

### Nulpuntsveld

Eindelijk zijn we bij het, zeggen sommigen, belangrijkste “veld” uitgekomen, de “bruisende zee van energie” waar het heelal, volgens die mensen, zou bestaan. Dit veld, waar ook het elektromagnetische veld deel van zou uitmaken, is volgens die geleerden “een diepe oceaan, waar de materie als een schuimlaagje bovenop ligt”: **het “nulpuntsveld”**. Maar is dat wel zo? Is dat veld wel zo belangrijk? Daar is de wetenschap zeker niet van overtuigd! Dat er “nulpuntsenergie” is, ja dat is wel zeker. Maar een veld met een enorme hoeveelheid energie en van ongelofelijke dichtheid? We zullen eens kijken wat er over bekend is.

De supporters zeggen dat de “nulpuntsenergie” al te voorschijn kwam bij de belangrijke studies van Einstein en Planck in het begin van de twintigste eeuw. Dat men er dan thans nog steeds niet veel van weet is natuurlijk wel zwak, maar dat zou komen omdat dat nulpuntsveld toen bewust (of onbewust?), in alle berekeningen over het hoofd gezien of weg gelaten werd. Een vreemde zaak want als dit nulpuntsveld inderdaad zoveel energie (de “ZPE” of “Zero Point Energy”) zou bevatten, zou ik daar als wetenschap maar eens heel snel induiken. Deze “ZPE” zou wel eens dé oplossing voor het energieprobleem van deze wereld zijn! We zouden er bijvoorbeeld warmte en elektriciteit uit kunnen halen. Ze zou ook verre ruimtereizen mogelijk maken, daar de energie onderweg uit het nulpuntsveld afgetapt zou kunnen worden.

Maar... er vaart ook nog steeds geen schip dat z'n energie uit het relatief warme zeewater ( $\pm 290$  <sup>0</sup>Kelvin) haalt en ook auto's en vliegtuigen kunnen nog steeds hun energie niet uit de (ook relatief warme) lucht halen. Het enige wat er op kleine schaal gedaan wordt op dit gebied is: woningverwarming door middel van een “warmtepomp”. Zo'n “warmtepomp” onttrekt warmte uit de buitenlucht (of uit grondwater) en stoot die lucht (of dat water) dan een paar graden kouder weer uit, waarbij de onttrokken warmte voor verwarming van het huis gebruikt wordt! We hebben trouwens allemaal wel een “warmtepomp” in huis staan, we noemen hem alleen anders: “koelkast”! Een koelkast onttrekt warmte uit de kast en z'n inhoud. Die onttrokken warmte wordt dan, vaak door een ventilator, als warme lucht afgevoerd. Ook airco-units zijn warmtepompen: Ze kunnen vaak zowel als koel- én als verwarmingsunit gebruikt worden.

“Waarom wordt dit niet op veel grotere schaal gedaan?” zou je je afvragen. Tja, een warmtepomp kost tóch energie en de installaties zijn omslachtig en daardoor duur. Verbranden van fossiele brandstof (olie, gas, kool) is toch veel makkelijker? En de prijs is nog steeds relatief laag, ongeveer een halve Euro (het is nu 2006) voor een liter (ruwe) olie. Die fossiele brandstof is natuurlijk heel gemakkelijk en prettig, maar wel zolang er nog genoeg is..... En... volgens deskundigen is er nog genoeg, alleen de makkelijk winbare olie, die in Saudië Arabië zo de grond uitspuist, ja, die loopt ten einde. Maar we hebben nog volop teerzand, waar je olie uit kan winnen. Ook nog volop aardgas en voor eeuwen steenkool! Daar maakten de Duitsers in de oorlog al benzine van en je kunt er ook dieselolie van maken.....

### ZPF

Terug naar het “ZPF”, zoals men het nulpuntsveld vaak noemt: het “zero point field” dus. Bekijken we de materie, die dus uit atomen bestaat, dan blijken de elektronen bij het absolute nulpunt, nog steeds “vrolijk” om de atoomkern te draaien, “met niet aflatende energie!” Bij de eerste onderzoeken, onder andere door Rutherford, begreep men hier weinig van, uit hun berekeningen volgde alleen maar dat de elektronen binnen zeer korte tijd op de kern zouden neerstorten. Nou, dat gebeurt dus niet, sterker nog, die elektronen draaien

al miljarden jaren om hun atoomkernen en zullen daar zeer waarschijnlijk zelfs nog tientallen miljarden jaren mee doorgaan!

Geleerden als de Deen Niels Bohr, Wolfgang Pauli later nog Erwin Schröder en Werner Heisenberg hebben dit alles getracht te verklaren! Bevreemdend? Nou nee, men is met ingenieus wiskundig werk zeer veel te weten gekomen over de bouw en de energie van atomen met hun elektronenschillen, subschillen, energieniveau's, "Pauliverbod", enzovoort.

Maar... waarom die elektronen maar om de kernen draaien en draaien en draaien, nee dat heb ik daar niet uit begrepen! Men heeft geconstateerd en berekend dat de elektronen in bepaalde banen hun energie niet verliezen, maar men heeft niet verklaard waarom niet!

Op zoek dus naar een echte verklaring hiervoor, die dus, volgens sommigen, in het ZPF zou liggen. Wie zijn die "sommigen"? H.E. Puthoff, B. Haisch, W.G. Tiff, Rueda en nog vele anderen, die hier artikelen over geschreven hebben in natuurkundige tijdschriften. Al die geleerden hebben natuurlijk argumenten en bewijzen voor het bestaan van de nulpuntsenergie. En de elektronen zouden, volgens hen, de benodigde energie uit dit nulpuntsveld aftappen".

Tot m'n verbazing speelt ook ons kleine Nederland, in de speurtocht naar het bestaan van dit veld, ook hierin (alweer) een belangrijke rol. Het gaat om de volgende effecten, die door het nulpuntsveld veroorzaakt zouden worden. Dat zijn:

- "Het Casimir effect"

Als twee metalen platen in een vacuüm zeer dicht bij elkaar gebracht worden, worden de platen met een (tamelijk zwakke) kracht tegen elkaar gedrukt. Hoe komt dit? Het vacuüm is vol golvingen. De grotere golflengtes passen niet tussen de platen, alleen de kleinere golvingen. Het overschot aan golfenergie drukt de platen tegen elkaar. Zou een gevolg zijn van de nulpuntsenergie!

Deze kracht is door de Nederlander Hendrik Casimir in 1948 voorspeld en later geconstateerd en bewezen.

- "De Zitterbeweging"

Dit is een "bibberbeweging" van elektronen in een vacuüm, bij het absolute nulpunt, die zou bewijzen dat er nulpuntsenergie bestaat. Het uitstoten en opnemen van (daar heb je ze weer) "virtuele" deeltjes zou deze bibberatie veroorzaken.

