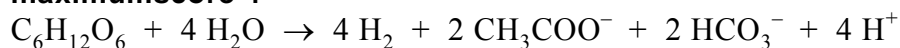


## Beoordelingsmodel

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

### Duurzame productie van waterstof uit afvalwater

**1 maximumscore 4**



- molverhouding  $\text{CH}_3\text{COO}^- : \text{HCO}_3^- = 1 : 1$  en C balans juist 1
- coëfficiënt voor  $\text{H}^+$  gelijk aan de som van de coëfficiënten voor  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  en  $\text{HCO}_3^-$  1
- O balans juist 1
- H balans juist 1

**2 maximumscore 4**

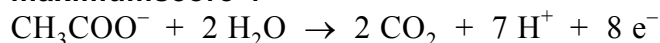
Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{5,0 \times 250}{180,2} \times 12 \times \frac{15}{10^2} \times 2,45 \cdot 10^{-2} \times 10^3 = 3,1 \cdot 10^2 \text{ (dm}^3\text{)}$$

- berekening van het aantal mol glucose in 5,0 L glucose-oplossing: 5,0 (L) vermenigvuldigen met 250 ( $\text{g L}^{-1}$ ) en delen door de massa van een mol glucose (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 180,2 g) 1
- omrekening van het aantal mol glucose in 5,0 L glucose-oplossing naar het maximale aantal mol waterstof dat kan ontstaan: vermenigvuldigen met 12 1
- omrekening van het maximale aantal mol waterstof dat kan ontstaan naar het aantal mol waterstof dat ontstaat: vermenigvuldigen met 15 en delen door  $10^2$  1
- omrekening van het aantal mol waterstof dat ontstaat naar het aantal  $\text{dm}^3$ : vermenigvuldigen met  $V_m$  (bijvoorbeeld via Binas-tabel 7:  $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ ) en met  $10^3 \text{ (dm}^3 \text{ m}^{-3}\text{)}$  1

Indien in een overigens juist antwoord gebruik is gemaakt van een andere waarde voor het aantal L van een mol gas 3

**3 maximumscore 4**



- $\text{CH}_3\text{COO}^-$  voor de pijl en  $\text{CO}_2$  na de pijl 1
- $\text{H}_2\text{O}$  voor de pijl en  $\text{H}^+$  na de pijl 1
- $\text{e}^-$  na de pijl 1
- juiste coëfficiënten 1

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

**4 maximumscore 1**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Met biogekatalyseerde elektrolyse wordt tegelijkertijd afvalwater gezuiverd van organische vervuiling.
- Bij biogekatalyseerde elektrolyse kan afvalwater gebruikt worden. Dat is goedkoper dan (ge)zuiver(d) water.

Indien slechts een antwoord is gegeven als: „Het is beter voor het milieu.” 0

Indien een antwoord is gegeven als: „Het gaat sneller door de (bio)katalysator.” 0

Indien een antwoord is gegeven als: „Het rendement is hoger.” 0

## Lithiumbatterijen

**5 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Er is  $\frac{1}{6,941} \times 1 = 0,144$  mol  $e^-$  per gram Li en

$\frac{1}{9,012} \times 2 = 0,222$  mol  $e^-$  per gram Be, dus de elektrochemische capaciteit van beryllium is groter.

of

Eén mol lithium kan één mol elektronen leveren en één mol beryllium kan twee mol elektronen leveren. De massa van 1 mol lithium is 6,941 g en van 1 mol beryllium is 9,012 g. 1 gram beryllium kan dus meer elektronen leveren dan 1 gram lithium, dus de elektrochemische capaciteit van beryllium is groter.

- notie dat de massa van 1 mol Li 6,941 g bedraagt en dat de massa van 1 mol Be 9,012 g bedraagt 1
- notie dat 1 mol lithium 1 mol elektronen afgeeft en 1 mol beryllium 2 mol elektronen afgeeft 1
- conclusie dat Be de grootste elektrochemische capaciteit heeft 1

*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als: „Lithium en beryllium staan naast elkaar in het periodiek systeem en zullen dus niet veel schelen in atoommassa, maar lithium staat per atoom 1 elektron af en beryllium 2. De elektrochemische capaciteit van beryllium is dus groter.”, dit goed rekenen.*

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

**6 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

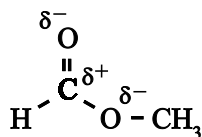
(De oxidator) water staat hoger in tabel 48 dan (de reductor) lithium. Ze zullen dus met elkaar reageren. Dat is gevaarlijk omdat dan waterstofgas ontstaat. Hierdoor kan de batterij ontploffen/openscheuren. / Het is gevaarlijk omdat er een brandbaar gas ( $H_2$ ) ontstaat. / Het is gevaarlijk omdat er een basische/bijtende oplossing van LiOH ontstaat.

