

wetsus

WATER
CAMPUS
Leeuwarden



Module 1

Blue Energy

Stand van zaken technologie energie uit water en waterzuivering met passende experimenten voor het voortgezet onderwijs

Brechje van Rij
Cora Bouwland

Inhoud

Inhoud	2
Inleiding Iespakketten	3
Blue Energy	4
Inleiding	4
Experimenten.....	5
<i>Diffusieproef</i>	6
<i>Elektroforeseproef</i>	8
<i>Osmoseproef</i>	9
Leerlingwerkblad	11
Diffusie.....	11
Leerlingwerkblad	15
Elektroforese.....	15
Leerlingwerkblad	17
Osmose	17

Inleiding Iespakketten

De Club van Rome voorspelde in de jaren 60 al een tekort aan fossiele brandstoffen. Maar niet alleen het opraken van deze energiebron is een probleem, er zitten meer nadelen aan het gebruik van fossiele brandstoffen. Eén daarvan is het opwarmen van de aarde door het broeikaseffect, veroorzaakt door de vorming van CO₂, ook 'global warming' genoemd.

Global warming is een groot probleem. Maar als je eenmaal de luxe van een auto, elektriciteit in huis of schoon drinkwater gewend bent, dan wil je niet meer zonder. De oplossingen moeten daarom van de kant van de technologie komen. Maar zijn er oplossingen? Waar wordt momenteel aan gewerkt? En waarom zijn vakken als scheikunde, natuurkunde en biologie daarbij zo belangrijk? Allemaal vragen waar in dit Iespakket antwoord op wordt gegeven.

In vier losse modules worden vier aparte thema's behandeld. Het is mogelijk om alle thema's achter elkaar te behandelen maar u kunt ook kijken welk thema goed bij uw lessen past.

De inhoud van het dvd-Iespakket rust op drie pijlers:

1. De technologische ontwikkelingen in het onderzoek.
2. De toepassingen van watertechnologie in de praktijk.
3. Proeven die ook in de klas gedaan kunnen worden.

Doordat deze indeling zo praktijkgericht is, krijgen de leerlingen een goed idee wat ze met watertechnologie kunnen en kunnen worden. Het is mogelijk om de proeven in de les te gaan doen, of er een heel project omheen te maken, inclusief excursies. Maar het is ook al zeer de moeite waard om alleen de korte films van de dvd te bekijken.

De vier modules zijn, in principe, op zichzelf staande thema's maar ze kunnen ook heel goed aansluiten op bestaande onderwerpen binnen het scheikunde-, natuurkunde- of biologieonderwijs.

Het niveau van de vier modules is niet gelijk. Daarom wordt, in onderstaand schema, van elk thema aangegeven voor welk leerjaar het geschikt is.

dvd-thema	toepasbaar bij:	klas
Blue Energy	lessen over ionen, neerslagreacties, diffusie, osmose en turgor	4/5
	osmose en turgor, neerslagreacties	3
Scheiden bij de bron	duurzaamheid, (an)aërobe afbraak en pH	3
Schoon drinkwater	reactieschema's, transport, indicatoren, analytische chemie	2/3/4
Elektrospray	elektromagnetisme, wereld waterproblematiek en destillatie	3/4/5

De doelgroepen van de dvd-thema's.

De indeling per onderwerp is als volgt. Elke module bestaat uit een dvd-fragment van vier tot tien minuten, een stukje theorie (beschreven in de module) en twee tot drie leerlingwerkbladen met practica die geschikt zijn voor in de les als demo of als leerlingenproef. Deze fragmenten zijn natuurlijk ook gescheiden te gebruiken. Maar het is de moeite waard om in elk geval de dvd in zijn geheel te tonen.