Deze beweging is in 1930 voorspeld door de Duitser Edwin Schrödinger.

- "De VanderWaals attractiekracht"

Er zijn drie soorten vanderWaals krachten die op atomen en moleculen werken.

Geheel begrepen zijn ze nog niet, maar men denkt dat ze veroorzaakt worden door fluctuaties in het nulpunt-energieveld. Hierdoor trekken atomen en moleculen elkaar aan als ze zich heel dicht bij elkaar bevinden.

Deze krachten werden door de Nederlander Johannes vanderWaals al in 1873 vermeld.

## ZPE

Al deze effecten zijn al lang bekend en zouden dus min of meer het bewijs leveren dat het nulpuntsveld, met z'n enorme energie, bestaat! Dit nulpuntsveld zou volgens sommige geleerden dus ongelooflijk veel energie bevatten, volgens sommigen zelfs oneindig veel, maar... zoals ik al eerder heb gezegd, volgens mij is alleen het "Niets" echt oneindig! Men heeft uiteindelijk becijferd dat de totale "ZPE" (Zero Point Energy) de volgende maximale grootte heeft:

$$\text{ZPE} = 10^{120} \text{ ergs per m}^3 \text{ (1 watt} = 10^7 \text{ ergs / sec)}$$

Ter vergelijking: de energiedichtheid van een atoomkern is  $10^{50}$  ergs per  $m^3$ . Die nulpuntsenergie is zo enorm hoog, dat je eerste gedachte is: “Dit kan niet!” Hoe komt men eigenlijk aan dergelijke enorme getallen. Tja, met wiskunde, maar hoe? Eerst maar eens de Planckdeeltjes.

## Planckdeeltjes

Ooit heeft men gesteld dat het nulpuntsveld bestaat uit ongelofelijk kleine deeltjes: “Planckdeeltjes” die de al eerder genoemde “Planck” afmetingen hebben. Ik noem ze voor het gemak maar even “Minionen”! Die afmetingen zijn:

Plancklengte:  $L^* = 1,616 \times 10^{-31}$  meter

Planckmassa:  $M^* = 2,177 \times 10^{-8}$  kilogram

Lekker makkelijk om dit zo te stellen, want zulke kleine deeltjes zullen we dus nooit kunnen “zien”, of beter gezegd: nooit kunnen waarnemen! De kleinste deeltjes die de onderzoekers tot nu “bewezen” hebben, zijn de elektronen en dergelijke, met afmetingen in de orde van grootte van  $10^{-11}$  meter en dat bewijs was al moeilijk genoeg! Nou ja, als we ooit maar wat met die Planckdeeltjes kunnen doen! Voor mijzelf is het een hele opluchting dat er van die heel kleine deeltjes zouden bestaan, want ik heb altijd gesteld dat, als “alles golft en alles uit golven bestaat” er wel wat te golven moet zijn! Wel nu, wat er dus golft in het heelal, dat is die “zee van Planckdeeltjes”. Dus toch een soort “ether”? Volgens de geleerden niet, want die Planckdeeltjes zijn “invariant” dat wil zeggen dat, hoe we ze ook bekijken, wat er ook aan de omstandigheden verandert, ze zijn altijd hetzelfde. Zo is bijvoorbeeld ook de lichtsnelheid invariant: hoe we deze ook meten, ze heeft altijd dezelfde waarde. Was de ether dan niet invariant? Nee, want men nam toen bijvoorbeeld aan dat de ether zelf stilstond ten opzichte van het heelal en er dus vanaf de bewegende aarde een “etherwind” geconstateerd zou kunnen worden. Tot grote teleurstelling van de geleerden toendertijd, bleek daar bij de Michelson Morley proef niets van.

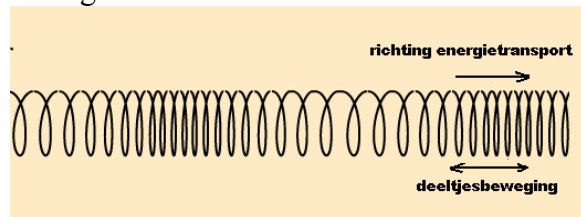
## Golven

Alles in dit heelal bestaat, zo blijkt steeds weer, uit trillingen, uit golven. De frequentie van de materie in onze “macrowereld” is echter zo ontzettend hoog, de golflengte dus zo ontzettend klein, dat we daar niets van merken. We spreken, onterecht, wel eens van “dode materie”: steen, metaal enz. Wij, de planten, dieren zijn dan de “levende materie”. Maar in de “nano”wereld is dat wel anders. Alle deeltjes “leven”. Steeds weer wordt gesteld dat de materiedeeltjes een duaal karakter blijken te hebben: ze zijn zowel golf als deeltje! En al die golven bewegen zich dus door of in het “elektromagnetisch veld”, een veld dat in ons heelal overal zou zijn. Maar wat is dat dan voor een veld en wat golft er?

Voordat we verder gaan over die duale materiedeeltjes, eerst wat over “golven”. Ik dacht, dat is simpel: lijstje van verschillende golfsoorten en voorbeelden. Helaas, wat blijkt? De verschillende types golvingen zijn eigenlijk allemaal combinaties van elkaar en hoe meer je er over leest, hoe verwarrender het wordt. Elke golf heeft ook z’n formule, maar wees maar rustig, te ingewikkeld, die komen er hier niet in! De verschillende golf types zijn wel duidelijk maar de werkelijke golven zijn bijna allemaal combinaties. Ik doe een poging.

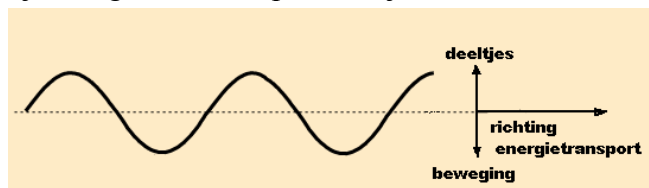
- “Longitudinale” (langs)golven.

Dit zijn golven waarbij de trillingsrichting samenvalt met de voortplantingsrichting. Dit is bijvoorbeeld het geval bij geluid. De luchtdeeltjes bewegen zich van de geluidsbron af. Ook watergolven zijn longitudinaal, maar klotsen ook variabel op en neer en zijn dan transversaal. Als je een touw op en neer beweegt krijg je ook longitudinale golven in het touw.



- “Transversale” (dwars)golven.

Bij transversale golven staat de trillingsrichting loodrecht op de voortplantingsrichting. Licht je een gitaarsnaar op en laat je hem schieten, dan krijg je transversale golven, maar de lucht zal in longitudinale golven als geluid vanaf de snaar weg bewegen.



Elektromagnetische golven zijn transversaal (maar volgens sommigen zijn de Elektromagnetische golven zowel langs als dwars). Ook trillingen van vaste stoffen geven transversale golven.

