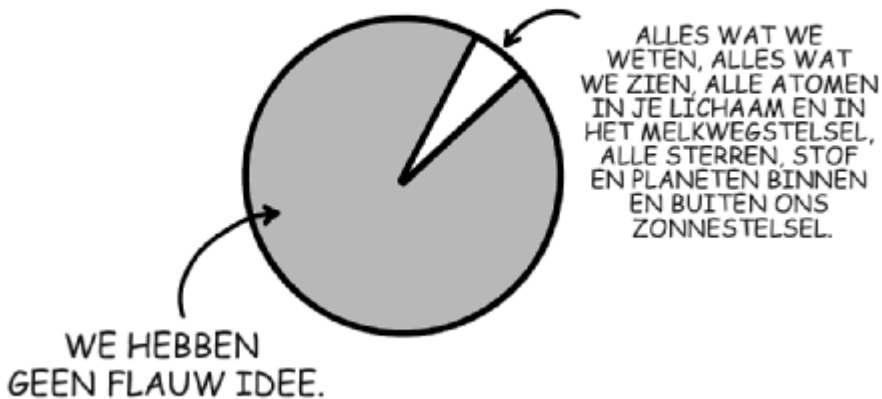


Inleiding

HET HEELAL ZOALS WE HET KENNEN:



Wil je weten hoe het heelal is begonnen, waar het van is gemaakt en hoe het zal eindigen? Wil je weten waar de tijd en de ruimte vandaan komen? Of wij alleen zijn in het heelal?

Pech! Door dit boek zul je daar niet achter komen. Dit boek gaat juist over alles wat we níét weten over het heelal: over alle grote vragen waarvan je zou denken dat we ze al beantwoord hebben, maar waarop we in werkelijkheid nog geen antwoord weten.

Er zijn vaak berichten over een grote ontdekking die een diepzinnige vraag over ons heelal beantwoordt. Maar hoeveel mensen hadden ooit van die vraag gehoord, voordat ze het antwoord meekregen? En hoeveel grote vragen zijn er nog onbeantwoord? Daarvoor is dit boek: om je te laten kennismaken met de vragen die nog openstaan.

Op de volgende pagina's zullen we laten zien wat de grootste onbeantwoorde vragen in het heelal zijn en waarom ze nog steeds raadsels zijn. Aan het eind van het boek begrijp je beter hoe absurd het is om te denken dat we ook maar iets snappen van wat er gebeurt of van de manier waarop het heelal werkt. En, om het van de zonnige kant te bekijken: je snapt dan tenminste waaróm we er niets van snappen.

Dit boek is niet bedoeld om je moedeloos te maken over alles wat we niet weten, maar wil je juist een gevoel van avontuur geven omdat er nog zo ongelooflijk veel witte plekken op de kaart te ontdekken zijn. We laten je ook zien wat de antwoorden op die onopgeloste kosmische raadsels kunnen betekenen voor de mens en hoe achter alles wat onbekend is een verbijsterende verrassing verborgen kan liggen.

We laten je met andere ogen naar de wereld kijken – pas als je snapt wat je niet weet, zie je dat de toekomst nog allerlei fantastische mogelijkheden in petto heeft.

Dus doe je veiligheidsgordel om, leun achterover en maak je klaar om op verkenning uit te gaan in de dieptes van onze onwetendheid, want de eerste stap naar ontdekking is weten wat we nog niet kennen. We gaan op ontdekkingsreis naar de grootste raadsels van het heelal.

BEN JE ER
KLAAR VOOR?



Daniel Whiteson

Jorge Cham

1.

Waar is het heelal van gemaakt?

Waarin je ontdekt dat je
behoorlijk raar en bijzonder bent



Als jij een mens bent (waar we maar even van uitgaan) kan het bijna niet anders dan dat je op zijn minst enige belangstelling hebt voor de wereld om je heen. Die belangstelling behoort tot de dingen die jou menselijk maken, en verklaart mede waarom je dit boek hebt opgepakt.

