

Diffusie en osmose

Wanneer we suiker in water oplossen ontstaat er een oplossing. Hierbij is water het oplosmiddel en suiker de opgeloste stof. Naarmate er meer suiker wordt opgelost neemt de sterkte van de oplossing toe. De sterkte van een oplossing wordt *concentratie* genoemd. Als er veel suiker is opgelost dan heeft de oplossing een hoge concentratie aan opgeloste stof. Per volume oplossing is er dan minder water. Behalve over *deconcentratie van de opgeloste stof* spreekt men ook over de *waterconcentratie*. Hieronder wordt verstaan de concentratie van het oplosmiddel. Wanneer een suikeroplossing een sterkte heeft van 10%, dan is de waterconcentratie 90%. Dit betekent dat 100 gram van de oplossing 10 gram suiker bevat en 90 gram water. Het begrip waterconcentratie hebben we nodig om straks het begrip osmose duidelijk te kunnen maken.

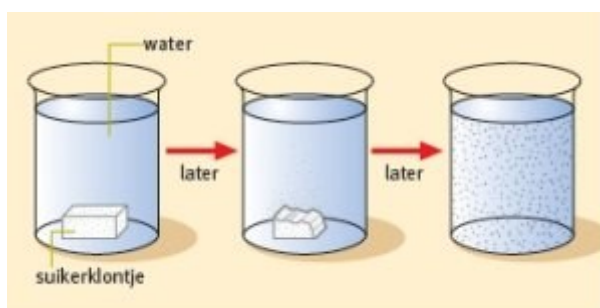
Wanneer een suikerklontje in water oplost, zien we vervolgens dat de suiker zich langzaam verspreidt door de gehele oplossing (afb. 14.5). Dit verschijnsel heet *diffusie*. De diffusie wordt veroorzaakt door bewegingen van de moleculen. Het komt er dus op neer dat moleculen zich verspreiden, hetgeen diffunderen wordt genoemd. Bij diffusie gaan de stoffen altijd vanuit een gebied met hoge concentratie (in dit geval in de buurt van het klontje) naar een plaats met een lagere concentratie (boven in de bak).

Wanneer de concentraties overal gelijk zijn houdt de diffusie op.

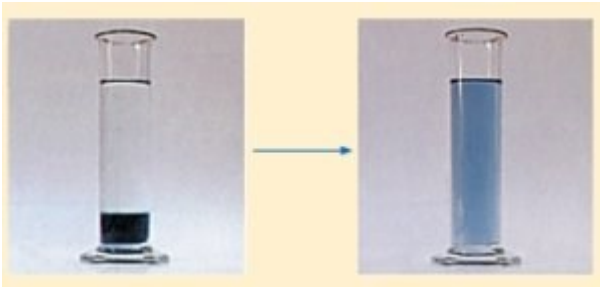
In afbeelding 14.6 zien we nog een voorbeeld van het verschijnsel diffusie. De twee vloeistoffen hebben zich ten slotte met elkaar vermengd. Nu kunnen we diffusie ook opvatten als het verschijnsel dat gassen en vloeistoffen (de mengbare vloeistoffen) zich spontaan vermengen.

Zoals gezegd wordt diffusie veroorzaakt door de beweging van de moleculen. Hoe groter de beweeglijkheid van de moleculen, des te sneller verloopt de diffusie. Dit is ook de reden dat diffusie bij gassen sneller verloopt dan bij vloeistoffen. Wanneer je de gaskraan in de keuken maar even opent zul je vrij snel overal in de keuken de gaslucht gewaarworden. Er heeft dus een snelle diffusie plaatsgevonden van het aardgas (methaan). Dit gas is op zich reukloos, maar men heeft er een geurstof aan toegevoegd met het oog op de veiligheid. De diffusiesnelheid neemt toe bij temperatuurverhoging, doordat de moleculen dan sneller bewegen.

