

Reuzen der Wetenschap

Deel V - De kennis explosie

INHOUD

Inleiding	1
DEEL V - De kennis explosie	2
De 20ste Eeuw	3
Albert Einstein (1879- 1955)	3
Misschien wel hét icoon van de wetenschap	3
Max Planck (1858 -1947)	3
De deur naar de kwantumwereld	4
Niels Bohr (1885 - 1962)	4
Het Kopenhagen Instituut	4
Werner Heisenberg (1901 - 1976)	6
Een controversiële wetenschapper	6
James Watson (1928-2024)	7
De dubbele Helix	7
Francis Crick (1916-2004)	8
De andere helft van de dubbele Helix	8
Rosalind Franklin	9
Vergeten werk	9
Alan Turing (1912-1954)	10
De tragische held der wetenschap	10
Edwin Hubble (1889-1953)	11
Het universum	11
Steven Hawking (1942-2018)	13
De gevangen reus	13

Inleiding

Er zijn zoveel boeiende figuren om over te praten - van de oude Griekse filosofen zoals Aristoteles die de basis legden voor systematisch onderzoek, tot revolutionaire denkers zoals Galilei, Newton, Darwin, Einstein, Marie Curie en nog zovelen meer. Elk van hen heeft op 0eigen manier een enorme stempel gedrukt op hun vakgebied en daarbuiten.

We hebben deze opgedeeld in 4 episodes:

1. De Oudheid - tot 500 Grieken, Arabieren, Chinezen
2. De Middeleeuwen
3. De renaissance
4. De Kennis explosie 1700-1900
5. De 20ste eeuw

DEEL V - De kennis explosie

En dan... 1900 tot nu - De moderne revoluties:

De relativiteit en kwantummechanica (1900-1930):

- **Albert Einstein** (1879-1955) - relativiteit, $E=mc^2$
- **Max Planck, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger** - kwantummechanica
- De werkelijkheid blijkt veel vreemder dan we ooit dachten

DNA en moleculaire biologie (1950-nu):

- **Watson & Crick** (1953) - structuur van DNA
- Genetica, biotechnologie, CRISPR

Computers en informatica (1940-nu):

- **Alan Turing** (1912-1954) - theoretische basis voor computers
- De digitale revolutie
- Kunstmatige intelligentie

Kosmologie:

- **Edwin Hubble** - het uitdijende heelal
- De oerknal-theorie
- Zwarte gaten, donkere materie

De 20ste Eeuw

Albert Einstein (1879- 1955)

Misschien wel hét icoon van de wetenschap

https://nl.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein

Wie was hij?

Albert Einstein werd in 1879 geboren in Ulm, Duitsland, in een seculier Joods gezin. Zijn jeugd was niet die van een wonderkind - hij sprak laat, en er gaan verhalen dat zijn leraren twijfelden aan zijn capaciteiten. Hij studeerde natuurkunde en wiskunde in Zürich, maar kon daarna geen academische positie vinden. In 1902 ging hij werken als technisch expert derde klasse bij het patentbureau in Bern - ogenschijnlijk een nederige positie, maar die hem de tijd en mentale rust gaf om na te denken.

Het wonderjaar 1905:

Op 26-jarige leeftijd publiceerde Einstein in zijn vrije tijd vier baanbrekende artikelen - zijn "Annus Mirabilis":

1. **Het foto-elektrisch effect** - licht bestaat uit deeltjes (fotonen), waarmee hij de kwantumrevolutie hielp beginnen
2. **Brownse beweging** - het definitieve bewijs voor het bestaan van atomen
3. **De speciale relativiteitstheorie** - tijd en ruimte zijn relatief, niet absoluut
4. **$E=mc^2$** - massa en energie zijn twee vormen van hetzelfde

Wat maakte hem onsterfelijk?

Zijn **speciale relativiteitstheorie** (1905) toonde aan dat tijd en ruimte verweven zijn en afhankelijk van beweging. Niets kan sneller dan licht reizen. Tijd verloopt langzamer als je sneller beweegt - revolutionair!

Maar zijn meesterwerk kwam in 1915: de **algemene relativiteitstheorie**. Einstein realiseerde zich dat zwaartekracht geen kracht is zoals Newton dacht, maar een kromming van ruimte-tijd zelf. Massieve objecten buigen de ruimte om zich heen, zoals een bowlingbal een trampoline doet inzakken. Dit voorspelde fenomenen die later bewezen werden: het buigen van licht door de zon (1919, wat hem wereldberoemd maakte), zwarte gaten, en gravitatiegolven (pas in 2015 gemeten!).

