

Geen punt in Groningen

Op het Van Swinderen-laboratorium in Groningen onderzoekt een Nikhef-groep het elektron. Dat lijkt een oude bekende, maar zou een groot geheim kunnen bevatten.

Tekst: Martijn van Calmthout / Foto: Reyer Boxem

Aan de uiterste noordrand van het Zernike-wetenschapspark in Groningen, nog voorbij de commerciële datahotels en de plaatselijke warmtecentrale, staat het Van Swinderen-laboratorium. Een massief gebouw van baksteen en beton, met een rijke geschiedenis in de kernfysica. Nu is dit het domein van de eEDM-groep van Steven Hoekstra, een jonge hoogleraar aan de Rijksuniversiteit Groningen en Nikhef-groepsleider.

Sloomste

Welkom bij de sloomste groep van Nikhef, grapt de energieke Hoekstra graag tegen zijn bezoekers. 'Wij versnellen deeltjes niet, we vertragen ze. Maar met hetzelfde idee dat je zo een venster creëert op de wereld van de allerkleinste, elementaire deeltjes.'

Dat allerkleinste is in zijn geval het elektron. Een elektrisch negatief geladen puntdeeltje waarvan heel veel bekend is. Maar niet alles, benadrukken natuurkundigen als Hoekstra. 'Een wiskundige punt

ziet er van alle kanten hetzelfde uit, maar misschien is dat voor het elektron toch niet helemaal waar. In theorie kan het iets voelen van deeltjes die soms even uit de lege ruimte eromheen opduiken. En die interactie maakt de boel asymmetrisch, alsof het elektron toch een beetje vorm heeft.'

In de gangbare deeltjestheorie van het Standaard Model is die afwijking van de ideale punt hooguit superklein, en haast zeker niet te meten. Maar fysici weten ook dat het Standaard Model niet het hele verhaal over de deeltjeswereld kan zijn. Misschien zijn er meer deeltjes dan tot nog toe zijn gezien. En sommige daarvan lijken in theorie het elektron veel meer uit zijn puntvorm te kunnen brengen.

Jagen op dipoolmoment

Supersymmetrie is zo'n theorie, die draait om het idee dat bekende deeltjes nog onontdekte familieleden hebben. De LHC-versneller op CERN kon daarvoor tot nog toe geen aanwijzingen vinden. Mogelijk, denkt Hoekstra, lukt dat via het dipoolmoment van het elektron uiteindelijk wel. 'En met een veel bescheidener experiment.'

Hij is niet de enige die dat hoopt. Nog zeker twee andere groepen in de wereld

jagen op datzelfde elektron-dipoolmoment. Het Nikhef-team, circa 25 goeddeels jonge vrouwen en mannen, heeft NWO-financiering tot 2022 om de klus te klaren. Ze komen van over de hele wereld, van India tot Denemarken en Zweden.

Eerste doorbraak

In een van de labruimtes van het instituut tuurt een masterstudente door een kijkertje op een driepootstatief naar het hart van de opstelling, meters verderop waar een collega aan stelschroefjes draait. Het team werkt aan de exacte uitlijning van de Stark-decelerator, het hart van hun meterslange meetopstelling.

In de vier meter lange vertrager vormen honderden ragfijne metalen ringetjes van een millimeter doorsnee een tunnel voor een binnenkomende molecuulbundel. Goed-getimed elektrische golven vertragen de elektronen van driehonderd naar minder dan dertig meter per seconde of nog slomer. Bij die lage snelheid ontstaat er genoeg tijd om met een laser eigenschappen van de gebruikte moleculen met extreme precisie te bestuderen.

In het voorjaar is een muur in het lab gesloopt om aan het uiteinde voldoende ruimte te maken voor de laseropstelling. 'Onze eerste doorbraak', grijnst Hoekstra. De componenten voor het experiment, van de molecuulbron en de vertrager tot de laseropstelling, zijn de afgelopen jaren gebouwd, gekarakteriseerd en getest. Nu worden ze samengebouwd, ondermeer

De eEDM-groep bij hun vertrager. Van Links naar rechts: Yongliang Hao, Steven Hoekstra, Pi Haase, Ginny Marshall en Parul Aggarwal

door de Indiase promovenda Parul Aggarwal en haar Britse collega Ginny Marshall.

Twaalf plaatsen achter de komma

Wie het subtiele dipoolmoment van een elektron wil meten, moet wel slim zijn, zegt de Deense promovenda Pi Haase. Rechtstreeks meten kan eigenlijk niet, het is een effect dat zich ergens twaalf plaatsen achter de komma openbaart. Om zo iets kleins te meten zijn immense elektrische velden nodig. Maar er is een truc.

Haase schetst een sneeuwpopvormig molecuul van een groot bariumatoom en een kleiner fluoratoom, met daaromheen elektronen. Tussen de twee atomen in BaF ondergaan elektronen van nature over korte afstanden al enorme elektrische krachten die onmogelijk in een laboratorium te maken zouden zijn. Hun gedrag onder die extreme omstandigheden is met lasers af te tasten. Voorwaarde is alleen wel dat de moleculen stilstaan.

'De natuur reikt ons eigenlijk de juiste omstandigheden aan', vult de Chinese promovendi rekenden de afgelopen jaren aan de theoretische modellen die voorspellen aan welk elektrongedrag in dat tussengebied een eventueel elektron-dipoolmoment herkend zou kunnen worden.

Groepsleider Steven Hoekstra is optimistisch over wat er met de Groningse opstelling te bereiken zal zijn. 'Ik denk dat we de komende jaren verder achter de komma van het Standaard Model gaan kijken dan de experimenten in de grote LHC-versneller op CERN. Als er niks gek zit, weten we beter tot waar het model werkt. En als er wel wat zit, dan is dat meteen wereldnieuws.' ◀