

# Juryrapport

## Shell Afstudeerprijzen voor Natuurkunde 2021

Inleiding:

De jury was dit jaar opnieuw enorm onder de indruk van de kwaliteit van de ingezonden scripties. Ook viel op hoe grondig de studenten te werk zijn gegaan. De jury kon zich daarbij niet aan de indruk onttrekken dat de coronapandemie daar haar stempel op heeft gedrukt. Kennelijk is deze periode van gedwongen afzondering voor sommigen aanleiding geweest om zich dan maar compleet op het werk te storten. Een van de scripties had zoveel aspecten van het onderwerp in detail besproken dat het nodig was om in de paragraaf met conclusies een soort mindmap op te nemen. De mindmap liet zien op hoeveel manieren de deelaspecten van het onderzoeksonderwerp onderling verknoot waren. Vervolgens blijkt de scriptie zo veel omvattend dat bij bijna alle pijlen in de mindmap vermeld staat in welk hoofdstuk of paragraaf van de scriptie de verbanden tussen de deelaspecten worden besproken.

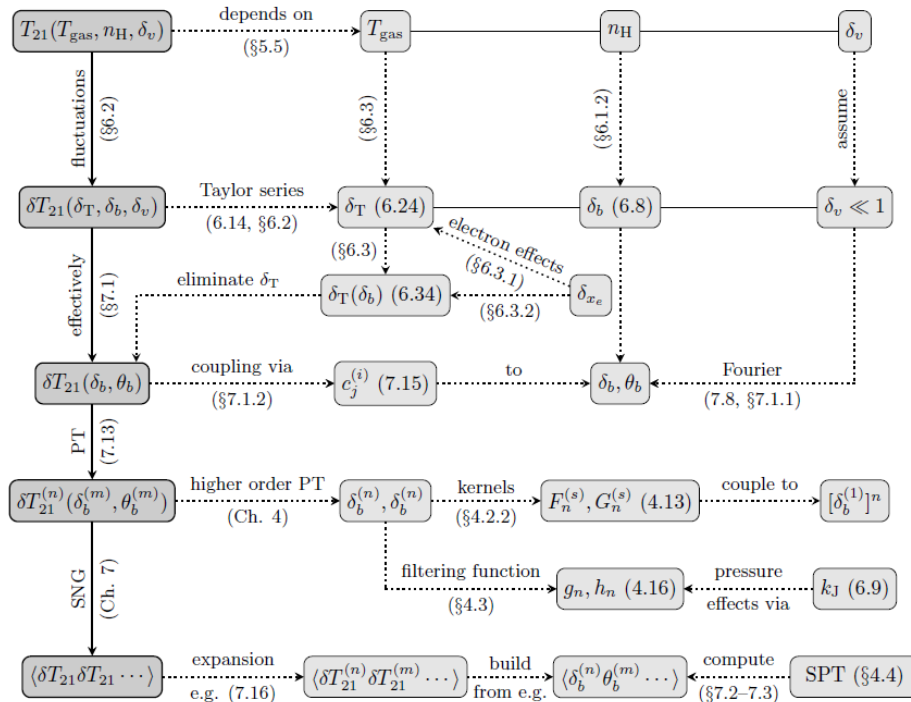


Figure 8.1: Flowchart schematically describing the approach taken in this thesis to compute secondaries in the 21-cm signal. Reference to different sections and equations are made as well.

Waren de studenten net een paar jaar ouder geweest en iets verder in hun opleiding dan hadden sommige van deze scripties hen ook een doctorstitel kunnen opleveren. Dat belooft veel goeds voor de toekomst en met trots zetten we hen vandaag in het zonnetje.

**1<sup>e</sup> prijs: T.W.J. (Tim) de Wild MSc, Rijksuniversiteit Groningen**

*Secondary Non-Gaussianities in the 21-Centimeter Signal during the Dark Ages*

De kandidaat, Tim de Wild, van de Rijksuniversiteit Groningen, heeft belangrijk werk verricht op het grensvlak van kosmologie, astronomie en fundamentele natuurkunde. Een van de meest uitdagende vragen van de hedendaagse kosmologie betreft het begrijpen van de natuurkunde die het vroege heelal beschrijft. Wereldwijd is er een intellectuele activiteit gaande, gekoppeld aan diverse experimenten, om signalen te ontsluiten die licht kunnen werpen op de natuurkundige processen die het vroege heelal beschrijven. Hierbij spelen de algemene relativiteitstheorie, de microfysica van inflatie, en de evolutie van primordiale fluctuaties een belangrijke rol.

Op dit moment worden met name zogenaamde *late-time* structuren bestudeerd, waarvan men vermoedt dat deze structuren nog steeds een statistisch reliëf van de oer-fluctuaties vertegenwoordigen. Dit is het meest recent gedaan voor de anisotropieën in de kosmische microgolf-achtergrond (CMB) door de Planck-missie. Ook zijn er voorbereidingen gaande om toegang tot deze informatie te krijgen met behulp van het traceren van sterrenstelsels, de zogenaamde *Large Scale Structure*, bijvoorbeeld via de EUCLID-missie.

