



STERRENKUNDE

VOOR

JONGE MENSEN

met HAAST



**NEIL DE GRASSE TYSON**

met Gregory Mone



UITGEVERIJ NIEUWEZIJD

Oorspronkelijke titel: *Astrophysics for Young People in a Hurry*. New York: W.W. Norton & Company, Inc. 2019.

Uitgegeven door: Uitgeverij Nieuwezijds, Amsterdam  
Vertaling: Yannick Fritschy  
Zetwerk: Holland Graphics, Amsterdam  
Ontwerp binnenwerk: Charles Kreloff Design  
Omslag: Buro Blikgoed, Haarlem

© 2019, 2017, Neil deGrasse Tyson  
© Nederlandse vertaling, Uitgeverij Nieuwezijds, 2019

ISBN 978 90 5712 531 7  
NUR 240, 910

[www.nieuwezijds.nl](http://www.nieuwezijds.nl)

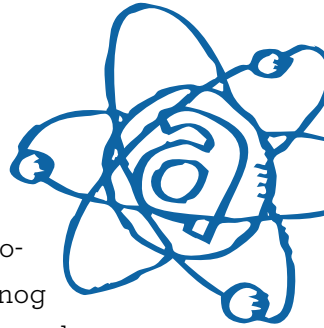


Bij de productie van dit boek is gebruikgemaakt van papier dat het keurmerk van de Forest Stewardship Council (FSC) mag dragen. Bij dit papier is het zeker dat de productie niet tot bosvernietiging heeft geleid.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband, elektronisch of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval system worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Hoewel dit boek met veel zorg is samengesteld, aanvaarden schrijver(s) noch uitgever enige aansprakelijkheid voor schade ontstaan door eventuele fouten en/of onvolkomenheden in dit boek.

# Proloog: Honden uitlaten om naar de sterren te kijken



**I**k was negen jaar oud toen ik besloot om astrofysicus te worden. Ik herinner me die avond nog goed. De hemel zat vol met sterren. De Grote en de Kleine Beer. De planeten Jupiter en Saturnus. Een meteor snelde naar de horizon, en ik zag iets wat leek op een wolk langs de hemel bewegen. Maar dat was helemaal geen wolk. Ik keek uit op onze eigen kosmische omgeving, de Melkweg: een gebied in de ruimte volgepakt met wel honderd miljard sterren. Bijna een uur lang keek ik vol verwondering naar al dit spektakel.

Toen gingen de lichten weer aan. Ik zat in het planetarium van het American Museum of Natural History.

Wat ik gezien had, was een sterrenshow. Maar dat maakte het allemaal niet minder indrukwekkend. Die avond wist ik wat ik wilde worden als ik groot was. Ik wilde astrofysicus worden, sterrenkundige.

Op dat moment kon ik dat moeilijke woord nog maar nauwelijks uitspreken. Maar eigenlijk heeft het een heel

simpele betekenis. Astrofysica, sterrenkunde is de studie van planeten, sterren en andere dingen in de ruimte, en hoe die allemaal werken en elkaar beïnvloeden.

Astrofysici bestuderen bijvoorbeeld zwarte gaten, de vreemde monsters die al het licht en alle materie opslokken dat bij ze in de buurt komt. Ook speuren we aan de hemel naar tekenen van supernova's, de schitterende ontploffingen van stervende sterren.

We zijn een nieuwsgierig en apart clubje mensen. Voor een astrofysicus is een jaar de tijd die onze planeet nodig heeft om een reisje rond de zon te maken. Als je op een verjaardagsfeestje van een astrofysicus bent, kun je zomaar iedereen horen zingen:

*Fijne baan rond de zon voor jou . . .*

We zijn met onze gedachten altijd bij de wetenschap. Voor de grap las een vriend van mij me laatst voor uit het oude prentenboek *Dag dag, dag nacht*. Je hoeft geen wetenschapper te zijn om te bedenken dat koeien in het echt niet over de maan kunnen springen, wat ze in het boek wel doen. Maar als astrofysicus kun je wel uitrekenen wat een koe zou moeten doen om dat kunststukje te volbrengen. Als de koe mikt op de plek waar de maan over drie dagen is, en dan met zo'n 40.000 kilometer per uur opspringt, heeft ze misschien een kans.

