

Een onontdekt deeltje en een spoorloos genie

De verdwijning van Ettore Majorana

De Italiaanse natuurkundige Ettore Majorana verdween in 1938 spoorloos. Wilde theorieën doen de ronde over wat er met hem is gebeurd: is hij gekidnapt door de Russen om een atoombom te maken, pleegde hij zelfmoord, dook hij onder in een klooster? Voordat hij verdween voorspelde hij het bestaan van het Majorana-fermion, een deeltje dat mogelijk het meest voorkomende deeltje in het heelal is.

door Leo Kouwenhoven

H

ET is maart 1938. De drieëndertigjarige Ettore Majorana ziet het niet meer zitten. Hij zegt zijn baan op als hoogleraar natuurkunde aan de universiteit van Napels, haalt z'n geld van de bank en koopt een kaartje voor de boot naar Palermo. Naar het vervolg kunnen we alleen maar gissen, want hij is nooit meer teruggezien. Majorana's plotselinge verdwijning is 73 jaar later nog steeds onderwerp van nieuwe publicaties. Nobelprijswinnaar Frank Wilczek schreef in 2009 een aan Majorana gewijd artikel in *Nature Physics*. En João Magueijo publiceerde in hetzelfde jaar het boek *A Brilliant Darkness. The Extraordinary Life and Mysterious Disappearance of Ettore Majorana, the Troubled Genius of the Nuclear Age*. Vóór deze twee recente publicaties zag al een hele reeks boeken, films en documentaires het licht. Vanwaar deze belangstelling?

Enrico Fermi, Nobelprijswinnaar in 1938 en gedurende een aantal jaren Majorana's chef, was diep onder de indruk van diens talent. Volgens Fermi was Majorana een genie van het kaliber van Galileo en Newton. Ettore Majorana verklaarde experimenten, voorspelde het bestaan van nieuwe deeltjes en stelde theorieën op waarvan de relevantie pas decennia later doordrong bij zijn collega's-natuurkundigen. Hoe kan het dan dat we deze wetenschapper nauwelijks kennen? Daar zijn verschillende verklaringen voor. Zo noteerde Majorana zijn ontdekkingen op losliggende stukjes papier. Zodra hij een probleem had opgelost, kon hij zich er

'Ettore Majorana verklaarde experimenten, voorspelde het bestaan van nieuwe deeltjes en stelde theorieën op waarvan de relevantie pas decennia later doordrong bij zijn collega's-natuurkundigen.'

maar met moeite toe zetten om die oplossing vervolgens ook te publiceren. Zo konden anderen, zoals de nu veel beroemdere Wolfgang Pauli en Werner Heisenberg, later nog eens herontdekken wat Majorana allang had opgelost. Een briljant onderzoeker dus, ook al had hij in totaal maar negen publicaties op zijn naam staan.



Een van de weinige foto's van Ettore Majorana.

Ettore Majorana werkte als natuurkundige aan de ontwikkeling van de zogenoemde 'nieuwe' kwantumtheorie. Deze theorie is in de eerste decennia van de twintigste eeuw ontwikkeld door illustere voorgangers als Planck, Einstein, Bohr, Schrodinger, Heisenberg en Dirac. In eerste instantie was de theorie opgezet om het gedrag van atomen te begrijpen. In de jaren dertig wordt kwantummechanica vervolgens toegepast op de nog kleinere schaal van de atoomkernen. Men begint te begrijpen dat atoomkernen kunnen veranderen door ze te beschieten met kleine deeltjes: het ene element kan zo worden omgezet in een ander. De alchemistische droom is werkelijkheid geworden en de onderliggende processen worden eindelijk begrepen.

Eind jaren dertig wordt ook duidelijk dat deze kernprocessen enorme hoeveelheden energie kunnen vrijmaken, in theorie bruikbaar voor de perfecte bom. Verschillende groepen wetenschappers realiseren zich dit. De Italianen rondom Fermi en Majorana, die hun belangrijkste werk verrichten bij een instituut in Rome dat zwaar gesponsord wordt door de fascistische partij. De Duitsers rondom de met de nazi's sympathiserende Heisenberg. De Amerikanen rondom gevluchte Joodse wetenschappers, onder wie Albert Einstein. Enrico Fermi vluchtte overigens met zijn Joodse vrouw direct na de ontvangst van de Nobelprijs in Stock-

A BRILLIANT DARKNESS. THE EXTRAORDINARY LIFE AND MYSTERIOUS DISAPPEARANCE OF ETTORE MAJORANA, THE TROUBLED GENIUS OF THE NUCLEAR AGE
door João Magueijo.
Basic Books. New York 2009.
304 pag. € 23,50

holm naar de VS. Op dat moment was Majorana al verdwenen en dus speelden de Italianen geen rol meer in de strijd wie als eerste een nucleair wapen kon maken.

