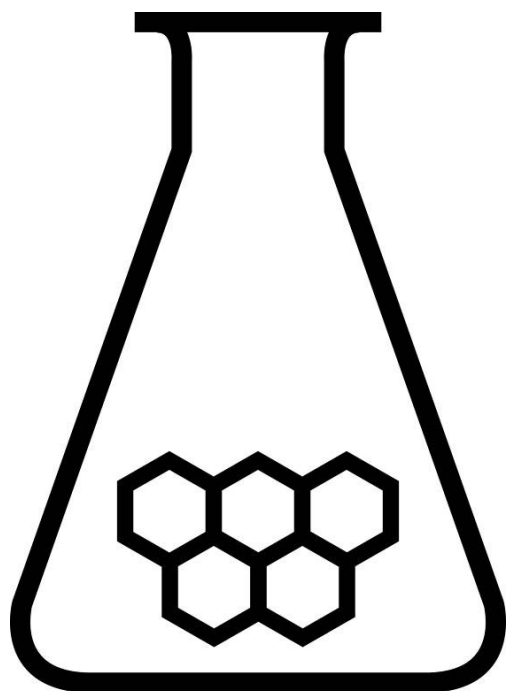


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

CORRECTIEMODEL VOORRONDE 2

af te nemen in de week van
woensdag 10 april 2013



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 3 open opgaven met in totaal 13 deelvragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 90 punten (geen bonuspunten).
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e 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

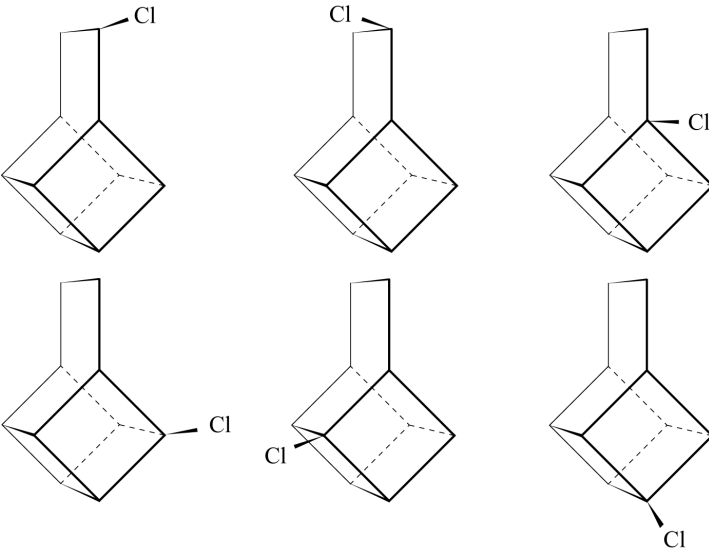
Analyse

1	C	Door de reactie $\text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ loopt het evenwicht $\text{HZ} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Z}^-$ af naar rechts. Het aantal mol toegevoegd OH^- is bij het equivalentiepunt dus gelijk aan het aantal mol opgelost HZ.
2	E	Het aantal mL natronloog tot de eerste pH sprong verschilt van het aantal mL natronloog tussen de eerste en de tweede pH sprong, dus zat er niet een tweewaardig zuur in de erlenmeyer, maar twee éénwaardige zuren met verschillende molariteiten. De K_z waarden van de zuren verschillen, want de eerste twee 'horizontale' stukken komen bij verschillende pH waarden. Halverwege zo'n horizontaal stuk is $\text{pH} = \text{p}K_z$.
3	F	Er zijn twee soorten waterstofatomen in het molecuul: de H atomen van de CH_3 groepen zijn gelijkwaardig. Dat geeft aanleiding tot twee signalen. Beide soorten waterstofatomen hebben geen burens, dus de signalen zijn niet opgesplitst.

