

Online Proefstuderen

Chemie

Theorie – module colloïd chemie

Colloïden zijn mengsels die bestaan uit uiterst fijne deeltjes met afmetingen tussen 1 nanometer en 1 micrometer, die gelijkmatig zijn verdeeld in een bepaald medium. Het medium kan in elke fase (gas, vloeibaar, vast) voorkomen. Een bekend voorbeeld van een colloïde is *melk*: hierin is het medium water en de deeltjes zijn minieme vetdruppeltjes. Melk is een voorbeeld van een colloïdale *emulsie*: een fijn verdeeld mengsel van twee niet-mengbare vloeistoffen. Net als veel andere colloïden vertoont melk een typische troebelheid, die het gevolg is van lichtverstrooiing die ontstaat door de vele uiterst kleine deeltjes die zich in een colloïde bevinden. *Mist* is een ander bekend voorbeeld van een colloïde: hierin is het medium een gas (lucht) en de deeltjes zijn minuscule vochtdruppeltjes. De deeltjes kunnen ook in de vaste fase voorkomen. *Tandpasta* is bijvoorbeeld een colloïde met een vloeibaar medium (water) en vaste deeltjes, die voor een schurende werking zorgen. Dit specifieke type colloïde (vaste deeltjes in vloeibaar medium) wordt wel “sol” genoemd en speelt een belangrijke rol in het dagelijks leven. Zo behoren inkt en de meeste soorten verf tot de sols.

Het maken van colloïden

Colloïden kunnen op verschillende manieren worden geproduceerd, afhankelijk van de gewenste eigenschappen van het colloïdale systeem. Eén methode is fysische verkleining, waarbij grove deeltjes worden verkleind tot colloïdale afmetingen. Dit kan gebeuren door processen zoals malen of mengen. Een voorbeeld hiervan is het maken van mayonaise: hierbij wordt een mengsel van water en olie krachtig geroerd waardoor een colloïdale emulsie ontstaat. Kijk naar het online proefcollege om te zien hoe het maken van mayonaise er in de praktijk uitziet!

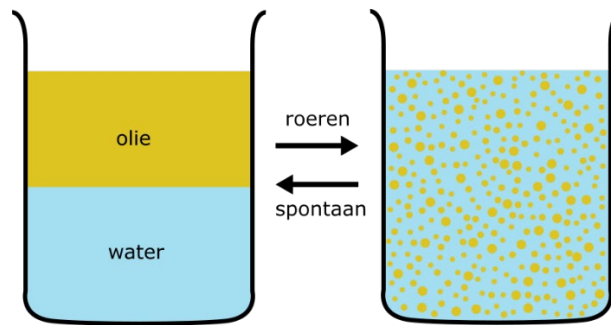
Chemische synthese is een andere veelgebruikte methode om colloïden te maken. Hierbij worden reacties gebruikt om de gewenste colloïdale deeltjes te produceren. Voorbeelden hiervan zijn sommige polymerisatie-reacties en het maken van een zwavel-sol door de reactie van thiosulfaat met een sterk zuur. Deze laatste reactie is ook te zien in het online proefcollege.

Emulsies

Emulsies spelen een zeer belangrijke rol in cosmetica (crèmes, lotions en badolie) en voeding (sauzen, ijs en boter). Zoals al eerder genoemd zijn emulsies zeer fijn verdeelde mengsels van niet-mengbare vloeistoffen, bijvoorbeeld olie en water. Dit soort colloïden zijn echter inherent instabiel: de emulsie scheidt zich na een bepaalde tijd spontaan uiteen in een tweelagen-systeem. Dit komt doordat de totale grootte van het olie-water grensvlak toeneemt naarmate de deeltjes kleiner zijn (zie figuur 1). Omdat water en olie elkaar afstoten is een groot grensvlak ongunstig en zal het systeem streven naar een zo klein mogelijk grensvlak: de emulsie breekt.

