Kerntemperatuur berekend van de Aarde en Zon

Noether's wet van energiebehoud verklaart hoge kerntemperatuur

Inleiding en relevantie

De temperatuur van de binnenkern van de aarde wordt geschat op ongeveer 5.700 [K] op basis van metingen aan teruggekaatste golven veroorzaakt door aardbevingen en het gesmolten ijzer-nikkel dat een magnetisch veld creëert. De geleidelijke afkoeling van het binnenste van de aarde wordt geschat op ongeveer 100 graden [K] per miljard jaar. De hoge kerntemperatuur wordt momenteel verklaard door radioactief verval (80%) en restwarmte (20%), zie https://en.wikipedia.org/wiki/Earth referentie [110].

De auteurs bieden een andere verklaring (dan radioactief verval) van de hoge temperatuur namelijk: behoud van energie. De auteurs tonen aan dat de belangrijkste oorzaak van de hoge temperatuur in de binnenkern behoud van energie is: binnen een massief lichaam dat in thermisch evenwicht is volgens Noether behoudswetten. De hier gepresenteerde berekening van de temperatuur, waarbij de binnenkern temperatuur stabiliseert, komt uit op 5.380 [K]. Het verschil met de hogere temperatuur van 5.700 [K] zoals op dit moment gangbaar in de wetenschap, kan dan goed worden verklaard door restwarmte en enig radioactief verval. Met andere woorden, de auteurs stellen dat *niet het radioactief verval, maar het behoud van energie voornamelijk verantwoordelijk is voor de hoge temperatuur in de kern van de aarde.*

Vervolgens tonen de auteurs aan dat de zeer hoge temperatuur in de kern van de zon niet door het proces van kernfusie wordt veroorzaakt, maar andersom: het kernfusieproces binnen de zon wordt veroorzaakt door de hoge temperatuur. De hoge temperatuur in de kern van de zon kan op dezelfde wijze worden berekend als bij de aardse kern, resulterend in een inwendige zon kerntemperatuur van 15.550.000 [K], ongeacht het fusieproces!

Gangbare visie op de kern temperatuur (Wikipedia)

"Interne warmte van de aarde komt van een combinatie van restwarmte van planetaire accretie (ongeveer 20%) en warmte die wordt geproduceerd door radioactief verval (80%). De belangrijkste warmte-producerende isotopen op aarde zijn kalium-40, uranium-238, uranium-235 en thorium-232. In het centrum kan de temperatuur oplopen tot 6000 °C en de druk kan 360 GPa bereiken. Omdat veel van de warmte wordt geproduceerd door radioactief verval, postuleren wetenschappers dat vroeg in de geschiedenis van aarde, voordat isotopen met korte halfwaardetijd waren uitgeput, de aardse warmteproductie veel hoger zou zijn geweest. Deze extra warmteproductie, tweemaal de hedendaagse, bij ongeveer 3Ga, met heviger mantel convectie en platentektoniek en daardoor ontstonden zeldzame stollingsgesteenten zoals komatiet die vandaag zelden gevormd worden", zie https://en.wikipedia.org/wiki/Earth . Ook staat er:

"De temperatuur van de kern kan worden ingeschat rekening houdend met zowel de theoretische als de experimenteel aangetoonde beperkingen op de smelttemperatuur van onzuiver ijzer bij een druk die aan de grens van de binnenkern heerst (ongeveer 330 GPa). Deze overwegingen wijzen erop dat de temperatuur ligt op ongeveer 5.700 K (5.400 °C; 9,800 °F). De druk in de binnenkern van de aarde is iets hoger dan op de grens tussen de buitenste en binnenste kernen: het varieert tussen 330 tot 360 gigapascal (3.300.000 tot

3.600.000 atm.). IJzer kan vast zijn bij zulke hoge temperaturen, puur omdat zijn smelttemperatuur dramatisch stijgt bij een dergelijke druk (Zie de vergelijking van Clausius-Clapeyron) ", zie https://en.wikipedia.org/wiki/Inner_core.

De auteurs van dit artikel berekenen de temperatuur van de binnenkern gebaseerd op energiebehoud: de som van de (hoge) potentiële energie "E_{pot}" en (lage) kinetische energie "E_{kin}" aan het aardoppervlak is gelijk aan de som van de zwaartekracht potentiaal (nul) en (hoge) kinetische energie in de kern van de aarde:

E_{tot} = Epot + Ekin = constant [J] energie massadeeltje (0)

Om dit aanschouwelijk te maken, boren we een denkbeeldige tunnel door de aarde.

