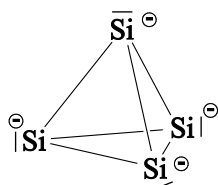


Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

## Batterijen opladen met NaSi

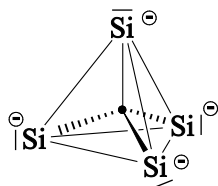
**11 maximumscore 3**

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:

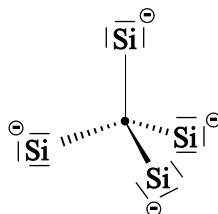


- vier siliciumatomen op de hoekpunten van de tetraëder en de zes gemeenschappelijke elektronenparen juist weergegeven 1
- de niet-bindende elektronenparen juist weergegeven 1
- de formele ladingen juist weergegeven 1

Indien het volgende antwoord is gegeven: 2



Indien het volgende antwoord is gegeven: 1



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

**12 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{4,0}{\frac{4,5}{51,08} \times \frac{5}{2} \times 2,45 \cdot 10^{-2} \times 10^3} \times 10^2 = 7,4 \cdot 10^1 (\%)$$

- berekening van het aantal mol H<sub>2</sub> dat kan ontstaan: 4,5 (g) delen door de molaire massa van NaSi (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 51,08 g mol<sup>-1</sup>) en vermenigvuldigen met 5 en delen door 2 1
- berekening van het aantal liter H<sub>2</sub> dat kan ontstaan: het aantal mol vermenigvuldigen met V<sub>m</sub> en met 10<sup>3</sup> (L m<sup>-3</sup>) 1
- berekening van het rendement: 4,0 (L) delen door het aantal liter H<sub>2</sub> dat kan ontstaan en vermenigvuldigen met 10<sup>2</sup>(%) 1

Indien in een overigens juist antwoord het aantal liter waterstof is berekend met behulp van de molaire massa van waterstof en de dichtheid van waterstof uit Binas-tabel 12 2

*Opmerking*

*Wanneer in een overigens juist antwoord net als in vraag 7 gebruik is gemaakt van  $V_m = 2,24 \cdot 10^{-2} \text{ (m}^3 \text{ mol}^{-1}\text{)}$ , hiervoor hier geen scorepunt in mindering brengen.*

**13 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- De reactie die in de waterstofbrandstofcel verloopt is  $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ . Al het water dat wordt verbruikt in reactie 1, wordt weer teruggevormd in de brandstofcel. (Er komt dus geen energie vrij uit de omzetting van water.)
- De reactie die in de waterstofbrandstofcel verloopt is  $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ . Het water is dus in reactie 1 de beginstof en in reactie 2 het product. (Er komt dus geen energie vrij uit de omzetting van water.)
- $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$  1
- notie dat in reactie 1 evenveel water wordt verbruikt als er in de brandstofcel wordt gevormd / notie dat over beide reacties gezien geen water wordt verbruikt / notie dat water in reactie 1 de beginstof is en in de brandstofcel het eindproduct is 1

*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als: 'De reactie die in de waterstofbrandstofcel verloopt is  $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ . De energie die hierbij vrijkomt is afkomstig van het NaSi in reactie 1 (en niet van het water).', dit goed rekenen.*

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

**14 maximumscore 3**

Voorbeelden van juiste gegevens zijn:

Uitgangspunt 2:

- De atoomeconomie voor de bereiding van NaSi uit de grondstoffen zand en zout is geen 100% (omdat zand bestaat uit SiO<sub>2</sub> en zout uit NaCl).
- Er ontstaan wel afvalproducten (met massa) bij de bereiding van Na en Si (uit zand en zout).

Uitgangspunt 6:

- De vormingswarmten van SiO<sub>2</sub> en NaCl zijn (zeer) negatief, dus voor de bereiding van Na en Si is (veel) energie nodig.
- De bereiding van natriumsilicide verloopt niet bij kamertemperatuur.
- Voor het beoordelen van de benodigde energie moet het hele proces worden beoordeeld.

Uitgangspunt 12:

- Met name het tussenproduct natrium is een gevaarlijke stof.
- Natriumsilicide is onveilig omdat het niet in contact mag komen met water.
- Waterstof is een brandbaar explosief gas. Daardoor brengt de toepassing van waterstof in deze oplader risico's met zich mee.

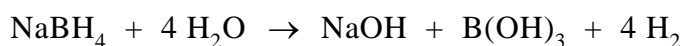
per juist gegeven

1

**15 maximumscore 1**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

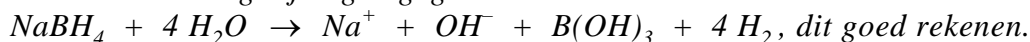
- De reactie van NaSi met water is exotherm. Daardoor stijgt de temperatuur en zal de reactie van NaBH<sub>4</sub> met water sneller verlopen.
- NaSi en/of Na<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub> werken als katalysator / verlagen de activeringsenergie voor de reactie van NaBH<sub>4</sub> met water.

**16 maximumscore 2**

- voor de pijl NaBH<sub>4</sub> en na de pijl NaOH en B(OH)<sub>3</sub> 1
- voor de pijl H<sub>2</sub>O en na de pijl H<sub>2</sub> en bij juiste stoffen voor en na de pijl de juiste coëfficiënten 1

*Opmerking*

*Wanneer een vergelijking is gegeven als:*



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

**17 maximumscore 4**

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\left( \frac{x}{51,08} \times 2,5 + \frac{100-x}{37,83} \times 4 \right) = \frac{15,7}{2,016}, \text{ leidend tot } x = 49,1 \text{ (g NaSi).}$$

- berekening van het aantal mol geleverde H<sub>2</sub>: 15,7 (g) delen door de molaire massa van H<sub>2</sub> (2,016 g mol<sup>-1</sup>) 1
  - stellen van  $x$  voor de massa van NaSi en  $(100-x)$  voor de massa van NaBH<sub>4</sub> 1
  - uitwerken van het aantal mol H<sub>2</sub> dat geleverd wordt per stof:  $x$  delen door de molaire massa van NaSi (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 51,08 g mol<sup>-1</sup>) en de uitkomst vermenigvuldigen met 2,5 respectievelijk  $(100-x)$  delen door de molaire massa van NaBH<sub>4</sub> (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 37,83 g mol<sup>-1</sup>) en de uitkomst vermenigvuldigen met 4 1
  - berekening van het aantal gram NaSi: sommeren van het aantal mol H<sub>2</sub> afkomstig van beide reacties en gelijk stellen aan het werkelijk geleverde aantal mol H<sub>2</sub> en uitwerken van  $x$  1
- Indien de massa NaBH<sub>4</sub> juist is berekend 3

*Opmerking*

*Wanneer een onjuist antwoord op vraag 17 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 16, dit niet aanrekenen.*