AMOLF NEWS is een uitgave van het NWO-instituut AMOLF • Juli 2021

AMOLF NEWS

HIGHLIGHT
Schilderen met halfgeleiders

NIEUWS
Twee ERC Advanced Research Grants

CUM LAUDE
voor Anne Meeussen

Wiebke Albrecht

"Enorm boeiend dat deeltjes zich op **kleine schaal** anders gedragen dan op **grote schaal**"

AMOLF

AMOLF NEWS
AMOLF NEWS verschijnt twee keer per jaar en is bedoeld voor collega's, samenwerkingspartners, beleidsmakers en alumni van AMOLF.

Indien u dit magazine niet langer wenst te ontvangen dan kunt u ons dit melden via e-mail: info@amolf.nl of via telefoonnummer 020-7547100. Uw gegevens zullen dan worden verwijderd van de betreffende lijst van relaties aan wie wij twee maal per jaar NEWS versturen.

COLOFON
Redactie
Erny Lammers,
Petra Rodriguez,
Anita van Stel
Vormgeving
www.petraklerkx.nl
Beeld cover
Foto: Ivar Pel
Afbeelding: Anne Meeussen
Druk
Drukkerij Badoux,
Houten

Correspondentieadres
Postbus 41883
1009 DB Amsterdam
E-mail: info@amolf.nl
Telefoon: +31 (0)20 75 47 100

AMOLF in het kort

AMOLF richt zich op het initiëren en uitvoeren van toonaangevend fundamenteel onderzoek aan de fysica van natuurlijke en niet-natuurlijke complexe materie en het maken van nieuwe functionele materialen, in samenwerking met universiteiten en industrie. Deze kennis draagt bij aan het oplossen van maatschappelijke vraagstukken op het gebied van energie, groene ICT en gezondheidszorg.

Op AMOLF werken circa 130 wetenschappers in 18 onderzoeksgroepen. Daarnaast kent het instituut 70 medewerkers in technische en administratieve ondersteunende afdelingen. Het instituut is gevestigd in het Amsterdam Science Park.

AMOLF is onderdeel van de institutenorganisatie van NWO.•

AMOLF physics of functional complex matter

Inhoud

INTERVIEWS
6 **Wiebke Albrecht: geboeid door de morfologie van een enkel nanodeeltje**
16 **De kunst van zelforganisatie: Esmee Geerkens**
22 **Cum laude voor Anne Meeussen**

HIGHLIGHTS
12 **Schilderen met halfgeleiders**
20 **De voordelen van ruis ontrafeld**

NIEUWS
4 **Wim Noorduin bijzonder hoogleraar UvA**
5 **ERC Grant voor Albert Polman voor nieuw type quantum-elektronenmicroscoop**
10 **Rekenende materialen: ERC Grant voor Martin van Hecke**
11 **Strategische samenwerking met Fraunhofer ISE**
21 **Lichtkunstwerk voor de bibliotheek**

VERDER
14 **Publicaties uitgelicht**
24 **Proefschriften**

Voorwoord

Op het moment dat ik dit voorwoord schrijf is de toekomst wat betreft de coronapandemie helaas onzeker. Tot voor kort was er goede hoop dat we er binnenkort eindelijk van af zouden zijn, maar het is gebleken dat het de laatste weken toch wat te snel is gegaan met de versoepelingen.
We hopen dat het slechts een tijdelijke terugslag betreft en dat we binnenkort weer kunnen toewerken naar een volledige openstelling van AMOLF.

De wetenschappelijke output en het inverdienen van fondsen voor onderzoek hebben tot dusver gelukkig niet zwaar geleden onder de coronacrisis. Bijzonder is dat er dit voorjaar maar liefst twee ERC Advanced Grants zijn toegekend, aan Martin van Hecke en Albert Polman. In deze NEWS kunt u daar meer over lezen. Heel mooi is ook dat het Groeifonds voorstel Quantum Delta NL is gehonoreerd. Een belangrijke component in dit initiatief is NanoLabNL, het samenwerkingsverband van cleanrooms in Nederland, waar AMOLF deel van uit maakt. Dankzij dit initiatief kunnen we de komende jaren flink in onze cleanroom investeren. Ook de toekenning van een NWO Vidi grant aan Kristina Ganzinger is prachtig nieuws, en zelfs zo recent dat u pas in de volgende NEWS hier meer over zal kunnen lezen. Ook hadden we het afgelopen half jaar een groot aantal promoties, waaronder twee *cum laude*, van Anne Meeussen in mei en Magda Solà Garcia in juli. Tot slot ben ik verheugd u te melden dat op 1 mei Wiebke Albrecht is gestart als nieuwe tenure track groepsleider. In deze NEWS stelt ze zichzelf en haar onderzoeksgroep aan u voor.

Zo op het eerste gezicht gaat het dus goed met AMOLF, ondanks de aanhoudende coronacrisis. Echter, de onderlinge interactie heeft wel zwaar geleden het afgelopen jaar.
Voor de toekomst van AMOLF is het cruciaal dat deze interactie weer goed op gang komt, en dat de onderlinge betrokkenheid, wat de essentiële kracht van AMOLF is, weer tot volle bloei komt. Hier gaan we na de zomer aan werken.
Voor nu wens ik iedereen een fijne zomervakantie en uiteraard veel leesplezier met deze NEWS

Huib Bakker
Directeur AMOLF

Foto: Mark Knight

Wim Noorduin bijzonder hoogleraar UvA

AMOLF groepsleider Wim Noorduin is benoemd tot bijzonder hoogleraar Self-Organizing Matter bij het Van 't Hoff Institute for Molecular Sciences (HIMS) van de Universiteit van Amsterdam (UvA). De leerstoel is ingesteld vanwege de Stichting tot bevordering van de Atoom- en Molecuulfysica. Noorduin blijft bij AMOLF leiding geven aan de onderzoeksgroep Self-Organizing Matter.

Onderzoeksthema
Het onderzoek van Noorduin vindt plaats op het grensvlak van scheikunde en natuurkunde. In zijn onderzoek ligt de focus op de ontwikkeling van fundamenteel nieuwe principes voor chemisch gedreven assemblage en de organisatie van functionele moleculen op microscopische schaal. Hierbij brengt hij verschillende onderzoeksterreinen samen, zoals zachte materie, macromoleculaire chemie en organische chemie.

Eerste HIMS-AMOLF samenwerkingsproject
Een eerste HIMS-AMOLF samenwerkingsproject op dit onderzoeksgebied, genaamd *Light-driven self-assembly*, is al van start gegaan. Dit project omvat een samenwerking van Noorduin met HIMS-collega's Fred Brouwer en René Williams, waarbij een promovendus zal werken aan het assembleren van materialen met door licht gedreven reacties. De onderzoekers streven ernaar spontane assemblage te sturen door gebruik te maken van lichtpatronen, met als resultaat een materiaal met een bijzondere architectuur. Het voornaamste doel van het project is het ontwikkelen van fundamenteel nieuwe assemblagetechnieken. Op de lange termijn kan dit onderzoek ook uitmonden in nieuwe mogelijkheden voor het maken van functionele materialen.•

Foto: Lukas Helmbrecht

AMOLF ontmoet partners uit industrie

Op dinsdag 2 juni organiseerde AMOLF een online meet-up voor haar industriële partners. In een aantal korte presentaties werden de partners bijgepraat over het onderzoek bij AMOLF, gevolgd door break-out sessies in kleinere groepen waarin AMOLF groepsleiders hun onderzoek toelichtten en er ruimte was voor discussie en vragen. Door de meet-up zijn de banden met de industriële partners| aangehaald en zijn mogelijke onderwerpen voor toekomstige samenwerking geïdentificeerd.

Op de AMOLF-website staat een overzicht van de huidige samenwerkingen met de industrie, van de financieringsmogelijkheden voor samenwerkingsprojecten, en van de technische expertises van de verschillende AMOLF onderzoeksgroepen: amolf.nl/technology-transfer•

Foto: Ivar Pel

NanoLabNL ontvangt **Groeifonds subsidie**

Dit voorjaar werd bekend dat het Quantum Delta NL initiatief 615 miljoen euro ontvangt uit het Nationaal Groeifonds om Nederland op de kaart te zetten als knooppunt voor quantumtechnologie. Van dit bedrag zal 150 miljoen euro besteed worden aan het versterken van de Nederlandse infrastructuur voor nanotechnologie door NanoLabNL. Het AMOLF NanoLab Amsterdam is één van de vijf locaties van NanoLabNL. Met deze investeringen zullen de verschillende NanoLabs hun apparatuur voor nanofabricage en nanokarakterisatie vernieuwen. Daarmee kunnen ze de hoogwaardige faciliteiten bieden die cruciaal zijn voor de ontwikkeling van quantumtechnologie en andere sleuteltechnologieën.
Het Nationale Groeifonds heeft quantumtechnologie herkend als een ontwikkeling die radicaal nieuwe producten en diensten mogelijk maakt, zoals quantumcomputers en quantumsensoren.

