



# 50 DINGEN DIE JE MOET WETEN HET HEELAL



# 50 DINGEN DIE JE MOET WETEN ... HET HEELAL

Raman Prinja



UITGEVERIJ  
CALLENBACH

# INHOUD

© 2017 Uitgeverij Callenbach  
Postbus 13288, 3507 LG Utrecht  
www.uitgeverijcallenbach.nl

Oorspronkelijke titel *50 Things You Should Know About... Space*  
Uitgegeven door QED Publishing, London  
© 2016 QED Publishing

Vertaling Linda Jansen  
(www.creativitekst.nl)  
Omslagontwerp Spaansmedia  
Vormgeving binnenwerk ZetSpiegel, Best  
ISBN 9789043528573  
NUR 231

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

**Vetgedrukte** woorden worden uitgelegd in de woordenlijst op blz. 78.

	<i>Bladzijde</i>
<b>INLEIDING</b>	4
<b>1 Het heelal dijt uit</b>	6
<b>2 Ruimtemeting</b>	8
<b>3 De oerknal</b>	9
<b>4 De geschiedenis van het heelal</b>	10
<b>5 De impact van donkere materie</b>	12
<b>6 Donkere energie</b>	13
<b>7 Waar gaat dit heen?</b>	14
<b>8 Een heelal van sterrenstelsels</b>	16
<b>9 Typen sterrenstelsels</b>	18
<b>10 Onze thuisbasis</b>	20
<b>11 De 'Lokale Groep'</b>	22
<b>12 Sterren hebben niet het eeuwige leven</b>	24
<b>13 'Sterfabrieken'</b>	26
<b>14 Kernenergie</b>	27
<b>15 Sterevolutie</b>	28
<b>16 Levenscyclus van de zon</b>	30
<b>17 Zwارة sterren hebben een snelle levenscyclus</b>	32

<b>18</b>	<b>Supernova-explosies</b>	33	<b>38</b>	<b>Exoplaneten</b>	56
<b>19</b>	<b>Kosmische recycling</b>	34	<b>39</b>	<b>Hete Jupiters</b>	58
<b>20</b>	<b>Witte dwergen</b>	35	<b>40</b>	<b>Superaardes</b>	59
<b>21</b>	<b>Neutronensterren en pulsars</b>	36	<b>41</b>	<b>Nieuwe aardes?</b>	60
<b>22</b>	<b>Zwarte gaten</b>	37	<b>42</b>	<b>'Goldilock'-planeten</b>	61
<b>23</b>	<b>Verkenning van het zonnestelsel</b>	38	<b>43</b>	<b>Tekenen van leven</b>	62
<b>24</b>	<b>Feiten over planeten</b>	40	<b>44</b>	<b>Echte rocket science</b>	64
<b>25</b>	<b><i>Messenger</i> bezoekt Mercurius</b>	42	<b>45</b>	<b>Door de ruimte</b>	66
<b>26</b>	<b><i>Venus Express</i></b>	43	<b>46</b>	<b>Hoe land je op een komeet?</b>	68
<b>27</b>	<b>Onze aarde</b>	44	<b>47</b>	<b>Met het oog op het heelal</b>	70
<b>28</b>	<b>Crossen op Mars</b>	45	<b>48</b>	<b>Zien wat onzichtbaar is</b>	72
<b>29</b>	<b>Asteroiden van dichtbij bekeken</b>	46	<b>49</b>	<b>Hoera voor de <i>Hubble</i></b>	74
<b>30</b>	<b>Koning Jupiter</b>	47	<b>50</b>	<b>Toekomstige observatoria</b>	76
<b>31</b>	<b>De geheimen van Saturnus</b>	48	<b>WOORDENLIJST</b>	78	
<b>32</b>	<b>Andere ringenstelsels</b>	50	<b>REGISTER</b>	80	
<b>33</b>	<b>Landing op Titan</b>	51			
<b>34</b>	<b>Draaitol Uranus</b>	52			
<b>35</b>	<b>Blauwe Neptunus</b>	53			
<b>36</b>	<b><i>New Horizons</i> langs Pluto</b>	54			
<b>37</b>	<b>Kometenzwermen</b>	55			

# INLEIDING

Sinds de telescoop ruim 400 jaar geleden uitgevonden werd, is onze kennis over het heelal enorm toegenomen. Astronomen kunnen vandaag de dag verder kijken dan ooit tevoren en ze kunnen objecten bestuderen die zich heel ver weg in het heelal bevinden. Ruimtevaartuigen hebben lange reizen naar verre werelden ondernomen en zijn zelfs op de maan geland.

