

# Elektron schift in de schijnwerpers

Martijn van Calmthout – 15/09/01, 00:00

**Als licht op materie valt, worden de lichtgolven verspreid. Een Nederlandse fysicus in Nebraska doet het omgekeerde: elektronen die als golven breken in laserlicht...**

Fysicus dr. Herman Batelaan blijft er maar bescheiden onder. Historisch wil hij zijn artikel in het weekblad Nature van deze week eigenlijk niet eens noemen. Hierin levert hij een experimenteel bewijs voor een spectaculair quantum-effect dat al in 1933 was voorspeld.

In wezen, zegt hij, heeft hij gewoon het geluk dat hij met betere apparatuur heeft kunnen werken dan zijn voorgangers jaren geleden ter beschikking hadden. Vooral een helderder en stabielere laser. 'Ze hebben niets stoms gedaan, ze wilden gewoon meer dan de techniek toen aankon. Dat heb je nu eenmaal aan het front van de experimentele fysica.'

Batelaan (36), assistent professor aan de Universiteit van Nebraska in Lincoln, heeft zich de laatste jaren gericht op het zogeheten Kapitza-Dirac-effect. Dat verschijnsel zullen zelfs veel natuurkundigen niet direct paraat hebben. Maar het laat heel mooi één van de fundamenteën van de quantumtheorie zien: het feit dat materiedeeltjes zich ook als golven kunnen manifesteren.

Dat elektronen, de negatieve puntdeeltjes die om atoomkernen rondzoeken, in sommige opzichten golven zijn werd al in 1927 bewezen. Zoals watergolven door een palissade gebroken worden en daarachter kunnen uitdoven en versterken, zo bleken ook elektronen dat te doen achter een zogeheten tralie, een rij van atomaire obstakels. Daarachter ziet een detector een specifiek piekenpatroon in de intensiteit van doorkomende elektronen.

In 1933 beschreven de Rus Pjotr Kapitza en de Engelsman Paul Dirac de uiterste consequentie van dat meetbare golfkarakter: elektronen zouden zelfs gebroken moeten worden door een intense staande lichtbundel. Net als in een touw met wat handigheid een staande golf met twee of meer buiken kan worden opgewekt, zo kunnen in een staande lichtbundel intense en donkere plekken worden gecreëerd. Die fungeren voor een passerend elektron opnieuw als een palissade.

'Dat heb ik altijd een fascinerende omkering gevonden', zegt Batelaan enthousiast. 'De deeltjes zijn dan de golven, de golven de materie.'

Maar gemakkelijk te meten is dat na 1933 zeker niet gebleken. Om te beginnen was het wachten al op de uitvinding van de laser. Alleen daarmee was de benodigde intense staande lichtbundel te maken. Zodra die techniek begin jaren zestig beschikbaar kwam, stortten onderzoekers zich in het lab op het Kapitza-Dirac-effect.

Tevergeefs. In 1965 en 1968 verschenen er wel berichten van verschillende Amerikaanse groepen dat ze elektronen tegen laserpulsen konden laten ketsen. Maar echte breking werd nergens bereikt. Batelaan heeft het bij de voorbereiding van zijn eigen proeven nog uitgebreid over die frustrerende beginperiode gehad met pionier en kristallograaf Lawrence Bartell van Michigan State University in Ann Arbor. 'Hij vertelde me dat ze op een goed moment hun enige laser opbliezen en er van lieverlee maar mee zijn opgehouden. Ze hadden geen tweede. Zo ging dat toen.'

In Nature (13 september) kan Batelaan met zijn postdocs Daniel Freimund en Kayvan Aflatooni deze week eindelijk het intensiteitsprentje laten zien waar al zo lang naar gezocht is: een slanke piek met aan weerszijden een reeks steeds kleinere heuveltjes. Die heuveltjes, wijst Batelaan, is waar het allemaal om draait. 'Zo'n patroon kan alleen ontstaan als er een aankomend golfje wordt gebroken door een tralie en daarachter golven interfereren. Concrete deeltjes doen zoiets nooit.'

Het prentje is vooral goed nieuws voor een relatief nieuw vakgebied van de atoomoptica, waar onderzoekers proberen bundels atomen te manipuleren. Ook atomen hebben volgens de quantumtheorie nog kenmerken van golven, en dus is er in principe een soort optica mee te bedrijven. Omdat de golflengte van een atoom veel kleiner is dan die van licht, is dergelijke atoomoptica vele malen nauwkeuriger.

Nu lasers ook het golfkarakter van elektronen zichtbaar kunnen maken, is het hek helemaal van de dam, verwacht Batelaan. Elektronen hebben een nog veel kortere golflengte dan atomen en zouden in principe kunnen leiden tot de nauwkeurigst denkbare meetinstrumenten.

Een concreet idee is bijvoorbeeld de quantumgyroscop, waarmee veranderingen in de oriëntatie in de ruimte kunnen worden gemeten. Nu hebben vliegtuigen glasvezelspoelen aan boord waarin een gesplitste lichtbundel linksom en rechtsom loopt om aan het uiteinde elkaar exact uit te doven; draait de spoel om zijn as dan raken de bundels even meetbaar uit fase. Met zijn veel kortere golflengte zou een gesplitste elektronbundel een draaiing over de diameter van een atoom nog kunnen opmerken.

Een probleem is dat Batelaan voor zijn proeven in Nebraska een gigantische optische tafel met een zware laser nodig had. Zoiets kost tonnen en is bovendien niet te tillen. Batelaan werkt nu, met geld van onder meer het Amerikaanse ministerie van Defensie, aan een koffervariant van zijn elektronsplitser met goedkope diodelasers, vergelijkbaar met wat er in een cd-speler zit.

De onderzoeker: 'Als dat lukt, hebben we deze week inderdaad een historische paper gepubliceerd. Anders blijft het misschien meer iets voor de liefhebbers en historici.'

DOSSIER ARCHIEF  
**LEES HET VOLLEDIG DOSSIER »**

## MEER OVER

Archief

Waar heeft de wereld het over

'Politiek is oorverdovend stil over misbruik in jeugdzorg'

Uitslagen

Inzamelen kleding blijft zoals het is