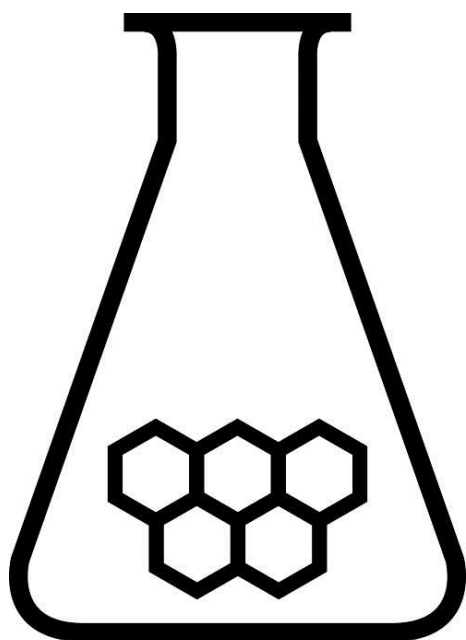


# NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2016

## CORRECTIEMODEL VOORRONDE 2

af te nemen in de periode van  
23 tot en met 30 maart 2016



# SCHEIKUNDE OLYMPIADE

Radboud Universiteit



- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 9 onderwerpen en 3 opgaven met in totaal 14 open vragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 89 punten (geen bonuspunten).
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 6<sup>e</sup> druk
- Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.
- Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt. Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CE worden verstrekt.

**Opgave 1 Meerkeuzevragen****(totaal 40 punten)**

per juist antwoord: 2 punten

**Koolstofchemie**

1	D	Wanneer het H atoom van één van de CH groepen wordt vervangen, levert dat één stof op. Wanneer een H atoom van één van de CH <sub>2</sub> groepen wordt vervangen, ontstaat een molecuul met twee asymmetrische C atomen. Dat levert dus 2 <sup>2</sup> = 4 stereo-isomeren op. Totaal dus vijf monochloorsubstitutieproducten.
2	A	Onverzadigde vetten zijn vaak plantaardige oliën en vloeibaar. Zowel onverzadigde als verzadigde vetten zijn apolaire stoffen en lossen niet op in water.

**Reacties**

3	D	Uit één stof ontstaan twee nieuwe stoffen, dus ontleding. De Fe <sup>2+</sup> ionen uit het ijzer(II)oxalaat worden omgezet tot (ongeladen) ijzeratomen en nemen dus elektronen op, terwijl de C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ionen worden omgezet tot (ongeladen) CO <sub>2</sub> moleculen en staan dus elektronen af, dus redox.
4	B	Fe <sup>3+</sup> reageert als oxidator met I <sup>-</sup> . Zie Binas-tabel 48.

**Structuren en formules**

5	A	<p>I: nodig voor edelgasconfiguratie 3 × 8 = 24 elektronen; beschikbaar 2 × 6 + 5 – 1 = 16 elektronen tekort 8 elektronen, dus 4 bindende elektronenparen en 4 niet-bindende elektronenparen</p> <p>II: nodig voor edelgasconfiguratie 3 × 8 = 24 elektronen; beschikbaar 5 + 4 + 6 + 1 = 16 elektronen tekort 8 elektronen, dus 4 bindende elektronenparen en 4 niet-bindende elektronenparen</p>	$\text{O}=\overset{\oplus}{\text{N}}=\text{O}$ $\overset{\ominus}{\text{N}}=\text{C}=\text{O}$ of $\text{N}\equiv\text{C}-\overset{\ominus}{\text{O}}$
6	A	Een p orbitaal heeft altijd $l = 1$ .	

**pH / zuur-base**

7	C	<p>Stel <math>v</math> mL natronloog wordt toegevoegd. Daarin zit <math>v \times 0,010</math> mmol OH<sup>-</sup>. De 10,0 mL zoutzuur met pH = 2,00 bevat <math>10,0 \times 10^{-2,00}</math> mmol H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Het volume van de oplossing is (10,0 + <math>v</math>) mL geworden en de pH = 3,00. Deze oplossing bevat dus <math>(10,0 + v) \times 10^{-3,00}</math> mmol H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Er heeft dus gereageerd <math>\{10,0 \times 10^{-2,00} - (10,0 + v) \times 10^{-3,00}\}</math> mmol H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> en OH<sup>-</sup> reageren in de molverhouding 1 : 1, dus <math>\{10,0 \times 10^{-2,00} - (10,0 + v) \times 10^{-3,00}\} = v \times 0,010</math>. Hieruit volgt <math>v = 8,2</math> mL.</p>	
8	D	<p><math>\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq}); K_s = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 = 5,6 \cdot 10^{-12}</math></p> <p>Stel <math>[\text{OH}^{-}] = y</math>, dan is <math>[\text{Mg}^{2+}] = \frac{1}{2}y</math> en geldt <math>\frac{1}{2}y^3 = 5,6 \cdot 10^{-12}</math>; dit levert <math>y = \sqrt[3]{2 \times 5,6 \cdot 10^{-12}}</math> en <math>\text{pH} = 14,00 + \log \sqrt[3]{2 \times 5,6 \cdot 10^{-12}} = 10,35</math>.</p>	

