

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

De PEF-fles

1 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

In moleculen glucose zijn zes C atomen aanwezig. In moleculen HMF en van alle andere stoffen in het schema zijn ook zes C atomen aanwezig. (Bij de omzettingen worden dus geen C atomen afgesplitst waardoor in de omzettingen geen CO₂ kan vrijkomen.)

- notie dat in moleculen glucose zes C atomen aanwezig zijn 1
- notie dat in moleculen HMF en van alle andere stoffen in het schema ook zes C atomen aanwezig zijn (en conclusie dat geen C atomen worden afgesplitst) 1

2 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:

$$\text{Ethanol uit glucose: } \frac{2 \times 46,1}{180} \times 10^2 = 51,2(\%)$$

$$\text{HMF uit glucose: } \frac{126}{180} \times 10^2 = 70,0(\%)$$

- gebruik van de juiste molaire massa's van HMF en glucose 1
- berekening van de atoomeconomie van de vergisting: de molaire massa van ethanol vermenigvuldigen met 2 en delen door de molaire massa van glucose en vermenigvuldigen met 10²(%) 1
- berekening van de atoomeconomie van de vorming van HMF: de molaire massa van HMF delen door de molaire massa van glucose en vermenigvuldigen met 10²(%) 1

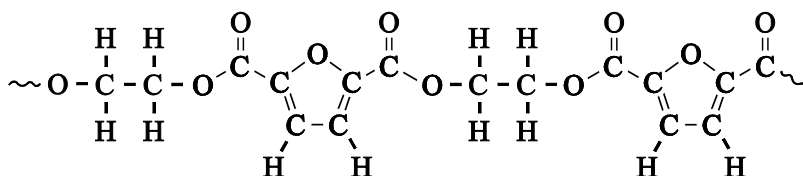
Opmerkingen

- *Fouten in de significantie hier niet aanrekenen.*
- *Wanneer de omrekeningen naar percentages zijn weggelaten, dit niet aanrekenen.*

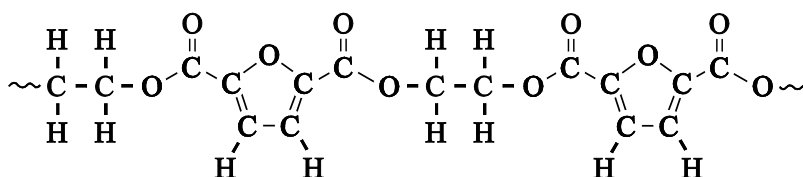
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



of



- de monomeereenheden van ethaan-1,2-diol en FDCA juist en juiste afwisseling van twee monomeereenheden van FDCA en twee monomeereenheden van ethaan-1,2-diol 1
- juiste weergave van de esterbindingen 1
- begin en einde van het fragment weergegeven met $\sim O$ of met $-O$ of met $\cdot O$

respectievelijk met $\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \sim$ of met $\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \cdot$ of met $\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} -$ 1

of

- de monomeereenheden van ethaan-1,2-diol en FDCA juist en juiste afwisseling van twee monomeereenheden van FDCA en twee monomeereenheden van ethaan-1,2-diol 1
- juiste weergave van de esterbindingen 1
- begin en einde van het fragment weergegeven met $\sim \text{CH}_2$ of $-\text{CH}_2$ of $\cdot \text{CH}_2$ respectievelijk met $\text{O} \sim$ of $\text{O} -$ of $\text{O} \cdot$ 1

Opmerking

Wanneer geheel of gedeeltelijk gebruik is gemaakt van juiste schematische structuurformules, dit niet aanrekenen.