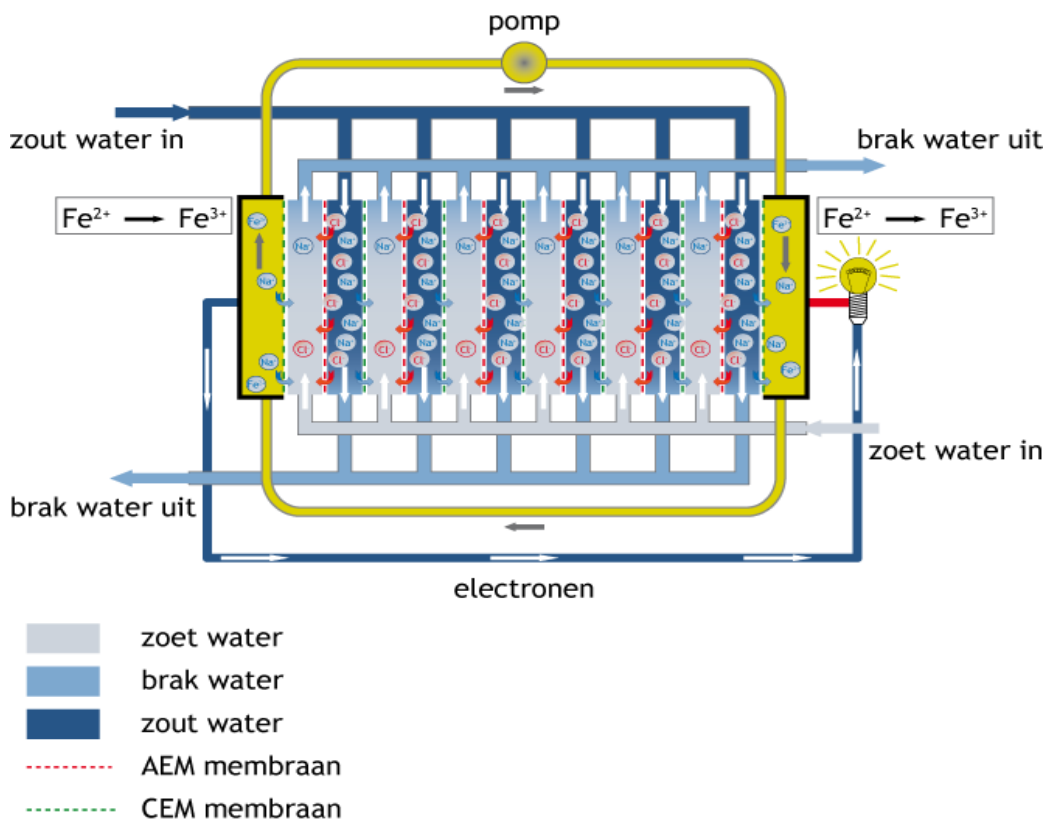
Blue Energy

Inleiding

Groene energie is energie die verkregen is met behulp van duurzame bronnen. Duurzame bronnen zijn bronnen die niet uitgeput raken en die voor zo min mogelijk vervuiling zorgen. Blue Energy is een vorm van groene energie maar heeft zijn naam te danken aan het feit dat het met behulp van water wordt gewonnen.

Blue Energy is een verzamelnaam van methodes om energie te winnen door het mengen van zout en zoet water. Eén van die methodes is RED, een afkorting voor de term **Reverse Electro Dialysis**. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een ionselectief membraan. Een ionselectief membraan is een dun vlies dat alleen bepaalde ionen doorlaat.

In figuur 1 staat een schematische tekening van de opstelling voor de winning van elektriciteit met behulp van de Blue Energy technologie.



Figuur 1. Blue Energy in werking

De opstelling bestaat uit twee delen:

1. de, door membranen gescheiden compartimenten, waar het water doorheen stroomt (blauw in figuur 1);
2. de elektroden waar de elektriciteit wordt opgewekt (geel).

Door de compartimenten stroomt zeewater en rivierwater die van elkaar gescheiden worden door membranen. Het zeewater en rivierwater kunnen nu niet mengen, want de membranen laten geen water door. De in het zeewater opgeloste ionen kunnen wel door de membranen diffunderen. De membranen hebben speciale eigenschappen, waardoor de natriumionen en de chloride-ionen in het zeewater allebei een andere kant op diffunderen.

In de tekening gaan de negatieve chloride-ionen naar links en de natriumionen naar rechts. Beide ionenstromen veroorzaken zo een (positieve) stroom naar rechts. Deze ionenstroom moet nog omgezet worden in een elektronenstroom, ofwel elektriciteit. Dit gebeurt aan de elektroden, door middel van redoxreacties, waarbij aan de ene elektrode (de anode, in de figuur links) een elektron vrijkomt ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$), dat vervolgens door een stroomdraad de andere elektrode (de kathode, in de figuur rechts) stroomt, waar het weer wordt gebruikt ($\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$).

