

Eubulides

Eubulides, een Griekse filosoof uit de 4e eeuw v.Chr., bedacht een aantal ingenuïze paradoxen. Het weinige dat we over zijn leven weten, komt merendeels uit de geschriften van Diogenes Laërtius, waaruit duidelijk wordt dat hij een leerling van Euclides was, die zelf weer had gestudeerd bij Socrates.

Eubulides was een tijdgenoot van Aristoteles, maar week op filosofisch en persoonlijk vlak enorm af van zijn landgenoot. Sommige bronnen beweren zelfs dat Eubulides karaktermoord pleegde op Aristoteles door hem ervan te beschuldigen de Atheners voor de Macedoniërs te spioneren.

Diogenes Laërtius schrijft zeven paradoxen toe aan Eubulides: de man met de kap, de Elektra, de gesluierden, de hoorns, de leugenaar, de zandhoop en de kale man.

In de oudheid werden deze paradoxen vaak weggevuifd als triviaal en onbelangrijk. Zijn rival Aristoteles bespreekt ze kort en wijst ze resoluut van de hand. Cicero beschrijft ze als 'vergezocht' en 'onnissenbare sofismen' en

Seneca merkt sarcastisch op: 'Ze niet kennen doet geen kwaad; en ze beheersen doet geen goed.'

Maar Eubulides lachte het laatst. Zijn paradoxen hebben de tand des tijds doorstaan en worden nog steeds besproken door hedendaagse beoefenaars van de filosofie en logica. Met name de zandhoop, de kale man en de leugenaar worden als zeer belangrijk beschouwd.

Hier volgen de paradoxen die Diogenes Laërtius toeschreef aan Eubulides.

De man met de kap

Je zegt dat je je broer kent, maar als je broer een kap draagt, herken je hem niet. Dus weet je wel en niet dat het je broer is.

De Elektra

Elektra wordt gescheiden van haar broer Orestes opgevoed, maar ze weet dat haar broer Orestes is. Als hij als een vreemde aan haar wordt voorgesteld, weet ze dan wel of niet dat het haar broer Orestes is?

We kunnen niet ontkennend antwoorden, want Elektra weet dat Orestes haar broer is.



We kunnen ook niet bevestigend antwoorden, want Elektra weet niet dat de man die voor haar staat haar broer Orestes is.

De gesluierden

Deze paradox is een variatie op de man met de kap en de Elektra.

De hoorns

Stel dat iemand vraagt: 'Heb je je hoorns verloren?' Hoe antwoordt je dan? Als je nee antwoordt, heb je ze blijkbaar nog. Als je ja antwoordt, heb je ze ooit gehad. Anders geformuleerd: wat je niet hebt verloren, heb je nog. Maar je hebt je hoorns niet verloren, dus moet je ze nog steeds hebben.

De leugenaar

Als ik zeg: 'Wat ik nu zeg is een leugen,' vertel ik dan de waarheid? Dit is een van de lastigste en belangrijkste paradoxen ooit bedacht. Hij wordt besproken op pagina 60-61.

De zandhoop

Dit is ook een verduidelijgend gecompliceerde en heel belangrijke paradox, waarmee Eubulides aantoont dat één zandkorrel een hoop vormt. Dit wordt besproken op pagina 38-39.

De kale man

Deze beroemde paradox lijkt sterk op die van de zandhoop en wordt ook besproken op pagina 38-39.

EEN OPGAVE

Probeer de paradox van de man met de kap, de Elektra en de hoorns op te lossen.

De man met de kap en de Elektra zijn vergelijkbare paradoxen. Ze berusten op de ambigüiteit van het werkwoord 'zijn'. Weten dat iemand er 'is', kan verwijzen naar het bestaan van een persoon, maar ook naar de fysieke aanwezigheid van die persoon. De vraag veronderstelt dat je ooit hoorns hebt gehad, dus is een simpel 'ja' of 'nee' dan wel strikt: 'Heb je je hoorns verloren?' De vraag veronderstelt dat je ooit hoorns hebt gehad, dus is een simpel 'ja' of 'nee' dan wel gesteld als antwoord?