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

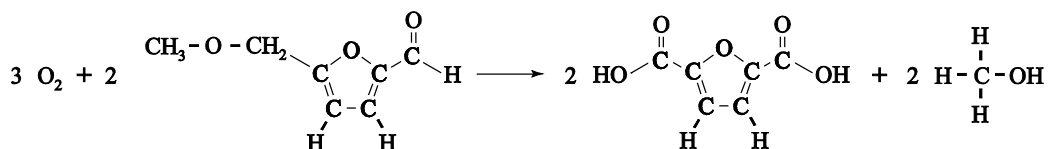
4 **maximumscore 1**
nummer 3

Opmerking

Wanneer als antwoord 'nummer 1' is genoemd, dit goed rekenen.

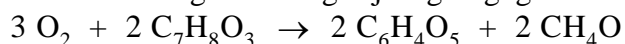
5 **maximumscore 3**

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



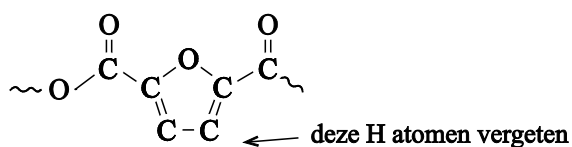
- voor de pijl uitsluitend O₂ en de structuurformule van MMF 1
- na de pijl uitsluitend de structuurformules van FDCA en methanol 1
- bij juiste formules voor en na de pijl juiste coëfficiënten 1

Indien de volgende vergelijking is gegeven: 1



Opmerkingen

- *Wanneer geheel of gedeeltelijk gebruik is gemaakt van juiste schematische structuurformules, dit niet aanrekenen.*
- *Wanneer O₂ is weergegeven met een structuurformule of een onjuiste structuurformule, dit niet aanrekenen.*
- *Wanneer in vraag 3 onderstaande fout is gemaakt in de structuurformule van de monomeereenheid van FDCA*



en in vraag 5 dezelfde fout is gemaakt in de structuurformules van MMF en/of FDCA, dit hier niet aanrekenen.

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

6 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd, per uitgangspunt enkele voorbeeldantwoorden:

Op basis van uitgangspunt 1:

- Als reacties 1+2 worden opgeteld is te zien dat alleen H₂O als bijproduct ontstaat. Bij reacties 1+3 komt ook nog CO₂ vrij. CO₂ is een afvalstof (die bijdraagt aan het versterkte broeikaseffect).
- In het oude proces komt CO₂ vrij. CO₂ is een afvalstof (die bijdraagt aan het versterkte broeikaseffect).
- In reactie 2 komt methanol vrij. Dit is geen afvalstof omdat dit kan worden gebruikt in reactie 1 / kan worden verkocht / kan dienen als brandstof.
- Het rendement van het proces van Avantium is hoger. Dat betekent dat er (meer product en) minder afval wordt geproduceerd.

Op basis van uitgangspunt 2:

- In het oude proces komt CO₂ vrij. Het C atoom van methanol wordt dus niet in het product opgenomen.
- Bij reacties 1+3 komt meer water vrij. De atoomeconomie van reacties 1+2 is dus beter dan die van 1+3.
- Bij reacties 1 en 2 komt alleen H₂O vrij, terwijl bij 1 en 3 ook nog CO₂ vrijkomt. De atoomeconomie van reacties 1+2 is dus beter dan van reacties 1+3.
- Bij reacties 1+3 is meer zuurstof nodig dan bij reacties 1+2. De atoomeconomie van reacties 1+2 is dus beter dan van reacties 1+3.
- Uit de totaalvergelijkingen van de reacties valt op te maken dat bij reacties 1+2 minder grondstof nodig is:
1+2: $C_6H_6O_3 + 1\frac{1}{2} O_2 \rightarrow C_6H_4O_5 + H_2O$
1+3: $C_6H_6O_3 + CH_4O + 3 O_2 \rightarrow C_6H_4O_5 + 3 H_2O + CO_2$.

- een juist argument op basis van uitgangspunt 1 1
- een juist argument op basis van uitgangspunt 2 1

Opmerking

Wanneer als argument op basis van uitgangspunt 1 is geantwoord dat bij reacties 1+3 meer water (als afval) vrijkomt, dit als argument goed rekenen.