Wereldwijd zou met deze technologie naar schatting 2.6 TW duurzame energie kunnen worden geproduceerd, ofwel 20% van de huidige wereldwijde energievraag van 12.5 TW ($12,5 \cdot 10^{12}$ W).

Dat verschil in ionconcentratie energie kan leveren, kan eenvoudig aangetoond worden met een osmose proef. Een selectief membraan laat wel water maar geen ionen door, waardoor er een waterverplaatsing plaatsvindt. Osmotische druk is de drijvende kracht van dit proces en door middel van diffusie verplaatsen de watermoleculen zich door het membraan. Het water gaat stromen en kan iets verplaatsen. Er wordt arbeid geleverd en hiervoor is energie nodig.

De RED-technologie kan wereldwijd worden toegepast in deltagebieden waar zoet rivierwater in zout zeewater stroomt, maar ook op locaties waar (zeer) zoute industriële stromen worden geloosd in (of gemengd met) water dat minder zout is. Ook voor landen aan zee is de potentie enorm groot. In de Nederlandse deltagebieden (Zeeuwse/Zuid-Hollandse Delta-Noordzee; IJsselmeer-Waddenzee) kan potentieel circa 3.000 MW (ofwel 25% van de totale vraag naar elektrische energie in Nederland) worden opgewekt met deze technologie.

Wetsus is begonnen als een noordelijk initiatief en is daarom vooral eerst gericht op een grote toepassing op of nabij de Afsluitdijk. De ambitie is een 200 MW energiecentrale op basis van RED. Deze standpunten worden ook duidelijk gemaakt in de dvd.

Experimenten

De volgende drie proeven hebben betrekking op Blue Energy en kunnen in de klas gedaan kunnen worden.

1. Diffusieproef (diffusie van ionen)
2. Elektroforeseproef
3. Osmoseproef

Er is gekozen voor deze drie experimenten omdat ze alle drie met ionentransport te maken hebben. In de **diffusieproef** wordt op eenvoudige wijze zichtbaar dat ionen zich inderdaad door een vloeistof bewegen en dat het grote effecten kan hebben.

Het tweede experiment, **de elektroforeseproef**, laat zien dat ionen ladingspecifiek reageren. Ook dit is van belang bij Blue Energy omdat er met ioneselectieve membranen wordt gewerkt.

De **osmoseproef** laat zien dat osmose werkelijk een kracht is die arbeid kan verrichten. Van deze kracht wordt gebruik gemaakt bij het opwekken van Blue Energy.

Diffusieproef

Doel van de proef:

Na het uitvoeren van de proef weten de leerlingen:

- wat diffusie is
- dat de diffusiesnelheid afhankelijk is van de deeltjesgrootte
- dat niet alle combinaties van ionen een neerslag geven

Deze proef is algemeen bekend. In een petrischaal met een laagje water worden twee korreltjes goed oplosbaar zout gebracht, die samen een slecht oplosbaar zout kunnen vormen. Daar waar de zouten elkaar tegenkomen, ontstaat (gekleurde) neerslag. U kunt zelf een voorbeeld geven van bijvoorbeeld ammoniumthiocyanaat en een ijzer(III)-zout (geeft rode neerslag) en de leerlingen daarna zelf laten experimenteren.

Zij moeten met behulp van zelf gekozen zouten (die een neerslagreactie geven) een onderzoek doen naar diffusiesnelheid. Loodjodide, loodsulfide, koperhydroxide of kopersulfide geven gekleurde neerslagen. Zij kunnen bijvoorbeeld onderzoeken of de straal van het positieve/negatieve ion invloed heeft op de diffusiesnelheid. Andere mogelijkheden zijn de massa van het positieve/negatieve ion, de temperatuur, de concentratie etc. De leerlingen kunnen zelf een variabele bedenken, maar vraag ze, als het mogelijk is, slechts één grootte te variëren. Heel leuk wordt het als ze een digitale foto van hun resultaat maken en die in hun verslag zetten.



Figuur 2. Kleurige neerslag van zouten bij de diffusieproef. Van links naar rechts loodjodide, loodsulfide, kopersulfide en koperhydroxide.

Uitleg aan de leerlingen.

