



WIE NIET NAAR DE STERREN KIJKT...
ZAL NOOIT DE AARDE ZIEN

Een evolutionaire kijk op de Kosmos van morgen

Verzamelde studies , inzichten en bewerkingen

ir. DIRK M. VANWALLE

Cover:

"The pillars of creation", de pilaren van de schepping, nebulae, het geboortekraam van sterren, M16-NGC6611, Adelaarsnevel, Hubble 2015, 7.000 lj.

Credit: NASA, ESA, STScI,/AURA (The Hubble Heritage team).

De Hubble-ruimtetelescoop van NASA/ESA met één van zijn meest iconische afbeeldingen: de pijlers van de schepping uit de Adelaarsnevel. Deze afbeelding toont de pilaren zoals gezien in zichtbaar licht, waarbij de veelkleurige gloed van gaswolken, piekerige ranken van donker kosmisch stof en de roestkleurige slurven van de beroemde pilaren van de nevel worden vastgelegd. Het stof en gas in de pilaren wordt verschroeid door de intense straling van nieuwe jonge sterren en geërodeerd door harde wind van massieve nabije sterren.



"Science progresses one funeral at a time". Max Planck (1858 – 1947)

"De verkenningen van de ruimte zullen eindigen op onzekerheid. We zijn per definitie in het centrum van de waarneembare regio. We kennen onze directe buurt nogal zeer goed. Met toenemende afstand vervaagt onze kennis en vervaagt snel. Uiteindelijk bereiken we de vage grens – de uiterste grenzen van onze telescopen. Daar meten we schaduwen en zoeken we tussen spookachtige meetfouten naar oriëntatiepunten die nauwelijks groter zijn. Het zoeken gaat door. Wanneer we al onze empirische hulpmiddelen hebben uitgeput, dan zullen we ons moeten overleveren aan de dromerige wereld van de speculatie." Edwin Powell Hubble (1889-1953)

"Wiskunde is de grammatica van de wetenschap en is de taal van het universum, God is een wiskundige". Galileo Galilei 1564-1642)

*"De essentie van wiskunde ligt volledig in haar vrijheid."
Georg Ferdinand L. Ph. Cantor (1845-1918)*

COLOFOON

Titel boek: "Wie niet naar de sterren kijkt zal nooit de aarde zien"

Verantwoordelijke uitgever: Imacon NV, BE 0424.522.874 - 8500 Kortrijk (B),
Planning: MEDLIEN GC S.L., C./ Dr. Eslovaquia N°13, 38135 Tauro (Mogan), Gran Canaria (Esp), CIF: ES B35-666-569.

Distributie: Sciencebooks.eu, p/a IMACON NV, President Rooseveltplein 21, 8500 Kortrijk (België), BE0424.522.874, www.sciencebooks.eu, info@sciencebooks.eu.

Printing recto-verso quadri: INNIGROUP, Industrielaan 5, B-8501 Heule (België), www.innigroup.com

Cover ontwerp: Gregory van der Donk, Grafic Design & Communication.

Communicatie: Georges Van Nevel

Lay-out & tekst: Marie C. Eeckhout, Mieke De Praeter

Eerste recensenten: dr. Joost Delanote, lic. wiskunde Carlos Denijs
ir. Pol T. Descamps MScE, Prof. em. dr. Oswald Leroy
Fred Haghebaert, Prof. em. dr. Willy Renier
dr. ir. Jean van der Donk

Auteur: ir. Dirk M. Vanwalle, dirk@vanwalle.be

Website: <https://www.sciencebooks.eu/boek-wie-niet-naar-de-sterren-kijkt>

Copyright © 2020 Concept & structuur: ir. Dirk M. Vanwalle, 8500 Kortrijk (België).

Toestemming wordt verleend tot het kopiëren, verspreiden en/of wijzigen van dit document onder de bepalingen van de © GNU Vrije Documentatie Licentie, versie 1.3 of iedere latere versie uitgegeven door de Free Software Foundation, enkel in het kader van educatieve doelstellingen. Een kopie van de licentie is terug te vinden op <http://www.gnu.org/licenses/fdl.txt>. Er zijn in de tekst at random aanvullende bepalingen van toepassing zoals o.a. ©CreativeCommons, Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 en 4.0 Unported license (cc BY-SA 3.0) <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed> en andere in de tekst gespecificeerde copyrights. Bronnen, credits en copyrights dienen altijd vermeld te worden.

Private uitgifte in het kader van de werkgroep "levenslang leren", voor educatieve doeleinden, documentatie, wetenschappelijke opleiding en studie.

Datum eerste druk: 1 december 2020

ISBN-EAN nummer: 9789464202625



DEZE UITGAVE STEUNT



en



Registratie code KOM OP TEGEN KANKER N° 120038089

ACTIE: Boekpublicatie "Wie niet naar de sterren kijkt..."
8500 Kortrijk, 2020-2021

Actienaam:

Boekpublicatie "Wie niet naar de sterren kijkt, zal nooit de aarde zien... een evolutionaire kijk op de kosmos van morgen".

Alle netto-opbrengsten gaan naar www.komoptegenkanker.be

Groep "levenslang leren"

Deze actie gaat uit van de groep "*levenslang leren*", een wetenschappelijke denkgroep, opgericht te Kortrijk eind 2015 met als stichtende leden:

- ✓ Prof. em. dr. Oswald Leroy (wiskunde-fysica, KULAK), erevoorzitter
- ✓ Prof. em. dr. Willy Renier (neurologie, Univ. Nijmegen);
- ✓ dr. Joost Delanote (AZ St Jan Brugge);
- ✓ lic. wiskunde Carlos Denijs;
- ✓ ir. Pol T. Descamps, MScE (ex Barco, adviseur strategie HOWEST);
- ✓ ir. Dirk M. Vanwalle (industrieel, initiatiefnemer).

De bedoeling van deze wetenschappelijke denkgroep "levenslang leren" is zowel jonge als oudere Vlamingen aan te zetten om blijvend bij te studeren en zich verder te blijven ontwikkelen en te vervolmaken in deze snel veranderende maatschappij.

In 2015-16 hebben werd in de regio Kortrijk reeds een beperkte actie op touw gezet en het boek *Quantum|Fysica@Home, de grote verwondering* uitgebracht (private uitgifte). De netto-opbrengst ging naar: kom op tegen kanker (ID.Nr:110-268-313). Deze laatste uitgave is nog te verkrijgen in e-book (pdf) bij de uitgever.

NIEUWE ACTIE 2020-21

Ook voor dit boek "Wie niet naar de sterren kijkt, zal nooit de aarde zien" gaan de netto-opbrengsten naar "Kom op tegen Kanker".

DE ACTIEVOERDERS
01/12/2020



"Everything should be made as simple as possible, but not simpler. This is not philosophy. This is physics "? (Albert Einstein)

VOORWOORD

For any rational person who sometimes wonders about the usefulness of ESA, NASA, CERN, this magisterial didactic work by Dirk Vanwalle is a revelation. This scientific work is a penetrating study of particle physics, the infinitely small, in a unique connection with the history of the cosmos, the infinitely large.

I was honored when Dirk asked me to write a preface for his magnum opus, *"Those who don't look at the stars ... will never see the earth"* (*Wie niet naar de sterren kijkt... zal nooit de aarde zien*), a search for the what, how and why of the 'being' of the cosmos. As a Roman Catholic it certainly intrigues me when he explicitly mentions the 'question of faith' in PART IV. He rejects any sense of a creator after the origin of the cosmos as a purely man-made concept, and his approach of 'institutionalized' religion is downright critical.

I met Dirk in the 1970s when he was a young engineer at Barco, Kortrijk. A happy coincidence brought us back together at a former student reunion of Sint-Amands high school in Kortrijk. It was a challenging experience for me to be invited to his home to the study meetings of his *'Lifelong Learning'* group of friends. This book covers numerous subjects treated there over the years.

Dirk puts it beautifully: *'If you don't look at the stars, you'll never see the earth'*. Cosmology and physics touch the fundamental questions about our existence as human beings in this wonderful 'event'..... Dirk describes an 'evolutionary view' of the cosmos in search of the distinction between what we 'know/believe' or what we 'know/discover'. He is moved by what he calls the spirituality of the cosmos. In his humanism, he encounters the question about the limitation of the consciousness of animals and the seemingly 'unlimited' consciousness of humans, who will discover and continue to unravel the secrets of the cosmos.

His book touched me personally where he mentions at great length Hubble and 'le Chanoine Lemaître'. Very young I learned about the Big Bang in Leuven through the unique contacts within my family with Lemaître, with Einstein, and Lise Meitner, before and after WWII. In April 1986 I saw the Hubble telescope for real at Lockheed in California.

We share the cultural Christian heritage that liberated men by desacralizing nature (*entzaubern*) - a basic condition for any rational thinking about the cosmos-, but where Dirk observes 'faith' from the outside, I experience it from the inside. We both got fascinated and discovered the beauty of mathematics, at our Sint-Amands high school in Kortrijk. Dirk's interest in cosmology evolved from a hobby to solid erudition, as already proved by his 2015 book *'Quantum|Fysica@Home'*. Mathematics is indeed the language of the universe, with the question: 'Is God a Mathematician?'. Do we discover mathematics, or is mathematics a human brainchild? Is infinity a mathematical and/or religious concept?

This book is a unique contemporary contribution to cosmology in Dutch. It is a reference work due to the clear classification per subject. Some chapters are real gems, challenging the most exacting mathematicians.

The book focuses on the concept of 'time', as in the book *'The Singular Universe and the Reality of Time'* by the philosopher Unger, and the theoretical physicist

VOORWOORD

Smolin. From a philosophical view of the how and why of the cosmos, one cannot shirk metaphysics; how do we deal with the mystery of the transcendency (not to be confused with the imaginary). I do not know whether Dirk said his last word on this in his magisterial book...

Dirk's book is a unique legacy for his eleven grandchildren. As a grandfather of eight grandchildren, I share those family values with Dirk.

This book, also with its many visual aids, is a celebration for those who can lose themselves in mathematics and science.

Ir. Pol T. Descamps, *MScE*

Kortrijk, November 15th, 2020

DANKWOORD

De wetenschap en de wiskunde waarop zij steunt is een onuitputtelijke bron van kennis, technologie en onrechtstreeks verantwoordelijk voor onze welvaart en ons welzijn. De recente COVID-19 crisis bewijst nog maar eens het belang van de wetenschap. Al heel mijn leven ben ik geboeid door de voorspellende en soms geheimzinnige kracht van de ondersteunende algoritmes die een verklaring geven van veel wat rondom ons gebeurt. Dankzij de verlichting in de 18e eeuw hebben wij de dogma's kunnen afgooien en is alles in een stroomversnelling gekomen in onze Westerse maatschappij. Met dank aan het feit dat wij bij toeval hier geboren zijn in deze nastroom van de geschiedenis. Wij kunnen deze waarden maar niet genoeg benadrukken en verdedigen.

Door een uit de hand gelopen hobby van meer dan 20 jaar "*blijven studeren*", twee jaar intensief werk en dankzij het coronavirus is dit boek dit jaar afgewerkt. Mijn diepe interesse in de exacte wetenschappen was de aanleiding tot dit boeiend verhaal over de evolutie van de astronomie en vooral de kosmologie van de laatste 30 jaar. Steunend op de algemene relativiteitstheorie en de quantumfysica zal deze nieuwe wetenschap onze enige bron van inspiratie zijn, waar we heen moeten, eens onze aarde onbewoonbaar wordt. Hopelijk gebeurt dit niet door de dwaze fouten van de mensheid.

Dit boek was niet mogelijk geweest zonder de hulp, niet alleen voor het verzamelen en aaneenrijgen van de diverse topics, maar vooral ook zonder de steun van het ganse redactieteam, van onze wetenschappelijke denkgroep "*levenslang leren*" en van de taal- en andere revisoren, die ons hebben begeesterd en geholpen bij dit initiatief voor "Kom Op Tegen Kanker".

Tenslotte dank ik ook mijn echtgenote Christine die mijn taal en zinsstructuur verbeterd heeft en mijn administratieve rechterhand Mieke De Praeter, die het format, de lay-out en alle klusjes en problemen daarrond handig heeft opgelost. Ik verontschuldig mij bij de geïnteresseerde lezer voor de eventuele tekortkomingen die zij zullen ontdekken bij het lezen van dit omvangrijke werk. De onderwerpen zijn onuitputtelijk, dagelijks komen er nieuwe inzichten bij, en deze kunnen ook niet allemaal in detail behandeld worden. Ik sta altijd open voor uw suggesties.

Ik draag dit boek bij leven en welzijn speciaal op aan mijn 11 kleinkinderen: Bob en Vic ; Zoë en Bo ; Nora, Josse, Suzanne en Annabel ; Lea, Mine en Niki.