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

7 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Bij de vorming van biomassa is kort geleden (tijdens de fotosynthese) CO₂ vastgelegd. Als PEF wordt verbrand, komt deze CO₂ weer vrij (waardoor de verbranding van PEF geen bijdrage levert aan het versterkte broeikas effect). PET is geheel geproduceerd op basis van aardolie. Als PET wordt verbrand, komt CO₂ vrij die lang geleden is vastgelegd.

- notie dat bij de verbranding van PEF CO₂ vrijkomt die kort geleden is vastgelegd 1
- notie dat bij verbranding van PET CO₂ vrijkomt die lang geleden is vastgelegd 1

Opmerking

Wanneer het volgende antwoord is gegeven: 'De CO₂-uitstoot van PEF is (uiteindelijk) afkomstig uit de korte koolstofkringloop en de CO₂-uitstoot van PET niet', dit goed rekenen.

8 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$4,4 - \left(\frac{10^6}{192} \times 10 \times \frac{44,0}{10^6} \right) = 2,1 \text{ (ton)}$$

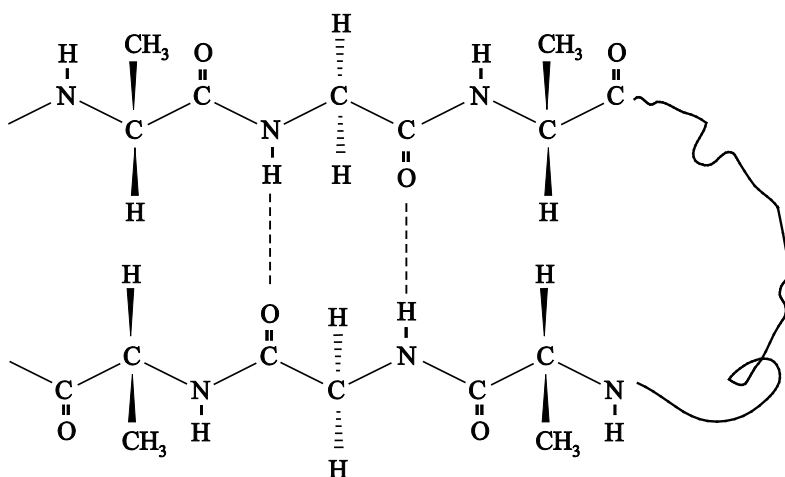
- berekening van het aantal mol PET-eenheden per ton PET: 10⁶ (g ton⁻¹) delen door de molaire massa van de repeterende eenheid van PET 1
- berekening van het aantal ton CO₂ dat vrijkomt bij de verbranding van 1 ton PET: het aantal mol PET-eenheden vermenigvuldigen met 10 en met de molaire massa van CO₂ en delen door 10⁶ (ton g⁻¹) 1
- berekening van het aantal ton CO₂ dat bij het productieproces en het transport van 1 ton PET vrijkomt: 4,4 (ton) verminderen met het aantal ton CO₂ dat per ton PET bij de verbranding vrijkomt 1

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

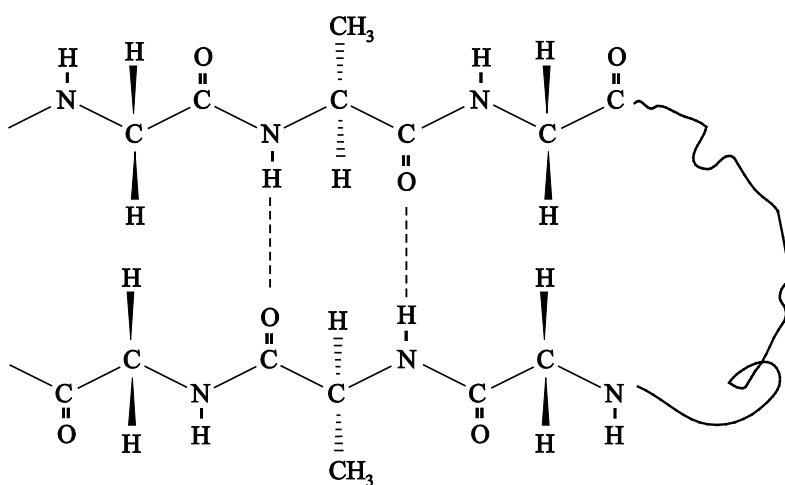
Zijde verven

9 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:






of



- in de structuur de afwisseling van Gly en Ala aangegeven door de ontbrekende H atomen en CH₃ groepen juist weer te geven 1
- alle aan de N atomen ontbrekende H atomen en alle ontbrekende dubbelgebonden O atomen weergegeven 1
- de oriëntatie van de NH en CO groepen juist weergegeven 1
- tenminste twee waterstofbruggen juist aangegeven 1

Opmerkingen

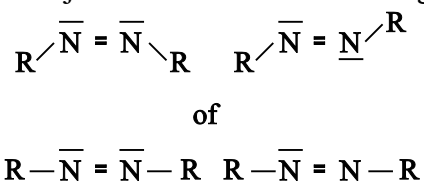
- Wanneer CH₃ groepen ‘naar binnen toe’ zijn weergegeven, dit niet aanrekenen.
- Wanneer, behalve juiste waterstofbruggen, ook onjuiste waterstofbruggen zijn weergegeven, de vierde deelscore niet toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores
10	<p>maximumscore 2</p> <p>Voorbeelden van juiste redenen (twee van de volgende):</p> <ul style="list-style-type: none"> – De β-platen hebben een groot contact-oppervlak. – De β-platen hebben een grote massa / zijn grote moleculen. – De onderlinge afstand tussen de β-platen is klein. – De ketens zijn compact gestapeld / passen precies op elkaar / hebben een regelmatige opbouw. 	
	per juiste reden	1
11	<p>maximumscore 2</p> <p>Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd: In figuur 1.2 is te zien dat op één β-plaat de CH_3 groepen / de restgroepen van Ala telkens naar boven steken. De CH_3 restgroepen nemen meer ruimte in (tussen de β-platen) dan de H atomen / dan de restgroepen van Gly. De twee verschillende tussenafstanden tussen de β-platen ontstaan doordat de β-platen zo zijn gestapeld dat de CH_3 groepen van opeenvolgende β-platen telkens naar elkaar wijzen (en de H atomen ook telkens naar elkaar wijzen).</p> <ul style="list-style-type: none"> • de CH_3 groepen / de restgroepen van Ala meer ruimte innemen (tussen de β-platen) dan de H atomen / dan de restgroepen van Gly • notie dat de β-platen zo zijn gestapeld dat de CH_3 groepen van opeenvolgende β-platen telkens naar elkaar wijzen (en de H atomen ook telkens naar elkaar wijzen) 	1 1
	<p>Indien een antwoord is gegeven als: ‘In figuur 1.1 is te zien dat de platen zijn gestapeld als , waar de afstand tussen de platen klein is. Als de platen zijn gestapeld als , is de afstand tussen de platen groter.’</p>	1
	<p>Indien een antwoord is gegeven als: ‘Als de platen zijn gestapeld als , zitten de platen telkens dicht bij elkaar en dan weer verder weg.’</p>	0

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

12 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:



Er is geen vrije draaibaarheid rond de N=N binding. / De N=N binding is star (en aan elk N atoom zijn twee ongelijke groepen gebonden waardoor van azoverbindingen *cis*- en *trans*-vormen voorkomen).

- een *cis*- en een *trans*-vorm weergegeven van een deeltje R-N=N-R 1
- de stikstofatomen voldoen aan de oktetregel 1
- er is geen vrije draaibaarheid rond de N=N binding / de N=N binding is star 1

Opmerking

Wanneer bij de groep(en) R ook niet-bindende elektronenparen zijn weergegeven, dit niet aanrekenen.