De verwachtte technologierevolutie zal een bijdrage kunnen leveren aan het oplossen van maatschappelijke uitdagingen op het gebied van energie, voedsel en zorg.
Voor de doorontwikkeling van quantumtechnologie en -onderzoek is het essentieel om de laboratoria te versterken. Omdat de faciliteiten breed inzetbaar zijn is dit goed nieuws voor alle onderzoeksgebieden die nanotechnologie gebruiken, zoals naast quantumtechnologie ook fotonica, health, en semicon.•

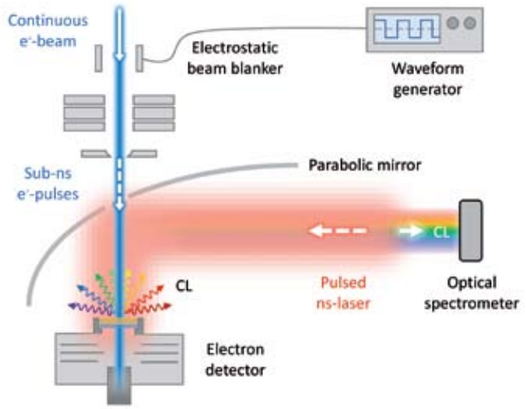
ERC Advanced Research Grant voor **Albert Polman**

Dit voorjaar kreeg Albert Polman goed nieuws van de European Research Council: zijn onderzoeksvoorstel voor de ontwikkeling van een nieuw type quantum-elektronenmicroscoop werd gehonoreerd met een Advanced Research Grant ter waarde van 2,5 miljoen euro.

In het nieuwe instrument worden de eigenschappen van hoogenergetische elektronen veranderd met behulp van intense laserpulsen. Deze interactie tussen licht en elektronen is alleen met behulp van quantumtheorie te begrijpen en te beschrijven. De door de interactie met licht gemodificeerde elektronen worden vervolgens gebruikt om materialen heel lokaal te exciteren. Het materiaal gaat vanuit deze geëxciteerde plekken licht uitzenden wat gedetecteerd wordt en belangrijke nieuwe informatie over de eigenschappen van het materiaal levert.

Polman: "Ik ben heel blij met deze subsidie waarmee ik weer een volledig nieuw onderzoeksonderwerp kan starten. Het draagt bij aan de nieuwe samenwerking op AMOLF waarin ik met Erik Garnett en onze nieuwe groepsleider Wiebke Albrecht nieuwe vormen van analytische elektronenmicroscopie ga ontwikkelen".•

Foto: Jeroen Oerlemans



Geboeid door de morfologie van een enkel nanodeeltje

Sinds 1 mei is Wiebke Albrecht aan boord bij AMOLF, als groepsleider van de nieuwe groep Hybrid Nanosystems. Met haar groep gaat Albrecht de interactie tussen verschillende componenten in complexe hybride nanosystemen onderzoeken. “Hoe kunnen we de morfologie en eigenschappen van zo’n nanosysteem op het niveau van een enkel deeltje beïnvloeden, is de grote vraag.”

Tekst: Anita van Stel • Foto’s: Ivar Pel

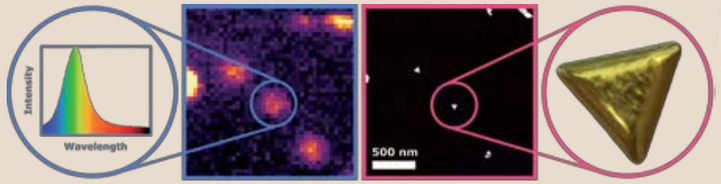
Wiebke
In de werkkamer van Albrecht staat een elektrische step tegen de nog lege boekenkast. Ze overbrugt daarmee de afstand van NS-station Amstel naar AMOLF. “Ik kom met de trein uit Utrecht en probeer allerlei vervoersmiddelen uit. Zo’n step hoef je niet uit een stalling te halen. Dat scheelt tijd.”
Albrecht komt uit Berlijn. De naam ‘Wiebke’ doet veronderstellen dat ze Friese roots heeft. Albrecht: “Mijn moeder groeide op in het noorden van Duitsland. Waarschijnlijk pikte ze daar de naam op.”

De planeet
Al op jonge leeftijd had Albrecht de overtuiging dat ze iets moest doen voor de planeet. Tijdens haar studie natuurkunde werkte ze in het Helmholtz-Zentrum, waar onderzoek aan complexe materialen en materiaalsystemen bijdraagt aan de energietransitie. Albrecht blikt terug: “Ik dacht aan onderzoek voor nieuwe energie, zoals *solar harvesting*. Bij Helmholtz deden de collega-natuurkundigen vooral veel toegepast onderzoek. Daar ontdekte ik dat ik fundamenteel onderzoek interessanter vond. Mijn master in Nijmegen, en ook mijn promotieonderzoek bij de Soft Condensed Matter groep aan de Universiteit Utrecht, richtten zich op nanodeeltjes. Ik vind het superboeiend dat deeltjes zich op kleine schaal anders gedragen dan op de grote schaal.” ‘Klein’ houdt in Albrechts onderzoek 5 tot 100 nanometer in.

De grootte en vorm van het nanodeeltje
Op grotere schaal zijn eigenschappen meestal afhankelijk van het materiaal en niet van de grootte of de morfologie. Halfgeleiders hebben bijvoorbeeld een bandkloof die ervoor zorgt dat licht kan worden omgezet in elektrische stroom. Metalen hebben geen bandkloof. Dat zorgt ervoor dat de elektronen in metalen mobiel zijn en daarom geschikt voor het geleiden van elektriciteit van A naar B. Op de nanoschaal werkt het anders, legt Albrecht uit: “Afhankelijk van de grootte, maar ook van de vorm van het nanodeeltje, vierkant, rond of langwerpig, veranderen de optische eigenschappen, zoals de kleur. Mijn doel is nanodeeltjes van verschillende materialen, metalen en halfgeleiders, samen te brengen en te onderzoeken welke interacties plaatsvinden als twee van dergelijke nanodeeltjes dicht bij elkaar, of in verbinding zijn.”

Belangrijk voor zonnecellen
In metalen nanodeeltjes kunnen elektronen resonante trillingen vertonen. →

“Ik vind het enorm boeiend dat deeltjes zich op **kleine schaal** anders gedragen dan op **grote schaal**”



Correlatieve metingen van een enkel nanodeeltje: om de afhankelijkheid van de eigenschappen van de nanodeeltjes (links) op hun 3D-morfologie (rechts) te kunnen begrijpen, worden beiden gemeten door een combinatie van optische en elektronenmicroscopie methoden.

"Als uit mijn fundamentele onderzoek uiteindelijk **nieuwe concepten van hybride architecturen** komen die toepasbaar zijn voor *solar harvesting* en quantum informatieverwerking, ben ik een gelukkig mens"

Deze trillingen vertegenwoordigen een hoge energie, maar op een tijdschaal van slechts enkele femtosecondes wordt deze energie omgezet in warmte. Om dit te voorkomen hoopt Albrecht de lading en energie van een metaaldeeltje naar een halfgeleider over te kunnen dragen. "Door er een halfgeleider bij in de buurt te brengen, zouden elektronen met een hoge energie langer kunnen leven en deze energie kunnen overbrengen, wat bijvoorbeeld voor fotokatalyse of fotovoltaïsche zonnecellen belangrijk is. Als uit mijn fundamentele onderzoek uiteindelijk nieuwe concepten van hybride architecturen komen die toepasbaar zijn voor *solar harvesting* en quantum informatieverwerking, ben ik een gelukkig mens."

Tomografie

"Het is complex", vervolgt ze. "Er is nog weinig kennis van optische eigenschappen in combinatie met de morfologie van dit soort systemen. Toch moet je die complexe 3D-morfologie op de nanoschaal kunnen meten." Tijdens haar postdoc aan de Universiteit Antwerpen deed Albrecht ervaring op met elektronentomografie, elektronenmicroscopie in 3D, vergelijkbaar met CT-scanning technologie. Via een combinatie van in-situ tools en snelle elektronentomografie slaagde ze erin om in 3D te laten zien hoe gouden nanodeeltjes van vorm veranderen. Bij AMOLF gaat ze deze geavanceerde techniek ook inzetten.

Naadloos

Waarom koos Albrecht voor AMOLF? Albrecht: "Van congressen en conferenties kende ik een aantal onderzoekers van AMOLF en ik was altijd onder de indruk van het onderzoek, van de richtingen en de resultaten. Ook hoorde ik goede verhalen over de organisatie, de samenwerking en hoe iedereen meedenkt over nieuwe onderzoeksrichtingen. Mijn onderzoek past naadloos bij de AMOLF thema's. Tijdens de verkennende gesprekken bleek de klik wederzijds." Ze verwacht bij AMOLF samen te gaan werken met een groot aantal collega's, uit groepen binnen en buiten het thema Designer Matter: "Ik ben met iedereen aan het praten en ik schiet van het ene goede idee in het andere."

Aardig

Uit haar werkkamer heeft Albrecht uitzicht op haar lab, waar ze een optische set-up bouwt. In september starten twee promovendi en een masterstudent. Een tweede masterstudent volgt later. Ze is nu bezig met de werving: "Ik vind het vooral belangrijk dat hun manier van onderzoek doen bij mijn opvatting past dat je – om zeker te zijn van je resultaat – beter nog een extra meting kunt uitvoeren." Na een maand bij AMOLF is ze enorm te spreken over de sfeer en haar nieuwe collega's: "Iedereen is supervriendelijk en steeds bereid me te helpen. Dat is typisch Nederlands, vind ik. Een directe manier van omgaan met elkaar is efficiënt en hoeft niet onvriendelijk te zijn. Om goed met iemand samen te werken is het nodig dat je verbinding voelt. Die komt alleen tot stand als je aardig voor elkaar bent. Vriendelijkheid lijkt bij AMOLF ingebakken."•

ERC-onderzoekssubsidie voor **rekenende** materialen

Martin van Hecke (Mechanical Metamaterials groep en Universiteit Leiden) krijgt een ERC Advanced Research Grant van 2,5 miljoen euro voor onderzoek naar informatieverwerkende materialen. De European Research Council gebruikt de ERC Advanced grants om excellente onderzoeksleiders in staat te stellen relevante projecten met een hoog risico uit te voeren.