9	E	<p>100 mL 0,50 M ethaanzuuroplossing bevat <math>100 \times 0,50</math> mmol HAc.          Stel <math>v</math> mL 0,20 M natronloog is nodig; daarin zit <math>v \times 0,20</math> mmol <math>\text{OH}^-</math>.  <math>v \times 0,20</math> mmol <math>\text{OH}^-</math> reageert met <math>v \times 0,20</math> mmol HAc onder vorming van <math>v \times 0,20</math> mmol <math>\text{Ac}^-</math>,          terwijl <math>(100 \times 0,50 - v \times 0,20)</math> mmol HAc overblijft.          In de ontstane bufferoplossing geldt:</p> $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_z \times \frac{\text{aantal mmol HAc}}{\text{aantal mmol Ac}^-} = 1,7 \cdot 10^{-5} \times \frac{100 \times 0,50 - v \times 0,20}{v \times 0,20} = 10^{-4,30}.$ <p>Dit levert <math>v = 63</math> mL.</p>
---	---	---

## Redox en elektrolyse

10	A	<p>De halfreactie is: <math>\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}</math>          Volgens de wet van Nernst geldt:</p> $V_{\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2} = V_{\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2}^0 + \frac{0,059}{4} \log[\text{H}^+]^4 = V_{\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2}^0 + 0,059 \log[\text{H}^+] = V_{\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2}^0 - 0,059 \text{pH}.$
11	C	<p>De halfreacties zijn:  <math>\text{In}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{In}</math>  <math>\text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb}</math>  <math>\text{Tl}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Tl}</math>  <math>\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}</math></p> <p>Bij een stroomdoorgang van een even groot aantal mol elektronen geldt dus dat de massaverhouding van de ontstane metalen gelijk is aan:</p> $\text{Tl} : \text{Pb} : \text{In} : \text{Zn} = \frac{204,4}{1} : \frac{207,2}{2} : \frac{114,8}{3} : \frac{65,38}{2}.$

## Groene chemie

12	B	<p>Hoge atomefficiëntie: het eindproduct moet zoveel mogelijk van de atomen van de beginstoffen bevatten.          Lage <math>E</math>-factor: de vorming van afval moet zoveel mogelijk worden vermeden.</p>
13	C	<p>Per mol toluen ontstaat <math>0,92 \times \frac{1,00}{1,79}</math> mol 4-chloortolueen.          Bij elektrofile substitutie reageren toluen en chloor in de molverhouding 1 : 1 (er ontstaat ook HCl). Dus de <math>E</math>-factor wordt:</p> $\frac{M_{\text{tolueen}} + M_{\text{chloor}} - 0,92 \times \frac{1,00}{1,79} \times M_{4\text{-chloortolueen}}}{0,92 \times \frac{1,00}{1,79} \times M_{4\text{-chloortolueen}}} = \frac{92,71 + 70,90 - 0,92 \times \frac{1,00}{1,79} \times 127,15}{0,92 \times \frac{1,00}{1,79} \times 127,15} = 1,5.$

## Reactiesnelheid en evenwicht

14	B	$K_{\text{ev}} = \frac{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}][\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]^4}, K_s = [\text{Cu}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \text{ en } K_d = \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{NH}_3]^4}{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}]}$ <p>dus <math>\frac{K_s}{K_d} = \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{OH}^-]^2}{\frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{NH}_3]^4}{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}]}} = \frac{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}][\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]^4} = K_{\text{ev}}</math></p> <p>Oftewel <math>K_{\text{ev}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{7,1 \cdot 10^{-14}} = 2,3 \cdot 10^{-6}.</math></p>
----	---	---

15	D	<p><math>5,1 \cdot 10^4</math> s zijn <math>\frac{5,1 \cdot 10^4}{2,2 \cdot 10^4}</math> halveringstijden</p> <p>De concentratie is dan <math>\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{5,1 \cdot 10^4}{2,2 \cdot 10^4}} = 0,20</math> keer zo klein geworden, dus 80% is omgezet.</p> <p>Of:</p> $k = \frac{\ln 2}{2,2 \cdot 10^4} \text{ dus } \ln \frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_0}{[\text{H}_2\text{O}_2]} = kt = \frac{\ln 2}{2,2 \cdot 10^4} \times 5,1 \cdot 10^4 \text{ en } \frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_0}{[\text{H}_2\text{O}_2]} = e^{\frac{\ln 2}{2,2 \cdot 10^4} \times 5,1 \cdot 10^4} = 5,0$ <p>Na <math>5,1 \cdot 10^4</math> s is de concentratie dus gedaald tot <math>\frac{1}{5}</math> van de beginconcentratie, dus 80% is omgezet.</p>
----	---	--

