

Synthese van nanokristallen van anorganische halfgeleiders

Docent: Kees van Walree, practicumorganisatie Universiteit Utrecht

Sectie: Gecondenseerde Materie en Grensvlakken (CMI)

Begeleider: Prof. Andries Meijerink

Projectleider: Iris Caris

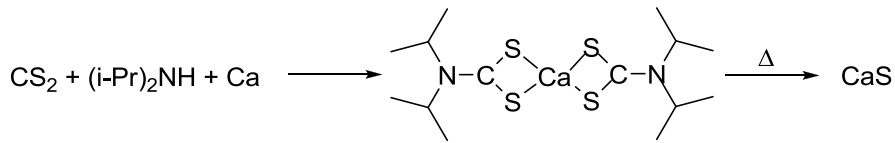
Het werk dat ik in het kader van het Docent in Sectie project uitgevoerd heb richt zich op de ontwikkeling en synthese van nanokristallen van anorganische halfgeleiders. Deze nanokristallen, ook quantum dots genoemd, hebben de aantrekkelijke eigenschap dat eigenschappen als lichtabsorptie- en emissie afhangen van de deeltjesgrootte. Dit maakt het mogelijk om de eigenschappen naar wens in te stellen. Daarnaast hebben quantum dots een grote oppervlakte-inhoud verhouding, wat bevorderlijk is voor ladingstransport. Quantum dots kunnen daarom toegepast worden in zonnecellen en LEDs. Daarnaast kunnen quantum dots fungeren als matrix voor luminescerende ionen. Dit soort systemen kan als langdurig emitterend biolabel of als zogenaamde solar concentrator toegepast worden.

In het bijzonder richt het project zich op de synthese van quantum dots uit zogenaamde single source precursors. Bij de synthese uit een single source precursor ontstaat een quantum dot uit een enkele verbinding, waarin de binding tussen het metaal en niet-metaal (bv Cd en Se) al aanwezig is. Dit maakt het mogelijk aanzienlijke hoeveelheden van die materialen te maken uit goed hanteerbare uitgangsstoffen. Om een voorbeeld te geven: bij de synthese van CdSe nanokristallen is geen dimethylcadmium meer nodig. Met de single source benadering worden doorgaans ook nanokristallen verkregen met minder defecten, een betere stoichiometrie en een smallere grootteverdeling dan met traditionele methoden. Tevens bieden single source methoden goede mogelijkheden om gastionen in quantum dots in te bouwen.

Twee soorten nanodeeltjes zijn gesynthetiseerd met de single source strategie, te weten CdSe en CaS. Voor de bereiding van CdSe werd eerst een moleculair Cd-Se cluster gesynthetiseerd uit $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, thiofenol, en selenium. Deze precursor kon inderdaad worden omgezet in CdSe quantum dots. Het inbouwen van Eu-ionen verliep echter moeizaam.

Voor de bereiding van CaS deeltjes werd eerst calcium(di-isopropyldithiocarbamaat) gesynthetiseerd uit koolstofdissulfide, di-isopropylamine en metallisch calcium. Vanuit

deze precursor werden CaS nanokristallen worden verkregen door een oplossing te injecteren in oleylamine:



De grootte van de deeltjes was 7.6 ± 0.6 nm, zeer homogeen dus. Dit is bovendien een orde van grootte kleiner dan op ander manieren bereide CaS nanodeeltjes. Het is intussen gelukt de CaS nanodeeltjes te dopen met luminescerende ionen als Ce^{3+} .

Al het bovenstaande werd in samenwerking met een promovendus en twee masterstudenten uitgevoerd.

Wat betreft onderwijsontwikkeling heb ik het ZnO quantum dot experiment dat ik voor het Junior College Utrecht (JCU) heb ontwikkeld verder uitgewerkt en aangepast. In december is dit onderdeel van de module Nanoscience op het JCU voor de tweede keer verzorgd, met succes. De ontwikkelde single source bereidingsmethoden voor quantum dots hebben de potentie om uitgewerkt te worden tot een synthese-experiment dat op het 1^e- of 2^e-jaars scheikundepracticum gebruikt kan worden, aangezien het gebruik van zeer gevaarlijke chemicaliën vermeden wordt.

Daarnaast heb ik me beziggehouden met de begeleiding van Tom Pot en René Slender, en verwijs ik voor vorderingen op dit gebied naar hun verslag.

In aanvulling op het bovenstaande heb ik in samenwerking met Joris Schouten een workshop over het Docent in Sectie project verzorgd op de Woudschoten Conferentie 2010.

Gedurende het project heb ik mijn bestaande kennis sterk uitgebreid door me te verdiepen in nieuwe onderzoeksgebieden, en eenvoudigweg door met van alles en nog wat bezig te zijn. Dat geldt niet alleen op praktisch gebied, maar zeker ook op theoretisch gebied. Ook het bijhouden van de wetenschappelijke literatuur en het bijwonen van lezingen heeft goed bijgedragen tot mijn ontwikkeling.