De auteur

INHOUDSTABEL

VOORWOORD	5
DANKWOORD	7
INHOUDSTABEL	8
INLEIDING	17
Wat heeft het COVID-19-coronavirus met onze kosmos te maken	17
DEEL I: WAT IS ER ZO BIJZONDER AAN ONS UNIVERSUM	19
INLEIDING 19	
"Het meest onbegrijpelijke van de wereld is dat het verstaanbaar is." (Albert Einstein)	19
De erfenis van de wetenschap: geen nonsens noch onzekerheid	20
HST. 1: DE MENS EN DE ROUWENDE DUIF	22
1.1 "Hello from earth"	22
1.2 De gouden plaat van ruimtetuig Pioneer-10 aan onze burens	28
1.3 Twee interessante artikels in <i>Science</i> , april 2020	29
1.4 Even taalkundig: de "waarom" vraag	32
HST. 2: EEN KORT OVERZICHT VAN DE KOSMOLOGIE ALS WETENSCHAP	33
2.1 Enkele voorafgaande beschouwingen over wetenschap, over ons bestaan en over ons universum	34
2.1.1 "A Universe from Nothing"	35
2.1.2 Wij zijn "gefinetuned" voor dit universum, niet omgekeerd.	37
2.2 Vanwaar komt de vacuümenergie, wat zijn quantumfluctuaties?	38
2.2.1 De algemene relativiteitstheorie: de ruimte zonder massa is vol energie	38
2.2.2 De golffunctie uit de quantumfysica is nooit nul!	39
2.2.3 De energie van het elektron is nooit gelijk aan nul	39
2.2.4 De energie van het proton is de energie van het "niets"	40
2.2.5 Vacuümfluctuaties, inflatie en symmetriebreking	41
2.2.6 Het Casimir-effect	42
2.3 Wat zijn, wetenschappelijk gezien, de voorwaarden om het leven, zoals het onze, te laten ontstaan?	43
2.3.1 Hoe zeldzaam zijn de voorwaarden voor leven elders in het universum?	45
2.3.2 Geloven in astronomie of astrologie?	48
2.4 "Shut up and calculate", Richard Feynman	49
2.5 "Science progresses one funeral at a time", Max Planck	49
2.6 Geloven de mensen in de wetenschap?	50
2.6.1 Zijn religie en wetenschap compatibel?	52
2.6.2 Is de wetenschap nuttig voor de mensheid?	54
2.6.3 "Life is the dead postponed": diamonds are "not" forever	55
2.7 Open vragen over ons universum die we wellicht de binnen de eerste honderd jaar nog niet ten volle zullen kunnen oplossen	55
HST. 3: DE OPEN VRAGEN M.B.T. DE KOSMOS	60
3.1 Hoever kunnen we kijken in het heelal?	60
3.1.1 Onze afstandsladder	60
3.1.2 Hoever zien we als we naar de hemel kijken?	62
3.1.3 Hoever zien we met de Hubble-ruimtetelescoop?	65
3.1.4 En mochten we in andere golflengtes kunnen "zien" buiten het zichtbare spectrum?	66
3.1.5 Het waarneembaar universum	66
3.1.6 Wat belemmert ons zicht aan de hemel?	67
3.2 Bestaat er leven op andere planeten?	69
3.3 Wat gebeurde de eerste seconde van het universum?	70
3.4 Wat is donkere energie, wat veroorzaakt de expansie van het universum?	72
3.5 Wat is en waaruit is donkere materie "dark matter" gemaakt?	72
3.6 Waar is al de antimaterie gebleven?	74
3.7 Zullen we ooit weten wat zwaartekracht werkelijk is?	74
3.8 Hoe groot is het universum, wat ligt er achter deze waarnemingshorizon, wordt de	

ruimte onzichtbaar en zal het ooit ophouden te bestaan?	77
3.8.1 Is de ruimte, het universum oneindig groot?	77
3.8.2 Vanwaar komt de inflatietheorie in het prille universum?	81
3.8.3 Zal het universum dan ooit ophouden te bestaan?	82
3.8.4 Wordt het universum in de verre toekomst onzichtbaar?	84
3.8.5 Wat ligt er achter de waarnemingshorizon van 92 miljard lichtjaar?	84
3.8.6 Wat betekent de vele-werelden interpretatie?	85
3.9 Wat speelt er zich af binnenin een black hole (BH)?	88
3.10 Wat was er eerst: een galaxie of een black hole?	89
3.11 Wat veroorzaakt die ultrasnelle radio uitbarstingen, de FRB, "Fast Radio Burst"?	90
3.12 Is tijdreizen mogelijk en in welke richting?	91
3.13 Zijn er elf dimensies van ruimte en tijd?	92
3.14 Waarom flipt het magnetisch veld van de zon om de 11 jaar?	93
HST. 4: OPEN VRAGEN IN DE QUANTUMFYSICA	94
4.1 Quantumfysica: het on(be)grijpbare dubbelspleet experiment van Young (1801)	94
4.2 Quantumfysica: de spookachtige werking op afstand en de verstrengeling van materie!	96
4.3 Andere quantumfysica begrippen die belangrijk zijn voor de kosmologie	97
4.3.1 Quantum-energie: "nul" energie bestaat niet.	97
4.3.2 De maximale snelheid c van deeltjes	98
4.3.3 Streepjescode of spectrum	98
4.3.4 Het Pauli-verbod	98
4.3.5 De onzekerheidsrelatie van Heisenberg	98
4.3.6 Superpositie	99
4.3.7 Het complementariteitsprincipe	99
4.3.8 Belang voor de kosmologie	99
HST. 5: IS LEVEN OP ANDERE PLANETEN MOGELIJK ZONDER ZUURSTOF?	99
5.1.1 Micro-organismen	100
5.1.2 Onderzoek naar enkele andere levensvormen zonder zuurstof	101
DEEL II: KOSMOLOGIE, EEN REIS NAAR HET BEGIN DER TIJDEN	103
HST. 6: HUBBLES VERHAAL, 30 JAAR KOSMOLOGISCHE STUDIE	103
6.1 Voorbeschouwing kosmologie	103
6.2 In het begin was er "niets" of toch?	103
6.3 De verste melkwegstelsels ooit gemeten, de GN-z11 galaxie	105
6.3.1 Sterrenstelsel GN-z11	105
6.4 De komst van de James Webb-ruimtetelescoop in 2021?	109
6.5 "In welk soort universum leven wij: vanwaar komen wij en waar gaan we heen?"	110
6.5.1 Hoe komt het dat er "iets" is in ons universum in plaats van "niets"?	111
6.5.2 Einsteins twijfels en blunder over de kosmologische constante Λ	112
6.6 Eerste bewijs van de expanderende ruimte, de heilige graal van de kosmologie!	115
6.6.1 De Belg Georges Lemaître en de Amerikaan Edwin Hubble	115
6.6.2 Verdediging van de BigBang door de Belg Professor priester Lemaître tegenover Paus Pius XII	117
6.6.3 Hoe weten we dat het universum uitdijt: de roodverschuiving	118
6.6.4 Hoe kennen we de afstand van deze zeer verre galaxies?	119
6.7 Supernovae type 1A en de Hubbleconstante H	121
6.8 De geometrie van het universum	122
6.8.1 Leven wij in een plat of vlak universum?	122
6.8.2 Er zijn drie mogelijkheden.	122
6.8.3 De massa van de Melkweg of een andere galaxie wegen	123
6.9 Dark matter, donkere materie	128
6.9.1 Kunnen we deze donkere massa nog op een andere manier waarnemen?	130
6.9.2 Een meetbaar experiment?	130
6.10 De CMB, kosmische microgolf achtergrondstraling	131

6.11	Zwaartekrachtgolven	133
6.11.1	VIRGO en LIGO-meetapparatuur registreren gravitatiegolven, 2017	134
6.11.2	De schokgolf: een ontzettend onvoorstelbaar grote energie	136
6.12	Een plat universum: $\Omega_{massa} = 0,30$	138
6.12.1	De Ω -component van energie en straling?	139
6.12.2	Metingen van de CMB (Cosmic Microwave Background radiation)	140
6.12.3	Het Boomerang-experiment bewijst een vlak universum	141
6.12.4	Conclusie: we leven in een vlak 4-dimensionaal universum	143
6.13	De energie van het "niets", van het "vacuüm", van de "ledige ruimte"	144
6.13.1	Virtuele deeltjes en het probleem van de "kosmologische constante"	145
6.14	Wat is de toekomst van het universum en hoe zal het eindigen?	150
DEEL III: KOSMOLOGIE ALS EXACTE WETENSCHAP		152
HST. 7: WAAROM IS ER IETS IN PLAATS VAN NIETS, RECENT ONDERZOEK		152
7.1	De BigBang, waarom er "iets" is in plaats van "niets"	152
7.1.1	Waarom zijn neutrino's zo belangrijk?	152
7.1.2	In een perfect universum zouden we niet eens bestaan!	154
7.1.3	De natuur is in zekere zin linkshandig	155
7.2	Drie generaties neutrino's	156
7.3	Het vervolgonderzoek DUNE	158
HST. 8: DE FALSIFIEERBAARHEID VAN DE BIG BANG		159
8.1	De zwaartekrachtgolven van de oerknal zelf: BICEP2	159
8.1.1	Van gammastraling uitgerokken tot microgolven	160
8.1.2	Heeft sterrenstof de waarnemingen beïnvloed? Verder onderzoek nodig voor de zwaartekrachtgolven van de oerknal	161
8.1.3	Eerste waarneming van andere zwaartekrachtgolven in 2015	161
8.2	Kunnen we de inflatie "bewijzen" en is het falsifieerbaar?	162
8.2.1	Inflatie veroorzaakt quantumfluctuatiever schillen in het prille universum	164
8.2.2	Inflatie veroorzaakt dichtheidsverschillen in de Einstein-de Sitter-ruimte	165
8.2.3	Inflatie veroorzaakt naast dichtheidsverschillen ook gravitatiegolven in de Einstein-de Sitter-ruimte	167
8.2.4	Kunnen we deze zwaartekrachtgolven van de BigBang dan ook bewijzen?	168
8.2.5	Wat zijn de mogelijke inflatie signalen die we moeten zien en meten?	169
8.2.6	Besluit: inflatie is niet falsifieerbaar?	174
8.3	Donkere energie: is de kosmologische constante Λ falsifieerbaar?	175
8.4	Quantumgravitatie, is zwaartekracht een quantum-theorie	177
8.4.1	Diamonds are not forever: protonverval	178
8.4.2	Super-symmetrische deeltjes	179
8.4.3	Multiversa	180
8.4.4	Besluit	181
8.5	Zijn we aan het einde van de falsifieerbaarheid van deze wetenschap?	182
8.5.1	Niets #1 = te onstabiel om "iets" te vormen	182
8.5.2	Niets #2: Virtuele universa en quantumfluctuaties	183
8.5.3	Niets #3: Zelfs de fysicawetten zijn wellicht ontstaan bij toeval	184
8.5.4	Het antropisch principe is plausibel, maar het heeft fundamentele problemen	190
8.5.5	Niets #4: de toekomst, het "niets" stevent op ons af en is bar slecht!	191
8.6	Van een statisch naar een versneld expanderend universum en terug naar niets!	193
8.7	Falsifieerbare wetenschap nu, in het verleden en in de verre toekomst	195
8.8	De toekomst van het universum is tweeledig en ellendig	195
8.9	Einsteins "grote verwondering"	197
8.10	Darwin en de natuurlijke selectie in de kosmos	199
HST. 9: Darwins boek: "The origin of species"		200

Eindconclusie: het wonderlijke landschap van het toekomstige “niets”	208
DE WISKUNDIGE BASIS EN DE FUNDAMENTEN VAN DE KOSMOLOGIE	209
HST. 10: DE (LAATSTE) ERFENIS VAN EINSTEIN	209
Inleiding: van Newton naar Einstein	209
10.1 Einsteins nachtmerrie: quantumfysica en kosmo-logie	213
10.2 Einstein-gravitatielenzen en donkere materie	216
HST. 11: EINSTEIN EN DE BEGINSELEN VAN DE ALGEMENE RELATIVITEITSTHEORIE	228
Inleiding	228
11.1 Vertrekbasis: de lift van Einstein en de lichtsnelheid	231
11.1.1 Verband tussen het stilstaand frame (z,t) en het bewegend frame (z',t) aan een eenparige snelheid v	232
11.1.2 Verband tussen (z,t) en (z',t) ingeval van eenparige versnelde beweging g (= constant, bv. aardversnelling op aarde)	233
11.1.3 Wat is de invloed van zwaartekracht op het licht?	235
11.1.4 Zwaartekrachtvelden en getijdenkrachten	235
11.1.5 Lineaire en niet lineaire (of gekromde) transformatie systemen	236
11.2 De geometrie of de meetkunde van de ruimte	237
11.2.1 De invariante eigenafstand ds^2 in de SRT	237
11.2.2 De metriek of de geometrische tensor	238
11.2.3 Wanneer is een oppervlak “plat” of “vlak”?	241
11.3 Differentiële geometrie en coördinaten transformatie van vectoren en tensoren	242
11.3.1 Tensors met één index, covariante en contravariante vectoren	242
11.3.2 De getransformeerde contravariante vector (V') \mathbf{m}	244
11.3.3 De Gradient ∇S is een vector afgeleid van een scalaire functie S	244
11.3.4 De getransformeerde covariante vector ($W'\mathbf{m}$) v.e. gradient S	244
11.3.5 Geometrische betekenis van de geometrische tensor en van de contra- en covariante componenten van vectoren	246
11.3.6 Transformatie van tensoren met meer dan 1 index	248
11.3.7 Transformatie van de metriek en is dit een tensor?	248
11.3.8 Transformaties van willekeurige tensoren?	249
11.4 Bewerkingen met tensoren	250
11.4.1 Basiseigenschappen van tensoren transformaties	250
11.4.2 Operaties op tensoren tot nieuwe tensoren	251
11.4.3 De metriektensor $R_{gmn}(x) \rightarrow$ lengte van een vector	252
11.5 De Riemann-geometrie	254
11.5.1 Wanneer is een zekere ruimtelijke geometrie vlak?	254
11.5.2 De oplossing: zoek de Riemann- of krommingstensor R_{ijkl} in de geometrie	254
11.5.3 De tweede (covariante) afgeleide van een tensor (vector)	260
11.5.4 Wat betekent fysisch deze Riemann-krommingstensor?	262
11.5.5 Besluit: overgang naar de Einstein-tensor $G_{\mu\nu}$	263
HST. 12: DE BEGINSELEN VAN HET STANDAARDMODEL VAN DE OERKNAL-KOSMOLOGIE	265
12.1 Het kosmologisch principe: een isotropisch en homogeen universum	265
12.2 Het kosmologisch principe: isotroop en homogeen	266
12.3 De wet van Hubble-Lemaître (1927-1929): de Hubble-flow	268
12.4 Exacte bepaling van de Hubbleconstante: irrelevant!	271
12.5 De leeftijd van het universum	272
12.6 De BigBang-theorie	273
12.7 Het universum niet in een vast maar in een versneld uitdijend volume	274
12.8 Kosmische afstand in een expanderend universum	276
12.8.1 We bestuderen eerst een analogie: de racewagen op een F1-circuit.	276
12.8.2 Veertien miljard lichtjaar is de maximale zichtbare ruimtethorizon.	280
12.9 Het Newton “Shell Theorema” en waarom hebben we dit nodig?	281
12.10 De ontsnappingsnelheid op het oppervlak van een planeet	285
HST. 13: NEWTON-FRIEDMANN KOSMOLOGIE	286