13 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Een hoge waarde van K_v geeft aan dat de kleurstof beter oplost in octaan-1-ol dan in water. D6 is meer hydrofoob doordat in het molecuul geen (negatief) geladen groepen / SO_3^- groepen aanwezig zijn.

- notie dat een hoge waarde van K_v aangeeft dat de kleurstof beter oplost in octaan-1-ol dan in water 1
- notie dat D6 meer hydrofoob is doordat in het molecuul geen (negatief) geladen groepen / SO_3^- groepen aanwezig zijn 1

Opmerking

Wanneer het volgende antwoord is gegeven: 'Een hoge waarde van K_v geeft aan dat de kleurstof beter oplost in octaan-1-ol dan in water. D6 is meer hydrofoob doordat in het molecuul minder OH groepen aanwezig zijn / doordat het molecuul minder waterstofbruggen kan vormen.', dit goed rekenen.

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

14 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Stof D5. Van de cocons wordt alleen de fibroïne gebruikt. Omdat fibroïne hydrofoob is, is de meest hydrofobe kleurstof het meest geschikt. Uit de tabel blijkt dat D5 de hoogste waarde van K_v heeft / het meest hydrofoob is.

- notie dat het gehalte in de fibroïne-vezels van belang is en dat fibroïne hydrofoob is 1
- consequente conclusie 1

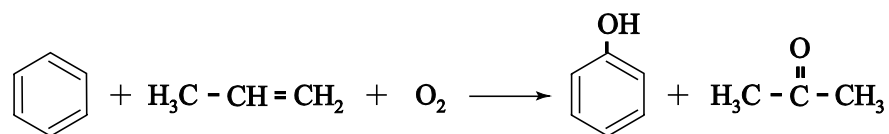
Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 14 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 13, dit niet aanrekenen.

Fenolproductie

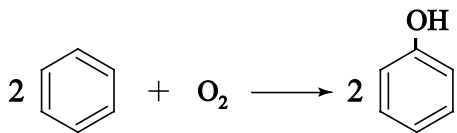
15 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



- voor de pijl uitsluitend de structuurformules van benzeen en propen en de formule van zuurstof 1
- na de pijl uitsluitend de structuurformules van fenol en propanon en de atoombalans juist 1

Indien het volgende antwoord is gegeven 1



Indien in een overigens juist antwoord H_2SO_4 voor en na de pijl is genoteerd 1

Opmerkingen

- Wanneer geheel of gedeeltelijk gebruik is gemaakt van juiste schematische structuurformules, dit niet aanrekenen.
- Wanneer O_2 is weergegeven met een structuurformule of een onjuiste structuurformule, dit niet aanrekenen.
- Wanneer in een overigens juist antwoord H_2SO_4 boven de pijl is genoteerd, dit niet aanrekenen.

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

16 maximumscore 1

Voorbeelden van een juiste verklaring zijn:

- De reacties die leiden tot nevenproducten hebben mogelijk een hoge activeringsenergie. (Als de activeringsenergie hoog is, is een hogere temperatuur nodig om de reactie te laten verlopen.)
- De nevenproducten worden mogelijk in een evenwicht gevormd dat bij lage temperatuur aan de exotherme kant ligt / dat bij hoge temperatuur naar de endotherme kant verschuift.
- De reacties die leiden tot nevenproducten zijn mogelijk endotherm.
- Bij hoge temperatuur kunnen de reactieproducten ontleden / met elkaar reageren.
- Bij hoge temperatuur verlopen reacties sneller, die anders te langzaam zijn om een product van enig belang te kunnen produceren.

