

Gehonoreerde projecten **Chemistry of Advanced Materials**

Development of a Vibrational Optical Activity analysis toolbox

W.J. Buma / UvA

Chiraliteit speelt een fundamentele rol bij de bepaling van de chemische en biologische activiteit van moleculaire systemen. In de afgelopen jaren is de theoretische beschrijving en de experimentele aanpak van spectroscopische technieken om de stereochemie van chirale moleculen te bepalen sterk verbeterd. In dit project worden deze verbeteringen geïntegreerd tot een gebruikersvriendelijk analytisch instrument. Hierdoor worden de mogelijkheden van industrieel onderzoek aan chirale moleculen flink uitgebreid.

Synthesis, self-assembly, structure and stability of sequence controlled polyurethanes in water

I.K. Voets / TU Eindhoven

The coating properties of water-based paints depend mainly on the chemistry of the binder particles. In practice the chemistry of the binder particles is complex. Here we simplify the chemistry by making simpler, well-defined binder particles, vary systematically the various chemical compounds in the particles and study how this influences various properties of paint that influence the final coating properties. Acquired knowledge can be applied to develop high performance coatings from water-based paints, and will therefore contribute to the further replacement of paints that contain organic solvents thus increasing the use of environmentally friendly greener water-based paints. Furthermore, the insights obtained could be applied in other areas where polyurethanes are being used such as in biomedical applications for example (also at DSM).

Photonic supralattices for pigment-free colour in waterbased coatings

J.H.B. Sprakel / WUR

Verf kleuren zonder pigment Verven worden traditioneel gekleurd met pigmenten, die geleidelijk vervagen door blootstelling aan licht. De natuur kent een slimmere strategie, waar precieze nanostructuren bijvoorbeeld vlindervleugels en pauwenveren hun intense en nooit-vervagende kleur geven. In dit project gaan de onderzoekers deze natuurlijk geïnspireerde, pigment-vrije, kleuringsmethodiek introduceren in duurzame, watergedragen, verven.

Responsive Commodity Polymers

A.P.H.J. Schenning/ TU Eindhoven

Polymeren worden slim. Slimme materialen worden ontwikkeld op basis van conventionele, georiënteerde polymeren die reageren op omgevingsomstandigheden. Het onderzoek richt zich op polymeren die zich aanpassen aan omgevingsomstandigheden zoals temperatuur, luchtvochtigheid en licht door van kleur en/of vorm te veranderen. Zelf-organiserende responsieve polymeren worden gebruikt in combinatie met nano- en microstructuren om de slimme eigenschappen te verkrijgen in deze bulk polymeren materialen. Verwacht wordt dat de ontwikkelde materialen goedkoop en op grote schaal vervaardigd kunnen worden en dat er toepassingen gevonden zullen worden in bijvoorbeeld slimme kleding, robotica, sensoren en medische toepassingen.

Supramolecular Biomaterials with a Dual Network Architecture for Stem Cell Expansion
E.W. Meijer / TU Eindhoven

Supramoleculaire biomaterialen voor stamcel expansie geïnspireerd door de natuur en gebruikmakend van de grote diversiteit aan bouwstenen in de polymeer en supramoleculaire chemie worden nieuwe dubbele netwerken in water voorgesteld, welke de juiste biologische en mechanische eigenschappen als hydrogel zullen krijgen om stamcellen te laten expanderen tot organoiden.

Smart Photonic Polymer Coatings
A.P.H.J. Schenning / TU Eindhoven

De ontwikkeling van responsieve functionele coatings die op omgevingsveranderingen reageren door van eigenschap te veranderen is van groot belang voor het maken van toekomstige slimme materialen voor energie, voedselverpakking en gezondheid. In dit voorstel worden slimme polymeren coatings gemaakt die reageren op omgevingsveranderingen zoals temperatuur en licht door van kleur te veranderen.

Hyperpolarized Silicon Nanoparticles in Targeted Magnetic Resonance Imaging
J.M.J. Paulusse / UTwente

Magnetic Resonance Imaging (MRI) provides excellent anatomical information, but remains unsuccessful in targeted imaging of prostate cancer due to lacking sensitivity. Hyperpolarized MRI has been proposed to improve MR sensitivity, enabling accurate and non-invasive identification of bodily features. Hyperpolarization ensures vastly higher nuclear spin polarization than typically achieved in the magnetic field of an MRI. Dynamic nuclear polarization (DNP), which polarizes samples at temperatures just above 0 K in strong magnetic fields, has become an established technique for the hyperpolarization of materials, resulting in degrees of polarization far beyond thermal equilibrium (factor 10⁴-10⁵). However, the typically employed ¹³C-based compounds remain only briefly hyperpolarized (MRI visible for only several minutes), hence impeding clinical application. Silicon nanoparticles (Si NPs) have recently been demonstrated to display outstanding properties in hyperpolarization MRI. Due to the unique composition of silicon isotopes, exceedingly long T₁ relaxation times are achieved for hyperpolarized Si NPs (up to hours), providing exceptional prospects for targeted MR imaging. In this study we will build on the research team's ongoing preclinical work – development of hybrid imaging modalities and effective targeting moieties – and focus on developing ²⁹Si based hyperpolarizable nanoparticles targeted towards molecular MR imaging in prostate cancer. Our team will select optimal targets, and evaluate particle properties, sensitivity and specificity in both in vitro and animal studies – in the context of a 1-year post-doc project This proof-of-principle study will serve as a stepping stone towards human application of this highly promising technique.