- notie dat (de oxidator) water met (de reductor) lithium reageert 1
- vermelding dat daarbij waterstofgas/LiOH ontstaat 1
- conclusie dat de batterij kan ontploffen/openscheuren / een brandbaar gas ontstaat / een bijtende oplossing ontstaat 1

Indien een antwoord is gegeven als: „(De oxidator) water staat hoger in tabel 48 dan (de reductor) lithium. Ze zullen dus met elkaar reageren. Dat is gevaarlijk omdat dit een exotherme reactie is. De temperatuur van de batterij zal sterk oplopen.” 2

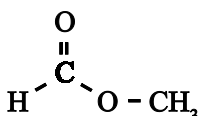
## 7 maximumscore 4

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



De zwaartepunten van de  $\delta^-$  en de  $\delta^+$  vallen niet samen, dus is methylmethanoaat polair / het molecuul een dipoolmolecuul.

of



Het molecuul bevat polaire atoombindingen (C=O en C-O). Door de verschillende richtingen van de dipoolmomenten heffen deze elkaar niet op. Dus is het een polaire stof / is het een dipoolmolecuul.

- in de structuurformule juiste esterbinding 1
- van methylmethanoaat de rest van de structuurformule juist 1
- notie dat het molecuul polaire atoombindingen bevat 1
- notie dat de zwaartepunten van de  $\delta^-$  en de  $\delta^+$  niet samenvallen / de dipoolmomenten elkaar niet opheffen en conclusie 1

Indien in een overigens juist antwoord is vermeld dat de polaire atoombindingen elkaar niet opheffen 3

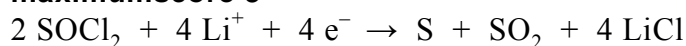
Indien bij een juiste structuurformule een uitleg is gegeven als: „Het molecuul is niet symmetrisch, dus is het een polaire stof / is het een dipoolmolecuul.” 3

Indien in een overigens juist antwoord in de structuurformule van methylmethanoaat slechts éénmaal een  $\delta^-$  is aangegeven 3

Indien in een overigens juist antwoord de structuurformule van een andere stof is gegeven, zoals methaanzuur of ethaanzuur 2

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

**8 maximumscore 3**



- $\text{SOCl}_2$  voor de pijl en S en  $\text{SO}_2$  na de pijl 1
- $\text{Li}^+$  voor de pijl en LiCl na de pijl 1
- $\text{e}^-$  voor de pijl en juiste coëfficiënten 1

**9 maximumscore 5**

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{\frac{0,435 \times 0,534}{6,941} \times 1 \times 9,64853 \cdot 10^4}{10 \cdot 10^{-6}} \times \frac{80}{10^2} \times \frac{1}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 8,2 \text{ (jaar)}$$

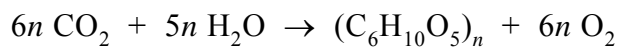
- berekening van het aantal mol Li in  $0,435 \text{ cm}^3$  Li:  $0,435 \text{ (cm}^3)$  vermenigvuldigen met de dichtheid van Li ( $0,534 \text{ g cm}^{-3}$ ) en delen door de massa van een mol Li (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99:  $6,941 \text{ g}$ ) 1
- berekening van het theoretisch aantal coulomb: het aantal mol Li vermenigvuldigen met 1 (eventueel impliciet) en vermenigvuldigen met  $9,64853 \cdot 10^4 \text{ (C mol}^{-1})$  1
- berekening van het aantal seconden dat de batterij stroom kan leveren: het theoretisch aantal coulomb delen door de stroomsterkte ( $10 \cdot 10^{-6} \text{ C s}^{-1}$ ) 1
- berekening van het aantal seconden dat de batterij tot vervanging stroom kan leveren: het aantal seconden dat de batterij stroom kan leveren vermenigvuldigen met 80 en delen door  $10^2(\%)$  1
- berekening van het aantal jaar dat de batterij tot vervanging stroom kan leveren: het aantal seconden delen door 365 ( $\text{dag jaar}^{-1}$ ) en door 24 ( $\text{uur dag}^{-1}$ ) en door 60 ( $\text{min uur}^{-1}$ ) en door 60 ( $\text{sec min}^{-1}$ ) 1

