

Inhoud

Dankwoord	7
Inleiding	15

Quiz 1, Eerste ronde: De aarde en de maan

Vraag 1: Meetellende manen	19
Vraag 2: Space station blues	21
Vraag 3: Een kwestie van vallen	23
Vraag 4: Een aards zwart gat	25
Vraag 5: De man die door de aarde viel	27
Vraag 6: Maanvaluta	29
Vraag 7: De wereld opmeten	31
Vraag 8: Eieren in de ruimte	33

Quiz 1, Tweede ronde: Varia

Vraag 1: Spaghettiwetenschap	37
Vraag 2: Het goud voor natuurkunde winnen	39
Vraag 3: De Carringtonkwestie	41
Vraag 4: Een absolute temperatuur	43
Vraag 5: Het filmsnackmonster	45
Vraag 6: Een illustere -logie	47
Vraag 7: Een buitengewone olifant	49
Vraag 8: Tijd voor de Kerstman	51

Quiz 1, Derde ronde: Wiskunde

Vraag 1: Kies een antwoord, willekeurig welk	55
Vraag 2: De nachtmerrie van de voetballer	57
Vraag 3: Een gemiddelde vraag	59

Vraag 4: Een willekeurig percentage	61
Vraag 5: De roem van Robert Recorde	63
Vraag 6: Irrationele diagonaal	65
Vraag 7: Zevenmijlswetenschap	67
Vraag 8: Te kust en te keur	69

Quiz 1, Vierde ronde: Biologie

Vraag 1: Ik zie, ik zie wat jij niet ziet	73
Vraag 2: Opgesloten in een cel	75
Vraag 3: Een bloedrode poseur	77
Vraag 4: Hoogvliegers	79
Vraag 5: Een stekelig probleem	81
Vraag 6: Luizige afkomst	83
Vraag 7: Een bloederige vraag	85
Vraag 8: Spinachtige spanning	87

Quiz 1, Vijfde ronde: Technologie

Vraag 1: De koning van de opwinding	91
Vraag 2: Bewuste berekening	93
Vraag 3: Er gaat een lichtje branden	95
Vraag 4: De 'Big Blue' blues	97
Vraag 5: Atomaire onderneming	99
Vraag 6: Sprankelende ideeën	101
Vraag 7: Patente waanzin	103
Vraag 8: Matrix mechanica	105

Quiz 1, Zesde ronde: Scheikunde

Vraag 1: Moleculaire manipulatie	109
Vraag 2: Vol gas	111
Vraag 3: Bindingsrituelen	113

Vraag 4: Een lepel met suiker ...	115
Vraag 5: Water, water overal	117
Vraag 6: Pillen slikken	119
Vraag 7: Ze verkoopt zeezout aan de kust	121
Vraag 8: De E van blauwe bes	123
<i>Quiz 1, Eerste bonusronde: Beroemde wetenschappers</i>	125
<i>Quiz 1, Tweede bonusronde: Cryptische wetenschap</i>	131

Quiz 2, Eerste ronde: natuurkunde

Vraag 1: Isaacs appels	137
Vraag 2: De tijd vliegt	139
Vraag 3: Ergens in de regenboog	141
Vraag 4: De elektronische professor	143
Vraag 5: Straal me op	145
Vraag 6: Ballistisch ballet	147
Vraag 7: De kracht van maanlicht	149
Vraag 8: Gamows grap	151

Quiz 2, Tweede ronde: Biologie

Vraag 1: Smakelijk hapje	155
Vraag 2: Onze muizige neefjes	157
Vraag 3: Kan een grondleeuw zijn vlekken veranderen?	159
Vraag 4: Zinnige zintuigen	161
Vraag 5: Dagelijks verval	163
Vraag 6: Scherpe stimulansen voor de smaakpapillen	165
Vraag 7: Gemengde Dolly	167
Vraag 8: De muizenkwelgeest	169

Quiz 2, Derde ronde: Varia

Vraag 1: Verdwijnde treinen	173
Vraag 2: Dat wonderbare licht	175
Vraag 3: Alfanumeriek enigma	177
Vraag 4: Bovril buitenkans	179
Vraag 5: Het wonder van Wardencllyffe	181
Vraag 6: Onuitspreekbaar	183
Vraag 7: Hachelijke hydratatie	185
Vraag 8: Broeikasbewoners	187

