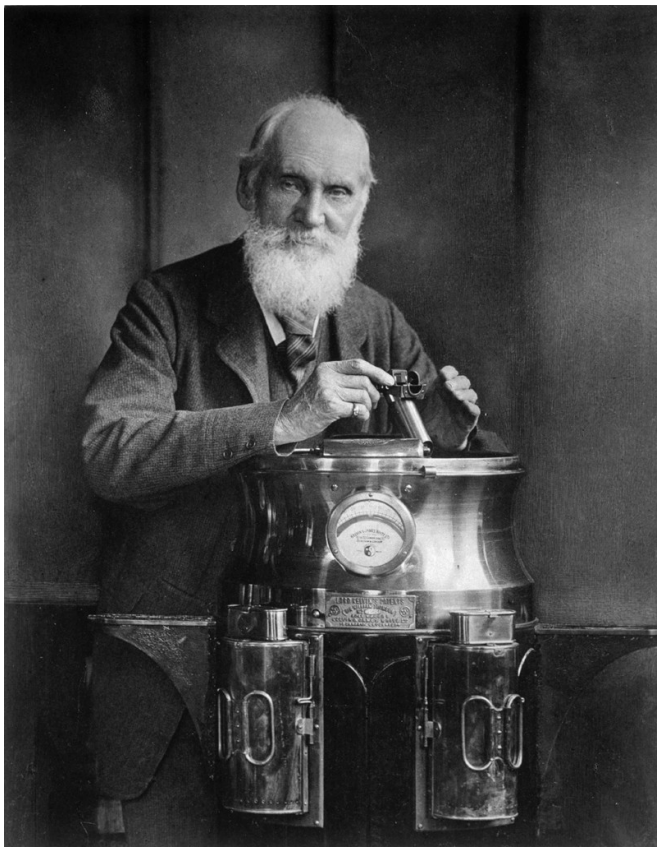
# De natuurkunde van het absolute nulpunt

**Temperatuur is een alledaagse, maar tegelijkertijd fascinerende grootheid. Neem een gas van atomen, zoals bijvoorbeeld de lucht om ons heen. Dit gas heeft een bepaalde temperatuur, maar wat betekent die temperatuur eigenlijk? Wat gebeurt er als we die verlagen? Is er een eindpunt waar voorbij we het gas niet verder kunnen afkoelen? Wat voor interessante natuurkunde speelt zich af op zo'n eindpunt? In dit artikel zullen we die vragen beantwoorden. We zullen zien dat er inderdaad een eindpunt is, ook wel het absolute nulpunt genoemd, en dat daar heel veel interessante fysica verscholen zit.**



**Afbeelding 1. William Thomson, eerste Baron KelvinAfbeelding: T. & R. Annan & Sons**

Een gas bestaat uit atomen of moleculen. Deze atomen of moleculen staan niet stil, maar bewegen vrij rond. Zo nu en dan trillen ze en botsen ze met elkaar. De temperatuur van het gas beschrijft de mate waarin de atomen of moleculen kunnen bewegen en trillen. Hoe sneller de deeltjes bewegen, hoe hoger de temperatuur. Maar is het omgekeerde dan ook waar: hoe lager de temperatuur, hoe langzamer de atomen bewegen? Jazeker! Atomen kun je dus proberen stil te zetten door het gas af te koelen

Dit idee heeft een aantal interessante en verrijkende consequenties. Ten eerste is er inderdaad een temperatuur waarop de atomen daadwerkelijk tot stilstand komen. Deze temperatuur, die voor alle gassen hetzelfde is, wordt ook wel het *absolute nulpunt* genoemd. Het bestaan van een absoluut nulpunt werd voor het eerste ontdekt door Lord Kelvin, in het midden van de 19de eeuw. In de naar hem vernoemde temperatuurschaal is dit het punt van nul Kelvin, wat op de bekende celsiusschaal overeenkomt met zo'n  -273,15 graden celsius.

Ten tweede is er iets bijzonders aan de hand als we iets tot nul Kelvin afkoelen. De atomen staan sti,l en dus kun je in principe precies weten waar ze zijn en hoe snel ze bewegen. Dat is gekker dan het in eerste instantie klinkt, want volgens de regels van de quantummechanica is dat verboden. Het onzekerheidspricipe van Heisenberg zegt namelijk dat je niet tegelijk de positie en snelheid van een deeljte kunt meten, maar dat is precies wat je op het absolute nulpunt zou kunnen doen. Nul Kelvin kun je daarom nooit *exact* bereiken. Wetenschappers zijn wel heel dichtbij gekomen, maar iets écht zo ver afkoelen zal hen dus nooit lukken.

Ondanks het feit dat het absolute nulpunt niet exact te bereiken is, vinden we het erg interessant om erover na te denken. In de theoretische fysica worden veel theoriëen namelijk beduidend eenvoudiger op dat punt. We kunnen dan dus veel meer berekeningen doen en meer over de theorie te weten komen. Zwarte gaten worden bijvoorbeeld veel eenvoudiger als we de limiet bekijken waarbij de Hawkingtemperatuur van de straling die ze uitzenden nul Kelvin wordt. In die limiet noemen we die zwarte gaten ook wel *extreme* zwarte gaten. Ze worden bijvoorbeeld veel bestudeerd in de snaartheorie, bijvoorbeeld wanneer we de mogelijke toestanden van een zwart gat willen tellen.

Naast het vereenvoudigen van een theorie, komt er ook een heel nieuwe scala aan natuurkundige verschijnselen tevoorschijn dichtbij het absolute nulpunt. Neem bijvoorbeeld

supergeleiding. Supergeleiding is een speciale toestand van materie waarbij de geleiding van een electrisch stroompje zonder weerstand gebeurt. Dat dit mogelijk is, is een gevolg van het feit dat op lage temperaturen de quantummechanische eigenschappen van het materiaal een veel grotere rol gaan spelen.

Een ander voorbeeld met dezelfde eigenschap dat het gedrag bij lage temperatuur bepaald wordt door de quantumfysica, is een Bose-Einsteincondensaat. Dit is wederom een speciale toestand van een gas van atomen, waarbij alle atomen in dezelfde quantumtoestand komen en collectief hetzelfde gedrag gaan vertonen. Dit effect kan zo sterk zijn dat je die toestand met het blote oog kunt zien.

Er valt natuurlijk nog veel meer te vertellen over het absolute nulpunt en de fysica ervan. Het is een interessante limiet die natuurkundigen al meer dan honderd jaar lang bezig houdt, en die ze helpt om hun theorieën te vereenvoudigen. Vooral in de natuurkunde van zwarte gaten is er heden ten dage nog veel onderzoek gaande naar deze gekke, maar toch fascinerende limiet.

Wil je meer weten over het absolute nulpunt, bekijk dan ook eens het onderstaande filmpje:

*Afbeelding blokkenschema voorpagina: Max Pixel (CC0).*