## ENORME AFSTANDEN

De ruimte is onmetelijk groot. Als je een idee wilt krijgen hoe groot het heelal precies is, stel je dan een schaalmodel ervan voor waarin de zon zo groot is als een basketbal. In dat model is de aarde dan een erwtje dat op 32 meter afstand van de zon ligt. De volgende ster, ook weer een basketbal, ligt 9.000 kilometer verderop. Als je een model van onze eigen **Melkweg** wilt maken, heb je 200 miljard basketballen nodig. Het universum als geheel bevat op zijn minst 100 miljard sterrenstelsels.

▲ Beelden zoals deze, een afbeelding met twee sterrenstelsels van 180.000 lichtjaar in diameter, hebben astronomen geholpen om een idee te krijgen van de grootte van het heelal.

## BESTUDERING VAN HET HEELAL

We verzamelen kennis over de ruimte door het zwakke licht te bestuderen dat de aarde bereikt vanuit zeer ver weg gelegen punten in ons eigen **sterrenstelsel** en daarbuiten. Astronomen doen dat onderzoek met behulp van hele sterke telescopen, die zowel op de grond staan als in de ruimte zweven. Ook maken ze gebruik van de nieuwste computer- en engineeringstechnologie.

► De moderne opvolger van Galileo's telescoop, de ruimtetelescoop Hubble, maakt diepteafbeeldingen van de ruimte terwijl hij in een baan om de aarde draait.

◀ De Italiaanse onderzoeker Galileo (staand in het midden) was in de 17e eeuw één van de eerste mensen die met een telescoop de ruimte bestudeerde.

## RUIMTEONDERZOEK

Om meer details over andere werelden te krijgen, hebben wetenschappers talloze ruimtevaartuigen in het zonnestelsel gelanceerd om planeten, manen, kometen en asteroïden te bestuderen. Er zijn ook mensen de ruimte ingestuurd die maandenlang in ruimtestations om de aarde cirkelden. Deze mensen hebben in het kader van de NASA-Apollo-missies zelfs voet op de maan gezet. Tussen 1969 en 1972 zijn er twaalf astronauten op de maan geweest. Dit waren de eerste (en tot nog toe de enige) bezoeken van de mensheid aan een andere wereld dan de aarde. Wetenschappers zijn ervan overtuigd dat astronauten in de toekomst naar Mars kunnen reizen en weer terug.

▼ *In 1969 zette de Amerikaanse astronaut Buzz Aldrin voet op de maan.*

## NIEUWE ONTDEKKINGEN

Astronomen observeren de meest schokkende gebeurtenissen in het universum: van **zwarte gaten** die sterren verpulveren tot botsingen van sterrenstelsels. Er worden aan de lopende band ontdekkingen gedaan. Wetenschappers ontdekten bijvoorbeeld duizenden planeten die om ver weg gelegen sterren draaien en de **mysterieuze kracht** van donkere energie, waarvan men aanneemt dat deze het heelal uit elkaar drukt.

▲ *Een paar voorbeelden van de spectaculaire afbeeldingen die ruimtetelescoop Hubble de afgelopen decennia gemaakt heeft.*

# Het heelal dijt uit

Het heelal bestaat uit ruimte met van alles erin, bijvoorbeeld sterrenstelsels, sterren, planeten, manen en levende dingen. Het bestaat uit alles wat we maar kunnen zien en meten en daardoor heeft het iets onvoorstelbaar groots. En het wordt alleen nog maar groter. Volgens wetenschappers dijt het heelal nog steeds uit en gaat dat bovendien in een steeds hoger tempo.