13.1	De Newton-Friedmann-vergelijking	286
13.2	De Hubbleconstante H is niet constant!	290
13.3	De studie van de kosmische schaalfactor “ $a(t)$ ”	290
13.4	De Newton-Friedmann in functie van de inhoud van het universum	293
13.4.1	Newtoniaanse MATERIE-overheersing (ρ)	293
13.4.2	Newtoniaanse STRALINGS-overheersing van het universum	296
13.4.3	Het vroege universum, overgang van een stralings- naar materie- gedomineerd Newton-universum wanneer $a \ll 1$	298
HST. 14:	HET EINSTEIN-FRIEDMANN-MODEL	299
14.1	De Einstein-Friedmann-vergelijkingen voor de gekromde ruimte	301
14.2	De toestandsvergelijking – “the Equation of State”	303
14.3	De geschiedenis van de schaalfactor $a(t)$ i.f.v. de samenstelling van het universum. HET EINSTEIN-de SITTER-UNIVERSUM	304
14.4	De kritische dichtheid ϵ en ρ (definitie)	305
14.5	De dichtheidsparameter Ω (omega)	305
HST. 15:	DE ROODVERSCHUIVING VOOR HET VLAKKE EINSTEIN-DE SITTER- UNI-VERSUM	306
HST. 16:	STERRENSTELSLS TELLEN: IN WELK SOORT UNIVERSUM LEVEN WIJ?	310
HST. 17:	DE BIGBANG VERSUS DE STEADY STATE KOSMOLOGIE	313
HST. 18:	DE FUNDAMENTEN: HET BIGBANG ΛCDM MODEL	315
18.1	De ontdekking van Cosmic Microwave Background (CMB)	317
18.1.1	Van plasma tot de lichtste atomen, de recombinitie	318
18.1.2	De ont koppeling leidt tot licht	319
18.1.3	Het oppervlak van laatste verstrooiing	320
18.1.4	De CMB-straling	323
18.2	“Cosmic caustics”	326
18.3	Koude donkere materie	329
18.4	Het Casimir-effect	330
18.5	Donkere energie (dark energy)	332
18.6	Versnelde expansie in supernovae	333
18.7	Het huidige Λ CDM-benchmark model	336
18.7.1	Het nucleosynthese tijdperk	338
18.7.2	De neutrino ont koppeling	341
18.7.3	Nucleosynthese	343
18.7.4	Baryogenesis	346
18.7.5	Kosmische inflatie en Alain Guth	348
18.8	De kosmische tijdslijn	353
18.9	De toekomstige puzzel van de kosmologie	355
18.10	De LCMD BENCHMARK TIJDSLIIJN met inflatie	357
DEEL IV:	DE KOSMOS BESCHREVEN	358
HST. 19:	ASTROFOTOGRAFIE	358
HST. 20:	DE AFSTANDSLADDER	361
20.1	De eerste sterren-parallax	361
20.2	De sterrenmassa en binaire sterren	363
20.3	De beweging van nabije sterren meten	364
20.4	Satellieten en metingen van sterren	365
20.4.1	Hipparcos, de Europese ruimtesatelliet meet tot 650 lj ver	365
20.4.2	GAIA, de Europese Space Agency missie: 3D-map	365
20.4.3	Vergelijking (*) tussen Hipparchos (1889-1993) en Gaia (2013- ...)	366
20.5	Schijnbare en intrinsieke helderheid en afstand (<i>brightness and luninosity</i>)	367
20.6	Het Hertzsprung-Russell-diagram of de spectroscopische parallax	369
20.6.1	Het lichtspectrum en de temperatuur	370
20.6.2	Het Hertzsprung–Russell (H-R)-diagram of spectroscopische parallax	372
20.7	Standaardkaarsen of “Standard candles”	377
20.8	Afstandsmeting bij Planetaire Nebulae	383
20.8.1	Expansieparallax	383

20.8.2	Het Doppler-effect	383
20.9	De wet van Hubble en afstandsmetingen	384
HST. 21: HET ZONNESTELSEL		387
Inleiding		387
21.1	De andere planeten in ons zonnestelsel	389
21.2	Dwergplaneten	390
21.3	Asteroiden	391
21.4	De Lagrange-punten	392
21.5	De zon	392
21.6	De lichtsnelheid, gemeten in 1678 en 1849	394
21.7	De afstandsladder	395
HST. 22: DICHTBIJE STERREN		396
Inleiding		396
22.1	Onze dichtst bij gelegen sterren tot 25 à 50 lj ver	396
22.2	Sterren tot 600 lichtjaar van de zon: Hipparchos	401
22.3	Sterren in de Melkweg tot 65.000 lj, GAIA	403
HST. 23: VERDER AFGELEGEN STERREN IN DE MELKWEГ		405
23.1	Wat hebben we nu gezien met HIPPARCHUS en GAIA?	406
23.2	Afstand van sterren bepaald met het H-R (Hertzsprung-Russell)-diagram	406
HST. 24: PLANETAIRE NEVELS		407
Inleiding: het levenseinde van een ster		407
24.1	Enkele planetaire nevels	408
24.2	Is er een besluit voor onze zon	419
24.3	De "expansieparallax" afstandsladder	419
HST. 25: SUPERNOVAE (SN)		419
25.1	Supernova(e)	419
25.2	soorten supernovae: type Ia en de andere (type II, IIb, Ic)	422
25.3	Supernovae vinden	427
25.4	Magnetars	428
HST. 26: STERRENCLUSTERS		429
26.1	Open clusters	429
26.2	Bolvormige sterrenhopen	432
26.3	De afstandsladder	434
HST. 27: STERREN EN GEBOORTENEVELS		434
Inleiding		435
27.1	HII-regio's	435
27.1.1	De reflectienevel	435
27.1.2	De emissienevel	436
27.1.3	De donkere nevel	437
27.1.4	Alle drie neveltypes in één nevel	438
27.2	De afstandsladder	450
HST. 28: Onze eigen galaxie, de Melkweg		450
Inleiding		450
28.1	Kort overzicht van ons melkwegstelsel	451
28.1.1	Het centrum van de Melkweg- 26.000 lichtjaar ver	452
28.1.2	Black holes of zwarte gaten in ons Melkwegstelsel	453
28.1.3	De galactische schijf van de Melkweg	453
28.2	Onze fysische plaats in de Melkweg	455
28.2.1	Ons zicht naar het centrum is belemmerd	456
28.2.2	De zonnebeweging	457
28.2.3	Het ecliptische vlak van ons zonnestelsel	457
28.2.4	Het stof in de Melkweg	458
28.3	De Beweging van de sterren rond het galactische centrum	459
28.3.1	De kinematische afstand	459
28.3.2	De melkwegrotatiecurve en dark matter	460
28.3.3	Shapley's bolvormige clustermap	461
28.3.4	De Melkweg-Halo of -Corona	461

28.4	Totale massa van de Melkweg	463
28.5	Hoe kunnen we nu een buitenzicht van onze Melkweg van binnenuit fotograferen?	463
	28.5.1 Foto van de hele Melkweg van binnenuit	463
	28.5.2 Foto van de hele Melkweg vanuit een extern punt	464
28.6	Deze afstandsladder voerde ons helemaal door de Melkweg	465
HST. 29: ANDROMEDA EN DE LOKALE GROEP		466
Inleiding		466
29.1	Andromeda of Messier 31 – 2,65 lj – 770 kpc	467
29.2	Onze lokale groep	469
	29.2.1 Triangulum galaxie of Messier 33 – 2,85 lj	469
	29.2.2 NGC 6822 – 1,6 mln. lj	470
	29.2.3 IC 10 – 2,2 mln. lj	470
	29.2.4 NGC 3109 – 4,3 mln. lj	471
29.3	Dwerggalaxies rond de Melkweg	471
29.4	Grote (LMC) en kleine (SMC) Maghelhaense Wolken	472
	29.4.1 Andere nebula in de Large Magellanic Cloud – 170.000 lj	472
	29.4.2 Kleine Magelhaense Cloud (SMC) – 205K lj	475
	29.4.3 Map van de lokale groep	476
HST. 30: HET LOKALE VOLUME (< 36 mln. lj)		476
Inleiding		476
30.1	Enkele bijzondere galxies	477
HST. 31: GALAXIECLASSIFICATIES		487
31.1	Hubbles stenvork	487
31.2	De afstandsladder	488
HST. 32: VIRGO-SUPERCLUSTER – 110 MLN. lj		489
Inleiding		489
32.1	Sterrenstelsels in de Virgo-supercluster	490
32.2	De afstandsladder	502
HST. 33: LOKALE SUPERCLUSTERS (SC)		503
Inleiding		503
33.1	Enkele locale superclusters	504
	33.1.1 De Hydra-supercluster - 150 à 200 mln. lj	504
	33.1.2 Centaurus Supercluster – 150 à 200 mln. lj	505
	33.1.3 Perseus-Pisces Supercluster – 250 mln. lj – 76,7 Mpc	507
	33.1.4 Coma-Supercluster– 300 mln. lj – 92 Mpc	508
	33.1.5 Enkele afstanden van superclusters	510
	33.1.6 The Great Attractor	510
	33.1.7 ESO 510-G13 - 150 mln. lj	511
	33.1.8 NGC 6782 – 183 mln. lj	512
	33.1.9 ESO 243-49 HLX-1 – 290 mln. lj	513
	33.1.10 Stephan's Quintet – 290 mln. lj	513
	33.1.11 NGC 1410 & NGC 1409 – 300 mln. lj	514
	33.1.12 Arp 274 of NGC 5679 – 400 mln. lj	515
	33.1.13 Abell S0740 – 450 mln. lj – een Einstein-ring.	515
	33.1.14 Hoag's Object – 600 mln. lj	516
	33.1.15 Slotbeschouwing lokale superclusters.	517
HST. 34: OP ELKAAR INWERKENDE GALAXIES		518
34.1	Enkele interactieve sterrenstelsels	518
34.2	De evolutie van het botsingsproces	528
34.3	Samensmelting van Andromeda en de Melkweg	531
HST. 35: BLACK HOLES - ZWARTE GATEN		531
35.1	Basisformule voor zwarte gaten	531
35.2	Het zwart gat Sag-A-* en de ster S2 in het centrum van de Melkweg.	533
35.3	Massa kromt de ruimtetijd (Einstein)	537
35.4	Ontstaan van witte dwergen, neutronen- & quarksterren en Black Holes	538
	35.4.1 De algemene Schwarzschild-straal voor spinnende Black Holes	539

35.4.2	De fotonsfeer	540
35.4.3	De ergosfeer of de fotonsfeer bij draaiende Black Holes	541
35.4.4	De binnenste stabiele cirkelbaan (ISCO)	542
35.5	Soorten Black Holes	542
35.5.1	Over de black-hole Sagitarius A* (Sag-A*) in de Melkweg	543
35.5.2	Een ander dichtbij massief zwart gat MAXI J1820+070 op ~10,000 lj ontdekt op maart 2018	544
35.6	Besluit over zwarte gaten	545
	HST. 36: ZWAARTEKRACHTGOLVEN (GW)	546
	Inleiding	546
36.1	GravitatiEGolven (GW)	546
36.2	LIGO	555
	HST. 37: DE SPECIALE EFFECTEN VAN DE AR	559
37.1	De belangrijkste natuurkundige fenomenen die Einstein kon bewijzen met zijn AR	560
37.1.1	De AR berekent exact Mercurys precessie φ	560
37.1.2	De buiging van het licht bij grote massa's	561
37.1.3	Gravitatielensen	561
37.1.4	De lichtkegel verschuiving uit de SRT	562
37.1.5	Tijdsdilatatie door zwaartekracht	563
37.1.6	Effect op ons gps-systeem	565
37.1.7	Tijdsdilatatie en het zwaartekracht-redshift-experiment	565
37.2	Ruimtetijdrotatie of "frame dragging"	566
37.3	Black holes	567
	HST. 38: DE REST VAN DE KOSMOS	567
38.1	2029 – 1.027 mln. lj - 315 Mpc	568
38.2	IC 1011 – 1.000 mln. lj	568
38.3	Quasar Markarian 205 – 1.100 mln. lj	569
38.4	RCS2 032727-132623 – 10.000 mln. lj & RCSGA 032727-132609 – 5.000 mln. lj	570
38.5	MACS J0025.4–1222 – 2.000 mln. lj	570
38.6	Abell 370 – 5.755 mln. lj - 4,775 Glj	571
38.7	El Gordo, ACT-CL J0102-4915 of SPT-CL J0102-4915 - 7.000 mln. lj	572
38.8	SN2002dd – 8.000 mln. lj	572
38.9	Hubble Deep Field (HDF) en Hubble Ultra Deep Field (HUDF)	573
38.10	De Hubble-parameter en de BigBang	574
38.11	Het uitrekken van ruimte	575
38.12	Dark Energy of donkere energie, de versnelde uitdijning van het universum	575
38.13	Het weefsel van het heelal – "The 2dF-Galaxy Redshift Survey" en de "the Sloan Digital Sky Survey" (SDSS map)	576
38.14	Samenvatting van onze afstandsladder in vorige hoofdstukken	578
38.15	Even een sluier over wat we nog niet weten...	579
38.16	De James Webb Space Telescope, 2021 - ?	580
	HST. 39: MIJN FAVORIETE BEELDEN	581
39.1	Cluster MACS J1149.5+2223 en MACS1149-JD1	581
39.2	Hubble eXtreme Deep Field (HXDF)-afbeelding.	582
39.3	De Pilaren der Creatie (Adelaarsnevel)	583
39.4	M87: het eerste gefotografeerde Black Hole (2019)	584
39.5	De Helix Nebulae supernova of het oog van God.	585
39.6	Galaxie GN-z11, het verste sterrenstelsel	586
39.7	De Centaurus-A of NGC-5128 of Caldwell 77 galaxie.	587
39.8	De Aarde gezien vanuit de ruimte, foto's NASA	589
	DEEL V: KOSMOLOGIE, WETENSCHAP, SPIRI-TUALITEIT EN RELIGIE	590
	HST. 40: RELIGIE EN WETENSCHAP: HOE KOMT HET DAT ER "IETS" IS IN DE PLAATS VAN "NIETS"	590
	HST. 41: IS GOD A MATHEMATICIAN	596
	HST. 42: "THE GOD DELUSION" OF "GOD ALS MISVATTING", EEN PLEIDOOI	