Foto: Mark Knight

Zelfs een simpel verkreukelend velletje plastic heeft een soort verborgen rekenkracht

Tekst: gebaseerd op persbericht door Bruno van Wayenburg

We spreken van Hecke en hij start met een eenvoudige demonstratie van zijn onderzoek: een plastic velletje met grote verticale ribbels volstaat. Hij drukt het materiaal langzaam in elkaar. Naarmate de spanning toeneemt, springen er knikken in de ribbels: eerst één knik in één ribbel, dan nog één, enzovoort. Als de spanning weer afneemt, ploppen de knikken er weer uit, maar niet altijd in de volgorde waarin ze ontstaan zijn.

De onderzoeksgroep van Martin van Hecke maakte een diagram waarin de verschillende kreukingstoestanden in kaart zijn gebracht, compleet met pijltjes die aangeven welke toestanden in elkaar over kunnen gaan. “Je zou de gang door de verschillende toestanden kunnen beschouwen als een soort berekening”, redeneert Van Hecke. Daarmee heeft zelfs een simpel verkreukelend plastic velletje een soort verborgen rekenkracht. De ERC-subsidie biedt nu de mogelijkheid om die onderzoekslijn uit te bouwen, met financiering voor drie promovendi en drie postdoctorale onderzoekers.

“Dit idee is voortgekomen uit eerdere onderzoekslijnen”, zegt Van Hecke. “Dat vouwen gebeurt in een aantal voorgeprogrammeerde stappen, maar ik bedacht dat niet alleen onze metamaterialen een aantal stappen doorlopen. Dit zette me aan het denken: wat voor soort materiaalgedrag kun je zoal krijgen als de stapjes van elkaar afhankelijk zijn. Het was echt zo'n vraag van: waarom weet ik dit nu weer niet?“

De rest van de wetenschap bleek het ook niet zo goed te weten. ”Ja, er is wel onderzoek gedaan naar processen zoals verkreukelen, maar dat was met een meer globale blik, en eigenlijk begrijpen we dat ook niet goed. Het leek mij interessant om heel precies naar de individuele stapjes te kijken.”

Tegelijkertijd onderzocht een aantal collega-onderzoekers geheugeneffecten, waarbij de precieze vervorming van een materiaal van de eerdere stappen afhangt. “Geheugen is natuurlijk een ingrediënt van computerberekeningen.

Maar waarom zou je niet een stap verder gaan en het vervormen van materialen beschouwen als een vorm van informatieverwerking? Misschien kun je materialen ontwerpen die berekeningen uitvoeren.” Inmiddels is de groep van Van Hecke die weg ingeslagen, wat onder andere al leidde tot een materiaal dat tot tien kan tellen. Van Hecke: “Het gaat me niet om materialen die sneller rekenen dan gewone computers, maar om op een fundamenteel niveau te begrijpen hoe het vervormen van materialen te beschrijven is als een vorm van informatieverwerking.”
Toepassingen zijn er dan ongetwijfeld, verwacht Van Hecke. Het eerdere metamaterialenonderzoek wordt inmiddels ook toegepast in het ontwerpen van medische implantaten en prothesen. “Maar wat die toepassingen zullen zijn, daar laat ik me graag door verrassen.”•

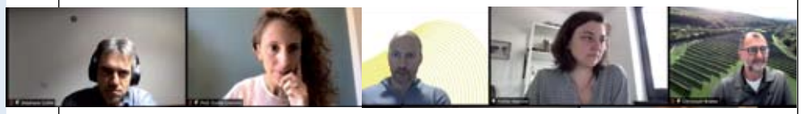
Beeld: Fraunhofer ISE

Metamaterialen en geoptimaliseerd fotonmanagement maken multi-junction zonnecellen zeer efficiënt.

Nederlands-Duitse samenwerking voor metamaterialen

AMOLF is een strategische samenwerking gestart met het Duitse Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems op het gebied van metamaterialen voor optische toepassingen. In het project *Metasurfaces for Energy Efficient Devices* (MEEt) ontwikkelen de partners metamaterialen voor zonnecellen, leds en optische sensoren, en de productieprocessen voor deze materialen. Het project heeft een looptijd van drie jaar en wordt voor wat betreft de Duitse kant van de samenwerking gefinancierd door het Fraunhofer International Cooperation and Networking Program. Groepsleider Bruno Ehrler (Hybrid Solar Cells) coördineert het project bij AMOLF: “Deze samenwerking versterkt onze banden met het Fraunhofer ISE en zorgt voor een vruchtbare feedback tussen het fundamentele materialenonderzoek bij AMOLF en de meer toegepaste fysica en procesontwikkeling in Freiburg.” In oktober komt de eerste PhD-student uit Freiburg naar AMOLF om onderzoek te doen aan leds met een nanopatroon. Fraunhofer ISE is het oudste en grootste onderzoeksinstituut in Europa op het gebied van zonne-energie. Het instituut heeft veertig jaar ervaring in het onderzoeken van fotovoltaïsche materialen en systemen.•

Symposium on Light Management in Photovoltaics



Op dinsdagochtend 22 juni werd het jaarlijkse Symposium on Light Management in Photovoltaics (LMPV) gehouden, georganiseerd door de Nanophotovoltaics groepsleiders en de Universiteit van Amsterdam. Het symposium was online te volgen via Zoom en daar werd volop gebruik van gemaakt. Een recordaantal van 150 deelnemers verspreid over de hele wereld volgde de lezingen en de discussiesessie na afloop.•

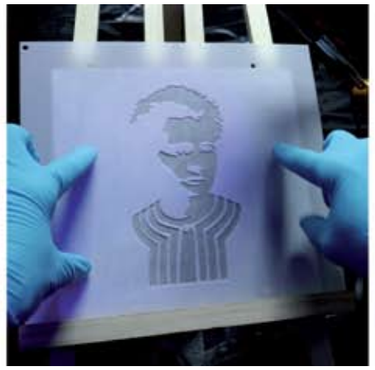
Bonte groep onderzoekers vindt elkaar op **Gather.town**

Zoals een groep spreeuwen in harmonie door de lucht beweegt dankzij een aantal simpele regels waar de individuele vogels zich aan houden, zo kan een materiaal gedrag vertonen dat het dankt aan de eigenschappen van de afzonderlijke bouwstenen. Een snel groeiende groep onderzoekers is geïnteresseerd in dergelijke materialen en ze bevinden zich in uiteenlopende disciplines. Bas Overvelde (Soft Robotics) zocht naar kruisbestuiving tussen deze disciplines en organiseerde een workshop bij het Lorentz Center: *Autonomous Behaviour in Living and Robotic Matter*.

Tijdens een online Zoomsessie in april 2020 maakten 25 onderzoekers kennis met elkaar en van 9 tot 11 maart 2021 was er een vervolgsessie op het online platform Gather.town. Het grote voordeel van dit platform was dat – naast inhoudelijke discussies in kleinere groepen – ook een op een gesprekken mogelijk bleken. Na afloop concludeerden Overvelde en zijn medeorganisatoren dat de onderzoekers elkaar goed aanvullen. Daar waar biologen bijvoorbeeld vooral op zoek zijn naar het begrijpen van gedrag, zijn de zachte-robotica onderzoekers meer gericht op het maken van functionele materialen. Dit creëert nieuwe mogelijkheden voor onderzoek zoals het testen van inzichten uit onderzoek naar in levende materie autonoom ontstaan gedrag op een roboticaplatform. Daarnaast ziet Overvelde mogelijke samenwerkingen op thema’s als zelf-vouwing, zelf-oscillatie, zelforganisatie en aanpassende en lerende systemen.•

Schilderen met halfgeleiders

Tekst: Bastienne Wentzel • Foto's: Lukas Helmbrecht



Stel dat je kunt schilderen door het doek zelf van kleur te laten veranderen in plaats van verf erop te smeren. Dat is wat Lukas Helmbrecht en zijn collega's van de Self-Organizing Matter groep doen met hun nieuwe techniek Ion Exchange Lithography. Daarbij reageert de 'inkt' met het 'doek' door middel van ionenuitwisseling. Helmbrecht voegde de daad bij het woord en airbrushte een afbeelding van Madame Curie met zijn techniek. "Ik vind het fascinerend om te zien: zodra je de inkt begint te spuiten vormt zich het groene beeld, terwijl inkt en canvas beide kleurloos zijn."

Kleurrijke techniek

Het onderzoek draait om het maken van perovskiet, een nieuw en veelbelovend halfgeleidermateriaal waarvan bijvoorbeeld leds of zonnecellen worden gemaakt. Helmbrecht en collega's vonden een manier om een laag loodcarbonaat (het canvas) om te zetten in een perovskiet, enkel door erop te 'schilderen' met een oplossing van methylammoniumbromaat. Dat gaat een chemische reactie aan met het loodcarbonaat waarbij zich een groen perovskiet vormt. Neem je een andere inkt, dan kun je een blauw of rood perovskiet ernaast schilderen of een patroon stempelen of airbrushen.

