

Wetenschap

Van kokend water tot het allermeeste veel

Leidse Nobelprijs nog steeds relevant

Vandaag is het honderd jaar geleden dat Johannes Diderik van der Waals zijn Nobelprijs kreeg. Museum Boerhaave eert de natuurkundige met een symposium.

DOOR BART BRAUN Wie het afgelopen jaar de strubbelingen rond het Latijn op de Leidse afstudeerbuil gevolgd heeft, zal met belangstelling vernemen de Universiteit Leiden de klassieke talen vroeger hoger aansloeg. Sterker nog: de in Leiden geboren wiskundeleraar Johannes van der Waals mocht in 1862 geen examens doen voor zijn studie natuurkunde, omdat hij nooit onderwijs in Grieks en Latijn had genoten. De minister van Onderwijs zelf moest hem dispensatie geven om alsnog zijn studie af te maken. In 1873 verscheen zijn Leidse proefschrift, dat meteen laaiend enthousiast werd besproken door natuurkundegrootheden James Clerk Maxwell. 'Meer dan één onderzoeker zal zich nu op de studie van het Nederlands werpen', voor-spelde die.

Over de Continuïteit van de Gas - en Vloeistoofstand was dan ook een echte doorbraak. Niet snel na het verschijnen werd Van der Waals benoemd tot hoogleraar aan de toen kersverse Universiteit van Amsterdam. In 1910 kreeg hij een Nobelprijs voor zijn werk. Deze donderdag is dat precies honderd jaar geleden, reden voor Museum Boerhaave om een symposium te organiseren. Belangrijkste pijler van het werk van Van der Waals is zijn zogeheten toestandsvergelijking. Een toestandsvergelijking is een natuurkundige formule die het verband tussen verschillende grootheden weergeeft. De bekendste is de ideale gaswet van Boyle en Gay-Lussac. Als de hoeveelheid gas hetzelfde blijft, zijn druk maal volume gedeeld door de

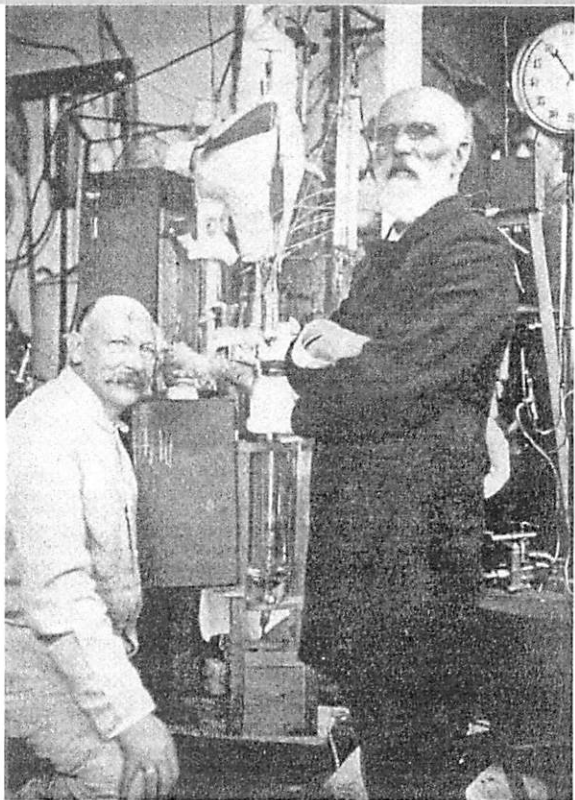
temperatuur constant. Die wet helpt bijvoorbeeld verklaren waarom een zakje chips bol gaat staan in het vliegtuig: de luchtdruk is lager, dus moet het volume groter worden.

De wet van Van der Waals is ook een toestandsbeschrijving, maar wel ingewikkelder. Boyle en Gay-Lussac zagen de moleculen van het gas als punten, maar Van der Waals realiseerde zich dat zijn wet net zo goed gedragen als harde bollen. Bij hogere drukken gaat daardoor de ideale gaswet niet meer op: de moleculen zitten elkaar in de weg. Ook liet Van der Waals zien dat zijn wet net zo goed gold voor vloeistoffen als voor gasen. In 1913 zou Heike Kamerlingh Onnes een Nobelprijs winnen, toen hij door helium vloeibaar te maken bewees dat van der Waals' berekeningen klopten.

'Dankzij Van der Waals kwam er meteen meer leven in die toestandsvergelijkingen', vertelt natuurkunde-professor Jan Zaenen. 'Hij verklaart waarom je zowel water als stoom kunt hebben, en je kunt allebei die toestanden grijpen met de formules van Van der Waals.'

Op het symposium zal Spinozaprijswinnaar Zaenen vertellen over het belang van de toestandsvergelijking voor de natuurkunde van nu. 'Die vergelijkingen zijn altijd essentieel gebleven voor de natuurkunde. De grootste thema's in de natuurkunde hebben allemaal een eigen toestandsvergelijking, of natuurkundigen proberen hard om die te vinden.' Die thema's verdeelt Zaenen onder in drie categorieën: extreem koud, extreem warm, of extreem veel.