Zonder diep op de theorie in te gaan, kan het volgende aan de leerlingen uitgelegd worden. Opgeloste ionen verplaatsen zich door middel van diffusie. Oplossen gebeurt ook met behulp van diffusie én van hydratatie. Als je twee goed oplosbare zouten in een petrischaal brengt, bereiken de ionen elkaar na een tijdje. Als twee ionen een slecht oplosbaar zout vormen, slaan ze neer. De tijd dat ionen nodig hebben om elkaar te vinden, is van verschillende parameters afhankelijk. Aan de hand van jullie onderzoek gaan jullie bepalen welke parameters (temperatuur, iongrootte, lading etc.) van belang zijn.

De leerling gaat een onderzoeksvraag stellen met betrekking tot diffusie. Basis is daarbij een petrischaal met een laagje water waarin twee zouten in oplossing worden gebracht aan weerskanten in de petrischaal.

Vragen voor de leerling kunnen zijn:

- Wat wil ik gaan onderzoeken (bijvoorbeeld: invloed temperatuur, lading, kleur, iongrootte)
- Welke ionen ga ik gebruiken?
- Welke andere materialen heb ik nodig?
- Wat zijn mijn waarnemingen?
- Wat is mijn conclusie?
- Als ik de proef nog eens zou doen, wat zou ik dan anders doen?
- Bepaal, als de neerslag is ontstaan, welk ion het snelst was. Is hiervoor een logische verklaring te bedenken? Denk ook aan onnauwkeurigheden (misschien heb je wel meer mol van het ene zout gebruikt en was de concentratie wel hoger en ging het daarom sneller). Het is ook mogelijk om te berekenen met hoeveel km/uur de diffusie heeft plaats gevonden.

Tips!

Geschikte zouten zijn bijvoorbeeld: loodjodide, loodsulfide, koperhydroxide of kopersulfide. Het is ook mogelijk om de zouten in oplossing aan te bieden. De hydratatie tijd vervalt dan.

Omdat de leerlingen veel vrijheid hebben om verschillende dingen te testen, is het mogelijk om ze hun resultaten aan elkaar te laten presenteren.

Het is ook mogelijk om kruisgewijs vier zouten toe te voegen in plaats van twee. Dan gaat het meer om de schoonheid van het resultaat dan om de wetenschappelijke onderbouwing. Hoewel je ook in die situatie je af kunt vragen, welke invloed de ionen op elkaar hebben.

Elektroforeseproef

Elektroforese is een scheidingsmethode die geladen deeltjes onder invloed van een elektrisch veld laat bewegen in een gel. Bij batterijen, die via een redoxreactie energie leveren, bewegen ook geladen deeltjes. Dit is niet zichtbaar omdat het binnenin de batterij gebeurt.

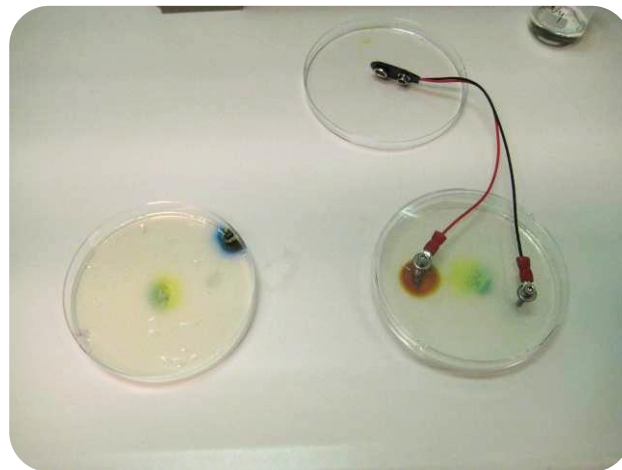
De elektroforeseproef maakt dit ladingstransport zichtbaar door gebruik te maken van gekleurde ionen, bijvoorbeeld kopersulfaat en kaliumchromaat. Het blauwe koperion van kopersulfaat beweegt naar de kathode (negatieve pool) en het gele chromaation van kaliumchromaat naar de anode (positieve pool).

De leerlingen moeten bij deze proef nadenken over:

- Welk deeltje beweegt naar de positieve pool en welk deeltje naar de negatieve pool?
- Welke pool is positief en welke pool is negatief?
- Heeft de grootte van het deeltje invloed op de snelheid van bewegen naar de pool?
- Heeft de aangebrachte spanning invloed op de snelheid van de deeltjes?
- Gebeurt er met het deeltje nog iets als het deeltje de elektrode heeft bereikt?