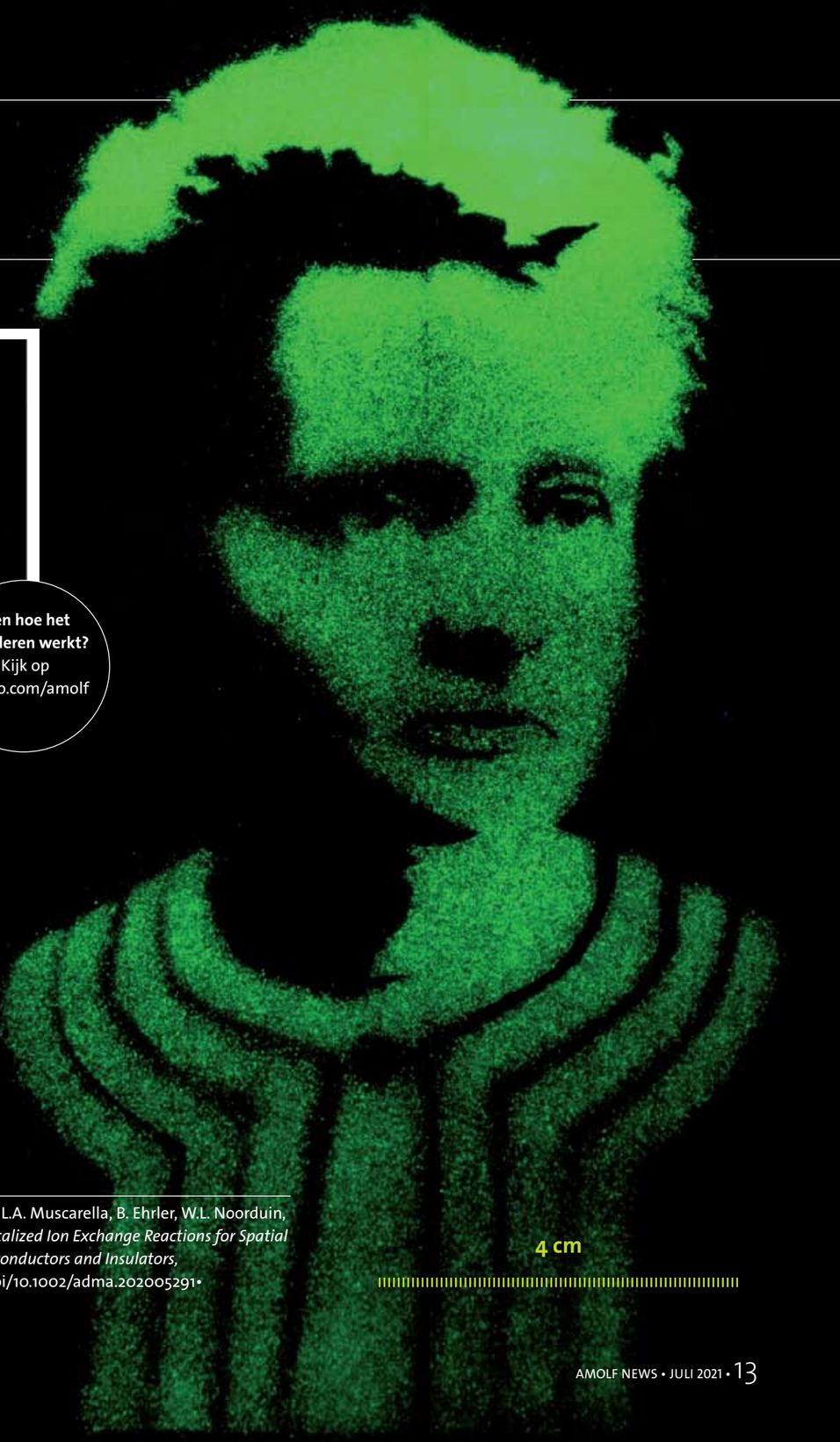
Allerlei variaties in zowel de samenstelling van het canvas als de inkt zijn mogelijk. De patronen zijn heel nauwkeurig aan te brengen: druppels inkt van een paar micrometer leveren ook stipjes op van een paar micrometer. De inkt loopt dus niet uit.

"De uitdaging van dit onderzoek was het ontwikkelen van de chemische reactie en de condities: de hoeveelheid inkt, de druk, de eigenschappen van het canvas. Dat was allemaal niet bekend en als je het niet precies goed hebt werkt het niet," zegt Helmbrecht.

Alles in één laag

De vergelijking met andere technieken om laagjes van verschillende perovskieten aan te brengen op een drager dringt zich op. Maar deze techniek is fundamenteel anders, legt Helmbrecht uit. "Alle traditionele technieken resulteren in verschillende lagen perovskiet naast elkaar of op elkaar. Onze methode resulteert in één laag die bestaat uit verschillende soorten perovskiet." Daarnaast zijn perovskieten nogal gevoelig voor de bewerkingen die tijdens de traditionele methoden nodig zijn, zoals etsen of spoelen. Ze kunnen dan uiteen vallen. Die bewerkingen zijn met Ion Exchange Lithography niet meer nodig. "Dit is in principe een veel eenvoudigere methode om een patroon van verschillende perovskiet halfgeleiders naast elkaar aan te brengen op bijvoorbeeld een chip of led," zegt Helmbrecht. Er zijn geen cleanroom of andere bijzondere condities nodig. De onderzoekers bewezen de bruikbaarheid van Ion Exchange Lithography door er een werkende led mee te maken. Verschillende groepen binnen AMOLF gaan nu met deze techniek aan de slag om mogelijke andere toepassingen te onderzoeken.

Zien hoe het schilderen werkt?
Kijk op vimeo.com/amolf



Referentie

L. Helmbrecht, M.H. Futscher, L.A. Muscarella, B. Ehrler, W.L. Noorduin, *Ion Exchange Lithography: Localized Ion Exchange Reactions for Spatial Patterning of Perovskite Semiconductors and Insulators*, Advanced Materials (2021), doi/10.1002/adma.202005291•

AMOLF PUBLICATIES UITGELICHT DECEMBER 2020 - JUNI 2021

SCIENCE

Interactions between nascent proteins translated by adjacent ribosomes drive homomer assembly
M. Bertolini, K. Fenzl, I. Kats, F. Wruck, F. Tippmann, J. Schmitt, J.J. Auburger, S.J. Tans, B. Bukau en G. Kramer
Ribosomen die paren vormen kunnen samen direct een eiwitdimeer synthetiseren. Deze controle van eiwit-assemblage in ruimte en tijd is van generiek belang, en is gedetecteerd voor meer dan 800 eiwitten in het menselijk genoom.

ADVANCED MATERIALS

Ion exchange lithography: localized ion exchange reactions for spatial patterning of perovskite semiconductors and insulators
L. Helmbrecht, M.H. Futscher, L.A. Muscarella, B. Ehrler en W.L. Noorduin
Een canvas wordt met behulp van een reactieve inkt omgezet naar een halfgeleider die gekleurd licht uitzendt.

ACS ENERGY LETTERS

Charge carrier dynamics upon sub-bandgap excitation in methylammonium lead iodide thin films: effects of urbach tail, deep defects, and two-photon absorption
V.M. Caselli, Z. Wei, M.M. Ackermans, E.M. Hutter, B. Ehrler en T.J. Savenije
Door een nauwkeurige meting van de absorptie van licht met lage energie kunnen we de eigenschappen van de elektronen in perovskieten beter begrijpen.

ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS

Passivation properties and formation mechanism of amorphous halide perovskite thin films
S.A. Rigter, X.L. Quinn, R.E. Kumar, D.P. Fenning, P. Massonnet, S.R. Ellis, R.M.A. Heeren, K.L. Svane, A. Walsh en E.C. Garnett
De onderzoekers tonen voor het eerst onomstotelijk aan dat amorf perovskiet bestaat. Dit materiaal kan zonnecellen veel efficiënter maken.

LIGHT, SCIENCE & APPLICATIONS

Spontaneous and stimulated electron-photon interactions in nanoscale plasmonic near fields
M. Liebtrau, M. Sivis, A. Feist, H. Lourenco-Martins, N. Pazos-Pérez, R.A. Alvarez-Puebla, F.J. García de Abajo, A. Polman en C. Ropers
Elektronen koppelen met sterke lichtvelden en genereren spontaan of gestimuleerd licht.

Direct quantification of topological protection in symmetry-protected photonic edge states at telecom wavelengths
S. Arora, T. Bauer, R. Barczyk, E. Verhagen en L. Kuipers
Licht dat geleid wordt in bijzondere fotonische kristallen kan ongehinderd scherpe hoeken omgaan.

ANGEWANDTE CHEMIE, INTERNATIONAL EDITION

Combining incompatible processes for deracemization of a Praziquantel derivative under flow conditions
G. Valenti, P. Tinnemans, I. Baglai, W.L. Noorduin, B. Kaptein, M. Leeman, J.H. ter Horst en R.M. Kellogg
Door een chemische reactie te combineren met kristallisatie wordt een racemisch zuiver geneesmiddel tegen de ziekte bilharzia gemaakt.

MATERIALS HORIZONS

Rare-earth quantum cutting in metal halide perovskites – a review
S.M. Ferro, M. Wobben en B. Ehrler
Door het vermengen van zeldzame aardmetalen met perovskieten kunnen materialen met nieuwe optische eigenschappen worden gemaakt. We geven een overzicht van dit nieuwe onderzoeksveld en we beschrijven de belangrijkste nieuwe ontwikkelingen.

PNAS

Continuous learning of emergent behavior in robotic matter
G. Oliveri, L.C. Van Laake, C. Carissimo, C. Miette en J.T.B. Overvelde
Anders dan de meeste traditionele, geprogrammeerde robots kan een collectief van zelflerende robots met simpele regels en alleen fysieke interactie zich aanpassen aan een sterk veranderende omgeving.