Wat Einstein uniek maakte was zijn vermogen tot "Gedankenexperimente" - gedachte-experimenten. Hij stelde zich voor hoe het zou zijn om op een lichtstraal te rijden, of om in een vrij vallende lift te zitten. Met pure intuïtie en wiskunde herbouwde hij ons begrip van het universum.

Max Planck (1858 -1947)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Max_Planck

De deur naar de kwantumwereld

Max Planck is een conservatieve, klassieke fysicus die per ongeluk de quantumrevolutie startte.

Wie was hij?

Max Planck werd in 1858 geboren in Kiel, Duitsland, in een familie van geleerden en juristen. Hij was diep religieus, uiterst methodisch en een traditionalist in hart en nieren. Ironisch genoeg zou juist hij de meest radicale omwenteling in de natuurkunde teweegbrengen. Hij studeerde in München en Berlijn, waar hij onder andere bij Helmholtz studeerde.

Het probleem van de “zwarte straling”:

Eind 19e eeuw worstelde de natuurkunde met een irritant probleem: hoe straalt een verhit object energie uit? De klassieke theorie voorspelde dat een gloeiend heet object oneindig veel ultraviolette straling zou uitzenden - de zogenaamde “ultravioletcatastrofe”. Maar in werkelijkheid gebeurde dat niet.

De wanhopige daad (1900):

Op 14 december 1900 deed Planck iets desperaats. Om de metingen te laten kloppen, introduceerde hij een wiskundige truc: hij veronderstelde dat energie niet continu is, maar alleen in kleine, discrete pakketjes kan worden uitgezonden - “quanta”. De energiegrootte van zo'n quantum is $E = hv$ (waarbij h Planck's constante is, en v de frequentie).

Planck zelf vond dit een afschuwelijk idee! Hij beschouwde het als een tijdelijke mathematische kunstgreep, geen fysieke werkelijkheid. Hij probeerde jaren om terug te keren naar de klassieke natuurkunde, maar het lukte niet.

Waarom werd hij onvergetelijk?

1. **Hij opende de deur naar de kwantumwereld** - zonder het te willen. Zijn constante $h = 6,626 \times 10^{-34}$ J·s is één van de fundamentele constanten van het universum.

1. **Hij gaf Einstein de sleutel** - Einstein gebruikte Planck's idee in 1905 om het foto-elektrisch effect te verklaren, en nam het quantumidee veel serieuzer dan Planck zelf!

1. **Zijn constante is overal** - van de energie van fotonen tot het onzekerheidsprincipe van Heisenberg, van de structuur van atomen tot moderne elektronica.

Het tragische en mooie is dat deze voorzichtige, conservatieve man tegen zijn wil de vader werd van de meest radicale theorie in de natuurkunde. Planck ontving in 1918 de Nobelprijs, maar bleef tot zijn dood in 1947 ongemakkelijk met de filosofische implicaties van zijn eigen ontdekking.

Niels Bohr (1885 - 1962)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Niels_Bohr

Het Kopenhagen Instituut

Niels Bohr - een van de meest invloedrijke en filosofisch denkende natuurkundigen ooit.

Wie was hij?

Niels Bohr werd in 1885 geboren in Kopenhagen, Denemarken, in een intellectueel nest. Zijn vader was hoogleraar fysiologie, zijn moeder kwam uit een welgestelde Joodse bankiersfamilie. Bohr was een diepe denker, maar ook een getalenteerd voetballer - hij en zijn broer Harald (later een bekende wiskundige) speelden beiden op hoog niveau.

Het atoommodel (1913):

Begin 20e eeuw was het atoom een raadsel. Rutherford had ontdekt dat atomen een kleine, positieve kern hebben met elektronen eromheen - maar volgens de klassieke natuurkunde zouden die elektronen meteen in de kern moeten storten door straling te verliezen. Atomen konden niet stabiel zijn!

Bohr nam Planck's quantumidee en paste het toe op het atoom. Zijn revolutionaire ideeën:

1. **Elektronen kunnen alleen in specifieke banen bewegen** - niet overal, maar alleen op bepaalde "toegestane" afstanden van de kern

1. **In die banen stralen ze geen energie uit** - ze zijn stabiel

1. **Ze kunnen "springen" tussen banen** door een quantum energie op te nemen of uit te zenden (een foton)

Dit verklaarde prachtig de spectraallijnen van waterstof - waarom atomen alleen licht van specifieke kleuren uitzenden. Het was een briljante synthese van klassieke mechanica en quantumtheorie.