Ook is deze proef een aanleiding om te bespreken wanneer de kathode en de anode positief of negatief zijn. Bij de productie van elektriciteit met behulp van de RED-methode zoals beschreven in de inleiding, is het anders dan bij de elektroforeseproef.

Hierbij is de anode negatief en de kathode positief omdat er geen spanning op de elektrodes is aangebracht.



Figuur 3. Hier heeft de spanning kort op gestaan. Er is een reactie op getreden met het ijzer van de elektrode.

Osmoseproef

Doel van de proef:

Na het uitvoeren van de proef weten de leerlingen:

- Wat osmose is
- Dat met osmose arbeid verricht kan worden

De meeste planten kunnen niet lang leven zonder celspanning. Ook voor dierlijke organismen is celspanning van levensbelang. Om celspanning in stand te houden, vindt het verschijnsel osmose plaats.



Osmose is het proces dat zich afspeelt via een semi-permeabele wand, waarbij, via deze wand, een oplosmiddel(water) zich verplaatst naar de andere zijde van de wand, waar de concentratie opgeloste stoffen hoger is. Een semi-permeabele wand laat wel het oplosmiddel door maar niet de opgeloste stof (moleculen of ionen). Er wordt gestreefd naar een spanningsevenwicht aan beide zijden van de wand. Dit evenwicht was vóór de osmose niet aanwezig, door verschil in osmotische waarde van de oplossingen aan weerszijden van de semi-permeabele wand. Het proces stopt als aan beide zijden van de wand de concentratie opgeloste stof gelijk is.

Osmose speelt ook een belangrijke rol bij Blue Energy. Hier wordt gebruik gemaakt van een ion-selectief membraan dat, in plaats van het oplosmiddel, ionen doorlaat.

Met de osmoseproef wordt bewezen, dat osmose ook een potentiële energiebron kan zijn.

Figuur 4. Osmose-opstelling met trechter



Figuur 5. Foto's van de waterverplaatsing als gevolg van osmose. Als kleurstof is universeel indicator toegevoegd. Links startsituatie en rechts na verloop van tijd.

In figuur op de rechter foto is zichtbaar dat bijna al het water naar de zoutkant is getrokken. Dit heeft te maken met de kwaliteit van het membraan. Sommige membranen kunnen meer druk aan dan andere.

De leerlingen moeten bij deze proef nadenken over:

- Op welke manier zorgt osmose voor energie?
- Hoeveel arbeid kan er verricht worden met je osmoseopstelling?
- Hoe maken planten gebruik van osmose?

Leerlingwerkblad

Diffusie

Diffusie is het verschijnsel dat moleculen (als gas of opgelost) zich spontaan verplaatsen van de plek met de hoogste concentratie van deze moleculen naar een plek met een lagere concentratie. Spontaan betekent hier dat je niets doet om dit proces te starten of te versnellen (zoals roeren)

Doel: Het doel van dit experiment is om het verschijnsel diffusie te begrijpen

Voer, ter illustratie, het volgende proefje uit:

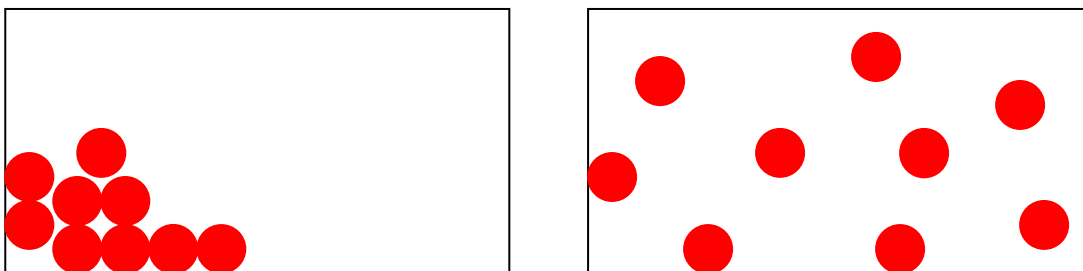
- Breng in een bekersglas van 100 ml, 50 ml water.
- Breng in het water, met behulp van een spatel, een korreltje kaliumpermanganaat.

Opdracht: Beschrijf wat je ziet.

