

# Bèta voor een breed publiek

## Aanvullingen en voorbeelden bij de lezing

*J.P. Keulen*

KIJK Magazine

*Eerste twee alinea's van recent artikel over steriele neutrino's. Eerst probeer ik de lezer te boeien met een vreemde eigenschap van neutrino's, en de mededeling dat het nóg extremer kan. Daarna zet ik het onderwerp uiteen: hoe steriele neutrino's een aantal grote natuurkundige problemen kunnen oplossen. Dit laatste is erg belangrijk; de lezer moet weten wat een artikel hem gaat vertellen voordat je de diepte in kunt gaan.*

Neutrino's zijn niet bepaald de makkelijkste deeltjes om mee te werken. Ze trekken zich zo weinig aan van andere deeltjes dat ze ongehinderd door een plak lood van lichtjaren dik kunnen vliegen. Deeltjesfysici moeten zich dan ook in allerlei bochten wringen om tenminste een paar van dit soort deeltjes op te vangen in hun experimenten.

Maar het kan erger. Natuurkundigen vermoeden dat er een soort neutrino's bestaat dat nog moeilijker is te vinden. Mochten we er tóch in slagen om ze waar te nemen, dan kan de beloning enorm zijn. We zouden er namelijk een aantal grote natuurkundige problemen mee kunnen oplossen, van het vreemde gebrek aan antimaterie in ons heelal tot het raadsel van de donkere materie. De naam van deze deeltjes: steriele neutrino's.

*Uit: 'De onzichtbare troubleshooters. Hoe steriele neutrino's de natuurkunde flink vooruit kunnen helpen', KIJK 11/2014.*

---

*Voorbeeld van een nieuwsbericht over een ingewikkeld natuurkundig onderwerp, waarbij het nieuws toch bovenaan staat.*

**Antiwaterstof even neutraal als waterstof?**

**Een CERN-experiment is erin geslaagd de elektrische lading van antiwaterstof met grote precisie te meten. Die blijkt nul of bijna nul te zijn.**

## **Tekst: Jean-Paul Keulen**

Een waterstofatoom is elektrisch neutraal. Maar geldt dat ook voor antiwaterstof? Dat zou je wel verwachten, maar als rechtgeaarde wetenschapper wil je zoiets toch een keertje goed checken. Dat is nu gebeurd, door het CERN-experiment ALPHA. De conclusie: antiwaterstof heeft waarschijnlijk geen elektrische lading – of op zijn best een héél kleine.

### **Groot vraagstuk**

Waar een waterstofatoom bestaat uit een positief geladen proton en een negatief geladen elektron, is antiwaterstof opgebouwd uit de antideeltjes van deze twee deeltjes: een antiproton en een anti-elektron. Die hebben dezelfde massa als het gewone proton en elektron, maar een tegengestelde lading. ALPHA experimenteert al een tijdje met deze anti-atomen, om te zien op welke vlakken ze verschillen van gewone atomen.

Dat is interessant, omdat er aan antimaterie een groot vraagstuk kleeft. Na de oerknal zouden namelijk gelijke hoeveelheden materie en antimaterie moeten zijn ontstaan. Toch leven we nu in een heelal gemaakt van louter materie – wat de vraag oproept: waar is al die antimaterie gebleven? Mochten we een subtiel verschil tussen materie en antimaterie vinden, dan kan dat ons wellicht helpen om die vraag te beantwoorden. Vandaar dus dat experimenten als ALPHA zo nauwgezet antimaterie aan het doorlichten zijn.

### **Een honderdste van een miljoenste**

In dit geval ging het daarbij zoals gezegd om de elektrische lading van het antiwaterstofatoom. Die probeerde het ALPHA-team te meten door antiwaterstofatomen uit een val voor antimaterie te laten ontsnappen om ze vervolgens bloot te stellen aan een elektrisch veld. Heeft een antiwaterstofatoom een elektrische lading, dan zou het door dit veld een bochtje moeten maken op zijn weg uit de val.

Dat laatste gebeurde maar in zo kleine mate, dat het team concludeert dat de lading van een waterstofatoom maximaal een lading heeft van een honderdste van een miljoenste van die van een proton. En dat is prima in overeenstemming met de verwachte lading van nul.

### **Koelen met lasers**

Het team achter ALPHA beraadt zich nu op manieren om de elektrische lading van het antiwaterstofatoom nóg nauwkeuriger te testen. (Het hierboven beschreven experiment was overigens al een miljoen keer zo nauwkeurig als het vorige.) Onder andere wordt hierbij gedacht aan het koelen van de gecreëerde antiwaterstofatomen met lasers; dat zou de meting nog eens met een factor tien kunnen verbeteren.