	VOOR DE WETENSCHAP	619
HST. 43:	ER IS GEEN DESIGN, NOCH IS ER FINETUNING, MAAR EEN UNIVERSUM UIT HET NIETS	622
DEEL VI:	BIJLAGEN	631
HST. 44:	OVERZICHT VAN DE GROOTSTE TELESCOPEN TER WERELD	631
44.1	Lijst van grootste optische telescopen (Wikipedia)	632
44.2	Grote geplande telescopen of in aanbouw	632
44.3	Lijst van de grootste telescopen	633
44.4	Huidige ruimtetelescopen en hun golfbereik	633
44.5	De grootste optische telescoop (2020)	634
44.6	De Hubble-telescoop (HST) gaat straks misschien al met pensioen	635
44.7	De James Webb Space telescoop (JWST), <i>lancering maart 2021 (?)</i>	636
HST. 45:	NASA EN ESA'S RUIMTEMISSIES EN HUN SPIN-OFF'S	638
HST. 46:	BELANGRIJKSTE GERAADPLEEGDE UNIVERSITAIRE BRONNEN.	646
HST. 47:	APPENDIX KOSMOLOGIE	652
47.1	De vergelijkingen die de wereld hebben veranderd	652
47.2	De kosmologische parameters, WAP	653
47.3	Waarom alles ijzer wordt: "Diamonds are not forever"	653
47.4	Elektromagnetische straling	654
	BRONNEN	655
	INDEX	663
	EERSTE RECENSIES	666
	ZEGSWIJZEN VAN WETENSCHAPPERS	669

INLEIDING

Wat heeft het COVID-19-coronavirus met onze kosmos te maken

“Ze zijn met veel, ze zijn gevaarlijk en ze komen van overal, zoals een leger kometen vallen ze binnen in onze virtuele ruimte” (DMV).

Wat hebben deze oeroude coronavirussen met onze oeroude kosmos te maken? Het jaar 2020 is ontegensprekelijk het jaar van het coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19). Dit klein onzichtbaar RNA/DNA dingetje met een kroontje, één honderdste van een mensenhaar, legt onze planeet met zijn economie en handel gedurende maanden helemaal plat, net zoals een jarenlange droogte, watersnood, superzware orkanen, een grote meteorietinslag, een grote vulkaanuitbarsting, grote bosbranden, onze klimaatcrisis, het uitsterven van dieren- & plantensoorten, een gamma-ray-burst of ... een thermonucleaire oorlog zouden doen. Deze virussen zijn onze vijand, levensbedreigend, want ze infiltreren, infecteren, parasiteren, muteren en wijzigen of vernietigen de werking van het RNA/DNA in alle soorten levensvormen gaande van mensen, dieren en planten tot micro-organismen, bacteriën en zelfs ééncelligen. Kortom, alles wat de kosmos, de natuur en de evolutie heeft voortgebracht in ~13,7 miljard jaar kan worden bedreigd. We kennen er allemaal enkele: het HIV, het SARS, het MERS, herpes, hepatitis, waterpokken, enz. en nu COVID-19.



Links: Het coronavirus SARS-CoV-2

Rechts: HORSEHEAD NEBULA, “The pillars of creation”, detail, een kraamkliniek van sterren

Credit: NASA, ESA, The Hubble Heritage team

Er zijn al duizenden virussoorten in detail beschreven. Ze zijn nog meer bedreigende, want in Siberië is ontdekt dat ze na 30.000 jaar in de permafrost te hebben geslapen nog steeds in staat te zijn om organismen te infecteren. De klimaatopwarming zal ook hier zijn tol eisen, zelfs onder

de Antarctische ijskap zijn ze gevonden, het zijn "survivors"! Ze zijn met zeer velen, naar schatting meer dan 10^{31} virussen op aarde – tien met dertig nullen erachter – van zeer kleine tot zeer grote. Eens vergelijken: men raamt dat er ongeveer 10^{20} zandkorrels liggen op onze aarde. Als we aannemen dat er ~100 miljard sterrenstelsels zijn met elk ~100 miljard sterren, dan komen we slechts aan ~ 10^{22} sterren in het totale waarneembare universum! Eén mol of ongeveer 1 gram waterstof bevat ~ 10^{23} atomen of protonen. We komen er niet, de vergelijkingsschaal met ons universum is te klein. We moeten al naar de volgende schaal gaan om aan vergelijkbare grootteordes te komen: één meter bevat 10^{35} Planck-lengtes, de kleinst mogelijke natuurlijke lengte om dingen te beschrijven in het universum. Het aantal protonen in het universum, geraamd op ~ 10^{80} , is duidelijk groot genoeg maar daarmee is dan ook alle materie opgebruikt.

Ons prachtig maar gevaarlijk universum en onze wereld smachten naar het beschermen van hun diversiteit aan mensen, dieren en planten, de zorg voor de natuur, het klimaat, water, zuivere lucht... en van de onmetelijke ruimte daarbuiten.

Kosmologie is "hot"

Kosmologie en astrofysica zijn de hot items van vandaag. De helft van alle Nobelprijzen fysica gingen de laatste 10 jaar naar kosmologie en astrofysica, waarvan drie prijzen nog recent in 2017, 2019 en 2020¹. De kosmos is ontzettend mooi, energetisch en fascinerend maar ook sterk bedreigend. Hij is als een virus, het duurt honderden jaren om het te ontdekken, te beschrijven en ons ertegen te wapenen.

We zullen in dit boek het verhaal van de kosmos vertellen, stap voor stap ontwikkelen, interpreteren en daarbij de liefhebbers de nodige wiskundige *basics* niet onthouden. De beelden zijn schitterend, wonderbaarlijk en wekken spiritualiteit en ontzag op voor dit natuurlijke evolutieproces van de kosmos en van ons leven. Ook het covidvirus heeft een mooie kroon, maar is levensgevaarlijk vanbinnen. De mensheid zal haar strijd uiteindelijk verliezen. Het einde van ons universum zal koud, donker en eenzaam zijn.

¹ Nobelprijs: 5 Nobelprijzen Natuurkunde m.b.t. kosmologie van de laatste 10 jaar, waarvan DRIE in de laatste 4 jaar.

In 2011: Saul Perlmutter (Berkeley Univ,CA) - Brian Schmidt (ANU Univ, Aus)- Adam Riess (JHU Univ, MAR). "Voor hun ontdekking van de versnelde uitdijing van het heelal door middel van observaties van afgelegen supernova's"

In 2014: Frank Wilczek, along with David Gross and H. David Politzer, for the discovery of "asymptotic freedom in the theory of the strong interaction".(Hoe dichter de quarks hoe vrijer / minder interactie. Hoe verder, hoe meer interactie!)

In 2017: Rainer Weiss (MIT,MA), Barry C. Barish (Caltech Univ., CA). "Voor beslissende bijdragen aan de LIGO-detector en de waarneming van zwaartekrachtgolven."

In 2019: James Peebles (Princeton Univ, NJ)– Michel Mayor & Didier Queloz (Univ Genève). "Voor hun bijdrage aan ons begrip van de evolutie van het heelal en de plek van de aarde in de kosmos."

In 2020: De Nobelprijs voor Fysica gaat dit jaar naar de Brit Roger Penrose en naar de Duitser Reinhard Genzel en de Amerikaanse Andrea Ghez voor hun werk in verband met zwarte gaten.

DEEL I: WAT IS ER ZO BIJZONDER AAN ONS UNIVERSUM

"We zijn hier om het universum te ontdekken. We zijn hier om alles te leren wat we kunnen over de kosmos en onze plaats daarin. We zijn hier om erachter te komen hoe het universum eruitziet en hoe het is geworden zoals het nu is. We zullen deze kennis nog nodig hebben en vlugger dan je denkt!"

INLEIDING

"Het meest onbegrijpelijke van de wereld is dat het verstaanbaar is." (Albert Einstein)

Sinds een tiental jaren volg en bestudeer ik de astronomie en vooral de kosmologie zeer intens en dan vooral de exacte wetenschap waarop het gebaseerd is. Na mijn passie en mijn boek over de quantumfysica is dit een nieuwe uitdaging.

De kosmologie heeft de laatste 30 jaar een reusachtige ontwikkeling doorgemaakt en onze ogen en ons inzicht op het universum en op het mogelijk ontstaan van (ons) leven drastisch geopend. De belangrijke levensvragen worden traag maar zeker beantwoord: hoe is het heelal ontstaan, is het een éénmalige gebeurtenis, een kosmisch accident, of herhaalbaar, of is het een schepping uit het niets, hoelang bestaat het al, wanneer zal het eindigen en vooral hoe zal het eindigen? Hoe evolueert het moderne godsbeeld? Kan alles quantum-fysisch, relativistisch, wiskundig, scheikundig en biologisch worden verklaard als een miljardenjaren lang evolutieproces? Bestaat er nog een ander soort leven of een leven zonder zuurstof, bestaan er nog andere universa en waarom? Zullen we ooit kunnen communiceren met een ander leven op andere planeten of zelfs met andere universa? Duizenden antwoorden zijn er reeds, duizenden vragen blijven nog, maar we komen dichterbij. Alles is open en bloot en iedereen werkt mee aan dit fundamenteel onderzoek. Dit is het boeiende aan de exacte wetenschap, alles moet verifieerbaar, reproduceerbaar en falsifieerbaar zijn. Hier komt geen deus ex machina tussen die mirakels of niet verifieerbare openbaringen verricht. Er zijn geen dikke boeken nodig van mensen uit het verleden die nog niet wisten dat de aarde rond de zon draait en die niet beseften dat de aarde slechts een nietige pixel is in het bijna oneindige universum, dat veel verder reikt dan de zichtbare sterren en sterrenbeelden.

Hopelijk kan ik u op sleeptouw nemen in deze boeiende zoektocht. Het is geen roman, geen sprookje, geen morele les in geschiedenis maar een bescheiden zoeken op ons menselijk niveau naar de bron en mogelijke redenen van ons bestaan.

Astrofysica is de tak van de astronomie die zich bezighoudt met de fysica

van het heelal, inclusief zijn fysische eigenschappen zoals helderheid, dichtheid, temperatuur en chemische structuur, ... van hemellichamen zoals sterren, sterrenstelsels en het interstellair medium, evenals hun interacties. Astrofysica is een zeer breed studieonderwerp: het omvat (hemel)mechanica, statistische mechanica, thermodynamica, elektromagnetisme, relativiteitstheorie, hoge-energie fysica, quantumfysica, nucleaire fysica, met andere woorden bijna alle takken van de exacte wetenschappen. *Kosmologie* is theoretische astrofysica op zijn grootste schaal, waar de algemene relativiteit een belangrijke rol speelt. Het gaat over het heelal of universum als geheel, zijn oorsprong en ver verleden, zijn evolutie en structuur. Wanneer we kijken naar de wereld op zulke grote schaal is een "vlakke of 3-dimensionale" en een "lokale" benadering - het rijk van de Newtoniaanse mechanica - niet langer gerechtvaardigd.

Omdat het onderwerp zulke belangrijke en fundamentele vragen met zich meebrengt zoals: 'Hoe komen we hier terecht?', 'Was er een begin?', 'Zijn we speciaal of uitverkoren?'... flirten we soms op de rand van metafysica, filosofie en wellicht ook van de religie. De hedendaagse kosmologie heeft bewezen een ware dynamiek te veroorzaken tussen concurrerende ideeën en haar eigen standpunten te kunnen innemen, gebaseerd op wetenschappelijke waarnemingen en algoritmen.

In deze arena waar de grootste wetenschappelijke geesten en ego's strijd voeren, kunnen we vele voorbeelden oproepen van drama, spanning, twisten en natuurlijk veel mysterie.

De erfenis van de wetenschap: geen nonsens noch onzekerheid

Nonsens

De wetenschap heeft ons ontegensprekelijk geleerd wat "*nonsens*" betekent. Dit is alles wat niet overeenstemt met de empirische waarneming en evidentie. Wanneer je een theorie hebt en ze komt niet overeen met de waarneming en evidentie, gooi de theorie weg, zelfs al lijkt ze mooi, ze is waardeloos. Wat dan overblijft aan mogelijkheden is misschien de werkelijkheid. De aarde is geen 6.000 jaar oud en is niet plat, Neil Armstrong is wel geland op de maan, je drinkt geen bleekwater, de temperatuur op aarde neemt toe... We moeten geen 1.000 argumenten geven om te weerleggen dat iets niet overeenkomt met het experiment of de waarneming.

Wetenschap kan nooit bewijzen dat iets 100% absoluut waar is, maar het kan wel bewijzen dat bepaalde beweringen absoluut onjuist zijn. Dit is wat wetenschappelijke vooruitgang mogelijk maakt.

Het principe om te bewijzen dat iets onjuist is, is een belangrijke eigenschap van de wetenschap met betrekking tot de informatie die we krijgen van de ons omliggende wereld en het universum. De ideeën en theorieën confronteren met evidentie en consistentie en testen op "*nonsens*". Het

onderscheid maken tussen wat evident is en wat “nonsens” is, zou deel moeten uitmaken van onze basisopvoeding.

Onzekerheid

Wetenschappers hebben het graag over “*plausibel*” of “*het is (heel) waarschijnlijk*” als de foutenmarge van hun steekproef of experiment groot is. Als de wetenschap de onzekerheid of foutenkans berekent op 1% - één kans op 100 dat het resultaat een toevalstreffer is -, dan zeggen ze: “Het onderzochte feit is “*waarschijnlijk juist*”.