Rekenen

4	A	$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{s})$ 25,0 mL 0,100 M lood(II)nitraatoplossing bevat $25,0 \times 0,100 = 2,50$ mmol $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$. 35,0 mL 0,100 M natriumjodide-oplossing bevat $35,0 \times 0,100 = 3,50$ mmol $\text{I}^-(\text{aq})$. 3,50 mmol $\text{I}^-(\text{aq})$ reageert met 1,75 mmol $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ onder vorming van 1,75 mmol $\text{PbI}_2(\text{s})$. 1,75 mmol $\text{PbI}_2(\text{s})$ is $1,75 (\text{mmol}) \times 10^{-3} (\text{mol mmol}^{-1}) \times 461,0 (\text{g mol}^{-1}) = 0,807$ g.
5	C	Er geldt $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ dus $V_2 = \frac{p_1 V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{p_2} = \frac{1,40 (\text{atm}) \times 9,23 (\text{m}^3)}{(273 + 72) (\text{K})} \times \frac{(273 + 252) (\text{K})}{3,20 (\text{atm})} = 6,14 \text{ dm}^3$.

Koolstofchemie

6	F	Er zijn in totaal zes isomeren, waarvan vier onverzadigde verbindingen: $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array}$ $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \backslash \quad / \\ \text{C} = \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{H} \\ \backslash \quad / \\ \text{C} = \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$
7	C	

8	F	Propyn is $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$. Alle C-H bindingen en de C-C binding zijn σ bindingen. De drievoudige binding bestaat uit een σ binding en twee π bindingen.
---	---	--

Redox / Elektrolyse

9	C	De volledige vergelijking van de halfreactie is: $\text{C}_{12}\text{H}_7\text{Cl}_2\text{NO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_9\text{Cl}_2\text{NO}_2$.
10	D	$V_{\text{bron}} = V_{\text{OX}} - V_{\text{RED}} = \left(0,34 + \frac{0,059}{2} \log[\text{Cu}^{2+}]\right) - \left(-1,67 + \frac{0,059}{3} \log[\text{Al}^{3+}]\right) =$ $2,01 + \frac{0,059}{6} \log \frac{[\text{Cu}^{2+}]^3}{[\text{Al}^{3+}]^2} = 2,04 \text{ V.}$
11	C	Voor het ontstaan van 100 g Al is nodig $\frac{100(\text{g})}{26,98(\text{g mol}^{-1})} \times 3 = 11,1$ mol elektronen. Voor het ontstaan van 100 g Ca is nodig $\frac{100(\text{g})}{40,08(\text{g mol}^{-1})} \times 2 = 4,99$ mol elektronen. Voor het ontstaan van 100 g Mg is nodig $\frac{100(\text{g})}{24,31(\text{g mol}^{-1})} \times 2 = 8,23$ mol elektronen. Voor het ontstaan van 100 g Fe is nodig $\frac{100(\text{g})}{55,85(\text{g mol}^{-1})} \times 3 = 5,37$ mol elektronen. Dus voor het ontstaan van 100 g calcium is het kleinste aantal elektronen nodig. Bij gelijke stroomsterkte is dat het snelst ontstaan.
12	A	$\Delta_r G^0 = -nF\Delta V^0 = -2 \times 9,65 \cdot 10^4 \times \{0,80 - (-0,13)\} = -1,8 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

Structuur

13	C	De structuurformule is : $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{Cl} - \text{C} - \text{Cl} \end{array}$
14	D	De elektronenconfiguratie van Mg is: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$. Dus in totaal 6 s elektronen en 6 p elektronen.
15	E	SF ₂ heeft een tetraëdrische structuur waarin het zwavel atoom een 4-omringing heeft met twee niet-bindende elektronenparen: $\begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \\ \text{F} - \text{S} - \text{F} \\ \cdot \\ \cdot \end{array}$ SF ₄ heeft de structuur van een trigonale bipyramide, waarin het zwavelatoom een 5-omringing heeft met één niet-bindend elektronenpaar: $\begin{array}{c} \text{F} \\ \\ \text{F} - \text{S} - \text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$ SF ₆ heeft een volkomen symmetrische oktaëdrische structuur: $\begin{array}{c} \text{F} \\ \\ \text{F} - \text{S} - \text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$ Alleen in SF ₆ valt het zwaartepunt van de negatieve ladingen samen met de positieve lading.
16	B	Subschillen met $l=2$ zijn d orbitalen. Verder geldt $ m_l \leq l$.

