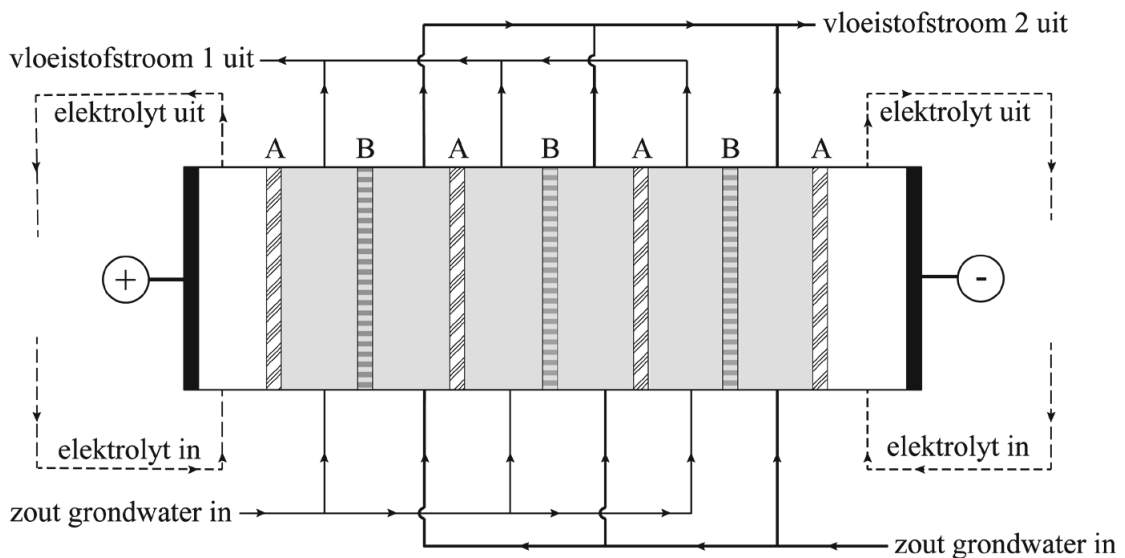


Zonlicht maakt zout water zoet

Voor het verbouwen van gewassen zoals rijst is veel water nodig. Grondwater bevat vaak te veel opgeloste zouten om het water voor gewasteelt te kunnen gebruiken. Deze zouten moeten worden verwijderd. Hierna wordt het water 'zoet water' genoemd. Destillatie van grote hoeveelheden grondwater kost veel energie en is duur. Een mogelijk alternatief is elektrolyse. Bij elektrolyse stroomt zout grondwater door een opstelling met membranen waarover een spanning is aangelegd (figuur 1). De benodigde elektrische energie wordt met behulp van zonlicht opgewekt.

figuur 1



In figuur 1 is weergegeven hoe zout grondwater van onderaf een opstelling met zes compartimenten binnestroomt. Na inschakelen van de spanningsbron kunnen de ionen die in het zoute water aanwezig zijn zich door een membraan verplaatsen. Membraan A laat uitsluitend positieve ionen door en membraan B uitsluitend negatieve ionen. Doordat de membranen A en B afwisselend zijn geplaatst, vindt in sommige compartimenten een verwijdering van ionen plaats en in andere compartimenten een toename van de concentratie van ionen. Er stromen dus twee vloeistoffen uit de opstelling: zoet water en zeer zout water.

- 2p 21 Geef op de uitwerkbijlage aan welke van de getekende ionen zich door een membraan verplaatsen na het inschakelen van de spanningsbron. Geef ook telkens de richting van deze verplaatsing aan met een pijl.
- 1p 22 Geef aan welke vloeistofstroom bestaat uit zoet water en welke vloeistofstroom uit zeer zout water.
Noteer je antwoord als volgt:
vloeistofstroom 1: ...
vloeistofstroom 2: ...

Aan de negatieve elektrode ontstaat waterstof volgens halfreactie 1. Als deze waterstof wordt opgeslagen, kan die gebruikt worden voor een brandstofcel die 's nachts de opstelling van energie voorziet. De waterstof wordt gevormd volgens onderstaande halfreactie:



Langs beide elektroden wordt een elektrolyt-oplossing geleid. Hiervoor wordt een oplossing van natriumsulfaat (Na_2SO_4) gebruikt.