Quiz 2, Vierde ronde: Geschiedenis

Vraag 1: De geboorte van Bacon	191
Vraag 2: Alberts alma mater	193
Vraag 3: In nevelen gehuld	195
Vraag 4: Het stokje doorgeven	197
Vraag 5: Stiekeme schotels	199
Vraag 6: Hemelsblauw	201
Vraag 7: Het straalwapen herdacht	203
Vraag 8: Vind het verband	205

Quiz 2, Vijfde ronde: De ruimte

Vraag 1: Licht reizen	209
Vraag 2: Sterretjes zien	211
Vraag 3: Universele kennis	213
Vraag 4: Ill-met by moonlight	215
Vraag 5: Het zonnestelsel afwegen	217
Vraag 6: Vlot volk	219
Vraag 7: Venusiaanse waarden	221
Vraag 8: Een sensationele singulariteit	223

Quiz 2, Zesde ronde: Technologie

Vraag 1: Laad de wapens	227
Vraag 2: Toverwoorden	229
Vraag 3: Vang de bot	231
Vraag 4: Strandwachten in de schijnwerpers	233
Vraag 5: Computercompositie	235
Vraag 6: Focus op de lens	237
Vraag 7: Digitale dromen	239
Vraag 8: De K van kilo, keuken en klystron	241
<i>Quiz 2, Eerste bonusronde: Het periodiek systeem</i>	243
<i>Quiz 2, Tweede bonusronde: Nasa</i>	247
Verder lezen	253
Fotoverantwoording	255
Over de auteur	256

Inleiding

Waarom is de lucht blauw? is opgebouwd als een traditionele quiz. Het boek bevat twee quizen, die beide bestaan uit zes rondes van acht vragen, die gevolgd worden door twee 'bonusrondes' met themavragen waarmee tot tien punten verdiend kunnen worden.

Soms is jezelf testen de beste manier om plezier te beleven aan een quiz, dus dit boek is zo opgezet dat je het ook voor jezelf kunt lezen. Bij ieder antwoord staat een stukje achtergrondinformatie; de tekst is meer dan een plek om het juiste antwoord te vinden. Maar als je dit boek gebruikt om een pubquiz af te nemen, kun je dit deel natuurlijk buiten beschouwing laten.

Als je dit boek voor een quiz gaat gebruiken, neem dan de vragen van de twee bonusrondes over en maak genoeg kopieën, zodat ieder team zijn eigen vragenlijst heeft. Je zou een van deze lijsten kunnen gebruiken voor de 'tafelrondes', waarbij lijsten op de tafels worden gelegd zodat teams de vragen tussen de andere rondes door kunnen beantwoorden.

Een populaire uitbreiding van de quizregels is dat ieder team een joker krijgt. Teams kunnen een ronde kiezen waarin ze deze inzetten (voor ze de vragen gezien hebben), en daarmee de behaalde punten van die ronde verdubbelen.

De feitjes en weetjes die aan iedere vraag zijn toegevoegd, zijn voornamelijk voor het plezier van de lezer. Maar als het publiek ervoor in de stemming is, kan het leuk zijn om ze tijdens de quiz voor te lezen. Ook staat bij iedere vraag een 'verder lezen'-verwijzing naar de boekenlijst achterin het boek, voor het geval je nieuwsgierig bent geworden naar het onderwerp. Hiermee kun je je echt in een onderwerp verdiepen.

Hoe je dit boek ook gebruikt – veel plezier ermee!

QUIZ 1

**Eerste ronde:
De aarde en de maan**

Vraag 1

Meetellende manen

Hoeveel manen heeft de aarde?

Antwoord op de volgende pagina →

Terwijl je hierover nadenkt ...

Jupiter heeft minstens 67 manen.



De grootste maan in ons zonnestelsel is Ganymedes, een maan van Jupiter, met een straal van ongeveer 2.600 kilometer. De aarde is bijna drie keer zo groot als deze maan.



Er zijn aanwijzingen gevonden dat ook planeten in andere zonnestelsels manen hebben.

De aarde heeft één maan

Dit lijkt een voor de hand liggend antwoord op een belachelijk makkelijke vraag, maar kijkers van de televisieshow *Q!i* is verteld dat het niet klopt. Sinds de eerste aflevering van de show heeft het antwoord gevarieerd van 0 tot 18.000, maar in werkelijkheid is het meest voor de hand liggende antwoord, één, het beste.