Tim de Wild heeft een alternatieve benadering onderzocht en bestudeert hoe in de nabije toekomst radiostraling in de vorm van fluctuaties in de 21-centimeter transitie in neutraal waterstof, gebruikt kan worden als aanvulling op de CMB en LSS metingen. Deze radiostraling is een veelbelovende sonde van de oorspronkelijke kosmologie. Op deze wijze onderzoekt hij de donkere periode van recombinitie, de zogenaamde kosmologische *Dark Ages*, een periode vóór de vorming van de eerste sterren.

Het werk van Tim de Wild is creatief, origineel en van uitstekende kwaliteit. Het werk is interdisciplinair en omvat kosmologie, astronomie en fundamentele natuurkunde. Zijn onderzoek is belangrijk en actueel, en zal gepubliceerd worden in de vakliteratuur.

**2<sup>e</sup> prijs: K. (Karlijn) Kruiswijk MSc, Universiteit Leiden**

*Effective action, Particle Production and Backreaction in Cosmology*

De scriptie van Karlijn Kruiswijk levert een bijdrage aan de cosmologie vanuit een heel andere invalshoek. Haar scriptie begint met de constatering dat in de cosmologie twee theorieën goed moeten samenwerken. Enerzijds beschrijft de algemene relativiteitstheorie de verandering van de kromming van de ruimtetijd tijdens de expansie van het vroege universum. Anderzijds beschrijft de quantummechanica het verschijnen en verdwijnen van deeltjes. Voorlopig ontbreekt de zogenaamde theorie van alles die deze twee naadloos moet zien te verenigen.

De jury is onder de indruk van het feit dat het onderzoek van Karlijn Kruiswijk aantoont dat de wisselwerking tussen beide theorieën belangrijk is, in beide richtingen, vandaar het woord 'backreaction' in de titel van haar scriptie. Dat lukt haar ondanks het feit dat haar aanpak een klassieke benadering is van het kwantumgedrag.

Ze laat zien wat de invloed is van de ruimtetijd op de creatie van deeltjes en ze laat zien dat de creatie van deeltjes de ruimtetijd beïnvloedt. Belangrijk is dat ze heeft aangetoond dat je beide effecten moet meenemen en op elkaar in moeten laten werken. Haar aanpak laat zien dat de theorie een ander universum voorspelt en dat deze effecten ook belangrijk zullen zijn in een theorie die volledig quantum is.

De scriptie is helder geschreven. Daardoor is het werk van Karlijn Kruiswijk toegankelijk, ook voor natuurkundigen die niet zijn ingevoerd in de cosmologie.

**3e prijs: M.J. (Marnix) Wiechers MSc, Rijksuniversiteit Groningen**  
*Investigating the Efficiency Losses in Cs<sub>2</sub>AgBiBr<sub>6</sub> Perovskite Solar Cells.*  
*Simulated and Experimental Device Architecture Optimisation*

Ook de derde scriptie die we tijdens deze bijeenkomst eren is van uitstekende kwaliteit. Deze veelomvattende scriptie beschrijft in detail waar men zoal de aandacht op moet richten bij het optimaliseren van het rendement van zonnecellen. Het belang van dit onderzoek behoeft geen betoog. Het woord perovskiet in de titel gaat over de kristalstructuur van het materiaal dat wordt gebruikt in de meest moderne zonnecellen.

De scriptie beschrijft een nieuwe aanpak om de efficiëntie van de zonnecellen te modelleren. Het doel is om de efficiëntie zo goed te begrijpen dat het model richtinggevend kan zijn in het maken van een verbeterd ontwerp. Daarin zijn de details van het samenspel van absorptielagen, bufferlagen, transportlagen en de materiaalkeuzes van belang.

Ondanks de restricties ten gevolge van de pandemie was het voor Marnix Wiechers toch mogelijk om een aantal keren in het laboratorium experimenten te doen. De jury was onder de indruk van de mate van detail waarin de beperkte experimenten konden worden vergeleken met de simulaties. De scriptie geeft duidelijk aan welke routes kansrijk zijn bij de zoektocht naar betere en duurzamere zonnecellen.

*Prof. dr. J.F.J. (Johannes) van den Brand, emeritus-hoogleraar zwaartekrachtgolven en fundamentele fysica Universiteit Maastricht, oud-hoogleraar subatomaire fysica Vrije Universiteit Amsterdam*

*Prof. dr. ir. T.H. (Tjerk) Oosterkamp, hoogleraar experimentele natuurkunde Universiteit Leiden*

De jury vergaderde op 26 oktober 2021 onder leiding van KHMW-directeur Mr. M. (Mieke) Zaanen. Tevens waren ter vergadering aanwezig Prof. dr. A.P. (Ad) IJzerman, secretaris natuurwetenschappen KHMW en Drs. S. (Saskia) van Manen, secretaris KHMW (verslag).