Die nieuwsgierigheid is geen nieuw verschijnsel. Zolang als de menselijke soort bestaat, hebben mensen geprobeerd een antwoord te vinden op enkele basale en zeer voor de hand liggende vragen over de wereld om ons heen:

Waar bestaat het heelal uit?

Bestaan grote stenen uit kleinere stenen?

Waarom kunnen we stenen niet eten?

Hoe is het om een vleermuis te zijn?¹

De eerste vraag, ‘Waar bestaat het heelal uit?’, is een vraag die behoorlijk wat omvat. Dat komt niet alleen door het onderwerp (veel groter dan het heelal wordt het niet), maar omdat de vraag waaruit het heelal bestaat voor iedereen relevant is. Het is alsof je vraagt waar je huis, en alles wat zich daarin bevindt (waaronder jijzelf) uit bestaat. Je hoeft geen diepgaande kennis van wis- of natuurkunde te hebben om te begrijpen dat deze vraag ieder van ons aangaat.

Stel dat jij de eerste persoon was die de vraag ‘Waar bestaat het heelal uit?’ probeerde te beantwoorden. Een goede aanpak zou zijn om als eerste het eenvoudigste, naïefste idee te onderzoeken. Je zou bijvoorbeeld kunnen zeggen dat het heelal bestaat uit de dingen die we er in aantreffen, en de vraag beantwoorden door een lijst op te stellen. Die lijst zou als volgt kunnen beginnen:

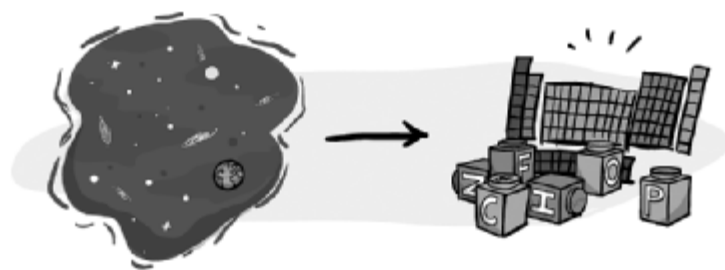


Aan deze aanpak kleven echter serieuze bezwaren. Allereerst zal je lijst heel erg lang worden. Hij moet elke rots op elke planeet bevat-

¹ Deze laatste vraag is de titel van een van de meest geciteerde filosofische artikelen ooit, geschreven door de Amerikaanse filosoof Thomas Nagel. Spoiler alert: het antwoord luidt: ‘Dat kunnen we nooit weten.’

ten, en ook de lijst zelf (die ook deel uitmaakt van het heelal). Als je wilt dat de lijst zowel objecten bevat als de dingen die er in schuilgaan, zou hij wel eens oneindig lang kunnen worden. Als de lijst niet de in de objecten verborgen dingen hoeft te noemen, zou je je lijst tot één element kunnen beperken: ‘het heelal’. Het is duidelijk dat er, hoe je ook te werk gaat, aan deze benadering serieuze problemen kleven.

Een ernstiger bezwaar is dat we met het opstellen van een lijst de vraag niet echt beantwoorden. Een bevredigend antwoord legt echter niet alleen de complexiteit vast die we om ons heen zien – de bijna oneindige variatie van de dingen die we om ons heen zien – maar *vereenvoudigt* hem ook. Dat is precies wat het periodiek systeem der elementen (de tabel met daarin zuurstof, ijzer, koolstof, etc.) glansrijk voor elkaar krijgt. Het beschrijft elk voorwerp dat mensen ooit hebben aanschouwd, aangeraakt, geproefd², of naar elkaar toe hebben gegooid, en dat alles in termen van rond de honderd fundamentele bouwstenen. Het laat zien dat het heelal volgens dezelfde principes is georganiseerd als Lego. Met één verzameling kleine plastic blokjes kun je speelgoedinosaurussen, vliegtuigen of piraten maken, of je eigen hybride vliegende dinopiraat.



