

Beoordelingsmodel

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

Nitromusks

1 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Het koolstofatoom met de methylgroep is een asymmetrisch koolstofatoom, dus er zijn (twee) spiegelbeeldisomeren.
- Het C atoom met de CH₃ heeft 4 verschillende groepen, dus er zijn (twee) spiegelbeeldisomeren.

- notie dat in muscon een asymmetrisch C atoom voorkomt 1
- het juiste C atoom als asymmetrisch aangegeven en conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als “Een molecuul muscon heeft geen inwendig spiegelvlak dus er is sprake van spiegelbeeldisomerie” 1

2 maximumscore 4

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{106,2 + 56,10 + \frac{75}{10^2} \times 3 \times 63,013 - \frac{75}{10^2} \times \frac{88}{10^2} \times 297,3}{\frac{75}{10^2} \times \frac{88}{10^2} \times 297,3} = 0,55$$

of

$$\frac{\frac{10^2}{88} \times \frac{10^2}{75} \times (106,2 + 56,10) + \frac{10^2}{88} \times 63,013 \times 3 - 297,3}{297,3} = 0,55$$

- uitgaande van 1 mol methylpropeen, berekening van de ‘massa werkelijke opbrengst product (=MX)’: 297,3 (g mol⁻¹) vermenigvuldigen met 75(%) en delen door 10²(%) en vermenigvuldigen met 88(%) en delen door 10²(%) 1
- berekening van de hiervoor benodigde massa salpeterzuur: de molaire massa van salpeterzuur (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 63,013 g mol⁻¹) vermenigvuldigen met 75(%) en delen door 10²(%) en vermenigvuldigen met 3 1
- berekening van de ‘massa beginstoffen’: de molaire massa van 1,3-dimethylbenzeen (via Binas-tabel 99: 106,2 g mol⁻¹) optellen bij de molaire massa van methylpropeen (via Binas-tabel 99: 56,10 g mol⁻¹) en optellen bij de gevonden massa salpeterzuur 1
- rest van de berekening: de ‘massa werkelijke opbrengst product’ aftrekken van de ‘massa beginstoffen’ en de uitkomst delen door de ‘massa werkelijke opbrengst product’ 1

of

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

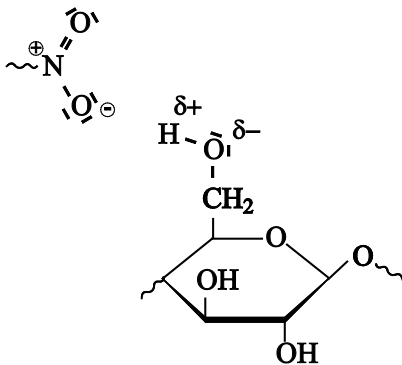
- uitgaande van de vorming van 1 mol MX, berekening van de benodigde massa 1,3-dimethylbenzeen en methylpropeen: de molaire massa van 1,3-dimethylbenzeen (via Binas-tabel 99: $106,2 \text{ g mol}^{-1}$) optellen bij de molaire massa van methylpropeen (via Binas-tabel 99: $56,10 \text{ g mol}^{-1}$) en de uitkomst vermenigvuldigen met $10^2(\%)$ en delen door $88(\%)$ en vermenigvuldigen met $10^2(\%)$ en delen door $75(\%)$ 1
- berekening van de voor de vorming van 1 mol MX benodigde massa salpeterzuur: de molaire massa van salpeterzuur (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: $63,013 \text{ g mol}^{-1}$) vermenigvuldigen met $10^2(\%)$ en delen door $88(\%)$ en vermenigvuldigen met 3 1
- berekening van de ‘massa beginstoffen’: de berekende massa 1,3-dimethylbenzeen en methylpropeen optellen bij de berekende massa salpeterzuur 1
- rest van de berekening: de ‘massa werkelijke opbrengst product’ (= de massa van 1 mol MX) aftrekken van de ‘massa beginstoffen’ en het resultaat delen door de ‘massa werkelijke opbrengst product’ 1

Opmerking

Wanneer in de berekening is uitgegaan van het uitgangspunt dat water niet als afvalstof hoeft te worden beschouwd, leidend tot de uitkomst dat de E-factor 0,37 bedraagt, dit goed rekenen.

