

## Van afvalgas naar brandstof

### 20 maximumscore 3

Een juiste berekening kan als volgt zijn weergegeven:

$$\begin{aligned}\Delta E &= -(6 \times -1,11 \cdot 10^5) - (3 \times -2,86 \cdot 10^5) + (-2,78 \cdot 10^5) + (4 \times -3,94 \cdot 10^5) \\ &= -3,30 \cdot 10^5 \text{ (J per mol ethanol)}\end{aligned}$$

- juiste absolute waarden van de vormingswarmtes van alle stoffen 1
- verwerking van de coëfficiënten 1
- rest van de berekening 1

*Opmerking*

*Wanneer een berekening is gegeven als:*

$$\Delta E = -(6 \times -1,11) - (3 \times -2,86) + (-2,78) + (4 \times -3,94) = -3,30 \cdot 10^5 \text{ (J per mol ethanol),}$$

*dit goed rekenen.*

### 21 maximumscore 4

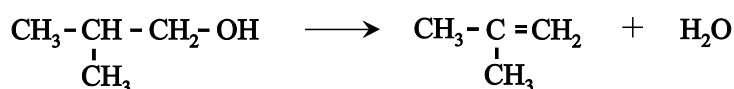
Een juiste berekening kan als volgt zijn weergegeven:

$$\left( \frac{1 \cdot 10^6}{2,15 \cdot 10^{10}} \times 0,80 \cdot 10^3 \times 10^3}{46,1} \times 2 \times 44,0 \right) + 51 - 81,5 = 41 \text{ (g CO}_2 \text{ per MJ)}$$

- berekening van het aantal gram ethanol dat is geproduceerd, bijvoorbeeld uitgaande van een hoeveelheid ethanol die overeenkomt met 1 MJ aan geproduceerde energie:  $1 \cdot 10^6$  (J) delen door  $2,15 \cdot 10^{10}$  ( $\text{J m}^{-3}$ ) en vermenigvuldigen met  $0,80 \cdot 10^3$  ( $\text{kg m}^{-3}$ ) en met  $10^3$  ( $\text{g kg}^{-1}$ ) 1
- berekening van het aantal mol ethanol dat is geproduceerd: het aantal gram ethanol delen door de molaire massa van ethanol 1
- berekening van het aantal gram  $\text{CO}_2$  dat vrijkomt bij de verbranding van het ethanol dat hoort bij 1 MJ: het aantal mol ethanol vermenigvuldigen met 2 en met de molaire massa van  $\text{CO}_2$  1
- berekening van de netto  $\text{CO}_2$ -uitstoot voor Lanzatech-ethanol per MJ: 51 (g) optellen bij het aantal gram  $\text{CO}_2$  dat vrijkomt bij de verbranding van het geproduceerde ethanol en 81,5 (g) hiervan aftrekken 1

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

**22 maximumscore 2**



- voor de pijl uitsluitend de structuurformule van 2-methylpropaan-1-ol 1
- na de pijl uitsluitend H<sub>2</sub>O en de structuurformule van methylpropeen en juiste coëfficiënten 1

*Opmerking*

*Wanneer H<sub>2</sub>O met een structuurformule is weergegeven, dit niet aanrekenen.*

**23 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

De kookpunten van de alkenen liggen ver onder de kookpunten van de overige stoffen, dus bij deze scheiding zullen de overige stoffen condenseren, terwijl de alkenen gasvormig blijven.

Van de alkenen heeft *cis*-but-2-een het hoogste kookpunt: 277 K.

Van de overige stoffen heeft 2-methylpropaan-2-ol het laagste kookpunt: 356 K/355 K.

Dus de temperatuur moet liggen in het gebied  $277 \text{ K} < T < 356 \text{ K}/355 \text{ K}$ .

- inzicht dat de ondergrens van het temperatuurgebied wordt bepaald door de kookpunten van de C<sub>4</sub>-alkenen en de bovengrens door de kookpunten van de C<sub>4</sub>-alcoholen 1
- noemen van *cis*-but-2-een en 2-methylpropaan-2-ol en conclusie 1

*Opmerking*

*Wanneer in een overigens juist antwoord als temperatuurgebied  $278 \text{ K} < T < 354 \text{ K}$  wordt gegeven, dit goed rekenen.*

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

**24 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

In S2 vindt de scheiding plaats tussen de C<sub>4</sub>- en C<sub>8</sub>-alkenen enerzijds en de C<sub>12</sub> en C<sub>16</sub>-alkenen anderzijds.

De moleculen van de C<sub>12</sub>- en de C<sub>16</sub>-alkenen zijn groter/zwaarder. / De vanderwaalsbindingen tussen de moleculen van de C<sub>12</sub>- en C<sub>16</sub>-alkenen zijn sterker.

De fractie C<sub>12</sub>- en de C<sub>16</sub>-alkenen is dus (in S2) vloeibaar en de fractie van de C<sub>4</sub>- en de C<sub>8</sub>-alkenen is gasvormig.

- notie dat het verschil in fase wordt veroorzaakt door het verschil in grootte/massa van de moleculen / door het verschil in sterkte van de vanderwaalsbindingen 1
- juiste conclusie 1

**25 maximumscore 1**

Recirculatie zorgt voor een langere (gemiddelde) verblijftijd in de reactor.

**26 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

– Uit  $1,4 \cdot 10^3$  mol C<sub>4</sub>-alkenen ontstaat  $\frac{1,4 \cdot 10^3 \times 4}{12 + 16} = 2,0 \cdot 10^2$  mol van elk

van beide stoffen. Dus er moet  $4,0 \cdot 10^2 \times \frac{98}{10^2} = 3,9 \cdot 10^2$  (mol H<sub>2</sub> minuut<sup>-1</sup>) worden ingevoerd.

–  $7 C_4 \rightarrow 1 C_{12} + 1 C_{16}$ , dus er ontstaat  $\frac{2}{7} \times 1,4 \cdot 10^3 = 4,0 \cdot 10^2$  mol alkenen.

Dus er moet  $4,0 \cdot 10^2 \times \frac{98}{10^2} = 3,9 \cdot 10^2$  (mol H<sub>2</sub> minuut<sup>-1</sup>) worden ingevoerd.

- berekening van het aantal mol C<sub>12</sub>H<sub>24</sub> en C<sub>16</sub>H<sub>32</sub> dat maximaal kan worden gevormd 1
- berekening van het aantal mol waterstof dat moet worden ingevoerd: het totale aantal mol (vermenigvuldigen met 1 en) vermenigvuldigen met 98(%) en delen door 10<sup>2</sup>(%) 1