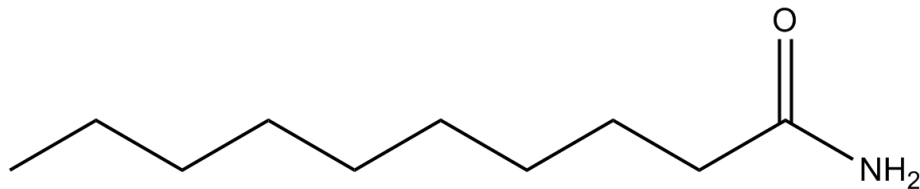
Zie www.hanze.nl/onlineproefstuderen voor alle modules!

share your talent. move the world.



Figuur 1. De instabiliteit van een emulsie. Wanneer olie en water bij elkaar gevoegd worden ontstaan twee lagen omdat het polaire water niet mengt met de apolaire olie. Wanneer wordt geroerd zullen kleine druppels olie gevormd worden waardoor een emulsie ontstaat. Hierdoor neemt de totale olie-water grensoverflakte sterk toe. Een grotere grensoverflakte is echter energetisch ongunstig zodat de emulsie na verloop van tijd spontaan terugkeert naar het tweelagen-systeem (de emulsie 'breekt').

Om emulsies stabiel te maken worden zogenaamde *emulgators* gebruikt. Emulgators zijn moleculen met een *amfifiel* karakter: een deel van het molecuul is polair en een deel van het molecuul is apolair. Hieronder is de structuur van de emulgator decanamide weergegeven:



Figuur 2 Structuurformule van decanamide (een emulgator). Het rechter gedeelte met het zuurstofatoom en de NH₂ groep is polair, terwijl de alkaanketen aan de linkerkant apolair is. Bron: [decanamide - Wikidata](#)

Emulgators stabiliseren emulsies doordat deze moleculen de neiging hebben om naar de *grensvlakken* van polaire en apolaire vloeistoffen te willen gaan. Op de grensvlakken kan namelijk het apolaire deel van de emulgator in de olie(achtige) vloeistof gaan zitten terwijl het polaire deel naar de water(ige) vloeistof gaat. Door dit effect worden de grensvlakken dus gestabiliseerd zodat de tendens om te breken afneemt.

Er zijn twee types emulsies, namelijk olie-in-water (O/W) en water-in-olie (W/O). Bij O/W emulsies is water het medium, waarin de olie (of andere apolaire stof) als fijne druppeltjes verdeeld is. Een voorbeeld van een O/W emulsie is mayonaise. Bij W/O emulsies is juist de olie het medium (ook wel "continue fase" genoemd) en is het water verdeeld als druppeltjes. Boter is een voorbeeld van een W/O emulsie. Welk type emulsie vormt hangt van verschillende factoren af. Ten eerste het volume van de olie en het water: de vloeistof met het grootste volume vormt vaak (maar niet altijd) de continue fase. Een tweede factor is de aard van de emulgator: de vloeistof waarin de emulgator het beste oplost wordt doorgaans het medium.

Lichtverstrooiing

Een belangrijke eigenschap van veel colloïden is de *troebelheid*. Denk bijvoorbeeld aan rook, melk en mist. Hoewel veel colloïden troebel zijn, geldt dat niet altijd. Zo behoren oplossingen van grote moleculen (mits groter dan 1 nm) ook tot de colloïden, maar deze zijn meestal niet of nauwelijks troebel. Een voorbeeld hiervan is het wit van een ei, dat een oplossing is van eiwitten in water. Ook bloedplasma (een doorzichtige vloeistof die overblijft nadat de bloedcellen zijn uitgezakt) is hier een voorbeeld van. Lichtverstrooiing treedt op doordat het licht afbuigt wanneer een grensvlak (bijvoorbeeld olie-water) wordt geraakt. Lichtverstrooiing komt voor in twee soorten: Rayleigh verstrooiing en Mie verstrooiing. *Rayleigh verstrooiing* treedt op wanneer de deeltjes veel kleiner zijn dan de golflengte van

Zie www.hanze.nl/onlineproefstuden voor alle modules!

het invallende licht. Voor zichtbaar licht geldt dat globaal voor deeltjes die kleiner zijn dan 40 nanometer. Wanneer Rayleigh verstrooiing optreedt kan de fractie verstrooid licht met de volgende formule berekend worden:

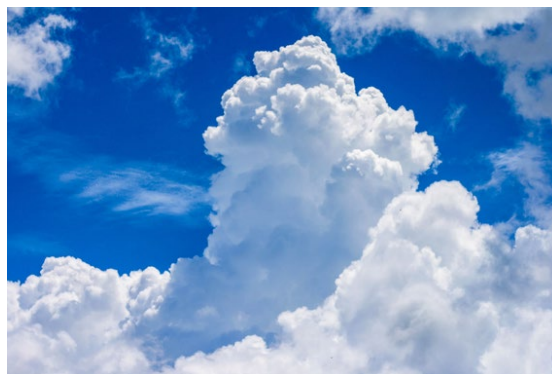
$$\frac{I}{I_0} = \frac{8\pi^4 \alpha^2}{\lambda^4 r^2}$$

I/I_0 = Fractie licht die wordt verstrooid
 λ = golflengte van het invallende licht

α = polariseerbaarheid
 r = afstand tot het deeltje

Uit de formule volgt dat de hoeveelheid licht die door een deeltje verstrooid wordt afhangt van de golflengte van het invallende licht: hoe groter de golflengte, hoe minder verstrooiing. Wanneer blauw licht ($\lambda = 450$ nm) wordt vergeleken met rood licht ($\lambda = 700$ nm) kan met bovenstaande formule worden berekend dat blauw licht bijna 6 keer sterker verstrooid wordt dan rood licht. Dit effect zorgt ervoor dat de hemel er blauw uitziet: het zonlicht valt op de atmosferische moleculen die zeer klein zijn en daarom Rayleigh verstrooiing vertonen. Het blauwe licht wordt dan dus veel sterker verstrooid dan rood licht. Als we naar de hemel kijken valt juist het verstrooide licht op ons netvlies, wat dus een blauwe tint heeft. In de formule is ook te zien dat de zogenaamde polariseerbaarheid (α) zorgt voor sterkere verstrooiing van licht. Polariseerbaarheid is ondermeer afhankelijk van de grootte van een molecuul: hoe groter het deeltje hoe hoger de polariseerbaarheid. Hieruit volgt dus dat grotere deeltjes veel meer Rayleigh scattering vertonen.

Wanneer deeltjes echter groter zijn dan 40 nanometer vertonen ze geen Rayleigh verstrooiing meer maar *Mie verstrooiing*. Bij Mie verstrooiing is de mate van verstrooiing niet afhankelijk van de golflengte van het licht. Met andere woorden, alle kleuren licht worden evenveel verstrooid. Dit effect treedt op bij wolken, die er wit uitzien. Het zonlicht valt op de ijskristallen in de wolk en omdat deze groter zijn dan 40 nanometer treedt Mie verstrooiing op. Hierdoor worden alle kleuren licht evenveel verstrooid en heeft het verstrooide licht dezelfde kleur als het invallende zonlicht: wit. Er bestaan apparaten ("Particle Size Analyzers") die gebruik maken van de twee types lichtverstrooiing: de verstrooiing van licht van verschillende golflengtes wordt gemeten en hieruit kan de verdeling van de deeltjesgrootte berekend worden.



Figuur 3 Rayleigh- en Mie verstrooiing zorgen voor een blauwe lucht en witte wolken. De atmosfeer bevat enorme hoeveelheden gasmoleculen. Deze deeltjes zijn zeer klein en vertonen Rayleigh verstrooiing. Bij dit type verstrooiing wordt blauw licht veel sterker verstrooid dan andere kleuren, wat de hemel een blauwe kleur geeft. De ijskristallen in wolken zijn een stuk groter en vertonen daardoor Mie verstrooiing. Dit type verstrooiing is even sterk voor alle golflengtes, waardoor de wolken er wit uitzien. Bron: [Research Infrastructure for Large Simulation Studies \(asreview.nl\)](http://Research Infrastructure for Large Simulation Studies (asreview.nl)).

Zie www.hanze.nl/onlineproefstuderen voor alle modules!

share your talent. move the world.