3 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



- juiste Lewisstructuur van de nitrogroep 1
- juiste Lewisstructuur van de bovenste OH groep van cellulose 1
- de formele en partiële ladingen juist weergegeven 1

Opmerkingen

- Wanneer in het antwoord ook nog een δ^- op het O-atoom in de $N=O$ groep is weergegeven, dit niet aanrekenen.
- Wanneer een juiste waterstofbrug is getekend, dit niet beoordelen.

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

4 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Houd vissen die al MX (in het vetweefsel) hebben opgenomen in water met een lagere [MX (aq)] / zonder MX en meet na enige tijd weer de [MX (vet)]. In het geval van een evenwicht zou [MX (vet)] moeten dalen.

- notie dat vissen die al MX hebben opgenomen, in water met een lagere [MX (aq)] / zonder MX moeten worden gehouden 1
- notie dat [MX (vet)] moet dalen 1

Opmerking

Wanneer een antwoord is gegeven als: “Men moet (meerdere keren) een andere concentratie MX in het water kiezen en [MX] in het vetweefsel meten. In geval van een evenwicht moet K steeds dezelfde waarde hebben”, dit goed rekenen.

5 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn genoteerd:

$$K = \frac{105 \times 10^{-6}}{22,5 \times 10^{-9}} = 4,67 \cdot 10^3$$

Dat is redelijk in overeenstemming met de voorspelde waarde $4 \cdot 10^3$.

- juiste evenwichtsvoorwaarde, bijvoorbeeld genoteerd als:

$$K = \frac{[MX (vet)]}{[MX (aq)]}$$
 (eventueel reeds gedeeltelijk ingevuld) 1
- invullen gehalte in gelijke eenheden en conclusie 1

Opmerking

Wanneer op basis van een juiste berekening de conclusie wordt getrokken dat de berekende waarde afwijkt van de voorspelde waarde, dit niet aanrekenen.

Heet

6 maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

$C_2H_2 + 2,5 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + H_2O$ / per mol ethyn ontstaat 2 mol CO_2 en 1 mol H_2O . De temperatuurstijging bedraagt

$$\frac{-(-1,26 \cdot 10^6)}{1,3 \times 2 \times 44,010 + 2,8 \times 1 \times 18,015} = 7,6 \cdot 10^3 \text{ K (dat is meer dan } 7 \cdot 10^3 \text{ K).}$$

- kloppende reactievergelijking / per mol ethyn ontstaat 2 mol CO_2 en 1 mol H_2O 1
- berekening van het aantal $J K^{-1}$ dat door CO_2 is opgenomen: de soortelijke warmte van CO_2 vermenigvuldigen met 2 (mol) en met de molaire massa van CO_2 (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: $44,010 \text{ g mol}^{-1}$) 1
- berekening van het aantal $J K^{-1}$ dat door H_2O is opgenomen: de soortelijke warmte van H_2O vermenigvuldigen (met 1 (mol) en) met de molaire massa van H_2O (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: $18,015 \text{ g mol}^{-1}$) 1
- berekening van de temperatuurstijging: de verbrandingswarmte van 1 mol ethyn vermenigvuldigen met -1 (eventueel impliciet) en de uitkomst delen door de som van het door H_2O en CO_2 opgenomen aantal $J K^{-1}$ (en conclusie) 1

Indien een antwoord is gegeven met als uitkomst $-7,6 \cdot 10^3 \text{ K}$, zonder conclusie 3

Opmerkingen

- De significantie hier niet beoordelen.
- Wanneer de volgende berekening op basis van waarden uit Binas is gegeven, dit niet aanrekenen

$$\frac{-(-1,26 \cdot 10^6)}{0,82 \times 2 \times 44,010 + 2,0 \times 1 \times 18,015} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ K.}$$

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

7 maximumscore 4

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

– $K = \frac{[H_2]^2 \times [O_2]}{[H_2O]^2}$. Uit het diagram blijkt dat bij hogere temperatuur het evenwicht $2 H_2O \rightleftharpoons 2 H_2 + O_2$ naar rechts verschuift. De waarde van K neemt dus toe naarmate de temperatuur stijgt.