Is de onzekerheid 30% dan is het onderzochte “*heel onwaarschijnlijk*”.

Elke wetenschappelijke observatie gaat gepaard met een bepaalde onzekerheid, wat men de statistische sigma (σ) noemt.

“*3-sigma*” betekent dat er ~ 6,7% defecten of afwijkingen mogen zijn buiten de gestelde grenzen, een industrienor! Die kansen klinken misschien goed, maar de standaard-norm in de natuurkunde is 5-sigma, wat betekent dat 99,977% van alle waarnemingen binnen de theorie moeten vallen. Slechts 0,023 % mag afwijken, een defect of een toevalstreffer zijn. Laat ons afronden op 3 toevalstreffers op 10.000 waarnemingen! Dit is heel streng, wereldklasse en een garantie dat het gestelde algoritme juist is!

Wetenschappers kunnen en moeten de onzekerheden van hun resultaten kwantificeren opdat hun collega’s en de wereld kunnen inschatten hoe betrouwbaar ze zijn. Wanneer men geen onzekerheidspercentage kan definiëren, dan is de stelling verdacht.

Bij experimenten worden alle mogelijke resultaten onderzocht en wordt de vraag gesteld of de conclusie toch niet verkeerd is, een accident of toeval kan zijn. Ook in ons dagelijkse leven moeten we ons altijd afvragen wat de kans op onzekerheid of zekerheid is van alles wat we verkondigen. We hebben het dit jaar sterk ervaren met de coronapandemie. Geneeskunde, epidemiologie of virologie is een meer onzekere wetenschap dan fysica, ook daar zou men de onzekerheid moeten definiëren van de uitspraken en conclusies. De “*consistente*” data onderscheiden van de “*storingen (noise)*” is in de ene tak van de wetenschap al wat moeilijker dan in de andere tak. Daarom des te meer de noodzaak om de onzekerheid te definiëren. In de fysica is 95% zekerheid niet genoeg, 99,999...5% is beter en kan gebruikt worden als basis voor verdere stappen zoals bv. gebeurde bij de ontdekking van het Higgs-deeltje in het CERN in 2012.

HST. 1: DE MENS EN DE ROUWENDE DUIF

“To know what you know is to know when you know what you know and what it is you don’t know” (Richard Feynman)

1.1 “Hello from earth”

Message to the nearest Universe, contacting planet Gliese.581d, 20 lightyear away: “... *If you come to Earth, look into: music, the beach, ice cream, hugs, family, love, dancing, cheese, trampolines, friendship, books and dreams. Just for a start...*” — Tamasin, from Richmond, Australia, ruimtesatelliet Pioneer 10, lancering 1972.

Vanuit biologisch, filosofisch, antropologisch en andere standpunten is de mens waarschijnlijk meerderwaardig aan het dier. Wij zeggen het zelf en zijn dus niet objectief. Hij, de moderne mens, is hoger geklommen op de ladder van de evolutie en is sinds vele duizenden jaren geleidelijk aan de dominante soort op aarde geworden die autonoom beschikt over leven en dood, liefde en haat en bij te vele momenten in de geschiedenis over oorlog en vrede. Dat dit met chaos, toeval en natuurlijke DNA-selectie te maken heeft, is voor velen onder ons reeds een stap te ver.

Er leefden 2 miljoen jaar geleden al vroeg-mensachtigen in Azië en 400.000 jaar geleden vroege neanderthalers in Spanje. Rond 200.000 jaar geleden vond men bewijzen van hybridisatie tussen neanderthalers en de moderne mens in het Midden-Oosten. De ongeplande uitroeiing van de toen dominerende dinosaurussen door een vermoedelijke rampkomeet 65 miljoen jaar geleden heeft wellicht een ganse groep van dominante en ondergeschikte dieren in de voedselketen en misschien ook van vele toenmalige “mensachtigen” van de kaart geveegd. Alles was te herbeginnen, maar er is één duidelijk “homo sapiens” ras dat zich – juist daardoor – sinds een paar honderdduizend jaar, als een volleerd opportunist verder heeft kunnen ontwikkelen tot zijn huidige dominerende status.

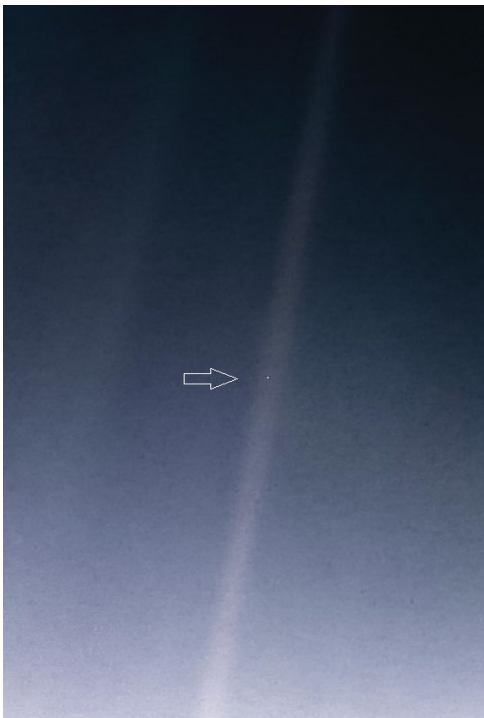
Geschapen? Zijn eigen verdienste? Wellicht niet! Er zijn in het verleden verschillende menselijke of mensachtige rassen - sorry voor het woord - ontstaan en geëvolueerd. Vele soorten Hominidae, homo sapiens, neanderthalers, pygmeëen, tot geïsoleerde kleine of grote, zwarte, blanke of anders gekleurde mensen of mensachtigen, levend op afgezonderde eilanden of in de bossen van Afrika, Europa en Azië, hebben het niet gehaald. Misschien wel tientallen, duizenden soorten, geselecteerd door DNA-mutaties, door natuurlijke selectie, door radioactieve straling, door het leven in te koude of te warme regio's of bij gebrek aan voedsel, door het onmeedogenloze harde klimaat, door onderlinge twisten om de macht of om een stukje vruchtbare grond of omwille van religie geïnduceerd door machthebbers of uit schrik... hebben het ook niet gehaald². Van eenzame jager-verzamelaars en nomaden zijn ze geëvolueerd tot kleine familiale en later grotere lokale gemeenschappen. Ze voelden zich samen veiliger en

² Zie biologische evolutie van de mens <https://www.evogeneao.com/en> stamboom, video, details

sterker en hebben dan plaatselijke regels en wetten opgesteld, die daarna langzaam zijn geëvolueerd naar onze huidige socio-economische, morele of godsdienstige rechtssystemen in onze diverse verstedelijkte continenten. Te kort door de bocht misschien om een objectieve en juiste historische evolutie te schetsen maar de gedachte erachter is duidelijk: nergens zie ik een hand van boven- of onderaf, nergens zie ik een duidelijke strategie. De oerdrang van het mensdom bestond erin om zich te voort te planten en zich te beschermen in een gemeenschap en plaatselijke regels op te stellen om het voor iedereen leefbaar te houden. Charles Darwin verlostte ons in de 19e eeuw van de voorbijgestreefde dogma's en bewees de evolutietheorie, zodat we eindelijk ons bestaan wetenschappelijk begonnen te onderzoeken, vooral omdat hij ons vragen leerde te stellen in plaats van voorgekauwde antwoorden te geven.

De huidige mens is er door toeval ("*a cosmic accident*") gekomen, uit chaos en natuurlijke selectie, net zoals onze nietige onzichtbare kleine planeet aarde, verborgen in het ontzaglijk grote universum³.

Je moet nog niet tot aan de heliosfeer gaan, aan de rand van ons zonnestelsel, maar iets verder dan Saturnus en je ziet de aarde al bijna niet meer,



een kleurloze pixel, verdwaasd achtergelaten als een nietige dwerg in het donkere luchtledige van de niet in te schatten grootse ruimte.

Wij betekenen helemaal niets in het oneindige universum, niemand of niets zal zich ooit om ons bekommeren of ons beschermen tegen die oppermacht van energie en van natuurlijke evolutie die altijd de bovenhand zal krijgen op de menselijke daadkracht.

Uit chaos komt een beetje orde, maar de entropie neemt daarna onomkeerbaar toe en herleidt op termijn alles terug naar nietige chaos, van niets tot iets, naar orde en terug naar chaos en tot niets.

Zicht op de "onzichtbare" aarde vanop een afstand, iets verder dan Saturnus!

Zelfs ons universum kent zijn einde wanneer alle waterstof in alle sterrenstelsels in het heelal zal uitgebrand en verdwenen zijn en de laatste kernfusie een einde brengt aan de energetische uitwisseling met zijn omgeving, wanneer alle nebulae "uit-gebaard" zullen zijn en er door de ruimte-expansie alleen nog vacuümenergie en quantumvelden zullen overblijven. Daarna kan bij toeval de broeihaard van nieuwe materie en straling in een eeuwige cyclus herbeginnen. Of we zullen tot stof herleid en

³ De lichtblauwe stipfoto hieronder, gemaakt in 1990 door het Voyager 1-ruimtevaartuig dat de aarde (midden rechts) van bijna 6,0 miljard km afstand toont, ongeveer 5,9 uur ver aan lichtsnelheid.

getransformeerd worden in een ander en nieuw universum. We slaan hierbij in één keer ook de stap naar exoplaneten over in ons eigen heelal waar ander leven kan en moet bestaan. De huidige dominante mensheid zal dan al lang verdwenen zijn, uitgeroeid door de natuur of door zichzelf. Zij zal terug opgenomen worden in het kosmosstof en er zullen nieuwe dominante creaturen ontstaan die het *“toekomstig leven”* zullen bepalen, gebaseerd op wellicht andere en nieuwe natuurwetten, die ook een nieuw random leven kunnen mogelijk maken, als een soort virtuele wedergeboorte.

Onze geest, onze dromen, ons bewustzijn, waar gaan die naar toe? We kunnen er zelfs geen definitie voor geven. Het fundament van deze wetenschap hebben we nog niet ontdekt tenzij de quantumfysica hier een partieel antwoord zou kunnen op geven. Alweer een illusie? Ik vertel eerst een verhaal dat ik beleefd heb en dat door velen zal herkend worden.

Op een zaterdagmorgen, in de zomer van 2006, lag op onze oprit midden de dreef, een dode duif met daarnaast haar/zijn levensgezel(lin). Uit menselijk respect voor haar *“verdriet”* reed ik er traag omheen, zij - laat ik haar nu vrouwelijk noemen - bewoog niet, merkte mij zelfs niet op en bleef maar naar haar dode partner staren. Toen ik een paar uur later terugkwam zat zij daar nog... Ik had ondertussen water en maïs naast haar neergelegd maar ze had geen interesse, de volgende uren ook niet en ze bleef ter plaatse treuren.



Rechts: Chobe National Park in Botswana

Ik besliste, wellicht onterecht, haar visuele herinnering weg te nemen, nam haar dode partner mee en begroef hem ergens achteraan in de tuin waar ze het niet kon zien. De dag daarna is ze nog rond dit plekje op de oprit blijven zitten, nu en dan pikkend naar de grond waar haar partner-duifje vroeger lag, eten onaangeroerd. De derde dag was ze verdwenen, was haar rouwperiode afgesloten? Was ze eenzaam en is ze alleen gaan sterven achter in de tuin of heeft ze een nieuwe partner gezocht? Niemand zal het weten, maar ze heeft duidelijk gerouwd, dagenlang en is daarna verdwenen in haar eigen universum, haar eigen leefwereld. Rouwen is één van de eerste rituele plechtigheden die de mensheid ooit heeft ontwikkeld en daarvoor ontelbare piramides, mausolea en begraafplaatsen heeft opgericht als herinnering aan een geliefde, een leider, een tiran of gewoon een medemens.

Dit heeft me aan het denken gezet. Bij vele andere dieren, lager op onze evolutieladder zien we dit ook, bij huisdieren en bij olifanten, die jaren nadien nog de dodenplaats van hun gestorven familielid komen eren en de dode beenderen nog eens komen aanraken, koesteren, ruiken, betasten en rouwen, tot vele jaren later alle sporen zijn uitgewist. Dit mogen we geen

gevoelens noch gedachten noemen, we moeten het dierlijke instincten noemen... Wat is het verschil eigenlijk? Dat wij meer bewustzijn hebben? Wat dit precies is kan niemand goed definiëren. Is het iets bovennatuurlijks of zijn het ook geëvolueerde evolutionaire instincten en herinneringen? Vragen die ik niet kan beantwoorden, ik ben geen bioloog, filosoof noch antropoloog en het is zeker geen exacte wetenschap, maar het is toch iets om over na te denken...

Daarom hou ik zo van de exacte wetenschap, nog zoiets wat dieren niet kennen noch kunnen beoefenen, maar vele dieren zwemmen of vliegen toch automatisch terug naar hun geboorteplaats of hun zomer of winterverblijf, zonder kompas noch gsm.

De quantumfysica geeft hier een verklaring voor, waarover ik mijn vorig boek al heb geschreven: *Quantum|Fysica@Home, de grote verwondering*.

Het standaardmodel van de natuurkunde houdt stevig stand, de LHC - de Large Hadron Collider⁴ -, de grootste en meest complexe machine ter wereld, heeft in 2012 na 60 jaar zoeken het Higgs-veld ontdekt dat aan de oorsprong ligt waarom er massa is. In 2016 zijn de zwaartekrachtgolven ontdekt die Einstein honderd jaar vroeger had voorspeld in zijn wiskundig AR-tensoralgoritme, maar er blijven nog vele vragen. De natuur en in het bijzonder *“de kosmos is als een ui en schil na schil moeten we hem uitkleden tot we aan de kern komen en de unificatietheorie kunnen opstellen die er bestond aan het begin van ons universum”*, zei Richard F. Feynman, één van de grootste fysici van de vorige eeuw, alle natuurkrachten verenigd in één enkele theorie, nabla = nul.

