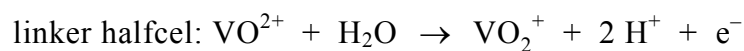
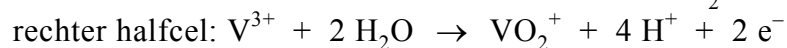


Fotonenboer

22 maximumscore 4

- in de vergelijking van de linker halfcel VO^{2+} en H_2O links van de pijl en VO_2^+ rechts van de pijl 1
- in de vergelijking van de linker halfcel $\text{H}^+/\text{H}_3\text{O}^+$ rechts van de pijl en H balans juist 1
- in de vergelijking van de rechter halfcel V^{3+} links van de pijl en V^{2+} rechts van de pijl 1
- in beide vergelijkingen elektronen aan de juiste kant van de pijl en ladingsbalans juist 1

Indien het volgende antwoord is gegeven: 2

*Opmerking*

Wanneer vergelijkingen zijn gegeven, die gelden voor de stroomlevering, hiervoor maximaal 3 scorepunten toekennen.

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

23 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Tijdens het opladen verandert de totale lading van de positieve ionen in de linker halfcel van 2+ naar 3+. In de rechter halfcel verandert de lading van 3+ naar 2+. Omdat beide oplossingen neutraal moeten blijven, moeten positieve ionen van de linker naar de rechter halfcel worden getransporteerd. Omdat alleen H^+ ionen het membraan kunnen passeren, zullen deze van links naar rechts bewegen.

- notie dat elektroneutraliteit moet gelden 1
- consequente conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: 'In de linker halfcel ontstaan H^+ ionen, dus de H^+ ionen bewegen van links naar rechts.' 1

Opmerkingen

- *Wanneer een antwoord is gegeven als: 'Tijdens het opladen bewegen de elektronen van links naar rechts, dus de H^+ ionen bewegen van links naar rechts.', dit goed rekenen.*
- *Wanneer een onjuist antwoord op vraag 23 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 22, dit niet aanrekenen.*

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

24 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{\left(\frac{100 \times 3,6 \cdot 10^6 \times \frac{10^2}{67}}{1,35 \cdot 10^5} \times 1 \right)}{1,7} \times 10^{-3} = 2,3 (\text{m}^3)$$

- berekening van de hoeveelheid chemische energie in de VRFB: 100 (kWh) vermenigvuldigen met $3,6 \cdot 10^6$ (J kWh⁻¹) en met 10²(%) en delen door 67(%) 1
- omrekening van de chemische energie naar het aantal mol vanadiumionen: de hoeveelheid chemische energie delen door $1,35 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) en vermenigvuldigen met 1 (eventueel impliciet) 1
- berekening van het totale volume vloeistof: het aantal mol vanadiumionen delen door 1,7 (mol L⁻¹) en vermenigvuldigen met 10⁻³ (m³ L⁻¹) 1

Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 24 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 22, dit niet aanrekenen.

25 maximumscore 3



of



- links van de pijl uitsluitend VO₂⁺ en H₂O 1
- rechts van de pijl uitsluitend V₂O₅·3H₂O en H₃O⁺/H⁺ 1
- bij juiste formules voor en na de pijl juiste coëfficiënten 1

26 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Bij een hogere concentratie vanadiumionen zijn er per seconde meer (effectieve) botsingen (op het oppervlak van de elektroden). Hierdoor worden (per seconde) meer elektronen opgenomen/afgestaan (waardoor de maximale stroomsterkte toeneemt).

- notie dat het aantal (effectieve) botsingen per seconde toeneemt (als de concentratie vanadiumionen toeneemt) 1
- notie dat (per seconde) meer elektronen worden opgenomen/afgestaan (waardoor de maximale stroomsterkte toeneemt) 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

27 maximumscore 2

Opmerking

De rij ‘de tanks vergroten’ niet beoordelen.

| Aanpassing VRFB | veroorzaakt een toename van de | |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| | opslag-capaciteit (J) | stroomsterkte ($C s^{-1}$) |
| de concentratie vanadiumionen verhogen | X | X |
| meerdere elektrochemische cellen aansluiten op dezelfde tanks | | X |
| de tanks vergroten | | |
| membranen gebruiken die de ionenstroom beter doorlaten | | X |
| poreuze elektrodes gebruiken voor een groter contactoppervlak | | X |

indien drie rijen juist ingevuld

2

indien twee rijen juist ingevuld

1

in alle andere gevallen

0

Opmerking

Wanneer in de tabel bijvoorbeeld mintekens zijn opgenomen in plaats van lege plekken, dit niet aanrekenen.

Toelichting op het vervallen van de rij ‘de tanks vergroten’:

Het is mogelijk dat een kandidaat de aanpassing ‘de tanks vergroten’ verkeerd interpreteert. Wanneer de interpretatie is ‘alleen het volume van de tanks neemt toe, maar niet het volume van de vloeistof’, zou de kandidaat onnodig een scorepunt missen.