

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:

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

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

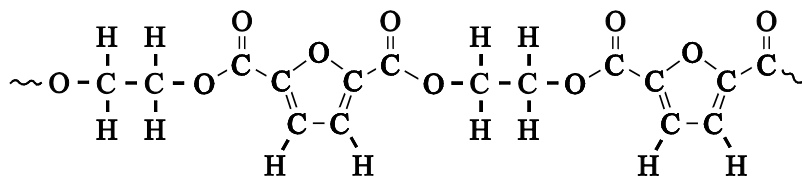
- gebruik van de juiste molaire massa's van HMF en glucose 1
- berekening van de atoomeconomie van de vergisting: de molaire massa van ethanol vermenigvuldigen met 2 en delen door de molaire massa van glucose en vermenigvuldigen met 10²(%) 1
- berekening van de atoomeconomie van de vorming van HMF: de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

Opmerkingen

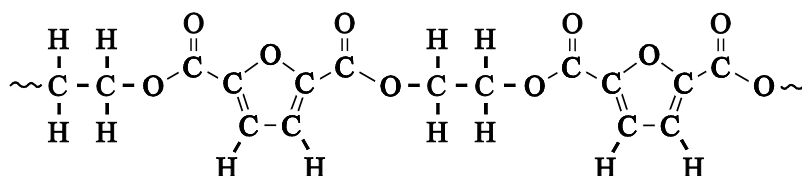
- *Fouten in de significantie hier niet aanrekenen.*
- *Wanneer de omrekeningen naar percentages zijn weggelaten, dit niet aanrekenen.*

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 $\overset{O}{\parallel}C\sim$ of met $\overset{O}{\parallel}C\cdot$ of met $\overset{O}{\parallel}C-$ 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 $\sim CH_2$ of $-CH_2$ of $\cdot CH_2$ respectievelijk met $O\sim$ of $O-$ of $O\cdot$ 1

Opmerking

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

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

4 maximumscore 1

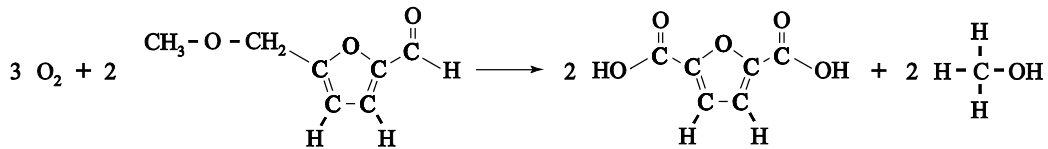
nummer 3

Opmerking

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

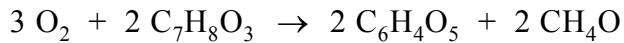
5 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



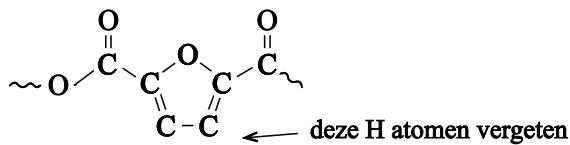
- voor de pijl uitsluitend O₂ en de structuurformule van MMF 1
- na de pijl uitsluitend de structuurformules van FDCA en methanol 1
- bij juiste formules voor en na de pijl juiste coëfficiënten 1

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.

6 maximumscore 2

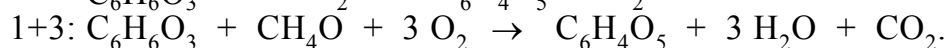
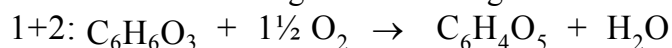
Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd, per uitgangspunt enkele voorbeeldantwoorden:

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 atomeconomie 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 atomeconomie 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 atomeconomie 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:



- 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 broeikaseffect). 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