

## Groene chemie met dimethylcarbonaat

### 1 maximumscore 2

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{(228 + 98,9 + 2 \times 40,0) - \left(254 \times \frac{92}{10^2}\right)}{\left(254 \times \frac{92}{10^2}\right)} = 0,74$$

of

Uitgaande van 1 mol bisfenol-A geldt:

De massa beginstoffen is  $228 + 98,9 + 2 \times 40,0 = 406,9$  (g).

De massa product is  $\left(254 \times \frac{92}{10^2}\right) = 2,34 \cdot 10^2$  (g).

De E-factor is dus  $\frac{406,9 - 2,34 \cdot 10^2}{2,34 \cdot 10^2} = 0,74$ .

- gebruik van de juiste molaire massa's en verwerking van de bijbehorende coëfficiënten 1
- de rest van de berekening juist 1

### 2 maximumscore 3

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$(+0,67 - 2 \times 2,02 - 3,94 + 2,42) \cdot 10^5 = -4,89 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$$

of

De reactiewarmte is  $-E_{\text{begin}} + E_{\text{eind}} = +0,67 \cdot 10^5$  (J mol<sup>-1</sup>), dus

$$+0,67 \cdot 10^5 = -\left[2 \times (-2,02 \cdot 10^5) + (-3,94 \cdot 10^5)\right] + \left[(E_{\text{DMC}}) + (-2,42 \cdot 10^5)\right].$$

De vormingswarmte van DMC is  $-4,89 \cdot 10^5$  J mol<sup>-1</sup>.

- juiste absolute waarden van de vormingswarmtes 1
- verwerking van de coëfficiënten 1
- rest van de berekening juist en de eenheid juist 1

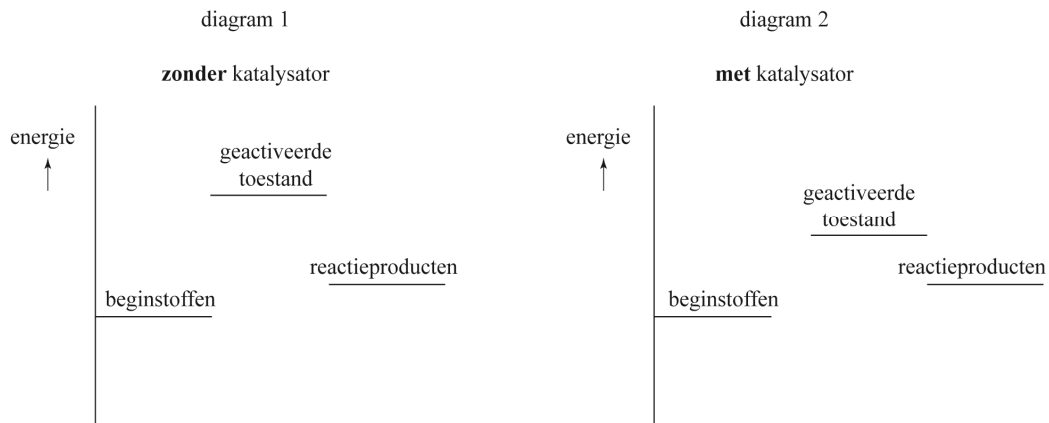
*Opmerking*

*De volgende berekening goed rekenen:*

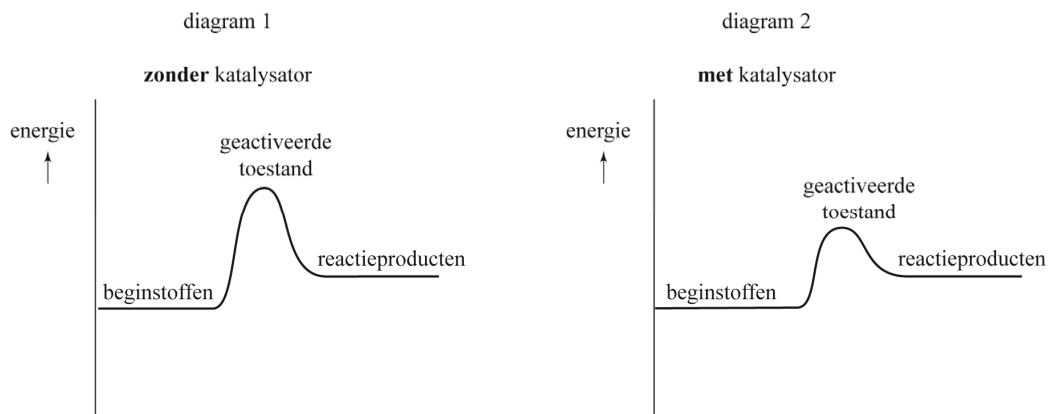
$$+0,67 - 2 \times 2,02 - 3,94 + 2,42 = -4,89 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$$

## 3 maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



of



- het niveau van de geactiveerde toestand in energiediagram 1 hoger getekend dan in energiediagram 2 en bijschrift juist 1
- het niveau van de reactieproducten in energiediagram 1 hoger dan het niveau van de beginstoffen en lager dan het niveau van de geactiveerde toestand getekend en bijschrift juist 1
- het niveau van de reactieproducten in energiediagram 2 op dezelfde hoogte getekend als in energiediagram 1 en bijschrift juist 1