Voor een wetenschapper moet dit een extreem schizofrene periode zijn geweest. Aan de ene kant waren er de spannende ontdekkingen, aan de andere kant het groeiende besef van de verschrikkingen waar deze toe konden leiden. Hoe ga je daarmee om? Ettore Majorana begreep waarschijnlijk beter dan wie ook wat de consequenties van zijn werk konden zijn en dat besef deprimeerde hem zodanig dat hij geen uitweg meer zag. Kiezen voor de fascistie? In het buitenland gaan werken? Beide opties zouden leiden tot een destructief einde, hoe dan ook. Voor Ettore Majorana was er geen andere keuze dan... te verdwijnen. Maar hoe?

Op dit punt is het boek van Magueijo bijzonder interessant. Ik ken de geschiedenis van de rol van natuurkundigen rondom de Tweede Wereldoorlog met name vanuit een Amerikaans perspectief. Het Manhattanproject in Los Alamos is enerzijds een spannend verhaal vol met ontdekkingen. Anderzijds is de ontwikkeling van de atoombom dé zwarte bladzijde van de moderne natuurkunde. Magueijo beschrijft de intellectuele strijd die Ettore Majorana voert met Fermi en het respect dat hij heeft voor Heisenberg. Fermi en Heisenberg zullen zoals gezegd later als vijanden aan de atoombom gaan werken. En Majorana stapt eruit.

Ettore Majorana is nooit meer gevonden dus we kunnen slechts speculeren hoe hij is verdwenen. Pleegde hij zelfmoord? Dat is heel goed mogelijk, want hij had zo zijn depressieve periodes. Maar waarom had hij dan al zijn geld opgenomen? Dook hij misschien onder in een streng, afgesloten klooster? Ook dat kan, want Majorana was diep gelovig en alleen het geloof kon betekenis geven aan zijn leven. Er zijn bovendien getuigen die hem in het klooster hebben gezien: 'case solved', zou je zeggen. Er zijn echter ook getuigen die beweren dat hij in Argentinië een teruggetrokken leven is gaan leiden. Volgens weer anderen was die ene

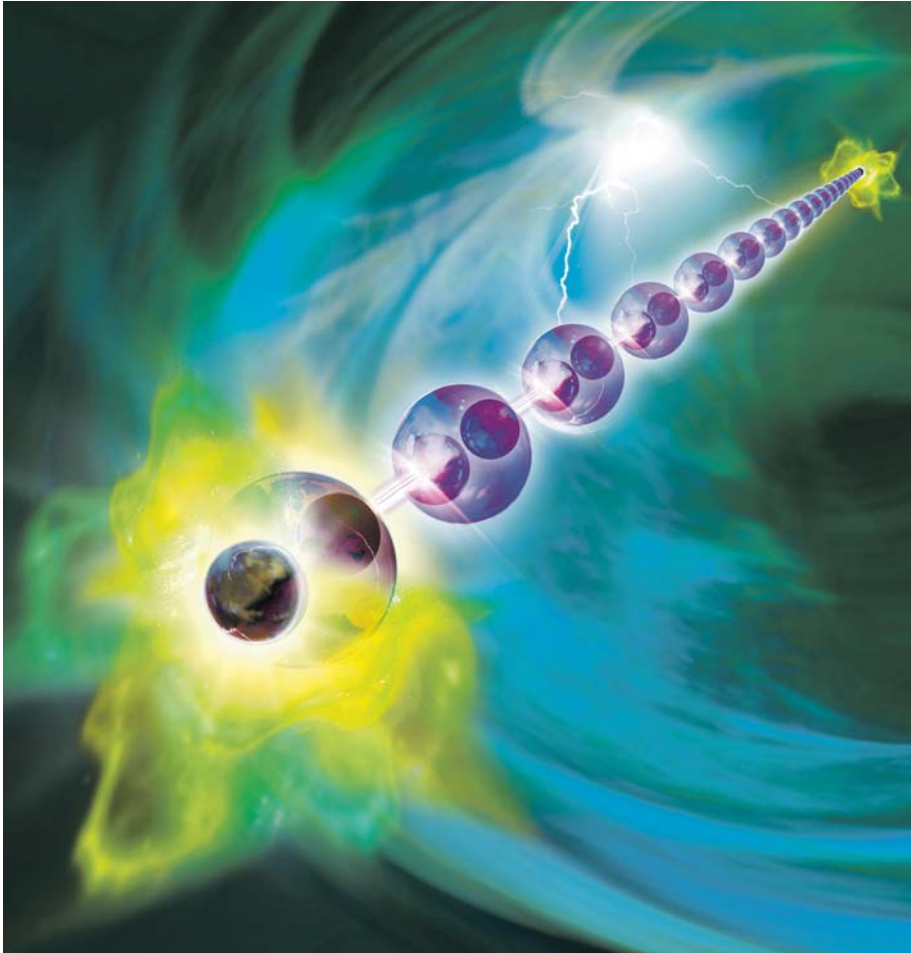
zwerfer in Rome die derdemachtswortelsommen uit het hoofd kon uitrekenen, in werkelijkheid Majorana. En dan is er nog de theorie dat Majorana door de Russen gekidnapt is om voor hen een atoombom te bouwen. Het zijn allemaal plausible scenario's die allemaal even waar kunnen zijn. Het doet denken aan de kwantummechanische mogelijkheid van een superpositie: Majorana was dood en levend tegelijkertijd.

