

## Waterstofopslag in carbazool

### 9 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{50 \times 10^{-3} \times 3,3 \cdot 10^{10}}{2 \times 2,42 \cdot 10^5} \times 2,016 \times 10^{-3} = 6,9 \text{ (kg)}$$

- berekening van de hoeveelheid energie aanwezig in 50 L benzine: 50 (L) vermenigvuldigen met  $10^{-3} \text{ (m}^3 \text{ L}^{-1}\text{)}$  en met  $3,3 \cdot 10^{10} \text{ (J m}^{-3}\text{)}$  1
- berekening van het aantal mol waterstof dat deze energie levert: de gevonden energie delen door 2 en delen door de vormingswarmte van water (via Binas-tabel 57A:  $(-)\cdot 2,42 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ ) 1
- berekening van het aantal kg waterstof: het aantal mol waterstof vermenigvuldigen met de molaire massa van waterstof (via Binas-tabel 99:  $2,016 \text{ g mol}^{-1}$ ) en met  $10^{-3} \text{ (kg g}^{-1}\text{)}$  1

### 10 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{6 \times 2,016}{195,25} \times 10^2 = 6,2(\%)$$

- notie dat 1 mol N-ethylcarbazool met 6 mol  $\text{H}_2$  reageert 1
- berekening van het massapercentage: de molaire massa van waterstof (via Binas-tabel 99:  $2,016 \text{ g mol}^{-1}$ ) vermenigvuldigen met de gevonden molverhouding en delen door de molaire massa van N-ethylcarbazool (via Binas-tabel 99:  $195,25 \text{ g mol}^{-1}$ ) en de uitkomst vermenigvuldigen met  $10^2(\%)$  1

en de uitkomst in twee significante cijfers

#### Opmerkingen

- Wanneer in vraag 9 en 10 gebruik is gemaakt van dezelfde onjuiste molaire massa van waterstof, dit hier niet aanrekenen.

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

**11 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Uit de diagrammen blijkt dat na 400 minuten nog tussenproducten aanwezig zijn. Er is dus (nog) geen volledige omzetting.
- De beginconcentratie van het N-ethylcarbazon is  $3 \cdot 10^{-1}$  M. De eindconcentratie van het perhydro-N-ethylcarbazon is lager /  $2 \cdot 10^{-1}$  M. (Bij volledige omzetting zou deze  $3 \cdot 10^{-1}$  M moeten zijn.) Er is dus (nog) geen volledige omzetting.

- juist aflezen/interpreteren diagram 1
- conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: ‘De lijn in het zesde diagram loopt nog enigszins op, dus de omzetting van tussenproduct 4 naar perhydro-N-ethylcarbazon is nog niet afgelopen.’ 1

**12 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Te zien is dat tussenproduct 3 gedurende het experiment de hoogste concentratie heeft van alle tussenproducten.

Dat betekent dat de reactie waarbij tussenproduct 3 wordt omgezet tot tussenproduct 4 de snelheidsbepalende stap is.

- notie dat tussenproduct 3 gedurende het experiment de hoogste concentratie heeft van alle tussenproducten 1
- conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: ‘De maximale concentratie van tussenproduct 4 ligt bij  $t=100$  minuten. De maxima van de andere tussenproducten liggen voor  $t=50$  minuten, dus de stap waarbij tussenproduct 4 ontstaat, is de snelheidsbepalende stap.’ 1

Indien het volgende antwoord is gegeven: ‘Tussenproduct 3 hoopt zich op.’ 1

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

**13 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

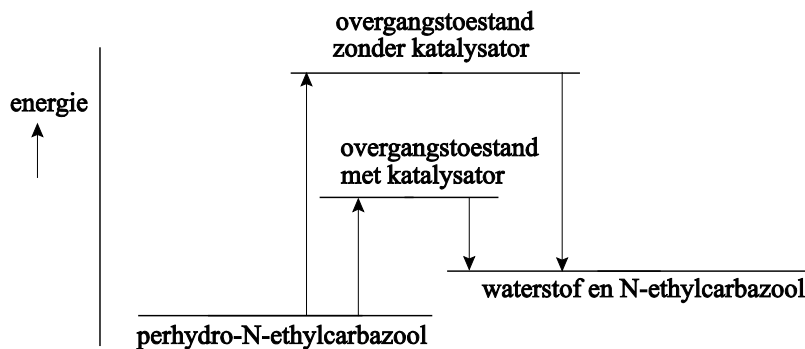
De vorming van waterstof is endotherm en verloopt pas bij hoge temperatuur en onder invloed van een katalysator.

Omdat al deze factoren ontbreken bij opslag en vervoer, kan er geen waterstof worden gevormd / kan er geen explosief mengsel worden gevormd.

- notie dat de vorming van waterstof endotherm is en pas bij hoge temperatuur en onder invloed van een katalysator verloopt 1
- notie dat deze factoren ontbreken bij opslag en vervoer waardoor er geen waterstof kan worden gevormd / er geen explosief mengsel kan worden gevormd 1

**14 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



- in het energiediagram één niveau van waterstof en N-ethylcarbazool / van de reactieproducten / van de eindstoffen getekend en dit niveau hoger dan het niveau van de beginstof getekend 1
- in het energiediagram een niveau voor de overgangstoestand zonder katalysator als hoogste niveau getekend en het niveau voor de overgangstoestand met katalysator lager dan het niveau voor de overgangstoestand zonder katalysator 1

Indien in een overigens juist antwoord bij één of meer van de zelf getekende energieniveaus geen bijschrift is gezet 1