In augustus kan het team weer aan de slag, als de antimaterie-experimenten op CERN opnieuw van start gaan. En wie weet komt er dan eindelijk wél een verschilletje tussen materie en antimaterie aan het licht.

Bronnen: Nature Communications, Phys.org

Gepubliceerd op [www.kijkmagazine.nl](http://www.kijkmagazine.nl) op 4 juni 2014

---

Meer over ‘The curse of knowledge’ in dit artikel van taalwetenschapper en auteur Steven Pinker in *The Wall Street Journal*: <http://www.wsj.com/articles/the-cause-of-bad-writing-1411660188>. Pinker wijdt er ook een hoofdstuk aan in zijn nieuwe boek *The Sense of Style: The Thinking Person’s Guide to Writing in the 21st Century*.  
<http://stevenpinker.com/publications/sense-style-thinking-persons-guide-writing-21st-century>

---

*Voorbeeld van een metafoor: om een probleem met de Diracvergelijking, die quantummechanica combineert met de speciale relativiteitstheorie, te illustreren, vergelijk ik een atoom met een flatgebouw.*

Om dit wat duidelijker te maken, keren we even terug naar het flatgebouw uit het eerste hoofdstuk. Toen zeiden we, bij de uitleg van het atoommodel van Bohr, dat een elektron maar bepaalde energieën kon hebben, vergelijkbaar met de verdiepingen in een flatgebouw. Daarbij is, net als in het echte leven, naar beneden gaan makkelijker dan naar boven: een verdieping zakken kan een elektron spontaan doen, waarbij het licht uitzendt om het verschil in energie tussen de hoger en de lager gelegen verdieping kwijt te raken. Naar boven gaan kost daarentegen energie: om te klimmen, moet een elektron licht absorberen, en wel met precies de juiste energie om het verschil in energie naar een bovengelegen verdieping te overbruggen.

Destijds introduceerden we bij dit beeld de grondtoestand: de begane grond van het flatgebouw, die de laagst mogelijke energie representeerde. Lager kon een elektron simpelweg niet gaan. Met de vergelijking van Dirac krijgt dit flatgebouw ineens wel kelders – en niet een of een paar, maar een oneindig aantal. De deeltjes blijven daardoor niet plakken op de begane grond, maar denderen met zijn allen de trappen naar beneden af, verder en verder, want er is geen onderste kelder waar ze moeten stoppen. En bij elke verdieping die ze passeren, geven ze stuk voor stuk energie af in de vorm van een pakketje licht.

Elektronen gedragen zich in werkelijkheid duidelijk niet volgens Diracs theorie. En dus was het nodig om die negatieve energieën weg te werken, anders zou de theorie waardeloos zijn. Dirac deed dat op een wel heel creatieve manier: elektronen konden geen negatieve energietoestand krijgen, zo stelde hij, omdat al die negatieve energietoestanden al bezet waren! Het heelal zou namelijk gevuld zijn met een zee aan elektronen die alle energietoestanden onder nul vulden – en doordat die zee overal aanwezig was én overal hetzelfde was, merken we daar niets van. Door deze zee zouden de ‘normale’ elektronen niet anders kunnen dan blijven steken bij de laagst mogelijke positieve energie. De kelders van het flatgebouw waren al tot de nok toe gevuld met deeltjes; daar kon niets meer bij.

Uit: ‘De deeltjesdierentuin’ (Spectrum, 2012)

---

Link naar een gratis versie van het wetenschappelijke artikel over hoe het technicolor-higgsdeeltje nog in de LHC-data ‘past’: <http://arxiv.org/abs/1309.2097>

Link naar het persbericht van de Universiteit van Zuid-Denemarken:

[http://www.sdu.dk/en/om\\_sdu/fakulteterne/naturvidenskab/nyheder/2014\\_10\\_29\\_techhiggs](http://www.sdu.dk/en/om_sdu/fakulteterne/naturvidenskab/nyheder/2014_10_29_techhiggs)

Een van de nieuwsberichten hierover: <http://www.universetoday.com/116139/bicep2-all-over-again-researchers-place-higgs-boson-discovery-in-doubt/> Lees ook vooral de goede reactie van Adrian Morgan onder het artikel. De auteur houdt echter voet bij stuk.

---

Meer informatie over het recent verschenen boek *Het exacte verhaal. Wetenschapscommunicatie voor bèta's*, door Ionica Smeets: <http://www.nieuwezijds.nl/Boek/9789057123931/Het-exacte-verhaal/>