- “Torsie”golven.

Dit zijn eigenlijk een soort draaikolkjes of spiraalveertjes, ze golven maar in het rond of op en neer. Als je zo'n ouderwetse stroopvliegvanger rond zou draaien en hij draait weer terug, zie je torsiegolven. Volgens sommigen zou “alles” (de vormen en de gewoontes van de natuur) als torsiegolven opgeslagen zijn in “het veld”.

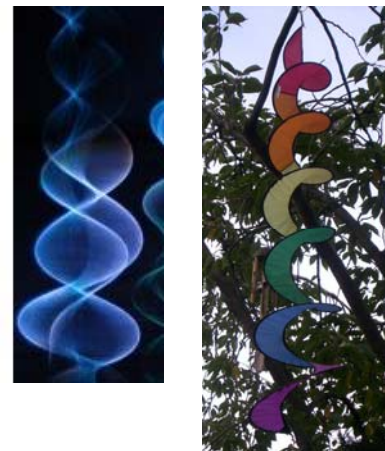


Fig 15.1 Torsiegolven

- “Scalaire” golven.

Deze hebben geen richting, bewegen zich naar alle kanten. Volgens sommigen is geluid ook scalair. Maar torsiegolven noemt men ook scalaire golven. En ook heb je “Skalar” golven....

Maar.... we zijn nog steeds niet klaar, er zijn ook nog “lopende” en “staande” golven. Golven kunnen zich voortplanten, licht zelfs met een enorme snelheid, geluidsgolven een stuk langzamer. Maar golven kunnen ook stilstaan en alleen op en neer bewegen. Voorbeelden van stilstaande golven zijn de geluidsgolven in een klankkast en ook snaren die trillen.

Het is eigenlijk heel eenvoudig. Neem een stuk touw, houd het aan één uiteinde vast en beweeg je hand heen en weer, er zullen golven ontstaan die naar omlaag, van je hand af

bewegen: lopende golf. Maar nu maak je het touw aan een kant vast en beweeg het andere eind op en neer: er ontstaat een staande golf. Ook licht kan men thans opsluiten....(als staande golf?)



Fig. 15. 2 Lopende en staande golven

Op deze wereld en dan vooral op het waterige deel ervan: de zeeën en oceanen, heb we nogal eens met golven te maken, zeker als je erop vaart! Er zijn zowel op aarde als op zee allerlei golven, altijd golft er wel “iets”: water, lucht, zand (in de woestijn, op het strand), de aarde (bij een “aardbeving”). Dus, ze kunnen me vertellen wat ze willen: als er golven zijn moet er ook iets te golven zijn. Trillingen? Iets moet er trillen! In het heelal was dat vroeger de “ether”, een hypothetisch gas, dat overal aanwezig zou zijn, dát zou de elektromagnetische golven overbrengen!



Fig. 15.3 Brekende golf

Helaas, men heeft gemeend de ether te moeten laten varen. De ether kon, in de vorm die men toen bedacht had, niet bestaan! Toch “bestaat” die ether nog! In de studio’s van de radio zegt men nog steeds: “We zijn in de ether!”

Enfin, die allesdoordringende ether is vervangen door het “elektromagnetisch veld”. Maxwell kwam tot de conclusie dat er golven kunnen zijn zonder dat er wat te golven is. Dit elektromagnetische veld zelf zou dus (volgens hem) uit niets bestaan, maar die “elektromagnetische golven” bleken later toch te bestaan uit “fotonen”, energiepakketjes dus.

Maar... een “gewoon” magnetisch veld dan, een veld van een (permanente of elektro)magneet dus? Dat bestaat uit “krachtlijnen”, maar... niet uit “gewone” fotonen! Virtuele fotonen? Die zijn “virtueel”, dus niet of zeer kort bestaand! Bestaan die krachtlijnen dan uit “magnetionen”? Waarschijnlijk niet, die “magnetionen” heb ik zelf verzonnen, die zullen dus wel niet bestaan! Maar hoe zit het dan wél?

Vergelijken we het elektromagnetische veld toch maar eens met een aards “veld”, bijvoorbeeld met de atmosfeer, onze “lucht” dus, en de elektromagnetische straling met “geluid”. Kan geluid ook als straling met een duaal karakter gezien worden? Als “geluidsgolven” of als “geluidsdeeltjes” die in het “luchtveld” bewegen? Die geluidsdeeltjes wilde ik dan maar “sononen” noemen (ook weer zelfverzonnen hypothetische deeltjes). Maar... geluid heeft geen duaal karakter, het is de lucht zélf die trilt en golft! Er zijn dus geen “sononen”!

Toch bestaat er een effect waarbij geluid direct in licht omgezet wordt, het “sonoluminescerend” effect! Dat gaat zo: In water worden luchtbelletjes gemaakt, dat kan op allerlei manieren, en dan wordt er laagfrequent geluid op losgelaten en dan... ja, dan zien we lichtflitsen! Geluid direct omgezet in licht? Nee, jammer, maar eigenlijk niet. Het geluid zorgt voor de energie en die energie weet fotonen van de voor ons zichtbare golflengte los te slaan.

De fotonen komen waarschijnlijk uit de argonatomen. Argongas? Waar komt dat dan vandaan? In “onze” lucht, die grotendeels uit Stikstof en Zuurstof bestaat, zit ook nog een heel klein beetje van allerlei andere gassen, zoals ook de edelgassen Neon, Xenon, Helium en dus ook Argon. Liet men Argon gasballetjes door het water borrelen dan werd deze “sonoluminescentie” sterker. Het is toch wel een vreemd fenomeen, alleen al door de enorm hoge temperaturen die er ontstaan. Ik ga er maar niet dieper op in!

### “Planckgas”

Maar wat trilt en golft er dan in het elektromagnetische veld? De fotonen? Maar dan zou het heelal gevuld moeten zijn met fotonen, dan zou de “ether” uit fotonen bestaan, en dat blijkt toch niet zo te zijn. Neutrino’s dan? Er zijn er volop maar een heelal vol met neutrino’s? Het zou kunnen, maar nog niemand heeft dat geopperd.

Zouden het dan toch die Planckdeeltjes zijn, die trillen en golven en zo het “VELD” vormen? Zouden die Planckdeeltjes, net als vroeger de ether, een soort medium vormen dat allerlei golven draagt, misschien wel van alles kan verklaren, een “gas” van zeer kleine deeltjes? Een gas dat de energie vertegenwoordigt, waaruit alle deeltjes gevormd zijn en worden, een soort universeel “Planckgas”? (Leuke naam toch?) Zou dit Planckgas de “energie” zijn?

Volgens de aanhangers van de snaartheorie zouden die Planckdeeltjes kleine snaartjes (“superstrings”) kunnen zijn. Zeer klein, want de lengte van die snaartjes zou dus de Plancklengte zijn. Dit alles kunnen we rustig aannemen, want ze zijn tóch niet waar te nemen. Maar... of het werkelijk zo zit?