Toen ik negen was, wist ik nog maar weinig over astrofysici. Ik wilde vooral begrijpen wat ik tijdens die planetariumshow had gezien, en of de echte kosmos, zoals je het universum als geheel noemt, echt zo fantastisch was. Eerst ging ik de hemel bestuderen vanaf het dak van mijn

flatgebouw. Daar klom ik stiekem op met een van mijn vrienden en zijn handige verrekijker. Later ging ik geld verdienen met het uitlaten van honden, zodat ik zelf een telescoop kon kopen. Daar zaten allerlei soorten honden tussen: grote honden, kleine honden, gemene honden en aardige honden. Honden met regenjasjes aan. Honden met hoedjes en laarsjes. Ik liet ze allemaal uit om de sterren te kunnen zien.

In de jaren daarna ben ik steeds grotere telescopen gaan gebruiken. Ik heb mezelf verplaatst van dat dak in New York naar Zuid-Amerikaanse bergtoppen. Al die tijd met in het achterhoofd mijn verlangen om de kosmos te begrijpen, en om mijn passie met zo veel mogelijk mensen te delen.

Een van die mensen ben jij.

Ik verwacht niet dat iedereen die dit boek leest daarna meteen astrofysicus wil worden. Maar misschien wakkert het je nieuwsgierigheid aan. Heb je ooit 's avonds naar de hemel gekeken en je afgevraagd: wat betekent dit allemaal? Hoe werkt dit allemaal? Wat is mijn plek in het heelal? Zo ja, dan moedig ik je aan om verder te lezen. *Sterrenkunde voor jonge mensen met haast* geeft je basiskennis over de grote ideeën en ontdekkingen die wetenschappers helpen om over het heelal na te denken. Als ik het goed gedaan heb, kun je na het lezen je ouders aan de keukentafel verbazen, indruk maken op je leraren en tijdens onbewolkte avonden met een beter begrip en nog meer verwondering naar de sterren staren.

Laten we dus snel van start gaan. We zouden meteen kunnen beginnen met twee van de grootste raadsels: donkere materie en donkere energie. Maar eerst moeten we aandacht hebben voor wat ik beschouw als het grootste verhaal aller tijden.

Het verhaal van het leven.



# Inhoud

1

Het grootste verhaal aller tijden 13

2

Hoe je kunt communiceren met aliens 33

3

Toen was er licht 45

4

Tussen de sterrenstelsels 60

5

Donkere materie 75

6

Donkere energie 91



**7**

**Mijn favoriete elementen 103**

**8**

**Waarom de wereld rond is 115**

**9**

**Het onzichtbare heelal 128**

**10**

**In de buurt van de zon 142**

**11**

**Hoe een alien de aarde ziet 152**

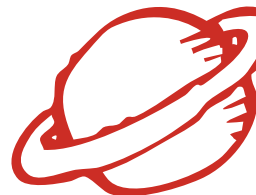
**12**

**Kijk omhoog, denk groot 165**

**woordenlijst 176**

**Bronvermelding illustraties 183**

**index 185**





1.

# Het grootste verhaal aller tijden



**I**n het begin, bijna veertien miljard jaar geleden, was het hele heelal kleiner dan de punt aan het einde van deze zin.

Hoeveel kleiner? Stel je voor dat die punt een pizza is. Snij die pizza nu in een biljoen stukjes. Alles, maar dan ook alles – de deeltjes waaruit je lichaam is opgebouwd, de bomen of gebouwen die je door je raam ziet, de sokken van je vriend, petunia's, je school, de torenhoge bergen en diepe oceanen van onze planeet, het zonnestelsel, verre sterrenstelsels – alle ruimte, energie en materie in de kosmos zat toen opgepropt in één zo'n minipuntje.

En het was heet.

Met zoveel spul samengepakt in zo'n kleine ruimte was het zo heet, dat het heelal maar één ding kon doen.

Uitzetten. En snel ook.

Tegenwoordig noemen we die gebeurtenis de oerknal. In een piepkleine fractie van een seconde (om precies te zijn: een tien-miljoen-biljoen-biljoen-biljoenste van een seconde) groeide het heelal gigantisch.