Wat je, in het hier boven beschreven proefje, hebt gezien, heet **diffusie**.

Diffusie: opgeloste moleculen verplaatsen zich van de plek met de hoogste concentratie naar de plek met de laagste concentratie totdat de concentratie overal hetzelfde is (figuur 1).

Je kunt het ook zien als je een suikerklontje in een glas met water doet en je roert niet. Je ziet de suikermoleculen in 'slierten' naar boven bewegen.



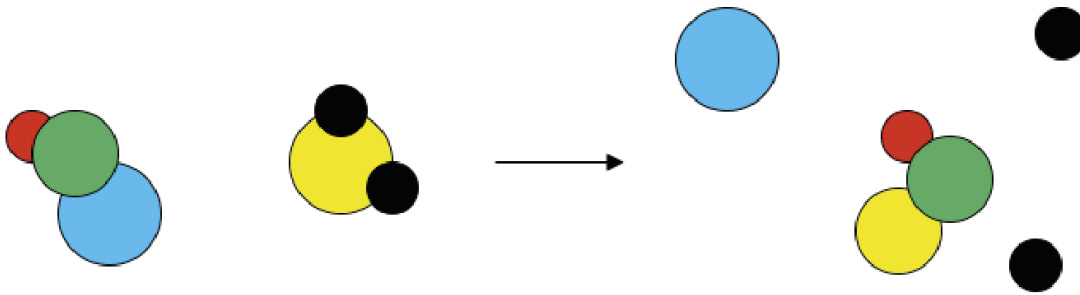
Figuur 1. Diffusie: opgeloste deeltjes bewegen van de plaats met de hoogste concentratie naar plaats met laagste concentratie.

In het **Blue Energy** apparaat vindt ook diffusie plaats: de zoutdeeltjes bewegen van de plaats waar de concentratie hoog is (zout water) naar de plaats waar de concentratie lager of zelfs nul is (zoet water). Hoe snel de diffusie gaat, is onder andere afhankelijk van...

Dat gaan jullie zelf onderzoeken.

Bij dit experiment laat je twee stoffen met elkaar reageren. Er vindt een **chemische reactie** plaats.

Chemische reactie: als een chemische reactie optreedt, verdwijnt de stof en ontstaan er nieuwe stoffen. De oorspronkelijke atomen van de moleculen hergroeperen zich tot nieuwe stoffen.



Figuur 2. Schematische voorstelling van een chemische reactie. De gekleurde bollen stellen atomen voor.

Maar... voordat die stoffen met elkaar kunnen reageren, moeten ze eerst bij elkaar zien te komen en we helpen ze bij dit experiment niet. Dat betekent: we roeren of schudden niet. De deeltjes ontmoeten elkaar nadat het proces **diffusie** heeft plaatsgevonden.

Voordat je begint, moet je eerst de volgende vragen beantwoorden:

1. Welke stoffen ga je gebruiken? Begin met één combinatie. Je kunt kiezen uit de volgende combinaties:

nummer	zout A	zout B	reactieproduct
1	natriumcarbonaat	ijzerchloride	ijzercarbonaat
2	natriumsulfide	loodnitraat	loodsulfide
3	natriumsulfaat	bariumchloride	bariumsulfaat
4	natriumhydroxide	koperchloride	koperhydroxide

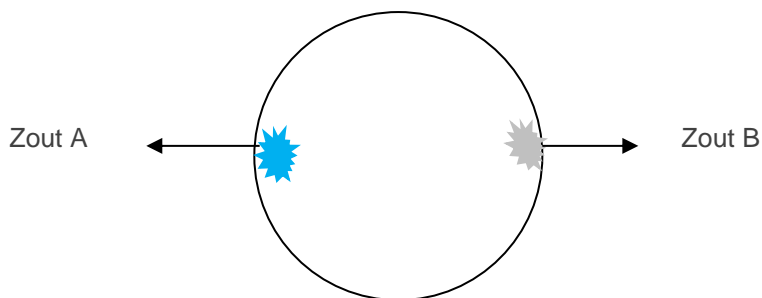
2. Welke andere materialen heb je nodig? Lees hiervoor eerst de uitvoering door en maak een lijstje.

Uitvoering

Let op !!!

Als je gewerkt hebt met lood-, barium- of koperzouten, leeg je de petrischaal in het afvalvat voor zware metalen. Deze stoffen zijn giftig en moeten **niet door de gootsteen** gespoeld worden.