*Dankzij krachtige telescopen kunnen we beelden maken van de meest ver weg gelegen sterrenstelsels. Dit stelsel is kort na het ontstaan van het universum tot stand gekomen.*

## MILJARDEN STERRENSTELSLS

Er zijn naar schatting meer dan 100 miljard sterrenstelsels in het heelal. Honderd miljard is een 1 met 11 nullen erachter. Elk sterrenstelsel zelf telt gemiddeld ongeveer 100 miljard sterren. Als je het totaal aantal sterren in het heelal in cijfers wilt opschrijven, krijg je dus een 1 met 22 nullen erachter! Waarschijnlijk nog ongelooflijker is het feit dat het universum zo groot is dat het bijna helemaal leeg is – ondanks deze onvoorstelbare aantallen sterrenstelsels en sterren.

### Enorme afstanden

De afstanden in het universum worden uitgedrukt in lichtjaren (zie blz. 9).

### Donkruel

Volgens wetenschappers is het heelal vanuit één punt begonnen (zie blz. 9).

De Griekse sterrenkundige Ptolemaeus (90-170) maakte een model van het heelal met in het middelpunt de aarde, waar alle planeten en de zon omheen draaiden. Dit concept, dat het 'geocentrisch universum' genoemd wordt, werd eeuwenlang gebruikt. Maar de Poolse astronoom Nicolaas Copernicus (1473-1543) kwam in het begin van de 16e eeuw met een nieuw model. Na bestudering van de nachthemel plaatste hij de zon in het middelpunt van het heelal met de planeten in een baan eromheen. Dit is het 'heliocentrisch universum'.



▲ *Veel van wat wij over het heelal weten, is gebaseerd op de studies over de zwaartekracht van de Engelse onderzoeker sir Isaac Newton (1653-1727).*

# MEER AFSTAND

Sinds het universum ongeveer 13,8 miljard jaar geleden ontstond, is het groter en groter geworden. Het is ongelooflijk, maar waar, dat de ruimte die we nu bestuderen bijna een miljard keer zo groot is als toen. Terwijl het heelal blijft uitdijen, neemt ook de ruimte tussen de sterrenstelsels toe; zij drijven dus steeds verder uit elkaar. Dit fenomeen heet het 'uitdijende universum'. Noch de aarde, noch de zon ligt in het middelpunt ervan, want het universum heeft geen middelpunt.

## INZICHT IN DE KOSMOS

Ons begrip van de kosmos en de manier waarop hij werkt, is in de loop van de eeuwen enorm toegenomen. Astronomen konden steeds nauwkeuriger metingen maken van objecten in de lucht, ze bouwden sterkere telescopen en lanceerden er zelfs een aantal in een baan om de aarde. Ook hebben we nu veel meer kennis op het gebied van de wis- en de natuurkunde.

◀ *Deze sterrenwacht staat op een berg in Hawaï. De lucht is hier erg helder en er is weinig lichtvervuiling.*

<p><b>Fractie van tijd</b></p> <p>De geschiedenis van de mensheid maakt slechts een fractie uit van de 13,8 miljard jaar van de geschiedenis van het heelal. Het universum (zie blz. 12-13).</p>	<p><b>Donkere materie</b></p> <p>Het grootste deel van het heelal bestaat uit vreemde 'donkere' materie, waarover we weinig bekend is (zie blz. 12).</p>	<p><b>Donkere energie</b></p> <p>De mysterieuze kracht van donkere energie zorgt ervoor dat het universum zich steeds sneller uitbreidt (zie blz. 13).</p>	<p><b>Teal of krat?</b></p> <p>Wetenschappers hebben diverse theorieën ontwikkeld over het mogelijke einde van het universum (zie blz. 14-15).</p>
--	--	--	--



# 2

## Ruimte- meting

De ruimte is immens groot en de afstanden tussen objecten in het heelal kunnen daardoor gigantisch zijn. De maan staat bijvoorbeeld 384.000 kilometer van ons af, de zon staat 150 miljard kilometer van de aarde vandaan en Neptunus staat 4,5 miljard kilometer bij de zon vandaan.

De aarde

Ons  
zonnestelsel

▲ Proxima Centauri, de ster die het dichtst bij de zon staat, is 4,3 lichtjaar van de aarde verwijderd.