Reactiesnelheid en evenwicht

17	A	Voor een tweede-orde reactie geldt $s = k[A]^2$ of $s = k[A][B]$. De reactiesnelheid wordt uitgedrukt in $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$; $[A]^2$ of $[A][B]$ is $\text{mol}^2 \text{L}^{-2}$, zodat de eenheid voor k wordt: $\frac{\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}}{\text{mol}^2 \text{L}^{-2}} = \text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$.
18	B	Uit de proeven 1 en 2 blijkt dat s recht evenredig is met $[\Gamma]$. Uit de proeven 1 en 3 blijkt dat s recht evenredig is met $[\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2]$. Dus $s = k[\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2][\Gamma]$.

19	D	$[\text{OH}^-] = 10^{-(14,00-8,67)} \text{ en } [\text{M}^{2+}] = \frac{1}{2} \times 10^{-(14,00-8,67)}$ <p>Dus $K_s = \left(\frac{1}{2} \times 10^{-(14,00-8,67)}\right) \times \left(10^{-(14,00-8,67)}\right)^2 = 5,1 \cdot 10^{-17}$.</p>																														
20	D	<p>Omdat $\Delta v_i = 0$ geldt $K_p = K_c$.</p> $K_c = \frac{[\text{AB}]^2}{[\text{A}_2][\text{B}_2]} = \frac{\left(\frac{n_{\text{AB}}}{V}\right)^2}{\left(\frac{n_{\text{A}_2}}{V}\right)\left(\frac{n_{\text{B}_2}}{V}\right)} = \frac{(n_{\text{AB}})^2}{(n_{\text{A}_2})(n_{\text{B}_2})}$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">A_2</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">B_2</td> <td style="text-align: center;">\rightleftharpoons</td> <td style="text-align: center;">2 AB</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">begin</td> <td style="text-align: center;">2a mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">a mol</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">omgezet</td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">gevormd</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">$\frac{2x \text{ mol}}{2x \text{ mol}}$</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">evenwicht</td> <td style="text-align: center;">$\frac{(2a-x) \text{ mol}}{(2a-x) \text{ mol}}$</td> <td></td> <td style="text-align: center;">$\frac{(a-x) \text{ mol}}{(a-x) \text{ mol}}$</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Dus $n_{\text{A}_2} = 2a - x$, $n_{\text{B}_2} = a - x$ en $n_{\text{AB}} = 2x$.</p> <p>Verder geldt $n_{\text{AB}} = n_{\text{A}_2} + n_{\text{B}_2}$, dus $2x = (2a - x) + (a - x)$. Hieruit volgt $x = 0,75a$.</p> <p>Dus $n_{\text{AB}} = 1,50a$, $n_{\text{A}_2} = 1,25a$ en $n_{\text{B}_2} = 0,25a$.</p> <p>Dus $K_p = \frac{(1,50a)^2}{(1,25a)(0,25a)} = 7,2$.</p>		A_2	+	B_2	\rightleftharpoons	2 AB	begin	2a mol		a mol			omgezet	x mol		x mol			gevormd					$\frac{2x \text{ mol}}{2x \text{ mol}}$	evenwicht	$\frac{(2a-x) \text{ mol}}{(2a-x) \text{ mol}}$		$\frac{(a-x) \text{ mol}}{(a-x) \text{ mol}}$		
	A_2	+	B_2	\rightleftharpoons	2 AB																											
begin	2a mol		a mol																													
omgezet	x mol		x mol																													
gevormd					$\frac{2x \text{ mol}}{2x \text{ mol}}$																											
evenwicht	$\frac{(2a-x) \text{ mol}}{(2a-x) \text{ mol}}$		$\frac{(a-x) \text{ mol}}{(a-x) \text{ mol}}$																													