De exacte wetenschap is gebaseerd op de cyclus “experiment-theorie-reproduceerbaarheid”. Bewijzen en experimenten worden door wetenschappers over de ganse wereld nagekeken en geverifieerd, een certificaat van echtheid. Geen oncontroleerbare mirakels of goddelijke roepingen die alleen door één iemand worden gezien of beleefd of bedacht... en door velen geloofd uit hoop, onwetendheid of uit schrik.

De exacte wetenschap veroudert nooit. Eénmaal een theorie wiskundig bewezen, is ze voor altijd geldig binnen de voorwaarden die erin zijn opgenomen. Velen zeggen mij dat de wetenschap verandert, maar ik geef altijd de twee grootste voorbeelden als vergelijking: de Euclidische meetkunde, meer dan tweeduizend jaren oud, wordt nog steeds onderwezen. Zo ook de relativiteitstheorie van Einstein en de zwaartekrachtwetten van Newton eind 17e eeuw, een goede tweehonderd jaar vroeger. Met deze laatste formuleringen worden nog altijd ruimtesatellieten het zonnestelsel in geschoten en aardse bewegingen en krachten gesimuleerd. Einsteins SRT en AR-theorie⁵ begint slechts een rol

⁴ De Large Hadron Collider, (afgekort tot LHC), is een ondergrondse deeltjesversneller gebouwd op de Frans-Zwitserse grens in de buurt van Genève. De LHC, die zich in een ringvormige tunnel met een omtrek van 27 km, op een diepte van 50 tot 175 meter bevindt, is het grootste door mensen gemaakte apparaat en wordt gebruikt om natuurkundig onderzoek aan elementaire deeltjes te doen. De LHC is gebouwd door CERN en is op 10 september 2008 voor het eerst in gebruik genomen (WIKIPEDIA).

⁵ Speciale relativiteitstheorie (SRT) uit 1905 en algemene relativiteitstheorie (AR) uit 1915.

te spelen bij grote zware massa's die het massalozе licht kunnen afbuigen of bij hoge snelheden die de lichtsnelheid benaderen en de tijd beïnvloeden. Volledig complementair lopen ze in elkaar over. Eigenlijk moeten we Socrates leerling Plato beamen, die in zijn dialogen schreef: *“Wij zien slechts de twee-dimensionele schaduwen van de werkelijkheid, de universalia, afgebeeld en onvolmaakt afgespiegeld in onze eigen zichtbare drie-dimensionele leefwereld...”*

De exacte wetenschap schets slechts een “beeld” van de werkelijkheid, de realiteit, geprojecteerd in een wiskundige algoritme. Wanneer we een familiefoto nemen dan zien we onbewust de 4-dimensionele tijdsruimte van Einstein geprojecteerd op de 2 dimensies van de foto. Ik leg even kort uit: Het licht van de achterste rij in de familiefoto, dat wordt opgevangen in de lens van de camera, is iets vroeger vertrokken dan het licht dat werd opvangen van de voorste rij op de foto! Dit maakt dat er eigenlijk geen gelijktijdigheid bestaat op de foto, dezelfde ruimte, maar een verschillend tijdstip van opname op één tweedimensionaal beeld geprojecteerd. Stel u voor wat dit betekent voor het sterrenlicht, dat enerzijds afkomstig is van sterren of sterrenstelsels die op miljarden lichtjaren afstand staan en anderzijds andere sterren op slechts enkele lichtjaren, die op hetzelfde beeld staan. In de ruimte kijken we vooral naar het verleden, pure geschiedenis, een ganse geschiedenis samen op één foto, juist daarom kunnen we er zoveel uit afleiden.

“Verwondering” en “energie” zijn de enige constanten in mijn huidig verhaal van de kosmos en vooral: vele “vragen stellen”. Hoe de wiskunde de taal is waarmee wij de natuur leren begrijpen: begrippen over de quantumfluctuaties, het versneld uitdijend universum, de BigBang en de inflatie, materie en straling, sterrenvorming, hergeboortes van sterren en de creatie van waterstof en helium tot alsmaar zwaardere elementen uit de tabel van Mendelejev, van neutronen- en plasmasterren en zwarte gaten tot multiversa, vacuümenergie en andere Higgs-velden, die creëren uit het ledige vacuüm en zichzelf na een korte of langdurige evolutie terug herleiden tot niets, door die allesomvattende entropiewet. Altijd komen de begrippen “energie” en “energie- of quantumvelden” terug, en overal en op alle plaatsen geeft dit een uitleg over de verschijnselen die we vaststellen, ons beeld van de werkelijkheid.

Het boek gaat ook over de altijd maar verdere en de langzame progressie van het wetenschappelijk denken en van onze kennis. Deze is meestal in gang gezet door slechts een beperkt aantal toonaangevende wereldfiguren, giganten van de wetenschap, denkers en wetenschappers zoals Copernicus, Galilei Galileo en Isaac Newton, Michael Faraday en James C. Maxwell, Max Planck en Albert Einstein, Niels Bohr, Paul Dirac en Werner K. Heisenberg, Richard F. Feynman en Enrico Fermi, Stephen Hawking en ik vergeet de vele andere Nobelprijswinnaars Natuurkunde. Deze hebben telkens een kleine stap voorwaarts gezet in ons inzicht in die natuur die slechts langzaam zijn geheimen prijsgeeft.

Dan hebben we het nog niet gehad over de ontdekking van de

expanderende ruimte door onze Belgische professor-priester Georges Lemaître en de Amerikaan Edwin Hubble, die de kosmologie eind de jaren twintig vorige eeuw als wetenschap op de kaart hebben gezet, met als hoogtepunt de ruimtetelescoop HUBBLE, die de laatste dertig jaar ons inzicht in de kosmos een definitieve wetenschappelijke wending heeft gegeven. Hierover gaat het juist in dit boek.

De belangrijkste vraag is niet “waarom er ‘iets’ bestaat”, maar wel “waarom er *niet* ‘niets’ bestaat”, een schijnbaar onmogelijk gedachtenconflict. Ons bestaan lijkt een kosmisch random accident zonder doel en zonder betekenis, een tijdelijke illusie waarin we leven en zeker niet speciaal voor ons ontworpen als een “Grand Design”. Enkel wijzelf kunnen er een betekenis aan geven in overeenstemming met het eenvoudige bericht dat Tamasin uit Richmond, Australia wilde meegeven aan onze dichtste burens uit het universum, “*First message... to the Universe. If you come to Earth, look into: music, the beach, ice cream, hugs, family, love, dancing, cheese, trampolines, friendship, books and dreams. Just for a start...*”.



Credit: NASA

Het verhaal van de kosmos is spectaculair en boeiend genoeg om dieper te graven in de kennis naar de oorsprong van ons bestaan en van onszelf. Het is een vervolg en perfect aansluitend op mijn vorig boek over de quantumfysica⁶. Ik heb er zin in om dit nieuwe verhaal neer te schrijven en draag het op aan onze 4 kinderen, hun partners en onze 11 kleinkinderen.

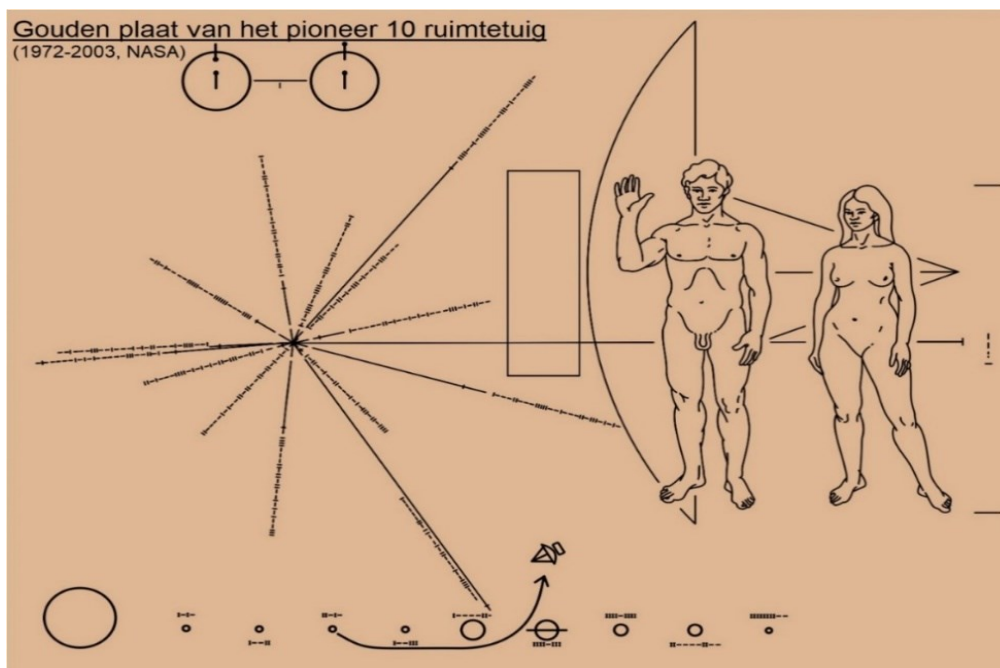
⁶ Quantum|Fysica@Home, de grote verwondering. 680 blz, sciencebooks.eu, ISBN-EAN NUMMER: 9789090293486, Eerste druk 15/11/2015, tweede, derde en vierde druk 2016-17

“Verba volent, scripta manent”, ik ben geen vlotte verteller, maar schrijven doe ik graag en persoonlijke boeken en geschriften blijven meestal lang bewaard voor het nageslacht, zodat onze nakomelingen na tientallen jaren ook nog eens, zoals de olifanten, kunnen komen snuffelen aan de zeldzame overgebleven virtuele resten van mijn en ons bestaan.

Ik wil hier mijn inleiding beëindigen met een uitspraak van mijn Amerikaans professor fysica, die ik verder nog zal vernoemen: *“There is no design, release your fear and keep asking questions, you will find the answers at the end.”* Dat geeft al een beetje de richting aan, maar twijfels zijn altijd toegelaten.

1.2 De gouden plaat van ruimtetuig Pioneer-10 aan onze burenen

De eerste grafische boodschap van de mensheid aan onze naaste burenen in het universum.



Wat uitleg⁷: Van boven naar beneden, van rechts naar links

- Afbeelding van een H₂ molecule, energieverval in de baanovergangen 1.420,406 MHz of golflengte van 21,1 cm, de afgebeelde lengte-eenheid van de afbeeldingen op de gouden plaat.
- Man en vrouw, met lengte vrouw van 8 (binaire code) x 21,1 = 168,8 cm.
- Achter man en vrouw afbeelding van de ruimtesonde op dezelfde schaal.
- Ster-pictogram met als centrum de zon en veertien lijnen met streepjescode die overeenkomen met de frequentie van de 14 belangrijkste pulsars. De later waargenomen frequentieverandering geeft de tijd aan sinds de lancering, de vijftiende lijn die naar man en vrouw gaat geeft de lengte (binaire code) van de Melkweg.
- Onderaan: ons zonnestelsel met planeten en de baan die Pioneer 10

⁷ NASA, Wikipedia, © Creative Commons, Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 (cc BY-SA 3.0)

volgde, afstand planeten tot de zon is niet op schaal, maar staat vermeld in binaire code, met $1/10^{\text{de}}$ van de afstand zon-Mercurius als eenheid.

Pioneer-10 is gelanceerd in 1972 en heeft sinds begin 2003 na 31 jaar observatie alle contact verloren. Hij snelt nu weg t.o.v. de aarde aan 38,9 km/s door de ruimte en zit op een afstand van $18,622 \cdot 10^{12}$ km van ons verwijderd⁸, dit is ongeveer 125 x AE, de gemiddelde afstand zon-aarde (1AE = 149,6 miljoen km). Het contact met Pioneer 11 – gelanceerd in 1973 - is al verbroken sinds 1995. Voyager 1 (op 148,7 AE) en Voyager 2 (op 123,6 AE), zijn beiden gelanceerd in 1977 en reizen ook verder in de ruimte. Voyager 1 is het verst verwijderde menselijk object in de ruimte en bevindt zich in de heliopauze, de zogenaamde rand van het zonnestelsel, in de interstellaire ruimte.

1.3 Twee interessante artikels in *Science*, april 2020

In de lente van dit jaar kreeg ik een aantal interessante wetenschappelijke artikels binnen waarvan er twee titels mijn speciale aandacht trokken omdat de onderwerpen reeds lang mijn interesse hadden opgewekt en vele uren en dagen van mijn studie hadden opgeslorpt.

Het eerste artikel kwam op 15 april van de Science-editie van de New York Times waar Dennis Overbye schreef over: *“The BigBang, why there is something rather than nothing”*.

Het tweede artikel kwam op 6 mei van Charlie Wood, Quanta Magazine, *“What goes on in a proton? Quark math still conflicts with experiments”*.

Twee prachtige artikelen die naar de kern van de kosmologie gaan en waarover ook dit boek zal gaan.

De kosmologie, de nieuwe wetenschap waarvoor ontelbare budgetten worden vrijgemaakt en dure ruimtesatellieten worden gelanceerd om het heelal af te speuren en het begin van alles te doorgronden.

De gekendste is de HUBBLE-satelliet die ons de laatste 3 decennia tal van prachtige beelden heeft gestuurd en onze spiritualiteit geprikkeld heeft: vanwaar komen wij? Het is onze Belgische priester en professor aan de KU Leuven Georges Lemaître die samen met de Amerikaan Edwin Hubble de aanzet hiervoor gegeven heeft eind de jaren twintig van vorige eeuw en ons leerden dat er meer dan één melkwegstelsel bestond en dat het universum helemaal niet statisch en eeuwig was zoals de religie ons al duizenden jaren voorhield. Naar de sterren kijken werd een exacte wetenschap, de metafysische en nutteloze astrologie werd astronomie, gebaseerd op waarneming, het opstellen van wiskundige modellen, reproduceerbaarheid, herhaalbaarheid en falsifieerbaarheid.