Self-inhibition effect of metal incorporation in nanoscaled semiconductors
B. Zhu, D. Yi, Y. Wang, H. Sun, G. Sha, G. Zheng, E.C. Garnett, B. Tian, F. Ding en J. Zhu
Nanokristallen zuiveren zichzelf door snelle diffusie van metaalatomen aan het oppervlak.

ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES

Shaping perovskites: in situ crystallization mechanism of rapid thermally annealed, prepatterned perovskite films
A. Günzler, E. Bermúdez-Ureña, L.A. Muscarella, M. Ochoa, E. Ochoa-Martínez, B. Ehrler, M. Saliba en U. Steiner
Met behulp van een gestructureerd substraat kan de groei van perovskieten gestuurd worden.

PHYSICAL REVIEW LETTERS

Extremely broadband stochastic resonance of light and enhanced energy harvesting enabled by memory effects in the nonlinear response
K.J.H. Peters, Z. Geng, K. Malmir, J.M. Smith en S.R.K. Rodriguez
De onderzoekers laten zien hoe signaalversterking door ruis werkt in systemen met geheugen.

ADVANCED OPTICAL MATERIALS

Programming metasurface near-fields for nano-optical sensing
R.D. Buijs, T.A.W. Wolterink, G. Gerini, E. Verhagen en A.F. Koenderink
Door hetzelfde metamateriaal met verschillende gestructureerde bundels uit het verre veld te belichten, kan het nabije lichtveld in elke gewenste vorm worden geprogrammeerd, met een resolutie die twintigmaal kleiner is dan de golflengte.

NANOPHOTONICS

Double moiré localized plasmon structured illumination microscopy
R. Röhrich en A.F. Koenderink
Met behulp van plasmonische tralies kunnen lichtvelden met moiré patronen op nanoschaal worden gemaakt, die als lichtbron kunnen dienen in superresolutie fluorescentie microscopie.

Localizing nanoscale objects using nanophotonic near-field transducers
T.A.W. Wolterink, R.D. Buijs, G. Gerini, A.F. Koenderink en E. Verhagen
Door detectie van de complexe lichtverstrooiing van een nanostructuur is het mogelijk om de positie van een minuscuul deeltje in de omgeving van de nanostructuur te achterhalen, met een precisie ver onder de diffractielimiet.

eLIFE

Theory for the optimal detection of time-varying signals in cellular sensing systems
G. Malaguti en P.R. ten Wolde
Het detectiesysteem van *E. coli* voldoet aan de theoretisch voorspelde principes voor het optimale ontwerp voor meetnauwkeurigheid.

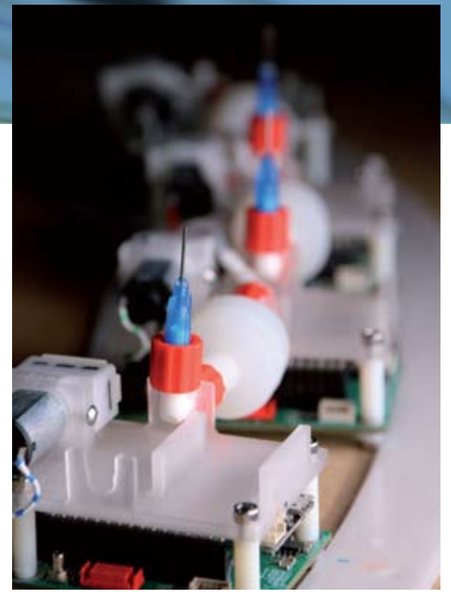
ACS PHOTONICS

Super-resolution without imaging: library-based approaches using near-to-far-field transduction by a nanophotonic structure
R.D. Buijs, N.J. Schilder, T.A.W. Wolterink, G. Gerini, E. Verhagen en A.F. Koenderink
Door het hoekopgeloste stralingspatroon van een lichtbron nabij een nanostructuur te meten kan met super-resolutie bepaald worden waar de lichtbron zich bevindt.

Fano lineshapes and Rabi splittings: can they be artificially generated or obscured by the numerical aperture?
Z. Geng, J. Theenhaus, B.K. Patra, J.-Y. Zheng, J. Busink, E.C. Garnett en S.R.K. Rodriguez
De eigenschappen van een microscoop kunnen leiden tot artefacten in het spectrum van nanofotonische systemen.

Integrating sphere Fourier microscopy of highly directional emission
J.S. van der Burgt, C.D. Dieleman, E. Johlin, J.J. Geuchies, A.J. Houtepen, B. Ehrler en E.C. Garnett
Microlenzen sturen al het licht van quantum dots één kant op, in een nauwere bundel dan ooit eerder gemeten.

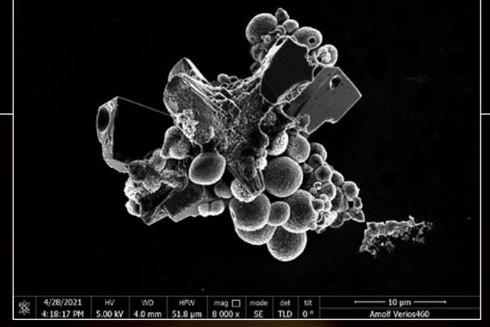
Photon statistics of incoherent cathodoluminescence with continuous and pulsed electron beams
M. Solà-Garcia, K.W. Mauser, M. Liebtrau, T. Coenen, S. Christiansen, S. Meuret en A. Polman
Elektronexcitatie van halfgeleiders genereert lichtpulsen waarvan de fotonstatistiek nu voor het eerst wordt begrepen.



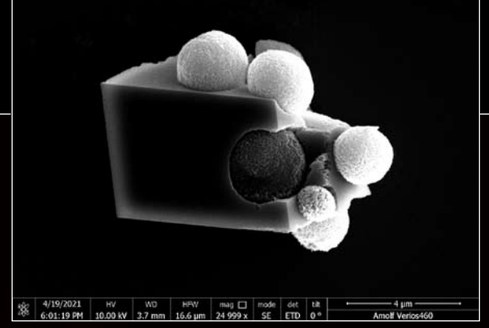
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY LETTERS

Accelerated hot-carrier cooling in MAPbI3 perovskite by pressure-induced lattice compression
L.A. Muscarella, E.M. Hutter, J.M. Frost, G.G. Grimaldi, J. Versluis, H.J. Bakker en B. Ehrler
Door druk op het materiaal uit te oefenen kunnen de onderzoekers de snelheid van *hot carrier cooling* in perovskiet manipuleren. Dit maakt perovskiet geschikt voor vele andere toepassingen dan zonnecellen, zoals lasers en thermo-elektrische devices.

Grain size influences activation energy and migration pathways in MAPbBr3 perovskite solar cells
L. McGovern, I. Koschany, G.G. Grimaldi, L.A. Muscarella en B. Ehrler
Zonnecellen van perovskiet zijn gemaakt van kleine kristallen die samen een dunne laag vormen. Door zonnecellen met kleine en grote kristallen met elkaar te vergelijken, begrijpen we nu waar de ionen door de zonnecel migreren.•



Landschap van bloedcellen (de kleine witte bollen), rhombohedrische calciet structuren (de kubusachtige vormen), en 'calcosferen' (ronde $CaCO_3$ vormen).



Structuur van witte bloedcellen (de kleine witte bolletjes), een calciet-mineraal dat hier omheen is gegroeid (het kubusvormige blok) en 'calcosferen', bolvormige $CaCO_3$ vormen, die hun vorm hebben gekregen door de invloed van de aanwezigheid van bloed in de oplossing.

De kunst
van zelforganisatie

Foto's: Ivar Pel

Bij zijn aanstelling op AMOLF omschreef Wim Noorduin zijn groeiende kristalstructuren als 'een microlandschap om in te verdwalen'. Maar Noorduin wilde niet alleen maar verdwalen; samen met zijn onderzoekers ging hij op zoek naar de spelregels van de natuur om structuren te laten groeien die vaak ook nuttig blijken. Terwijl de groep steeds beter wordt in het naar de hand zetten van het groeiproces, is er nu door de komst van gastonderzoeker Esmee Geerken ook aandacht voor de meer ongebonden en filosofische aspecten van het zelforganiserende vermogen van materie. Als kunstenaar en onderzoeker wil Geerken de zelforganiserende principes van de natuur juist de vrijheid geven en slechts van de zijlijn bijsturen.

Hoe werkt dat in de praktijk?
"Net als Wim ben ik bezig met het ordenen van de elementen, oftewel orde scheppen uit chaos. Maar mij gaat het meer om de onvoorspelbaarheid en het zoeken naar een balans tussen het loslaten en een vorm van artistieke controle. De structuren die dan ontstaan kan ik vooraf echt niet bedenken. Zoals primitieve organismen zijn ontstaan uit de oersoep, een mengsel van organische stoffen en water, zo breng ik calciumcarbonaatoplossingen samen met bijvoorbeeld bloedcellen, moedermelk en spermacellen. De biomaterialen interacteren met de groei van het mineraal, het mineraal groeit als het ware om het levende materiaal heen, als een schelp om een weekdier. Het huis, of de schelp, is voor mij een metafoor voor de begrenzing van individuele vormen, die een 'binnen' creëren binnenin het buiten."

