

John Lloyd en John Mitchinson

HET GROTE BOEK VAN NUTTELOZE KENNIS



Wie maakte de eerste vlucht in een vliegtuig?

We weten niet hoe hij heette, maar hij was er vijftig jaar eerder mee dan de gebroeders Wright.

Hij werkte voor Sir George Cayley (1773–1857), een aristocratische man uit Yorkshire en pionier op het gebied van de aeronautiek, die de eerste echt wetenschappelijke studie deed naar hoe vogels vliegen. Cayley beschreef op de juiste manier wat de principes zijn van ‘lift, drag en thrust’ die het vliegen bepalen en vervolgens bouwde hij een serie prototypes van vliegmachines. Zijn eerste pogingen met op en neer bewegende vleugels (aangedreven door stoom en buskruitmotoren) mislukten, daarom verlegde hij zijn aandacht naar zweefvliegtuigen.

In 1804 demonstreerde hij ’s werelds eerste zweefvliegtuigmodel en vijf jaar later testte hij er een op ware grootte – zij het zonder piloot. Meer dan drie decennia gingen voorbij voordat hij eindelijk voldoende vertrouwen had in zijn ‘bestuurbare parachute’ met een menselijke passagier. In 1853, in Brompton, vlak bij Scarborough, overtuigde de onverschrokken baronet zijn onwillige koetsier het apparaat over de vallei te sturen. Deze anonieme werknemer was de eerste mens ooit die in een machine vloog die zwaarder was dan lucht.

De koetsier, zo wil het verhaal, was niet onder de indruk. Direct nadat hij geland was nam hij zijn ontslag, met de woorden: ‘Ik ben ingehuurd om te rijden, niet om te vliegen.’ Een moderne replica van Cayleys zweefvliegtuig, dat nu tentoongesteld staat in het Vliegtuigmuseum van Yorkshire, vloog in 1974 nogmaals over het dal van Brompton.

Maar vleugels waren niet het enige wat Sir George naliet. Met zijn werk aan het landingsgestel van het zweefvliegtuig heeft hij letterlijk het wiel opnieuw uitgevonden. Hij had iets nodig wat licht was, maar ook sterk, om de impact van het landen van het vliegtuig te absorberen en bedacht dat hij wielen kon gebruiken die door spaken op spanning werden gehouden in plaats van dat ze uit hout gesneden waren. Later bleken ze belangrijk voor de ontwikkeling van de fiets en de auto en ze worden vandaag de dag nog steeds op velerlei gebied toegepast.

En dat was nog niet alles. Cayley was een opmerkelijk productief uitvinder; hij ontwikkelde zelfrichtende reddingsboten, rupsbanden voor bulldozers, automatische signaleringen voor spoorweginnovaties en veiligheidsriemen. Nog opmerkelijker was dat hij al deze uitvindingen ter beschikking stelde aan het publiek, zonder er een financiële vergoeding voor te verwachten.

De gebroeders Wright maakten hun beroemde vlucht een halve eeuw later, in 1903. Zij waren geïnspireerd door Cayley en een andere miskende held van de luchtvaart, Otto Lilienthal (1848–1896), een Pruis die bekendstond als ‘de koning van de zweefvliegtuigen’. Hij was de eerste mens die geregeld vloog: in het decennium voor de gebroeders Wright maakte hij ruim 2000 vluchten voordat hij in 1896 neerstortte en overleed. Zijn nederige en aangrijpende laatste woorden waren: ‘Er moeten kleine offers gebracht worden.’

Hoeveel poten heeft een octopus?

Twee.

Octopussen hebben acht ledematen aan hun lijf, maar na recent onderzoek naar hoe ze die gebruiken is opnieuw gedefinieerd hoe die genoemd moeten worden. Octopussen (het woord octopus is afgeleid van het Grieks voor ‘achtpoot’) zijn *Cephalopoda* (Grieks voor ‘koppotigen’). Ze gebruiken hun achterste twee tentakels om zichzelf voort te stuwten over de zeebodem, terwijl de andere zes gebruikt worden om te eten. Daarom hebben marinebiologen het nu meestal over dieren met twee poten en zes armen.