WETENSCHAP

Net als bij Lego maakt een beperkt aantal simpele bouwstenen (de elementen) het ons mogelijk om een groot aantal dingen in ons heelal te construeren: sterren, rotsen, stof, roomijs, lama's. Dit ordeningsprincipe, waarbij complexe objecten in feite rangschikkingen van simpele objecten zijn, stelt ons in staat tot een dieper begrip te komen als we die simpele objecten ontdekken.

2 Ja, ook die keer in groep drie dat je vriend proefde hoe een hagedis smaakte.

Maar waarom volgt het heelal de Lego-filosofie? Voor zover we weten is er zelfs voor de mogelijkheid van een dergelijke simplificatie



NATUURKUNDEPIONIERS

geen onderliggende redenen aan te wijzen. Voor zover de eerste holbewonende wetenschappers en wetenschappers wisten, had de wereld op tal van verschillende manieren in elkaar kunnen zitten. Het enige

waar grotwetenschappers Wog en Grok hun ideeën op konden baseren was hun eigen ervaring, die verenigbaar was met een groot aantal verschillende ideeën over waar het heelal uit zou bestaan.

Het zóú zo geweest kunnen zijn dat het aantal mogelijke soorten materie bijna oneindig was. In een dergelijk heelal zouden rotsen uit elementaire rotsdeeltjes hebben kunnen bestaan. Lucht had uit elementaire luchtdeeltjes kunnen bestaan. Olifanten hadden uit elementaire olifantendeeltjes (laten we ze voor het gemak Dombotronen noemen) kunnen bestaan. In dat hypothetische heelal zou de tabel met elementen bijna oneindig groot zijn geweest.

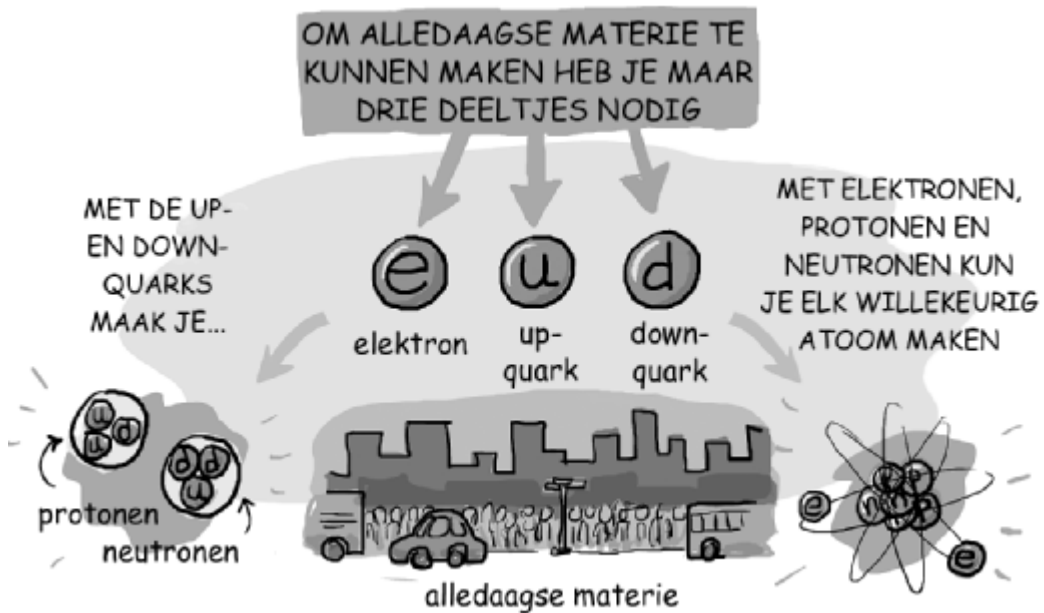
Of, nog maffer, we hadden in een heelal kunnen leven waarin dingen helemaal niet uit piepkleine deeltjes zijn gemaakt. In een dergelijk heelal zouden rotsen simpelweg bestaan uit glad rotsspul dat zich in steeds kleinere stukken laat snijden, waarbij het gehanteerde mes oneindig scherp zou zijn.