Dat Planckgas zou misschien ook wel de energie vertegenwoordigen die men “kwijt” is en... nog veel meer energie, de “nulpuntsenergie”? Maar die fotonen, die energiepakketjes van de elektromagnetische golven, zouden die dan uit Planckdeeltjes, uit “minionen” (zelf verzonnen!) bestaan? Fotonen hebben geen massa maar wel energie! Maar die minionen, die hebben toch massa? “Planckmassa”? Ja, maar massa is, zeker op die schaal, equivalent aan energie: Planckmassa maal lichtsnelheid in ’t kwadraat:  $E^* = M^* \cdot c^2!$

Nu nog de ferromagneten, waar ik het zo moeilijk mee heb, kan ik die nu verklaren? Zouden dat een soort “Planckgaspompen” zijn: ze “zuigen” aan of “blazen” weg. Maar... waarom heeft dat “zuigen” en “blazen” alleen veel invloed op ijzer en zo? Omdat ijzer de laagste (de hoogste absolute) “bindingsenergie” heeft?

En... hoe zit het met het fenomeen “lading”? Ook Planckgas? Maar... plus en min dan? En de zwaartekracht met z’n gravitonen, hoe zit dat dan? Ik ben er nog lang niet uit. Nog veel te overdenken dus! Enfin, we zullen het vanwege de “Planckafmetingen” misschien wel nooit te weten komen, maar voor mij klinkt het eventuele bestaan van een universeel gas, het “Planckgas” dus, aannemelijker dan een veld van... “niets”! Maar ik zie ook wel in, dat ook daarmee niet alles te verklaren is (evenmin trouwens als met het “Higgsboson”)!

### Golfsnelheid

Ik heb me al eens eerder afgevraagd waarom de “snelheid van het licht”, de snelheid van de fotonen, zo’n 300.000 km per seconde bedraagt. Kunnen we die snelheid “c” op de één of de andere manier berekenen? Waar volgt dat getal uit? Hoe zit het eigenlijk met het begrip golfsnelheid? Zouden die “minionen”, dat “Planckgas” dus, er voor zorgen dat “c” niet sneller kan worden, dat er “inertia”, “massatraagheid” is? Zou het Planckgas alles begrenzen?

Als ik van ons (huur)flatje in Spanje naar de zee kijk, zie ik de golven naar het strand rollen. De snelheid is niet al te groot en varieert van dag tot dag. Ook de golfhoogte en de afstand (golflengte) varieert. Maar het is allemaal te behappen, ik schat de snelheid zo tussen

de 10 en 30 km per uur, de “golflengte” bedraagt enige meters. Als het flink waait komen de golven sneller en zijn hoger! Op de oceaan, heb ik vroeger gezien, was de golflengte veel langer, wel enige tientallen meters! Maar...., lichtgolven, die dus ook een golflengte heeft, mag ik die vergelijken met watergolven? Volgens de wetenschap niet! En ik ben bang dat ze gelijk hebben: het verschil is te groot. Een lichtbron zendt golven in alle richtingen uit, zeegolven bevinden zich eigenlijk hoofdzakelijk aan de oppervlakte, het zijn deels “longitudinale” maar ook een beetje “transversale” golven.

## Geluid

Terug naar “geluid”, dat ook uit golven bestaat. Geluidsgolven lijken wat meer op licht dan watergolven. De geluidsgolven gaan evenals licht alle kanten op, al is hun golflengte wel véél langer! Maar echt vergelijken met licht kan je het, volgens die al vaak genoemde “gevestigde wetenschap”, eigenlijk niet. Maar ik behoor niet tot die wetenschap en van geluid kunnen we misschien toch wat meer leren over lichtgolven. Daarbij kunnen we geluid ons ook wat makkelijker voorstellen. Ook het beroemde Dopplereffect is eerst bij geluid ontdekt en dat bleek later óók bij licht op te treden.

Geluidsgolven planten zich voort door vaste stoffen, door vloeistoffen en door gassen. Waar wij, mensen, het meest mee te maken hebben is de “voortplanting” door een gas, door de lucht dus! De snelheid van het geluid door de lucht is op aarde 331 meter per seconde! Dat weten we allemaal toch: elke drie seconden tussen een bliksemflits en de donder is één kilometer! In het “luchtledige” plant geluid zich niet voort. Ik herinner me de proef met een elektrische bel onder een glazen stolp, die vacuüm gezogen werd: het geluid stierf weg. Licht plant zich wél voort door het luchtledige. In het vacuüm moet zich dus, simpel geredeneerd, toch ook nog iets bevinden, iets dat ook de snelheid beperkt.

Die geluidssnelheid, 331 m/s, geldt alleen in (droge) lucht van 1 bar druk en 0 °Celsius (273 °Kelvin). Ga je omhoog dan zal de snelheid veranderen: het geluid gaat langzamer. Daarom heeft men indertijd de eenheid “Mach” ingevoerd. Mach 1 is de geluidssnelheid, dus als een straaljager Mach 1,4 vliegt weet je dus alleen dat hij 1,4 maal sneller dan het geluid, “ultrasoon” dus, vliegt, niet het aantal kilometers per uur. Wil je Mach in snelheid omrekenen, dan moet je de geluidssnelheid ter plaatse weten. En die hangt van een aantal factoren af, zoals de luchtdichtheid, de barometrische druk, de hoogte dus!

Een zekere Laplace heeft ooit die geluidssnelheid bestudeerd en er een formule voor bedacht, maar die formule geldt blijkbaar alleen voor geluid in gassen zoals de lucht dus. Deze formule zegt dat, als de luchtdruk **afneemt**, de snelheid evenredig (met de wortel) **afneemt**, dus: luchtdruk 4 maal zo laag, snelheid 2 maal zo laag. Maar... hij zegt ook, dat de snelheid evenredig **toeneemt** (met de wortel) als de dichtheid van de lucht **afneemt**. Dat nu begrijp ik niet erg. Door vaste stoffen met veel hogere dichtheid gaat geluid toch sneller? Ik zal de formule even laten zien (aantal lezers weer gehalveerd):

$$V = \sqrt{(f \cdot P / D)} \quad (\text{“}\sqrt{\text{”}} = \text{“de wortel uit”})$$

Hierin is **f** een factor, **P** de (lucht)druk en **D** de dichtheid van de lucht. “**f**” Is de “verhouding tussen de “soortelijke warmte van lucht bij gelijkblijvende druk” en die van “gelijkblijvend volume”. Nou ja, dat zal best, het is dus een bepaald verhoudingsgetal. “**P**”, de druk, wordt gemeten in Newton per m<sup>2</sup> (N/m<sup>2</sup>). “**D**” geeft de massa aan in kilogram per kubieke meter (kg/m<sup>3</sup>). Die formule moet dus de snelheid aangeven in meters per seconde! Klopt dat wel? Als we, volgens mijn methode om dat te weten te komen, eenheden in plaats van getallen in de formule invullen, krijgen we:

$$V = \sqrt{(f \cdot N/m^2 : kg/m^3)} = \sqrt{(f \cdot N/m^2 \times m^3/kg)} = \sqrt{(f \cdot N \cdot m/kg)}$$

$$Kg = \text{massa} = \text{Gewicht} : \text{zwaartekrachtversnelling } g = N : (m/s^2)$$

$$\text{Dus } V = \sqrt{(f \cdot N \cdot m : N/m/s^2)} = \sqrt{(f \cdot N \cdot m \times m/s^2/N)} = \sqrt{f \cdot m^2/s^2}$$

De wortel hieruit geeft dus inderdaad m/s = meters per seconde aan!