17 maximumscore 2

Voorbeelden van juiste redenen zijn (twee van de volgende):

- Het toegevoegde propanon zorgt voor koeling / neemt warmte op.
- Door het toevoegen van propanon wordt het reactiemengsel verdund (waardoor het mengsel minder opwarmt).
- Door het toevoegen van propanon daalt de reactiesnelheid (waardoor per tijdseenheid minder warmte ontstaat).
- De reactie in R3 is mogelijk een evenwicht. Door propanon toe te voegen verschuift het evenwicht naar links. Dit is de endotherme reactie, waardoor warmte wordt opgenomen.

per juiste reden

1

Opmerking

Wanneer de volgende reden is gegeven: 'Door het toevoegen van propanon wordt het massapercentage van het explosiegevaarlijke CHP verlaagd.', deze reden goed rekenen.

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

18 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{1,0 \cdot 10^6 \times \frac{82,5}{10^2}}{152} \times (1,50 - 1,00) \times \frac{58,1}{10^6} = 0,16 \text{ (ton)}$$

- berekening van het aantal mol CHP per ton mengsel bij de instroom in R3: 1,0 (ton) vermenigvuldigen met 10^6 (g ton^{-1}) vermenigvuldigen met 82,5(%) en delen door 10^2 (%) en delen door 152 (g mol^{-1}) 1
- notie dat een halve mol propanon per mol CHP aan de instroom van R3 moet worden toegevoegd (omdat in R3 1 mol propanon wordt gevormd per mol fenol) 1
- berekening van de massa toegevoegde propanon: het aantal mol CHP vermenigvuldigen met het berekende aantal mol propanon per mol CHP dat moet worden toegevoegd en vermenigvuldigen met 58,1 (g mol^{-1}) en de uitkomst delen door 10^6 (g ton^{-1}) 1

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

19 maximumscore 3

Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

$$- \frac{1 \times 2,4 \times 7,3}{252 \cdot 10^3} \times 152 \times 10^2 = 1,1(\%). \text{ Het bepaalde massapercentage is}$$

lager dan 2%, dus er is geen explosiegevaar.

$$- \frac{2}{152} \times 252 \cdot 10^3 = 14(^{\circ}\text{C}). \text{ Deze temperatuurstijging is hoger dan}$$

gemeten, dus er is geen explosiegevaar.

- berekening van de vrijkomende energie, bijvoorbeeld in joule per gram reactiemengsel: 1 (g) vermenigvuldigen met 2,4 ($\text{J g}^{-1} \text{K}^{-1}$) en met 7,3 (K) 1
- berekening van het aantal mol CHP: de vrijgekomen energie delen door $252 \cdot 10^3$ (J mol^{-1}) 1
- berekening van het massapercentage CHP en consequente conclusie: het aantal mol CHP vermenigvuldigen met 152 (g mol^{-1}) en delen door 1 (g) (eventueel impliciet) en vermenigvuldigen met $10^2(\%)$ en consequente conclusie 1

of

- berekening van het aantal mol CHP dat maximaal aanwezig mag zijn, bijvoorbeeld per 100 gram reactiemengsel: 2 (g) delen door 152 (g mol^{-1}) 1
- berekening van de energie die vrijkomt: het aantal mol CHP vermenigvuldigen met $252 \cdot 10^3$ (J mol^{-1}) 1
- berekening van de maximaal toegestane temperatuurstijging en consequente conclusie: de vrijgekomen energie delen door 100 (g) en door 2,4 ($\text{J g}^{-1} \text{K}^{-1}$) en consequente conclusie 1

Opmerking

De significantie in deze vraag niet beoordelen.

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

20 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Uit het blokschema blijkt dat zwavelzuur wordt gescheiden van cumeen, fenol en propanon. De temperatuur moet dus hoger zijn dan $182\text{ }^{\circ}\text{C}$, want dat is hoger dan de kookpunten van cumeen, fenol en propanon. De temperatuur moet lager zijn dan $330\text{ }^{\circ}\text{C}$ / het kookpunt van zwavelzuur.