Powder Coating on Plastics and Composites
M.D.C. Topp / Windesheim

Fabrikanten worden aan steeds strengere milieueisen onderworpen. Ze worden bijvoorbeeld verplicht om een steeds groter deel van hun voertuigen te vervaardigen uit gerecycled materiaal. Aangezien veel onderdelen en producten gemaakt worden van kunststoffen, liggen hier kansen voor het gebruik van gerecyclede materialen in plaats van "virgin" materiaal. Een belangrijk nadeel van het recyclen van kunststoffen is dat de kleur van het eindproduct moeilijk te beheersen is. Veelal worden kunststof onderdelen dan ook gespoten met een natte lak. Het aanbrengen van een poedercoating is echter vele malen efficiënter dan het gebruiken van spuitlakken. Tijdens het poedercoatproces wordt ten opzichte van spuitlakken zeer weinig materiaal verspild. Bovendien verloopt het proces sneller, aangezien een enkele laag voldoende bescherming en optische verbetering biedt. Daarnaast is het poedercoaten emissie-vrij en hoeft een na een curing-proces de coating niet verder te drogen en is het product direct gereed voor gebruik, opslag of transport. Ook binnen de composiet industrie, met name de onverzadigde polyester (UPR) industrie, is het beperken van emissie één van de grootste targets. Op dit moment worden de gekleurde buitenlagen van composiet gerealiseerd door het gebruik van een gelcoat of topcoat, maar het aanbrengen en uitharden hiervan zorgt voor een piekbelasting in emissie. Door de poedercoat techniek door te ontwikkelen als alternatief voor een gelcoat, kan de thermoset industrie een grote stap zetten in het verduurzamen van het productieproces. Hoofdvraag van deze studie zal zijn om het poedercoaten op UPR en epoxy thermoset composiet (met glas- en carbonvezels) na demoulding mogelijk te maken.

Rheology and microstructure of concentrated polymer blends with viscoelastic components
P.D. Anderson / TU Eindhoven

Blends van onmengbare polymeren laten toe om materialen te creëren met eigenschappen die een synergistische combinatie zijn van de eigenschappen van elk van de componenten. Deze eigenschappen zijn echter sterk afhankelijk van de microstructuur van de polymere blends, die op zijn beurt beïnvloed wordt door de stromingscondities tijdens verwerking. In dit onderzoek zullen relaties tussen enerzijds componenteigenschappen en stromingscondities en anderzijds microstructuur worden opgesteld voor geconcentreerde polymere blends met componenten met een complex stromingsgedrag. Dit zal toelaten om de microstructuur en bijhorende eigenschappen van onmengbare polymere blends te sturen.

The interaction of sustainable aqueous coating solvents with electrode materials, enabling next generation high energy density Li-ion batteries
M. Wagemaker / TU Delft

Future Li-ion batteries require higher energy densities and power densities to enable electrical transport. At the same time material production costs need to be reduced and production methods should become environmentally benign. This project investigates a novel environmentally benign coating strategy of a Li-F thin film, the large electrochemical stability of which enables the use of potential positive materials in Li-ion batteries to increase their energy density. These coatings are vital for the protection of the high potential of these future electrode materials towards the electrolyte, thereby preventing battery degradation. However, it is unknown how the aqueous solvent used for the coating interacts chemically with the surface and bulk of the electrode materials. Because the coating strategy leads to an increase in Li-ion battery resistance, fundamental understanding of this interaction is paramount. This project aims at detailed understanding of the surface and bulk chemistry as a consequence of the aqueous solvent coating route. This will be achieved by atomic scale characterization of the surface and the bulk of the

electrode materials utilizing the specific sensitivity towards the involved species, protons and Li-ions, of neutron scattering techniques and Nuclear Magnetic Resonance. With this fundamental experimental approach, the project aims at finding the origin of the observed increase in resistance. This will form the basis for future rational coating strategies for high performance next generation Li-ion batteries.

Nanostructured self-assembled functional materials

K.U. Loos / RUG

The key objective of this proposal is to develop novel concepts based on self-assembly for tailoring, at the nanoscale, nanostructured materials to provide superior levels of performance or additional features and added value compared to existing materials. In this industrial partnership programme of five universities and six industrial partners we will jointly develop and employ self-assembly at the scale of one to a few hundred nanometers to build diverse classes of hierarchically structured solids and thin-films, using a variety of building blocks including crystallizing molecules, colloids, phase-separating polymers, and (sol-gel) precursors. We aim to investigate and expand the potential in the entire range of 2D to 3D materials: from 2D materials such as single molecular layers of organic coatings deposited on silica particles, to make them directly compatible with rubber tires and advanced polymer brushes for corrosion protection and self-healing, non-adhesive surfaces) via thin assembled designer semiconductor coatings based on functional block copolymers, to 3D biomimetic self-assembled inorganic materials for novel nanostructured thin films that can add new functionalities to surfaces, e.g. those involved in light management in photovoltaic modules. The industrial interest, confirmed by the involvement of several companies in the proposed IPP consortium, is a proof that industry looks further ahead than the immediate application and is ready to explore a new generation of nanomaterials for device applications entering the markets in the next decade.