Beide ideeën waren verenigbaar met de onderzoeksgegevens die de hooggeleerde heren Wog en Grok in hun beroemde rotsbeukstudies hadden verzameld. Dat we deze mogelijkheden vermelden is niet omdat wij denken dat het heelal inderdaad zo in elkaar steekt, maar om je eraan te herinneren dat het de manier had kunnen zijn waarop ons gedeelte van het heelal werkt, en dat het nog altijd zou kunnen gelden voor andere soorten materie in het heelal die we nog níét hebben onderzocht.

Het zou voor jou redenen moeten zijn om de onbeantwoorde raadselen van het heelal die je in dit boek zult tegenkomen inspirerend en spannend te vinden, in plaats van frustrerend of ontmoedigend. De

openstaande vragen laten zien hoeveel er nog te onderzoeken en te ontdekken valt.

In het heelal zoals we dat kennen en koesteren lijken de dingen om ons heen uit piepkleine deeltjes te bestaan. Na duizenden jaren denkwerk en onderzoek beschikken we over een zeer verfijnd theoretisch begrip van wat materie is.³ In de periode tussen Wogs en Groks eerste experimenten en de dag van vandaag zijn we het periodiek systeem voorbijgestreefd en hebben we een blik geworpen in het atoom zelf.



Materie zoals we die nu kennen is opgebouwd uit atomen van de in het periodiek systeem opgenomen elementen. Elk atoom heeft een kern die omgeven wordt door een wolk van elektronen. De kern bevat protonen en neutronen, die zelf weer zijn opgebouwd uit up-quarks en down-quarks. Met up-quarks, down-quarks en elektronen kunnen we dus elk element uit het periodiek systeem bouwen. Een enorme prestatie! We hebben onze lijst met bestanddelen van het heelal van oneindig lang terug weten te brengen tot de stuk of hon-

3 Terwijl de wetenschap in haar huidige vorm, met experimenten en labjassen, nog maar enkele eeuwen oud is, gaat de geschiedenis van het denken over deze vraagstukken duizenden jaren terug.

derd elementen uit het periodiek systeem, en vervolgens tot niet meer dan drie deeltjes. Alles wat we ooit hebben gezien, aangeraakt of geroken of waar we onze teen aan hebben gestoten kan uit drie basisbouwstenen worden opgebouwd! Gefeliciteerd met het collectieve werk van miljoenen menselijke breinen.

Hoewel we onszelf als soort trots een pluim kunnen geven, is de beschrijving in twee zeer belangrijke opzichten onvolledig.

Het eerste manco is dat er nog andere deeltjes bestaan dan alleen het elektron en de twee quarks. Hoewel we aan deze drie deeltjes genoeg hebben om gewone materie te kunnen maken, hebben deeltjesfysici de afgelopen eeuw nog negen andere materiedeeltjes ontdekt, en vijf andere deeltjes die krachten overdragen. Sommige van deze deeltjes zijn heel merkwaardig, zoals de spookachtige neutrinodeeltjes die zich triljónen kilometers door lood kunnen verplaatsen zonder door ook maar één deeltje te worden afgestoten.⁴ Voor neutrino's is lood doorzichtig. Andere deeltjes lijken sterk op de drie soorten deeltjes waaruit materie bestaat, maar zijn vele malen zwaarder.



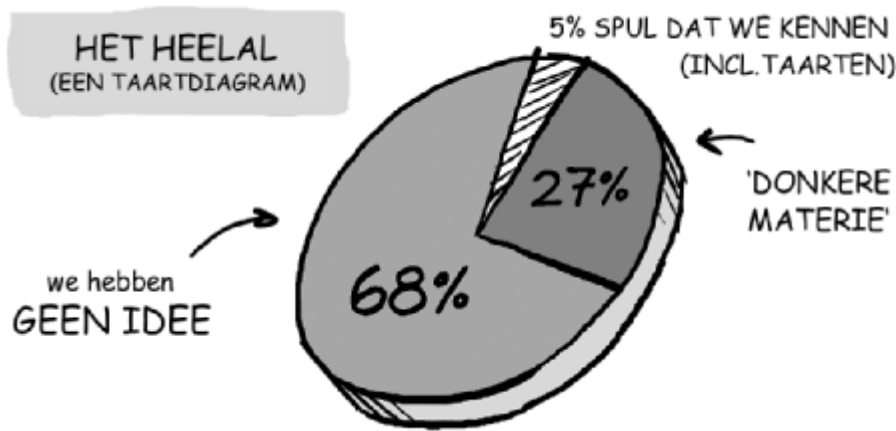
Waarom zijn deze deeltjes er eigenlijk? Wat is hun functie? Wie heeft ze uitgenodigd voor het feest? Hoeveel andere soorten deeltjes zijn er? We weten het niet. Sterker nog: we hebben geen idee. Een aantal van deze vreemde deeltjes, en de intrigerende patronen die ze vormen, zullen we in hoofdstuk 4 nader bespreken.