Verder blijkt uit deze formule dat als de druk P lager wordt de geluidssnelheid ook lager wordt. Maar als de dichtheid D lager wordt zal de snelheid hóger worden. Mijnheer Laplace, hoe hoger je in de lucht komt, hoe langzamer geluid zich voortplant! En daar worden druk en dichtheid allebei lager! Dat zag hij waarschijnlijk ook in, want nu blijkt dat je die formule ook anders kan schrijven namelijk als volgt:

$$V = \sqrt{(f \cdot R \cdot T / M)} = \text{de wortel uit: } f \cdot R \cdot T / M$$

“f” is weer de verhouding van de soortelijke warmtes.

“R” is de “gasconstante”, een constant getal (aantal deeltjes) voor 1 “mol” van een gas.

“T” is de temperatuur in <sup>0</sup>K.

“M” is de massa van één mol gas.

We zien nu dat voor een gas, zoals de lucht van onze aarde, de temperatuur de belangrijkste rol speelt. Als je hoger boven de aarde komt wordt de temperatuur lager maar ook de massa van het gas. Maar ik moet dus aannemen dat vooral de temperatuur de lagere geluidssnelheid veroorzaakt. Er is dan ook nóg een (temperatuur)formule van Laplace, die alléén het verband tussen de geluidssnelheid en de temperatuur legt:

$$V = V_0 \times \sqrt{(1 + t / 273)}. \quad \text{Temperatuur in } ^0\text{Kelvin.}$$

Nemen we nu lucht van 0 <sup>0</sup>Celsius (= 273 <sup>0</sup> Kelvin), waarbij de geluidssnelheid dus 331 m/s is, dan is de snelheid bij 0 <sup>0</sup> Kelvin (= -273 <sup>0</sup> Celsius)

$$331 = V_0 \times \sqrt{(1 + 273/273)} = V_0 \times 1,414$$

Dus  $V_0 = 331 : 1,414 = 234$  meters per seconde.

Maar... bij die lage temperatuur wordt de lucht vloeibaar en dan vast! En.... dan is de dichtheid veel hoger! De berekende geluidssnelheid van lucht bij die temperatuur zal dus wel niet kloppen! Er is trouwens een veel eenvoudigere temperatuurformule, waarmee je “op aardniveau” de snelheid van geluid kan berekenen volgens:

$$\text{Geluidssnelheid } V = 20 \sqrt{T}. \quad (T = \text{de temperatuur in Kelvin})$$

Bij 0 <sup>0</sup>C (273 <sup>0</sup>K) is dus de geluidssnelheid  $20 \sqrt{273} = 331$  meter per seconde, bij 20<sup>0</sup>C:  $20 \sqrt{293} = 342$  m/s. De vochtigheid van de lucht blijkt ook nog wat uit te maken, maar die laat ik hier maar even buiten beschouwing.

Bekijken we water, dan blijkt geluid zich daardoor veel sneller te bewegen, terwijl water veel “dichter” is dan lucht: snelheid (bij 20 <sup>0</sup>C?) is zo’n 1500 meter per seconde. Bij vaste stoffen gaat het nog sneller: door glas met ongeveer 4500 m/s, door staal met 5800 m/s,



dit alles (neem ik aan) bij 20 °C. Wat staal betreft, ik legde als jongetje m'n oor al op een treinrail en dan kon je een trein aan horen komen. Het geluid ging kennelijk beter en sneller door de rails als door de lucht. Het geluid (van de trein) door de lucht hoorde je pas veel later, dan was de trein al vlak bij! Dat was natuurlijk doordat geluid door de lucht sneller verzwakt dan door de stalen rails!

Zou die temperatuurformule ook gelden voor vaste stoffen? Als ik nu aanneem dat deze daarvoor ook geldt, dan kan ik dus de snelheid van het geluid door staal bij 2,7 °K berekenen! De snelheid is bij 0 °(?)Celsius: 5800 m/s (de dichtheid 7,87)

$$5800 = V_0 \times \sqrt{1 + 273/273} = 1,414 \cdot V_0 \text{ dus } V_0 = 5800 : 1,414 = 4102 \text{ m/s}$$

De geluidssnelheid door staal bij 2,7 °K zal dus zo'n 4100 m/s bedragen. Dezelfde berekening bij glas levert ongeveer 2800 m/s op. Dichtheid glas: 2,5.

Uit dit alles blijkt dus dat de snelheid niet echt afhangt van de dichtheid van een materiaal, die speelt een (voor mij) onduidelijke rol. Er is in ieder geval (voor gas) wel een duidelijke relatie met de temperatuur.

Maar... waar wil ik toch naar toe? Nou, ik zou willen rekenen aan de snelheid van licht in "Planckgas", dan kon ik wat meer over de waarde van  $c$  zeggen! Maar ik mag de golfsnelheid van geluid natuurlijk niet vergelijken met de golfsnelheid van licht, dus moet ik "Laplace" maar vergeten.

Het enige dat we kunnen zeggen is dat de golflengte van licht niet van invloed is op de snelheid. Radiogolven, licht, Röntgenstralen, fotonen van verschillende golflengte dus, gaan allemaal even snel, want fotonen hebben geen massa! Maar de materie remt  $c$  wel af: licht gaat bijvoorbeeld minder snel door water, glas en andere transparante stoffen dan door het vacuüm!

## **"Het Veld"**

Weer terug naar ons thema. Wat is nu eigenlijk "Het Veld"? Is dat het "Nulpuntveld"? Er is een (voor mij) opzienbarend boek over geschreven: "Het Veld", geschreven door Lynn Mac Taggart, een Amerikaanse wetenschapsjournaliste, die allerlei, nogal "alternatieve" wetenschappers geraadpleegd heeft. Die geleerden vertellen allerlei bizarre en opzienbarende zaken en verklaren van alles.

