

Juryrapport

Jong Talent Shell Afstudeerprijzen 2020

De jury was onder de indruk van het niveau van de ingezonden afstudeerverslagen. Behalve de met name genoemde prijswinnaars zijn ook alle andere elf nominaties een applaus waard. De jury had dan ook twee rondes nodig om tot de drie volgende prijswinnaars te besluiten:

T.G.H. (Thomas) Blank MSc, Radboud Universiteit Nijmegen
Ultrafast THz control of antiferromagnetically coupled spins

Thomas heeft tijdens zijn masteronderzoek een prachtig voorbeeld van onafhankelijk onderzoekswerk afgeleverd dat zowel experimenteel alsook theoretisch van een uitzonderlijk hoog niveau is. Het verslag is zeer omvangrijk en bevat een uitgebreide inleiding die het historisch perspectief en de context van het onderwerp heel duidelijk en met veel diepgang omschrijft.

Het onderwerp van Thomas' stage was op het grensvlak tussen optica en magnetisme. Het doel van het project was om een methode te ontwikkelen voor ultrasnelle en efficiënte controle van spins, de magnetische momenten van elektronen, in een speciaal type magneten – antiferromagneten. De spins in dit type van magneten zijn niet gevoelig voor statische magnetische velden, maar kunnen wel gevoelig worden als het magnetisch veld op terahertz (THz) frequentie oscilleert. Een aantal groepen in de wereld en leidend op dit gebied probeert te begrijpen hoe ze deze koppeling op de meest efficiënte manier voor elkaar kunnen krijgen. Door een zeer sterke training in fundamentele natuurkunde, wiskunde en programmeren, een scherpe en kritische blik gekoppeld aan een forse dosis volharding, heeft Thomas heel veel inzicht verkregen over de reactie van spins op een THz magnetisch veld.

Thomas heeft eerst de meest veelbelovende systemen geïdentificeerd die de beste signaal-ruis verhouding kunnen garanderen. Door deze grondige voorbereiding was hij in zijn eerste experimenten al zeer succesvol. Hij ontwikkelde een fenomenologische theorie waarmee hij de verschillende experimentele resultaten van de bewegingen van spins in een THz magnetisch veld kan beschrijven binnen een universeel theoretisch raamwerk. Naast de analyse van de uitkomsten van zijn experimenten en de theoretische beschrijving daarvan gebruikte hij ook numerieke simulaties om de theoretische conclusies zo toegankelijk mogelijk te maken.

Een deel van dit prachtige stuk werk heeft al geleid tot een voordracht tijdens een winterschool over Ultrasnel Magnetisme in Tsjechië. Thomas werkt nu aan een manuscript dat aan een van de meest gezaghebbende wetenschappelijke tijdschriften zal worden aangeboden.

Los van het succes van Thomas' masteronderzoek is de commissie zeer onder de indruk van de manier waarop hij met zijn talenten omgaat. Hij is een bescheiden en hardwerkende jonge onderzoeker en zijn gave en geduld om dit alles weer begrijpelijk aan anderen uit te leggen mogen niet onvermeld blijven. Zijn inzicht en hulp zijn van onschatbare waarde geweest voor een hele groep bachelor- en masterstudenten in de onderzoeksgroep, waar hij zijn onderzoek heeft gedaan.

M. (Marjolein) de Jager MSc, Universiteit Utrecht
Defects & Nucleation in Colloidal Systems of "Soft" Particles

Marjolein heeft voor haar masteronderzoek het gedrag bestudeerd van kristallen bestaand uit deeltjes met een zachte afstotende kracht als ze op korte afstand van elkaar komen. Zowel de gevolgen van een gat als die van een extra deeltje in het rooster zijn beschouwd. Terwijl ook de

nucleatie, het vormen van het kristal is bestudeerd. En dat alles ook nog voor verschillende kristalstructuren. Dat alles heeft geleid tot een omvangrijke scriptie.

Eerst is een goed geschreven theoretische achtergrond gegeven van de materie, in meest letterlijke zin van het woord in dit geval. Daarna is de onderzoeksmethode uitgelegd. Die bestaat in dit geval uit Monte Carlo simulaties, waarbij de evolutie van de toestanden van het systeem wordt gedaan in stapjes, waarbij de keuze van de volgende toestand een kansproces is, waarbij de kansen door de theorie zijn gegeven. De macroscopische eigenschappen van het systeem worden vervolgens met numerieke integratietechnieken berekend.