### Analyse

16	B	<p>Methoxymethaan is <math>\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3</math>.</p> <p>Alle zes koolstofatomen zijn gelijkwaardig en hebben geen 'buren'.</p>
17	C	<p>Het volume <math>v_1</math> moet nauwkeurig bekend zijn.</p> <p>Het volume <math>v_2</math> doet er niet zoveel toe, als er maar genoeg is om alle <math>\text{Cu}^{2+}</math> te laten reageren.</p>

### Rekenen en thermochemie

18	D	<p>570 mL nitroglycerine is</p> $\frac{570 \text{ (mL)} \times 10^{-6} \text{ (m}^3 \text{ mL}^{-1}) \times 1,594 \cdot 10^3 \text{ (kg m}^{-3}) \times 10^3 \text{ (g kg}^{-1})}{227,1 \text{ (g mol}^{-1})} = 4,00 \text{ mol.}$ <p>Uit 4,00 mol nitroglycerine kan, als water als gas zou ontstaan, 29,00 mol gas ontstaan. Dan zou het molaire gasvolume zijn <math>V_m = \frac{650 \text{ (L)} \times 10^{-3} \text{ (m}^3 \text{ L}^{-1})}{29,00 \text{ (mol)}} = 2,24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}</math>.</p> <p>Dat is het molaire volume bij 273 K en <math>p = p_0</math>.</p>
19	D	<p>Er ontstaat 11,21 g <math>\text{BaSO}_4</math>, dat is <math>\frac{11,21}{233,4}</math> mol <math>\text{BaSO}_4</math>; in 10,00 g van het bariumzout zat dus <math>\frac{11,21}{233,4}</math> mol <math>\text{Ba}^{2+}</math> zodat de molaire massa van het bariumzout <math>\frac{10,00}{\frac{11,21}{233,4}} = 208,2 \text{ g mol}^{-1}</math> was. Dat komt overeen met de molaire massa van <math>\text{BaCl}_2</math>.</p>
20	D	<p>De reactievergelijking die hoort bij de vormingsenthalpie van ozon is:</p> $3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ O}_3$ <p>Bij de vorming van een mol <math>\text{O}_3</math> worden dus <math>1\frac{1}{2}</math> mol <math>\text{O}=\text{O}</math> bindingen in zuurstofmoleculen verbroken en ontstaan 2 mol bindingen tussen O atomen in ozonmoleculen.</p> <p>Dus <math>\Delta_f H_{\text{ozon}} = -1,5 \times BE_{\text{O}=\text{O}} + 2 BE_{\text{O}-\text{O in ozon}}</math> of</p> $BE_{\text{O}-\text{O in ozon}} = \frac{1,43 \cdot 10^5 + 1,5 \times (-4,98 \cdot 10^5)}{2} = -3,02 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$

## Open opgaven

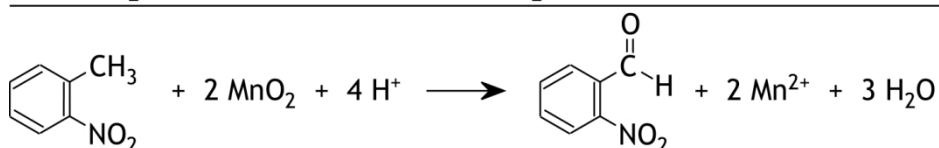
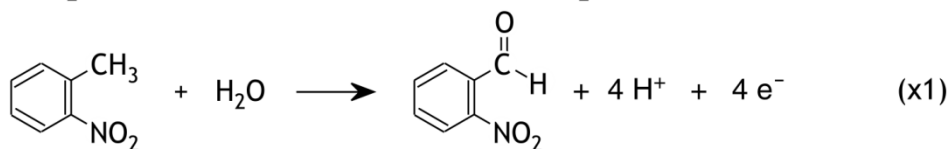
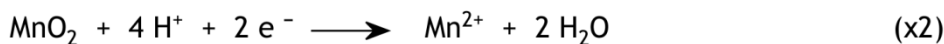
(totaal 49 punten)

### ■ Opgave 2 Indigo

21 punten

□1 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- de vergelijking van de halfreactie van  $\text{MnO}_2$  juist 1
- in de vergelijking van de halfreactie van 2-nitrotolueen de structuurformules van de koolstofverbindingen juist 1
- in de vergelijking van de halfreactie van 2-nitrotolueen  $\text{H}_2\text{O}$  voor de pijl en  $\text{H}^+$  en  $\text{e}^-$  na de pijl 1
- in de vergelijking van de halfreactie van 2-nitrotolueen de coëfficiënten juist 1
- juiste combinatie van de vergelijkingen van beide halfreacties tot de totale reactievergelijking 1