*Opmerkingen*

- *Wanneer voor het aantal dagen in een jaar de waarde 365,25 of 366 is gebruikt, dit goed rekenen.*
- *Wanneer voor het aantal seconden in een jaar de waarde  $3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$  is gebruikt, dit goed rekenen.*

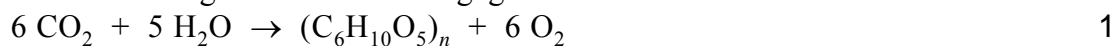
## Accoya®

### 10 maximumscore 3



- $\text{CO}_2$  en  $\text{H}_2\text{O}$  voor de pijl en  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  en  $\text{O}_2$  na de pijl 1
- bij juiste formules voor en na de pijl C balans in orde 1
- bij juiste formules voor en na de pijl H balans en O balans in orde 1

Indien het volgende antwoord is gegeven:



Indien het volgende antwoord is gegeven :

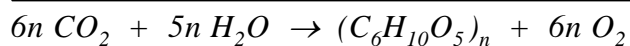
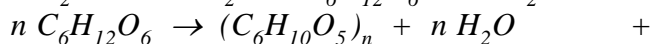
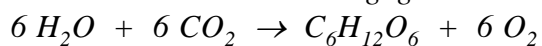


Indien het volgende antwoord is gegeven:



*Opmerking*

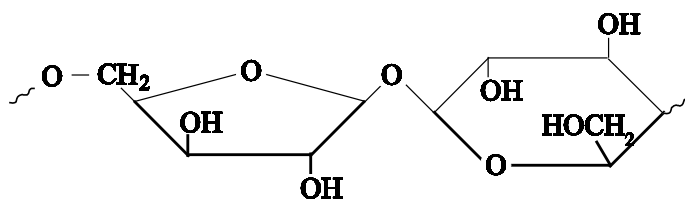
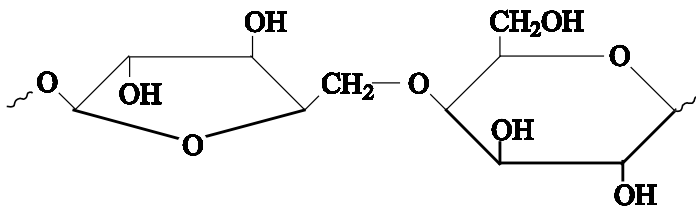
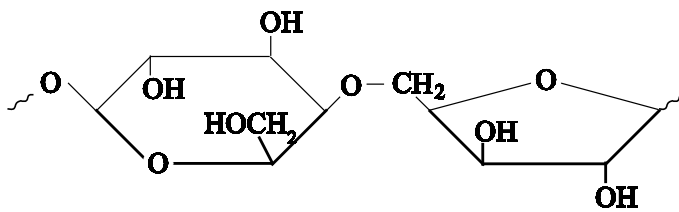
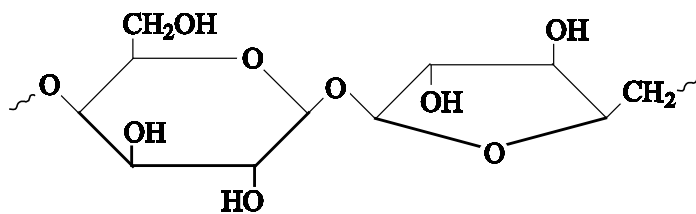
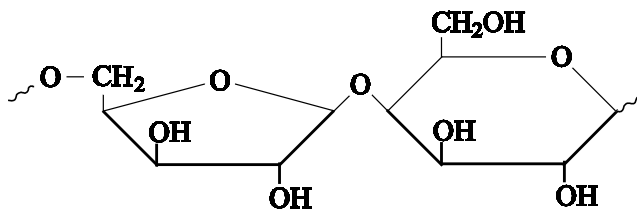
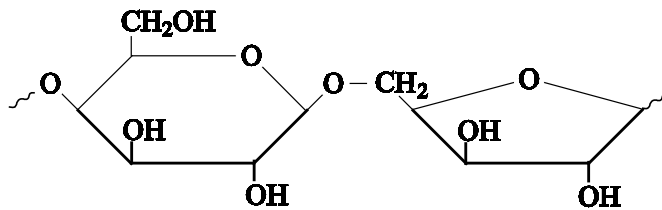
*Wanneer een antwoord is gegeven als*