Een tunnel door de aarde

Stelt u zich een tunnel voor, vanaf uw locatie, via het massacentrum, naar de andere kant van de aarde. Stel in deze tunnel heerst vacuüm en hij is wrijvingsloos. Wat zou er gebeuren met een vallende kiezelsteen met massa "m"? De steen zou versnellen, zijn hoogste snelheid bereiken in het centrum en weer aan de andere kant van de aarde tevoorschijn komen bij lage snelheid (theoretisch net met snelheid nul).

Snelheid van massa-deeltjes en temperatuur zijn aan elkaar gerelateerd via kinetische energie. Hoe hoger de snelheid "v", hoe hoger de kinetische energie (½m.v^2) en daarmee hoe hoger de temperatuur. De kiezel in de tunnel leert ons, puur op basis van behoud van energie, dat de temperatuur van de aarde het hoogst moet zijn bij de kern. We moeten echter een aantal stappen zetten en aannames doen om die temperatuur te kunnen berekenen.

De stappen zijn: 1) het vaststellen van de relatie tussen de gemiddelde snelheid van de deeltjes en temperatuur, 2) het bepalen van de zwaartekracht potentiaal binnen de aarde en 3) het berekenen van de kerntemperatuur. Dit is een tamelijk ingewikkelde berekening, gebruik makend van Einsteins zwaartekracht potentiaal uit zijn Algemene Relativiteitstheorie en de Schwarzschild oplossing voor een bol van niet samendrukbare vloeistof. We nemen het molecuul waterstof als standaard en hanteren Noether's wet van behoud van energie. Als u tevens geïnteresseerd bent in de analyse daarvan, zie www.loop-doctor.nl/book-II.

Einsteins zwaartekracht potentiaal *vereist* een constante dichtheid in de gehele bol. De aarde is echter geen bol van niet-samendrukbare vloeistof, dat zou een constante dichtheid betekenen overal binnen de aarde. Maar, er bestaat geen oplossing voor Einsteins Algemene Relativiteitstheorie voor een bol van variërende dichtheid. Met andere woorden, de hierna volgende berekeningen zijn gebaseerd op een model van de aarde met een constante dichtheid. Dit model heeft goed gewerkt voor de invloed van de zwaartekracht van de aarde op cesium klokken, dus we verwachten voorlopig dat dit model ook goed werkt voor de berekening van de kerntemperatuur. Dit zal verderop blijken.

Kerntemperatuur berekend van de Aarde en Zon

Noether's wet van energiebehoud verklaart hoge kerntemperatuur

Om te beginnen, volgt nu een Newtonse analyse, gebaseerd op het behoud van energie in de vorm van potentiële energie en kinetische energie binnen een bol van niet-samendrukbare vloeistof.

Newtonse berekening

Twee belangrijke formules vormen de kern van de Newtonse berekening;
de eerste is (zie https://en.wikipedia.org/wiki/temperature):

$E_{kin} = ½m.v^2 = 1½K_B.T_{kin}$ [J] gemiddelde kinetische energie (1)

In deze vergelijking is "E_{kin}" de gemiddelde kinetische energie van waterstof moleculen in [J], "m" de massa van een enkel waterstof molecuul (H_2) in [kg], "v^2" de gemiddelde snelheid in het kwadraat van de waterstof moleculen in [$m^2.s^{-2}$], "K_B" de constante van Boltzmann die gelijk is aan 1,38 x 10^{-23} in [$J.K^{-1}$] , en "T_{kin}", de temperatuur op basis van de kinetische energie van de waterstof moleculen in [K].

Merk op dat we het molecuul van waterstof (H_2) hebben gekozen voor het berekenen van de kinetische energie. Dit is gebaseerd op de veronderstelling dat temperatuur onafhankelijk is van het gekozen molecuul, zwaardere moleculen hebben lagere snelheden, maar de kinetische energie blijft hetzelfde. De auteurs hebben gestandaardiseerd op waterstof als molecuul om kinetische energie te relateren aan snelheid, dit is van belang voor hoge temperaturen wanneer relativistische snelheden worden bereikt.