□2 Maximumscore 2

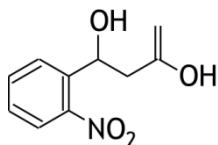
propanon

Indien het antwoord „aceton” is gegeven 1

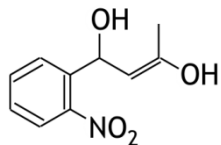
*Opmerking*

*Wanneer het antwoord „2-propanon” of „propan-2-on” is gegeven, dit goed rekenen.*

- 3 Maximumscore 3  
Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:  
De enolvormen zijn:

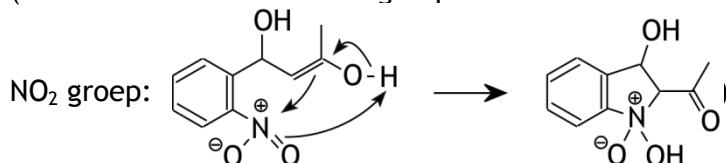


enolvorm 1



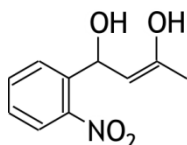
enolvorm 2

Wanneer één van de bindingen van de C = C binding van enolvorm 2 met het stikstofatoom bindt, ontstaat een vijfkring. / Wanneer één van de bindingen van de C = C binding van enolvorm 1 met het stikstofatoom bindt, ontstaat een grotere ring dan een vijfkring. Enolvorm 2 is dus bij de vorming van de vijfkring betrokken. (De H<sup>+</sup> van de enolische OH groep bindt zich aan één van de zuurstofatomen van de

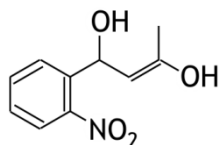


- enolvorm 1 juist 1
- enolvorm 2 juist 1
- uitleg dat met enolvorm 2 een vijfkring kan ontstaan / met enolvorm 1 een grotere ring dan een vijfkring kan ontstaan 1

Indien de volgende enolvormen zijn gegeven:



enolvorm 1

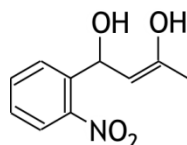


enolvorm 2

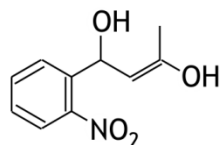
en een (gemotiveerde) keuze is gemaakt voor één van beide enolvormen 2

*Opmerking*

Wanneer een antwoord is gegeven als:  
„De enolvormen zijn



enolvorm 1



enolvorm 2

maar in beide gevallen ontstaat een vijfkring als één van de bindingen van de C = C binding met het stikstofatoom bindt. Dus ik kan geen keus maken.” dit goed rekenen.

- 4 Maximumscore 2  
ethaanzuur  
Indien het antwoord „azijnzuur” of „acetaat” is gegeven 1

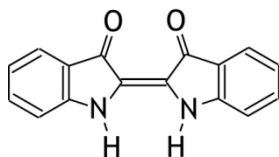
*Opmerking*

Wanneer het antwoord „ethanoaat” is gegeven, dit goed rekenen.

□5 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De structuurformule van de stereo-isomeer van indigo-blauw is:



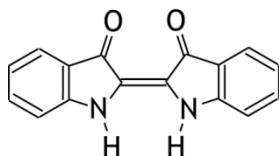
Redenen waarom deze stereo-isomeer niet wordt gevormd, zijn:

- de zuurstofatomen zijn enigszins negatief geladen en stoten elkaar af;
- in een molecuul van deze stereo-isomeer kunnen geen intra-moleculaire waterstofbruggen worden gevormd (en in een molecuul indigo-blauw wel).

- juiste structuurformule van de stereo-isomeer 1
- enigszins negatief geladen zuurstofatomen stoten elkaar af 1
- in een molecuul van deze stereo-isomeer kunnen geen intra-moleculaire waterstofbruggen worden gevormd 1

Indien een antwoord is gegeven als:

De structuurformule van de stereo-isomeer van indigo-blauw is:



Redenen waarom deze stereo-isomeer niet wordt gevormd, zijn:

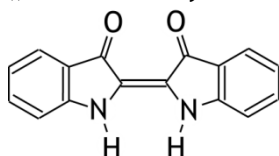
- de zuurstofatomen zijn enigszins negatief geladen en stoten elkaar af;
- de waterstofatomen van de N – H groepen zijn enigszins positief geladen en stoten elkaar af.