Open vragen

(totaal 50 punten)

Opgave 2 De aldolreactie

24 punten

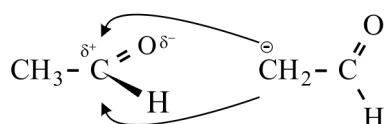
- 1 Maximumscore 3
3-hydroxy-2-methylpentanal

- pentanal 1
- -2-methyl 1
- 3-hydroxy 1

Indien de naam 2-methyl-3-hydroxypentanal is gegeven 2

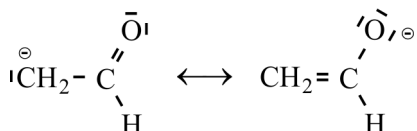
- 2 Maximumscore 1
Voorbeelden van een juist antwoord zijn:
- B⁻ dat in stap 1 reageert, ontstaat weer in stap 3 en kan met een nieuw ethanalmolecuul reageren.
 - B⁻ is katalysator.

- 3 Maximumscore 4
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Het C atoom van de aldehydegroep heeft een vlakke omringing. In stap 2 van het mechanisme kan het negatieve ion dit C atoom van twee kanten naderen: van 'boven' en van 'beneden':

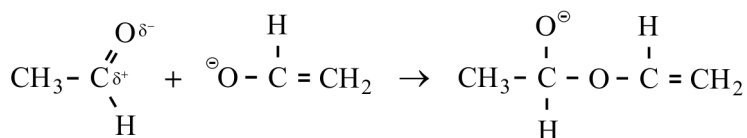


Het product dat ontstaat als het negatieve ion van 'boven' nadert, is het spiegelbeeld van het product dat ontstaat als het negatieve ion van 'beneden' nadert. Omdat de kans dat het ion van 'boven' nadert even groot is als de kans dat het ion van 'beneden' nadert, zullen beide spiegelbeeldisomeren in een gelijke hoeveelheid ontstaan (een racemisch mengsel dus).

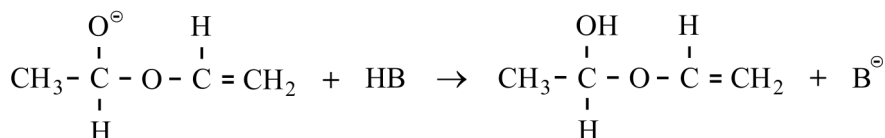
- notie dat het C atoom van de aldehydegroep een vlakke omringing heeft 1
 - het negatieve ion kan in stap 2 van het mechanisme van twee kanten naderen, waarbij spiegelbeeldisomeren ontstaan 1
 - notie dat de kans dat het negatieve ion van de ene kant nadert even groot is als de kans dat het ion van de andere kant nadert 1
 - dus van beide spiegelbeeldisomeren ontstaat evenveel (een racemisch mengsel dus) 1
- 4 Maximumscore 4
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Het negatieve ion dat in stap 1 ontstaat, vertoont mesomerie:



Daardoor is het zuurstofatoom ook (enigszins) negatief geladen. Stap 2 is dan:



En stap 3:



- notie dat het negatieve ion dat in stap 1 ontstaat mesomerie vertoont 1
- juiste grensstructuur van het negatieve ion dat in stap 1 ontstaat met de minlading op het zuurstofatoom 1
- stap 2 van het mechanisme juist 1
- stap 3 van het mechanisme juist 1

Opmerking

Wanneer in de grensstructuur van het negatieve ion de niet-bindende elektronenparen niet zijn opgenomen, dit niet aanrekenen.