Merk ook op dat de temperatuur is gebaseerd op de kinetische energie in deze formule. Het alternatief zou zijn de, op impuls "p" maal snelheid "v" gebaseerde temperatuur "T_{mom}" ($3K_B.T_{mom} = p.v$), die gebruikt kan worden voor ideale gassen, fotonen en extreem hoge temperaturen. De aarde is vloeibaar/vast met niet-relativistische temperaturen, dus formule (1) is de logische keuze hier voor Newtonse mechanica.

De tweede belangrijke formule houdt verband met potentiële energie, die is gebaseerd op een bol van niet-samendrukbare vloeistof. Hij is gebaseerd op het verschil in de vierkantswortel van Einsteins zwaartekracht potentiaal "Φ_{in}" *binnen* een bol van niet-samendrukbare vloeistof, zie: www.loop-doctor.nl/book-ii:

$E_{pot} = ½G.M.m.r^2 / R^3$ $r \leq R$ [J] potentiële energie binnen de bol (2)

In deze vergelijking is "E_{pot}" de potentiële energie in een bol van niet-samendrukbare vloeistof, "G" de constante van Newton (6,67 x 10^{-23}) in [$N.m^2.kg^{-2}$], "M" de massa van de aarde in [kg], "R" de straal van de aarde (6.371.000 in [m]), en "r" de afstand vanaf het massa centrum van de aarde in [m]. Merk op dat de potentiële energie van een massadeeltje zoals de kiezelsteen nul wordt in het massa centrum (r = 0). Terzijde: de potentiële energie bóven het oppervlak van de aarde (r > R) is heel anders, dit is de bekende formule:

$E_{pot} = m.g.h$ $r = > R$ [J] potentiële energie boven de aarde (2a)

(waarbij "g" = 9,81 en "h" is de hoogte boven het oppervlak).
Beide formules zijn benaderingen die alleen geldig zijn voor kleine waarden van de Schwarzschild straal ($R_S = 2G.M / c^2$) ten opzichte van de echte straal "R". Voor uitleg zie www.loop-doctor.nl/book-II.
De aarde heeft een straal van ongeveer 6.371 [km], terwijl zijn Schwarzschild straal ongeveer 8,88 [mm] is, dus de benaderingen van formules (2) en (2a) zijn geldig.

Berekening van de kerntemperatuur en snelheid

Voor de massa van de aarde "M" van 5,97 x 10^{24} [kg] en de massa van een waterstofmolecuul "m" van 3,37 x 10^{-27} [kg], krijgen we de volgende energieniveaus aan het aardoppervlak (r = R) en in de kern (r = 0):

Energie aan de oppervlakte:

E_{pot}	$= ½G.M.m / R$	$= 1{,}055 \times 10^{-19}$	[J]	potentiële energie (r = R)
E_{kin}	$= ½m.v^2 = 1½K_B.T_{kin}$	$= \underline{0{,}059 \times 10^{-19}}$	[J]	kinetische energie (T_{kin} = 283 Kelvin)
E_{oppvl}		$= 1{,}114 \times 10^{-19}$	[J]	totale energie aan het oppervlak

Zoals eerder vermeld, zie formule (0), betekent energiebehoud dat de totale energie aan het aard- oppervlak gelijk is aan de totale energie in de aardkern: $E_{kern} = E_{oppvl} = 1{,}114 \times 10^{-19}$ [J].

In de kern geldt weer: $E_{kern} = E_{pot} + E_{kin}$, waarbij de E_{pot} in de kern gelijk is aan 0 conform formule (2). Dus nu kunnen we de kerntemperatuur T_{kin} afleiden:

E_{kin}	$= ½m.v^2 = 1½K_B.T_{kin}$	$= 1.114 \times 10^{-19}$	[J]	kinetische energie in de kern

De constante van Boltzmann "K_B" is gelijk aan 1,38 x 10^{-23} in [$J.K^{-1}$], daaruit resulteert vervolgens T_{kin} = 5.380 [K]. Dit verklaart al voor 90% die hoge kerntemperatuur van de aarde *zonder radioactief verval!* Natuurlijk, hebben radioactief verval en de restwarmte een invloed, zolang de aarde niet in thermisch evenwicht is, zie verderop.