- notie dat zwavelzuur wordt afgescheiden in S2 1
- noemen van de relevante kookpunten 1

Indien juiste waardes zijn gegeven zonder uitleg 1

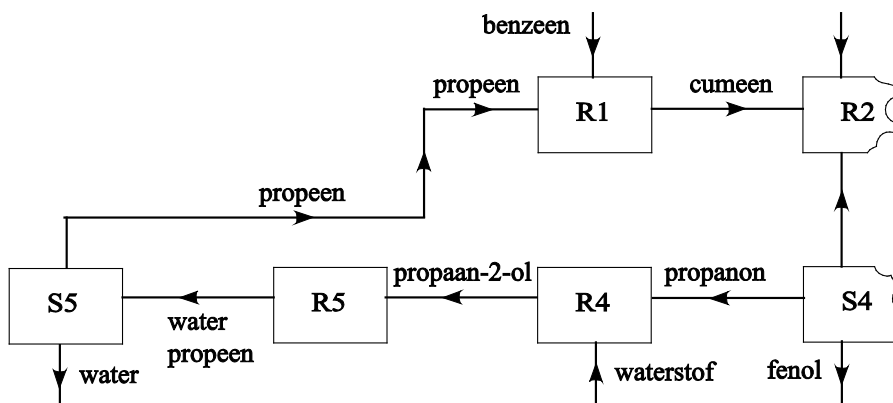
Opmerking

Wanneer in een overigens juiste redenering de waardes $183\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $329\text{ }^{\circ}\text{C}$ als grenzen zijn vermeld, dit niet aanrekenen.

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

21 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



- uit het antwoord moet blijken dat propaan-2-ol ontstaat bij de additie van waterstof aan propanon 1
- een reactor R4 weergegeven aansluitend op de uitstroom van propanon uit S4 en instroom van waterstof van buiten in R4 en uitstroom van het reactieproduct uit R4 naar R5 1
- een reactor R5 weergegeven met uitstroom van water en propeen naar een scheidingsruimte (S5) en uitstroom uit S5 van water naar buiten en een stroom van propeen uit S5 naar R1 1
- uit het antwoord moet blijken dat geen propeen van buiten hoeft te worden aangevoerd en dat geen propeen wordt afgevoerd naar buiten 1

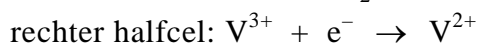
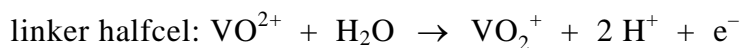
Opmerkingen

- Wanneer behalve de instroom van propeen in R1 uit S5 ook nog een instroom van buiten is weergegeven dit niet aanrekenen, mits elders in het blokschema een (gedeeltelijke) uitstroom van propanon is aangegeven.
- Wanneer in het antwoord bij vraag 15 de structuurformule van propanal is gegeven en in vraag 21 bij de uitstroom van R4 naar R5 propaan-1-ol is aangegeven, dit hier niet aanrekenen.

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

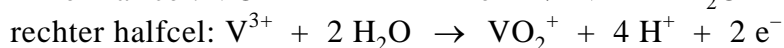
Fotonenboer

22 maximumscore 4



- in de vergelijking van de linker halfcel VO^{2+} en H_2O links van de pijl en VO_2^+ rechts van de pijl 1
- in de vergelijking van de linker halfcel $\text{H}^+ / \text{H}_3\text{O}^+$ rechts van de pijl en H balans juist 1
- in de vergelijking van de rechter halfcel V^{3+} links van de pijl en V^{2+} rechts van de pijl 1
- in beide vergelijkingen elektronen aan de juiste kant van de pijl en ladingsbalans juist 1

Indien het volgende antwoord is gegeven: 2



Opmerking

Wanneer vergelijkingen zijn gegeven, die gelden voor de stroomlevering, hiervoor maximaal 3 scorepunten toekennen.