De tentakels van een octopus zijn wonderbaarlijke organen. Ze kunnen verstijven, waarmee ze een tijdelijk ellebooggewricht creëren, of opgevouwen worden zodat hun eigenaar lijkt op een kokosnoot die over de zeebodem rolt. Ze bevatten ook twee derde van de hersenen van de octopus – zo’n 50 miljoen neuronen – het overgebleven derde deel heeft de vorm van een donut en zit in zijn kop, ofwel mantel.

Omdat zo'n groot deel van het zenuwstelsel van de octopus in zijn uiteinden zit, is elk lid in hoge mate zelfstandig. Een afgebroken tentakel kan rond blijven kruipen en bij sommige soorten nog enkele maanden doorleven. Een arm (of poot) van een octopus heeft dus echt een eigen wil.

Elke arm van een octopus heeft twee rijen zuignappen, uitgerust met smaakknoppen om voedsel te herkennen. Een octopus proeft alles wat hij aanraakt. Mannelijke octopussen hebben ook een speciale arm waarin ze sperma bewaren. Die heet de hectocotylus en wordt gebruikt om te paren. Om het sperma over te brengen stopt het mannetje zijn arm in een gat in de kop van het vrouwtje. Tijdens de paring breekt de hectocotylus meestal af, maar die groeit in het jaar daarna weer aan.

De manier waarop octopussen paren is voor het eerst beschreven door Aristoteles (384–322 v.Chr.), maar ruim 2000 jaar lang geloofde niemand hem. De Franse zoöloog Georges Cuvier (1769–1832) herontdekte het proces in de 19^{de} eeuw en hij gaf de hectocotylus zijn naam. Het betekent 'honderd kleine kommetjes' in het Grieks.

Genetische variaties zorgen er soms voor dat octopussen meer dan acht ledematen hebben. In 1998 kreeg het Shima Marineland Aquarium in Japan de beschikking over een gewone octopus die 96 tentakels had. Hij was in december 1998 gevangen in de nabijgelegen Matoya Baai, maar stierf vijf maanden later. De meerarmige cephalopoda kon voor haar dood nog eieren leggen. Alle nakomelingen kwamen uit met een normaal aantal armen en poten, maar geen van hen overleefde het langer dan een maand.

Octopussen eten soms hun eigen armen op. Voorheen weet men dit aan stress, maar nu vermoedt men dat het veroorzaakt wordt door een virus dat het zenuwstelsel aantast.

MEERA SYAL *Weet jij hoe octopussen paren?*

STEPHEN *Nou?*

ALAN *Moeizaam.*

MEERA *Ze paren met de derde rechterarm.*

ALAN *Echt waar?*

MEERA *Ja!*

CLIVE ANDERSON *Net als iedereen, toch?*

Welke kleur hebben sinaasappels?

Dat hangt ervan af.

In veel landen zijn sinaasappels groen – zelfs als ze rijp zijn – en worden ze ook zo verkocht in de winkel. Hetzelfde geldt voor citroenen, mango's, mandarijnen en grapefruit.

Sinaasappels groeien niet in het wild. Het is een kruising van mandarijnen en pomelo's ofwel 'Chinese grapefruit' (die bleekgroen of geel is), en ze werden voor het eerst gekweekt in Zuidoost-Azië. Daar waren ze destijds al groen, en dat zijn ze vandaag de dag nog steeds. Vietnamese sinaasappelen en Thaise mandarijnen zijn heldergroen vanbuiten en alleen vanbinnen oranje.

Sinaasappels zijn subtropisch fruit, niet tropisch. De kleur van een sinaasappel hangt af van waar hij groeit. In een wat gematigder klimaat verkleurt de groene schil naar oranje als het koeler wordt; maar in landen waar het altijd warm is wordt het chlorofyl niet vernietigd en blijft het fruit groen. In Honduras, bijvoorbeeld, worden sinaasappels in het land zelf groen gegeten maar kunstmatig oranje gekleurd voor de export.