Drying of colloid-polymer mixtures and the role of interactions and phase stability

R. Tuinier / TU Eindhoven

Formuleringen waarmee coatings worden gemaakt zijn doorgaans complexe vloeistoffen: ze bevatten bijvoorbeeld binderdeeltjes, anorganische nanodeeltjes, polymeren en/of surfactanten. De binderdeeltjes in bijvoorbeeld watergedragen verf die de uiteindelijke coatingstructuur bepalen bestaan vaak uit polymeren die zelf-organiseren in water. Anorganische nanodeeltjes zoals silica of titanium oxide zijn vaak essentieel voor de optische eigenschappen van de coating. Daarnaast worden er vaak surfactanten en of polymeren toegevoegd aan de formuleringen om de stabiliteit en/of stroperigheid van de formuleringen te verbeteren. Tijdens het drogen van de formulering wordt het systeem steeds geconcentreerder en treden allerlei processen op die we beter willen begrijpen. Deze gaan we theoretisch bestuderen en met behulp van modelsystemen experimenteel onderzoeken. Dit helpt om inzichten te krijgen in de verdeling van de verschillende componenten in de uiteindelijke coating. Hiermee kunnen we begrip opbouwen over de mechanismen waarmee de inhomogeniteit van een coating kan worden beïnvloedt. Dit kan leiden tot verbeterde coatings en hele nieuwe coatings waarin men bijvoorbeeld gecontroleerd multilagen maakt.

High Brightness Diode Pumped Light Concentrators

A. Meijerink / Universiteit Utrecht

Lampen gebaseerd op blauwe LEDs in combinatie met lichtconversiematerialen veroveren in snel tempo de verlichtingsmarkt. De voordelen zijn evident: goedkoop, compact, hoge efficiëntie en lange levensduur. Echter, voor toepassingen waar een extreem hoge helderheid vereist is, zoals lampen voor projectoren en geavanceerde autoverlichting, voldoen LED-lampen niet en worden nu nog conventionele gasontladingslampen gebruikt. Een oplossing om een extreem hoge helderheid te halen is het aanstralen van een transparante luminescerende staaf middels een groot aantal blauwe LEDs en het licht uit te koppelen aan de voorkant van de staaf.

Het concept werkt maar de maximale helderheid die bereikt kan worden, wordt beperkt door lichtverliezen die sterker worden bij hoge lichtintensiteiten. De oorzaak van de verliezen (die bekend staan als 'droop') zijn veelal onduidelijk en blijken sterk afhankelijk van de samenstelling van het materiaal dat gebruikt wordt in de luminescerende staaf alsook de wijze waarop deze vervaardigd is. In dit project wordt door de Universiteit Utrecht in samenwerking met Philips Lighting onderzocht wat de oorzaken van droop zijn en hoe de lichtverliezen in transparante lichtconversiematerialen beperkt kunnen worden. Het uiteindelijke doel is de oorzaken van lichtverliezen te verhelderen en met dit inzicht bij te dragen aan de ontwikkeling van geavanceerde witte LED lichtbronnen met een extreem hoge helderheid.

Industrieel hergebruik van End of Life thermoharde composieten

M.D. Topp / Windesheim

De charme van thermoset composiet is dat het een materiaal is wat veel ontwerpvrijheid heeft én een lange levensduur. Om deze reden wordt het ingezet voor industriële toepassingen als pijpleidingen, opslagsilo's en windmolens, maar ook voor toepassingen als jachten, plezierbootjes en treindelen. In sommige gevallen ontstaat er een afvalprobleem wanneer het materiaal langer mee gaat dan zijn commerciële levensduur. Thermoset composiet valt in tegenstelling tot de gewone plastics niet om te smelten waardoor terugwinning van de basis grondstoffen niet mogelijk is. Om deze groeiende hoeveelheid afgedankt materiaal het hoofd te kunnen bieden is er een methodiek ontworpen om het End-of-Life composiet nog steeds op zijn kracht te kunnen inzetten, namelijk de grote sterkte en corrosie- en vochtbestendigheid. Door het oude composiet te verwerken tot lange strips of langwerpige vlokken wordt een verstevigingsmateriaal gecreëerd voor nieuw te produceren composiet. Door dit verstevigingsmateriaal in te bouwen kan op virgin grondstof aanzienlijk worden bespaard. Met deze methodiek is bijvoorbeeld 30 meter oeverbeschoeiing geproduceerd en neergezet als technology demonstrator in Flevoland.

3DPrintHuge

G. Willemsen / Polymer Science Park

Een experimenteel onderzoek naar het grootschalig industrieel 3d-printen van gerecyclede bulk thermoplastische kunststoffen. Er wordt een proefopstelling gerealiseerd waarmee toegepast onderzoek wordt verricht.