– $K = \frac{p_{H_2}^2 \times p_{O_2}}{p_{H_2O}^2}$. Uit het diagram blijkt dat bij hogere temperatuur de p_{H_2} en de p_{O_2} stijgen (en de p_{H_2O} daalt). De waarde van K neemt dus toe naarmate de temperatuur stijgt.

- $K = \frac{[H_2]^2 \times [O_2]}{[H_2O]^2}$ 2
- notie dat het evenwicht $2 H_2O \rightleftharpoons 2 H_2 + O_2$ bij hogere temperatuur naar rechts verschuift 1
- conclusie 1

of

- $K = \frac{p_{H_2}^2 \times p_{O_2}}{p_{H_2O}^2}$ 2
- notie dat bij hogere temperatuur de p_{H_2} en de p_{O_2} stijgen (en de p_{H_2O} daalt) 1
- conclusie 1

Indien in een overigens juist antwoord de evenwichtsvoorwaarde

$$K = \frac{[H_2]^2 + [O_2]}{[H_2O]^2} \text{ is gegeven} \quad 3$$

Indien in een overigens juist antwoord de evenwichtsvoorwaarde

$$K = \frac{[H_2] \times [O_2]}{[H_2O]} \text{ is gegeven} \quad 3$$

Indien in een overigens juist antwoord de evenwichtsvoorwaarde

$$K = [H_2]^2 [O_2] \text{ is gegeven} \quad 2$$

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

Opmerkingen

– Wanneer een antwoord is gegeven als

“ $K = \frac{[H_2]^2 \times [O_2]}{[H_2O]^2}$. Uit het diagram blijkt dat bij hogere temperatuur de

$[H_2]$ en de $[O_2]$ stijgen (en de $[H_2O]$ daalt). De waarde van K neemt dus toe naarmate de temperatuur stijgt”, dit goed rekenen.

– Wanneer een juiste redenering is gegeven op basis van het evenwicht $2 H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2 H_2O$, leidend tot de conclusie dat de waarde van K daalt, dit goed rekenen.

8 maximumscore 3

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst $-4,48 \cdot 10^5$ (J per mol ethyn).

$C_2H_2 + O_2 \rightarrow 2 CO + H_2$ / per mol ethyn ontstaat 2 mol CO.

$\Delta E = -(+2,27 \cdot 10^5) + 2 \times (-1,105 \cdot 10^5) = -4,48 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹).

- juiste reactievergelijking / per mol ethyn ontstaat 2 mol CO 1
- juiste verwerking van de vormingswarmtes van ethyn (via Binas-tabel 57B) $-(+2,27 \cdot 10^5)$ (J mol⁻¹) en van CO (via Binas-tabel 57A) $-1,105 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) 1
- rest van de berekening 1

Indien in een overigens juist antwoord de factor 10^5 niet is opgenomen 2

Indien een berekening is gegeven, leidend tot het antwoord $+4,48 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) 2

Indien een berekening is gegeven, leidend tot de antwoorden $+0,06 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) of $-0,06 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) 1

Opmerking

Wanneer voor de berekening van de reactiewarmte een berekening is gegeven als $\Delta E = -(+2,27) + 2 \times (-1,105) = -4,48 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹), dit goed rekenen.

9 maximumscore 3

Voor vraag 9 moeten altijd 3 scorepunten worden toegekend, ongeacht of er wel of geen antwoord gegeven is, en ongeacht het gegeven antwoord.

Biogasfabricage uit afval

10 maximumscore 5

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst $2,2 \cdot 10^6$ (ton).

$$\frac{\frac{3,0}{10^2} \times 1,5 \cdot 10^{18}}{2,0 \cdot 10^7} \times \frac{46}{10^2} \times \frac{2,4 \cdot 10^{-2}}{18,9} \times 975 \times \frac{1}{10^6} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ (ton)}$$

- berekening van het ten doel gestelde aantal m^3 biogas: $3,0(\%)$ delen door $10^2(\%)$ en vermenigvuldigen met $1,5 \cdot 10^{18}$ (J) en delen door $2,0 \cdot 10^7$ (J m^{-3}) 1
- berekening van het aantal mol methaan aanwezig in het gevonden aantal m^3 biogas: het aantal m^3 biogas vermenigvuldigen met $46(\%)$ en delen door $10^2(\%)$ en delen door $2,4 \cdot 10^{-2}$ ($\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}$) 1
- berekening van x uit de reactievergelijking 1
- berekening van het aantal mol biomassa dat nodig is: het gevonden aantal mol methaan delen door x 1
- berekening van het benodigde aantal ton biomassa: het aantal mol biomassa vermenigvuldigen met 975 g mol^{-1} en delen door 10^6 (ton g^{-1}) 1