*dit goed rekenen.*

11 maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

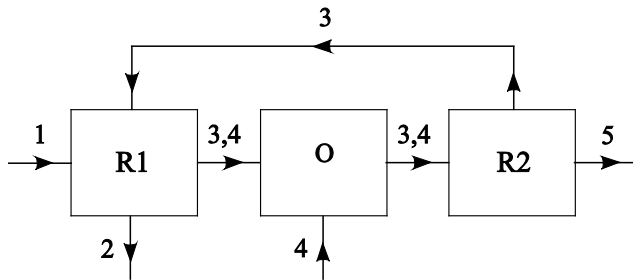


Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

- plaatsing van de OH groep aan het C atoom met nummer 3 van de xylose-eenheid juist 1
- koppeling tussen het C atoom met nummer 1 van de galactose-eenheid en het C atoom met nummer 1 van de xylose-eenheid juist  
of  
koppeling tussen het C atoom met nummer 4 van de galactose-eenheid en het C atoom met nummer 1 van de xylose-eenheid juist  
of  
koppeling tussen het C atoom met nummer 1 van de galactose-eenheid en het C atoom met nummer 5 van de xylose-eenheid juist  
of  
koppeling tussen het C atoom met nummer 4 van de galactose-eenheid en het C atoom met nummer 5 van de xylose-eenheid juist 1
- rest van de structuurformule, inclusief uiteinden, juist 1

**12 maximumscore 4**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- blok R1 met instroom van 1, uitstroom van 2 1
- blok O met instroom van 3 en 4 uit R1 en instroom van 4 (van buiten) 1
- blok R2 met instroom van 3 en 4 uit O en uitstroom van 5 (naar buiten) 1
- stroom van 3 uit R2 naar R1 1

*Opmerking*

*Wanneer in een overigens juist antwoord de pijlen voor de gemengde stofstroom 3,4 tussen R1 en O en/of tussen O en R2 als afzonderlijke pijlen voor stof 3 en stof 4 zijn getekend, dit goed rekenen.*



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

**13 maximumscore 5**

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{30 \times 0,63 \cdot 10^3 \times 10^{-3} \times \frac{65}{10^2}}{162,1} \times 3 \times \frac{95}{10^2} \times 60,05 = 13 \text{ (ton)}$$

- berekening van het aantal ton cellulose in 30 m<sup>3</sup> hout: 30 (m<sup>3</sup>)  
vermenigvuldigen met 0,63 · 10<sup>3</sup> (kg m<sup>-3</sup>) en met 10<sup>-3</sup> (ton m<sup>-3</sup>) en met 65(%) en delen door 10<sup>2</sup>(%) 1
- omrekening van het aantal ton cellulose naar het aantal Mmol cellulose-eenheden: delen door de massa van een Mmol cellulose-eenheden (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 162,1 ton) 1
- omrekening van het aantal Mmol cellulose-eenheden naar het aantal Mmol vrije OH groepen: vermenigvuldigen met 3 1
- omrekening van het aantal Mmol vrije OH groepen naar het benodigde aantal Mmol azijnzuur (is gelijk aan het aantal Mmol OH groepen dat reageert): vermenigvuldigen met 95(%) en delen door 10<sup>2</sup>(%) 1
- omrekening van het benodigde aantal Mmol azijnzuur naar het aantal ton azijnzuur: vermenigvuldigen met de massa van een Mmol azijnzuur (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 60,05 ton) 1

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

**14 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Om dezelfde kwaliteit hout te verkrijgen, is evenveel azijnzuur nodig, omdat elke omgezette OH groep met één molecuul azijnzuur heeft gereageerd en het aantal omgezette OH groepen hetzelfde is.
- In R1 reageert azijnzuuranhydride weliswaar met water, maar het azijnzuur dat daarbij ontstaat, wordt weer gebruikt om azijnzuuranhydride te produceren. Er is dus geen extra inkoop van azijnzuur nodig.

