

Een oceaan vol plastic

Het maken van een polymeer

Leerkrachtenversie

Plastic is een product dat niet weg te denken is uit ons leven. Het is een stof met zeer veel toepassingen waardoor men het ook vaak als wegwerpproduct gebruikt. Via volgende proeven willen we leerlingen laten kennismaken met de eigenschappen van plastic of met de milieuproblemen hieraan gelinkt. Als leerkracht kan je een bepaalde invalshoek kiezen (biologie, chemie, fysica, aardrijkskunde, wiskunde) om dit onderwerp te bespreken. De proeven staan dus los van elkaar.

OPDRACHT: Chemisch experiment: het maken van een polymeer.

Leerlingen ondervinden tijdens dit experiment dat een verandering in de structuur van een molecule kan leiden tot andere fysische eigenschappen. Wanneer je boraxmoleculen toevoegt aan het PVAc-polymeer, linken de boraxmoleculen de polymeren aan elkaar waardoor je een groter polymeer krijgt met een vastere textuur. Dit is analoog aan het maken van plastic als vaste stof uit vloeibare olie. De leerkracht kan hierbij het proces van gefractioneerde destillatie uitleggen alsook het kraken ('cracking').

Tijdsduur: een half lesuur klasgesprek en uitleg, een half lesuur een polymeer maken
Niveau: eerste graad (natuurwetenschappen), tweede graad (chemie) of derde graad (natuurwetenschappen)

- Klasgesprek rond plastic.

De leerkracht leidt een klasgesprek rond plastic en noteert aan bord. Allereerst kan deze inleidende vraag gesteld worden: Welke objecten uit ons dagelijks leven bestaan uit plastic?

Leerlingen zullen waarschijnlijk plastic zakken en drankflessen aanhalen, alsook bewaardozen en PVC.

De leerkracht kan aanvullen met types plastic waar ze niet aan denken, zoals synthetische kleding (acryl, polyester, polyamide, nylon, fleece), visnetten (nylon), sigarettenfilters (celluloseacetaat), glitter, stoelen en emmers (polypropreen), isolatie (polystyreen, polyurethaan) of de behuizing van gsm's (polycarbonaat).

Vervolgens kan de leerkracht het verschil duiden tussen macroplastics enerzijds en micro- en nanoplastics anderzijds. De voorgaande opsomming gaat over grotere stukken zichtbaar plastic (macroplastics). Sommige scrubs, karweizepen en tandpasta's bevatten zogenaamde 'microbeads' (stukjes plastic of 'microparels') om een schurend effect teweeg te brengen. Ook slijtage van verven en van autobanden levert microplasticverontreiniging op. Nanopartikels gebruikt men in medicijnen om werkzame stoffen gericht af te geven in het menselijk lichaam.

Leerlingen komen tot het inzicht dat heel wat materiaal dat we gebruiken uit plastic bestaat.

- Wat is plastic?

De term 'plastic' gebruiken we om een grote groep kunststoffen of synthetische materialen aan te duiden, gemaakt van aardolie. We treffen ze van nature niet aan op onze planeet. Deze chemische verbindingen zijn opgebouwd uit een lange reeks eenvoudige moleculen (monomeren) en noemen we daarom synthetische polymeren (poly = veel, meros = deeltjes). Verwar deze kunststoffen niet met zogenaamde 'bioplastics' die (deels) zijn opgebouwd uit plantaardige materialen (en die aan bod komen in andere experimenten).

In dit experiment maak je zelf een flexibel polymeer van natriumtetraboraat (borax) en polyvinylalcohol (PVA). Je kunt lijm of polyvinylacetaat (PVAc) als alternatief voor PVA gebruiken.

Materiaal:

- 125 ml doorzichtige of witte knutsellijm (polyvinylacetaat of PVAc) $[(C_4H_6O_2)_x]$
- lenzenvloeistof met borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)* (d.i. lenzenvloeistof voor harde lenzen)
- natriumbicarbonaat of zuiveringszout (een halve eetlepel of 7 gram)
- optioneel: kleurstof
- grote maatbeker of een kom
- balans met weegschuitje
- spatel
- hersluitbaar zakje

**Natriumtetraboraat met een concentratie tussen 0,1 en 4,5% mag je volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de tweede graad gebruiken. Een hogere concentratie beschouwt men niet als veilig. Afvalcode WGK1: verwijderen via de gootsteen.*

Methode:

- Doe de lijm in een maatbeker.

- Voeg het natriumbicarbonaat toe en meng.
- Eventueel kan je enkele druppels voedingskleurstof toevoegen.
- Voeg terwijl je mengt de lenzenvloeistof in kleine hoeveelheden toe, tot het slijm niet meer aan de maatbeker kleeft. Let op, voeg geen te grote hoeveelheden lenzenvloeistof ineens toe.
- Je kan het polymeer bewaren in een hersluitbaar zakje in de ijskast. Wanneer het plakkerig wordt, voeg je wat extra lenzenvloeistof toe.

Reflectie:

Vergelijk de lenzenvloeistof en lijm met het verkregen slijm. Wat merk je op?

*De boraxmoleculen linken verschillende PVAc-moleculen aan elkaar. Dit proces noemen we **crosslinken** of **vernetten**: het aan elkaar linken van verschillende polymeerketens door dwarsverbindingen (waterstofbruggen). Het gaat om een bijzondere vorm van **polymerisatie**. Je hebt dus een groter polymeer gemaakt met andere eigenschappen. Hoe meer dwarsverbindingen, hoe minder vloeibaar, hoe stijver en hoe minder oplosbaar.*

Dit is analoog aan het maken van plastic uit olie: van een vloeibare stof maakt men een vaste stof.

Bij het maken van de natriumtetraboraatoplossing worden ionen gevormd: $B(OH)_4^-$. Deze zullen waterstofbruggen vormen met de hydroxylgroepen van de polyvinylalcoholketens. Hoe meer lenzenvloeistof of borax gebruikt wordt, hoe meer dwarsverbindingen ontstaan. De $B(OH)_4^-$ ionen vormen waterstofbruggen met de hydroxylgroepen van de polyvinylalcoholketens. Het slijm wordt dan 'stugger'. Hier kunnen leerlingen ook mee experimenteren.

Het gemaakte slijm is een **niet-Newtoniaanse vloeistof**. De viscositeit verandert naarmate de omstandigheden en zo gedraagt het slijm zich meer als een vloeistof of meer als een vaste stof. Wanneer je er hard aan trekt, breekt het slijm (zoals een vaste stof). Manipuleer je het slijm zachtjes, dan beweegt het eerder als een vloeistof.