Om dit te bereiken worden ze behandeld met ethyleengas, een bijproduct van de chemische industrie dat voornamelijk gebruikt wordt bij de productie van plastic. Ethyleen is de organische verbinding die wereldwijd het meest geproduceerd wordt: elk jaar wordt er 100 miljoen ton van gemaakt. Het verwijdert de natuurlijke groene buitenste laag van een sinaasappel, waardoor de bekendere kleur verschijnt.

Brazilië is met 18 miljoen ton per jaar verreweg de grootste sinaasap-

pelproducent ter wereld, gevolgd door de vs, waar minder dan de helft wordt geteeld. Amerikaanse sinaasappels komen uit Californië, Texas en Florida. Ze werden vaak synthetisch geverfd, tot dat in 1955 verboden werd.

Je kunt aan de kleur van een sinaasappel niet zien hoe rijp hij is, waar hij ook vandaan komt. Als een sinaasappel niet geplukt wordt, kan hij tot het seizoen daarop aan de boom blijven hangen en in die tijd kunnen verschillen in temperatuur ervoor zorgen dat hij van groen naar oranje en weer terug naar groen gaat, zonder dat de kwaliteit of de smaak aangetast wordt.

De sinaasappels die je in de supermarkt vindt lijken helemaal oranje te zijn, maar het kan zijn dat je je zorgen maakt, omdat ze behandeld zijn met gas. Dat is niet nodig.

Ethyleen is geurloos, smaakloos en onschadelijk, veel vruchten en groenten produceren het na de pluk van nature. Ethyleen wordt geproduceerd door appels, meloenen, tomaten, avocado's en bananen. Het gas is niet slecht voor je, maar het kan ander fruit en groenten wel beïnvloeden – daarom moet je appels en bananen apart houden van, bijvoorbeeld, citroenen of wortels (en natuurlijk van sinaasappels).

Ethyleen heeft nog andere toepassingen behalve plastic (en wasmiddelen en antivries) en de kleur van een sinaasappel veranderen. Als je het rijpingsproces van een onrijpe mango wilt versnellen, bewaar die dan samen met een banaan in een plastic zak.

Hoe heet het zuidelijkste punt van Afrika?

Dat is niet Kaap de Goede Hoop.

De inwoners van het nabijgelegen Kaapstad moeten dit vaak uitleggen aan toeristen. Het zuidelijkste puntje van het continent is de in alle opzichten minder bekende Kaap Agulhas, 150 km ten zuidoosten van Kaap de Goede Hoop.

Meestal wordt als verklaring voor de bekendheid (en naam) van

Kaap de Goede Hoop gegeven dat het een psychologisch gezien belangrijk punt was waar zeelui, op dat lange stuk langs de westkust van Afrika op weg naar het Verre Oosten, eindelijk in oostelijke richting gingen varen en niet langer in zuidelijke richting.

Aan de andere kant kan het een vroeg voorbeeld geweest zijn van een marketingverhaal.

Bartolomeu Dias (1451-1500), de Portugese navigator die de Kaap de Goede Hoop ontdekte en de eerste Europeaan werd die de huiveringwekkende tocht rond het zuidelijkste puntje van Afrika maakte, noemde het Cabo das Tormentas ('Kaap der Stormen'). Zijn werkgever, koning Johan II van Portugal (1455-1495), die anderen wilde aanmoedigen de nieuwe handelsroute te gebruiken, verwierp de naam en doopte deze tactvol om tot Cabo da Boa Esperança ('Kaap de Goede Hoop').

De koning stierf kinderloos, toen hij nog maar 40 was. Vijf jaar later stierf ook Bartolomeu Dias. Hij leed schipbreuk tijdens een vreselijke storm – samen met vier schepen en alle opvarenden – uitgerekend bij de kaap die hij zo vooruitziend een naam had gegeven.

