

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

## Waterstof-brandstofcel

### 5 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{1 \times 10^3}{2,016} \times (-)2,42 \cdot 10^5 \times 10^{-6} = (-)120 \text{ MJ kg}^{-1}$$

en

$$\frac{1}{5,3 \cdot 10^{-5}} \times (-)2,42 \cdot 10^5 \times 10^{-6} = (-)4,6 \cdot 10^3 \text{ MJ m}^{-3}$$

- berekening van het aantal mol H<sub>2</sub> per kg H<sub>2</sub>: 1 (kg) vermenigvuldigen met 10<sup>3</sup> (g kg<sup>-1</sup>) en delen door de molaire massa van H<sub>2</sub> (via Binas-tabel 99: 2,016 g mol<sup>-1</sup>) 1
- berekening van het aantal mol H<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>: 1 (m<sup>3</sup>) delen door het molair volume 1
- gebruik van de juiste vormingswarmte van water (via Binas-tabel 57A: (-)2,42 · 10<sup>5</sup> J mol<sup>-1</sup>) en de rest van de berekening van beide waarden 1

*Opmerking*

*De significantie in deze berekening niet beoordelen.*

### 6 maximumscore 2

Een juiste berekening leidt tot een rendement van 29%.

$$\frac{(10^2 - 35)}{10^2} \times \frac{45}{10^2} \times 10^2 = 29\%$$

- juiste verwerking van het rendement van de elektrolyse 1
- rest van de berekening juist 1

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

**7 maximumscore 3**

Een juiste berekening leidt tot  $n = 6,40$ .

$$\frac{1100 - 460,14}{100,02} = 6,40$$

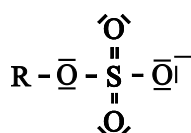
of

door  $n$  op te lossen uit

$$(7 + 2n) \times 12,01 + (13 + 4n) \times 19,00 + 129,07 = 1100$$

- berekening van de molaire massa van een eenheid  $C_7F_{13}O_6SH$  (via Binas-tabel 99:  $460,14 \text{ g mol}^{-1}$ ) 1
- berekening van de massa van de aanwezige  $C_2F_4$  eenheden per mol sulfonzuurgroepen: de molaire massa van een eenheid  $C_7F_{13}O_5SH$  aftrekken van 1100 ( $\text{g mol}^{-1}$ ) 1
- berekening van  $n$ : de massa van de aanwezige  $C_2F_4$  eenheden per mol sulfonzuurgroepen delen door de molaire massa van een eenheid  $C_2F_4$  (via Binas-tabel 99:  $100,02 \text{ g mol}^{-1}$ ) 1

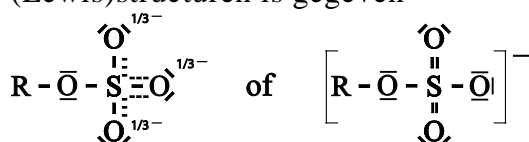
**8 maximumscore 4**



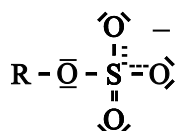
De minlading kan zich (door verplaatsing van elektronen) ook op het bovenste of onderste O atoom bevinden.

- weergave van dubbele bindingen van het S atoom naar twee O atomen en enkele bindingen van het S atoom naar de twee andere O atomen 1
- weergave van de niet-bindende elektronenparen op alle O atomen 1
- de minlading aangegeven op het juiste O atoom 1
- juiste uitleg grensstructuren 1

Indien in een overigens juist antwoord één van de volgende (Lewis)structuren is gegeven 3



Indien in een overigens juist antwoord de volgende (Lewis)structuur is gegeven 2



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

**9 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Bij de negatieve elektrode/waterstofelektrode moet

$$\frac{1}{2,016} \times 2 \times 2,7 \times 18,015 = 48 \text{ g water worden aangevoerd.}$$

Bij de positieve elektrode/zuurstofelektrode moet

$$\frac{1}{2,016} \times 18,015 + \frac{1}{2,016} \times 2 \times 2,7 \times 18,015 = 57 \text{ g water worden}$$

afgevoerd.

- berekening van het aantal mol H<sub>2</sub> per gram H<sub>2</sub>: 1 (g) delen door de molaire massa van H<sub>2</sub> (via Binas-tabel 99: 2,016 g mol<sup>-1</sup>) 1
- berekening van het aantal gram water dat moet worden aangevoerd bij de negatieve elektrode/waterstofelektrode (is gelijk aan het aantal gram water dat wordt meegesleept door het aan de negatieve elektrode/waterstofelektrode gevormde H<sup>+</sup>): het aantal mol H<sub>2</sub> per gram H<sub>2</sub> vermenigvuldigen met het aantal mol H<sup>+</sup> per mol H<sub>2</sub> en met 2,7 en met de molaire massa van H<sub>2</sub>O (via Binas-tabel 98: 18,015 g mol<sup>-1</sup>) 1
- berekening van het aantal gram water dat moet worden afgevoerd bij de positieve elektrode/zuurstofelektrode: het aantal mol H<sub>2</sub> per gram H<sub>2</sub> vermenigvuldigen met de molaire massa van H<sub>2</sub>O (via Binas-tabel 98: 18,015 g mol<sup>-1</sup>) en optellen bij het aantal gram water dat wordt meegesleept door H<sup>+</sup> 1