De nazaten van Kamerlingh Onnes die het absolute nulpunt (-273° C) tot op enkele miljardsten van graad benaderen, vinden daar een volslagen vreemde natuurkunde. Gasen gaan ineens aan supergeleiding doen, of er vormen zich stoffes die volgens de scheikunde van de mid-



Johannes Diderik van der Waals (rechts) won een Nobelprijs voor zijn berekeningen aan gasen en vloeistoffen. Links zit Heike Kamerlingh Onnes, die ook een Nobelprijs won toen hij het gelijk van Van der Waals bewees.

delbare school niet kunnen bestaan en aan zogeheten Bose-Einstein-condensatie doen. 'Maar precies op de grens van die twee situaties krijg je een zogeheten unitair Fermigas met allerlei rare eigenschappen, zoals een oneindig sterke wisselwerking tussen de deeltjes', vertelt Zaenen. 'Als je echt begrijpt wat daar gebeurt, weet je ook wat je in andere vakgebieden wel en niet begrijpt. En dat begrijpen druk je uit in een toestandsvergelijking.'

Bij extreme hitte ontstaan zogeheten quark-gluonplasma's, een kokende soep van elementaire deeltjes zoals ook vlak na de Big Bang bestond. In grote deeltjesversnellers proberen fysici zulke plasma's na te maken. Toen dat recent lukte, bleek dat quark-gluonplasma's nauwelijks viscositeit - zeg maar stroperigheid - hebben: ze zijn veel vloeibaarder dan welke andere vloeistof ook. Zaenen: 'Om te begrijpen hoe dat werkt,

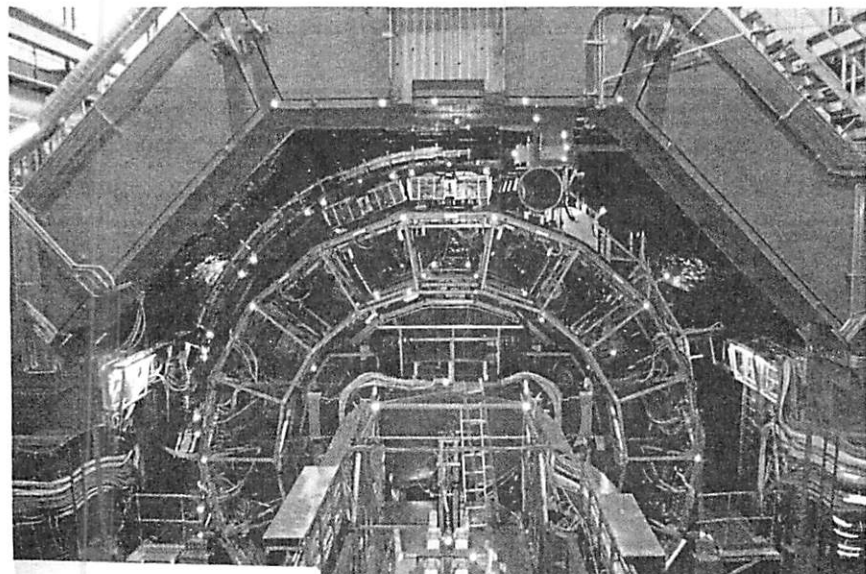
moet je de toestandsvergelijking kennen. Supercomputers zijn hard aan het rekenen om die op te stellen maar tot ieders verbazing bleek de snaartheorie reuze nuttig om dit te verklaren.'

De snaartheorie is een wiskundige aanpak die elementaire deeltjes voorstelt als trillende snaartjes. Er is jarenlang veel kritiek op geweest: het leverde prachtige wiskunde op, maar geen voorspellingen die je met een experiment kon toetsen. Dit werk - en Zaenen's berekeningen aan supergeleiders - laat zien dat de snaartheorie wel gelijk toepassingen heeft. 'Eindelijk hadden de snaartheoretici wat voor elkaar gekregen', vertelt de hoogleraar opgetogen.

'Extreem veel' slaat op het allermeeste veel dat er maar bestaat: het universum zelf. Berekeningen aan de uitdijingsnelheid van het heelal wijzen uit dat zo'n driekwart van alle massa van het heelal moet bestaan uit zogeheten donkere energie. Die donkere energie werkt als een soort negatieve druk, die ervoor zorgt dat alles in het heelal uit elkaar gedreven wordt. 'Dat is druk als in de gasdruk van Van der Waals', vertelt Zaenen. Sterrenkundigen zien aan het heelal hoe groot die druk is, en natuurkundigen kunnen met proefjes in het lab uitrekenen wat hij zou moeten zijn. Vooral nog verschillen hun uitkomsten gigantisch van elkaar: een factor 1 met 120 nullen. Zaenen: 'Dat is het allergegrootste probleem van de natuurkunde op dit moment.'