Indien in een overigens juist antwoord de waarde van x niet is berekend met behulp van de gegeven reactievergelijking, maar een gekozen waarde ongelijk aan 1 is 4

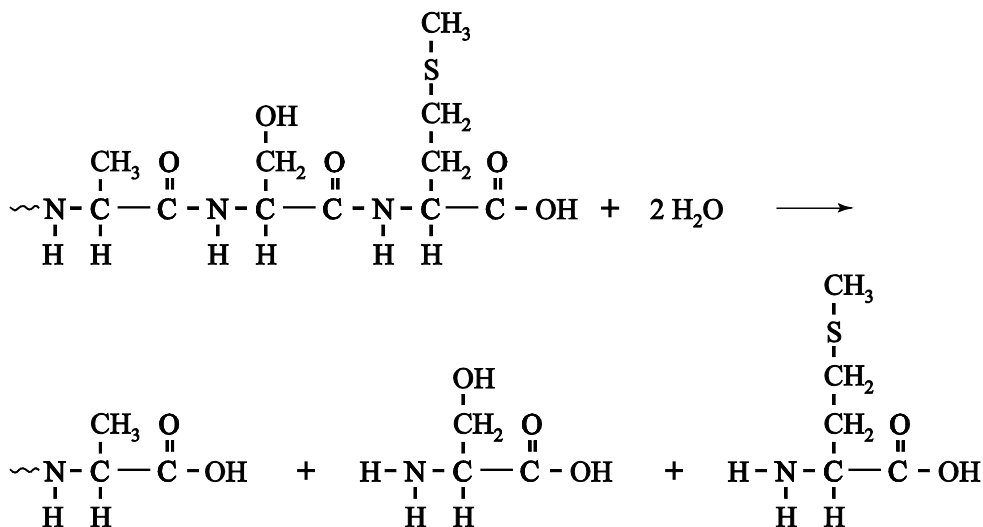
Opmerking

Wanneer een berekening is gegeven als

$$\frac{\frac{3,0}{10^2} \times 1,5 \cdot 10^{18}}{8,9 \cdot 10^5} \times 975 \times \frac{1}{10^6} = 2,6 \cdot 10^6 \text{ (ton)}, \text{ dit goed rekenen.}$$

11 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



- voor de pijl juiste weergave van de peptidebindingen 1
- voor en na de pijl juiste weergave van de restgroepen 1
- voor de pijl 2 H₂O en na de pijl juiste weergave van de aminogroepen en de zuurgroepen 1
- voor en na de pijl het begin van het eiwitfragment weergegeven met $\sim\text{N}$ of met $\cdot\text{N}$ of met $-\text{N}$ 1

Indien in een overigens juist antwoord $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ is weergegeven met $-\text{CO}-$ 3

Opmerkingen

- Wanneer de peptidebinding is weergegeven met $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-$, dit goed rekenen.
- Wanneer in een overigens juist antwoord de C/N uiteindes zijn omgewisseld, dit goed rekenen.
- Wanneer na de pijl ~Ala is genoteerd in plaats van de volledige structuurformule van ~Ala, dit niet aanrekenen.

12 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

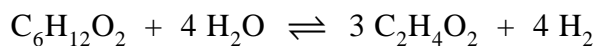
- Suikers, vetzuren en glycerol bevatten alleen C, H en O atomen, dus ze (H₂S en NH₃) zijn gevormd uit aminozuren.
- Aminozuren zijn de enige stoffen die S en N atomen bevatten.