- Breng met een spuitfles een beetje water in een petrischaal.
- Zet de petrischaal op een zwarte ondergrond (dan zie je het reactieproduct beter).
- Voeg een **spatelpuntje** van de, door jou gekozen, zouten toe aan het water in de petrischaal. Aan één kant van de schaal het ene zout en aan de andere kant het andere zout (zie figuur 3). Schrijf op aan welke kant je welk zout aanbrengt.



Figuur 3. Petrischaal met aan weerszijden de spatelpuntjes zout.

- Meet de tijd die het kost totdat de nieuwe stof ontstaat.
- Bepaal, als de stof is ontstaan, welk deeltje het snelst was.

Resultaten:

Schrijf je gegevens en resultaten in onderstaande tabel.

stoffencombinatie	tijd tot ontstaan van nieuwe stof (s)

Probeer nu een antwoord te vinden op de volgende vragen:

1. Je kunt zien dat de stoffen niet precies in het midden met elkaar reageren. Hieruit kun je afleiden, welke stof zich het snelst door het water kan verplaatsen. Is voor het verschil in snelheid van de diverse deeltjes een logische verklaring te bedenken?

Tip: gebruik de volgende tabel:

deeltje	massa (gram)
carbonaat	48
ijzer	56
sulfide	32
lood	207
sulfaat	96
barium	137
hydroxide	17
koper	64

2. Met welke snelheid (km/uur) heeft de diffusie plaatsgevonden?
Vul je gevonden waarden in de volgende tabel in.

stoffencombinatie	snelheid km/uur

3. Zoek de atoomsymbolen op van de atomen waaruit de stoffen bestaan die jij hebt gebruikt.

atoom	atoomsymbool

4. Je ziet dat bij de reacties dat er twee stoffen opgelost worden en dat er na reactie maar één stof ontstaat. Waar zijn de deeltjes, die niet gereageerd hebben, gebleven?
5. Teken schematisch, zoals in figuur 2, van één van de reacties die je hebt uitgevoerd, de reactievergelijking. Geef ook aan welk bolletje welk atoom voorstelt.

Leerlingwerkblad

Elektroforese

Bij deze proef gaan we een elektroforese laten plaatsvinden waarbij je kunt zien dat de ionen zich verplaatsen. Een mengsel van positieve en negatieve ionen wordt op een speciale agar in een petrischaal aangebracht. Vervolgens wordt een spanning aangebracht over de gel en de zoutionen zullen zich gaan verplaatsen. Door gebruik te maken van blauw kopersulfaat en geel kaliumchromaat wordt het ladingstransport zichtbaar omdat het ene ion zich naar de kathode en het andere zich naar de anode beweegt.

Benodigheden

- een voedingskastje
- een ampèremeter
- een voltmeter
- stroomdraadjes
- krokodillenklemmen
- elektroden of spijkers
- brander
- driepoot en gaasje
- bekersglas (250 ml)
- roervlo
- agar agar
- kaliumnitraat
- 0,1 M kopersulfaat
- 0,1 M kaliumchromaat
- geconcentreerde ammonia
- petrischaal

Let op!

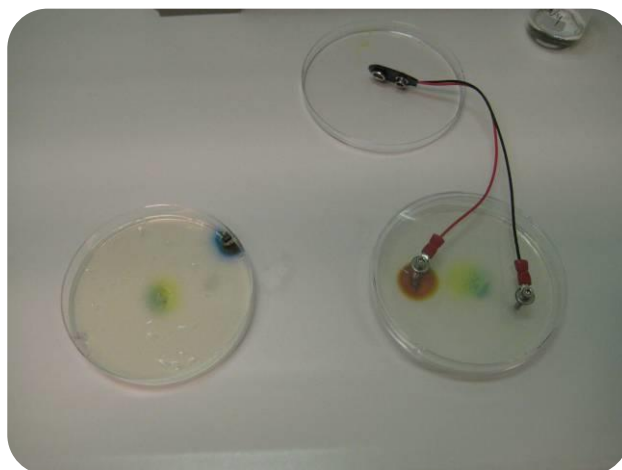
Zorg dat kaliumchromaat en ammonia niet in contact met de huid komen.