Kaap Agulhas is net zo verraderlijk. Het is Portugees voor 'Kaap der Naalden', genoemd naar de scherpe rotsen en riffen waar het bulderen-de water daar mee bezaaid is. De plaatselijke stad heeft een schipbreukmuseum dat een 'begraafplaats van schepen' herdenkt.

Vanwege de geïsoleerde ligging en het rotsige, ontoegankelijke strand, leven er in het gebied heel veel dieren in het wild. Op het land leven de met uitsterven bedreigde microkikker (*Microbatrachella capensis*) en de klapperleeuwerik (*Mirafrapa (apiata) majoriae*), die tijdens het paren luidruchtig met zijn vleugels klappt.

Uit de kust kolkte de zee tussen mei en augustus met miljarden trekkende Zuid-Afrikaanse sardien (*Sardinops sagax*). Deze scholen vormen een van 's werelds grootste verzamelingen dieren in het wild, vergelijkbaar met de grote trektocht van gnoes op het land, en zijn soms wel 6 km lang en 2 km breed. Honderdduizenden haaien, dolfijnen, zeehonden en zeevogels reizen mee in het kielzog van de vissen en eten zoveel vissen als ze kunnen, al heeft dit weinig invloed op hun enorme aantal.

Kaap Agulhas ligt op $34^{\circ} 49' 58''$ ZB en $20^{\circ} 0' 12''$ OL en is het officiële scheidingspunt tussen de Atlantische en Indische Oceaan. Als je voorbij de relatief weinig indrukwekkende, licht gebogen kustlijn zou zeilen, zou dit je zonder de cairn die de exacte locatie van het zuidelijkste puntje markeert waarschijnlijk niet eens opvallen.

Wat is de hardste stof?

Dat is niet langer diamant.

In 2005 maakten wetenschappers op de Universiteit van Bayreuth in Duitsland een nieuw materiaal door pure koolstof samen te persen onder extreme hitte. Het wordt hyperdiamant of geaggregeerde koolstof nanostaafjes (aggregated carbon nanorods, afgekort tot ACNR) genoemd en hoewel het ongelooflijk hard is, lijkt het meer op asfalt of een glimmende zwarte pudding.

Het is al heel lang bekend dat van de ene vorm van pure koolstof (grafiet) een andere gemaakt kan worden (diamant) door middel van hitte en druk. Maar het team van Bayreuth gebruikte die allebei niet. Ze gebruikten een derde vorm van pure koolstof, fullereen, dat ook wel bekendstaat als Buckminsterfullereen of 'buckyballen'. De zestig koolstofatomen vormen een molecuul dat de vorm heeft van een voetbal of van het type geodetische koepel dat uitgevonden werd door de Amerikaanse architect Richard Buckminster Fuller (1895-1983).

De koolstofatomen in diamant zijn gerangschikt in kubussen die als piramides gestapeld zijn; de nieuwe materie is gemaakt van minuscule, in elkaar grijpende staafjes. Die heten 'nanostaafjes' omdat ze zo klein zijn – *nanos* is Grieks voor 'dwerg'. Ze zijn ieder 1 micron (een miljoenste van een meter) lang en 20 nanometer (20 miljardste van een meter) breed – zo'n $1/50.000$ ste van de dikte van een menselijke haar.

Het blootstellen van fullereen aan extreme hitte (2220°C) en druk (200.000 keer de normale atmosferische druk) resulteerde niet alleen in de *hardste* materie, maar ook in de *stijfste* en bovendien die met de

grootste *dichtheid* die wetenschappers ooit hebben waargenomen.

Dichtheid betekent de mate van samenpersing van de moleculen van de materie en wordt gemeten met behulp van röntgenstralen. ACNR is 0,3 procent compacter dan diamant.

