

Wakker Worden Kinderlezing: **Wat is de koudste kou?**

Zondag 24 januari 2016



Fotografie: DigiDaan

Het is winter. Een beetje een vreemde winter, dit jaar: de ene dag kun je naar buiten met alleen je winterjas aan. De andere dag is het kouder en is een muts ook nodig. Maar is dat nou echt koud? Waar ter wereld is het het koudst? En hoe koud kan het eigenlijk worden? Natuurkundige Anne de Visser van de Universiteit van Amsterdam doet onderzoek naar de veranderende eigenschappen van materialen bij extreme kou. Hij vertelt alles over de koudste kou tijdens de Wakker Worden Kinderlezing bij Science Center NEMO in Amsterdam.

Om te meten hoe koud het is, is de thermometer uitgevonden. Daarop is bijvoorbeeld af te lezen dat smeltend ijs 0 graden en kokend water 100 graden is en dat het in de zaal van de kinderlezing 20 graden is. 'Als we het hebben over graden, bedoelen we altijd graden Celsius. Naar de bedenker van deze afspraak, de Zweedse onderzoeker Anders Celsius,' vertelt De Visser. De graadverdeling heeft positieve getallen als het boven 0 is. 'Als de temperatuur aan de andere kant van de 0 komt, vriest het.' Dan wordt het -1 of -5 graden Celsius.

Koude plekken

De koudste gebieden op de wereld zijn te vinden op de noord- en de zuidpool. 'Dat komt doordat de zonnestralen die terechtkomen op de aarde, hier een groot vlak beschijnen,' legt de natuurkundige uit. 'De zon komt recht op de evenaar terecht, daar zijn de meeste stralen per stukje land en is de temperatuur het hoogst. Hoe verder je naar het noorden of zuiden afzakt, hoe groter het te beschijnen oppervlak wordt: er zijn dan minder zonnestralen per stukje. Daardoor is de temperatuur lager.'

In het weerstation Vostok op de Zuidpool hebben onderzoekers in 1983 de laagste temperatuur ooit op aarde gemeten: -89,2 graden Celsius. 'In Nederland is de laagst gemeten temperatuur -24 graden Celsius. Op de maan kan het 's nachts -150 graden Celsius worden.' Dat het op aarde niet zo koud wordt, komt door de dampkring. Dat is de bescherm laag van de aarde en die houdt warmte vast.

Als het op de maan -150 graden kan worden, waar is het dan het koudst in ons zonnestelsel? De Visser laat een tekening zien waarop alle planeten en de zon staan. Hij wijst. 'Hoe dichter je bij de zon komt, hoe

warmer het is,' vertelt hij. Op aarde is het gemiddeld 22 graden. Mercurius ligt veel dichterbij de zon en daar is het gemiddeld 350 graden. Op Saturnus, die zich een stuk verder van de zon bevindt, is het -180 graden. En op Pluto - officieel geen planeet - is het -220 graden Celsius.



Fotografie: DigiDaan

Welkom in de wereld van gassen

Maar waar is het het koudst in de ruimte? 'Heel ver weg van sterren en planeten is het -270 graden Celsius,' zegt De Visser. 'En als je dan nog verder weg gaat? Kan het dan nóg kouder worden? Bijvoorbeeld -400 of -500 graden?' Dat vinden de kinderen wel een interessante vraag. Om daar achter te komen, neemt De Visser ze mee in de wereld van de gassen. Hij laat een plaatje zien van bewegende balletjes in een vierkant. 'Dit is een gas. Die balletjes stellen de moleculen van het gas voor.'

Er zijn veel verschillende gassen. De kinderen weten er zo al een paar: lucht, waterdamp en helium, het gas waardoor een ballon opstijgt. Verder is er bijvoorbeeld koolzuurgas voor de belletjes in je frisdrank en aardgas om op te koken. Gas verandert als de temperatuur verandert, vertelt De Visser. Hij pakt een fles met een lege ballon erop. Als de fles in warm water wordt gezet, zien de kinderen dat de ballon een beetje wordt opgeblazen. 'Dat betekent dat het gas wat in de fles zit, toeneemt in volume,' zegt De Visser. De luchtmoleculen gaan harder bewegen als ze warmer worden, daardoor neemt het volume van het gas toe en wordt het ballonnetje groter.



Fotografie: DigiDaan

Nu krijgt iedereen een reageerbuisje met een beetje zeepsop. De kinderen moeten met hun duim erbovenop een beetje schudden. Zo ontstaat een zeepvlies in het buisje. Dan doen ze de reageerbuis in warm water. 'Het vliesje gaat omhoog!' roept een meisje. Dat komt doordat het volume van de lucht groter wordt als de temperatuur ervan stijgt.