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

23 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Tijdens het opladen verandert de totale lading van de positieve ionen in de linker halfcel van 2+ naar 3+. In de rechter halfcel verandert de lading van 3+ naar 2+. Omdat beide oplossingen neutraal moeten blijven, moeten positieve ionen van de linker naar de rechter halfcel worden getransporteerd. Omdat alleen H^+ ionen het membraan kunnen passeren, zullen deze van links naar rechts bewegen.

- notie dat elektroneutraliteit moet gelden 1
- consequente conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: 'In de linker halfcel ontstaan H^+ ionen, dus de H^+ ionen bewegen van links naar rechts.'

1

Opmerkingen

- *Wanneer een antwoord is gegeven als: 'Tijdens het opladen bewegen de elektronen van links naar rechts, dus de H^+ ionen bewegen van links naar rechts.', dit goed rekenen.*
- *Wanneer een onjuist antwoord op vraag 23 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 22, dit niet aanrekenen.*

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

24 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{\left(\frac{100 \times 3,6 \cdot 10^6 \times \frac{10^2}{67} \times 1}{1,35 \cdot 10^5} \right)}{1,7} \times 10^{-3} = 2,3(\text{m}^3)$$

- berekening van de hoeveelheid chemische energie in de VRFB: 100 (kWh) vermenigvuldigen met $3,6 \cdot 10^6$ (J kWh⁻¹) en met 10²(%) en delen door 67(%) 1
- omrekening van de chemische energie naar het aantal mol vanadiumionen: de hoeveelheid chemische energie delen door $1,35 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) en vermenigvuldigen met 1 (eventueel impliciet) 1
- berekening van het totale volume vloeistof: het aantal mol vanadiumionen delen door 1,7 (mol L⁻¹) en vermenigvuldigen met 10⁻³ (m³ L⁻¹) 1

Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 24 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 22, dit niet aanrekenen.

25 maximumscore 3

of



- links van de pijl uitsluitend VO₂⁺ en H₂O 1
- rechts van de pijl uitsluitend V₂O₅·3H₂O en H₃O⁺/H⁺ 1
- bij juiste formules voor en na de pijl juiste coëfficiënten 1

26 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Bij een hogere concentratie vanadiumionen zijn er per seconde meer (effectieve) botsingen (op het oppervlak van de elektroden). Hierdoor worden (per seconde) meer elektronen opgenomen/afgestaan (waardoor de maximale stroomsterkte toeneemt).

- notie dat het aantal (effectieve) botsingen per seconde toeneemt (als de concentratie vanadiumionen toeneemt) 1
- notie dat (per seconde) meer elektronen worden opgenomen/afgestaan (waardoor de maximale stroomsterkte toeneemt) 1

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

27 maximumscore 2

*Opmerking**De rij 'de tanks vergroten' niet beoordelen.*

Aanpassing VRFB	veroorzaakt een toename van de	
	opslag-capaciteit (J)	stroomsterkte ($C s^{-1}$)
de concentratie vanadiumionen verhogen	X	X
meerdere elektrochemische cellen aansluiten op dezelfde tanks		X
de tanks vergroten		
membranen gebruiken die de ionenstroom beter doorlaten		X
poreuze elektrodes gebruiken voor een groter contactoppervlak		X

indien drie rijen juist ingevuld

2

indien twee rijen juist ingevuld

1

in alle andere gevallen

0

*Opmerking**Wanneer in de tabel bijvoorbeeld mintekens zijn opgenomen in plaats van lege plekken, dit niet aanrekenen.*

Toelichting op het vervallen van de rij 'de tanks vergroten':

Het is mogelijk dat een kandidaat de aanpassing 'de tanks vergroten' verkeerd interpreteert. Wanneer de interpretatie is 'alleen het volume van de tanks neemt toe, maar niet het volume van de vloeistof', zou de kandidaat onnodig een scorepunt missen.