

University of Groningen

Two- and three-dimensional electrons and photons and their supersymmetric partners.

Steringa, Jarig Jacob

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1989

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Steringa, J. J. (1989). *Two- and three-dimensional electrons and photons and their supersymmetric partners*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

SAMENVATTING

In dit proefschrift worden enkele wiskundige modellen uit de elementaire-deeltjesfysica onderzocht. Elementaire-deeltjesfysica is het onderdeel van de natuurkunde dat zich bezighoudt met het bestuderen van de kleine deeltjes waaruit alle stoffen in onze wereld zijn opgebouwd. IJzer bijvoorbeeld is een stof die is opgebouwd uit ijzeratomen. Deze ijzeratomen zijn deeltjes, die bestaan uit weer kleinere deeltjes. Elk ijzeratoom heeft een kern, waar een groot aantal *elektronen* omheen cirkelt, ongeveer als planeten om de zon. Elektronen zijn *elementaire* deeltjes; ze kunnen niet in nog kleinere deeltjes worden gesplitst. De kern van een atoom is niet elementair maar bestaat uit elektrisch geladen protonen en ongeladen neutronen. Lange tijd werd gedacht dat protonen en neutronen elementair waren. In het begin van de jaren zeventig werd echter experimenteel vastgesteld dat elk proton (en ook elk neutron) is opgebouwd uit drie uiterst kleine geladen deeltjes. Deze deeltjes worden *quarks* genoemd. Niet alleen ijzer, maar vrijwel alle stoffen zijn samengesteld uit quarks en elektronen.

Elementaire-deeltjesfysici proberen te verklaren waarom materie op deze manier is samengesteld. Waarom bestaat het heelal voor het grootste deel uit waterstof? Hoe kan waterstof worden omgezet in helium? Waarom komt er op aarde zoveel ijzer voor en waarom zo weinig plutonium? Waarom zendt uranium radioactieve straling uit? Deze en andere vragen proberen ze te beantwoorden door gebruik te maken van een wiskundige beschrijving van de krachten die tussen elementaire deeltjes werkzaam zijn. Van elektrisch geladen deeltjes bijvoorbeeld is bekend dat ze elkaar afstoten als ze dezelfde lading hebben, terwijl ze elkaar aantrekken als ze een tegengestelde lading hebben. Dit verklaart waarom elektronen niet zomaar vrij bewegen, maar rond atoomkernen blijven cirkelen: elektronen hebben een elektrische lading tegengesteld aan die van de protonen in een atoomkern. De wiskundige theorie die dit en zeer veel andere elektromagnetische verschijnselen verklaart, heet *quantumelektrodynamica*. Volgens de huidige inzichten kunnen naast de al genoemde *elektromagnetische* krachten nog drie andere soorten krachten tussen elementaire deeltjes worden onderscheiden. De bekendste daarvan is de *zwaartekracht*. Minder bekend maar minstens zo belangrijk voor de fysica van

elementaire deeltjes zijn de *sterke* en de *zwakke kernkrachten*. De sterke kernkracht zorgt ervoor dat protonen en neutronen aan elkaar blijven kleven en de meeste atoomkernen niet zomaar uit elkaar vallen. Het verschijnsel dat sommige atoomkernen radioactieve straling uitzenden is een gevolg van de zwakke kernkracht.

Voor de beschrijving van de vier soorten krachten tussen elementaire deeltjes zijn vele wiskundige modellen ontworpen. De meest succesvolle van deze modellen zijn de *ijktheorieën*. In ijktheorieën worden krachten tussen elementaire deeltjes overgebracht door *ijkdeeltjes*. De eenvoudigste ijktheorie is de eerder genoemde quantumelektrodynamica (QED), een model dat een zeer goede beschrijving geeft van elektronen en elektromagnetische krachten. In QED worden de elektromagnetische krachten overgebracht door *fotonen* (lichtdeeltjes). De overige krachten kunnen ook worden beschreven met behulp van ijktheorieën, die echter ingewikkelder zijn dan QED.

Het is nuttig te onderzoeken of er andere modellen kunnen worden gemaakt die ook een goede beschrijving van elektromagnetische krachten geven. Zo zou quantumelektrodynamica kunnen worden uitgebreid naar een meer algemeen model, dat nieuwe verschijnselen voorspelt. Een van de mogelijke uitbreidingen heet *supersymmetrisch QED*. Dit model voorspelt het bestaan van nieuwe deeltjes die veel op elektronen en fotonen lijken en daarom *selektronen* respectievelijk *fotino's* worden genoemd. Selekttronen en fotino's zijn experimenteel niet waargenomen, maar het is niet uitgesloten dat ze met behulp van betere apparatuur wel zullen worden ontdekt.

De Nederlandse vertaling van de titel van dit proefschrift luidt: „Twee- en driedimensionale elektronen en fotonen en hun supersymmetrische soortgenoten”. Met supersymmetrische soortgenoten worden selekttronen en fotino's bedoeld. Het proefschrift geeft een overzicht van onderzoek dat is gedaan naar diverse aspecten van een vereenvoudigde versie van supersymmetrisch QED. Er is voor gekozen het model te onderzoeken in minder dan de gebruikelijke vier ruimte-tijddimensies lengte, breedte, hoogte en tijd. Door een of meer van deze dimensies weg te laten wordt een model verkregen waarvan de eigenschappen gemakkelijker te bepalen zijn. Met name het bestuderen van supersymmetrisch QED met twee ruimte-tijddimensies (SQED₂) heeft veel nuttige resultaten opgeleverd. Hiervan is verslag gedaan in hoofdstukken 3 en 4 van dit proefschrift. De resultaten van het onderzoek naar supersymmetrisch QED in drie ruimte-tijddimensies (SQED₃) staan in

hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 is gewijd aan mogelijke toepassingen van deze resultaten op supersymmetrisch QED in vier ruimte-tijddimensies (SQED₄). De wereld waarin wij leven is per slot van rekening vierdimensionaal.