De beroemdste geleerde is Rupert Sheldrake, die voortborduurde op het vroeger door de eveneens zeer beroemde Jezuiet, "Teilhard de Chardin" geschreven boek: "Het menselijke fenomeen". Sheldrake spreekt over een "morfogenetische veld". "Morfogenese" betekent: het ontstaan van de vorm. Alle levende wezens zouden communiceren via dit morfogenetische veld. Daarom zouden planten, bomen, insecten, dieren toch, ondanks hun verscheidenheid, in wezen gemeenschappelijke vormen hebben. Alle bomen hebben bladeren, alle (zoog)dieren hebben ogen, oren, ledematen, het lijkt er inderdaad op dat ze een soort contact met elkaar hadden.

Maar er is meer. Sheldrake stelt ook dat, als een groep ratten in Los Angeles een trucje geleerd hebben, kort daarna de ratten in Londen, Parijs en Amsterdam de truc ook kennen en toepassen. En hij vertelt over koekoeksvogels. Die laten zoals bekend hun jongen door andere vogels "opvoeden". Ze zien en kennen hun jongen later dus absoluut niet. In de zomer trekken de oude koekoeken naar Afrika, een maand later trekken de jonge koekoeken ook weg..... naar precies dezelfde plaats! Hoe weten zij dit? Via de wind, zoals men in Indonesië zegt: "kabar angin", nieuws via de wind? Communicatie via "Het Veld", zegt men in het boek.

Zou het ook zo gaan met modegrillen, die “als een lopend vuurtje” de wereld overgaan? En belangrijke uitvindingen en ontdekkingen, die worden ook vaak, geheel los van elkaar, op het zelfde tijdstip gedaan. Ook hierbij: zou er (onbewuste) communicatie via “Het Veld” plaats hebben gehad? En... twee mensen pakken nogal eens precies gelijk de telefoon op, om elkaar te bellen....

Ook de nog steeds niet echt opgeloste vraag: “Waar zetelt ons geheugen?” komt ter sprake. Volgens Shelldrake zit ons geheugen buiten ons lichaam en via onze hersens kunnen we op ons eigen geheugen “afstemmen”! Zouden we via een onbewust “paswoord” inloggen op onze eigen “site” op de “universele server”? Zonder het te weten misschien wel! En mensen die aan telepathie doen en gedachten kunnen “lezen”, zouden dus, in beperkte mate, in staat zijn op een andermans geheugen “af te stemmen”!

Alles wat we weten, onze geheugens, onze kennis, de gewoontes van de natuur, alles zou, als frequenties, als golven dus, opgeslagen zijn in “Het Veld”. Volgens sommigen als torsiegolven. In een torsiegolf, een soort draaigolf, zou van alles opgeslagen kunnen worden, zeggen bepaalde onderzoekers.

Een paar andere bevindingen van Shelldrake: duiven vinden hun hok terug, ook als je dat (niet te ver) verplaatst. Mensen zouden “voelen” dat er van achteren iemand naar hen kijkt. Dat zou betekenen dat onze ogen niet alleen licht ontvangen, maar ook “iets” uitzenden. Intussen zou uit proeven gebleken zijn dat deze laatste bewering niet klopt, hoewel iedereen die ik erom vraag dit fenomeen kent en erin gelooft! En planten (en bomen volgens Irene) zouden reageren op muziek!

Er worden in dit boek van Lynn zaken vermeld die op z'n minst opmerkelijk zijn. Er worden mensen besproken met allerlei opmerkelijke eigenschappen. Bijvoorbeeld mensen die plaatsen op de wereld kunnen beschrijven, waar ze nog nooit geweest zijn, als ze maar de geografische coördinaten weten. Ideaal voor geheime diensten! Helaas kan je al die zaken blijkbaar niet leren, je hebt het of je hebt het niet. Ik heb dergelijke eigenschappen helaas niet! Maar,.... nu ik erover nadenk, ik kan wel in spiegelschrift schrijven, terwijl ik dat nooit geleerd heb! No big deal, maar zou ik dat via “Het Veld” door hebben gekregen?

In “Het Veld” zouden allerlei zaken, zoals natuurwetten en natuurconstanten, als frequenties, opgeslagen zijn. Zaken als natuurwetten en natuurconstanten noemt Shelldrake liever “gewoontes” van de natuur en ze zijn volgens hem ook zeker niet heilig. Volgens Shelldrake zouden wij veel meer aandacht moeten besteden aan zaken als telepathie, communicatie van dieren, reacties van planten en bomen op invloeden van buiten zoals muziek en geluid. Een goede gesprekspartner voor Irene dus!

Op mijn vraag: “Waarom is de lichtsnelheid 300.000 kilometer per seconde, waarom geen ander getal?” is Shelldrakes antwoord: “Het is een gewoonte van de natuur, de snelheid is ooit wel anders geweest en zal opnieuw veranderen!” En dat wordt door andere “geleerden” min of meer bevestigd.

En mijn pogingen dan om “c” te berekenen en te bewijzen? Ik zoek toch verder!

## Temperatuur

Wat is eigenlijk temperatuur? De definitie: “*Het totaal van de bewegingen van materie.*” Moleculen van vaste stoffen, zoals kristallen, trillen en hoe warmer, hoe heftiger de trillingen (of omgekeerd). Nog warmer, dan trillen ze los, de stof “smelt” of “verdamp”. Vloeistofmoleculen zwemmen door elkaar heen. Gasmoleculen vliegen en botsen en hoe hoger de temperatuur hoe sneller die bewegingen.

Bij de oerknal was het heelal ongelooflijk heet. In de afgelopen 13,7 miljard jaar is het heelal echter afgekoeld tot bijna absoluut nulpunt, namelijk  $2,7^0$  Kelvin. Als het “Planckgas”

echt bestaat en deze Planckdeeltjes “Het Veld” vormen, dan is vanaf de oerknal het zeer hete “gas” langzaam afgekoeld naar die 2,7<sup>0</sup>Kelvin (de achtergrondstraling) van nu.

Nemen we nu aan dat de temperatuurformule van Laplace ook geldt voor lichtgolven, dan zou daardoor de lichtsnelheid in die 13,7 miljard jaar inderdaad sterk afgenomen zijn tot de snelheid van nu. Ze zal nog wat verder afnemen, want we zijn “pas” bij 2,7<sup>0</sup>Kelvin, maar de lichtsnelheid wordt blijkbaar niet null!

Nu kan ik toch gaan rekenen! Bij 2,7<sup>0</sup> Kelvin is de snelheid ongeveer 300.000.000 m/s. Dus volgens Laplace:

$$V_{2,7} = V_0 \times \sqrt{1 + 2,7/273} \rightarrow V_0 = 300.000.000 : \sqrt{1,00989} = 298.500.000 \text{ m/s}$$

Als het heelal dus afkoelt naar het absolute nulpunt zal de lichtsnelheid dus nog iets dalen naar bovengenoemde snelheid: ongeveer 298.500 km/s. De wetenschap zal hier wel niet achter gaan staan, maar ik reken graag!

