

Alternatieve brandstoffen

Vrachtwagens die goederen vervoeren rijden vaak op fossiele brandstoffen. In het onderzoek naar alternatieven is ook de verbranding van fijnverdeelde metalen onderzocht.

In de figuur op de uitwerkbijlage zijn de energiedichtheid (kWh dm^{-3}) en de energie-inhoud per massa-eenheid (kWh kg^{-1}) van verschillende brandstoffen weergegeven.

Alternatieve brandstoffen die momenteel worden onderzocht, zijn onder andere waterstof en ijzer. De energie-inhoud van ijzer is $7,4 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}$.

In de figuur op de uitwerkbijlage ontbreekt nu nog het punt van Fe.

3p 21 Voer de volgende opdrachten uit:

- 1 Bereken van ijzer de energie-inhoud in kWh kg^{-1} en de energiedichtheid in kWh dm^{-3} ($T = 293 \text{ K}$).
 - Gebruik hierbij $1,0 \text{ Wh} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J}$.
- 2 Teken op de uitwerkbijlage het punt van Fe in de grafiek.

Als een vrachtwagen rijdt op een alternatieve brandstof, moet worden voldaan aan twee belangrijke eisen:

Eis 1 Het benodigde volume van de brandstoftank mag niet te groot zijn, want dan blijft er te weinig ruimte voor een vracht over.

Eis 2 De benodigde massa brandstof mag niet te groot zijn, want dan kost het vervoer van de brandstof zelf veel extra energie.

2p 22 Leg uit aan de hand van de figuur op de uitwerkbijlage of volgens deze eisen diesel of zink de beste brandstof is. Betrek beide eisen in je antwoord.

Bij het gebruik van metalen als brandstof voor vrachtwagens bestaat de mogelijkheid om het verbrandingsafval te recyclen, namelijk door het metaaloxide met waterstof te laten reageren. De optimale temperatuur voor de reactie van ijzer(III)oxide (Fe_2O_3) met waterstof ligt tussen 970 K en 1120 K.

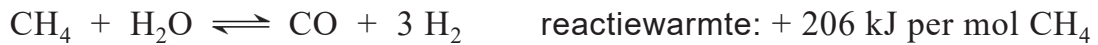
3p 23 Voer de volgende opdrachten uit:

- Geef de vergelijking van de reactie van ijzer(III)oxide met waterstof tot ijzer en één andere stof.
- Bereken de reactiewarmte in joule per mol gevormd ijzer. Gebruik de waarden van de vormingswarmtes uit je informatieboek.

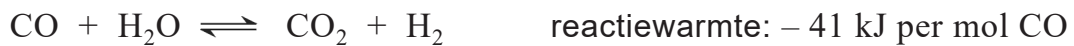
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

Waterstof kan op industriële schaal worden geproduceerd door elektrolyse van water. Een andere manier om waterstof te maken gaat via stoom-reforming van methaan. Hierbij treden twee reacties op:

reactie 1



reactie 2



Als eindproducten uit deze reactie worden uitsluitend CO_2 en H_2 verkregen. Bij stoom-reforming komt in totaal per kilogram waterstof 9,0 kg CO_2 vrij. Een gedeelte daarvan komt vrij als product van reactie 2. Hoeveel dit is, kan worden afgeleid uit de reactieverhoudingen in reacties 1 en 2. Er wordt echter ook nog extra CO_2 uitgestoten. Deze extra uitstoot van CO_2 wordt door andere processen veroorzaakt.

- 4p **24** Bereken de massa in kilogram CO_2 die vrijkomt door andere processen bij de productie van 1,0 kg waterstof. **Noteer de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.**

Een groot deel van de extra CO_2 -uitstoot bij stoom-reforming kan worden verklaard met behulp van de gegeven reactiewarmtes.

- 2p **25** Leg uit hoe de extra CO_2 -uitstoot bij stoom-reforming kan worden verklaard. Dit kan eventueel aan de hand van een berekening.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.