□5 Maximumscore 5

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Berekening van de reactie-enthalpie voor de vorming van 1 mol verbinding 2 uit 2 mol ethanal:

de bindingen in 2 mol ethanal:		de bindingen in 1 mol verbinding 2	
6 mol C–H	$6 \times (-4,1 \cdot 10^5) \text{ J}$	6 mol C–H	$6 \times (-4,1 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C–H (ald)	$2 \times (-3,6 \cdot 10^5) \text{ J}$	1 mol C–H (ald)	$1 \times (-3,6 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C–C	$2 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$	3 mol C–C	$3 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C=O	$2 \times (-8,0 \cdot 10^5) \text{ J}$	1 mol O–H	$1 \times (-4,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
		1 mol C–O	$1 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
		1 mol C=O	$1 \times (-8,0 \cdot 10^5) \text{ J}$
totaal	$-54,8 \cdot 10^5 \text{ J}$		$-54,7 \cdot 10^5 \text{ J}$

Dus voor de vorming van verbinding 2 geldt:

$$\Delta H = -(-54,8 \cdot 10^5 \text{ J}) + (-54,7 \cdot 10^5 \text{ J}) = +0,1 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$$

- Berekening van de reactie-enthalpie voor de vorming van 1 mol verbinding 3 uit 2 mol ethanal:

de bindingen in 2 mol ethanal:		de bindingen in 1 mol verbinding 3	
6 mol C–H	$6 \times (-4,1 \cdot 10^5) \text{ J}$	7 mol C–H	$7 \times (-4,1 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C–H (ald)	$2 \times (-3,6 \cdot 10^5) \text{ J}$	3 mol C–O	$3 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C–C	$2 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$	1 mol O–H	$1 \times (-4,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
2 mol C=O	$2 \times (-8,0 \cdot 10^5) \text{ J}$	1 mol C=C	$1 \times (-6,1 \cdot 10^5) \text{ J}$
		1 mol C–C	$1 \times (-3,5 \cdot 10^5) \text{ J}$
totaal	$-54,8 \cdot 10^5 \text{ J}$		$-53,3 \cdot 10^5 \text{ J}$

Dus voor de vorming van verbinding 3 geldt:

$$\Delta H = -(-54,8 \cdot 10^5 \text{ J}) + (-53,3 \cdot 10^5 \text{ J}) = +1,5 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$$

De vorming van verbinding 3 is dus meer endotherm dan de vorming van verbinding 2 en dus energetisch ongunstiger.

- Bij de vorming van 1 mol verbinding 2 uit 2 mol ethanal verdwijnen 1 mol C–H bindingen (ald) en 1 mol C=O bindingen. Er ontstaan 1 mol C–C bindingen, 1 mol O–H bindingen en 1 mol C–O bindingen. Dus voor de vorming van verbinding 2 geldt:

$$\Delta H = -\{(-3,6 \cdot 10^5) + (-8,0 \cdot 10^5)\} + \{(-3,5 \cdot 10^5) + (-4,5 \cdot 10^5) + (-3,5 \cdot 10^5)\} = +0,1 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$$

Bij de vorming van 1 mol verbinding 3 uit 2 mol ethanal verdwijnen 2 mol C–H bindingen (ald), 1 mol C–C bindingen en 2 mol C=O bindingen. Er ontstaan 1 mol C–H bindingen, 3 mol C–O bindingen, 1 mol O–H bindingen en 1 mol C=C bindingen. Dus voor de vorming van verbinding 3 geldt:

$$\Delta H = -\{2 \times (-3,6 \cdot 10^5) + (-3,5 \cdot 10^5) + 2 \times (-8,0 \cdot 10^5)\} + \{(-4,1 \cdot 10^5) + 3 \times (-3,5 \cdot 10^5) + (-4,5 \cdot 10^5) + (-6,1 \cdot 10^5)\} = +1,5 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$$

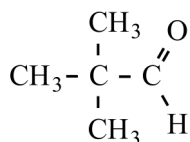
De vorming van verbinding 3 is dus meer endotherm dan de vorming van verbinding 2 en dus energetisch ongunstiger.