Indien een antwoord is gegeven als: „Eiwitten, want eiwitten zijn de enige stoffen die S en N atomen bevatten” 1

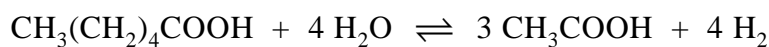
Indien een antwoord is gegeven als: „Aminozuren” 1

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

13 maximumscore 3

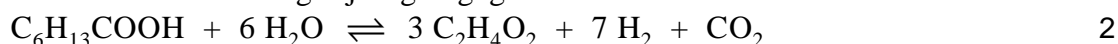


of



- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2/\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ links van het evenwichtsteken en $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2/\text{CH}_3\text{COOH}$ rechts van het evenwichtsteken en C balans juist 1
- H_2O links van het evenwichtsteken en H_2 rechts van het evenwichtsteken en O balans juist 1
- bij juiste stoffen voor en na de pijl de H balans juist 1

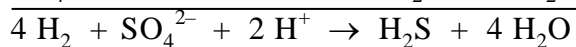
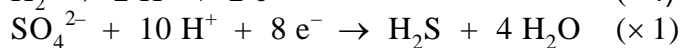
Indien een reactievergelijking is gegeven als



Opmerkingen

- Wanneer in een overigens juist antwoord in plaats van een evenwichtsteken een reactiepijl is gebruikt, dit goed rekenen.
- Wanneer een juist antwoord in structuurformules is weergegeven, dit goed rekenen.

14 maximumscore 2



- juiste vergelijking van de halfreactie van H_2 1
- juiste optelling van beide vergelijkingen van de halfreacties en wegstrepen van H^+ voor en na de pijl 1

Indien slechts een antwoord is gegeven als



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

15 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Uit het diagram blijkt dat (bij gelijke hoeveelheden Na_2S) het proces meer wordt geremd bij lagere pH. In een oplossing met lagere pH is meer H_3O^+ aanwezig. In een oplossing bij lagere pH zal het evenwicht tussen H_2S en HS^- dus meer verschuiven in de richting van H_2S . Dus H_2S remt de methaanvorming het sterkst.

- notie dat uit het diagram blijkt dat (bij gelijke hoeveelheden Na_2S) het proces meer wordt geremd bij lagere pH 1
- notie dat het evenwicht tussen H_2S en HS^- bij lagere pH verschuift in de richting van H_2S 1
- conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: “Uit het diagram blijkt dat (bij gelijke hoeveelheden Na_2S) het proces meer wordt geremd bij lagere pH. In een oplossing met lagere pH is meer H_3O^+ aanwezig. Deze H_3O^+ is ontstaan doordat (het zuur) H_2S veel H^+ heeft afgestaan. Er is dus meer HS^- aanwezig dan H_2S . Dus HS^- remt de methaanvorming het sterkst” 2

16 maximumscore 5

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$\frac{1}{1 + \frac{8,9 \cdot 10^{-8}}{10^{-7,95}}} \times \frac{0,90}{78,045} \times 34,081 = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ (g)}$$

of

$$K_z = \frac{10^{-7,95} \times \left(\frac{0,90}{78,045} - x \right)}{x} \text{ levert } \frac{\frac{0,90}{78,045} \times 10^{-7,95}}{10^{-7,95} + 8,9 \cdot 10^{-8}} \times 34,081 = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ (g)}$$

- berekening van de $[\text{H}_3\text{O}^+]$: $10^{-\text{pH}}$ 1
- juiste evenwichtsvoorwaarde, bijvoorbeeld genoteerd als:

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = K_z \text{ (eventueel reeds gedeeltelijk ingevuld)} \quad 1$$

- uitwerken van de berekening tot $\frac{[\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 7,93$ (eventueel impliciet) en omwerken naar het aandeel H_2S van de totale molariteit 'S':

$$[\text{H}_2\text{S}] = \frac{1}{8,93} \text{ deel van de totale molariteit 'S'} \quad 1$$

- berekening van de totale molariteit 'S' (is gelijk aan het aantal mol Na_2S per liter): 0,90 (g) delen door de molaire massa van Na_2S (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: $78,045 \text{ g mol}^{-1}$) 1
- berekening van het aantal g H_2S per liter: het gevonden aandeel H_2S vermenigvuldigen met de gevonden totale molariteit 'S' en met de molaire massa van H_2S (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: $34,081 \text{ g mol}^{-1}$) 1

of

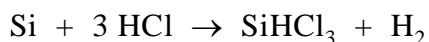
- berekening van de $[\text{H}_3\text{O}^+]$: $10^{-\text{pH}}$ 1
- juiste evenwichtsvoorwaarde, bijvoorbeeld genoteerd als:

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = K_z \text{ (eventueel reeds gedeeltelijk ingevuld)} \quad 1$$

- berekening van het aantal mol Na_2S per liter: 0,90 (g) delen door de molaire massa van Na_2S (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: $78,045 \text{ g mol}^{-1}$) 1
- notie dat in de K_z de $[\text{H}_2\text{S}]$ op x gesteld kan worden en $[\text{HS}^-]$ op "het aantal mol $\text{Na}_2\text{S} - x$ " en uitwerken van x 1
- berekening van het aantal g H_2S per liter: x vermenigvuldigen met de molaire massa van H_2S (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: $34,081 \text{ g mol}^{-1}$) 1

99,99999999% zuiver silicium

17 maximumscore 2



- uitsluitend Si en HCl voor de pijl en uitsluitend SiHCl₃ en H₂ na de pijl 1
- bij juiste stoffen voor en na de pijl juiste coëfficiënten 1

18 maximumscore 2

Een voorbeeld van een goed antwoord is:

(De Si–Cl binding is een polaire atoombinding en de Si–H binding is geen polaire atoombinding). Het siliciumatoom in deze stoffen heeft een 4 omringing/ tetraëderstructuur. Bij SiHCl₃, SiH₂Cl₂ en SiH₃Cl valt het centrum van de partiële ladingen op de chlooratomen niet samen met de partiële lading op het siliciumatoom (en bij SiCl₄ wel). Tussen moleculen SiHCl₃, SiH₂Cl₂ en SiH₃Cl zijn dus dipool-dipoolbindingen aanwezig.

- notie dat het siliciumatoom in deze stoffen een 4 omringing / tetraëderstructuur heeft 1
- notie dat de effecten van de polaire bindingen elkaar niet opheffen bij SiHCl₃, SiH₂Cl₂ en SiH₃Cl en conclusie 1

19 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Bij SiHCl₃, SiH₂Cl₂ en SiH₃Cl zijn behalve de vanderwaalsbinding ook dipool-dipoolbindingen aanwezig. Als tussen moleculen een dipool-dipoolbinding aanwezig is, geeft dat een verhoging van het kookpunt. Als hier de dipool-dipoolbinding bepalend zou zijn voor de hoogte van het kookpunt, zou het kookpunt van de stof SiHCl₃ hoger kunnen zijn dan dat van SiCl₄. De kookpunten nemen echter toe naarmate de molecuulmassa toeneemt. Dat wijst erop dat de vanderwaalsbinding bepalend is voor de hoogte van het kookpunt.

- notie dat stoffen met een dipool-dipoolbinding tussen de moleculen een hoger kookpunt kunnen hebben dan stoffen (met vergelijkbare molecuulmassa) met alleen vanderwaalsbindingen tussen de moleculen 1
- notie dat de kookpunten toenemen naarmate de molecuulmassa toeneemt en conclusie 1