'Temperatuur is beweging'

Waarom neemt het volume van een gas eigenlijk toe als het warmer wordt? 'Temperatuur is beweging,' legt De Visser uit. Hij zet een bakje met kleine balletjes op een trilplaat. Die balletjes stellen gasmoleculen voor, de trilplaat bepaalt de temperatuur. Dan zet de natuurkundige de plaat aan. De balletjes gaan bewegen: de temperatuur stijgt. Hoe harder hij de plaat zet - hoe hoger de temperatuur - hoe harder de balletjes gaan trillen en hoe meer ruimte ze innemen.

De Visser pakt een opgeblazen ballon en laat die in vloeibare stikstof zakken. Stikstof heeft een temperatuur van -196 graden Celsius en wat gebeurt er? 'De lucht gaat eruit!' roept iemand. Dat lijkt inderdaad zo, maar dat gebeurt niet. De ballon krimpt, doordat het gas in de ballon koud wordt. Als je dan zachtjes tegen de ballon blaast, warmt het gas weer op en 'groeit' hij weer.

Het verband tussen het volume en temperatuur van een gas, kun je uitzetten in een grafiek. En wat zien de kinderen? Alle meetpunten liggen op één lijn. 'Dat noemen we de Wet van Charles. Deze wet kun je ook omdraaien: aan de andere kant van de o. De rechte lijn van de positieve kant kunnen we doortrekken aan de negatieve kant, tot het punt waarop het gas geen volume meer heeft. Dan komen we uit op -273 graden Celsius. Dat is het absolute nulpunt, want een volume kan niet negatief worden.'

Op -273 graden Celsius bewegen de gasmoleculen dus helemaal niet meer. Het absolute nulpunt wordt o Kelvin genoemd, naar Lord Kelvin, een belangrijke wetenschapper uit de 18^{de} eeuw. Natuurkundigen werken altijd met Kelvin, vertelt De Visser. 'Werken met Kelvin is makkelijker, want je kunt niet lager dan o Kelvin.' Met deze aanduiding is het vriespunt 273 Kelvin en kamertemperatuur 293 Kelvin.

Kou maken

De Visser doet onderzoek naar de veranderende eigenschappen van materialen bij lage temperaturen. Om dat te kunnen, moet het heel koud zijn. Maar hoe maak je kou? De Visser gebruikt voor zijn onderzoek een bijzondere vriezer, maar die werkt eigenlijk net zoals de koelkast thuis. Een koelkast is een gesloten systeem, zodat je niet steeds nieuwe gasmoleculen nodig hebt en bestaat uit twee delen: een warm deel en een koud deel. In het warme gedeelte worden gasmoleculen samengeperst. 'Hoe minder ruimte de gasmoleculen hebben, hoe harder en vaker ze tegen elkaar en de wanden aan botsen, hoe warmer het wordt,' legt De Visser uit. 'Als deze moleculen in het andere deel van de koelkast dan ineens veel ruimte krijgen, botsen ze minder vaak en koelt het af. Op die manier kun je kou maken.'

Kou wordt niet alleen door natuurkundigen gebruikt om onderzoek te doen. Wratjes worden bij de dokter aangestipt met stikstof, dat een temperatuur heeft van 77 Kelvin. De wrat bevriest en valt eraf. Ook in ziekenhuizen wordt gebruik gemaakt van kou. Bij heel lage temperaturen worden materialen namelijk supergeleidend: er is geen weerstand meer. En daar maken MRI-apparaten gebruik van. Op een temperatuur van 4 Kelvin produceren de magneten in de apparaten beelden, waardoor de dokters kunnen zien of je ziek bent. En de zweeftreinen in Japan hebben supergeleidende wielen. Hierdoor is er geen weerstand en kunnen deze treinen wel 500 kilometer per uur!



Fotografie: DigiDaan

IJskoude proefjes

Dat klinkt allemaal fantastisch, maar de kinderen in de zaal kunnen er niets van zien. Daarom is het tot slot tijd voor een paar ijskoude proefjes. 'Materialen gaan zich anders gedragen als je ze heel koud maakt,' zegt De Visser. Hij pakt een emmer met stikstof. Het borrelt en bruist wanneer hij het in een beker giet. 'Stikstof heeft een temperatuur van 77 Kelvin, daardoor zie je het nu koken,' zegt De Visser. 'Dat is toch raar eigenlijk, dat iets wat zo koud is toch kan koken.'



Fotografie: DigiDaan

Hij dompelt een elastiekje onder in de vloeibare stikstof. Als het eruit komt, veert en rekt het niet mee: het elastiekje is kneiterhard geworden. Een bevroren stuiterbal stuitert niet meer en een mooie rode roos breekt in wel duizend stukjes als De Visser er met een hamer tegenaan tikt.



Fotografie: DigiDaan

Wil je ook een keer naar een Wakker Worden Lezing?

Kijk voor de meer informatie over de Wakker Worden Lezingen op de website van NEMO:
www.e-nemo.nl/wakkerwordenlezingen