- berekening van het totaal van de bindingsenthalpieën in 2 mol ethanal 1
 - berekening van het totaal van de bindingsenthalpieën in 1 mol verbinding 2 1
 - berekening van het totaal van de bindingsenthalpieën in 1 mol verbinding 3 1
 - berekening van de reactie-enthalpieën voor de vorming van 1 mol verbinding 2 uit 2 mol ethanal en voor de vorming van 1 mol verbinding 3 uit 2 mol ethanal 1
 - conclusie 1
- of
- vermelding van de bindingen die verdwijnen en ontstaan bij de vorming van 1 mol verbinding 2 uit 2 mol ethanal 1
 - berekening van de reactie-enthalpie voor de vorming van 1 mol verbinding 2 uit 2 mol ethanal 1
 - vermelding van de bindingen die verdwijnen en ontstaan bij de vorming van 1 mol verbinding 3 uit 2 mol ethanal 1
 - berekening van de reactie-enthalpie voor de vorming van 1 mol verbinding 3 uit 2 mol ethanal 1
 - conclusie 1

□6 Maximumscore 3

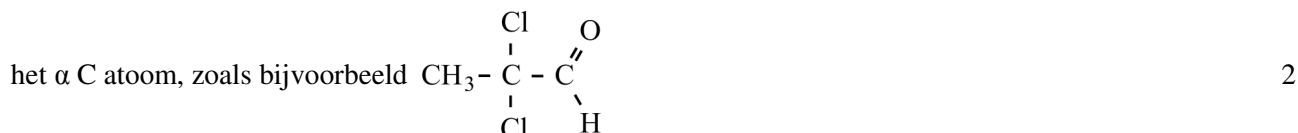
Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Methanal heeft geen α C atoom. De structuurformule van een ander alkanal is:



- methanal heeft geen α C atoom 1
- structuurformule van een ander alkanal zonder H aan het α C atoom 2

Indien in een overigens juist antwoord de structuurformule is gegeven van een aldehyde zonder H aan

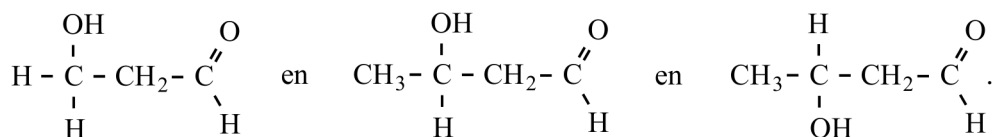


□7 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Dan moet je methanal (in basisch milieu) laten reageren met een alkanal dat wel een H atoom aan het α C atoom heeft, zoals ethanal.

Je krijgt dan de volgende reactieproducten:

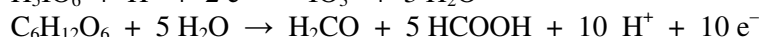
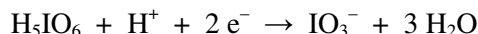


- je moet methanal laten reageren met een alkanal dat wel een H atoom aan het α C atoom heeft 1
- structuurformule van het aldol dat wordt gevormd uit methanal en dat andere alkanal 1
- structuurformule van het aldol dat uit twee moleculen van dat andere alkanal ontstaat 1
- structuurformule van het spiegelbeeldisomeer van dat andere aldol 1

Opgave 3 Glucosebepaling

20 punten

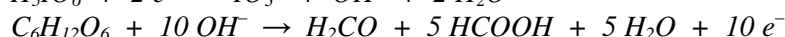
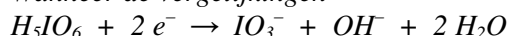
□8 Maximumscore 4



- in de eerste vergelijking H_5IO_6 en H^+ voor de pijl en IO_3^- en H_2O na de pijl 1
- in de eerste vergelijking e^- voor de pijl en juiste coëfficiënten 1
- in de tweede vergelijking $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ en H_2O voor de pijl en H_2CO , HCOOH en H^+ na de pijl 1
- in de tweede vergelijking e^- na de pijl en juiste coëfficiënten 1

Opmerking

Wanneer de vergelijkingen



zijn gegeven, dit goed rekenen.