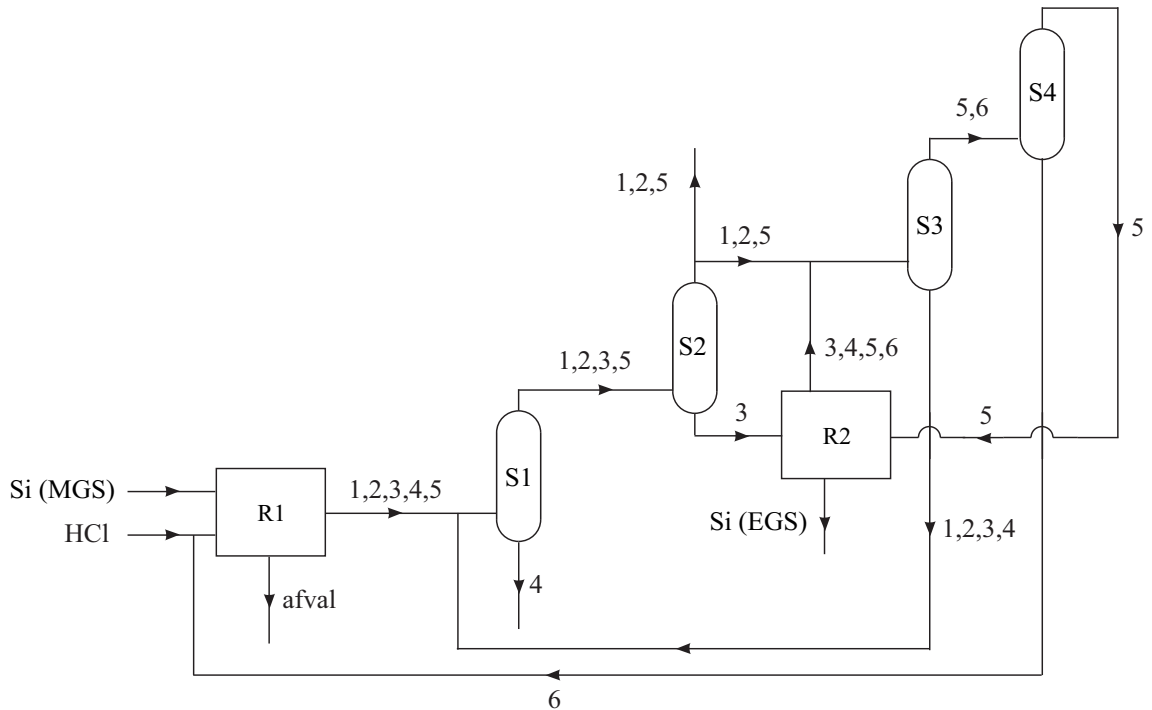
Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 19 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 18, dit niet opnieuw aanrekenen.

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

20 maximumscore 5

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



- uitstroom van 1,2,3,4,5 uit R1 naar S1 en uitstroom van 1,2,3,5 van boven uit S1 1
- uitstroom van 1,2,5 boven uit S2 naar buiten en naar S3 en uitstroom van 3 onder uit S2 1
- uitstroom van 5,6 boven uit S3 en uitstroom van 1,2,3,4 onder uit S3 naar (de instroom van) R1/S1 1
- uitstroom van 5 boven uit S4 naar R2 1
- uitstroom van 6 onder uit S4 naar (de instroom in) R1 1

Indien in een overigens juist antwoord uit het antwoord blijkt dat geen HCl van buiten hoeft te worden aangevoerd 4

Opmerking

Wanneer in een overigens juist antwoord geen enkele spui is aangegeven of een spui op een andere plek is aangegeven, hiervoor geen scorepunt in mindering brengen.

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

21 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De atoomstraal van B (88 pm) is anders/kleiner dan van Si (117 pm), (waardoor de atomen op andere onderlinge afstand komen te liggen dan in zuiver Si.)

Daarnaast heeft Boor covalentie 3 en silicium covalentie 4. (Als een B atoom drie atoombindingen vormt met omringende Si atomen, ontstaan andere bindingshoeken dan in zuiver Si).

- notie dat B een andere/kleinere atoomstraal heeft dan Si (waardoor de atomen op andere onderlinge afstand komen te liggen dan in zuiver Si) 1
- notie dat B een andere covalentie heeft dan Si (waardoor mogelijk andere bindingshoeken in het rooster ontstaan) 1

22 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Een lage waarde van K betekent dat de concentratie van een element in vast silicium laag is vergeleken bij de concentratie in vloeibaar silicium. Koper heeft de laagste waarde van K , dus zal van koper het grootste gedeelte worden verwijderd uit het silicium.

- notie dat een lage waarde van K betekent dat de concentratie van een element in vast silicium laag is vergeleken bij de concentratie in vloeibaar silicium 1
- conclusie 1

23 maximumscore 3

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst $1 \cdot 10^{-7}$ (mol L⁻¹).

$$\frac{\left(\frac{\left(\frac{2,2 \times 10^3}{28,09} \right)}{1,0 \cdot 10^9} \right)}{8 \cdot 10^{-1}} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$$

- omrekening van de dichtheid van silicium naar de molariteit silicium (in zuiver silicium): de dichtheid van Si delen door de molaire massa van Si (via Binas-tabel 99: 28,09 g mol⁻¹) 1
- berekening van de molariteit boor in vast silicium: de molariteit Si delen door $1,0 \cdot 10^9$ 1
- berekening van de molariteit boor in vloeibaar silicium: de molariteit boor in vast Si delen door K 1