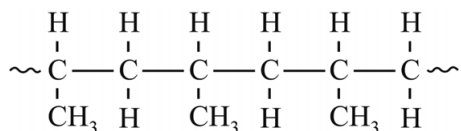


Waterstofbromide-flowbatterij

26 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



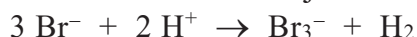
- keten van zes C-atomen met enkelvoudige bindingen ertussen 1
- de methylgroepen aan de keten juist weergegeven 1
- H-atomen juist weergegeven en de uiteinden weergegeven met ~ in een structuurformule die voldoet aan de covalentieregels 1

Indien het volgende antwoord is gegeven: 1

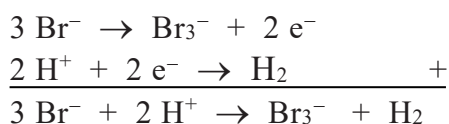


27 maximumscore 2

Voorbeelden van een juiste vergelijking zijn:



of



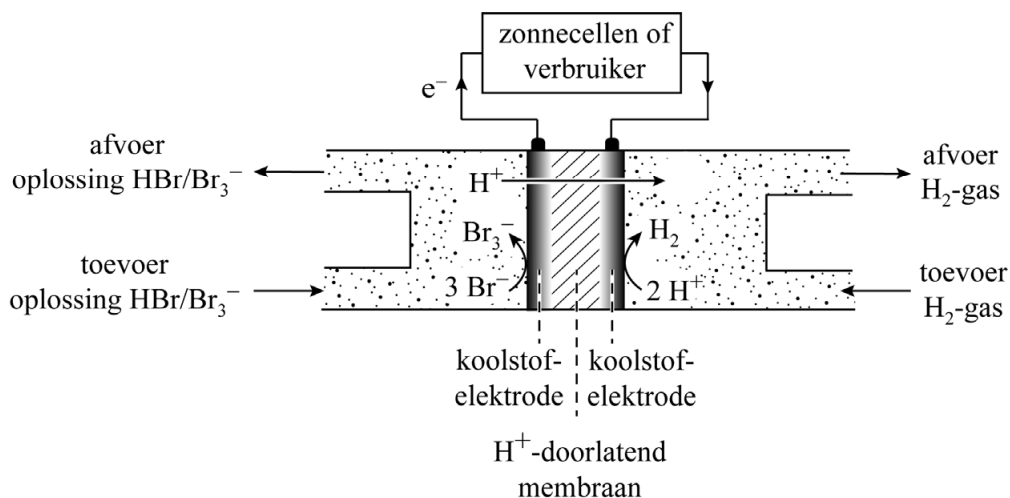
Voorbeelden van een juiste uitleg zijn:

- Per drie omgezette Br^- -ionen worden twee H^+ -ionen omgezet. Er blijft dus één H^+ -ion over per drie Br^- -ionen.
- De waterstofbromide-oplossing bevat evenveel H^+ -ionen als Br^- -ionen. H^+ blijft over omdat er meer Br^- -ionen worden omgezet.
- In de waterstofbromide-oplossing komen H^+ -ionen en Br^- -ionen voor in de verhouding 1 : 1. Volgens de vergelijking van de totale reactie reageren H^+ -ionen en Br^- -ionen in de verhouding 2 : 3. (Dus blijven H^+ -ionen uit de waterstofbromide-oplossing over.)
- Er ontstaat Br_3^- . Er ontstaan geen andere ionen, dus er moet per ontstaan Br_3^- -ion ook nog 1 H^+ -ion overblijven.

- de twee halfreacties in de juiste verhouding bij elkaar opgeteld en gelijke deeltjes voor en na de pijl tegen elkaar weggestreept 1
- juiste uitleg 1

28 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- e^- juist aangegeven 1
- de richting van de H^+ -ionenstroom consequent met de richting van e^- 1

of

- H^+ juist aangegeven 1
- de richting van de elektronenstroom consequent met de richting van H^+ 1

29 maximumscore 2

formule calciumcarbonaat: $CaCO_3$

Voorbeelden van een juiste uitleg zijn:

- Het carbonaat-ion / calciumcarbonaat is een base die reageert met de zure waterstofbromide-oplossing.
- Calciumcarbonaat neutraliseert de zure waterstofbromide-oplossing.

- formule calciumcarbonaat juist 1
- juiste uitleg waaruit blijkt dat (calcium)carbonaat een base is / (calcium)carbonaat de zure oplossing neutraliseert 1

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

30 maximumscore 4

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

Het volume aan H_2 in de voorraadvaten is $4 \times 50 = 2,00 \cdot 10^2 \text{ (m}^3\text{)}$.

Dit komt overeen met $2,00 \cdot 10^2 \times 0,732 = 1,46 \cdot 10^2 \text{ (kg)}$.

De massa H_2 die wordt omgezet is

$$1,46 \cdot 10^2 \times \frac{89}{10^2} = 1,30 \cdot 10^2 \text{ (kg)}.$$

De chemische hoeveelheid waterstof is

$$\frac{1,30 \cdot 10^2 \times 10^3}{2,02} = 6,45 \cdot 10^4 \text{ (mol waterstof)}.$$

De vrijgekomen energie is $6,45 \cdot 10^4 \times 2,4 \cdot 10^5 = 1,55 \cdot 10^{10} \text{ (J)}$.

Dat komt overeen met $\frac{1,55 \cdot 10^{10}}{3,6 \cdot 10^6} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ (kWh)}$.

of

Het volume aan H_2 in de voorraadvaten is $4 \times 50 = 2,00 \cdot 10^2 \text{ (m}^3\text{)}$.

Dit komt overeen met: $2,00 \cdot 10^2 \times 0,732 = 1,46 \cdot 10^2 \text{ (kg)}$.

De massa H_2 die wordt omgezet is

$$1,46 \cdot 10^2 \times \frac{89}{10^2} = 1,30 \cdot 10^2 \text{ (kg)}.$$

Per mol waterstof komt vrij: $\frac{2,4 \cdot 10^5}{3,6 \cdot 10^6} = 6,67 \cdot 10^{-2} \text{ (kWh)}$.

De maximale hoeveelheid elektrische energie is dus:

$$\frac{1,30 \cdot 10^2 \times 6,67 \cdot 10^{-2}}{2,02 \times 10^{-3}} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ (kWh)}$$

- | | |
|---|---|
| • berekening van de massa H_2 in vier voorraadvaten | 1 |
| • juiste verwerking van het omzettingspercentage | 1 |
| • juiste verwerking van de molaire massa | 1 |
| • omrekening naar de vrijgekomen energie in kWh | 1 |