2

*Opmerking*

*Wanneer een antwoord is gegeven als:*

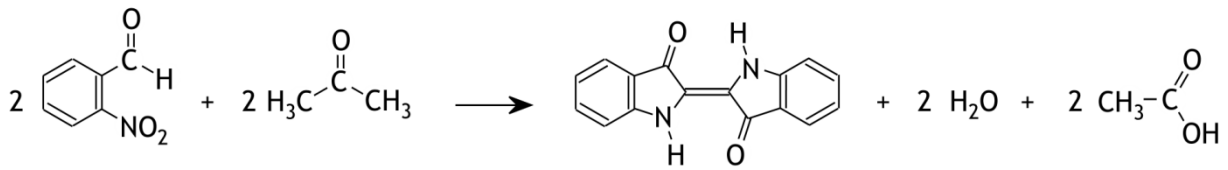
*„De structuurformule van de stereo-isomeer van indigo-blauw is:*



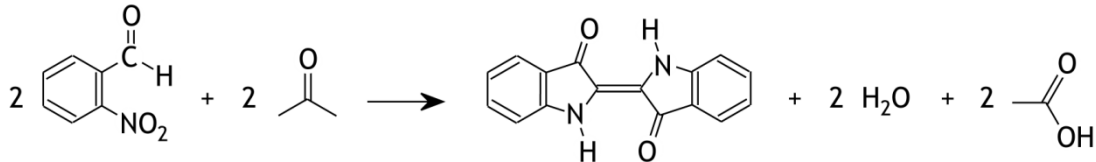
*Redenen waarom deze stereo-isomeer niet wordt gevormd, zijn:*

- *de waterstofatomen van de N – H groepen zijn enigszins positief geladen en stoten elkaar af;*
  - *in een molecuul van deze stereo-isomeer kunnen geen intra-moleculaire waterstofbruggen worden gevormd (en in een molecuul indigo-blauw wel).”*
- dit goed rekenen.*

□6 Maximumscore 2



of

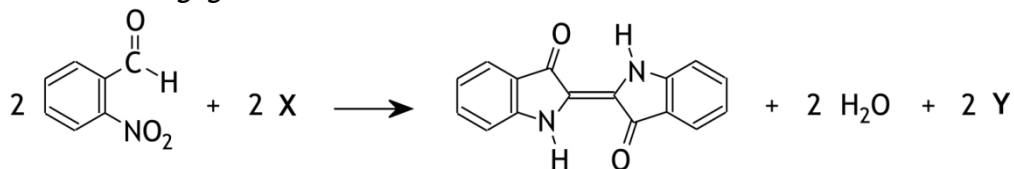


- alle (structuur)formules juist en aan de juiste kant van de pijl
- juiste coëfficiënten

1  
1

*Opmerkingen*

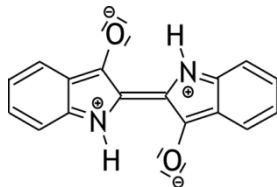
- Wanneer een onjuist antwoord op vraag 6 het consequente gevolg is van onjuiste antwoorden op de vragen 2 en 4, dit antwoord op vraag 6 goed rekenen.
- Wanneer geen antwoord is gegeven op de vragen 2 en 4 op vraag 6 het volgende antwoord is gegeven:



dan dit antwoord op vraag 6 goed rekenen.

□7 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



Hierin hebben alle koolstof- en stikstofatomen  $sp^2$ -hybridisatie / een drie-omringing en dat gaat gepaard met een vlakke structuur.

- in de mesomere structuur alle enkelvoudige en dubbele bindingen juist aangegeven
- in de mesomere structuur alle niet-bindende elektronenparen juist aangegeven
- in de mesomere structuur de ladingen juist aangegeven
- juiste uitleg voor de vlakke structuur

1  
1  
1  
1



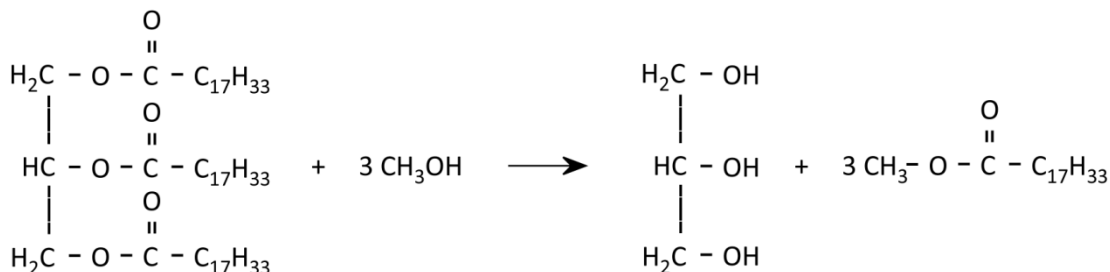
## Opgave 3 Biodiesel

12 punten

□8 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De vergelijking van de omesteringsreactie is, uitgaande van glyceryltriolaat als plantaardige olie:

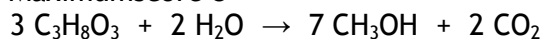


Per mol triglyceride ontstaat dus een mol glycerol. De molaire massa van glyceryltriolaat is  $885,4 \text{ g mol}^{-1}$  en de molaire massa van glycerol is  $92,09 \text{ g mol}^{-1}$ . Per 885 g plantaardige olie ontstaat dus 92 g glycerol, dat is ongeveer eentiende deel. De Nederlandse formulering klopt dus.