□9 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De orthoperjoodzuuroplossing moet nauwkeurig worden afgemeten, want die hoeveelheid speelt een rol in de berekening. De kaliumjodide-oplossing hoeft niet nauwkeurig te worden afgemeten, want daar reken je niet mee.

- de hoeveelheid orthoperjoodzuur speelt een rol in de berekening, de hoeveelheid kaliumjodide niet 1
- conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Het is niet nodig om een pipet te gebruiken, want beide stoffen worden in overmaat toegevoegd.” 0

Opmerking

Wanneer een antwoord is gegeven als: „De orthoperjoodzuuroplossing moet nauwkeurig worden afgemeten, want het aantal mL en de molariteit zijn nauwkeurig vermeld. De kaliumjodide-oplossing hoeft niet zo nauwkeurig te worden afgemeten, want daarvan zijn het aantal mL en de molariteit niet zo nauwkeurig vermeld.” dit goed rekenen.

□10 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Je moet zetmeel/stijfsel als indicator gebruiken. De kleurverandering die bij het eindpunt optreedt, is van (licht)blauw naar kleurloos.

- zetmeel 1
- juiste kleurverandering 2
- Indien in een overigens juist antwoord de kleurverandering omgekeerd is gegeven 2

□11 Maximumscore 11

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

Stel dat x mmol glucose met orthoperjoodzuur heeft gereageerd.

Er is toegevoegd $20,0 \times 0,0100$ mmol H_5IO_6 .

Na afloop van reactie 1 is dan $(20,0 \times 0,0100 - 5x)$ mmol H_5IO_6 over en $5x$ mmol IO_3^- gevormd.

Uit $(20,0 \times 0,0100 - 5x)$ mmol H_5IO_6 ontstaat $4 \times (20,0 \times 0,0100 - 5x)$ mmol I_2 in reactie 2.

Uit $5x$ mmol IO_3^- ontstaat $3 \times 5x$ mmol I_2 in reactie 3.

Dus in totaal ontstaat $\{4 \times (20,0 \times 0,0100 - 5x) + 3 \times 5x\}$ mmol I_2 , dat wordt getitreerd.

Bij de titratie is gebruikt $14,2 \times 0,0950$ mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ en dat reageert met $\frac{14,2 \times 0,0950}{2}$ mmol I_2 .

$$\text{Dan moet } \left\{ 4 \times (20,0 \times 0,0100 - 5x) + 3 \times 5x \right\} = \frac{14,2 \times 0,0950}{2}.$$

Oplossen van deze vergelijking geeft $x = 0,0250$.

In de gepipetteerde 10,0 mL oplossing zat dus 0,0250 mmol glucose. In de 100,0 mL maatkolf en dus

in de 120 mg tablet zat dus $\frac{100,0}{10,0} \times 0,0250$ mmol glucose.

$$\text{Het massapercentage glucose in de tablet is dus: } \frac{\frac{100,0}{10,0} \times 0,0250 \times 180,2}{120} \times 100 = 37,5\%.$$