De Melkweg

De Lokale  
Groep

## ONZE GROOTSTE BUUR

Als we een kijkje nemen buiten het zonnestelsel worden de afstanden nog duizelingwekkender. Proxima Centauri, de ster die het dichtst bij de zon staat, is 41 biljoen kilometer ver weg. Dat zijn 12 nullen achter de 41. Andere sterren zijn nog veel verder weg.

## LICHTJAREN

Standaardlengtematen, zoals de kilometer, zijn ongeschikt om de ruimte mee te meten. Daarom gebruiken astronomen een speciale rekeneenheid: het **lichtjaar**. Het lichtjaar is de afstand die het licht in een jaar aflegt. Licht heeft een snelheid van 300.000 kilometer per seconde, dus de afstand die het licht in een jaar aflegt, is 9,5 triljoen kilometer. Sommige sterren in ons melkwegstelsel zijn duizenden lichtjaren van ons verwijderd, andere sterrenstelsels zijn wel miljarden lichtjaren ver weg.

# De oerknal

3

Tegenwoordig gaan de meeste wetenschappers ervan uit dat het heelal **13,8 miljard jaar geleden is ontstaan met een gebeurtenis die de *big bang*, de oerknal, genoemd wordt. Deze 'knal' was letterlijk het startschot voor de vorming van materie, ruimte en tijd. Dit idee wordt de oerknaltheorie genoemd.**

▼ *Tekening van de ontwikkeling van het heelal vanuit één punt na de oerknal.*

## HET STARTSCHOT

Het universum begon als iets wat leek op een loeihete en compacte speldenknop. Een fractie van een seconde na de oerknal had het universum een temperatuur in graden Celsius van een 1 met 32 nullen erachter. Vanaf dat moment groeide het universum met onvoorstelbare snelheid.

## DEELTJES

Binnen een paar seconden had het heelal zich uitgerold en begon het af te koelen. Na ongeveer 100 seconden ontstonden er elektronen, protonen en neutronen. Dit zijn de deeltjes waaruit **atomen** zijn opgebouwd.

Ongeveer 100 seconden na de oerknal was de temperatuur circa 1 miljard graden.

# De geschiedenis van het universum

## 4

Wetenschappers weten nog niet wat er vlak na de oerknal gebeurd is.

Sinds het universum 13,8 miljard jaar geleden als een extreem heet en compact punt begonnen is, is in verschillende belangrijke fases de uitgestrekte structuur ontstaan die we vandaag kennen.

### ONMIDDELLIJKE INFLATIE

Wetenschappers denken dat het heelal in een onderdeel van een seconde na de oerknal radicaal veranderde toen het uitdijde met een snelheid die zelfs hoger was dan die van het licht. Deze periode in de geschiedenis van het heelal wordt 'inflatie' genoemd. In deze periode heeft het universum zich bijna negentig keer in omvang verdubbeld.

0 seconden

200 miljoen jaar

5 miljard jaar

Oerknal

Vorming van eerste atomen

Eerste sterren en sterrenstelsels

### EERSTE ATOMEN

Na ongeveer drie minuten ontstonden de kernen van enkelvoudige chemische **elementen** zoals waterstof en helium. Deze kernen bestonden uit de protonen en neutronen die er circa 100 seconden na de oerknal al waren (zie blz. 9). Ongeveer 380.000 jaar later werden de eerste atomen gevormd.

### HET EERSTE LICHT

Toen er atomen ontstonden, verscheen ook het eerste licht. Dit licht staat bekend als de 'kosmische microgolf-achtergrondstraling'. Die straling is ook nu nog waarneembaar, hoewel deze nu is afgekoeld tot  $-270^{\circ}$  C. Deze achtergrondstraling bevat voor astronomen veel waardevolle informatie over het ontstaan van de kosmos en de veranderingen die daarin hebben plaatsgevonden toen hij nog heel jong was.

## STERREN EN STERRENSTELSELS

Ongeveer 400 miljoen jaar na de oerknal kwamen de eerste sterren en sterrenstelsels tot ontwikkeling, hoewel het nog 9 miljard jaar zou duren voordat de aarde en het **zonnestelsel** ontstonden. In het begin werd materie in elkaar geperst door de zwaartekracht en ontstonden enorme aantallen sterrenstelsels, die op hun beurt uitgestrekte groepen clusters en superclusters van sterrenstelsels vormden. In andere delen van het universum was er veel minder materie en daar waren maar enkele sterrenstelsels. Deze vrijwel lege delen in het heelal worden 'kosmische leegten' genoemd.