De man met de kap en de Elektra zijn

STNIH

Besmeurde kinderen

DE OPGAVE:

Een aantal kinderen vormt een onbeperkt grote kring. Ieder kind ziet duidelijk het gezicht van alle andere kinderen, maar ze zien geen van allen hun eigen gezicht. Een leraar vertelt dat minstens één van hen modder op zijn gezicht heeft en vraagt of ieder kind met een besmeurd gezicht naar voren wil stappen. Als niemand reageert, wordt de vraag herhaald. De paradox: als een n -aantal kinderen een moddergezicht heeft, stapt er geen kind naar voren tot aan het n -e verzoek, waarop alle n kinderen tegelijk naar voren stappen; maar als de leraar niet vertelt dat een van hen modder op zijn gezicht heeft en de vraag gewoon blijft herhalen, stapt er nooit een kind naar voren. Dus als de leraar vertelt wat ze zelf al kunnen zien maakt dat groot verschil. Waarom?

DE METHODE:

Om de paradox beter te begrijpen, is het handig om te weten dat de fictieve kinderen opmerkelijke geestelijke vermogens hebben. Ze kunnen het gezicht van ieder ander kind zien, ongeacht de omvang van de kring. In heel grote kringen zou hun gezichtsvermogen bovenmenselijk moeten zijn, maar dat is hier geen bezwaar. En de kinderen weten bovendien dat ieder ander kind alle gezichten kan zien, behalve dat van zichzelf. Voorts nemen we aan dat hun deductievermogen feilloos is, zelfs wanneer premissen buitensporig lang worden.

Stel dat de leraar alle kinderen heeft verteld dat één kind modder op zijn gezicht heeft. Dan weet het besmeurde kind meteen dat het zijn gezicht is, want het kan alle andere kinderen zien en geen ervan heeft een vuil gezicht; het gezicht met de modder moet dus het gezicht zijn dat hij niet kan zien: dat van zichzelf. Als het kind niet had geweten dat minstens één gezicht in de kring modderig was, zou het niet kunnen concluderen dat het om zijn eigen gezicht gaat en zou hij niet naar voren zijn gestapt. In dit belangrijke eerste geval, waarop alle andere berusten, maken



de woorden van de leraar een wereld van verschil.

Stel nu dat er maar twee kinderen modder op hun gezicht hebben. Ieder kind zal zelf al hebben gezien wat de leraar vertelt, want ze zullen twee besmeurde gezichten zien – behalve de twee kinderen op wier gezicht modder zit; maar zelfs zij kunnen zien dat minstens één kind modder op zijn gezicht heeft, dus stapt er bij de eerste vraag van de leraar geen kind naar voren. Wetende dat kinderen hun eigen gezicht niet kunnen zien, zal ieder kind concluderen dat er meer dan één besmeurd gezicht moet zijn. Voor de schone kinderen is dit evident, want zij zien al twee besmeurde gezichten. Maar voor de twee kinderen die er maar één zien, wordt het nu pas duidelijk dat er meer dan één besmeurd gezicht is. Want als er slechts één was geweest, zou hij bij de eerste vraag naar voren zijn gestapt. Omdat er eerder geen kind naar voren is gestapt, moet dat kind ook een besmeurd gezicht hebben gezien dat niet van zichzelf was. De twee kinderen met modder op het gezicht weten nu dat hun gezicht vuil is, want het enige besmeurde gezicht dat ze zien, behoort niet toe aan iemand anders in de kring. Beide kinderen trekken dezelfde conclusie en stappen naar voren.

Als de leraar niet van tevoren had verteld dat minstens een van de kinderen modder op zijn gezicht had, zou geen enkel kind ooit hebben kunnen afleiden dat het zijn gezicht was, ook al zien ze duidelijk wat de leraar heeft gezegd. Ze zien het, maar als de leraar het niet zegt, stapt er geen kind naar voren. Waarom?

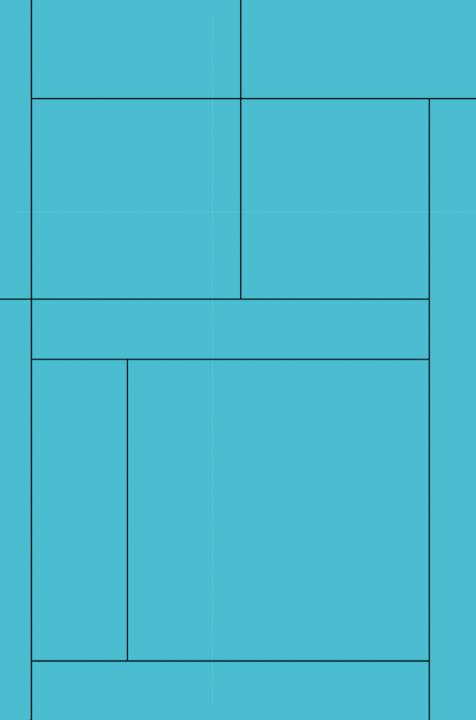
DE OPLOSSING:

Als de leraar het ze niet vertelt, stapt er na de eerste vraag niemand naar voren,

zelfs al heeft slechts één kind in de kring een besmeurd gezicht. Als er bij de tweede ronde twee besmeurde kinderen zijn, kunnen ze niet langer aannemen dat als er maar één met modder besmeurd kind was geweest, hij of zij inmiddels naar voren zou zijn gestapt. Zonder deze aanname is het voor de kinderen ook in alle latere rondes onmogelijk om te kunnen concluderen dat hun eigen gezicht onder de modder zit.

Zoals het scenario met twee besmeurde gezichten liet zien, is de conclusie van de twee kinderen dat hun gezicht besmeurd is afhankelijk van een deductie op grond van het feit dat er bij de eerste vraag geen kind naar voren is gestapt. Bij de tweede vraag is de hypothese dat er slechts één besmeurd gezicht is niet langer geldig. Al was die hypothese alleen houdbaar voor de twee besmeurde kinderen die maar één gezicht met modder zagen. Wat alle schone kinderen al wisten door alleen te kijken, beseffen de andere twee kinderen pas nadat er op de eerste vraag geen reactie kwam van een kind met modder op het gezicht. Als de tweede vraag komt, weet ieder kind dus dat er minstens twee modderige gezichten zijn.

De n kinderen met modder op het gezicht weten direct dat er hoogstens n gezichten met modder zijn, maar ze weten pas dat er minstens n kinderen wanneer de $n-1$ kinderen bij wie ze modder op het gezicht zien niet naar voren stappen bij de $n-1$ e vraag. Voor de schone kinderen geldt echter het tegenovergestelde: al vanaf het begin zien ze duidelijk n kinderen met modder op het gezicht, dus weten ze dat er minstens n moddergezichten zijn (en hoogstens $n+1$); maar ze weten pas dat er hoogstens n modderige kinderen zijn wanneer de n die ze zien na de n -ste vraag naar voren stappen.



Hoofdstuk 5

Kansparadoxen

De kans bestaat dat je ooit een statistische redeneerfout hebt gemaakt. We bespreken in dit hoofdstuk veel voorkomende denkfouten bij kansberekening, waarna we de inzet verhogen met een paar uitgesproken favorieten onder de kansparadoxen. We dobbelen, vragen wat er waarschijnlijk achter gesloten deuren wacht, en sluiten kosmische weddenschappen af. Allemaal in een alles-of-niets-poging om de paradoxen in kansberekening en de kansen in kansparadoxen boven tafel te krijgen.

Albert Einstein



De Duitse filosoof Schopenhauer schreef: 'Een talent raakt een doelwit dat niemand anders kan raken; een genie raakt een doelwit dat niemand anders kan zien.' Albert Einstein (1879-1959) was zo'n genie, die met zijn gewaagde en verbluffende ideeën een revolutie teweegbracht in de 20e-eeuwse wetenschap.

Einsteins interesse voor natuurkunde ontstond al op vier- of vijfjarige leeftijd toen zijn vader hem een magnetisch kompas toonde. Hij was erdoor gefascineerd en probeerde zich de mysterieuze kracht voor te stellen die de naald steeds naar het noorden liet wijzen. Dezelfde kinderlijke nieuwsgierigheid vormde de drijfveer achter zijn latere werk. Hij zag de wereld als een raadsel en verheugde zich op de uitdaging om alles te verklaren.

Ondanks zijn opmerkelijke talent was Einstein niet dol op school. Hij vond de vaste regels en het fantasieeloe onderwijs op zijn middelbare school in München verstikkend. Later studeerde hij aan de technische universiteit van Zürich in Zwitserland, maar de leermethoden aldaar bevielen hem niet veel beter.