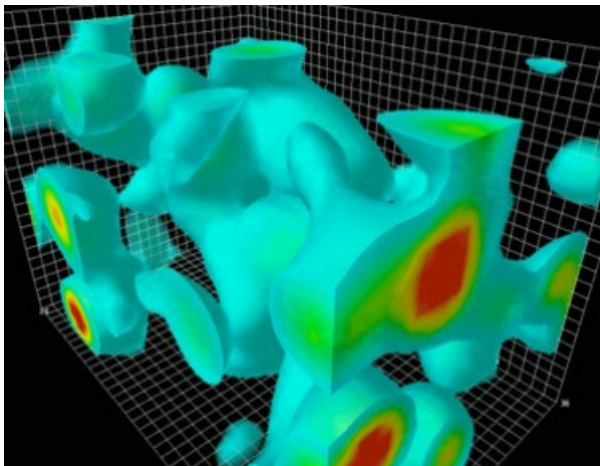
Het kleinschalige van de quantumfysica en het grootschalige van de relativiteitsleer van Einstein leren ons hoe het komt dat neutronen, andere sterren en zwarte gaten in ons universum met elkaar verstrengeld zijn. De werking en het leven van sterren kan men niet uitleggen zonder grondige kennis van de kernfysica, de natuurwetenschap van de neutrino's, het atoom, zijn elektronen, zijn protonen en neutronen en hun quarks en energie, dit is ook quantumfysica.

⁸ <https://theskylive.com/pioneer10-tracker>

Donkere energie

Het tweede artikel had te maken met de energiemassa binnenin een proton wat ons veel zou moeten leren over het bestaan van *donkere energie*, de energie die blijkbaar ~70% uitmaakt van alles wat bestaat in ons universum, materie, antimaterie, straling en energie. We weten dat het er is, maar we kunnen het nog altijd niet proefondervindelijk vaststellen. Moeten we terug naar de allerkleinste Planck-schaal en naar de unificatie tussen de zwaartekracht en het standaardmodel van de natuurkunde in het ultieme begin van het universum? We weten ook nog niet precies wat *donkere materie* is. Zijn het deeltjes, zijn het strings, kunnen we het vinden naar analogie van het Higgs-veld en het Higgs-deeltje, dat in 2012 na meer dan 50 jaar zoeken in de LHC van het CERN in Genève werd gevonden?

De energie van het vacuüm, van niets! Een proton bestaat uit drie quarks die met elkaar zijn verbonden door een veld met gluonen. Deze



componenten zijn hier gesimuleerd met behulp van een benadering die rooster-QCD (Quantum Chromo Dynamica) wordt genoemd.

Een rooster-QCD simulatie van een fluctuerend veld van gluonen - met gebieden met de hoogste energiedichtheid in het rood weergegeven - kan nu met succes de massa van het proton voorspellen tot een paar procent van de experimenteel bepaalde waarde.

Visualisatie van Quantum Chromo Dynamica (QCD): vierdimensionale structuur van gluonveldconfiguraties (beschrijven van de vacuümeigenschappen van QCD)

Credit: Professor DEREK LEINWEBER, nucleaire fysica, University of Adelaide, Australië.

<https://www.youtube.com/watch?v=uxlOMa6pdr4> en <https://youtu.be/J3xLuZnKhIY>

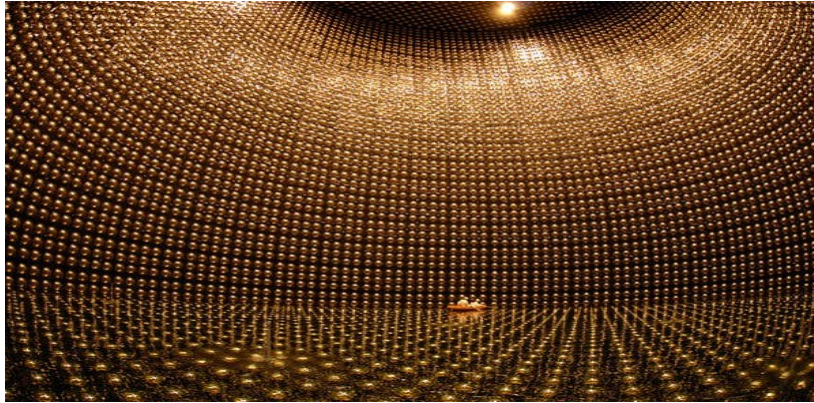
Dit verschijnsel zou ons nog zoveel meer kunnen uitleggen over het ontstaan van het universum en over onszelf, waarom wij zo'n nietige schepsels zijn, in een verloren bijna onzichtbaar hoekje in het heelal, waarbij alle zichtbare materie amper 1% uitmaakt van het totale universum. Het bestaan van de donkere materie – alhoewel waarneembaar - kan men echter op heden ook nog niet verklaren.

Inflatie, donkere materie, donkere energie, vacuümenergie⁹

Het eerste artikel dat ik vernoemde gaat nog dieper naar de kern en oorsprong van ons bestaan. Hoe komt het dat er iets is, materie, straling, energie en wij? Is het universum ontstaan door een toeval, een combinatie van leefbare parameters, bestaan er misschien nog andere universa, multiversa? Waarom is er meer materie dan antimaterie? Kunnen we ons universum vergelijken met het DNA, waarvan er miljarden combinaties van

⁹ "Dark Energy May Be Vacuum" (Press release). Niels Bohr Institute. 19 January 2007. Archived from the original on 31 May 2017.

leven mogelijk en soms onmogelijk zijn en de ene al leefbaarder en dominanter dan de andere, de reden van alle diverse levensvormen op aarde?



Credit: Kamiokande-observatorium, Instituut voor Cosmic Ray Research, University Tokio.

We hebben begin dit jaar gezien dat een minuscuul klein, bijna onzichtbaar coronavirus - enkele DNA/RNA moleculen in hun bijna eenvoudigste vorm - heel de wereldeconomie bijna kan plat leggen. Ook heel het huidige kosmosverhaal - dat zeer sterk in elkaar steekt en samenhangt - veronderstelt dat er in het begin van de BigBang een *inflatie* is gebeurd, een enorme expansie van het ultra kleine en jonge universum, waarbij alle potentiële energie van de quantumfluctuaties bevroren werd en slechts geleidelijk weer werd vrijgegeven. Het heeft zeer kleine meetbare temperatuur en dichtheidsfluctuaties teweeggebracht in de CMB, de kosmische microgolf achtergrondstraling, die de kiemen werden van alle clusters, galxies, sterren en planeten. Men weet dat alles wat we zien daardoor verklaarbaar is, maar men kan de inflatie zelf nog niet bewijzen noch experimenteel aantonen.

Sommige onderwerpen uit dit boek zullen nauw aanleunen bij de metafysica, de religie of filosofie, maar deze diepte laat ik liever aan andere specialisten over, zonder echter na te laten mijn eigen mening te geven. Het zal voornamelijk gaan over het louter wetenschappelijke, wat experimenteel aantoonbaar en reproduceerbaar is en meestal gestoeld is op een wiskundig algoritme of een theorie. Een theorie betekent niet dat het slechts een idee is, ontstaan uit het brein van iemand, maar dat het een aantoonbaar bewijs is van echtheid en reproduceerbaarheid, 5-sigma voor de kenners. Toch botst deze kosmologie nog op enkele andere punten waar de wetenschap op dit ogenblik verlamd raakt en stilstaat: de *donkere energie* in het universum, de *inflatie* tijdens de BigBang, de *quantumzwaartekracht* of de unificatie van de zwaartekracht met de 3 andere krachten in ons universum - de elektromagnetische kracht, de zwakke en de sterke kernkracht... Over deze grote nog niet opgeloste probleemgebieden zal ik ook schrijven. We moeten toegeven dat we nog niet door deze virtuele muur geraken, dat we misschien een nieuwe Einstein nodig hebben om alles op zijn kop te zetten om op een totaal andere manier deze problemen te bekijken. Net zoals hij deed met zijn speciale relativiteitstheorie in 1905 toen hij beweerde dat niets sneller ging dan de lichtsnelheid,

dat de tijd niet constant was en dat massa en energie equivalent waren. In zijn algemene relativiteitstheorie in 1916 leerde hij ons dat de tijdruimte wordt vervormd door massa, dat massaloze deeltjes zoals het licht worden afgebogen door zware massa's en dat ook door de invloed van massa de tijd vertraagt, zodat daardoor onze gps zo nauwkeurig kan werken. In 2012 werden de zwaartekrachtgolven aangetoond, die hij 100 jaar geleden voorspelde. Wellicht hebben we weer zo'n geniaal denker-wetenschapper nodig die binnen 100 jaar onze horizon kan verleggen om de problemen op te lossen, waar we nu niet doorheen geraken.

Kosmologie is zeer boeiend en spiritueel want het verplicht ons na te denken over de betekenis van alles wat we zien, horen en voelen in ons universum in al zijn pracht over het ganse spectrum van geluid, licht en straling. Het universum is niet volmaakt en wij zijn kwetsbaar maar onthoud:

"In a perfectly symmetric universe, we wouldn't even exist"

1.4 Even taalkundig: de "waarom" vraag

Het woordje "waarom" komt veelvuldig naar voor wanneer men over zaken spreekt die men niet goed begrijpt en zeker wanneer het over het leven, de kosmos en het universum gaat. Daarover wou ik eerst nog even iets kwijt. Als kleine jongen of meisje hebben we dit 'waarom'-woord dikwijls gebruikt, tot grote verveling en soms ergernis van onze ouders. Telkens moet ik terugvallen op de woorden van iemand die nu en dan mijn teksten leest en verbetert. Het Nederlands is blijkbaar een moeilijke taal en als ingenieur moet ik af en toe op taalgebied het onderspit delven.

Het gaat over de "waarom" vraag! Wanneer moet men vragen: "waarom...?" en/of wanneer dient men te vragen: "hoe komt het dat...?"

De "*waarom*" vraag heeft blijkbaar te maken met het feit dat de betekenis van de zin sterk *afhankelijk is van een "persoonlijke" wil of beslissing* en er dus een reden bestaat die te maken heeft met de "wil" van de persoon aan wie de vraag gesteld wordt! Als voorbeeld kunnen we geven: "Waarom is hij niet gekomen?" en het antwoord zou kunnen zijn: "omdat hij geen zin had!". "Waarom"... als vraag en "omdat"... als antwoord en als zijn persoonlijke reden en beslissing, waarom hij niet gekomen is.

Wie dus de 'waarom'-vraag stelt, begeeft zich meer op persoonlijk, filosofisch, religieus of metafysisch niveau en het antwoord kan bijvoorbeeld zijn: omdat, daarom...

Wanneer het gaat over vragen waar de persoon geen enkele invloed op heeft of die *onafhankelijk zijn van de persoonlijke wil*, dan zeggen we beter: "*hoe komt het dat...*". Als antwoord volgt meestal: "*doordat...*" of "*daardoor...*" of "*dit komt doordat...*". Dit geeft een oorzaak of een reden aan die niets te maken heeft met de persoonlijke wil, wens of beslissing van diegene aan wie men de vraag stelt. Een voorbeeld hiervan zou kunnen zijn: "Hoe komt het dat de mens is ontstaan op aarde?" En het antwoord zou kunnen zijn: "Doordat er een evolutie bestaat bij de levende wezens... (enz.)". Of de vraag "Hoe komt het dat een vliegtuig vliegt?" kan men als antwoord geven: "doordat er aerodynamische natuurwetten bestaan,

wiskundig geformuleerd en opgesteld door (de wet van) Navier-Stokes of in zijn eenvoudige versie door de wet van (Daniël) Bernoulli.

Voor de wetenschappers wordt dit dan veel duidelijker en eenvoudiger. De wetenschap kan meestal een antwoord geven op "hoe komt het dat...". Hoe komt het dat de aarde rond is, dat het universum expandeert, dat er geen snelheid is groter dan de lichtsnelheid... enz. Duizenden vragen waar de wetenschap al dan niet een antwoord op heeft. Het heeft niets met de persoonlijke wil, de mening of het verlangen van de wetenschapper te maken aan wie men de vraag stelt, maar met een externe reden, een natuurwet, een wiskundig algoritme of iets dergelijks. De vraag: "Waarom bestaat er (al dan niet) een God?" of: "Moeder, waarom leven wij...?" is dus taalkundig verkeerd. Het hangt hier zeker niet af van de persoonlijke wil of mening of wens van de persoon aan wie men de vraag stelt. Wij zullen ons in 't vervolg bezighouden met de "hoe komt het dat..." vraag. Hopelijk kan de lezer mij niet op een toevallig foutje betrappen!

HST. 2: EEN KORT OVERZICHT VAN DE KOSMOLOGIE ALS WETENSCHAP

- De moderne kosmologie begint met Belgische professor, priester en wetenschapper, Georges Lemaître, die in 1927 als stamvader van de BigBang bij het kerkkanon aankomt en er zijn oplossingen van de BigBang voorstelt als "*de dag waarop er geen gisteren was*".
- Een Amerikaans advocaat, gelukkig tijdig omgeschakeld naar wetenschapper, aanhanger van de *steady-state theorie*, Fred Hoyle, ontkent eerst dit beeld en noemt de aanhangers: het BigBang-kamp. Hij werd wel de echte vader van de wetenschappelijke uitdieping van de kosmologie en de ontdekker van de belangrijke Hubbleconstante in 1929.
- Een "verzonnen kosmologische constante of de Λ -factor" was reeds meer dan 10 jaar daarvoor geïntroduceerd door Albert Einstein in zijn algemene relativiteitsleer, vervolgens in verlegenheid weggegooid en later opnieuw opgevist als onze hoop om de kosmische energetische toekomst en "dark energy" in balans te brengen.
- Het grootste experimentele bewijs van de BigBang - de kosmische microgolf achtergrondstraling CMB - werd in 1964 per ongeluk gevonden door 2 medewerkers van Bell-Telephone - Arno Penzias en Robert Wilson¹⁰ - tijdens hun onderzoek naar storingen in de tv- en radio-communicatiesignalen! Zij kregen daarvoor de Nobelprijs in 1978. Ook toeval wordt soms beloond met de hoogste prijs.
- Tenslotte zijn we nog steeds op zoek naar antwoorden voor ongeveer 95% van de inhoud van het universum. Rond de 70% van de massa-energie-inhoud van het universum heeft de eigenschap van een

¹⁰ Penzias, A. A.; Wilson, R. W. (1965). "A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s". *The Astrophysical Journal*-142 (1): 419-421.:10.1086/ 148307

onbekende vacuümenergie, genaamd "donkere energie". Rond de 25 à 30% heeft de vorm van het mysterieuze "donkere materie". Minder dan 5% is afkomstig van de massa van sterren, planeten en interstellair stof en gassen. De percentages schommelen wel, afhankelijk van de meetmethode en de gebruikte algoritmes! Wiskundig en fysisch verdedigbaar, maar wat is dit eigenlijk?

