

Juryrapport

Lorentz Afstudeerprijs voor Theoretische Natuurkunde 2020

De zeven afstudeerscripties die de jury ter beoordeling kreeg voorgelegd waren alle van een zeer hoog niveau. Met name de toepassing van zeer geavanceerde wiskunde op actuele natuurkundige problemen is indrukwekkend. Het is dan ook volkomen terecht dat aan deze prestaties een prestigieuze prijs is gekoppeld.

L. (Lotte) Mertens MSc, Universiteit van Amsterdam

Spontaneous Unitary Violations and Effective Non-linearity in Relation to Quantum State Reduction

De masterscriptie van Lotte Mertens gaat over een langlopende, centrale en schrijnende open vraag binnen de theoretische fysica: het zogenoemde meetprobleem in de quantummechanica. Er is een gestage rij van beroemde en minder beroemde wetenschappers die, zonder noemenswaardig succes, hun tanden hebben stukgebeten op dit probleem. Het is daarom bewonderingswaardig dat Lotte Mertens erin geslaagd is om een originele en substantiële bijdrage te leveren aan dit nog onbegrepen vraagstuk binnen de theoretische natuurkunde.

Wat is nu dit meetprobleem? In de quantummechanica wordt de toestand van een deeltje, zoals een electron, beschreven door de beroemde Schrödinger-golffunctie. Deze golffunctie is zelf niet direct meetbaar, maar beschrijft slechts de waarschijnlijkheid om het deeltje op een bepaalde plaats te vinden. Om precies te zijn, de kans om een deeltje op een bepaalde plaats te vinden wordt gegeven door het kwadraat van de golffunctie: dit staat bekend als de “Born regel”, genoemd naar de theoretisch natuurkundige Max Born. Aanvankelijk zijn er dus meerdere plaatsen waarop het deeltje zich, elk met een bepaalde kans, kan bevinden. Maar zodra we het deeltje meten op een bepaalde plaats, gaat de kans dat het deeltje op een andere plaats gevonden kan worden plotseling naar nul. Dit betekent dat op dat moment ook de golffunctie daar ineens naar nul gaat: dit wordt de ineenstorting van de golffunctie genoemd. Het probleem is nu dat niemand weet hoe deze ineenstorting ontstaat: het wordt in ieder geval niet beschreven wordt door de lineaire Schrödinger-vergelijking die geldt voor de golffunctie.

De centrale vraag in de doctoraalscriptie van Lotte Mertens is nu: wat gebeurt er bij het instorten van de golffunctie, en hoe verklaren we van daaruit de Born regel. Is er een aanleiding voor deze instorting en is er misschien een onderliggende reden waarom het deeltje juist hier of juist daar wordt gemeten. Lotte heeft behalve een degelijk en zeer leesbaar overzicht van de situatie en de mogelijke oplossing, hier originele bijdragen aan toegevoegd en dat is zeer opmerkelijk na alles dat al is gedaan. De door Lotte geboden oplossing is dat naast de normale lineaire quantummechanica het onontkomelijk is om niet-lineaire termen toe te voegen aan de theorie om de instorting van de amplitudeverdeling naar een enkele eigentoestand te bewerkstelligen. Behalve de theoretische, bijna filosofische bespiegeling, past Lotte dit ook toe op een experimentele situatie, een Lieb-Mattis antiferromagneet in een klassiek extern ferromagnetisch veld. Ook deze reis van abstracte theorie naar concrete toepassing is een opmerkelijke prestatie. Het meetprobleem is hiermee niet meteen helemaal

opgelost. Er zijn nog te veel losse eindjes, zelfs na dit gedegen werk. Wel heeft Lotte een duidelijke volgende stap gezet in dit taaie probleem, wat een prijzenswaardig resultaat is.

*Prof. dr. E.P. (Erik) Verlinde, hoogleraar theoretische natuurkunde Universiteit van Amsterdam;
Prof. dr. S.J. (Sijbrand) de Jong, hoogleraar experimentele natuurkunde Radboud Universiteit Nijmegen.*

De jury vergaderde op 3 november 2020 onder leiding van Dr. W. Bijleveld, directeur KHMW. Daarnaast waren ter vergadering aanwezig Prof. dr. A.P. IJzerman, secretaris natuurwetenschappen, en S. de Boer, medewerker secretariaat.