Na te zijn afgestudeerd ging hij werken als technisch assistent op het octrooiebureau in Bern. Voor iemand met zijn talent was het werk niet erg veeleisend, zodat hij genoeg vrije tijd overhield om natuurkunde te studeren. In 1905 behaalde hij zijn doctorstitel aan de universiteit van Zürich.

In datzelfde jaar publiceerde Einstein drie wetenschappelijke artikelen. Elk artikel had een grote impact op de ontwikkeling van de natuurkunde: een wonderbaarlijke prestatie voor wie dan ook, maar amper voorstelbaar voor een amateur. Een van die artikelen beschreef zijn speciale relativiteitstheorie (zie pag. 124-125), die aanleiding gaf tot de beroemdste vergelijking uit de historie van de wetenschap: $E = mc^2$.

Einstein bleef nog vier jaar werkzaam op het octrooiebureau voordat hij een reeks academische functies bekleedde in Zürich, Praag en Berlijn. In 1915 presenteerde hij zijn algemene relativiteitstheorie, die de speciale theorie verder uitwerkte om rekening te houden met de zwaartekrachteffecten op ruimte en tijd (zie pag. 126-129).

De algemene relativiteitstheorie voorspelde onder meer dat lichtstralen in de buurt van de zon zouden afbuigen. Die voorspelling werd tijdens de volledige zonsverduistering in 1919 door astronomen bevestigd. Over heel de wereld verkondigden krantenkoppen de triomf van Einsteins theorie en hij werd op slag een internationale beroemdheid. In 1921 kreeg hij de Nobelprijs voor de Natuurkunde.

Toen Hitler aan de macht kwam, verliet Einstein Duitsland en aanvaardde hij een betrekking aan het Institute for Advanced Study in Princeton, New Jersey. In 1939 ondertekende hij een brief aan president Franklin D. Roosevelt om te waarschuwen voor het feit dat de Duitsers mogelijk van

plan waren om een atoombomb te ontwikkelen (een wapen dat gebruikmaakte van de wetenschappelijke principes die Einstein zelf eerder had ontdekt).

Deze brief was van invloed op het besluit van de Amerikaanse regering om zelf een atoombomb te ontwikkelen, hoewel Einstein daar verder niet bij betrokken was. Later veroordeelde hij het gebruik van de atoombomb tegen Japan en voerde hij campagne voor een verbod op atoomwapens.

Gedurende heel zijn loopbaan combineerde Einstein zijn passie voor natuurkunde met een sterk moreel besef en grote politieke betrokkenheid. Hij gebruikte zijn roem om zich uit te kunnen spreken tegen racisme en intolerantie en hij hield de McCarthyisme.

Ruimte, tijd en Einstein

Op pagina's 114-119 bespreken we tijdreisparadoxen. Het idee van een tijdreis is intrigerend. Velen van ons hebben gefantaseerd over een reis naar de toekomst om te zien welke technologische wonderen op ons wachten; of naar het verleden om echte dinosauriërs te zien of om naar de Bergrade te luisteren.

Ons gezond verstand zegt natuurlijk dat het allemaal fictie is. In werkelijkheid kun je de tijd niet veranderen of manipuleren. Tijd is een 'ewige stroom' die meedogenloos van het verleden naar de toekomst stroomt en alles en iedereen in hetzelfde onveranderlijke tempo meesleept. We kunnen niet terug naar het verleden want dat bestaat niet meer; we kunnen niet naar de toekomst, want die moet nog ontstaan.

Dit was de visie op tijd van Isaac Newton (1642-1727), wiens theorieën de natuurkundige wereld ruim 200 jaar beheersten. In Newtons universum is de tijd absoluut, onomkeerbaar en onveranderlijk. De tijd is voor iedereen overal hetzelfde.

Maar Newton had het mis. In 1905 publiceerde Albert Einstein zijn speciale relativiteitstheorie, die Newtons opvatting weergleed door aan te tonen dat tijd elastisch is. Tijd kan uitrekken en samenkrimpen.



Tien jaar later publiceerde Einstein de algemene relativiteitstheorie, die ons normale begrip van tijd verder onderuithaalde door te bewijzen dat tijd, soms heel sterk, gekromd kan worden door de aanwezigheid van massa of energie.

De speciale relativiteitstheorie toont dat reizen naar de toekomst wetenschappelijk gezien geen probleem hoeft te zijn; en de algemene relativiteitstheorie biedt de aanlokkelijke mogelijkheid van tijdreizen naar het verleden.