

# DIFFUSIE met HOEDJES EN LIJVEN

Diffusie is een belangrijk proces dat in veel biologische contexten een rol speelt. Leerlingen hebben vaak de misvatting dat diffusie het resultaat is van doelgerichte bewegingen van moleculen. Middels dit uitbeeldpracticum ervaren leerlingen dat diffusie het gevolg is van willekeurige bewegingen van moleculen, maar dat het resultaat van diffusie ogenschijnlijk een richting heeft (een mooi voorbeeld van emergentie). Tot slot laat het practicum zien dat wanneer het evenwicht bereikt is, de beweging van ionen/moleculen niet stopt. Dit uitbeeldpracticum is beschreven in Krajšek en Vilhar (2010)<sup>1</sup>, en werd verder ontwikkeld door Tim Nieuwenhuis (Gerrit van der Veen College, Amsterdam).

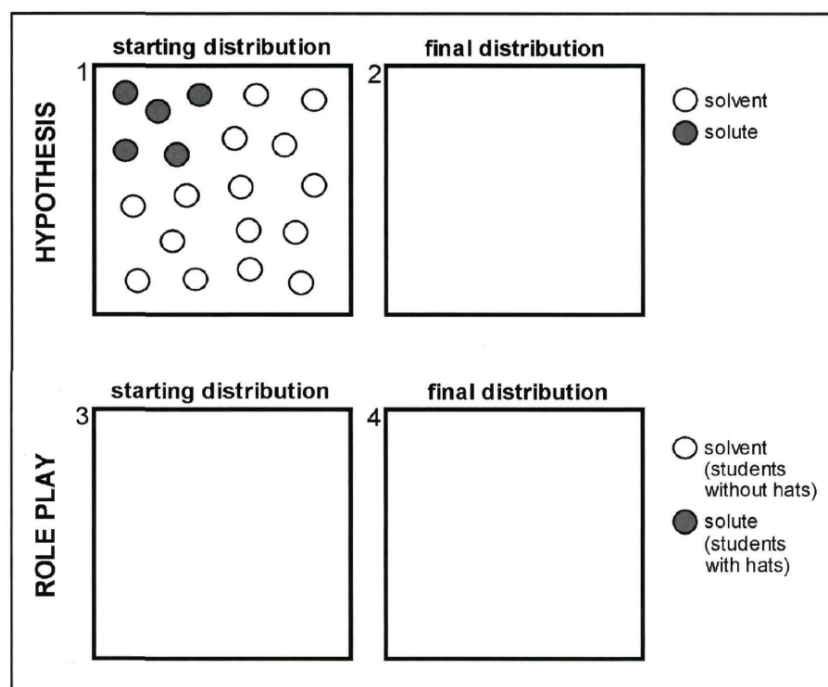
duur 10 minuten

doelgroep bovenbouw havo/vwo

doelen Leerlingen kunnen uitleggen wat diffusie is, en hoe dat (op moleculair niveau) verloopt.

nodig

- 10 tot 12 feesthoedjes
- een grote ruimte zonder tafels en stoelen
- een (online) metronoom die luid door de ruimte klinkt



<sup>1</sup> Krajšek, S.S. & Vilhar, B. (2010). Active teaching of diffusion through history of science, computer animation and role playing, *Journal of Biological Education*, 44(3), 116-122.

## voorbereiding

1. Zorg dat je iets hebt om een aantal leerlingen te laten opvallen of te markeren. Hier is gekozen voor feesthoedjes, maar dat kunnen natuurlijk net zo goed linten zijn die bij de gymles gebruikt worden. Tot slot zorg dat je genoeg ruimte hebt om de leerlingen rond te laten lopen.

## uitvoering

1. Bespreek met de leerlingen dat zij allen zelf een molecuul voorstellen, en straks gaan bewegen door de ruimte. Maak duidelijk dat moleculen kris kras door elkaar bewegen, en dat ieder molecuul in een rechte lijn beweegt totdat twee (of meer) moleculen op elkaar botsen en van richting veranderen (het botsen zelf laten we tijdens het uitbeelden achterwege, of alleen zachtjes).
2. Geef een deel van de leerlingen (ongeveer een derde) een hoedje.
3. Verzamel de groep met hoedjes in één hoek van de ruimte en laat de andere leerlingen zich verspreiden over de rest de ruimte.
4. Laat de leerlingen draaien om hun as (op hun plek) en laat ze op jouw teken stoppen. Zodoende zijn alle bewegingsrichtingen random.
5. Zet eventueel een metronoom aan ter indicatie van het looptempo. Tel af en laat de leerlingen lopen volgens de regels zoals bij punt 1 beschreven.
6. Op een gegeven moment zullen alle leerlingen met een hoedje min of meer verspreid zijn door de ruimte. Laat de leerlingen om zich heen kijken en het resultaat bekijken.

## (na)denkwerk

- Sta nog eens stil bij de beginsituatie: een hoge concentratie van leerlingen met hoedje in één hoek. Vergelijk de beginsituatie met de eindsituatie: hoe is nu de verdeling? Hoe is deze verdeling tot stand gekomen? Was deze verdeling een *doel* van het proces of *het resultaat* van het proces? Stopt de beweging van moleculen als er een evenwicht is bereikt? Benoem eventueel de termen statisch en dynamisch evenwicht.

## uitbreiden

- Je kan de simulatie ook zonder hoedjes doen. Start in een grote ruimte (de aula?). Verzamel alle leerlingen bij elkaar in één hoek en laat ze dan lopen. Je zal dan uiteindelijk een min of meer gelijke verdeling krijgen over de hele ruimte.
- Je kan het practicum uitbreiden door ook het effect van temperatuur op de beweging van de moleculen uit te beelden (metronoom gaat sneller tikken!).
- Tot slot kan je ook de verschillende factoren uit de wet van Fick betrekken door de simulatie in een andere (bijvoorbeeld langgerekte) ruimte uit te voeren, een (gedeeltelijke) tussenwand in de ruimte te plaatsen, of het concentratieverschil te variëren.