Waarin onderscheid je je als kunstenaar van de wetenschappers?
"Ik geloof dat als je de zelforganiserende principes van de natuur de vrijheid geeft om zich te uiten, je als onderzoeker een intuïtie voor het materiaal ontwikkelt: je voelt de eigenschappen en mogelijkheden van een materiaal aan. Zelf ontwikkelde ik tijdens mijn promotie een intuïtie voor het eencellige organisme dat ik bestudeerde (foraminifera) en ik zie dat de onderzoekers in de groep van Wim dit ook hebben bij de mineraalstructuren. Je kunt als onderzoeker alleen weinig uiting geven aan deze

ongrijpbare en subjectieve aspecten van je onderzoek. Ik heb mede daarom recent het symposium *Building as Being* georganiseerd waar onderzoekers zoals Wim creatieve ideeën en ervaringen konden delen die ze niet in een academisch paper kwijt kunnen."

Wat doe je met de structuren?
"Ik maak plaatjes met de elektronenmicroscoop en die kan ik natuurlijk tentoonstellen. Maar ik wil vooral ook verhalen vertellen over zelf-organiserend bouwen. Zo zie je de ordeningsprincipes terug in onze maatschappij die bestaat uit interacterende individuen, maar ook in de neurale netwerken van ons brein. Ik geef hier lezingen over, maar ook ontwikkel ik, samen met onderzoeksinstelling Waag, een *Urban Ecology* cursus voor de Rotterdamse Academie van Bouwkunst. Met deze cursus willen we architecten en stedenbouwkundigen een gevoel van verbondenheid met de omgeving geven. Samen met de cursisten kijken we naar bouwen in de breedste zin van het woord, dus als een manier van interacteren met de omgeving. De gebouwen beïnvloeden de omgeving en vice versa."

Hoe bevalt het je op AMOLF?
"AMOLF is een fijne plek om te zijn, ik voel me er nu al thuis. De onderzoekers in de groep van Wim hebben een bepaalde speelsheid die heel aantrekkelijk is, en ze hebben veel goede ideeën, zowel op wetenschappelijk als kunstzinnig niveau. En het is natuurlijk super fijn dat ik naast het biolab van Waag en de Waag 'Planet B' locatie in Start-up Village ook gebruik kan maken van de faciliteiten op AMOLF."

Esmee Geerken is kunstenaar en aardwetenschapper. Ze is afgestudeerd aan de Gerrit Rietveld academie en voltooide een PhD in geochemie aan het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ). Geerken is Art-Science fellow bij UvA Institute for Advanced Study en fellow bij Waag.•

“Het is leuk om bij elkaar in de keuken te kijken”

Het gebeurde aan de lunchtafel. Daar wisselden de ingenieurs van de afdelingen Electronics Engineering (EE) en Mechanical Engineering (ME) allerlei filmpjes uit van leuke en aparte ontwerpen van voertuigen en zo kwam het idee op om samen een go-kart te ontwikkelen en te maken. De vaardigheden en kennis die ze zouden opdoen zou van pas komen bij het werk aan de experimentele opstellingen van AMOLF, was de redenering. Ook de fijnmechanische werkplaats sloot aan en in december 2020 gingen de collega’s van start. We spraken Dico Kruining (hoofd Electronics Engineering) en Max Postma (Mechanical Engineering) over dit gezamenlijke project.

Omdat vanwege corona fysieke werkbesprekingen niet mogelijk zijn, hebben de ME en EE afdelingen Virtual Reality brillen gekocht. Daarmee bootsen ze een fysieke omgeving in 3D na en kunnen ze zelfs, via de avatars, rond hun projecten lopen.

Op de afbeelding een ‘selfie’ van de avatars van het go-kart team tijdens een virtuele werkbespreking.

Hoe ver zijn jullie nu?
Kruining: “De mechanische constructie is nog vooral digitaal, met de elektronica zijn we al iets verder. We hebben ervoor gekozen om wielen te kopen waar de motor in zit, zogenaamde naafmotoren, maar de motorsturing doen we zelf, want daar zitten voor ons leuke leermomenten aan. Daarnaast gebruiken we een Controller Area Network (CAN)-systeem waar alle apparatuur op is aangesloten. Dit is een techniek die elders al veel wordt toegepast, maar die we hier ook graag onder de knie willen krijgen.”

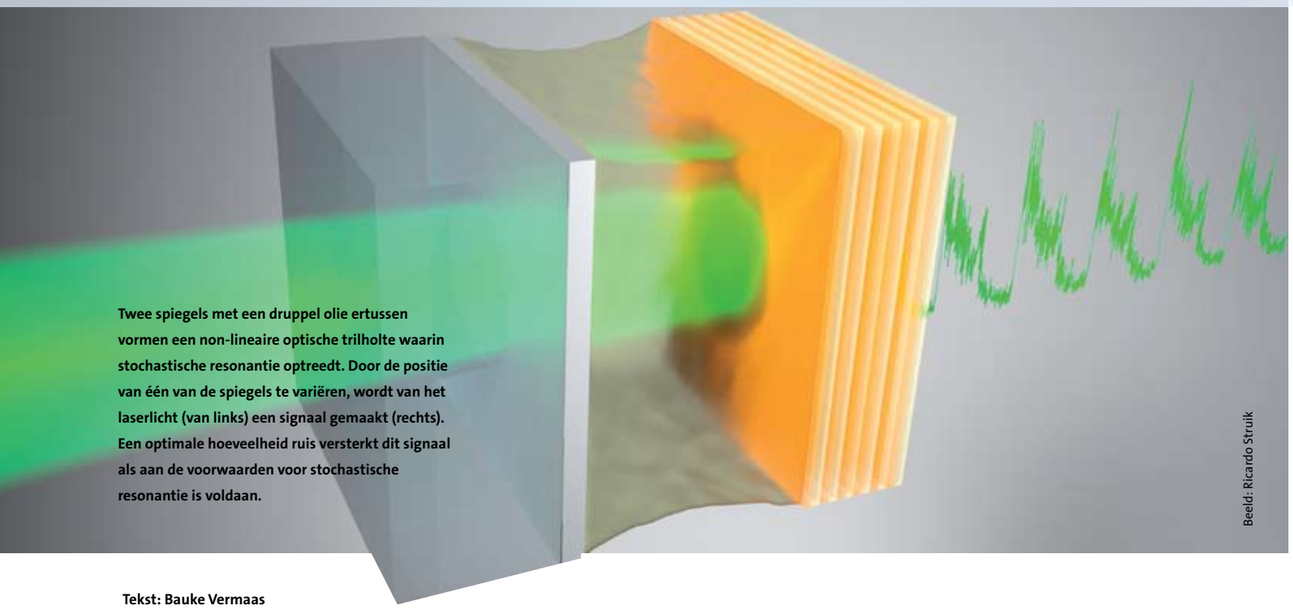
Max Postma, nog niet zo lang in AMOLF-dienst, leert veel van het project: “We gebruiken plaatmateriaal dat bij de werkplaats aanwezig is en we oefenen met tekeningen die we ook in andere projecten kunnen toepassen, zoals een omkasting van een optische opstelling. De opdracht is dat de werkplaats alles gemakkelijk moet kunnen maken. Ik ben vooral bezig met de ophanging en mijn collega Bas met het plaatwerk. Ik leer hier als niet-elektronicus meteen ook veel over elektronica en over hoe de collega’s van de andere afdelingen denken.”

Waar zit de uitdaging?
Kruining: “Elektrotechnici kijken vaak naar een onderdeeltje of een klein probleem en de uitdaging is dan waar dit in het grote geheel past. Je moet als het ware systeemdenken. In de tekenkamer zijn ze gewend om constructies te maken met veel onderdelen, maar voor de elektrotechnici is het moeilijker om te overzien wat de gevolgen zijn van de keuzes die je maakt. De uitdaging is om straks tegelijk klaar te zijn en dat de verschillende onderdelen goed in elkaar passen. Je kunt bijvoorbeeld een mooie motorsturing maken, maar je moet ook rekening houden met waar de energie op elk willekeurig moment naar toe kan. Als je gaat remmen komt er veel energie vrij en als die niet meer terug de accu in kan, moet er een alternatief zijn, want anders blaas je de motorsturing op. Dat leidt dan weer tot een volgende stap in het project: het zelf ontwikkelen van een vermogensweerstand (dumload).”

Wat levert het op, behalve een mooie go-kart?
“De schuttingen tussen de afdelingen worden met dit project lager”, zegt Kruining, “we krijgen meer inzicht en stellen elkaar betere vragen. En het is leuk om bij elkaar in de keuken te kijken.” Naast een samenwerkingsproject is het ook een ideaal inwerkproject. Postma: “Ik werk hier pas sinds oktober en iedereen werkte vooral thuis. Dat maakte het lastig om je collega’s te leren kennen. Door dit project heb ik met veel meer mensen samengewerkt dan ik normaal zou hebben gedaan.” Maar het belangrijkst is volgens Kruining dat er kennis en ervaring wordt opgedaan met nieuwe technieken die ze mogelijk in de nabije toekomst kunnen toepassen. “Zo zijn we goed voorbereid zijn op het bouwen van opstellingen voor bijvoorbeeld een nieuwe groepsleider of een nieuw onderzoeksthema.”
In het go-kart team werken naast Dico Kruining en Max Postma ook Bas Steenbeek (ME), Mels van Eck (EE), Pepijn Huider (EE) en Jan van der Linden (Fijnmechanische werkplaats) mee.•

HIGHLIGHT

De voordelen van ruis ontrafeld



Twee spiegels met een druppel olie ertussen vormen een non-lineaire optische trilholte waarin stochastische resonantie optreedt. Door de positie van één van de spiegels te variëren, wordt van het laserlicht (van links) een signaal gemaakt (rechts). Een optimale hoeveelheid ruis versterkt dit signaal als aan de voorwaarden voor stochastische resonantie is voldaan.