Het Kopenhagen-instituut:

In 1921 richtte Bohr zijn instituut op in Kopenhagen, dat het absolute epicentrum van de quantumfysica werd. Vrijwel elke grote natuurkundige kwam daar: Heisenberg, Pauli, Dirac, Schrödinger - het was als een klooster voor fysici, waar ze intensief discussieerden en debatteerden.

De Kopenhagen-interpretatie:

Bohr ontwikkelde een filosofische visie op quantummechanica die nog steeds controversieel is:

- **Complementariteit:** sommige eigenschappen (zoals golf en deeltje) zijn complementair - beide waar, maar niet tegelijk meetbaar

- **De rol van waarneming:** een quantumstelsel heeft geen definitieve eigenschappen totdat het gemeten wordt

- **Onzekerheid is fundamenteel:** niet een gebrek aan kennis, maar een eigenschap van de natuur zelf

Het debat met Einstein:

Dit leidde tot een van de grootste intellectuele duels in de geschiedenis. Einstein kon het niet accepteren - "God dobbelt niet!" zei hij. Bohr antwoordde: "Einstein, zeg God niet voor wat Hij moet doen!"

Hun gedachte-experimenten tijdens conferenties in de jaren '20 en '30 (vooral de Solvay-conferenties) dwongen beiden tot hun scherpste denken. Einstein probeerde keer op keer aan te tonen dat quantummechanica incompleet was; Bohr weerlegde elk argument.

Waarom onvergetelijk?

1. **Hij maakte het atoom begrijpelijk** - zijn model was de brug tussen klassiek en quantum

2. **Hij creëerde een wetenschappelijke gemeenschap** - zijn instituut vormde generaties fysici

3. **Hij durfde filosofisch te denken** - over de betekenis van realiteit, waarneming en kennis

4. **Hij had invloed in oorlogstijd** - hij ontsnapte in 1943 uit bezet Denemarken en waarschuwde de geallieerden over Duitse atoomproeven

Bohr was ook beroemd om zijn onduidelijke manier van spreken - zijn zinnen waren zo complex en vol voorbehouden dat zelfs zijn medewerkers moeite hadden hem te volgen. Maar zijn diepgang was ongekend.

Werner Heisenberg (1901 - 1976)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Werner_Heisenberg

Een controversiële wetenschapper

Werner Heisenberg - briljant, controversieel, en de man die ons vertelde dat we nooit alles kunnen weten.

Wie was hij?

Werner Heisenberg werd in 1901 geboren in Würzburg, Duitsland. Zijn vader was hoogleraar Byzantijnse geschiedenis. Heisenberg was een wonderkind - op jonge leeftijd al een fenomenale wiskundige. Hij was ook een enthousiaste pianist en lid van de Duitse jeugdbeweging. Hij studeerde in München bij Sommerfeld en kwam al snel in contact met de kring rond Bohr.

De jonge rebel (1925):

Op 23-jarige leeftijd, tijdens een verblijf op het eiland Helgoland (waar hij naartoe was gevlucht vanwege hooikoorts!), maakte Heisenberg een radicale doorbraak. Hij bedacht de **matrixmechanica** - de eerste complete, wiskundige formulering van quantummechanica.

Zijn inzicht was revolutionair: *stop met proberen te visualiseren wat er in het atoom gebeurt*. We kunnen alleen observeerbare grootheden beschrijven - meetbare energieën, frequenties, intensiteiten. De rest is onkenbaar. Hij gebruikte matrices (wiskundige tabellen) in plaats van de vertrouwde differentiaalvergelijkingen.

Het was abstract, moeilijk, en veel natuurkundigen (inclusief Schrödinger aanvankelijk) haatte het. Maar het werkte perfect.

Het Onzekerheidsprincipe (1927):

Dit is Heisenbergs beroemdste bijdrage - en misschien wel de meest misverstane. In februari 1927, tijdens een nachtelijke wandeling door het Fælledpark in Kopenhagen, realiseerde hij zich iets fundamenteels:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$$

Je kunt nooit tegelijkertijd de positie (x) en het momentum (p) van een deeltje exact kennen. Hoe nauwkeuriger je de ene meet, hoe onzekerder de andere wordt. En dit is geen kwestie van onhandige meetinstrumenten - het is een fundamentele eigenschap van de natuur.