*Opmerking*

*Als in het antwoord bij één of meer van de getekende energieniveaus geen bijschrift of een onjuist bijschrift is gezet, dit slechts eenmaal aanrekenen.*

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

**4 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

$$K = \frac{[\text{DMC}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{OH}]^2 [\text{CO}_2]} \text{ of } K = \frac{P_{\text{DMC}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}}{P_{\text{CH}_3\text{OH}}^2 \cdot P_{\text{CO}_2}}$$

- $K = (Q)$  en inzicht dat stoffen links van de pijl in de noemer van  $Q$  staan en stoffen rechts van de pijl in de teller van  $Q$  1
- in  $Q$  de concentraties / de partiële drukken opgenomen met de juiste exponenten en vermenigvuldigd 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat  $K_z$  noteert in plaats van  $K$ , dit niet aanrekenen.*

**5 maximumscore 2**

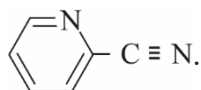
Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Het water / Een reactieproduct wordt aan het reactiemengsel onttrokken.  
Het evenwicht verschuift daardoor naar rechts / wordt aflopend (waardoor het rendement van de vorming van DMC omhoog gaat).

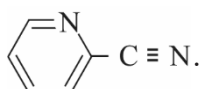
- water / een reactieproduct wordt onttrokken aan het evenwicht 1
- het evenwicht verschuift naar rechts / wordt aflopend 1

**6 maximumscore 4**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

– De structuurformule van cyanopyridine is   $\text{C} \equiv \text{N}$ .

In een molecuul picolinamide komt een NH-/CO-/NH<sub>2</sub>-groep voor en in een molecuul cyanopyridine niet. Moleculen picolinamide vormen dus onderling waterstofbruggen (en moleculen cyanopyridine niet, waardoor het kookpunt van picolinamide hoger is).

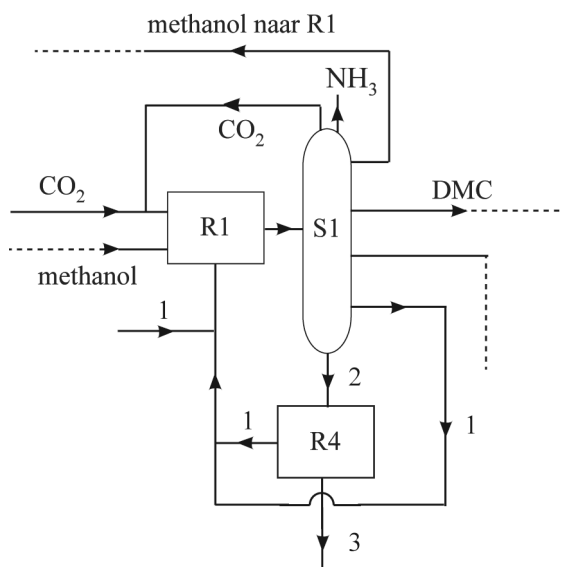
– De structuurformule van cyanopyridine is   $\text{C} \equiv \text{N}$ .

Een molecuul picolinamide heeft een grotere molecuulmassa (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>N<sub>2</sub>O, massa = ±122 u) / is een groter molecuul dan een molecuul cyanopyridine (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>N<sub>2</sub>, massa = ±104 u). Moleculen picolinamide hebben dus sterkere vanderwaalsbindingen met elkaar dan moleculen cyanopyridine (waardoor het kookpunt van picolinamide hoger is).

- een structuurformule die voldoet aan de molecuulformule C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>N<sub>2</sub> 1
- de ~C≡N-groep juist 1
- een relevant verschil in de structuur/massa/grootte van de moleculen van beide stoffen 1
- de soort binding die hiermee samenhangt 1

## 7 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- R4 en de stofstroom van 3/water juist 1
- de stofstroom van 2/picolinamide juist en 1 en 2 op de juiste plaats bij de stofstromen uit S1 1
- de stofstroom van 1/cyanopyridine juist 1

*Opmerkingen*

- *Als uit het antwoord blijkt dat in het proces netto geen cyanopyridine wordt verbruikt, dit goed rekenen.*
- *Als één of meer extra stofstromen bij of tussen R1/S1/R4 zijn getekend, voor deze vraag maximaal 2 scorepunten toekennen.*

Bij vraag 7 moeten altijd het tweede en derde scorepunt worden toegekend, ongeacht of er wel of geen antwoord gegeven is, en ongeacht het gegeven antwoord.

## 8 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

In reacties 1 en 2 wordt evenveel methanol verbruikt als gevormd, dus daar wordt netto geen methanol verbruikt.

In R1 reageert methanol ook met picolinamide / tot stof Z.

Methanol wordt dus verbruikt. / Er is aanvoer van buiten nodig. / De recirculatie is niet gesloten.

- notie dat in reacties 1 en 2 netto geen methanol wordt verbruikt 1
- in R1 reageert methanol (ook) met picolinamide / tot stof Z 1
- consequente conclusie 1