Al deze gebeurtenissen en de gevolgen ervan voor de ontwikkeling van de kosmologische wetenschap zullen we behandelen in dit boek en sommige vragen trachten te beantwoorden. Maar eerst enkele algemene beschouwingen over de kosmos die we nadien verder zullen ontwikkelen.

Diamonds are "not" forever... Ons bestaan is een tijdelijke en natuurlijke kosmische selectie van mogelijkheden.
(Professor Lawrence Krauss)

2.1 Enkele voorafgaande beschouwingen over wetenschap, over ons bestaan en over ons universum

We leerden in de laatste decennia ontzettend veel bij over het universum, meer dan de mensheid in de duizenden jaren daarvoor heeft ontdekt. Dit danken we o.a. aan de Hubbleconstante, de Redshift of roodverschuiving en de kosmische microgolf achtergrondstraling. We weten nu hoe het universum ontstaan is, via de gekende Oerknal of de BigBang, ongeveer 13,7 miljard jaar geleden. Deze theorie is gebaseerd op de Hubble-parameter en de waarnemingen die de uitzetting van de ruimte aantonen. Dit werd ook uitvoerig bewezen door middel van de roodverschuiving van verafgelegen sterrenstelsels. Geëxtrapoleerd naar het verleden zouden deze observaties kunnen aantonen dat het universum zich uitzette vanuit een ontzettend klein Planck-volume, dat alle materie en energie van het universum omvatte en extreem heet en dicht was. Dit begin is nog niet wetenschappelijk vastgelegd. De Engelse astronoom Fred Hoyle¹¹ is gecrediteerd voor het bedenken van de term "*BigBang*" tijdens een lezing voor een BBC Radio-uitzending van maart 1949, wanneer hij zei: "*Deze theorieën waren gebaseerd op de hypothese dat alle materie in het universum in één oerknal (BigBang) werd gecreëerd op een bepaalde tijd in het verre verleden.*" Er wordt verteld dat Hoyle, die de voorkeur gaf aan een alternatief "*steady state*" of het onveranderlijk kosmologisch model, dit pejoratief bedoelde, maar Hoyle ontkende dit expliciet en zei dat het slechts een opvallend beeld was, bedoeld om het verschil tussen de twee modellen te benadrukken.

De kosmologen zijn het er echter nog niet over eens wat er juist gebeurde rond het begintijdstip $t = 0$, juist voor en juist na de BigBang! Velen denken

¹¹ Hoyle, Fred (1915-2001) in November 1981 "The Universe: Past and Present Reflections", Engineering and Science, Volume 45:2, pp. 8-12

dat er juist na de BigBang een enorme expansie van de ruimte is geweest, die *inflatie* wordt genoemd. Twijfels zijn een bron van inspiratie voor de wetenschap, dit geeft de motivatie om verder wetenschappelijk onderzoek te verrichten en zonder dogma's verder te zoeken naar de geheimen rond de oorsprong van ons universum. Op het beginmoment zouden ook de quantumfysica met zijn quantumvelden en de zwaartekracht moeten verenigd zijn (unificatie), het algoritme wat op heden – na bijna honderd jaar zoeken - nog altijd niet is gevonden. Er zijn al een aantal ideeën en hypothesen ontstaan die een richting kunnen aangeven en die wij later zullen beschrijven. Eén van deze modellen gaat uit van de veronderstelling dat het universum spontaan ontstaan is uit het luchtledige, uit het “niets”, via de vacuüm-quantumfluctuatie hypothese, wat direct impliceert dat er vele, zelfs ontelbare universa zouden moeten bestaan en dat ons eigen universum niet uniek is, juist omdat dat er ‘iets’ ontstaat uit “niets”¹².



Zoals het de wetenschap past, moet alles geverifieerd en gefalsifieerd kunnen worden door experimenten en het model moet kloppen in alle richtingen. Iets niet weten is goed, het scherpt onze geest om dit verder te onderzoeken. Fysici hebben dit graag, er valt immers altijd iets nieuws te ontdekken.

Een beroemde afbeelding van de schepping van de mens.

Afbeelding: Michelangelo, Sixtijnse Kapel plafond, via Wikimedia Commons.

2.1.1 “A Universe from Nothing”

Hoe kan een universum met miljarden galxies en miljarden sterren ontstaan, helemaal uit het niets? Die vraag is even oud als de mensheid die begon na te denken over zijn bestaan en zijn verhouding met de natuur. Eén van de stellingen is dat er een God bestaat die dit alles zou geschapen hebben, maar de wetenschap evolueert zodanig dat dit op heden niet meer noodzakelijk zo hoeft te zijn. Zwaartekracht kan immers zowel positieve als negatieve energie hebben zodat je kan starten met een “zero” totale energie wat de status van “niets” betekent. Dit impliceert een universum dat miljarden sterrenstelsels creëert uit quantumfluctuaties van het vacuüm als aan de juiste of toevallige beginparameters voldaan wordt en het nog altijd nul totale energie bezit: universa geschapen uit het niets. Als iemand zich afvraagt hoe een universum dat spontaan van niets tot iets is ontstaan, er uitziet komt hij exact uit op het universum waarin wij leven. Bewijst dit de stelling, neen, maar dit maakt het allemaal op het eerste gezicht wel mogelijk en geloofwaardig. Vele mensen geloven dat de natuurlijke wereld en het bestaan van de mensheid in het universum wijzen naar een

¹² A Universe from nothing “A Universe from Nothing: Why There Is Something Rather Than Nothing” (2012), Atria Books, ISBN 978-1-4516-2445-8. Professor Lawrence Krauss (1954 - ...), MIT.

goddelijke Schepper . Volgens de huidige stand van de wetenschap, bestaat de aarde uit een overvloed aan omstandigheden die ons bestaan mogelijk maken en dit op een manier die geen enkele andere wereld kan evenaren. Naarmate meer vragen worden opgelost is de taak van een mogelijk goddelijk scheppend wezen veel kleiner geworden. Maar bewijzen dat iets niet bestaat is veel moeilijker dan bewijzen dat iets wel bestaat, het is bijna onmogelijk.

We zullen later aantonen dat we nu op een bijzonder tijdstip en op een bevoorrechte plaats leven. We leven op onze planeet aarde die de juiste ingrediënten en parameters voor het leven heeft, waaronder:

- We zijn op de juiste afstand van onze zon, zodat de temperaturen bevorderlijk zijn voor het leven.
- We hebben de juiste atmosferische druk voor vloeibaar water aan onze oppervlakte.
- We hebben de juiste ingrediënten - de juiste balans van zware elementen en organische moleculen - voor het leven.
- We hebben de juiste hoeveelheid water zodat onze wereld zowel oceanen als continenten heeft.

Het leven begon al heel vroeg op onze wereld, handhaafde zich – ondanks alle vijandige natuurlijke tegenslagen door de hele geschiedenis van onze planeet - en gaf aanleiding tot ons bestaan: zelfbewuste wezens. Wanneer je kijkt naar de andere dichtbij werelden en planeten die we kennen is het verschil opvallend.

Zullen we ooit exact weten hoe het universum is ontstaan? Velen beweren dat de wetenschap dit antwoord nooit zal achterhalen. Maar als we niets proberen en niets onderzoeken, zullen we uiteraard het antwoord nooit vinden. Veel wetenschappers hopen dat er ooit wel een exact en sluitend antwoord komt op de vraag hoe het universum begon en of ons universum uniek is of dat er vele andere universa zijn ontstaan en bestaan.



Het terrein van bijvoorbeeld Mars is verschrikkelijk onherbergzaam voor het leven zoals we het herkennen en toch zullen we het ooit bewonen!

Afbeelding: Mars Spirit Rover, NASA / JPL / Cornell

Vergeten we ook - naar analogie - het begrip complementariteit en superpositie niet uit de quantumfysica waar een elektron zowel een deeltje als een golf kan zijn (dualiteit) en dat zijn golf uit oneindig vele mogelijke golflengtes bestaat in een onderling fase-verband hebben. Ook het universum kan een contra-intuïtief resultaat als uitkomst bieden. Het enige

wat we kunnen doen, is blijven proberen en blijven zoeken. We leven in een zeer boeiend en merkwaardig tijdperk, telkens we een nieuw raam openen en nieuwe wetenschappelijke kennis opdoen, staan we voor nieuwe verrassingen en leren we daaruit.

2.1.2 Wij zijn “gefinetuned” voor dit universum, niet omgekeerd.

Kunnen we uitleggen dat het universum speciaal voor het leven zou zijn geschapen? Dit is wellicht een grote misvatting. Het universum is niet speciaal geschapen om het “leven” te kunnen bevatten. Het grote deel van ons universum is zelfs vijandig voor leven, het universum tracht ons zelfs dagelijks uit de weg te ruimen. De temperatuur, de druk, de snelheid, dodelijke straling, de atmosfeer, reusachtige explosies, de bedreiging van meteorieten en andere hemellichamen, plagen, virussen... noem maar op. Het mag zelfs een wonder heten dat er leven op aarde bestaat. Anderzijds blijkt dat op onze aarde de perfecte condities voorhanden waren om vanuit een hete gloeiende massa naar een leefbaar leven te evolueren. Deze evolutie werd beschreven door Darwin die constateerde dat vlinders en bijen zich ontwikkelden door het zoeken naar bloemen voor hun overleving en voortplanting. Als wij leven in dit universum met deze karakteristieken, dan is op sommige andere plaatsten een soortgelijk leven mogelijk, in een gelijkaardig habitat met dezelfde karakteristieken. Waren de parameters verschillend dan zouden we waarschijnlijk niet ontwikkeld zijn en niet bestaan. Ons bestaan is een natuurlijke kosmische selectie tussen die ontelbare mogelijke galxies en ontelbare sterren. Het zou zeer verwonderlijk zijn dat we toch leven en overleven in een universum waar de condities niet zo gunstig zijn. Maar zelfs het “onleefbare” Mars of een andere maan of planeet zal de mensheid ooit bevolken.

Mochten de beginparameters van ons universum totaal anders geweest zijn, zou leven dan toch mogelijk geweest zijn? Mochten bepaalde parameters lichtjes anders geweest zijn in het begin, dan zouden we waarschijnlijk “ons” soort leven niet gekend hebben. Anderzijds zou het ook kunnen dat het leven veel gemakkelijker zou geworden zijn. Eén van de gekende voorbeelden is de energie van de “ledige ruimte” of het vacuüm. Mocht deze energie iets groter geweest zijn, dan was er geen materie, waren er geen sterren, geen galxies en zeker geen mensen. Mocht deze energie precies nul zijn, wat vanuit fysisch standpunt veel natuurlijker is, dan was het universum wellicht de beste plaats voor het leven op langere termijn. Bovendien is het vrij waarschijnlijk dat ons leven en ons universum niet uniek zijn en dat er nog leven is in ons universum en wellicht in andere universa. De wetten van de fysica kunnen en zullen wellicht ook verschillen in andere universa. Ons universum staat open voor “ons” soort leven, in andere universa zou een ander soort leven kunnen waargenomen worden.

We zijn verbaasd dat ons universum de juiste parameters heeft voor ons leven, maar we weten absoluut niet wat alle mogelijkheden zijn voor leven, het zou ook vele mogelijke andere en waardevolle vormen kunnen aannemen. We weten dit niet en kunnen onmogelijk de nodige en juiste

experimenten doen om dit allemaal uit te proberen! Wij evolueerden in dit universum en daarom is het geschikt om leven te herbergen. Wij, als levend wezen en als mens, zijn "gefinetuned" voor dit universum, het is niet omgekeerd, het universum is niet "gefinetuned" voor ons, integendeel!



Diep onder de zee, rond hydrothermische openingen, waar geen zonlicht is, gedijt nog steeds een niet op zuurstof gebaseerd leven.

Credit: NOAA / PMEL Vents-programma, via <http://www.pmel.noaa.gov/eoi/>.

Dit is een zeer overtuigend argument voor vele mensen, maar het is belangrijk om onszelf drie vragen te stellen die ervoor te zorgen dat we dit wetenschappelijk kunnen benaderen. We zullen er enkele doornemen.

1. Wat zijn, wetenschappelijk gezien, de voorwaarden die we nodig hebben om het leven zoals het onze te laten ontstaan?
2. Hoe zeldzaam of gebruikelijk zijn deze voorwaarden elders in het universum?
3. Als we het leven niet vinden op de plaatsen en onder de omstandigheden waar we het verwachten, kan dat dan het bestaan van God bewijzen?

2.2 Vanwaar komt de vacuümenergie, wat zijn quantumfluctuaties?

Eén van de basistheorieën van de kosmologie is de energie van het vacuüm, energie in het "niets", waarom er "iets" is in de plaats van "niets". We zullen hier later uitgebreid op terugkomen. We vatten hier een aantal argumenten samen die komen uit de algemene relativiteitsleer en de quantumfysica:

2.2.1 De algemene relativiteitstheorie: de ruimte zonder massa is vol energie

De Einstein-gravitatietensor (A.R.) in elk punt van de ruimte zegt:

$$G_{\mu\nu} + (\Lambda g_{\mu\nu}) \equiv R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

De term $\Lambda g_{\mu\nu}$ werd later in de jaren 1920 door Einstein toegevoegd. Dit wordt verder uitvoerig besproken.