Dit betekent ook:

- $\Delta e \cdot \Delta t \geq \hbar/2$ - energie en tijd zijn ook onzeker gerelateerd
- Een deeltje heeft geen exacte positie én snelheid tegelijkertijd
- De toekomst is fundamenteel onvoorspelbaar op quantumniveau

Waarom zo diepgaand?

Dit principe vernietigt het deterministische wereldbeeld van Laplace en Newton. Het universum is niet een klokwerk waar alles vooraf bepaald is. Er is fundamentele, ineradicabele onzekerheid in de natuur. Einstein kon dit niet accepteren - vandaar zijn "God dobbelt niet."

**De Nobelprijs (1932):

Op 31-jarige leeftijd ontving Heisenberg de Nobelprijs voor natuurkunde - voor de schepping van quantummechanica. Hij was een van de jongste ooit.

Het donkere hoofdstuk:

En nu komt het controversiële: Heisenberg bleef in Nazi-Duitsland tijdens de Tweede Wereldoorlog. Hij leidde het Duitse atoomprogramma. Waarom? De motivaties blijven onduidelijk:

- Wilde hij Duitsland dienen?
- Wilde hij juist voorkomen dat Hitler de atombom kreeg door het programma te saboteren?
- Was hij naïef over het regime?

Zijn ontmoeting in 1941 met zijn oude mentor Bohr in bezet Kopenhagen is legendarisch en raadselachtig - niemand weet precies wat er besproken werd. Hun vriendschap brak. Dit werd later het onderwerp van Michael Frayn's toneelstuk "Copenhagen".

Na de oorlog beweerde Heisenberg dat hij opzettelijk had verzaagd. Anderen zijn daar zeer sceptisch over. Het blijft een van de meest pijnlijke vragen in de wetenschapsgeschiedenis.

Zijn nalatenschap:

Ondanks de morele vragen blijft zijn wetenschappelijke bijdrage gigantisch:

1. **Matrixmechanica** - de eerste volledige quantumtheorie
2. **Het onzekerheidsprincipe** - fundamenteel voor ons begrip van de werkelijkheid
3. **Quantumveldentheorie** - hij droeg bij aan de ontwikkeling van moderne deeltjesfysica

Heisenberg stierf in 1976. Hij blijft een paradox - een briljante geest met een gecompliceerde morele erfenis.

James Watson (1928-2024)

https://nl.wikipedia.org/wiki/James_Watson

De dubbele Helix

Wie was hij?

James Watson was een Amerikaans moleculair bioloog die onsterfelijk werd door zijn cruciale rol in de ontdekking van de dubbele helixstructuur van DNA in 1953 - een van de belangrijkste wetenschappelijke doorbraken van de 20e eeuw.

Watson was een wonderkind dat al op 15-jarige leeftijd begon te studeren aan de Universiteit van Chicago. Hij promoveerde in 1950 aan de universiteit van Indiana op het gebied van virussen. Daarna ging hij naar Cambridge, waar hij in 1951 Francis Crick ontmoette in het Cavendish Laboratory. Ondanks hun leeftijdsverschil (Watson was toen 23, Crick 35) vormden ze een buitengewoon productief duo.

Wat maakte hem onsterfelijk:

De ontdekking van de DNA-structuur in 1953 was revolutionair omdat het eindelijk verklaarde hoe genetische informatie werd opgeslagen en doorgegeven. Hun model toonde aan dat DNA bestaat uit twee strengen die om elkaar heen draaien in een dubbele helix, met de basen (adenine, thymine, guanine, cytosine) als sporten van een ladder. Cruciaal was het inzicht dat adenine altijd paart met thymine, en guanine met cytosine - wat het mechanisme voor DNA-replicatie direct duidelijk maakte.

Voor deze ontdekking ontvingen Watson, Crick en Maurice Wilkins in 1962 de Nobelprijs voor Fysiologie of Geneeskunde. Watson schreef later het beroemde boek "The Double Helix" (1968), een persoonlijke en controversiële beschrijving van de ontdekking.

Francis Crick (1916-2004)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Francis_Crick

De andere helft van de dubbele Helix

Wie was hij?

Francis Crick was een Brits moleculair bioloog, biofysicus en neurowetenschapper - een briljante theoreticus met een scherpe, kritische geest en een aanstekelijk enthousiasme voor wetenschap.