## KOSMISCH JAAR

.....

Om inzicht te krijgen in de ontwikkeling die het heelal sinds de oerknal doorgemaakt heeft, kun je zijn geschiedenis van 13,8 miljard jaar in een lijngrafiek van een jaar zetten. Een maand staat daarin gelijk aan een miljard jaar. Op 1 januari vond de oerknal plaats. De eerste sterren verschenen op 20 januari en ons Melkwegstelsel op 1 mei.

9 miljard  
jaar

10 miljard  
jaar

Uitdijing universum  
neemt exponentieel  
toe

Het zonnestelsel  
ontwikkelt zich

Er ontstaat  
leven op  
aarde

De zon en de maan kwamen medio september in beeld, op 19 december was er de eerste landvegetatie. De dinosaurïërs kwamen op 25 december op het toneel en de hele menselijke geschiedenis past in de laatste twintig seconden van het kosmisch jaar.

▲ *Beeld van de microgolf-achtergrondstraling. De hetere gebieden, waar later superclusters van sterrenstelsels zouden ontstaan, zijn oranje.*

# De impact van donkere materie

Toen sterrenkundigen voor het eerst de bewegingen van sterrenstelsels onderzochten, ontdekten ze dat de resultaten van hun metingen niet alleen verklaard konden worden door deze objecten. Wetenschappers dachten dat er nog meer materie moest zijn. Deze materie, die onzichtbaar is voor onze ogen en voor telescopen, wordt donkere materie genoemd.

## DWARS DOOR JE HEEN

Wetenschappers geloven dat het grootste deel van de donkere materie in de vorm van deeltjes door de ruimte reist.

Er gaan per seconde ook miljarden van deze deeltjes door jouw lichaam heen – zonder dat je daar iets van merkt.

*Heet gas*

*Donkere materie*

## GEHEIMEN VAN HET HEELAL

Donkere materie geeft geen enkel licht, maar heeft wel trekkracht als gevolg van de gravitatie of zwaartekracht. Men gaat ervan uit dat bijna een kwart van het heelal bestaat uit donkere materie. Dit zijn bijvoorbeeld dode sterren, zwarte gaten, koude gassen in de ruimte en deeltjes die veel kleiner zijn dan atomen.

## ZICHTBAAR

De roze gebieden in deze gekleurde afbeelding van twee botsende sterrenclusters stellen heet gas voor. De blauwe gebieden zijn gebieden met donkere materie. Omdat donkere materie niet reageert op 'gewone' materie, is het voor het gas uit gereisd. Het gas zelf heeft 'vertraging' opgelopen door de remmende werking van de botsing.

# Donkere energie

6

Het heelal is een groot mysterie. Het bestaat voor hooguit 5 procent uit 'gewone' materie. Donkere materie neemt daarnaast ongeveer 24 procent van het geheel aan materie in. De overige 71 procent is nog vreemder dan de donkere materie. Wetenschappers hebben dit grootste deel 'donkere energie' genoemd, maar niemand weet wat het echt is. Deze donkere energie is op dit moment een van de grootste mysteries van het heelal.

## UITDIJEND UNIVERSUM

Aan het begin van de twintigste eeuw werd door wetenschappers aangenomen dat het universum een vaste omvang heeft. Maar studies van de Amerikaanse astronoom Edwin Hubble toonden in de jaren 1920 aan dat het universum nog steeds uitdijt.

► *Edwin Hubble (1889–1953)*

▼ *Door bestudering van de sterren in dit stelsel, met de naam NGC 4603, is aangetoond dat de snelheid waarmee het heelal uitdijt nog steeds toeneemt.*

## LANGZAMER?

In de jaren 90 van de vorige eeuw probeerden astronomen te meten hoe snel het heelal na de oerknal uitdijde. Ze verwachtten dat deze uitdijning in het begin heel snel was gegaan, maar dat het groeitempo na het ontstaan van de sterrenstelsels was afgezwakt als gevolg van hun gravitatie.