Vorbereiding

- Los 1 g agar agar en 1 g kaliumnitraat op in 90 ml water.
- Laat de vloeistof koken totdat de oplossing helder is.
- Laat de vloeistof afkoelen tot ongeveer 60 °C.
- Voeg in de zuurkast 10 ml geconcentreerde ammonia toe.
- Giet het mengsel uit over de petrischaal en plaats de elektrodes (zie figuur 1).
- Laat het mengsel afkoelen.
- Maak een mengsel van koper(II)sulfaat, ammonia en kaliumchromaat.

Uitvoering

- Bouw een stroomkring met een ampèremeter en voltmeter als onderdeel.
- Breng, met behulp van een pasteurpipet, in het midden van de agarplaat het groene mengsel aan.
- Zet een spanning over de elektroden (ompolen kan, maar geeft niet per definitie een mooi resultaat).



Figuur 1. Hier heeft de spanning maar korte tijd opgestaan. Er is ook een reactie opgetreden met het ijzer van de elektrode.

Probeer nu de volgende vragen te beantwoorden:

1. Welk ion gaat naar de kathode en welke naar de anode? (*let op: dit is elektrolyse*)
2. Gaan de ionen sneller bij meer spanning?
3. Welke eigenschappen van het ion en van de proefopstelling bepalen nog meer de snelheid van de verplaatsing?
4. Zullen andere zouten op dezelfde manier reageren?

Leerlingwerkblad

Osmose

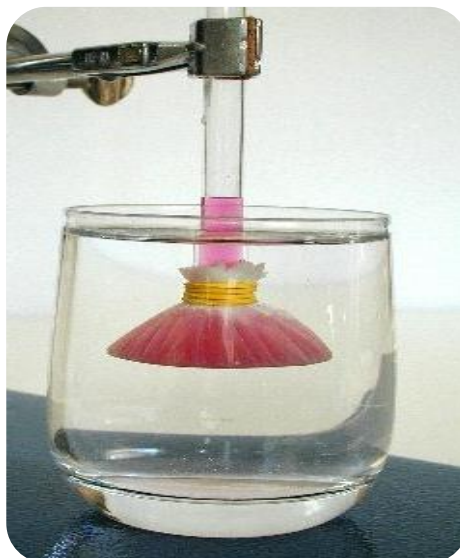
De meeste planten kunnen niet lang leven zonder cel spanning. Ook voor dierlijke organismen is celspanning van levensbelang. Om cel spanning in stand te houden, vindt het verschijnsel osmose plaats.

Osmose is het proces dat zich afspeelt via een semi-permeabele wand waarbij, via deze wand, een oplosmiddel (water) zich verplaatst naar de andere zijde van de wand, waar de concentratie opgeloste stoffen hoger is. Een semi-permeabele wand laat wel het oplosmiddel door maar niet de opgeloste stof (moleculen of ionen).

Er wordt gestreefd naar een spanningsevenwicht aan beide zijden van de wand. Dit evenwicht was vóór de osmose niet aanwezig, door verschil in osmotische waarde van de oplossingen aan weerszijden van de semi-permeabele wand. Het proces stopt als aan beide zijden van de wand de concentratie opgeloste stof gelijk is. Osmose speelt een belangrijke rol bij **Blue Energy**. De hier beschreven osmoseproef laat zien, dat osmose ook een potentiële energiebron kan zijn.

Benodigheden

- een trechter
- een membraan
- katoendraad of elastiek
- een verzadigde zoutoplossing met eventueel een kleurstof (universeel indicator)
- water



Figuur 1. Opstelling voor de osmoseproef.

Uitvoering

- Bouw de opstelling zoals afgebeeld in figuur 4.
- Zorg dat het membraan niet kan lekken en giet, via de uitstroomopening, de zoutoplossing in de trechter.
- Plaats de trechter, met het membraan naar beneden, in een bekeerglas, gevuld met water. Zorg dat de vloeistofniveaus in de trechter en het bekeerglas gelijk zijn.

Probeer nu de volgende vragen te beantwoorden.

1. Hoe maken planten gebruik van osmose?
2. Je zou een blanco proef moeten uitvoeren om te bewijzen dat osmose een proces is dat optreedt door verschil in concentratie. Bedenk een blanco proef, beschrijf de proef en voer hem uit.
3. Is het verschil in concentratie van invloed op de snelheid van het proces?