In afwachting van betere data houden wetenschappers hun kaarten nog tegen de borst. Zaenen: 'Maar wat er uiteindelijk ook gemeten zal worden: we weten dan de belangrijkste kenmerken van de toestandsvergelijking van het heelal. We gaan van het kokende water van Van der Waals naar de eigenschappen van ruimte en tijd. Donkere energie is het mooiste raadsel uit de geschiedenis van de natuurkunde: we weten dat er nog een heel verhaal is waar we niets van begrijpen.'

Symposium: 100 jaar Nobelprijs J.D. Van der Waals, met onder meer: Jan Zaenen, Frans van Lunteren, Eppo Bruins Museum Boerhaave 9 december, 13.30-17.15u toegang gratis na aanmelding op museumboerhaave.nl



De ALICE-detector van de Large Hadron Collider in Genève bestudeert botsende loodkernen. Als die kernen snel genoeg op elkaar vliegen, ontstaat een zogeheten quark-gluonplasma. De natuurkunde van nu leunt nog steeds op de toestandsvergelijkingen die Van der Waals beschreef. Foto Connor Behan

MRI

Als je proeven wilt doen op mensen, moeten je eerst goedkeuring hebben van een ethische commissie. Die beoordeelt of het ongemak dat de mensen hebben van de proef opweegt tegen de kennis die het experiment oplevert. Wie voor zijn proef kinderen in een MRI-scanner wil leggen, krijgt dus te maken met de vraag hoeveel ongemak kinderen daarvan ondervinden. In het *European Journal of Pediatrics* beschrijft een groep onderzoekers van het Leids Universitair Medisch Centrum en het Juliana kindziekenhuis een proef die daar antwoord op moet geven. Zij ondervroegen 54 kinderen die toch al gescand moesten worden. Ook maten ze de hartslag en de concentratie van het stresshormoon cortisol in het speeksel.

iets minder dan de helft van de ondervraagde patiëntjes vond het 'onaangenaam' of 'erg onaangenaam' om in het apparaat te liggen, maar slechts vier van de kinderen gaf aan dat ze de MRI vervelender vonden dan die keer dat ze een vaccinatie kregen. De voornaamste voorspeller voor hoe eng een kind de scan vond, was de angstigheid van de ouders. Dat maakt meer uit dan bijvoorbeeld de leeftijd van het kind.

Zip

Statisticus Tim van Erven promoveerde eind november op de overeenkomsten en verschillen tussen datacompressie en statistiek. Een inpakprogramma als WinZip maakt bestanden kleiner door te zoeken naar patronen in de data, en daar de regels van op te schrijven. Als ergens bijvoorbeeld duizend keer de letter A staat, vat het programma dat samen als 1000 maal A. Andere patronen zijn complexer, en vereisen wiskunde. Diezelfde wiskunde laat zich ook goed gebruiken voor het bedrijven van statistiek, toonde Van Erven aan. Hij gebruikte de inpak-algoritmes om zogeheten Bayesiaanse methoden te verbeteren, en kon zo op basis van minder data betere voorspellingen doen. Dat is handig, want die Bayesiaanse statistiek wordt steeds belangrijker in allerlei wetenschappen, van genetica tot sterrenkunde.



Kanker

Borstkanker is één van de weinige soorten kanker die vaker voorkomt bij rijkere vrouwen dan bij armere vrouwen. Daar staat tegenover dat vrouwen met een lagere sociaal-economische status die borstkanker krijgen, een grotere kans hebben om eraan dood te gaan.

Hoe dat komt is nog onbekend, maar het is niet moeilijk om verklaringen te verzinnen. Misschien krijgen armere mensen slechtere zorg. Misschien hebben ze door een andere levensstijl agressievere vormen van kanker. Misschien stappen ze later naar de dokter als ze zich ergens zorgen over maken, of doen ze minder vaak mee aan screenings.

In het vakblad *Breast Cancer Research and Treatment* duikt een aantal Leidse artsen in de cijfers om die laatste mogelijkheden te onderzoeken. Ze namen 127.599 borstkankerpatiënten uit een Nederlandse kankerdatabank mee. Daaruit bleek dat vrouwen met een lagere sociaal-economische status inderdaad met grotere tumoren binnen komen. Dat was echter niet genoeg om het verschil in sterftekans te verklaren. Dat verschil is fors: rijke vrouwen hadden een 12% grotere kans om na tien jaars nog te leven. Als de overlevingskans voor vrouwen met lagere status net zo hoog zou worden, scheelt dat bijna tachtig doden per jaar. Om de overlevingskans voor borstkanker te vergroten, is het belangrijk om de sociale uitsluiting in de zorg te verkleinen, schrijven de onderzoekers.