Gewone materie:  
5 procent

Donkere materie:  
24 procent

Donkere energie:  
71 procent

## INTEGENDEEL!

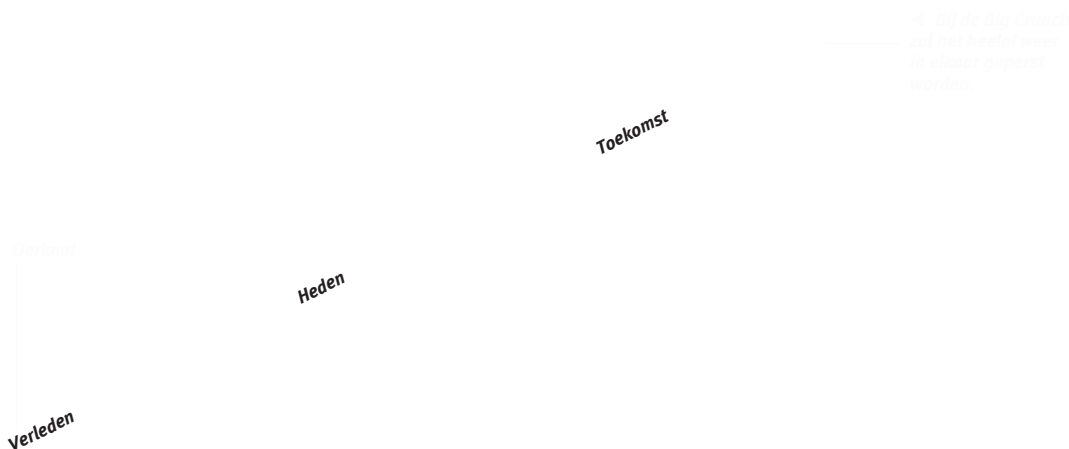
Door de bestudering van sterren die ver weg geëxplodeerd zijn, is zelfs duidelijk geworden dat het universum in een steeds hoger tempo uitdijt. Dit wordt het 'accelererende universum' genoemd. Deze versnelling kan alleen plaatsvinden als er een nieuwe kracht – donkere energie – werkzaam is tegen de gravitatie in en deze kracht moet dan uit meer dan twee derde van de kosmos bestaan.

Donkere energie is een onbekende kracht waar het universum vol van is.

# 7

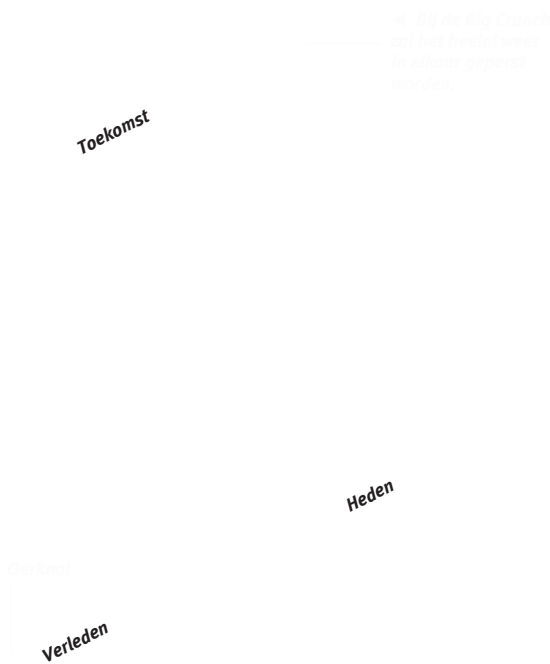
## Waar gaat dit heen?

Sinds wetenschappers aannemen dat het heelal begonnen is met de oerknal vragen ze zich ook af waar het hele proces zou kunnen eindigen. We weten nu dat de sterrenstelsels met hoge snelheid uit elkaar bewegen en dat het heelal zo steeds groter wordt. Maar wat zal er dan over miljarden jaren gebeuren? Er zijn drie concepten bedacht over het lot van het universum. Ze worden de *Big Crunch* (de 'grote eindkrak'), de *Big Freeze* (de 'grote koude') en de *Big Rip* (de 'grote kloof') genoemd.