Per mol glycerol ontstaan drie mol methylesters. De massa van drie mol methylesters is ongeveer even groot als de massa van een mol triglyceride. Dus de Engelse formulering klopt ook.

- een juist triglyceride gekozen als basis voor de berekening 1
- berekening van de molaire massa van het gekozen triglyceride en van glycerol 1
- conclusie ten aanzien van de Nederlandse formulering 1
- notie dat de massa van drie mol methylester ongeveer gelijk is aan de massa van een mol triglyceride 1
- conclusie ten aanzien van de Engelse formulering 1

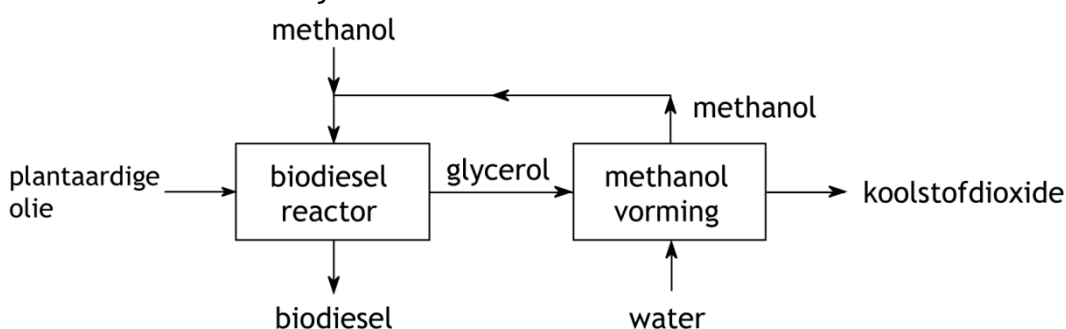
□9 Maximumscore 3



- alle formules juist en aan de juiste kant van de pijl 1
- H balans juist 1
- C en O balans juist 1

□10 Maximumscore 4

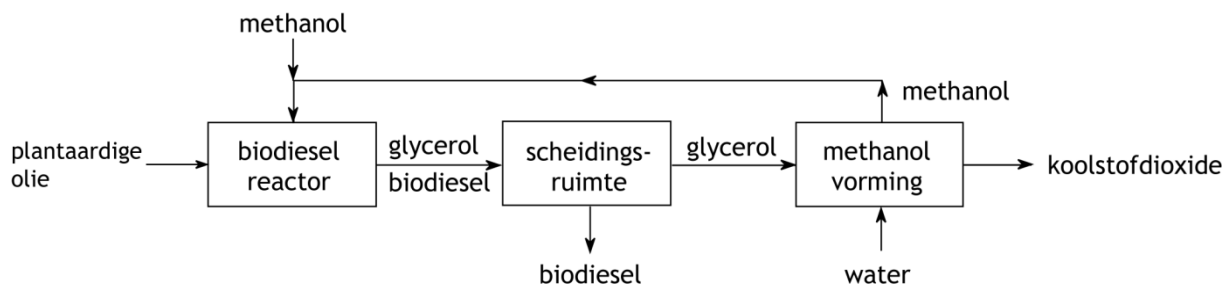
Een voorbeeld van een juist antwoord is:



- een blok getekend voor de biodieselreactie met aanvoer van plantaardig olie en methanol en afvoer van biodiesel en glycerol 1
- een blok getekend voor de methanolvorming met aanvoer van glycerol (uit de biodieselreactor) en water en afvoer van methanol en koolstofdioxide 1
- recirculatie van methanol naar de biodieselreactor getekend 1
- extra toevoer van methanol naar de biodieselreactor getekend 1

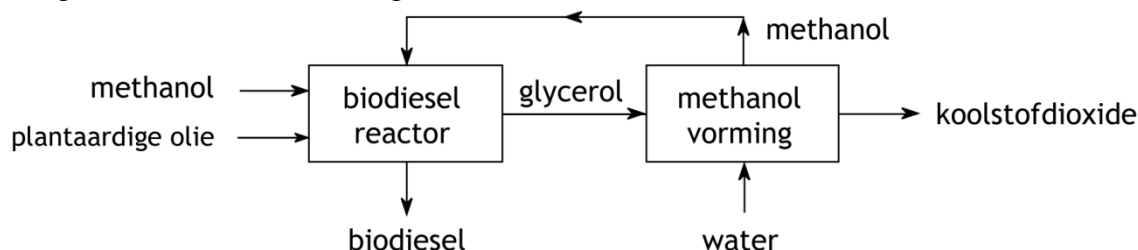
### Opmerkingen

- Wanneer een aparte ruimte is getekend om de biodiesel van de glycerol te scheiden, zoals in het volgende antwoord:



dit goed rekenen.