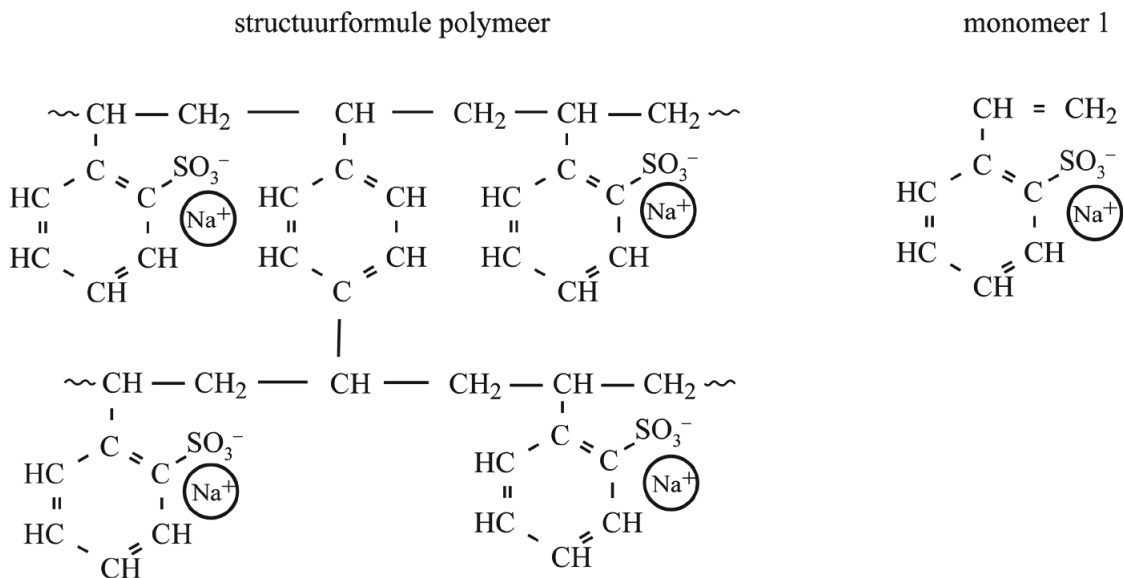
- 2p **23** Leg uit of de elektrolyt-oplossing aan de negatieve elektrode (na enige tijd) ververst moet worden.

In de opstelling van figuur 1 wordt voorkómen dat chloride-ionen in de elektrolyt-oplossing aan de positieve elektrode komen. Dit voorkomt het optreden van een ongewenste halfreactie van Cl^- aan deze elektrode. Volgens het GHS-systeem zou dan gevarensin H330 van toepassing zijn.

- 2p **24** Geef de vergelijking voor deze halfreactie **en** geef aan op welke stof H330 van toepassing is. Gebruik Binas-tabellen 48 en 97E of ScienceData-tabellen 9.1F en 38.3.
Noteer je antwoord als volgt:
vergelijking halfreactie: ...
H330 is van toepassing op de stof: ...

In figuur 2 is de structuurformule weergegeven van een additiepolymeer waaruit een van de twee soorten membranen uit de opstelling is gemaakt. Dit additiepolymeer is gevormd uit twee soorten monomeren. Een van de monomeren is ook apart in figuur 2 weergegeven. Het andere monomeer zorgt voor crosslinks tussen de ketens van het polymeer.

figuur 2



- 3p 25 Geef de structuurformule van het andere monomeer, dat zorgt voor crosslinks tussen de ketens van het polymeer.
- 2p 26 Leg uit of het membraan dat is gemaakt van dit polymeer (dat is weergegeven in figuur 2) alleen positieve ionen of juist alleen negatieve ionen doorlaat.

Een belangrijk voordeel van elektrodialyse is het lage energieverbruik. Met 2,3 kWh aan energie kan 1,0 m³ zout grondwater worden gezuiverd. De benodigde energie kan bovendien met zonlicht worden opgewekt. Bij het destilleren van zout grondwater ligt het energieverbruik veel hoger, doordat veel energie nodig is om water te laten verdampen.

Met behulp van onderstaande gegevens kan worden berekend dat met 2,3 kWh aan energie via destillatie veel minder dan 1,0 m³ zout grondwater gezuiverd kan worden.

Gegevens:

- 1,0 kWh komt overeen met $3,6 \cdot 10^6$ J.
- De verdampingsenergie van zout grondwater is $2,26 \cdot 10^6$ J per kg.
- De dichtheid van zout grondwater is $1,02 \cdot 10^3$ kg m⁻³.

- 4p 27 Bereken met behulp van deze gegevens het volume zout grondwater in m³ dat met 2,3 kWh aan energie gezuiverd kan worden via destillatie. Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.