

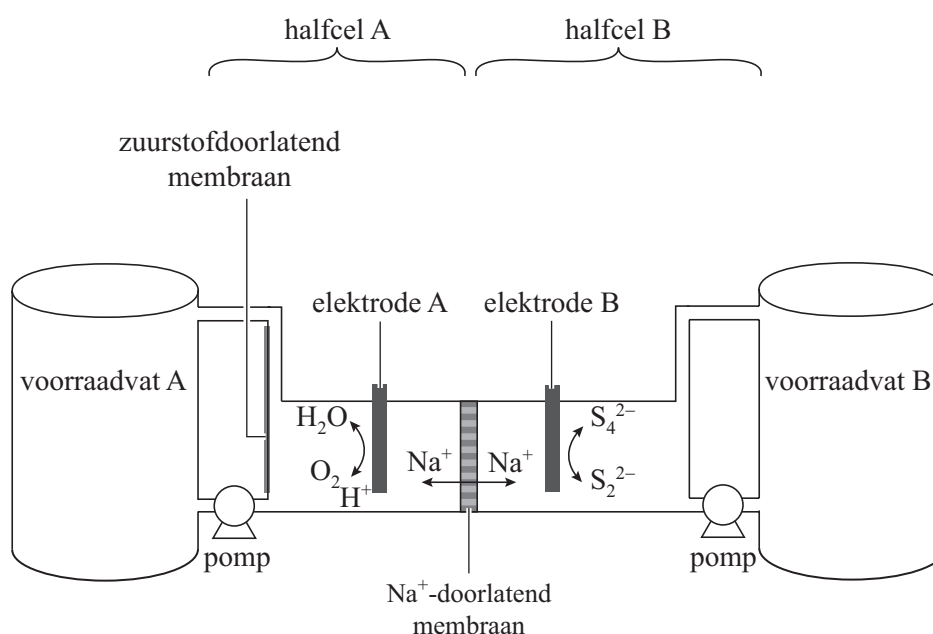
Ademende flowbatterij

Steeds meer elektrische energie wordt duurzaam opgewekt, bijvoorbeeld met behulp van zonnecellen. Hierdoor stijgt de vraag naar betaalbare opslag van energie. Een Amerikaans onderzoeksteam onder leiding van professor Chiang heeft daarom een 'flowbatterij' ontwikkeld op basis van goedkope stoffen zoals natriumpolysulfide (Na_2S_4).

- 2p 29 Geef het aantal protonen en elektronen in het S_4^{2-} -ion.
Noteer je antwoord als volgt:
aantal protonen: ...
aantal elektronen: ...

In figuur 1 is de flowbatterij schematisch weergegeven.

figuur 1

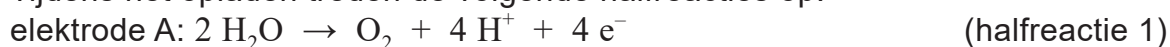


De twee halfcellen A en B zijn ieder verbonden met een voorraadvat en zijn van elkaar gescheiden door een membraan dat Na^+ -ionen doorlaat. Tijdens het gebruik van de flowbatterij worden de oplossingen uit de voorraadvaten langs de elektroden gepompt (de 'flow'). De elektroden reageren zelf niet mee. Wanneer de batterij nog niet is opgeladen, bevatten halfcel A en het daarop aangesloten voorraadvat A een oplossing van natriumsulfaat en zwavelzuur. Halfcel B en het daarop aangesloten voorraadvat B bevatten in niet opgeladen toestand een natriumpolysulfide-oplossing.

Om nevenreacties te voorkomen, wordt de pH in halfcel B verhoogd. Hiervoor is 3,0 M natriumhydroxide-oplossing gebruikt.

- 2p 30 Bereken de pH van de gebruikte natriumhydroxide-oplossing ($T = 298 \text{ K}$).

Tijdens het opladen treden de volgende halfreacties op:



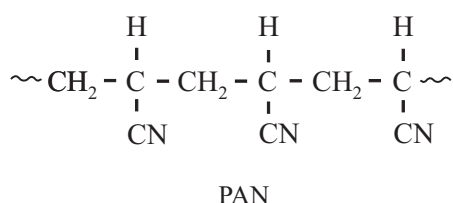
- 1p 31 Geef de vergelijking van de totale reactie die optreedt tijdens het opladen van de flowbatterij.
- 2p 32 Leg uit of de pH van de oplossing bij elektrode A door het opladen hoger of lager wordt.

Chiang stelt dat deze batterij als het ware zuurstof in- en uitademt.

- 2p 33 Leg uit of de batterij tijdens het leveren van energie zuurstof inademt of juist uitademt. Doe dit aan de hand van een gegeven uit de halfreacties.

Een van de halfcellen van de flowbatterij bevat een membraan waardoor zuurstof kan passeren. Dit membraan bestaat onder andere uit een poreuze koolstoflaag die is gemaakt door het polymeer PAN te verkolen. In figuur 2 is de structuurformule van een gedeelte uit het midden van een PAN-molecuul weergegeven. De bindingsstreepjes tussen het C-atoom en het N-atoom zijn niet weergegeven.

figuur 2



- 3p 34 Geef de structuurformule van het monomeer waaruit PAN is gevormd. Zorg dat ook de ontbrekende bindingsstreepjes tussen het C-atoom en het N-atoom zijn weergegeven.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.