Daarna volgt het echte werk in twee delen. In het eerste deel worden vervormingen in het kristalrooster berekend ten gevolge van een gat, een roosterplaats waar zich geen deeltje bevindt, en het omgekeerde, waarbij zich juist een extra deeltje in het rooster heeft genesteld, waarvoor geen roosterplaats beschikbaar is. Verschillende kristalstructuren worden behandeld en met elkaar vergeleken. Het bijzondere van dit onderzoek is dat de deeltjes die samen het kristal vormen een meer realistische onderlinge kracht uitoefenen. Dit is gemodelleerd als puntdeeltjes met een onderlinge Yukawa afstotingskracht en ook als indrukbare (Hertziaanse) bollen en als sterpolymeren, deeltjes die met hun uitstekende tentakels een beetje op octopussen lijken. Ook zijn de simulaties in drie dimensies gedaan, terwijl eerder werk zich vaak beperkte tot twee dimensies. De combinatie van de meer realistische krachten tussen de deeltjes in het rooster en driedimensionale roosters is zeer vernieuwend en benadert de realiteit veel dichter dan veel eerdere studies.

In het tweede deel van de scriptie wordt de nucleatie bestudeerd, het groeien van het kristal. Ook in dit geval zijn de Yukawa puntdeeltjes gebruikt met verschillende krachtprofielen als functie van de onderlinge afstand. Marjolein vond een verrassend verschil tussen de zachte Yukawa puntdeeltjes en de veelgebruikte harde bollen, waarbij de kristalgroeisnelheid snel terugloopt als de deeltjes zachter worden.

Marjolein heeft in 2015 een KHMW Jong Talent Aanmoedigingsprijs voor haar prestaties in de propedeuse ontvangen. We zien met plezier dat aan die aanmoediging energiek vervolg is gegeven.

T.A. (Tijs) Wijkamp MSc, Technische Universiteit Eindhoven

*Synchrotron radiation detection and 2D emissivity profile reconstruction in TCV
exploring the power of multispectral imaging systems in runaway electron studies*

Tijs Wijkamp is cum laude afgestudeerd voor de master Applied Physics als ook voor de master Science and Technology of Nuclear Fusion. Zijn scriptie is beloond en bekroond met een 10, en vandaag reiken we ook de Shell-prijs aan hem uit. Waarmee heeft hij dit verdiend?

Kernfusie is een grote belofte voor het energieprobleem. Onderzoek wordt bedreven door een grote internationale gemeenschap, het is dus niet eenvoudig om binnen een paar maanden een voet aan de grond te krijgen in dit vak. Maar Tijs is het wel gelukt om als masterstudent grote stappen te zetten in metingen en begrip van runaway elektronen in fusiereactoren. Hij is uitgenodigd om zijn resultaten op een internationale workshop te presenteren en zijn werk is ook al ingediend bij een toonaangevend tijdschrift. Terwijl hij net aan z'n promotie begint, is hij al een erkend lid van deze internationale gemeenschap.

Elektron runaway betekent dat elektronen herhaaldelijk in hoge lokale elektrische velden in de reactor verder versneld worden en zo'n hoge energie bereiken, dat ze steeds moeilijker af te remmen zijn door botsingen met andere geladen deeltjes binnen het plasma. Uiteindelijk kunnen ze diep relativistische energieën bereiken van vele MeV. Als een bundel van vele

runaway elektronen de reactorwand raakt, kan dit tot onherstelbare schade aan de wand leiden. Maar hoe waarschijnlijk is het, dat dit gebeurt?

Tijs heeft dit experimenteel onderzocht aan de Europese fusiereactor TCV in Lausanne. Hij heeft aangetoond dat de energieverdeling alsmede het dichtheidsprofiel kwantitatief gemeten kan worden door de synchrotronstraling, uitgezonden door deze relativistische elektronen, te analyseren. En hij heeft gevonden dat de energie van deze elektronen veel hoger is dan tot nog toe aangenomen. Als hypothese stelt Tijs dat een resonante interactie tussen deze hoog-energetische runaways en de altijd aanwezige rimpelingen van het magneetveld hiervoor zorgt. Dit zou een duidelijke richting aangeven voor verdere experimenten, met als doel het manipuleren van de runaway energieverdeling en uiteindelijk het voorkomen van schade aan de fusiereactor.

Prof. dr. E.P.A.M (Erik) Bakkers, hoogleraar toegepaste natuurkunde Technische Universiteit Eindhoven

Prof. dr. U. (Ute) Ebert, hoogleraar toegepaste natuurkunde Technische Universiteit Eindhoven en groepsleider Multiscale Dynamics bij het Centrum Wiskunde & Informatica in 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. (Willem) Bijleveld, directeur KHMW. Daarnaast waren ter vergadering aanwezig Prof. dr. A.P. (Ad) IJzerman, secretaris natuurwetenschappen en S. (Saskia) de Boer (verslag).