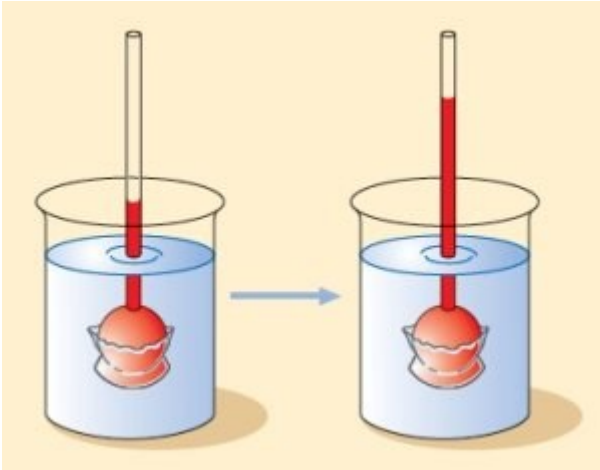
Diffusie kan ook optreden door een membraan (vlies) heen, als het membraan tenminste doorlatend (permeabel) is voor de betrokken stoffen. Zo vindt er in de longblaasjes (hoofdstuk 4) diffusie plaats van zuurstof vanuit de longblaasjes naar het bloed en tevens van het gas koolstofdioxide (CO_2) vanuit het bloed naar de longblaasjes. De diffusie kan hier zeer snel verlopen omdat het oppervlak erg groot is. De longblaasjes hebben samen gemiddeld een oppervlak van ongeveer 90 m^2 . Bovendien is de wand waar de gassen doorheen moeten zeer dun, namelijk minder dan $1/1000 \text{ mm}$.



Het oplossen van een suikerklontje, gevolgd door diffusie



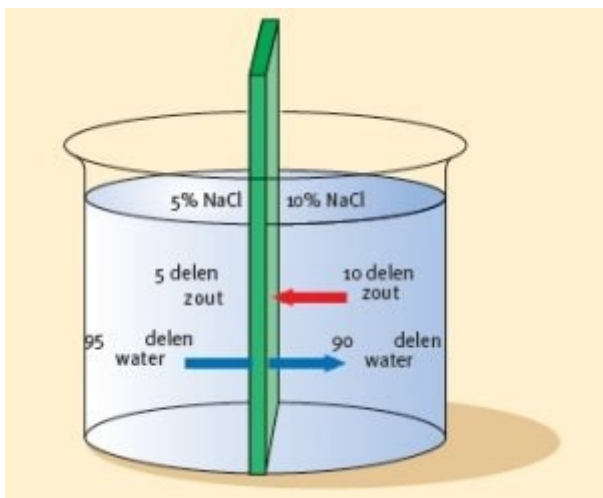
Diffusie: een cilinderglas wordt gevuld met een beetje inkt met daarboven een laag water. Na enige tijd hebben de inktmoleculen zich door het gehele cilinderglas verspreid