De beschrijving is echter in nog een ander zeer belangrijk opzicht onvolledig. Hoewel we aan drie deeltjes genoeg hebben om sterren, planeten, kometen en augurken in het zuur te bouwen, blijkt dat deze dingen maar een kleine fractie van het heelal uitmaken. Het soort

4 Denken we. Niemand heeft zich in letterlijke zin aan dit experiment gewaagd.

materie dat wij als vanzelfsprekend beschouwen – omdat het de enige soort materie is die we kennen – is in werkelijkheid redelijk uitzonderlijk. Van al het in het heelal aanwezige spul (materie en energie) verklaart dit soort materie niet meer dan zo'n 5 procent van het totaal.

Waar bestaat de overige 95 procent van het heelal uit? We wéten het niet. Als we een taartdiagram van het heelal zouden tekenen, zou onze taart er ongeveer zo uitzien:



Onze taart ziet er behoorlijk mysterieus uit. Niet meer dan 5 procent ervan is bekend spul, waaronder sterren, planeten en alles wat zich daarop bevindt. Maar liefst 27 procent is wat we 'donkere materie' noemen. De overige 68 procent van het heelal iets wat we amper begrijpen. Fysici noemen het 'donkere energie', en we denken dat het verantwoordelijk is voor de uitzetting van het heelal, maar dat is zo ongeveer het enige wat we weten. We zullen deze beide concepten, en de manier waarop we tot deze precieze getallen zijn gekomen, verderop in dit boek nader verklaren.

En het leed is nog niet geleden. Zelfs binnen de 5 procent van het spul dat we kennen zijn er nog altijd veel dingen die we niet weten (herinner je je die extra deeltjes nog?). In sommige gevallen weten we niet eens hoe we de juiste vragen moeten stellen om deze raadselen te ontsluiten.

Dit is dus waar we als soort staan. Nog maar een paar alinea's te-

rug feliciteerden we onszelf met de ongelooflijke staaltjes intellectueel speurwerk van het in simpele termen beschrijven van alle ons bekende materie. Nu lijkt het erop dat we te vroeg hebben gejuicht, aangezien *het overgrote deel van het heelal uit iets anders bestaat*. Het is alsof we, na duizenden jaren lang een olifant te hebben bestudeerd, er ineens achter komen dat we al die tijd alleen zijn staart hebben gezien!