Wat weten we over dit eerste ogenblik in het leven van onze kosmos? Heel weinig, helaas. We hebben ontdekt dat er nu vier basiskrachten zijn die alles beheersen - van de banen van planeten tot de kleine deeltjes waaruit onze lichamen bestaan. Maar in dat kleine ogenblik vlak na de oerknal waren al deze krachten samengebundeld in één kracht.

Terwijl het heelal uitzette, koelde het af.

Aan het eind van deze tijdflits - die onder wetenschappers bekendstaat als het Planck-tijdperk, vernoemd naar de Duitse natuurkundige Max Planck - wurdde één kracht zich los van de andere drie. Deze kracht, de zwaartekracht, houdt de sterren en planeten bij elkaar die samen sterrenstelsels vormen. Ook houdt die kracht de aarde in zijn baan rond de zon en voorkomt de zwaartekracht dat tienjarige kinderen een basketbal in het net kunnen dunken - om maar wat te noemen. Wil je een simpele demonstratie van de voortdurende aantrekking van de zwaartekracht? Doe dan dit boek dicht, til het een paar centimeter boven de dichtstbijzijnde tafel en laat het vallen. Dan zie je de zwaartekracht aan het werk.

(Als je boek niet viel, neem dan alsjeblieft contact op met de dichtstbijzijnde astrofysicus en maak melding van een kosmisch noodgeval.)

Maar in de eerste ogenblikken van het jonge heelal waren er geen planeten, boeken of tienjarige basketballers

## Kun je dunken op Mars?

Stel dat je echt naar Mars zou kunnen gaan, wat geen gemakkelijke opgave is, en dat je een ruimtepak had dat je genoeg bewegingsvrijheid gaf om te springen. De grootte van de zwaartekracht op een bepaalde planeet of maan hangt af van de massa van die planeet of maan. Omdat Mars minder zwaar is dan de aarde, is de zwaartekracht er bijna drie keer zo zwak. Er is dus een kans dat je hoog genoeg zou kunnen springen om te dunken. Maar ik hoop dat je, als je het ooit voor elkaar krijgt om naar Mars te gaan, je tijd niet verspilt met basketballen. Er zijn dan veel interessantere dingen om te zien en te doen.

die door de zwaartekracht konden worden beïnvloed. De zwaartekracht werkt het beste op grote voorwerpen, maar in het jonge heelal was alles nog onvoorstelbaar klein.

Maar dit was nog maar het begin.

De kosmos ging verder met groeien.

Daarna gingen de drie andere basiskrachten van de natuur uit elkaar.\* De voornaamste taak van deze krachten is het besturen van de piepkleine deeltjes, of materiebrokjes, waarmee de kosmos is gevuld.

\* De vier basiskrachten zijn de zwaartekracht, de sterke kernkracht, de zwakke kernkracht en elektromagnetisme. Later zullen we die verder bespreken.

Toen de vier krachten allemaal uit elkaar waren gegaan, hadden we alles wat nodig was om een heelal te bouwen.



## Sinds het begin is een biljoenste van een seconde voorbijgegaan.



Het heelal was nog steeds onvoorstelbaar klein en heet. Het begon gevuld te raken met deeltjes. Op dat moment kwamen de deeltjes in twee soorten tevoorschijn: quarks (spreek je uit als *kwarks*) en leptonen. Quarks zijn merkwaardige kwibussen. Je zult nooit een quark in zijn eentje aantreffen; hij zal zich altijd vastklampen aan andere quarks in de buurt. Je hebt vast wel minstens één vriend of klasgenoot die zich ook zo gedraagt. Quarks zijn als die kinderen die nooit iets alleen willen doen, die zelfs niet alleen naar de wc willen lopen.

Als je twee quarks uit elkaar probeert te halen, wordt de kracht die ze samenbundelt zelfs steeds sterker naarmate ze verder van elkaar vandaan raken. Het is alsof ze met een soort minuscuul, onzichtbaar elastiekje aan elkaar vastzitten. Maar als je ze ver genoeg van elkaar vandaan brengt, knapt het elastiekje. Uit de energie die daarin opgeslagen zat, wordt aan beide open uiteinden van de stukjes elastiek een nieuwe quark gemaakt. Zo krijgen de quarks die uit elkaar zijn gehaald allebei een nieuw vriendje. Stel je voor