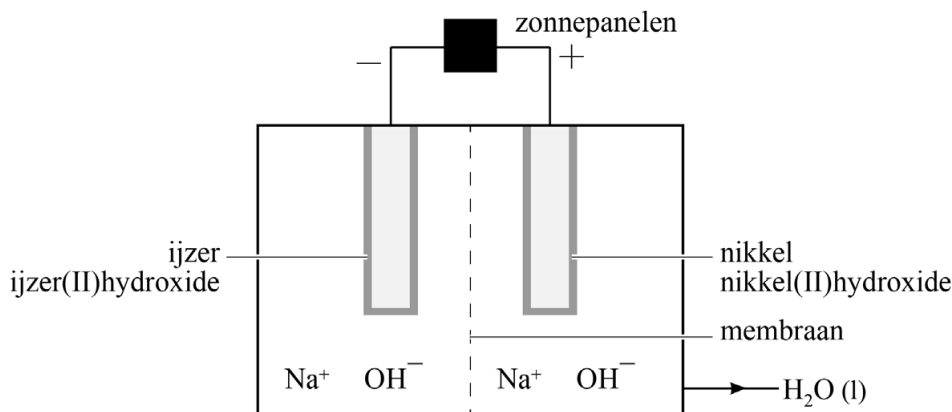


Battolyser

Onderzoekers van de TU Delft hebben de battolyser ontwikkeld. De battolyser ontleent zijn naam aan twee functies: het is een oplaadbare batterij die kan worden gebruikt voor energieopslag en voor de elektrolyse van water. De vrijgekomen waterstof kan worden gebruikt als brandstof of als grondstof voor de productie van andere (brand)stoffen. In figuur 1 is de battolyser schematisch weergegeven voorafgaand aan het opladen.

figuur 1



Als de batterij wordt opgeladen, wordt aan de linker elektrode ijzer(II)hydroxide omgezet tot onder andere ijzer.

Aan de rechter elektrode wordt nikkel(II)hydroxide omgezet tot onder andere de vaste stof nikkel(III)oxidehydroxide, $\text{NiO}(\text{OH})$.

De elektrolyt-oplossing is natronloog. Tijdens de elektrolyse bewegen alleen hydroxide-ionen door het membraan.

- 3p 6 Geef de vergelijkingen van de halfreacties die verlopen tijdens het opladen en geef de totaalvergelijking.
- 2p 7 Leg uit in welke richting de hydroxide-ionen het membraan passeren tijdens het opladen.

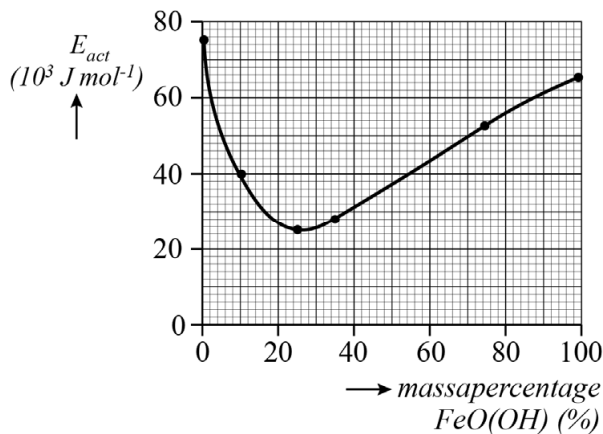
In een volledig opgeladen prototype van de battolyser werd 1,4 kg water gedurende 18 maanden geëlektrolyseerd.

Per molecuul water dat wordt omgezet, worden twee elektronen getransporteerd. Neem aan dat tijdens dit proces alle toegevoerde lading is gebruikt voor de elektrolyse van water.

- 3p 8 Bereken de lading in coulomb die in die periode gemiddeld per seconde is getransporteerd.
- Gebruik onder andere de volgende gegevens:
- Een mol elektronen heeft een lading van $9,65 \cdot 10^4 \text{ C}$.
 - Een maand heeft gemiddeld 30 dagen.

De reactiesnelheid van deze elektrolyse van water bleek vooral te worden bepaald door de halfreactie die aan de rechter elektrode verloopt. Het bleek dat de reactiesnelheid veranderde als in het NiO(OH)-laagje op de rechter elektrode ook FeO(OH) aanwezig was. In het onderzoek is de activeringsenergie van de reactie bepaald, afhankelijk van het massapercentage FeO(OH) in het laagje. In figuur 2 zijn de resultaten te zien van enkele experimenten.

figuur 2



- 2p 9 Leg uit bij welke waarde van het massapercentage FeO(OH) de reactiesnelheid het hoogst is.

Er zijn momenteel auto's verkrijgbaar die waterstof gebruiken als energiebron. Een van deze auto's heeft een tank met daarin maximaal 6,33 kg waterstof onder hoge druk. Onderzocht wordt of het mogelijk is om de risico's van het gebruik van waterstof te verminderen door de waterstof eerst om te zetten tot methaanzuur. Methaanzuur is een vloeistof die eenvoudig kan worden getankt en vervoerd. In een auto wordt het methaanzuur dan in een reactor omgezet tot waterstof volgens reactie 1.



De ontstane waterstof wordt vervolgens in een brandstofcel geleid om elektrische energie op te wekken.

Reactie 1 heeft een rendement van 90,0%. De dichtheid van methaanzuur is $1,22 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

- 5p 10 Bereken het volume in liter methaanzuur dat nodig is om 6,33 kg waterstof te produceren.
Geef je antwoord in het juiste aantal significante cijfers.