Het argument voor het hoge getal is dat het zwaartekrachtsveld van de aarde heel veel kleine rotsbrokjes vangt die een paar dagen om de aarde draaien als natuurlijke satellieten, wat ze tot manen maakt. ‘Nul manen’ impliceert dat onze maan een planeet is in plaats van een echte maan omdat hij ongewoon groot is ten opzichte van de aarde. Dit is echter een willekeurige grens die niet geaccepteerd wordt door de astronomische gemeenschap (‘de maan’ is een gewone maan). De definitie van ‘maan’ staat minder vast dan de definitie van ‘planeet’, maar als je het woord ‘maan’ gebruikt, bedoel je daar wel degelijk bepaalde dingen mee. Namelijk dat het lichaam in kwestie:

- langdurig aanwezig is – ik stel voor dat het minstens 1.000 jaar in omloop moet blijven;
- een zeker formaat heeft – zeg, minstens 5 kilometer in doorsnede.

Hiermee zouden de tamelijk omstreden begeleiders van Mars, Phobos en Deimos, die een doorsnede van respectievelijk ongeveer 20 en 10 kilometer hebben – hun status als maan behouden.

Het is duidelijk dat deze regels geïmpliceerd zijn wanneer we het over manen hebben. Als de tijdsregel niet bestond, dan zou iedere meteoriet die een paar seconden door onze dampkring scheert een maan zijn, terwijl we zonder de afmetingsregel ieder minuscuul stukje puin in de ringen van Saturnus als maan zouden moeten beschouwen. Het zijn tenslotte allemaal natuurlijke satellieten.

Verder lezen: *Near-Earth Objects*

Vraag 2

Space station blues

We kennen allemaal de beelden van astronauten die min of meer gewichtloos rondzweven in het Internationale Ruimtestation (ISS). Welk percentage van de normale aardse zwaartekracht heerst er ter hoogte van het ISS?

Antwoord op de volgende pagina →

Terwijl je hierover nadenkt ...

De eerste module van het Internationale Ruimtestation is in 1998 gelanceerd.



De omloopbaan van het ISS varieert tussen de 330 en 435 kilometer boven de aarde. Neem voor deze vraag aan dat de afstand tot de aarde 350 kilometer is.



Een sectie van het ISS waar astronauten vaak gefotografeerd worden is de Cupola, een observatorium dat lijkt op iets wat uit de Millennium Falcon uit *Star Wars* zou kunnen komen.

De zwaartekracht in het ISS is ongeveer 90 procent van de normale aardse zwaartekracht

Geef jezelf een punt voor alle antwoorden tussen 88 en 92 procent.

Newton geeft ons de volgende formule voor de aantrekkingskracht (F) tussen twee lichamen: $F = G m_1 m_2 / r^2$. We kunnen deze formule gebruiken om het verschil tussen de zwaartekracht op het aardoppervlak en in het ISS te berekenen. Gelukkig heffen bijna alle waarden elkaar op. G (gravitatieconstante) is identiek, net als m_1 (de massa van de aarde) en m_2 (de massa van een persoon). Dus de verhouding tussen de zwaartekrachten $\text{Kracht}_{\text{ISS}} / \text{Kracht}_{\text{Aarde}}$ is niets anders dan $r_{\text{Aarde}} / r_{\text{ISS}}$, waarbij r_{Aarde} de afstand van het middelpunt van de aarde tot het aardoppervlak is en r_{ISS} de afstand van het middelpunt van de aarde tot het ISS.

We nemen aan dat ISS zich 350 kilometer boven het aardoppervlak bevindt. De straal van de aarde is ongeveer 6.370 kilometer. Daaruit volgt dat r_{ISS} gelijk is aan $r_{\text{Aarde}} + 350$, ofwel 6.720 kilometer. Dat is geen groot verschil. De verhouding tussen de krachten is $(6.370 \times 6.370) / (6.720 \times 6.720)$, wat uitkomt op ongeveer 0,9. Om precies te zijn, de zwaartekracht op 350 kilometer boven de aarde is 89,85 procent van de zwaartekracht op het aardoppervlak.