Beeld: Ricardo Struik

Tekst: Bauke Vermaas

Kun je geconcentreerd werken als de buren een feest geven of je kinderen gillend ruziemaken? Waarschijnlijk niet, maar meestal is totale stilte niet het beste alternatief. Of het nu gaat om zachte muziek, verkeersrumoer of het geroezemoes in een ruimte vol mensen, een zekere hoeveelheid achtergrondgeluid blijkt de concentratie te bevorderen. "Dat is het menselijke equivalent van stochastische resonantie", zegt Said Rodriguez.

Ruis wordt vaak als negatief gezien. Bij radiosignalen of telefoongesprekken is het letterlijk 'storend' en sommige meetsignalen zijn zo klein dat ze verloren gaan in de omringende ruis. Toch is ruis soms in staat om signalen te versterken in plaats van te vertroebelen. Binnen de Interacting Photons groep maakt Rodriguez daar gebruik van.
"Een knikker kan niet vanzelf uit een kommetje rollen, maar als de omgeving trilt, krijgt de knikker soms genoeg beweging om uit de kom te ontsnappen", legt hij uit. "Iets dergelijks gebeurt bij stochastische resonantie: een optimale hoeveelheid ruis versterkt het signaal."

Puzzel

In de jaren tachtig werd stochastische resonantie voorgesteld als verklaring voor het periodiek terugkeren van ijstijden op aarde. Sindsdien is het gevonden in vele natuurlijke en technologische systemen, en dat stelt wetenschappers voor een raadsel. Rodriguez: "Volgens de theorie is stochastische resonantie alleen mogelijk bij een voor dat systeem specifieke signaalfrequentie. In de praktijk zien we in veel systemen die van ruis profiteren, dat signalen variëren. Zo weten we van vissen die plankton eten dat omgevingsruis ze helpt het plankton makkelijker te vinden, maar het 'planktonsignaal' fluctueert in een complexe omgeving als de zee dusdanig sterk dat volgens de theorie het effect van stochastische resonantie snel verloren zou gaan."

Geheugen

Rodriguez ontdekte dat de oplossing van dit raadsel met geheugen te maken heeft. De meeste systemen reageren met enige vertraging op hun omgeving, maar daar houdt de theorie van stochastische resonantie geen rekening mee. Het is de Interacting Photons groep nu als eerste gelukt om het effect van een vertraagde respons te modelleren en na te bootsen in een experiment.

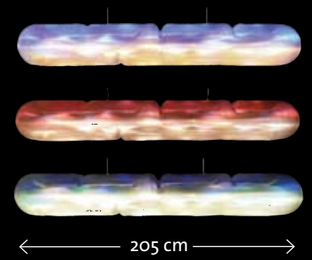
Rodriguez: "In het lab treedt stochastische resonantie op in bi-stabiele systemen. Daarin wisselt bij een gegeven input, de output tussen twee mogelijke waarden. Wij creëerden zo'n systeem door een optische trilholte te vullen met olie. Als we die beschijnen met laserlicht, stijgt de olietemperatuur en veranderen de optische eigenschappen van de trilholte. Dat gebeurt niet meteen, maar kost zo'n tien microseconden. Die vertraging is een vorm van geheugen: de optische eigenschappen op een bepaald moment zijn afhankelijk van wat eraan voorafging. We zagen dat dit geheugeneffect in een non-lineair (bi-stabiel) systeem ertoe leidt dat stochastische resonantie optreedt in een breed gebied van signaalfrequenties."

Energie oogsten

Met deze kennis is het mogelijk om veel meer systemen van ruis te laten profiteren. Om dat te illustreren, onderzocht Rodriguez theoretisch het effect van een vertraagde respons in mechanische energiesystemen. "Piëzo-elektrische apparaten die energie oogsten uit omgevingstrillingen zijn al gebruikelijk in de auto-industrie maar ze zijn ook relevant voor biomedische apparatuur", legt hij uit. "Wij ontdekten dat zulke systemen mét geheugen tot tien keer efficiënter kunnen zijn."
Rodriguez hoopt dat dit onderzoek andere wetenschappers inspireert om ook naar geheugeneffecten te zoeken, of om samenwerkingen aan te gaan. Hij zegt: "Als we samen met experts op het gebied van mechanische oscillatoren daadwerkelijk geheugeneffecten in die systemen kunnen implementeren, zal dat enorme impact hebben op energietechnologie."

Referentie

K.J.H. Peters, Z. Geng, K. Malmir, J.M. Smith en S.R.K. Rodriguez,
Extremely Broadband Stochastic Resonance of Light and Enhanced Energy Harvesting Enabled by Memory Effects in the Nonlinear Response,
Physical Review Letters, 126, 213901 (2021).•



Nieuw lichtkunstwerk voor de bibliotheek

Op donderdag 24 juni onthulde AMOLF-directeur Huib Bakker samen met kunstenaar David Veldhoen het lichtkunstwerk *Syzygy* in de bibliotheek. Syzygy heeft verschillende betekenissen, en is afgeleid van het Griekse *suzugia* wat eenheid betekent. In de psychologie verwijst het naar Jungs theorie van Anima en Animus, ons bewuste en onbewuste brein. De vorm van het lichtobject is geïnspireerd op de twee elkaar aanvullende hersenhelften met hun labyrintachtige uiterlijk, en door de vormen die aanwezig zijn in het klassieke beeld van de drie Gratiën, die de mensheid inspireren tot creativiteit en talent.
Het lichtobject is gemaakt van 3D-geprint gerecycled PET-plastic. De led-strengen in het kunstwerk verlichten het object naar wens: van hallucinerend, kleurrijk licht tot helder of warm wit licht. David Veldhoen is een Amsterdamse beeldend kunstenaar en architectonisch ontwerper.

Het kunstwerk markeert het 70-jarig bestaan van AMOLF en is het vierde kunstwerk in het gebouw. Bij de opening kreeg AMOLF een glaskunstwerk cadeau voor de kantine van de Stichting FOM, gemaakt door Hermine van der Does. In hetzelfde jaar werd de vloer in de hal verfraaid met de afbeelding *Temporary/Timeless* van Maria Ikonomopoulou. Petra Klerkx tekende voor de vormgeving van de *Research Tree* op de eerste verdieping.•

Cum laude promotie **Anne Meeussen**

Op 26 mei promoveerde Anne Meeussen (Mechanical Metamaterials) *cum laude* aan de Universiteit Leiden. Na de succesvolle verdediging van haar proefschrift *Imperfections: using defects to program designer matter* vroegen we naar haar AMOLF-ervaringen en plannen voor de toekomst.

Waar gaat je onderzoek over?
"Ik ben opgeleid als natuurkundige, en op AMOLF werkte ik met Martin van Hecke binnen de afdeling Designer Matter. Met collega's binnen en buiten AMOLF, zoals de Universiteit van Tel Aviv, onderzocht ik hoe je slimme mechanische structuren maakt, zoals een schuimachtig materiaal dat hard of zacht is, afhankelijk van hoe je het indrukt. Maar ook een materiaal van gegolfd plastic dat van vorm verandert als je eraan trekt."

Is er AMOLF-onderzoek buiten je eigen vakgebied dat in de afgelopen vier jaar je aandacht trok?
"Zeker! Geavanceerde zonnecellen bij Nanophotovoltaics, ultrakleine nanostructuren die licht beïnvloeden bij Nanophotonics, fundamentele biologie bij Living Matter- allemaal indrukwekkend. Niet alleen de onderzoeksresultaten, maar ook de materialen en technologie die daarvoor gemaakt en aangeschaft moeten worden. Als je dat ziet, dan voelt het spelen met rubber en 3D-printers soms wel als knutselwerk. Mooi dat daar op AMOLF toch allemaal plaats voor is."

Wat was je eerste reactie op je *cum laude* promotie?
"De promotie was virtueel, spannend, maar ondanks wat technische startproblemen ging het goed. Het was mooi om de commissieleden samen te zien en de *cum laude*-stempel maakte het extra speciaal! Ik had het niet zien aankomen, dus ik zat nogal te blozen voor mijn scherm. Ik ben erg dankbaar voor Martins inzet en de bereidheid van allerlei mensen om extra tijd in de procedure te steken. Ondanks de afstand (ik zit nu in de VS) was het een groot plezier om dit met vrienden en familie in Nederland te vieren."

Wat is je volgende carrièrestap?
"Sinds februari 2021 ben ik aan het werk als postdoctoraal onderzoeker bij Katia Bertoldi. Zij leidt aan de Harvard-universiteit in de VS een grote groep mensen die mechanische materialen met ongebruikelijk gedrag onderzoeken. Op dit moment werk ik met een collega aan het bouwen van sponsachtige netwerken vol vloeistof die als een soort computers werken. Een beetje vreemd, maar erg interessant."