Crick had een ongebruikelijk carrièrepad. Hij studeerde natuurkunde in Londen, maar zijn promotieonderzoek werd onderbroken door de Tweede Wereldoorlog, waarin hij werkte aan het ontwikkelen van magnetische en akoestische mijnen voor de Britse marine. Na de oorlog raakte hij gefascineerd door biologie - specifiek door de vraag wat leven op moleculair niveau definieert. Hij was al 35 jaar toen hij in 1951 als promovendus aan het Cavendish Laboratory in Cambridge werkte, waar hij Watson ontmoette.

Wat maakte hem onsterfelijk:

Naast de DNA-structuur (1953) leverde Crick nog meerdere fundamentele bijdragen:

1. **Het Centrale Dogma** (1958) - Hij formuleerde hoe informatie stroomt in biologische systemen: van DNA naar RNA naar eiwit. Dit werd een fundamenteel principe van de moleculaire biologie.
2. **De genetische code** - Crick deed baanbrekend werk aan het ontcijferen hoe de volgorde van DNA-basen wordt vertaald naar aminozuren in eiwitten. Hij toonde aan dat de code uit triplets bestaat (drie basen coderen voor één aminozuur).

3. **Het “wobble”-principe** - Hij verklaarde waarom meerdere codons voor hetzelfde aminozuur kunnen coderen.

Crick werd gekenmerkt door zijn intellectuele scherpte, zijn vermogen om dwars door problemen heen te denken, en zijn bereidheid om gevestigde ideeën uit te dagen. Hij was de theoretische denker waar Watson, meer experimenteel en intuïtief, perfect bij aansloot.

Later in zijn carrière wendde Crick zich tot de neurowetenschappen en deed pionierswerk over het bewustzijn - hij bleef dus tot het einde vernieuwend.

Rosalind Franklin

https://nl.wikipedia.org/wiki/Rosalind_Franklin

Vergeten werk

Wie was zij?

Rosalind Franklin (1920-1958) was een Britse chemicus en kristallograaf van uitzonderlijk talent - en haar verhaal is tegelijk inspirerend en tragisch.

Franklin studeerde scheikunde in Cambridge en specialiseerde zich in röntgenkristallografie, een techniek waarbij je kristallen beschiet met röntgenstralen om hun moleculaire structuur te achterhalen. Ze werd een meester in deze techniek tijdens haar werk in Parijs. In 1951 kwam ze naar King's College London om DNA te bestuderen.

Haar cruciale bijdrage:

Franklin maakte **Foto 51** - de beroemde röntgendiffractie afbeelding van DNA die ze in mei 1952 maakte. Deze foto toonde zo duidelijk de helixstructuur van DNA dat Watson later zei dat zijn hart sneller ging kloppen toen hij haar zag. Het was het cruciale bewijs dat Watson en Crick nodig hadden voor hun model.

De controversiële kant:

Hier wordt het pijnlijk. Maurice Wilkins, Franklins collega bij King's College, liet deze foto in januari 1953 aan Watson zien - **zonder Franklins toestemming of medeweten**. Ook kreeg Max Perutz (bekend door zijn studie naar de structuur van Hemoglobine), een vriend van Crick, toegang tot een gedetailleerd rapport van Franklin en gaf dit door aan Crick.

Watson en Crick gebruikten Franklins data om hun model te voltooien en publiceerden hun beroemde artikel in Nature in april 1953. Franklins eigen artikel verscheen in hetzelfde nummer, maar werd gepresenteerd als “ondersteunend bewijs” in plaats van als de fundamentele basis die het eigenlijk was.

Waarom onvergetelijk:

Franklin overleed in 1958 aan eierstokkanker, slechts 37 jaar oud - mogelijk veroorzaakt door de blootstelling aan röntgenstraling tijdens haar werk. Ze kreeg nooit de erkenning die ze verdiende tijdens haar leven. De Nobelprijs in 1962 ging naar Watson, Crick en Wilkins - Franklin kon niet worden opgenomen omdat de prijs niet postuum wordt uitgereikt.

Bovendien werd haar rol in Watsons boek "The Double Helix" (1968) op een oneerlijke, soms zelfs denigrerende manier beschreven. Hij schilderde haar af als moeilijk en oncoöperatief - terwijl zij gewoon een zorgvuldige wetenschapper was die haar data wilde verifiëren voordat ze conclusies trok.