Als u de snelheid van de kiezelsteen in de aardkern wilt berekenen, kunnen we eerst (1) en (2) combineren aan het oppervlak waar r = R en waar de kinetische energie van de steen nog gelijk is aan nul:

$½m.v^2$	$= ½G.M.m / R$	[J]	E_{kin} in de kern gelijk aan E_{pot} aan het oppervlak
v^2	$= G.M / R$	$[m^2.s^{-2}]$	

$v = (G.M / R)^{½} = 7.910 \quad [m.s^{-1}]$

De kiezelsteen bereikt een duizelingwekkende snelheid van 7.910 [$m.s^{-1}$] in de kern van de aarde, ruim 28.000 kilometer per uur, (ca. 8 km per seconde). Alle massadeeltjes, steentjes en waterstof moleculen bereiken dezelfde snelheid in de kern wanneer ze starten met snelheid nul aan het oppervlak. Vergeet echter niet dat de dichtheid in de aarde niet overal hetzelfde is, een voorwaarde voor formule (2). Met andere woorden, deze berekeningen gebruiken een vereenvoudigd model van de aarde.

Thermisch evenwicht

Thermisch evenwicht wordt bereikt wanneer evenveel stralingsvermogen in [W] aan het oppervlak wordt ontvangen als wordt uitgestraald. Als de oppervlakte temperatuur constant blijft, dan blijft de kerntemperatuur dat ook. Om onze stelling te versterken dat energiebehoud de kerntemperatuur bepaalt, gaan we kijken naar de kerntemperatuur van de zon.

Op dezelfde manier zoals we dat voor de aarde deden komt de kerntemperatuur van de zon op 15.550.000 [K], slechts gebaseerd op energiebehoud: een temperatuur die wordt bevestigd door astrofysici. Met andere woorden, de kerntemperatuur wordt niet veroorzaakt door kernfusie. Het is andersom: de kernfusie is het resultaat van de hoge temperatuur, veroorzaakt door energiebehoud binnen een object dat in thermisch evenwicht is.

Conclusie

Noether's wet van behoud van energie verklaart de kerntemperatuur van bolvormige objecten in thermisch evenwicht. Bij radioactief verval en kernfusie komen grote hoeveelheden energie vrij. Een object in thermisch evenwicht transporteert echter net zoveel energie naar de oppervlakte en geeft dit af aan de omgeving. De kerntemperatuur van de aarde moet dus ten minste 5.380 [K] zijn; de kerntemperatuur van de zon moet ten minste 15.550.000 [K] zijn. De kerntemperatuur van bolvormige massa's wordt voornamelijk veroorzaakt door behoud van energie.

Consequenties

Noether wet van behoud van energie stelt een minimum eis aan de massa "M" van bolvormige objecten bestaande uit gassen (waterstof en helium) om tot ontbranding van een kernfusie proces te komen. Gasplaneten zoals Jupiter en Saturnus hebben niet genoeg massa voor kernfusie.

Over ons boek "Quantum Relativiteit (voor zwaartekracht)"

Emmy Noether (1882-1932) is de briljante moeder van energie- en impulsbehoud. De Schwarzschild oplossing die geldt voor een massieve bol, is door de auteurs gerepareerd om aan haar behoudswetten te voldoen.
De auteurs noemen hun gerepareerde Schwarzschild oplossing "Quantum relativiteitstheorie voor Zwaartekracht", zie www.loop-doctor.nl/book-II , waarvan u de eerste drie hoofdstukken op de website kunt lezen. De resultaten van onze theorie zijn:

1. Het verenigen van de speciale relativiteitstheorie met de Schwarzschild oplossing,
2. Repareren van de Schwarzschild oplossing voor de behoudswetten van Noether,
3. Het vereenvoudigen van de Schwarzschild-oplossing ($E = \sigma.\gamma.m_0.c^2$).

De Quantum Relativiteitstheorie (voor Zwaartekracht) voorspelt dat geologen, op een zeker moment in de toekomst, zullen kunnen bevestigen, dat de hoge temperatuur in de kern van de aarde *vooral* door zijn positie in het massacentrum veroorzaakt wordt.

Wij hopen u net zo veel "aha" ervaringen zult beleven als wij hebben ondergaan,

Rob Roodenburg (MSc, auteur)
Frans de Winter (MSc. medeauteur)
Oscar van Duijn (MSc. medeauteur)
Maarten Palthe (MSc. redacteur)

Schiedam,
Juni 2018