- notie dat de hoeveelheid OH groepen (van het hout/cellulose/hemicellulose) die reageert om de gewenste kwaliteit van het hout te verkrijgen, hetzelfde blijft 1
- conclusie 1

of

- notie dat azijnzuuranhydride reageert met water in R1, waardoor verbruik van azijnzuuranhydride toeneemt 1
- notie dat deze reactie azijnzuur oplevert, dat weer gebruikt wordt om azijnzuuranhydride te produceren, waardoor geen extra inkoop nodig is 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Het hout bevat meer water waardoor meer van het toegevoegde azijnzuuranhydride met de OH groepen van water zal reageren, dus zal minder van het toegevoegde azijnzuuranhydride reageren met de OH groepen van cellulose en/of hemicellulose. Omdat de kwaliteit hetzelfde moet blijven, zal er meer azijnzuur ingekocht moeten worden.” 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Er ontstaat meer azijnzuur door de reactie van azijnzuuranhydride met water, dus hoeft er minder ingekocht te worden.” 0

Indien een antwoord is gegeven als: „In het vocht lost een deel van het azijnzuur op, dus zal meer azijnzuur moeten worden ingekocht.” 0

**15 maximumscore 1**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De verblijftijd in de reactor is (bij gelijkblijvende kwaliteit) langer omdat er bij een hoger vochtgehalte minder azijnzuuranhydride beschikbaar is voor de acetyleringsreactie, waardoor de reactiesnelheid lager is.

## Biodiesel uit plantaardig afval

---

**16 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De verbrandingswarmte van 1,0 L ethaanzuur bedraagt

$$\frac{1,0 \times 1,05 \times 10^3}{60,05} \times 8,72 \cdot 10^5 \times 10^{-6} = 15 \text{ (MJ)}.$$

(Dit is kleiner dan 24 MJ L<sup>-1</sup>.)

- berekening van het aantal mol ethaanzuur in 1,0 L:  
1,0 (L) vermenigvuldigen met 1,05 (kg L<sup>-1</sup>) en met 10<sup>3</sup> (g kg<sup>-1</sup>) en delen door de massa van een mol ethaanzuur (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 60,05 g) 1
- berekening van de verbrandingswarmte van 1,0 L ethaanzuur: het aantal mol ethaanzuur vermenigvuldigen met de verbrandingswarmte van ethaanzuur (via Binas-tabel 56: 8,72 · 10<sup>5</sup> J mol<sup>-1</sup>) en vermenigvuldigen met 10<sup>-6</sup> (J MJ<sup>-1</sup>) (en conclusie) 1

**17 maximumscore 1**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Ethaanzuur is zuur en kan metalen delen van de auto aantasten.
- Ethaanzuur is polair waardoor het slecht mengt met de apolaire benzine.

Voorbeelden van een onjuist antwoord zijn:

- Ethaanzuur is te vluchtig.
- Ethaanzuur bevat een te hoog massapercentage zuurstof.
- De dichtheid van ethaanzuur is hoger dan die van benzine (en het mengt slecht met benzine), het zal een tweelagensysteem vormen.

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

**18 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

2 mol ethanol bevat 4 mol C, 12 mol H en 2 mol O atomen.

1 mol hexaanzuur bevat 6 mol C, 12 mol H en 2 mol O atomen.

Te zien is dat per mol hexaanzuur 2 mol C atomen extra aanwezig zijn, de overige aantallen atomen zijn gelijk. Bij de verbranding wordt dus 2 mol CO<sub>2</sub> extra gevormd (waardoor meer energie vrijkomt).

- 2 mol ethanol bevat 4 mol C, 12 mol H en 2 mol O atomen en 1 mol hexaanzuur bevat 6 mol C, 12 mol H en 2 mol O atomen 1
- notie dat 2 mol CO<sub>2</sub> extra gevormd wordt bij de verbranding van hexaanzuur 1

**19 maximumscore 3**

Een juiste berekening leidt, afhankelijk van de berekeningswijze tot de verhouding [hexanoaat] : [hexaanzuur] = 5,3 : 1,0 of 5,2 : 1,0

$$\frac{[\text{hexanoaat}]}{[\text{hexaanzuur}]} = \frac{10^{-4,78}}{10^{-5,50}} = 5,3$$

- berekening van de [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] en de K<sub>z</sub> van hexaanzuur: 10<sup>-pH</sup> respectievelijk 10<sup>-pK<sub>z</sub></sup> 1
- juiste evenwichtsvoorwaarde, bijvoorbeeld genoteerd als  $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{hexanoaat}]}{[\text{hexaanzuur}]} = K_z$  (eventueel reeds gedeeltelijk ingevuld) 1
- rest van de berekening 1

*Opmerking*

*Wanneer in een overigens juiste berekening de [hexanoaat] is gelijkgesteld aan de [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>], dit goed rekenen.*

**20 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Hexaanzuur bevat een COOH groep, deze is polair / kan waterstofbruggen vormen met water. Omdat hexaanzuur een apolaire staart / lange CH-keten bevat, zal het matig oplossen in water.