Pas decennia later begon de wetenschappelijke wereld te erkennen dat Franklin een gelijkwaardige ontdekker had moeten zijn. Haar nauwkeurige, systematische werk was essentieel - zonder Foto 51 hadden Watson en Crick hun doorbraak waarschijnlijk niet kunnen maken, of in elk geval niet zo snel.

Het is een verhaal over wetenschappelijk genie, maar ook over hoe vrouwen in de wetenschap werden behandeld in die tijd, en over hoe geschiedenis soms op een oneerlijke manier wordt geschreven.

Alan Turing (1912-1954)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing

De tragische held der wetenschap

Wie was hij?

Alan Turing - inderdaad een tragische held, misschien wel een van de meest hartverscheurende verhalen in de wetenschapsgeschiedenis.

Turing was een Brits wiskundige, logicus en een van de grondleggers van de moderne informatica. Hij studeerde in Cambridge en bleek al jong een buitengewoon originele denker te zijn.

Wat maakte hem onsterfelijk:

1. De Turing Machine (1936)

Als 24-jarige publiceerde Turing een revolutionair artikel waarin hij het concept van een "universele rekenmachine" introduceerde - een theoretisch apparaat dat elk denkbaar rekenprobleem kon oplossen als het maar in een algoritme kon worden uitgedrukt. Dit abstracte concept werd de basis van alle moderne computers. Hij definieerde hiermee wat "berekenbaar" betekent en legde de fundamenten voor de computerwetenschap.

2. Bletchley Park en de Tweede Wereldoorlog

Tijdens WOII leidde Turing het team dat de Duitse Enigma-code kraakte in Bletchley Park. Hij ontwikkelde de "Bombe" - een elektromechanisch apparaat dat de Enigma-encryptie kon doorbreken. Historici schatten dat dit werk de oorlog met 2-4 jaar verkortte en miljoenen levens redde. Dit was strikt geheim werk - niemand wist wat hij gedaan had.

3. Kunstmatige intelligentie

Na de oorlog vroeg Turing zich af: "Kunnen machines denken?" Hij ontwikkelde de **Turing Test** (1950) - een test waarbij een menselijke beoordelaar probeert te bepalen of ze met een mens of een machine communiceert. Als de machine niet te onderscheiden is, zou je kunnen zeggen dat deze "denkt". Dit legde de basis voor het hele veld van kunstmatige intelligentie.

4. Morfogenese

Tegen het einde van zijn leven werkte Turing aan wiskundige biologie en verklaarde hoe patronen in de natuur (zoals strepen op zebra's of vlekken op luipaarden) ontstaan uit chemische reacties - baanbrekend werk dat pas decennia later volledig werd gewaardeerd.

De tragedie:

In 1952 werd Turing gearresteerd wegens "grove onfatsoenlijkheid" - hij was homoseksueel, wat toen strafbaar was in Groot-Brittannië. De man die zijn land gered had, werd veroordeeld. Hij kreeg de keuze tussen gevangenisstraf of chemische castratie (hormoonbehandeling). Hij koos voor het laatste om zijn werk te kunnen voortzetten.

De behandeling had verwoestende fysieke en psychologische gevolgen. In 1954, op 41-jarige leeftijd, werd Turing dood gevonden met een appel naast zijn bed die met cyanide was vergiftigd. De officiële conclusie was zelfmoord, hoewel zijn moeder altijd bleef geloven dat het een ongeluk was.

Herstel van eer:

Pas in 2009 bood de Britse premier Gordon Brown officieel excuses aan namens de regering. In 2013 kreeg Turing postuum gratie van koningin Elizabeth II. In 2017 werd de "Alan Turing Law" ingevoerd, die postuum gratie verleende aan alle mannen die veroordeeld waren voor homoseksualiteit onder oude wetten.

Vandaag staat Turing op het Britse bankbiljet van £50 (sinds 2021) en wordt hij erkend als een van de grootste genieën van de 20e eeuw - de vader van de computer en de AI, de man die de oorlog hielp winnen, maar wiens eigen land hem vernietigde.

Het is een verhaal dat toont hoe briljantie en vervolging, heroïsme en onrecht, grensverleggend genie en maatschappelijke bijziendheid samen kunnen komen in één tragisch mensenleven.

Edwin Hubble (1889-1953)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Edwin_Hubble

Het universum

Wie was hij?

Edwin Hubble was een Amerikaans astronoom die letterlijk ons begrip van het universum vergrootte - van één melkwegstelsel naar miljarden sterrenstelsels, van een statisch naar een uitdijend heelal.