Hoe heet was het heelal vlak na de oerknal? Enige miljarden graden? Dan kunnen we nu dus gaan rekenen hoe snel het licht vroeger ging!

Opmerking: Ik ga er hier dus, *waarschijnlijk ten onrechte*, vanuit dat de temperatuurformule van Laplace ook geldt voor lichtgolven in het hypothetische “Planckgas”!

We krijgen nu de volgende waarden voor de lichtsnelheid:

Bij 1000.000<sup>0</sup>K (één miljoen graad Kelvin):

$$V_0 \times \sqrt{1 + 1000.000/273} = V_0 \times \sqrt{3664} = 298.500 \times 60,53 = 18.000.000 \text{ km/s}$$

Bij 10.000.000<sup>0</sup>K (tien miljoen graad Kelvin):

$$V_0 \times \sqrt{1 + 10.000.000/273} = V_0 \times \sqrt{36631} = 298.500 \times 191,4 = 57.000.000 \text{ km/s}$$

Bij 100.000.000<sup>0</sup>K (honderd miljoen graad Kelvin):

$$V_0 \times \sqrt{1 + 100.000.000/273} = V_0 \times \sqrt{366301} = 298.500 \times 605,2 = 180.000.000 \text{ km/s}$$

Bij 1000.000.000<sup>0</sup>K (één miljard graad Kelvin):

$$V_0 \times \sqrt{1 + 1000.000.000/273} = V_0 \times \sqrt{3663005} = 298.500 \times 1913,9 = 570.000.000 \text{ km/s}$$

Bij 10.000.000.000<sup>0</sup>K (tien miljard graden Kelvin)

$$V_0 \times \sqrt{1 + 10.000.000.000/273} = V_0 \times \sqrt{36630046} = 289.500 \times 6052,3 = 1750.000.000 \text{ km/s}$$

Wat zien we hier nu uit? We zien dat, toen het heelal nog heel heet was de lichtsnelheid veel hoger was:

Bij 1 miljoen	graad Kelvin	ongeveer	60 maal “c”.
Bij 10 miljoen	„	„	190 maal “c”.
Bij 100 miljoen	„	„	600 maal “c”.
Bij 1 miljard	„	„	1900 maal “c”.
Bij 10 miljard	„	„	5800 maal “c”

Nu nog even de vraag: "Hoe heet was het heelal vlak na de oerknal?"

Die bedroeg na 1 seconde 10 miljard K (graden Kelvin)! Dus: de lichtsnelheid was toen: 5800 maal  $c$ !

## Lichtsnelheid

Al vaak heb ik me afgevraagd: "Waarom is de lichtsnelheid driehonderdduizend kilometer per seconde, waarom dit getal, dat moet toch ergens uit blijken?" En inderdaad, die lichtsnelheid kwam ooit in een formule opduiken. En wel in een formule van Maxwell, de man van het Elektromagnetische Veld! De lichtsnelheid dook op in een formule waarin de "permeabiliteit" en de "permittiviteit" van het "Vacuüm" voorkomen!

Maar wat zijn dat voor begrippen?

- "Permeabiliteit", letterlijk "doordringbaarheid", "symbool " $\mu$ ", is "de mate waarin een veld doordringbaar is voor magnetisme". Deze doordringbaarheid wordt gemeten in de eenheid "Henry" per meter.  
1 Henry = 1 Volt.seconde per Ampère = 1 V.s/A
- "Permittiviteit", "toelaatbaarheid", symbool " $\epsilon$ ", is een maat voor het "gemak" waarmee ladingen zich verplaatsen. In dit geval dus door het vacuüm. Deze "toelaatbaarheid" wordt gemeten in de eenheid "Farad" per meter (F/m)  
1 Farad = 1 Coulomb per Volt = 1 Ampère.seconde per Volt = 1 A.s/V.

Nu de formule, deze is heel eenvoudig:

Permeabiliteit maal Permittiviteit is gelijk aan: één gedeeld door lichtsnelheid in 't kwadraat!

$$\text{Dus: } \mu \cdot \epsilon = 1 / c^2 \text{ of anders geschreven: } c = 1 : \sqrt{(\mu \cdot \epsilon)}$$

Als we nu nog even de waardes zouden weten... Wel, Maxwell kende die inderdaad, alleen niet al te nauwkeurig, maar kwam toch op een snelheid van ongeveer  $3 \times 10^9$  m/s.

Nu gaan we zelf rekenen met de waardes die we intussen veel nauwkeuriger weten:

$$\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Henry}$$

$$\epsilon = 8,8541878176 \cdot 10^{-12} \text{ Farad/meter}$$

Hier komt dan de berekening:

$$c = 1 : \sqrt{(\mu \cdot \epsilon)} = 1 : \sqrt{(4 \cdot \pi \cdot 8,8541878176 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-12})} = 1 : \sqrt{(111,2 \times 10^{-19})}$$

$$c = 1 : \sqrt{(1112 \times 10^{20})} = 1 : (33,346 \times 10^{10}) = 0,0299886 \times 10^{10} \text{ en dit is } 299.886.000 \text{ m/s,}$$

Ongeveer 300.000 km/s dus. Toch vraag ik me af: kende die Maxwell nou de lichtsnelheid en werkte hij er naar toe? Of kwam die lichtsnelheid inderdaad uit z'n formule rollen? Ik kan het hem niet meer vragen, maar daar het (meen ik) een empirische (proefondervindelijke) formule is, heb ik toch m'n twijfels!

## Planckmaten

Die "Planckmaten" nog even, hoe is men daar aan gekomen? Men spreekt over: de Plancklengte, de Planckmassa, maar ook over de "Plancktijd" enzovoort. Het zijn een soort

minimummaten in het heelal, heelal- of natuurconstanten. Iets met nog kleinere afmetingen dan de Plancklengte zou geen zinnig belang hebben: te klein! Onder de Plancklengte krijgt het heelal een “korrelstructuur”, maar wat dat betekent? Licht heeft toch ook een korrelstructuur: het bestaat uit fotonen, dus wat er bedoeld wordt is, denk ik, dat het heelal uit “Plancklange” korrels bestaat.

Zoals vermeld, bij de huidige stand van zaken kunnen we zaken waarnemen tot ongeveer  $10^{-16}$  meter. De “Plancklengte” ligt echter in de orde van grootte:  $10^{-35}$  meter. Maar ..... hoe komen de “geleerden” aan die getallen, hoe berekenen we die waarden? Ja, dan komen er toch weer formules (ook nu weer vrij eenvoudige), maar hoe die beredeneerd zijn? Het heeft te maken met het “onzekerheidsbeginsel van Heisinger”. Wat was dat ook alweer? Dit beginsel zegt het volgende: wil je de plaats van een deeltje bepalen, dan kan je de impuls niet meten (en omgekeerd), want door de meting wordt het deeltje beïnvloed. Hetzelfde geldt voor energie en tijdstip van een deeltje. Heisinger bepaalde die onzekerheid (natuurlijk weer) met een formule waarin “h” voorkomt. Volgens hem is die “onzekerheid” groter of gelijk aan  $h/4\pi$  en dat is gelijk aan  $6,63 \times 10^{-18}$  J.s. Wat ik hier alleen van begrijp is, dat het een zeer klein getal is.....