- hexaanzuur bevat een COOH groep, deze is polair / kan waterstofbruggen vormen met water 1
- hexaanzuur bevat een apolaire staart / lange CH-keten en zal daarom matig in water oplossen 1

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

**21 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Methode 1: hexaanzuur is na de extractie opgelost in het oplosmiddel. Dit kan gescheiden worden door destillatie, hetgeen (veel) energie kost.

Methode 2: bij de scheiding / het filtreren wordt geen/weinig energie verbruikt. Methode 2 verdient dus de voorkeur.

- notie dat de destillatie van het mengsel van hexaanzuur en het oplosmiddel energie kost 1
- notie dat de scheiding/filtratie van Methode 2 geen/weinig energie kost en conclusie 1

**22 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Methode 1: (Zoutzuur wordt toegevoegd.) De  $\text{Cl}^-$  van zoutzuur wordt niet in het hexaanzuur opgenomen.

Methode 2: (Natronloog, een calciumchloride-oplossing en zoutzuur worden toegevoegd.) Van de toegevoegde oplossingen worden de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{Cl}^-$  niet in het hexaanzuur opgenomen. Methode 1 verdient dus de voorkeur.

- in Methode 1 wordt het toegevoegde  $\text{Cl}^-$  niet in het hexaanzuur opgenomen 1
- in Methode 2 worden de toegevoegde  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{Cl}^-$  niet in het hexaanzuur opgenomen en conclusie 1

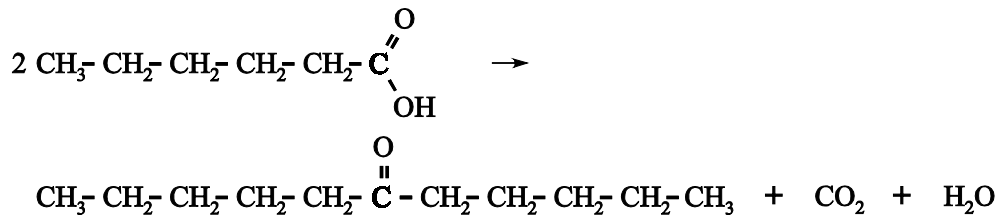
*Opmerking*

*Wanneer in plaats van de namen/formules van ionen de namen of formules van atoomsoorten worden gebruikt, dit goed rekenen.*

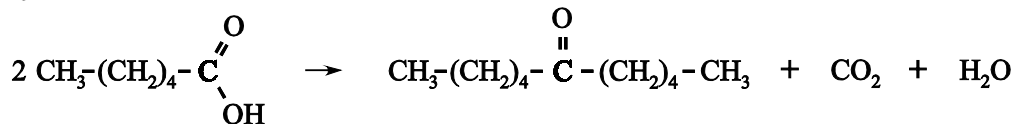
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**23 maximumscore 3**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



of



- voor de pijl de structuurformule van hexaanzuur en na de pijl CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O 1
- na de pijl de structuurformule van 6-undecanon 1
- juiste coëfficiënten 1

**24 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De piek bij  $m/z = 71$  is afkomstig van C<sub>5</sub>H<sub>11</sub><sup>+</sup>.

De piek bij  $m/z = 99$  is afkomstig van C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>-CO<sup>+</sup>.

- juiste toekenning van de piek bij  $m/z = 71$  1
- juiste toekenning van de piek bij  $m/z = 99$  1

Indien in een overigens juist antwoord bij de fragmentionen een – lading is genoteerd 1

*Opmerkingen*

- Wanneer in een overigens juist antwoord de + lading is weggelaten, dit goed rekenen.
- Wanneer een onjuist antwoord op vraag 24 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 23, dit niet aanrekenen.

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

**25 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De vorming van het keton heeft een hoge activeringsenergie. Hierdoor verloopt de vorming van het keton pas bij hogere temperaturen.

(De vorming van de ester is een evenwicht. Bij hogere temperaturen ligt dit evenwicht rechts.) Doordat het keton (in een aflopende reactie) wordt gevormd uit één van de beginstoffen van het evenwicht, zal het evenwicht aflopen naar links / de kant van de beginstoffen. Hierdoor zal na afloop van de reactie bij hogere temperaturen alleen het keton worden aangetroffen en geen ester.

- notie dat de activeringsenergie van de vorming van het keton hoog is 1
- notie dat het keton pas bij hogere temperaturen gevormd kan worden 1
- notie dat het evenwicht van de vorming van de ester afloopt naar de kant van de beginstoffen (en conclusie) 1