Hubble had een interessant pad naar de astronomie. Hij studeerde eerst wiskunde en astronomie in Chicago, maar won toen een Rhodes-beurs naar Oxford waar hij rechten studeerde - zijn vaders wens. Hij werkte zelfs kort als advocaat en leraar. Maar na zijn vaders dood keerde hij terug naar zijn ware passie: de sterrenkunde. Hij promoveerde in 1917 en na dienst in de Eerste Wereldoorlog ging hij in 1919 werken bij het Mount Wilson Observatory in Californië, dat toen de grootste telescoop ter wereld had.

Wat maakte hem onsterfelijk:

1. Het universum is veel groter dan gedacht (1924-1925)

In de jaren 1920 was er een groot debat: waren de nevelvlekken die we aan de hemel zagen onderdeel van onze Melkweg, of waren het aparte "eilanduniversums" ver buiten onze Melkweg? De meeste astronomen dachten dat ons melkwegstelsel het hele universum was.

Hubble observeerde de Andromedanevel en identificeerde daarin **Cefeïde-variabelen** - sterren waarvan de helderheid periodiek varieert. Henrietta Leavitt had eerder ontdekt dat je aan de periode van deze variatie de werkelijke helderheid van zo'n ster kon afleiden. Door deze te vergelijken met hoe helder ze er vanaf de aarde uitzagen, kon Hubble de afstand berekenen.

De conclusie was shockerend: Andromeda lag op ongeveer 900.000 lichtjaar afstand (later gecorrigeerd naar 2,5 miljoen) - veel te ver om onderdeel van onze Melkweg te zijn. Het was een apart sterrenstelsel! Plotseling werd ons universum miljoenen keren groter. We leefden in slechts één van misschien wel ontelbare sterrenstelsels.

2. Het uitdijende universum - De Wet van Hubble (1929)

Hubble deed nog een revolutionaire ontdekking. Hij bestudeerde het licht van verre sterrenstelsels en zag dat hun licht verschoven was naar het rode deel van het spectrum - een **roodverschuiving**. Dit is een Doppler-effect: net zoals het geluid van een ambulance lager wordt als die van je weggrijdt, verschuift licht naar rood als de bron zich van je verwijderd.

Hubble ontdekte dat hoe verder een sterrenstelsel van ons verwijderd is, hoe sneller het van ons weg beweegt. Dit wordt de **Wet van Hubble** genoemd: ($v = H_0 \times d$ (waarbij v de snelheid is, d de afstand, en H_0 de Hubble-constante).)

Dit betekende iets revolutionairs: **het universum dijt uit**. Alle sterrenstelsels bewegen van elkaar vandaan. Als je dit terugrekent in de tijd, betekent het dat het universum ooit veel kleiner moet zijn geweest - dit werd later bewijs voor de oerknaltheorie.

Einstein had overigens in zijn relativiteitstheorie een uitdijend universum voorspeld, maar geloofde het zelf niet en voegde een "kosmologische constante" toe om het universum statisch te houden. Na Hubbles ontdekking noemde Einstein dit "de grootste blunder van mijn leven".

Erfenis:

De Hubble-ruimtetelescoop, gelanceerd in 1990, is naar hem vernoemd - een passend eerbetoon aan de man die ons leerde hoe groot en dynamisch het universum werkelijk is.

Tragisch genoeg overleed Hubble in 1953, net voordat de Nobelprijs voor Natuurkunde astronomische ontdekkingen ging erkennen (dat gebeurde pas vanaf 1974). Hij zou ongetwijfeld de prijs hebben gewonnen.

Hubble veranderde ons van inwoners van één melkwegstelsel in bewoners van een uitdijend universum met miljarden sterrenstelsels - een perspectief dat ons begrip van onze plek in de kosmos voorgoed transformeerde.

Steven Hawking (1942-2018)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Stephen_Hawking

De gevangen reus

Stephen Hawking - een van de meest iconische wetenschappers van onze tijd, wiens briljante geest gevangen zat in een lichaam dat hem steeds meer in de steek liet.

Wie was hij:

Hawking groeide op in Oxford en was als student in Cambridge geen bijzonder ijverige student - hij vond het allemaal te gemakkelijk. Maar in 1963, op 21-jarige leeftijd, kreeg hij een verpletterende diagnose: **ALS** (amyotrofische laterale sclerose), ook wel de ziekte van Lou Gehrig (een Amerikaanse honkbalspeler die ook aan deze ziekte leed) genoemd. Artsen gaven hem nog twee jaar te leven.