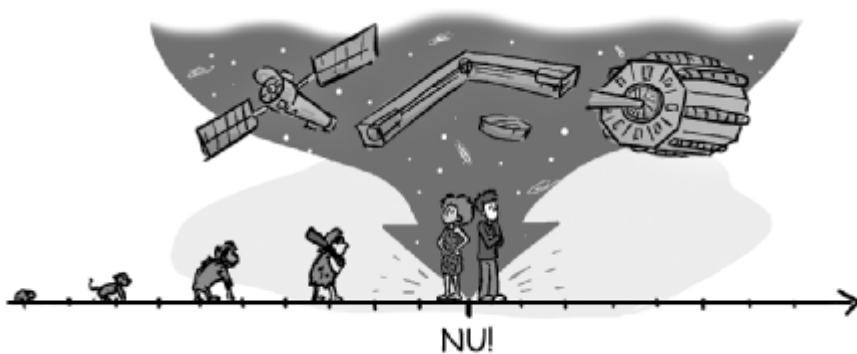


Mogelijk stelt dit nieuws je een tikkeltje teleur. Misschien dacht je dat we met ons begrip en beheersing van het heelal een hoogtepunt hadden bereikt (we hebben in huis toch robotstofzuigers rondschuiven?). Waar het echter om gaat is dat je dit niet als een teleurstelling ziet, maar als een ongelooflijke kans: een kans om te onderzoeken en te leren en inzicht te verwerven. Hoe zou het zijn om te horen dat we niet meer dan 5 procent van het land op aarde hebben onderzocht? Of dat je nog maar 5 procent van alle mogelijke smaken roomijs hebt geproefd? Je innerlijke wetenschapper zou een grondige verklaring eisen (en schone lepeltjes), en zich verkneukelen over de ontdekkingen die je mogelijk nog te wachten staan.

Denk terug aan de basisschool, en het moment waarop je leerde over de belevenissen van de grootste ontdekkingsreizigers uit het verleden. Ze voeren het onbekende tegemoet, ontdekten nieuwe landen

en brachten de wereld in kaart. Als je die verhalen spannend vond, ging dat misschien gepaard met een lichte droefheid over het feit dat alle werelddelen al ontdekt zijn, alle eilandjes een naam hebben gekregen en in dit tijdperk van satellieten en gps het tijdperk van ontdekkingsreizen achter ons lijkt te liggen. Het goede nieuws is dat dit niet het geval is.

Er valt nog enorm véél te ontdekken. Sterker nog, we staan aan het begin van een compleet nieuw tijdperk van ontdekkingen. We staan op de drempel van een periode die ons naar het zich laat aanzien een compleet nieuw begrip van het heelal zal gaan opleveren. Aan de ene kant weten we dat we heel weinig weten (5 procent, weet je nog?), wat ons enig idee geeft van de vragen die we moeten stellen. Tegelijkertijd zijn we bezig om indrukwekkende nieuwe hulpmiddelen te bouwen, zoals krachtige nieuwe deeltjesversnellers, zwaartekrachtgolfdetectoren en telescopen die ons zullen helpen de antwoorden te vinden. Dit komt allemaal samen op dít moment.



Het opwindende is dat op alle grote wetenschappelijke vragen inderdaad echte, harde antwoorden mogelijk zijn. We weten alleen nog niet hoe die antwoorden precies luiden. Het is niet uitgesloten dat ze nog tijdens ons leven zullen worden opgelost. Zo is er op het moment ver weg in het heelal wel of niet sprake van intelligent leven. Het antwoord bestaat (Mulder had gelijk: de waarheid bevindt zich daar ergens). Het vinden van een antwoord op deze vragen zou onze manier van denken over de wereld op een zeer fundamenteel niveau veranderen.

De geschiedenis van de wetenschap zit vol omwentelingen waarbij we telkens weer tot de ontdekking komen dat onze kijk op de wereld vervormd was door onze specifieke waarneming van de dingen. Een platte aarde, een zonnestelsel met de aarde als middelpunt, een door sterren en planeten gedomineerd heelal: het waren allemaal redelijke ideeën in het licht van de kennis die op dat moment voorhanden was, maar inmiddels beschouwen we ze als beschamend naïef. Het staat vrijwel zeker vast dat er om de hoek meer van dergelijke ontwikkelingen op ons liggen te wachten, waarbij belangrijke ideeën die we op dit moment omarmen, zoals de relativiteitstheorie en kwantumfysica, mogelijk aan gruzelementen zullen gaan, en plaats zullen maken voor zinsbegoochelende nieuwe ideeën. Over tweehonderd jaar zal men waarschijnlijk precies zo terugkijken op ons begrip van hoe dingen werken zoals wij nu terugkijken naar holbewoners en holbewoonsters.

De zoektocht van de menselijke soort naar inzicht in ons heelal is nog lang niet ten einde, en jij mag mee. We beloven je dat je je onderweg niet zult vervelen.

