

# Kwantum

## Een optelsom van onzekerheden

**Atomen, fotonen en elektronen: je kunt ze met het blote oog niet zien. Maar zonder de kwantummechanica hadden we nu geen lasers, cd-spelers en digitale camera's.**

De wereld bestaat uit ondeelbare deeltjes, genaamd: atomen. Tot die gedachte komt de Griekse wijsgeer Democritus ruim 2000 jaar geleden. Dit wordt lang gedacht. Totdat een hele serie aan experimenten, in 1909 begonnen door de Britse natuurkundige Rutherford, het tegendeel bewijst. Wat blijkt? Atomen bestaan uit een piepkleine kern met positief geladen protonen en ongeladen neutronen. Om die kern zit een soort wolk met negatief geladen elektronen. Niels Bohr stelt in 1913 dat die elektronen alleen in bepaalde banen rond de kern kunnen cirkelen. Je kunt het vergelijken met een trein. Ook die moet altijd een vast spoor volgen. Maar zoals ook treinen via een wissel van het ene spoor naar het andere kunnen, zo kunnen ook elektronen van baan verspringen. Ze doen dat door pakketjes energie, ofwel 'kwanta' op te nemen of uit te zenden. Eerder had Einstein gezegd dat licht ook uit zulke energiepakketjes bestaat, die hij fotonen noemde. Nu zegt Bohr dat alleen specifieke fotonen ervoor kunnen zorgen dat een elektron naar een andere baan springt. Je kunt dus zeggen dat zo'n foton de wissel op het spoor bedient. Dan maken we het nu nog moeilijker. In 1924 ontdekt een Franse natuurkundige dat ook elektronen golven zijn, net als licht. Dat bevestigt Einsteins theorie over licht. En het verklaart waarom in een atoom elektronen alleen in bepaalde banen kunnen bewegen; de omtrek van die baan is namelijk precies een geheel aantal golflengtes van een elektron. Anders zou het niet passen.. Wat nou zo lastig is, is dat kwanta zich onzeker en onvoorspelbaar gedragen. Je kunt hooguit schatten wat de kans is dat ze ergens zijn. Maar zeker weet je het nooit. Einstein kon zich niet voorstellen dat de basis van natuurkunde zo onzeker kon zijn. Maar toch is het zo. En ondanks deze fundamentele onzekerheid kent kwantummechanica veel praktische toepassingen. Zonder kwantummechanica hadden we nu bijvoorbeeld geen lasers, cd-spelers, digitale camera's en glasvezel. In de toekomst kunnen we aan dit lijstje misschien nog de kwantumcomputer toevoegen. Het voordeel van deze computer is dat je er meerdere sommen tegelijk op kunt doen, terwijl onze huidige computers die een voor een moeten maken. Als het lukt om deze kwantumcomputer te bouwen dan zouden we veel sneller kunnen rekenen. En dan hebben we een nieuwe digitale revolutie.