Die diagnose transformeerde hem. Hij stortte zich op zijn werk, trouwde met Jane Wilde, en begon aan zijn promotieonderzoek over kosmologie. Tegen alle verwachtingen in leefde hij nog 55 jaar - al verloor hij geleidelijk alle controle over zijn lichaam. Vanaf 1985 kon hij niet meer spreken en gebruikte hij zijn beroemde spraakcomputer.

Wat maakte hem onsterfelijk:

1. Zwarte gaten en Hawking-straling (1974)

Dit was zijn grootste wetenschappelijke doorbraak. Iedereen dacht dat zwarte gaten alleen maar materie en energie opsorpen - niets kon ontsnappen, zelfs licht niet. Maar Hawking combineerde quantummechanica met Einsteins algemene relativiteitstheorie en ontdekte iets verbazingwekkends:

Zwarte gaten zijn **niet** helemaal zwart! Door quantumeffecten bij de waarnemingshorizon zenden ze heel zwakke straling uit - nu **Hawking-straling** genoemd. Dit betekent dat zwarte gaten langzaam massa verliezen en uiteindelijk kunnen verdampen. Deze ontdekking verbond twee grote gebieden van de natuurkunde die voorheen gescheiden leken: quantummechanica en gravitatie.

2. De oorsprong van het universum

Samen met Roger Penrose bewees Hawking dat als Einsteins algemene relativiteitstheorie klopt, het universum moet zijn begonnen met een **singulariteit** - een punt van oneindige dichtheid. Dit was cruciaal bewijs voor de oerknaltheorie.

Later werkte hij aan het "no-boundary proposal" - het idee dat het universum geen begin heeft in de traditionele zin, maar dat tijd zelf ophoudt te bestaan als je ver genoeg teruggaat.

3. Het informatieprobleem van zwarte gaten

Hawking stelde een paradox voor: als een zwart gat verdampt door Hawking-straling, wat gebeurt er dan met alle informatie die erin gevallen is? De quantummechanica zegt dat informatie niet verloren kan gaan, maar een verdampend zwart gat lijkt dit principe te schenden. Deze **black hole information paradox** houdt theoretisch natuurkundigen nog steeds bezig.

4. "A Brief History of Time" (1988)

Dit populair-wetenschappelijke boek werd een wereldwijde bestseller (meer dan 10 miljoen exemplaren). Hawking probeerde de grootste vragen van het universum - de oerknal, zwarte gaten, de aard van de tijd - uit te leggen aan gewone mensen. De openingszin is legendarisch: "Someone told me that each equation I included in the book would halve the sales." Hij gebruikte er uiteindelijk maar één: $E=mc^2$.

Het symbolische belang:

Hawking werd meer dan een wetenschapper - hij werd een symbool. Een symbool van menselijke veerkracht, van de triomf van de geest over het lichaam, van nieuwsgierigheid en humor ondanks alles. Hij verscheen in The Simpsons, Star Trek, speelde zichzelf in verschillende series, en had een scherpe, droge humor. Toen iemand vroeg naar zijn IQ, antwoordde hij: "I have no idea. People who boast about their IQ are losers."

Hij bleef werken tot kort voor zijn dood. Op zijn 60ste verjaardag maakte hij een zweefvluchtvlucht in een "vomit comet" om gewichtloosheid te ervaren - hij had altijd naar de ruimte gewild. Op zijn 65ste nam hij een parabolische vlucht en zweefde vrij in de cabine, bevrijd van zijn rolstoel, al was het maar voor momenten.

De erfenis:

Hawking stierf op 14 maart 2018 - symbolisch genoeg Pi-dag, én de geboortedag van Einstein. Zijn as werd bijgezet in Westminster Abbey, tussen Isaac Newton en Charles Darwin.

Hij liet ons achter met fundamentele inzichten over zwarte gaten, de oorsprong van het universum en de aard van de tijd. Maar misschien nog belangrijker: hij toonde dat fysieke beperkingen het menselijke verlangen om de mysteries van het universum te begrijpen niet kunnen stoppen.

Zijn beroemde woorden vatten het mooi samen: "*However difficult life may seem, there is always something you can do and succeed at. It matters that you don't just give up.*"

En daarmee hebben we een mooie reis gemaakt van de oudheid tot de 21ste eeuw - van Archimedes tot Hawking, van de hefboom tot zwarte gaten. Allemaal reuzen op wier schouders wij vandaag staan.