

# Een eenvoudige polarimeter

Wat is het heerlijk als je iets van je vak kunt laten zien in een prachtige demonstratie. Nog fijner is het als je merkt dat door een demo leerlingen iets meer van scheikunde begrijpen. 'Een eenvoudige polarimeter' komt hieraan tegemoet.

Als stereochemie aan de orde komt, kun je als docent je klas het melkzuurmolecuul laten bouwen. Je hoopt dan dat het molecuul van iemands buurvrouw of achterbuurman net even anders is en dat de leerlingen dit doorkrijgen. De basis voor de stereochemie is dan gelegd. De ruimtelijke structuur heeft invloed op de fysische eigenschap optische activiteit. In het eerste boek van Showdechemie staat een fraai experiment om de optische activiteit te demonstreren, maar dit is uitverkocht en de gebruikte overheadprojector is meestal niet meer op school aanwezig. Daarom een aangepaste uitvoering.

## Inleiding

De grote Franse wetenschapper Louis Pasteur ontdekte in 1848 dat bepaalde kristallen van wijnsteenzuur onder de microscoop

elkaars spiegelbeeld zijn. Toen vervolgens in 1874 de Nederlander Jacobus Henricus van 't Hoff voorstelde dat organische moleculen een driedimensionale vorm hebben, was de basis voor de stereochemie gelegd. Van 't Hoff wist een eigenschap in de macrowereld te verklaren op grond van de structuur van de moleculen in de microwereld. Hij introduceerde het asymmetrische koolstofatoom, een koolstofatoom omringd door vier verschillende atomen of atoomgroepen. Het getuigde van een bijzonder inzicht dat Van 't Hoff het fysische verschijnsel optische activiteit toeschreef aan de ruimtelijke vorm van de moleculen van optisch actieve stoffen.

## Nodig

- twee polaroidplaatjes van circa 10 cm x 10 cm; twee bekers van 50 mL (hoog)
- lichtbron die plat op tafel het licht naar

boven schijnt

- weegpapiertje of stukje melkglas
- statief met statiefring en mannetje, webcam
- D-fructose, ook wel genoemd levulose of vruchtensuiker.

## Voorbereiding

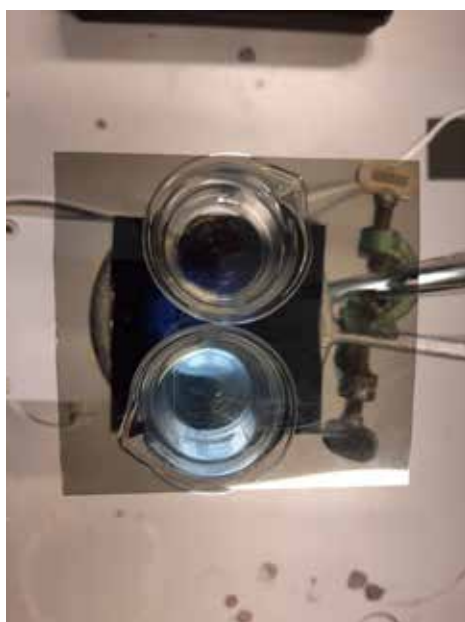
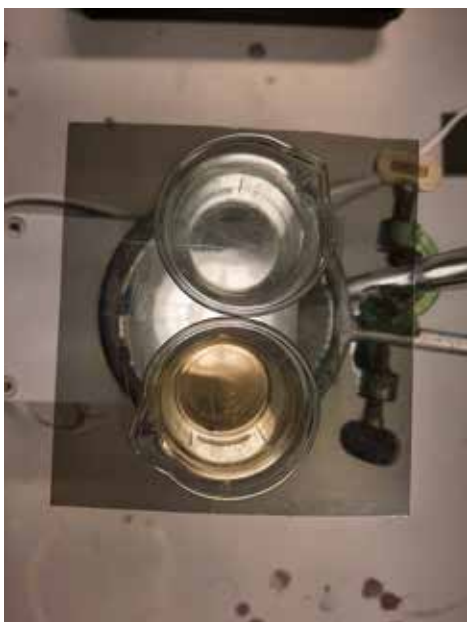
Maak een geconcentreerde oplossing van D-fructose in demiwater (minstens 50 g/100mL).