- berekening van het aantal mmol toegevoegd orthoperjoodzuur: 20,0 (mL) vermenigvuldigen met 0,0100 (mmol mL⁻¹) 1
- berekening van het aantal mmol orthoperjoodzuur dat met x mmol glucose reageert en het aantal mmol IO_3^- dat bij die reactie ontstaat: $5x$ 1
- berekening van het aantal mmol H_5IO_6 dat na reactie 1 over is: het aantal mmol orthoperjoodzuur dat met x mmol glucose reageert aftrekken van het aantal mmol toegevoegd orthoperjoodzuur 1
- berekening van het aantal mmol I_2 dat in reactie 2 ontstaat: het aantal mmol H_5IO_6 dat na reactie 1 over is, vermenigvuldigen met 4 1
- berekening van het aantal mmol I_2 dat in reactie 3 ontstaat: het aantal mmol IO_3^- dat bij reactie 1 ontstaat, vermenigvuldigen met 3 1
- berekening van het totale aantal mmol I_2 dat ontstaat: het aantal mmol I_2 dat in reactie 2 ontstaat, optellen bij het aantal mmol I_2 dat in reactie 3 ontstaat 1
- berekening van het aantal mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ dat bij de titratie is gebruikt: 14,2 (mL) vermenigvuldigen met 0,0950 (mmol mL⁻¹) 1
- berekening van het aantal mmol I_2 dat met dat aantal mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ heeft gereageerd: het aantal mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ dat bij de titratie is gebruikt, delen door 2 1
- berekening van het aantal mmol glucose in de 10,0 mL gepipetteerde oplossing: het totale aantal mmol I_2 dat ontstaat, gelijkstellen aan het aantal mmol I_2 dat met dat aantal mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ heeft gereageerd en oplossen van x uit deze vergelijking 1
- berekening van het aantal mmol glucose in de 120 mg van het tablet: het aantal mmol glucose in de 10,0 mL gepipetteerde oplossing delen door 10,0 (mL) en vermenigvuldigen met 100,0 (mL) 1
- berekening van het massapercentage glucose in het tablet: het aantal mmol glucose in de 120 mg van het tablet vermenigvuldigen met de massa van een mmol glucose (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 180,2 mg) en delen door 120 (mg) en vermenigvuldigen met 100(%) 1

Opgave 4 Hoe warm het was op Venus

6 punten

- 12 Maximumscore 1
ontleedde / decomposed

Opmerking

Wanneer een andere vorm van het werkwoord ontleden/decompose is gegeven, dit goed rekenen.

- 13 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Als waterdamp ontleedt, moet $\Delta G < 0$ zijn, dus $\Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$.

Hieruit volgt $T > \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} = \frac{2,42 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}}{45 \text{ (J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}} = 5,4 \cdot 10^3 \text{ K}$.

Dus de temperatuur op Venus was destijds kennelijk minstens $5,4 \cdot 10^3 \text{ K}$. Dat is veel hoger dan de temperatuur nu op Venus / $470 \text{ }^\circ\text{C}$, terwijl de indruk wordt gewekt (omdat het broeikasgas koolstofdioxide ontstond) dat de temperatuur op Venus is gestegen.

- notie dat $\Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$ 1
- berekening van ΔH^0 : de vormingsenthalpie van $\text{H}_2\text{O(g)}$ (bijvoorbeeld via Binas-tabel 57A: $-2,42 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$) vermenigvuldigen met -1 1
- berekening van ΔS^0 : (bijvoorbeeld via Binas-tabel 63A en B:) $S^0(\text{H}_2(\text{g})) + \frac{1}{2} \times S^0(\text{O}_2(\text{g})) - S^0(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = 131 + \frac{1}{2} \times 205 - 189 \text{ (J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}$ 1
- berekening van de minimale temperatuur: de gevonden ΔH^0 delen door de gevonden ΔS^0 en juiste eenheid vermeld 1
- uitleg waarom het twijfelachtig is dat het water op Venus is ontleed 1

Indien een antwoord is gegeven als: „De temperatuur op Venus was kennelijk rond de 300 K / $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (een paar graden boven de gemiddelde temperatuur op Aarde). Bij deze temperatuur kan water niet ontleden.” 2