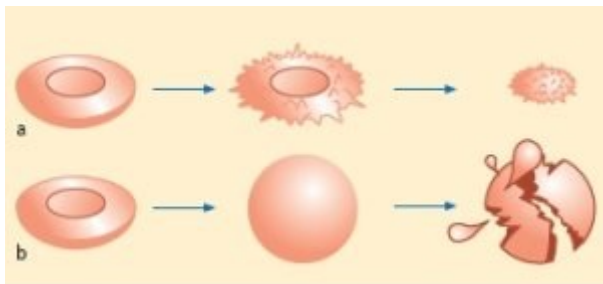
Osmose

Niet alle wanden zijn permeabel voor alle stoffen. We weten bijvoorbeeld dat een varkensblaas en perkament wanden zijn die alleen water (het oplosmiddel) doorlaten maar de opgeloste stoffen niet of nauwelijks. Wat er in zo'n situatie gebeurt, wordt gedemonstreerd in afbeelding 14.7. Een glazen trechter wordt afgesloten met een varkensblaas. In de trechter bevindt zich een suikeroplossing. De gevulde trechter wordt in het water gehangen. Na korte tijd zien we het vloeistofniveau in de dunne buis stijgen. Omdat de suikermoleculen zich niet kunnen verplaatsen naar het water (de varkensblaas is halfdoorlatend of semipermeabel), zal het water zich daarentegen wel snel verplaatsen naar de suikeroplossing toe. Dit verschijnsel heet *osmose* en kan simpelweg worden beschouwd als diffusie van water. Wanneer er sprake is van een semipermeabel membraan zal het water zich altijd verplaatsen naar dat gebied waar de waterconcentratie het laagst is. In afbeelding 14.7 is de waterconcentratie in de bak 100% (alles is water), terwijl in de trechter de waterconcentratie lager is. Stel dat de suikerconcentratie in de trechter 10% was, dan was de waterconcentratie daar 90%. Door het proces van waterdiffusie verplaatst het water zich in de richting van de trechter, zodat het water daarin zal gaan stijgen. Wanneer twee zoutoplossingen van elkaar gescheiden zijn door een halfdoorlatend membraan, zal het water zich dan ook gaan verplaatsen naar het gebied met de laagste waterconcentratie. Wanneer zich aan de ene kant een zoutconcentratie bevindt van bijvoorbeeld 5% NaCl en aan de andere kant een concentratie van 10% NaCl (afb. 14.8), dan zal zich water verplaatsen naar de rechterhelft van de bak, omdat daar de waterconcentratie lager is. Je zou ook kunnen zeggen dat het water zich in zo'n situatie altijd verplaatst in de richting van de hoogste zoutconcentratie. De oplossing met de hoogste zoutconcentratie heeft de hoogste *osmotische waarde*. In ons lichaam treden osmotische verschijnselen op omdat alle celmembranen semipermeabel zijn. We kunnen dit verschijnsel goed nagaan bij de rode bloedcellen in het bloedplasma. Wanneer de vloeistof rondom de rode bloedcellen, dus het bloedplasma, meer zouten bevat dan de cellen zelf, is de

waterconcentratie in het bloedplasma geringer dan in de cellen. Het water verplaatst zich dan vanuit de cellen naar het bloedplasma. De cellen krijgen dan de zogenaamde *doornappelvorm* (afb. 14.9) en zullen door het waterverlies geleidelijk uitdrogen. Wanneer het bloedplasma te weinig zout bevat (de waterconcentratie is dan te hoog), verplaatst het water zich vanuit het bloedplasma naar de cellen. De rode bloedcellen krijgen dan een opgeblazen vorm en zullen ten slotte barsten. Om te voorkomen dat voorgaande situaties zich voordoen met betrekking tot de rode bloedcellen is het noodzakelijk dat de zoutconcentratie (en daarmee de waterconcentratie) in het bloedplasma en in de bloedcellen aan elkaar gelijk zijn. Dit betekent dat de osmotische waarde van het bloedplasma gelijk moet zijn aan de osmotische waarde van de bloedcellen. Vandaar dat we zeggen: het bloedplasma moet *isotonisch* zijn (isos=gelijk; tonos=spanning). Wanneer we dan ook te veel of te weinig zout in ons bloedplasma hebben, zullen de nieren onmiddellijk ingrijpen om ervoor te zorgen dat het zoutgehalte vrijwel constant blijft (hoofdstuk 7). Het zoutgehalte van de urine zal dus sterk afhangen van de zoutopname via het voedsel.



Schema van het verschijnsel diffusie. Het water verplaatst zich naar het gebied met de laagste waterconcentratie



a Rode bloedcel in een hypertonisch milieu. De cel krijgt een doornappelvorm

b Rode bloedcel in een hypotonisch milieu. De cel klapt uit elkaar

De osmotische waarde van ons bloed blijkt overeen te komen met een oplossing van 0,9% NaCl. Wanneer een patiënt vocht moet worden toegediend via een infuus, moet dat een *isotone oplossing* zijn. Een oplossing van 0,9% NaCl wordt daarom een *fysiologische zoutoplossing* genoemd. Het zal duidelijk zijn dat een infuus met zuiver water op den duur levensbedreigend is.