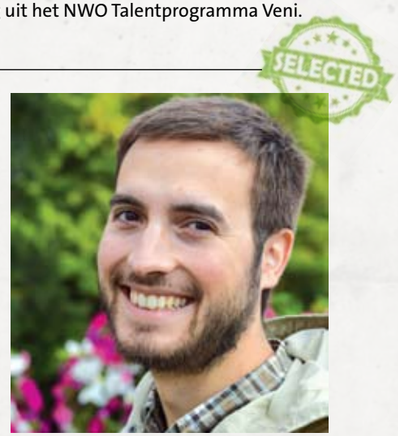
En wat zegt promotor Martin van Hecke?
"Anne heeft spectaculair onderzoek gedaan en ze was tot nu toe de beste PhD-student in mijn groep. Ze combineert met gemak experimenteel werk met theorie, werkt zelfstandig en brengt vernieuwende inzichten in het onderzoeksveld. Genoeg reden dus om de *cum laude* procedure te starten. De Universiteit Leiden reserveert de *cum laude* aantekening voor de allerbeste studenten (2 tot 5 procent). De promotiecommissie ging unaniem akkoord, terwijl Anne nog van niets wist. Natuurlijk heb ik na afloop een vlammend laudatio gehouden. Ik ben heel benieuwd naar waar ze ons de komende jaren nog mee gaat verrassen."•

AMOLF IN DE PRIJZEN

Twee Rubicons voor AMOLF-onderzoekers

Onder de 31 gepromoveerde onderzoekers die dit voorjaar een Rubicon ontvingen van NWO bevinden zich twee AMOLF promovendi. Dit zijn Mario Avellaneda Sarrio (groep Sander Tans) en Anne Meeussen (groep Martin van Hecke) die beiden *cum laude* promoveerden.
De financiering uit het Rubicon-programma stelt recent gepromoveerde, talentvolle wetenschappers in staat gedurende één tot twee jaar aan een buitenlands topinstituut ervaring op te doen. Rubicon overbrugt de fase tussen de promotie en het in aanmerking komen voor financiering uit het NWO Talentprogramma Veni.

Anne Meeussen gaat aan de Harvard-universiteit onderzoek doen naar het ontwerp van metamorfose-materialen. Materialen die van vorm veranderen — van tenten tot lichtzeilen — zijn nuttig, maar moeilijk te ontwerpen. Met behulp van experimenten wil Meeussen een model ontwikkelen om zulke metamorfose-materialen te ontwerpen. Dat model zal wetenschappers helpen om nieuwe metamorfose-materialen te maken.



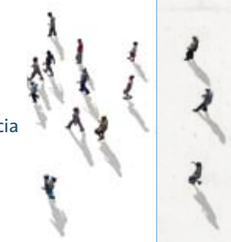
Mario Avellaneda Sarrio gaat aan het Institute of Science and Technology Austria in Wenen onderzoek doen naar hoe immuuncellen door het lichaam navigeren om invasieve organismen en infecties te bestrijden. Immuuncellen moeten zich continu en doelgericht een weg banen door het menselijk lichaam, op zoek naar ziekteverwekkers. Tot op heden is het onduidelijk hoe deze cellen zo efficiënt kunnen migreren. Avellaneda Sarrio wil in het bijzonder de mogelijke rol van lokale elektrische potentiaal-veranderingen in de celmembraan tijdens de celmigratie ophelderen.•

Nieuwe medewerkers januari - juli 2021

OIO's
Joris Busink
Moritz Schmidt
Jeroen de Boer
Ariane Mader
Alberto Comoretto

POSTDOCS
Shibo Zou
Maria Gelvez Rueda
Jaap van Krugten
Arnon Lesage
Sanghamitra Sengupta
Gokcen Tek

STAGIAIRS
Phanes Karydas
Heleen Groenewegen
Francesca Scalerandi
Toon Maassen
Wesley Post
Corentin Bisot
Linde van de Ven
Anne-Sophie Leonard
Maria Vara Fernandez
Sarah Martinson
Alexander van Dam
Raimon Terricabres Polo
Jelena Dolecek
Daphne Dekker
Anastasia Spinou
Milo Collaris
Mees Flapper
Antonio Kung Garcia
Camille Bages
Menke Knol
Muriel Louman
Jeppe Rietveld

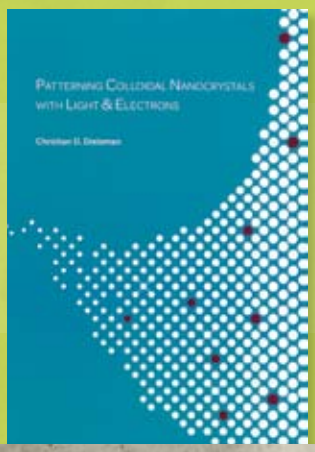


GASTEN
Esmee Geerken
Maud Bremer
Maryam Mohammadi
Jianyao Zheng

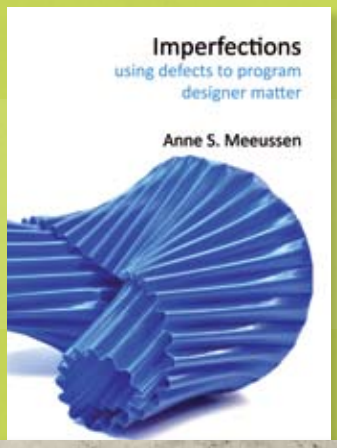
GROEPSLEIDERS
Wiebke Albrecht

ONDERSTEUNEND PERSONEEL
Xander Locsin Jr
Jelle de Vries
Herma Spee•

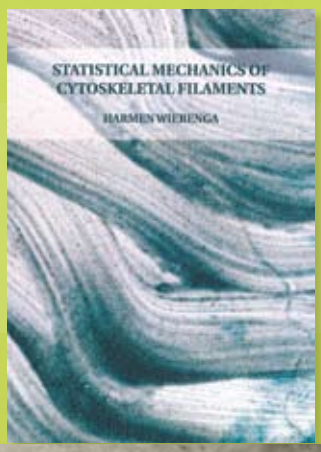
AMOLF
proefschriften
JANUARI-JUNI
2021



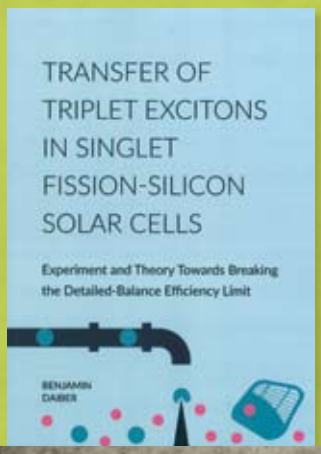
PATTERNING COLLOIDAL NANOCRYSTALS WITH LIGHT AND ELECTRONS
Christian Dieleman
Universiteit van Amsterdam



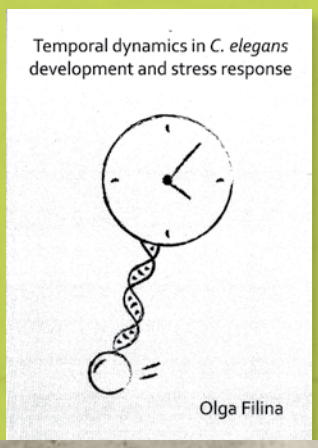
IMPERFECTIONS: USING DEFECTS TO PROGRAM DESIGNER MATTER
Anne Meeussen
Universiteit Leiden



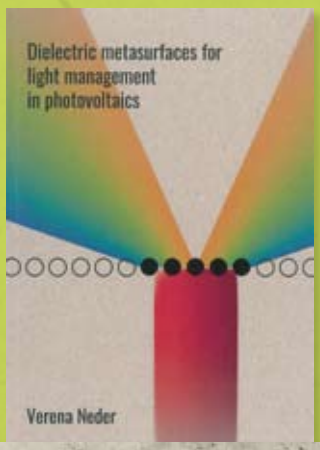
STATISTICAL MECHANICS OF CYTOSKELETAL FILAMENTS
Harmen Wierenga
Vrije Universiteit



TRANSFER OF TRIPLET EXCITONS IN SINGLET FISSION-SILICON SOLAR CELLS
Benjamin Daiber
Rijksuniversiteit Groningen

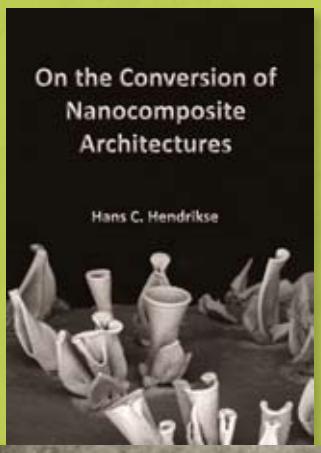


TEMPORAL DYNAMICS IN *C. ELEGANS* DEVELOPMENT AND STRESS RESPONSE
Olga Filina
Technische Universiteit Delft

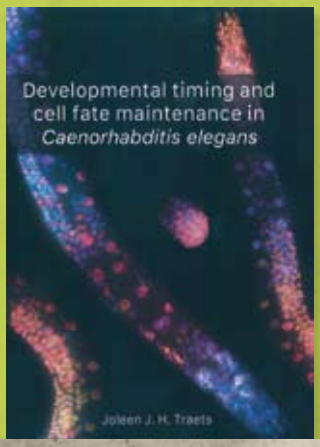


DIELECTRIC METASURFACES FOR LIGHT MANAGEMENT IN PHOTOVOLTAICS
Verena Neder
Universiteit van Amsterdam

DESIGNING OPTIMAL BEHAVIOUR IN MECHANICAL AND ROBOTIC METAMATERIALS
Giorgio Oliveri
Technische Universiteit Eindhoven



ON THE CONVERSION OF NANOCOMPOSITE ARCHITECTURES
Hans Hendrikse
Universiteit van Amsterdam



DEVELOPMENTAL TIMING AND CELL FATE MAINTENANCE IN *CAENORHABDITIS ELEGANS*
Joleen Traets
Vrije Universiteit

PLAYING LEGOS WITH NANOCUBES
Harshal Agrawal
Universiteit van Amsterdam

INTERPHASE: ON NANOFABRICATION AND ELECTRICAL DOUBLE LAYER DYNAMICS WITH ELECTROCHEMICAL SCANNING PROBES
Mark Aarts
Universiteit van Amsterdam