Maar waarom zweven de astronauten dan min of meer gewichtsloos rond? Dat komt doordat het ISS zich onder invloed van de zwaartekracht in vrije val bevindt, wat betekent dat de zwaartekrachtwerking opgeheven wordt. Het lijkt iets uit een krantenkop – het Ruimtestation stort neer op aarde – maar dat is maar een deel van het verhaal. Het ISS beweegt zich ook zijdelings voort. Dus het blijft de aarde missen.

Dat is wat een omloopbaan is. Onder invloed van de zwaartekracht valt het object naar de aarde. Maar tegelijkertijd beweegt het in zijwaartse richting, met net genoeg snelheid om de aarde te blijven missen en dezelfde hoogte te handhaven. Als gevolg daarvan bestaat er voor iedere omloopbaan een bepaalde snelheid waarop een satelliet zich moet voortbewegen om stabiel te blijven.

Verder lezen: *Gravity*

Vraag 3

Een kwestie van vallen

Wie liet er op de maan een hamer en een veer vallen om te demonstreren dat deze in een vacuüm met dezelfde snelheid vallen? (Voor een bonuspunt, welke missie was dit?)

Antwoord op de volgende pagina →

Terwijl je hierover nadenkt ...

Het is erg onwaarschijnlijk dat Galileo ballen van verschillend gewicht van de Toren van Pisa liet vallen om te demonstreren dat ze met dezelfde snelheid naar beneden vallen. Het verhaal is afkomstig van zijn assistent, die het kort voor Galileo's dood vertelde. Galileo was een grote zelfpromotor en als het verhaal waar was geweest, zou hij het zeker vermeld hebben.



Wat Galileo wel deed, was de valsnelheid waarmee klokgewichten en ballen van verschillend gewicht langs een hellend vlak naar beneden rolden vergelijken. De tijd correct opmeten is daarbij veel gemakkelijker dan bij de Toren van Pisa.



De oude Grieken geloofden dat zwaardere voorwerpen sneller vielen omdat ze meer materie bevatten, en materie zich van nature in het middelpunt van het heelal wilde bevinden. Een zwaar voorwerp met meer materie zou dus meer haast hebben om zijn favoriete plaats te bereiken.

David R. Scott liet op de maan een hamer en een veer vallen

Ik vergeef het je als je de tweede voorletter niet kende. Geef jezelf een bonuspunt als je wist dat de missie Apollo 15 was. Scott demonstreerde op een treffende manier dat een veer op aarde alleen maar langzamer valt vanwege de luchtweerstand (je kunt hem hier in actie zien: <http://youtu.be/KDpitiUsZw8>).

De oude Grieken waren heel goed in staat om dit uit te proberen (ballen van vergelijkbaar formaat maar verschillend gewicht laten vallen, niet de hamer en de veer op de maan), maar dat paste niet in hun benadering van de wetenschap, die draaide om logische argumenten in plaats van om observatie en experimenten.

Hoewel Galileo meer dan genoeg experimenten uitvoerde, die over het algemeen bevestigden dat verschillende gewichten met dezelfde snelheid vallen, formuleerde hij ook een logisch argument dat acceptabel zou zijn geweest voor de Grieken. Als zij eraan gedacht zouden hebben, hadden inzichten in de zwaartekracht zich veel eerder kunnen ontwikkelen.

Galileo stelde zich voor dat je twee ballen had met een verschillend gewicht, en dat de zwaardere bal *wel* sneller zou vallen dan de lichtere. In dat geval zou je verwachten dat een bal die even zwaar was als de andere twee samen nog sneller zou vallen. Maar stel nu dat we die derde bal uit twee verschillende delen laten bestaan, waarbij ieder deel even zwaar is als een van de twee originele gewichten, en de twee verbonden zijn door een koord. De zwaardere van de twee zou in dat geval iets langzamer moeten vallen dan normaal, omdat het lichtere gewicht zijn val zou vertragen. Om dezelfde reden zou het lichtere gewicht wat sneller moeten vallen dan het normaal gesproken zou doen. De twee met elkaar verbonden gewichten zouden dan met een tussenliggende snelheid moeten vallen. Maar dat betekent dat een en hetzelfde gewicht twee totaal verschillende valsnelheden zou hebben, afhankelijk van of het gesplitst is of niet, wat aantoonde dat de oud-Griekse opvatting niet klopt.

Verder lezen: *Gravity*