- Wanneer de recirculatie van methanol niet op de aanvoer van methanol is aangesloten, zoals in het volgende antwoord:



dit goed rekenen

## Opgave 4 Carbonaten

16 punten

□11 Maximumscore 9

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

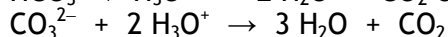
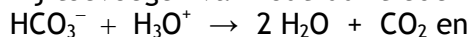
Stel de 10,00 mL oplossing uit de maatkolf bevat  $x$  mmol  $\text{NaHCO}_3$  en  $y$  mmol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

De in bepaling I toegevoegde 25,00 mL 0,1234 M zoutzuur bevat  $25,00 \times 0,1234$  mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

De in de titratie gebruikte 9,23 mL 0,1050 M natronloog bevat  $9,23 \times 0,1050$  mmol  $\text{OH}^-$  en dat reageert met evenzoveel mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

Met de carbonaten heeft dus  $25,00 \times 0,1234 - 9,23 \times 0,1050$  mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  gereageerd.

Bij toevoegen van zoutzuur treden in bepaling I de volgende reacties op:



Dus  $x$  mmol  $\text{HCO}_3^-$  reageert met  $x$  mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  en  $y$  mmol  $\text{CO}_3^{2-}$  met  $2y$  mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

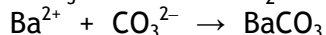
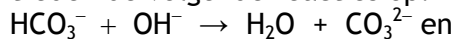
Hieruit volgt  $x + 2y = 25,00 \times 0,1234 - 9,23 \times 0,1050$ .

De in bepaling II toegevoegde 10,00 mL 0,1050 M natronloog bevat  $10,00 \times 0,1050$  mmol  $\text{OH}^-$ .

De in de titratie gebruikte 6,56 mL 0,1234 M zoutzuur bevat  $6,56 \times 0,1234$  mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  en dat reageert met evenzoveel mmol  $\text{OH}^-$ .

Met het waterstofcarbonaat heeft dus  $10,00 \times 0,1050 - 6,56 \times 0,1234$  mmol  $\text{OH}^-$  gereageerd.

Bij toevoegen van de natronloog en vervolgens de bariumchloride-oplossing in bepaling II treden de volgende reacties op:



Dus  $x$  mmol  $\text{HCO}_3^-$  reageert met  $x$  mmol  $\text{OH}^-$ , dus  $x = 10,00 \times 0,1050 - 6,56 \times 0,1234 = 0,240$ .

Dit invullen in  $x + 2y = 25,00 \times 0,1234 - 9,23 \times 0,1050$  levert  $y = 0,938$ .

In de 250,0 mL oplossing zat dus  $\frac{250,0}{10,00} \times 0,240$  mmol  $\text{NaHCO}_3$ , dus het massapercentage  $\text{NaHCO}_3$  is

$$\frac{0,240 \text{ (mmol)} \times 10^{-3} \text{ (mol mmol}^{-1}) \times \frac{250,0 \text{ (mL)}}{10,00 \text{ (mL)}} \times 84,007 \text{ (g mol}^{-1})}{3,020 \text{ (g)}} \times 10^2 (\%) = 16,7 (\%)$$

In de 250,0 mL oplossing zat dus  $\frac{250,0}{10,00} \times 0,938$  mmol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , dus het massapercentage  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  is

$$\frac{0,938 \text{ (mmol)} \times 10^{-3} \text{ (mol mmol}^{-1}) \times \frac{250,0 \text{ (mL)}}{10,00 \text{ (mL)}} \times 105,99 \text{ (g mol}^{-1})}{3,020 \text{ (g)}} \times 10^2 (\%) = 82,3 (\%)$$

bij stellen dat in de 10,00 mL oplossing uit de maatkolf  $x$  mmol  $\text{NaHCO}_3$  en  $y$  mmol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zat:

- notie dat het aantal mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  dat in bepaling I reageert gelijk is aan  $x + 2y$  1
- berekening van het aantal mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  dat in bepaling I is gebruikt en het aantal mmol  $\text{OH}^-$  dat in bepaling I voor de titratie nodig was: respectievelijk 25,00 (mL) vermenigvuldigen met 0,1234 (mmol  $\text{mL}^{-1}$ ) en 9,23 (mL) vermenigvuldigen met 0,1050 (mmol  $\text{mL}^{-1}$ ) 1
- berekening van het aantal mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  dat in bepaling I met het waterstofcarbonaat en het carbonaat heeft gereageerd: het aantal mmol  $\text{OH}^-$  dat in bepaling I voor de titratie nodig was, aftrekken van het aantal mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  dat in bepaling I is gebruikt 1
- berekening van het aantal mmol  $\text{OH}^-$  dat in bepaling II is gebruikt en het aantal mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  dat in bepaling II voor de titratie nodig was: respectievelijk 10,00 (mL) vermenigvuldigen met 0,1050 (mmol  $\text{mL}^{-1}$ ) en 6,56 (mL) vermenigvuldigen met 0,1234 (mmol  $\text{mL}^{-1}$ ) 1
- berekening van het aantal mmol  $\text{OH}^-$  dat in bepaling II met het waterstofcarbonaat heeft gereageerd (is gelijk aan  $x$ ): het aantal mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  dat in bepaling II voor de titratie nodig was, aftrekken van het aantal mmol  $\text{OH}^-$  dat in bepaling II is gebruikt 1
- berekening van  $y$ : het aantal mmol  $\text{OH}^-$  dat in bepaling II met het waterstofcarbonaat heeft gereageerd, aftrekken van het aantal mmol  $\text{H}_3\text{O}^+$  dat in bepaling I met het waterstofcarbonaat en het carbonaat heeft gereageerd en het verschil delen door 2 1
- berekening van het aantal mol  $\text{NaHCO}_3$  en  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  in de 3,020 g monster:  $x$  respectievelijk  $y$  vermenigvuldigen met  $10^{-3}$  (mol mmol $^{-1}$ ) en met 250,0 (mL) en delen door 10,00 (mL) 1
- berekening van het aantal g  $\text{NaHCO}_3$  en  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  in de 3,020 g monster: het berekende aantal mol  $\text{NaHCO}_3$  vermenigvuldigen met de molaire massa van  $\text{NaHCO}_3$  (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 84,007 g mol $^{-1}$ ) respectievelijk het berekende aantal mol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  vermenigvuldigen met de molaire massa van  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 105,99 g mol $^{-1}$ ) 1
- berekening van het massapercentage  $\text{NaHCO}_3$  en van het massapercentage  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : het berekende aantal g  $\text{NaHCO}_3$  respectievelijk het berekende aantal g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  in de 3,020 g monster delen door 3,020 (g) en vermenigvuldigen met  $10^2 (\%)$  1

Indien in een overigens juiste berekening ervan is uitgegaan dat  $\text{NaHCO}_3$  en  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  de enige bestanddelen zijn van het witte poeder en dus bijvoorbeeld is gesteld dat

$$84,007 \times x + 105,99 \times y = \frac{10,00}{250,0} \times 3,020 \times 10^3$$

en  $x$  en  $y$  zijn opgelost uit het stelsel van twee vergelijkingen met twee onbekenden dat wordt verkregen met bovenstaande betrekking en het resultaat van bepaling I:

$$x + 2y = 25,00 \times 0,1234 - 9,23 \times 0,1050$$

leidend tot een massapercentage 19,3% voor  $\text{NaHCO}_3$  en 80,7% voor  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  6

Indien ervan is uitgegaan dat  $\text{NaHCO}_3$  en  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  de enige bestanddelen zijn van het witte poeder en het massapercentage  $\text{NaHCO}_3$  met behulp van de gegevens van bepaling II juist is berekend als 16,7% en vervolgens het massapercentage  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  is berekend als  $100,0 - 16,7 = 83,3\%$

4

□12 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

In bepaling I betreft het een titratie van  $\text{H}_3\text{O}^+$  met  $\text{OH}^-$  en in bepaling II betreft het een titratie van  $\text{OH}^-$  met  $\text{H}_3\text{O}^+$ . / In beide bepalingen betreft het een titratie van een sterk zuur en een sterke base. In beide gevallen vindt er dus bij het equivalentiepunt een grote pH sprong plaats. Alle drie de indicatoren kunnen dus worden gebruikt.

· in bepaling I betreft het een titratie van  $\text{H}_3\text{O}^+$  met  $\text{OH}^-$  en in bepaling II betreft het een titratie van  $\text{OH}^-$  met  $\text{H}_3\text{O}^+$  / in beide bepalingen betreft het een titratie van een sterk zuur en een sterke base

1

· dus grote pH sprong bij het equivalentiepunt

1

· dus alle drie de indicatoren kunnen worden gebruikt

1

Indien een antwoord is gegeven als: „In beide gevallen is de pH van de oplossing die bij het eindpunt van de titratie is ontstaan gelijk aan 7, dat is in het omslagtraject van broomthymolblauw, dus broomthymolblauw moet worden gebruikt.”

2

□13 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Als bepaling II correct is uitgevoerd, wordt een juist massapercentage voor  $\text{NaHCO}_3$  verkregen.

Het massapercentage  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zal dus onjuist zijn.

· notie dat in bepaling II uitsluitend het gehalte aan  $\text{NaHCO}_3$  wordt bepaald

1

· rest van de uitleg

1

□14 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Als in bepaling I koolstofdioxide in de oplossing achterblijft, is voor de terugtitratie meer natronloog nodig. Het lijkt dus of er minder carbonaten hebben gereageerd. Het massapercentage  $\text{NaHCO}_3$  was correct, dus het massapercentage  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zal te laag zijn.

· als koolstofdioxide in de oplossing achterblijft, is voor de titratie meer natronloog nodig

1

· rest van de uitleg

1