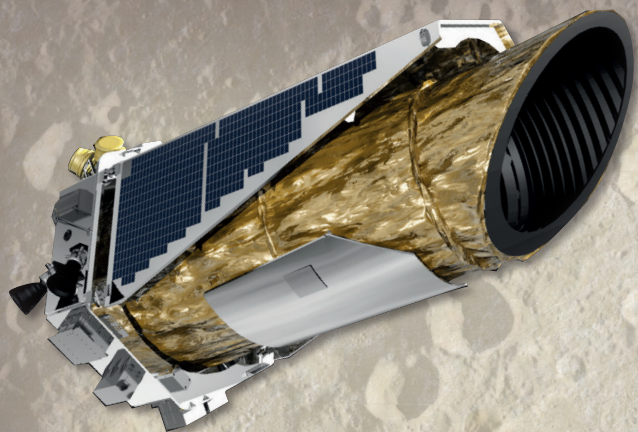
### DE BIG CRUNCH

Volgens de *Big Crunch*-theorie zal het heelal op een gegeven moment zijn maximale omvang bereikt hebben. Dan zal het gaan inkrimpen en zichzelf in elkaar gaan persen. Alle materie in het universum zal op dat moment ten onder gaan in het grootste zwarte gat aller tijden.



### DE BIG FREEZE

Volgens de *Big Freeze*-theorie zal het heelal altijd blijven uitdijen. Terwijl de materie steeds verder uitgerekt wordt, zal al haar warmte als een dun laagje in de ruimte uitgesmeerd worden. Uiteindelijk zal er niets meer warm blijven in een donker en zeer koud universum.

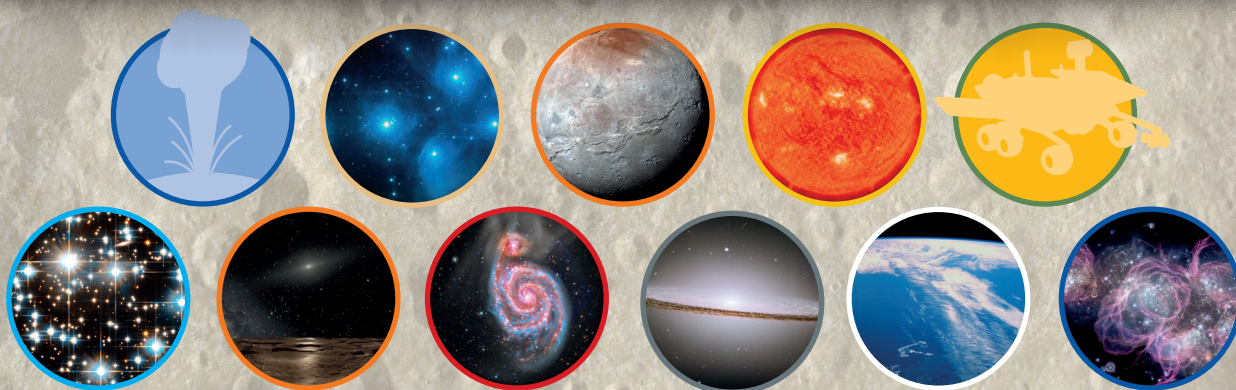


# 50 DINGEN DIE JE MOET WETEN HET HEELAL

Leer alles over de ruimte! Van planeten, kometen en  
asteroïden tot sterrenstelsels en zwarte gaten.

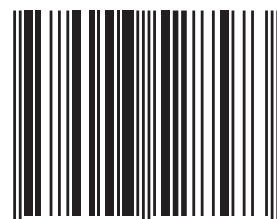
Ontdek hoe sterren ontstaan, maak een rondreis door het  
zonnestelsel en lees over de toekomst van ruimte reizen.

Vol foto's, schema's, lijstjes en weetjes. Na het lezen van  
dit boek zou je bijna zelf de ruimte in kunnen gaan!



  
UITGEVERIJ  
CALLENBACH

ISBN 978 90 435 2857 3 NUR 231



9 789043 528573

WWW.UITGEVERIJCALLENBACH.NL