## Uitvoering

Laat zien dat twee polaroidplaatjes, die ten opzichte van elkaar gedraaid worden onder een hoek van 90°, het licht niet doorlaten. Vertel de leerlingen daarbij dat gepolariseerd licht simpel gezegd zich slechts in één vlak voortplant.

Plaats vervolgens de lichtbron plat op de tafel. Leg op de lichtbron een weegpapiertje, waardoor het licht wat diffuser wordt en plaats op een statiefring wat hoger boven de lichtbron een polaroidplaatje. Door de afstand wat te vergroten wordt de lichtbron zwak genoeg.

Zet op het polaroidplaatje twee hoge bekers. Schenk in het ene bekersglasje demiwater en in het andere de fructoseoplossing. Schakel de lamp aan en plaats het andere polaroidplaatje op de twee glaasjes. Vraag aan de leerlingen of ze verwachten dat er een verschil zichtbaar zal zijn. En zo ja, wat zou je dan kunnen zien? Schrijf de suggesties op en draai aan het bovenste polaroidplaatje tot het demiwater geen licht meer doorlaat. De fructoseoplossing laat nu nog wel licht door. Laat de leerlingen de waarnemingen benoemen. Vraag vervolgens wat ze verwachten dat er gebeurt als je het polaroidplaatje nog wat verder naar links of naar rechts draait. Vraag om een verklaring.



Je kunt leerlingen helpen door te vragen wat er met het vlak van het gepolariseerde licht gebeurt nadat het licht de suikeroplossing is gepasseerd.

Na de demonstratie kun je opmerken dat het verschil in draaiing niet zo groot is, terwijl de concentratie van de suiker erg hoog is. Des te opmerkelijker dat optische activiteit bij organische verbindingen al zo lang geleden (1848) ontdekt is.

Pasteur was een goede waarnemer en zag dat bij kristalletjes tartraat (zout van wijnsteenzuur) op de kurk van een wijnfles, twee vormen voorkomen die elkaars spiegelbeeld zijn. Met een pincet sorteerde hij ze en deed vervolgens verder onderzoek naar verschil in eigenschappen.

Of de onderzoeker, de Fransman Louis Pasteur, had al een idee dat gepolariseerd licht zoiets zou doen, of het was een toevallige ontdekking. Dat laatste gebeurt vaker, bijvoorbeeld de ontdekking van penicilline, of die van viagra. Een toevallige ontdekking noemt men wel serendipiteit.

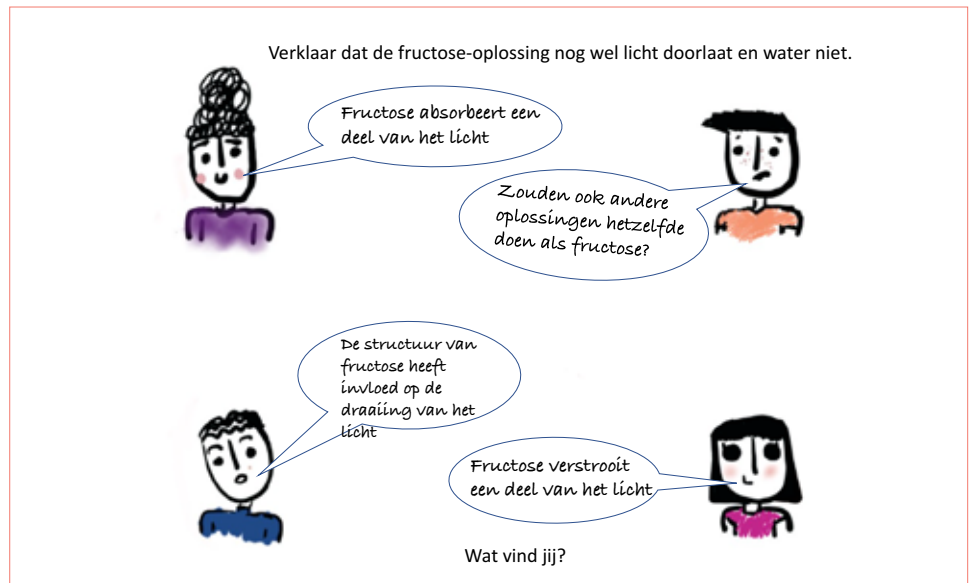
## Nog fijner is het als je merkt dat leerlingen iets meer van scheikunde begrijpen