Die onzekerheid zelf is wel begrijpelijk en daar is in eerder hoofdstuk al over geschreven. Wil je iets weten over een zeer klein deeltje, wil je het bijvoorbeeld “zien”, dan moet je er licht op laten “vallen”, ja en dat opvallende licht, fotonen dus, die stoten het betreffende deeltje uit z’n baan, voegen energie toe, veranderen z’n impuls. Kortom je kan een deeltje niet meten zonder het te verstoren. In de formules van de Planckmaten zie je dan ook dat de constante van Planck “h” of die van Dirac  $\underline{h}$ , (“h” gedeeld door  $2\pi$ ) er steeds in voorkomt!

## Planckmaten

Hier volgen de formules en de berekeningen:

### Plancklengte $l^*$ :

$\sqrt[3]{(G \cdot \underline{h} / c^3)}$  De wortel uit G maal  $\underline{h}$  gedeeld door c tot de macht drie.

- G (gravitatieconstante van Newton) =  $6,67259 \times 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{kg} \cdot \text{s}^2$
- $\underline{h} = h/4\pi$  (constante van Dirac) =  $1,05 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$  (h = constante van Planck)
- c (lichtsnelheid) =  $3,00 \times 10^8 \text{ m}^2/\text{s}$

We krijgen dus:

$$\begin{aligned} & \sqrt[3]{\{(6,67 \times 10^{-11} \times 1,05 \times 10^{-34}) : (27 \times 10^{24})\}} = \sqrt[3]{0,2594 \times 10^{-68}} = \\ & = 0,16162412 \times 10^{-34} = \underline{1,616 \times 10^{-35}} \text{ meter} = l^* \text{ of } l_p. \end{aligned}$$

### Planckmassa $M^*$ :

$\sqrt{(c \cdot \underline{h} / G)}$  De wortel uit c maal  $\underline{h}$  gedeeld door G.

$$\begin{aligned} & \sqrt{\{(3 \times 10^8 \times 1,05 \times 10^{-34}) : (6,67 \times 10^{-11})\}} = \sqrt{(0,47226 \times 10^{-15})} = \\ & \sqrt{(4,7226 \times 10^{-16})} = \underline{2,173 \times 10^{-8}} \text{ kg} = M^* \text{ of } M_p. \end{aligned}$$

### Plancktijd $t^*$ :

$\sqrt{(G \cdot \underline{h} / c^5)}$  De wortel uit  $G$  maal  $\underline{h}$  gedeeld door  $c$  tot de macht vijf.

$$\sqrt{\{(6,67 \times 10^{-11} \times 1,05 \times 10^{-34}) : (3^5 \times 10^{40})\}} =$$

$$\sqrt{(0,028820987 \times 10^{-85})} = \sqrt{(28,820987 \times 10^{-88})} = \underline{5,37 \times 10^{-44} \text{ s}} = t^* \text{ of } t_p.$$

Met Einsteinsformule kunnen we ook nog even de Planckenergie uitrekenen.

$$E = m \cdot c^2 \text{ dus is de:}$$

### Planckenergie $E^*$ :

$$\sqrt{(c \cdot \underline{h} / G)} \cdot c^2 = \sqrt{(c^5 \cdot \underline{h} / G)}$$

De wortel uit ( $c$  maal  $\underline{h}$  gedeeld door  $G$ ) maal  $c$  kwadraat, óf:

De wortel uit ( $c$  tot de macht 5 maal  $\underline{h}$  gedeeld door  $G$ ).

$$\sqrt{\{(3^5 \times 10^{40} \times 1,05 \times 10^{-34}) : (6,67 \times 10^{-11})\}} = \sqrt{(38,25337 \times 10^{17})} =$$

$$= \sqrt{(3,8,25337 \times 10^{18})} = \underline{1,9558 \times 10^9 \text{ Joule}} = E^* \text{ of } E_p.$$

### Plancktemperatuur $T^*$ :

$$E^* / k$$

Planckenergie  $E^*$  gedeeld door de constante van Boltzman ( $k$ ). Wat was dat ook al weer?  
“ $k$ ” = de gasconstante  $R$  : getal van Avogadro  $N = 1,3806503 \times 10^{23}$  Joule/°K.

$$1,9558 \times 10^9 : 1,38065 \times 10^{-23} = \underline{1,41658 \times 10^{32} \text{ K}} \text{ (graden Kelvin)} = T^* = T_m$$

Dit zou de temperatuur van het heelal zijn geweest:  $t_p$  secondes na de “oerknal”.

### Planckdichtheid $\rho^*$ :

$M^* : (l^*)^3$  (Planckmassa gedeeld door de Plancklengte) tot de macht drie.

$$(2,173 \times 10^{-8}) : (1,616 \times 10^{-34})^3 = (2,173 \times 10^{-8}) : \{4,220113 \times (10^{-34})^3\} =$$

$$(2,173 \times 10^{-8}) : \{4,220113 \times 10^{-102}\} = 0,515 \times 10^{94} \text{ kg/m}^3 =$$

$$\underline{5,15 \times 10^{93} \text{ kg/m}^3} = \rho^* = \rho_p$$

De “encyclopies” geven iets andere waarden, dan ik hier berekend heb. Dit zal wel komen omdat ik voor  $c$ , de lichtsnelheid  $3 \times 10^8 = 300$  miljoen meter per seconde heb genomen. In werkelijkheid is deze namelijk:  $299792458 \pm 1,2$  meter per seconde. De waarden zijn echter nauwkeurig genoeg om een inzicht te krijgen in de Planckmaten. Maar ik geef hier toch nog maar even de preciezere waarden, maar wat je er mee moet?

- Plancklengte             $L_p$      $1,6162412 \cdot 10^{-35}$  meter
- Planckmassa             $M_p$      $2,187645 \cdot 10^{-8}$  kg
- Plancktijd               $t_p$      $5,391 \cdot 10^{-44}$  seconde
- Planckenergie           $E_p$      $1,9563 \cdot 10^{19}$  Joule
- Plancktemperatuur     $T_p$      $1,41679 \cdot 10^{32}$  K
- Planckdichtheid         $\rho_p$      $5,15503 \cdot 10^{93}$  kg/m<sup>2</sup>

Er zijn nog veel meer “Planckeenheden”, maar dit zijn de belangrijkste!