

## Toegepaste Natuurkunde

nodigt U graag uit op de openbare verdediging van het proefschrift van

**Sophie VIAENE**

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen en

ter behaling van de graad van Doctor in de Filosofie

**Gezamenlijk doctoraat met Chalmers University**

Titel van het proefschrift:

Op weg naar de metamateriaalhorizon:  
Nieuwe concepten en geometrische technieken voor de beschrijving van  
geavanceerde electromagnetische verschijnselen

Promotoren:

Prof. Jan Danckaert  
Prof. Philippe Tassin (Chalmers University)

De verdediging heeft plaats op

**dinsdag 19 juni 2018 om 16.00u**

in auditorium D.2.01 op de campus Humanities,  
Sciences and Engineering van de Vrije Universiteit  
Brussel, Pleinlaan 2 te 1050 Elsene, en zal worden  
gevolgd door een receptie.

Samenstelling van de jury:

Prof. Freya Blekman (voorzitter)  
Prof. Sophie de Buyl (secretaris)  
Prof. Vincent Ginis (co-promotor)  
Prof. Tünde Fülöp (Chalmers University)  
Prof. Jari Kinaret (Chalmers University)  
Prof. John Pendry (Imperial College London)  
Prof. Humejra Caglayan (Tampere University)  
Prof. Oscar Quevedo-Teruel  
(KTH Royal Institute of Technology)

## Curriculum vitae

Sophie Viaene heeft haar master met grootste onderscheiding behaald aan de Vrije Universiteit Brussel in 2014 en is vervolgens een joint PhD gestart aan de Vrije Universiteit Brussel en Chalmers University of Technology. Ze heeft haar veld actief gepromoot bij een breed publiek, bijv. door deel te nemen aan de Bright Club, en heeft bachelor- en masterstudenten begeleid aan beide universiteiten. Haar onderzoek heeft geleid tot geavanceerde ontwerpen van metamaterialen en werd bekroond met meerdere onderscheidingen, zoals een publicatie in het jaarlijkse overzichtsissue van Optics and Photonics News.

## Abstract van het doctoraatsonderzoek

De algemene relativiteitstheorie van Einstein ontketende een ware revolutie in de natuurkunde door zwaartekracht te beschrijven als een vervorming van ruimte en tijd. Ongeveer vijftien jaar geleden hadden John Pendry en Ulf Leonhardt het intrigerende idee om deze vervormde ruimte na te bootsen voor licht door gebruik te maken van zorgvuldig ontworpen materialen. Deze metamaterialen bestaan uit minuscule elementen die veel kleiner zijn dan de karakteristieke golflengte van licht. Door de vorm, de dichtheid en de grootte van deze elementen aan te passen kan het pad van een lichtstraal heel nauwkeurig gecontroleerd worden.

Op zich is het heel moeilijk, zometertijd onmogelijk, om te weten welke eigenschappen een metamateriaal precies moet hebben om een gewenst effect, zoals een afbuiging, een splitsing of concentratie van lichtstralen te veroorzaken. Transformatieoptica is een geometrische techniek die het mogelijk maakt om toch het juiste metamateriaal te vinden dat de natuurwetten van licht in een vervormde ruimte nabootst. Dit heeft geleid tot indrukwekkende en tegelijkertijd intuïtieve materiaalontwerpen, zoals onzichtbaarheidsmantels die lichtstralen perfect kunnen afbuigen rond een voorwerp zodanig dat het onzichtbaar wordt.

Door de voortdurende vooruitgang in de nanotechnologie worden er nieuwe metamaterialen mogelijk die reconfigureerbaar, tweedimensionaal of kwantum zijn. In het eerste deel van haar thesis voert Sophie Viaene nieuwe concepten in om reconfigureerbare metamaterialen te ontwerpen waarvan de eigenschappen gecontroleerd kunnen worden van buitenaf. Zo heeft ze “ijk” metamaterialen bestudeerd die optische krachten kunnen versterken, en heeft ze fundamentele reactielimieten ontdekt die gebaseerd zijn op niet-lineaire dynamica. Dit laatste is belangrijk omdat het aantoont dat optische schakelaars maar tot op zekere hoogte verbeterd kunnen worden door metamaterialen. In het tweede deel van haar thesis breidt Sophie de geometrische technieken van de transformatieoptica uit om ook tweedimensionale metamaterialen en kwantummetamaterialen te kunnen begrijpen met behulp van een vervormde ruimte. Zo heeft ze metamateriaallaagjes ontworpen die licht langs hun oppervlak leiden alsof het oppervlak vervormd zou zijn en heeft ze onderzocht hoe lichtbronnen zich gedragen in een metamateriaal dat een zwart gat nabootst door een gravitationele golfvectorverschuiving op te leggen.

Door het gedrag van licht in reconfigureerbare, tweedimensionale en kwantummetamaterialen te beschrijven op een intuïtieve manier draagt deze thesis bij tot de verdere ontwikkeling van geavanceerde materialen voor toekomstige toepassingen in de optica en de fotonica.