

Oefenopgaven brandstofcel

[Uitleg brandstofcel](#)



Opgave 1

Enas maakt een brandstofcel met methaan als brandstof en kaliloog als elektrolyt. Ze gebruikt een membraan en elektroden van platina. De reactieproducten zijn water en koolstofdioxide.

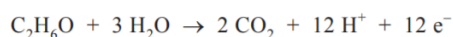
- Geef de vergelijking van de halfreactie die plaatsvindt aan de positieve elektrode.
- Geef de vergelijking van de halfreactie die plaatsvindt aan de negatieve elektrode.
- Het membraan laat negatieve ionen door. Leg uit welke ionen door het membraan gaan en of de ionen van de kant waar methanol reageert naar de kant waar zuurstof reageert gaan of andersom.

Opgave 2

Rijden onder invloed van alcohol (ethanol) is gevaarlijk en verboden. Daarom voert de politie controles uit en meet daarbij het alcoholgehalte in de adem van de bestuurder. Als een bestuurder een overtreding heeft begaan, kan een rechter oordelen dat een 'alcoholslot' in de auto van deze bestuurder moet worden aangebracht. Een alcoholslot is een startonderbreker in de auto. Voor het weggrijpen moet de bestuurder in het pijpje van het alcoholslot blazen. Wanneer de bestuurder te veel alcohol heeft genuttigd, start de auto niet.



Het alcoholslot bevat een soort brandstofcel. Als de uitgeademde lucht alcohol bevat, reageert de alcohol als reductor aan de 'actieve' elektrode van de cel. De vergelijking van deze halfreactie is:



Aan de andere elektrode reageert zuurstof als oxidator in zuur milieu.

- 3p 28 Geef de vergelijking van de halfreactie van de oxidator **en** de vergelijking van de totale reactie in deze brandstofcel. Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 48.

De stroom die door de brandstofcel loopt is een maat voor het alcoholgehalte in de uitgeademde lucht. Het alcoholgehalte in lucht en het alcoholgehalte in vocht zijn met een vaste omrekeningsfactor aan elkaar gerelateerd. Een gehalte van 0,44 mg per L lucht komt overeen met 1,0 g per L lichaamsvocht. Als het alcoholgehalte in het lichaamsvocht van de bestuurder hoger is dan 0,02 massaprocent, start de auto niet.

Bij een bepaalde bestuurder passeren $50 \cdot 10^{-6}$ mol elektronen per L uitgeademde lucht de actieve elektrode.

- 2p 29 Bereken het aantal gram alcohol in 1,0 L uitgeademde lucht, wanneer het alcoholpercentage in lichaamsvocht 0,02 massaprocent is. Neem aan dat de dichtheid van het lichaamsvocht 1,1 kg per L is.
- 2p 30 Laat met een berekening zien of de auto zal starten. Ga ervan uit dat er geen elektronenstroom is als de adem geen alcohol bevat.

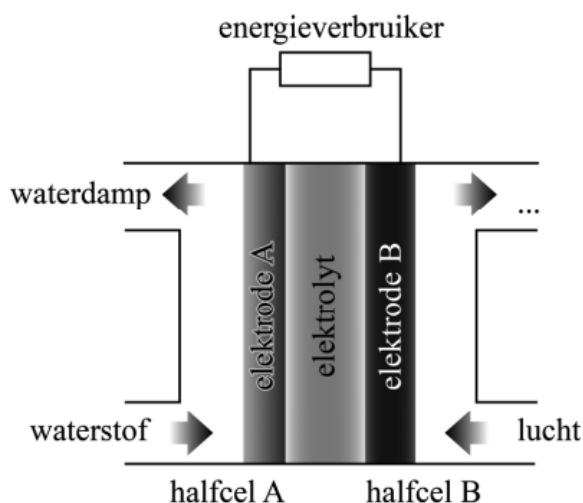
Opgave 3

Een fabrikant heeft een elektrische auto ontwikkeld die rijdt op een oplossing van ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). Deze auto maakt in een 'reformer' waterstofgas uit de ethanoloplossing. Vervolgens produceert een zogenoemde 'solid oxide-brandstofcel' (SOFC) elektrische stroom uit waterstofgas. De elektrische energie wordt opgeslagen in een batterij en kan worden gebruikt voor het aandrijven van de motor.

Hieronder is de SOFC schematisch weergegeven. De gevormde waterstof reageert bij elektrode A van de SOFC. Bij elektrode B reageert zuurstof uit de lucht. Hierbij treden de volgende halfreacties op:

elektrode A: $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$

elektrode B: $\text{O}_2 + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{O}^{2-}$



In de figuur ontbreken de stoffen die halfcel B verlaten.

a Geef de naam van een van deze stoffen. Neem aan dat O_2 volledig reageert.

b Geef met behulp van de vergelijkingen van bovenstaande halfreacties de vergelijking van de totale reactie.

Antwoorden

Opgave 1

a. De oxidator reageert aan de positieve elektrode: $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$.

b. $\text{CH}_4 + 8 \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + 8 \text{e}^-$

c. OH^- ionen gaan door het membraan. De OH^- ionen ontstaan aan de kant waar zuurstof reageert en gaan door het membraan naar de kant waar methanol reageert. Aan de kant waar zuurstof reageert ontstaat in de oplossing namelijk een overschot aan negatieve lading, er komt meer OH^- bij terwijl de hoeveelheid K^+ gelijk blijft.

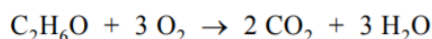
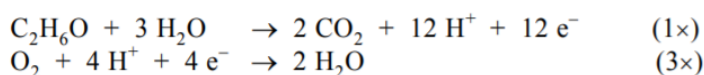
Opgave 2

[Uitlegfilmpje:](#)



28 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn genoteerd:



29 maximumscore 2

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst $1 \cdot 10^{-4}$ (gram).

- berekening van het aantal gram alcohol per L lichaamsvocht: $0,02$ (%) delen door 100 (%) en vermenigvuldigen met $1,1$ (kg L^{-1}) en met 10^3 (g kg^{-1}) 1
- berekening van het aantal gram alcohol per L lucht: het aantal gram alcohol per L lichaamsvocht (eventueel impliciet) delen door $1,0$ (g L^{-1}) en vermenigvuldigen met $0,44$ (mg L^{-1}) en met 10^{-3} (g mg^{-1}) 1

30 maximumscore 2

Een juiste berekening leidt tot de conclusie dat $(50 \cdot 10^{-6} : 12 \times 46,1)$ groter is dan $1 \cdot 10^{-4}$ en de auto (dus) niet start.

- berekening van het aantal g alcohol per L uitgeademde lucht: $50 \cdot 10^{-6}$ (mol) delen door 12 en vermenigvuldigen met $46,1$ (g mol^{-1}) 1
- vergelijken met de uitkomst van vraag 29 en conclusie 1

Opgave 3

- a. stikstof (of argon of koolstofdioxide)
b.