### Milieu

Bewaar de fructoseoplossing in een bruine fles, bij voorkeur in de koelkast. Dan kun je de oplossing ieder jaar opnieuw gebruiken. Na enkele jaren kan een geconcentreerde suikeroplossing toch ondoorzichtig worden vanwege schimmelvorming. Filtreer dan de oplossing door watten in een gewone trechter en vang de suikeroplossing op in de, goed schoongemaakte, bruine fles.

### Het verschijnsel mutarotatie

In een polarimeter meet je de hoek waarover een optisch actieve stof het vlak van het gepolariseerde licht draait. Bij de gebruikte



Conceptcartoon die leerlingen kan helpen bij het zoeken naar een verklaring. Tekening: Saar de Gruijter.

D-fructoseoplossing verandert de rotatie langzaam nadat het eerst is opgelost in water. Dit verschijnsel heet mutarotatie. De verklaring is dat vanuit de ketenstructuur twee stereo-isomere vormen ontstaan, elk met een eigen specifieke rotatie.

### Tips

Markeer de polaroidplaatjes (bijvoorbeeld door een kras aan de zijkant), zodat bij terugdraaien de oorspronkelijke richting terug is te vinden.

Soms is het hinderlijk dat diverse kleuren het bepalen van de hoek minder goed mogelijk maken. Plaats dan eerst een gekleurde sheet op de lamp en volg de verdere procedure zoals in het voorschrift beschreven. Bij een polarimeter gaan we immers van monochromatisch licht uit. Het gebruik van hoge bekeerglazen is noodzakelijk, anders is de draaiingshoek wel erg gering. De proef kan ook worden uitgevoerd met een hoge, smalle maatcilinder.

De proef is getest door auteur Jannie Manders. Zij maakte ook de foto's. Ook Leontine de Graaf (Universiteit Twente) en Esther van der Heiden (Het Noordik Lyceum, Almelo) probeerden de proef uit en zij vonden dat in plaats van de twee polaroidplaatjes ook twee zonnebrillen kunnen worden gebruikt en als lichtbron een iPad of telefoon. De proef kan op die manier ook thuis worden uitgevoerd.

Zij vonden verder dat zelfs bij een concentratie van 5 g fructose in 100 mL water al een verschil in draaiing zichtbaar wordt.

Van beide uitvoeringen van deze proef zijn filmpjes gemaakt, zie de twee QR-codes. ●

### BRONNEN

- Dorn, H. C., Bell, H. & Birkett, T. (1984). A simple polarimeter and experiments utilizing an overhead projector. *J. Chem. Ed.*, 61(12), 1106-07.
- Maier, G.D., Kusiak, J.W., MartynBailey, J. The study of the mutarotation of d-glucose, d-fructose, and d-ribose by use of their circular dichroism. *Carbohydrate Research Volume 53, Issue 1, January 1977, Pages 1-11*
- Showdechemie deel 1. Dit deel is uitverkocht.
- In 2022 brengt de NVON-reeks een nieuw boek uit: Effectief demonstreren - Showdechemie.
- <https://nl.wikipedia.org/wiki/Mutarotatie>. Geraadpleegd op 2-11-2021.

