

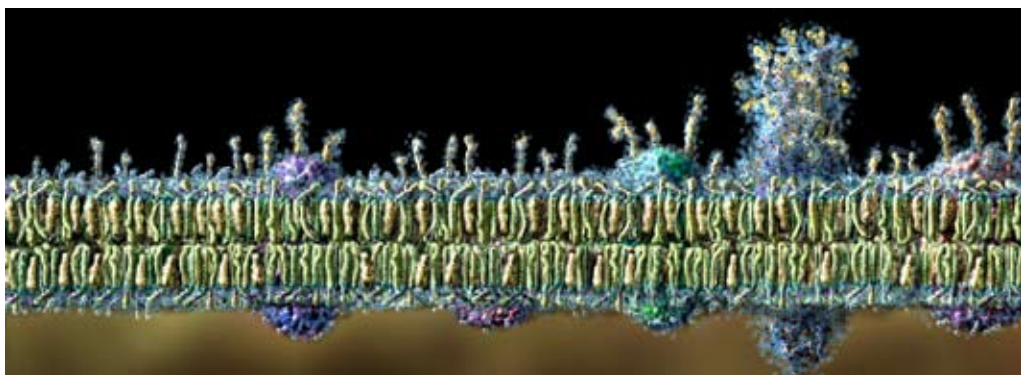
34 KUNNEN WE MOLECULEN ZICHZELF LATEN ASSEMBLEREN TOT NIEUWE STRUCTUREN?

Chemische synthese beperkte zich ooit tot het samenvoegen van atomen tot moleculen, met sterke elektronenverbindingen als 'lijm'. In de natuur gebruiken moleculen ook andere aantrekkingskrachten om zich spontaan te assembleren tot steeds grotere structuren. Hoe ver komen chemici met het imiteren van die werkwijze, en kunnen ze zo geheel nieuwe materie construeren?

Tegenwoordig zijn er vele geraffineerde methoden om moleculen te fabriceren en te analyseren. Door het synthetiseren van miljoenen nieuwe moleculen zijn de afgelopen eeuw tal van nieuwe materialen, medicijnen, energiedragers en hulpstoffen voortgebracht.

Moleculen zijn opgebouwd uit atomen die elkaar vasthouden door elektronen te delen. Bij het creëren van nieuwe moleculen kunnen zulke sterke, 'covalente' verbindingen gemaakt of juist verbroken worden. Daarnaast oefenen moleculen onderling krachten op elkaar uit, bijvoorbeeld via tegengestelde elektrische ladingen of door een gezamenlijke aversie tegen water. De meeste van deze krachten zijn zwakker dan covalente verbindingen, maar daarom zijn ze nog niet minder belangrijk. De functies van moleculen zijn rechtstreeks gerelateerd aan hun interacties met andere moleculen.

In de natuur spelen de wisselwerkingen tussen vele verschillende moleculen een essentiële rol. Ze helpen moleculen onder meer zichzelf spontaan te assembleren tot complexe, multi-moleculaire structuren, zoals chromosomen en de membranen die alle biologische cellen omgeven.



Symmetrie

De laatste jaren is het mogelijk geworden zelfassemblage van moleculen op beperkte schaal te imiteren. Zo kunnen we nu moleculen maken die zich spontaan tot microscopisch kleine bolletjes aaneenklonteren. Voorbeelden van zulke bolletjes zijn de 'liposomen' die worden gebruikt om, bijvoorbeeld, medicijnen te beschermen terwijl ze door de huid of door de bloedbaan worden getransporteerd.

In de natuur gaat zelfassemblage nog veel verder en ze vindt plaats op vele niveaus. Vele verschillende (macro)moleculen assembleren zich tot onderdelen van cellen, en die onderdelen assembleren zich op hun beurt weer tot complete cellen. Cellen vormen weefsels, weefsels vormen organen en organen vormen organismen.

Nu we door middel van zelfassemblage complexer structuren met nieuwe eigenschappen willen synthetiseren, doemen nieuwe en fundamentele vragen op.

In nauwe samenwerking met biologen, fysici, natuurkundigen en technologen moeten chemici meer inzicht verwerven in het gedrag van grote aantallen moleculen en van mengsels van vele verschillende macromoleculen en andere verbindingen. Hoe organiseren moleculen zich onder deze complexe omstandigheden? Hoe belangrijk zijn de vorm en de symmetrie van de afzonderlijke moleculen, en hun vermogen om vormveranderingen te ondergaan? Onder welke omstandigheden (zoals temperatuur) vindt zelfassemblage plaats?

Wetenschappers willen toe naar het begrijpen en construeren van assemblages die bestaan uit steeds meer, en steeds meer verschillende componenten. Afzonderlijke componenten zouden complexe vormen hebben die precies in elkaar passen, net als in de natuur. Ze zouden ook betrokken kunnen zijn bij allerlei chemische omzettingen.

Uiteindelijk dromen onderzoekers ervan zelfassemblage te gebruiken om nieuwe materialen met bijzondere optische, biomedische of andere eigenschappen te ontwerpen en te synthetiseren. Dynamische materialen zouden steeds meer gaan lijken op wat we kennen uit de biologie, en de huidige kloof tussen dode en levende materie zou deels gevuld kunnen worden. Geen wonder dus dat chemische zelfassemblage behoort tot de meest uitdagende vakgebieden binnen de moleculaire wetenschappen.