Maar waar komt nu die revival vandaan? Die zal alles te maken hebben met het deeltje dat hij voorspeld heeft en dat nu zijn naam draagt: het Majorana-fermion. Het is een uiterst ongewoon deeltje, want het is gelijk aan z'n antideeltje. Andere deeltjes zijn juist tegengesteld aan hun antideeltjes, zoals bijvoorbeeld een elektron een tegengestelde lading heeft ten opzichte van een positron. Gelijk

'Aan de ene kant waren er de spannende ontdekkingen, aan de andere kant het groeiende besef van de verschrikkingen waar deze toe konden leiden.'

zijn aan je antideeltje is te vergelijken met gelijk zijn aan je spiegelbeeld. Een uiterst curieus deeltje dus, met uiterst curieuze eigenschappen. Een Majorana-deeltje heeft bijvoorbeeld geen lading (want anders zou het nooit gelijk kunnen zijn aan z'n antilading) en is daardoor moeilijk te detecteren. Sterker nog: ondanks intensieve pogingen is een Majorana-deeltje nog nooit aangetroffen. We hebben hier dus te maken met een nooit meer gevonden man die een nog nooit gevonden deeltje heeft voorspeld!

Nogmaals, vanwaar de revival? Het Majorana-fermion is recent bedacht als oplossing voor twee zeer belangrijke maar zeer uiteenlopende problemen. Ten eerste kan het dienen om de donkere materie in het heelal te verklaren. Er is heel veel massa in het heelal waarvan andere eigenschappen dan het feit dat het om massa gaat, (nog) niet te detecteren zijn – vandaar de naam 'donkere materie'. Volgens de zogenoemde 'supersymmetrie'-theorie is die donkere massa het gevolg van een enorme hoeveelheid Majorana-deeltjes, die het heelal vullen in aantallen die alle andere deeltjes bij



Een constructie van het tot op heden niet gevonden Majorana-deeltje.

elkaar overtreffen. Als dat waar blijkt te zijn is de Majorana-fermion het meest voorkomende deeltje in het heelal. (In dat geval hoort Ettore Majorana met recht thuis in de categorie Galileo/Newton.)

‘We hebben hier dus te maken met een nooit meer gevonden man die een nog nooit gevonden deeltje heeft voorspeld!’

In een heel ander vakgebied, de nanotechnologie, is de Majorana als oplossing voorgedragen voor het maken van een kwantumcomputer. Een computer die rekent op basis van kwantumsuperposities van bits van nullen en enen bestaat nog slechts in theorie. Kwantumsuperposities bestaan meestal maar heel kort als gevolg van zogenaamde ‘decoherentie’, waarbij superposities vervallen naar een gewone bit van ofwel een nul of een één. Als we kwantumsuperposities zouden kunnen maken met een heel lange levensduur, dan komt de kwantumcom-

puter in zicht. Het voordeel van een niet-detecteerbaar Majorana-deeltje is dat het een zeer lange levensduur heeft, in principe zelfs oneindig lang! Theoretisch natuurkundigen, onder wie de Leidse fysicus Carlo Beenakker, hebben het afgelopen jaar schema’s verzonnen waarmee de niet-detecteerbaarheid van Majorana’s op een slimme manier kan worden gebruikt als rekenmiddel.

Maar eerst moet het bestaan van het Majorana-fermion nog worden aangetoond. Hiervoor bestaan theoretische berekeningen die ze als natuurlijke deeltjes opvoeren in speciaal ontworpen nanostructuren, kleine elektronische structuren bestaande uit een combinatie van halfgeleiders en supergeleiders. En dat is precies mijn vakgebied. Zolang het nog niet gelukt is het Majorana-deeltje te vinden, is het alvast een genoegen om Magueijo’s boek te lezen over de man Majorana – en zijn verdwijning.

Leo Kouwenhoven is hoogleraar natuurkunde aan de TU Delft.

Overige literatuur

— Frank Wilczek. ‘Majorana Returns’, *Nature Physics*, volume 5 (2009), 614.