Stijfheid is de mate van compressibiliteit: de kracht die in gelijke mate op alle zijden uitgeoefend moet worden om het materiaal te laten afnemen in volume. De eenheid hiervoor is pascal, naar Blaise Pascal (1632-1662), de Franse wiskundige die mede de barometer heeft ontwikkeld, die de luchtdruk meet. De stijfheidsclassificatie van ACNR is 491 gigapascal (Gpa); die van diamant is 442 Gpa en die van ijzer 180 Gpa.

Hardheid is eenvoudiger vast te stellen: als het ene materiaal een krasje kan maken op het andere, is het harder. De Duitse mineraloog Friedrich Mohs (1773-1839) bedacht in 1812 de Hardheidsschaal van Mohs. Die begint aan de zachtste kant met talk (MH₁). Lood is redelijk zacht bij MH_{1½}; vingernagels vallen in de categorie MH_{2½} (net zo hard als goud); middenin zitten glas en lemmeten op MH_{5½}. Gewoon schuurpapier (dat gemaakt is van korund) is MH₉, en helemaal bovenaan staat diamant op MH₁₀. Omdat ACNR in diamant kan krassen, valt het letterlijk buiten de schaal.

En er is nog meer teleurstellend nieuws: diamanten zijn niet 'voor altijd'. Grafiet (dat gek genoeg een van de zachtste substanties is, net zo zacht als talk) is chemisch gezien veel stabielere dan diamant. In feite veranderen alle diamanten heel langzaam in grafiet. Maar dat proces is niet waarneembaar. Het gevaar dat iemand plotseling merkt dat haar oorbellen zijn veranderd in potloden is dus uiterst klein.

Wat is de vreemdste stof die de wetenschap kent?

H₂O.

Water, of diwaterstofoxide, is de vreemdste stof die de wetenschap kent. Behalve misschien lucht is het ook de bekendste. Het bedekt 70

procent van de aarde en 70 procent van onze hersenen bestaat uit water.

Water is zuurstof verbonden met waterstof (het eenvoudigste en meest voorkomende element in het universum) op de meest simpele manier. Elk ander gas dat gecombineerd wordt met waterstof produceert slechts een ander gas; alleen zuurstof en waterstof produceren een vloeistof.

Het is bovendien een vloeistof die zich zo anders gedraagt dan andere dat het theoretisch gezien niet zou moeten bestaan. Er zijn 66 manieren bekend waarop water afwijkt van al het andere, waarvan de vreemdste is dat er niets anders in de natuur te vinden is dat tegelijkertijd als vloeistof, vaste stof én gas kan worden aangetroffen. Een zee vol ijsbergen onder een bewolkte lucht lijkt misschien heel natuurlijk, maar als je het chemisch bekijkt is het dat allerm minst. De meeste stoffen krimpen als ze afkoelen, maar als water kouder wordt dan 4 °C gaat het uitzetten en wordt het lichter. Daarom drijft ijs en barst een fles wijn als je die in de vriezer laat liggen.

Elk watermolecuul kan zichzelf aan vier andere watermoleculen hechten. Omdat water zo'n hechte structuur heeft, is er heel veel energie nodig om het van de ene in de andere vorm te laten overgaan. Het kost tien keer meer energie om water te verhitten dan ijzer.

Omdat water veel warmte kan absorberen zonder heet te worden, draagt water ertoe bij dat het klimaat op aarde stabiel blijft. De temperatuur in de oceanen is drie keer stabielere dan die op het land en door de transparantie van water kan licht tot diep in de zee doordringen, waardoor ook daar leven kan bestaan. Zonder water zou er helemaal geen leven zijn. En hoewel je je hand er gewoon in kunt steken, is het drie keer zo moeilijk samen te persen als diamant; als je water op snelheid raakt is het zo hard als beton.

Hoewel de watermoleculen zich sterk binden, zijn ze niet stabiel. Ze worden steeds verbroken en weer hersteld; elke watermolecuul komt 10.000.000.000.000.000 keer per seconde in aanraking met andere watermoleculen.

In water kun je zoveel dingen oplossen dat het bekendstaat als 'uni-