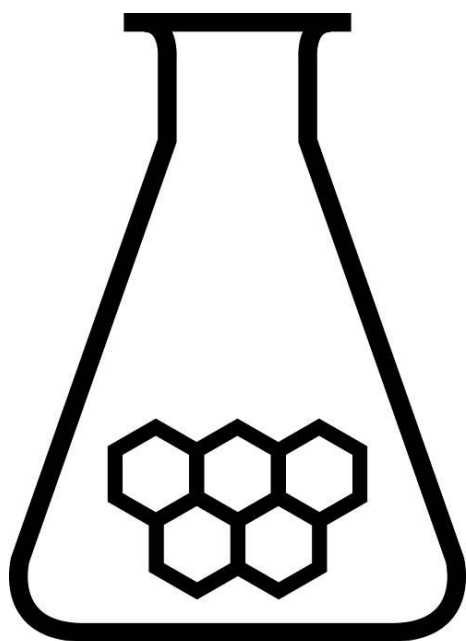


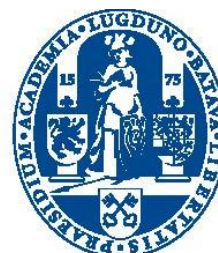
# SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2023

## CORRECTIEMODEL VOORRONDE 2

af te nemen in de periode van  
20 maart tot en met 24 maart



# SCHEIKUNDE OLYMPIADE




Universiteit Leiden

- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 3 opgaven met in totaal 17 open vragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 94 punten.
- Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en BINAS 6<sup>e</sup> druk of ScienceData 1<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.

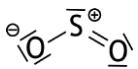
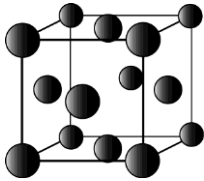
**Opgave 1 Meerkeuzevragen****(totaal 40 punten)**

per juist antwoord: 2 punten

**Koolstofchemie**

1	I	De enkelvoudige bindingen tussen de C atomen en de H atomen zijn $\sigma$ -bindingen, evenals de enkelvoudige bindingen tussen twee C atomen, tussen de C atomen en de O atomen van de OH groepen en tussen de O atomen en de H atomen. De dubbele binding tussen de C atomen bestaat uit een $\sigma$ -binding en een $\pi$ -binding. De dubbele bindingen tussen de C atomen en de O atomen bestaan uit een $\sigma$ -binding en een $\pi$ -binding.
2	D	Een H atoom wordt vervangen door een  groep.
3	B	Methode I is een nucleofiele substitutiereactie van het fenolaat op het broommethaan. Methode II zou ook een nucleofiele substitutiereactie zijn, van methanolaat aan de benzeenring, maar bij een benzeenring treedt alleen elektrofile substitutie op.

**Structuren en formules**

4	D	
5	B	De structuur van de FCC eenheidscel is:  De eenheidscel bevat $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ atomen. Als de ribbe van de eenheidscel op $a$ m wordt gesteld, is de dichtheid $\frac{4 \times 197,0 \times 1,66 \cdot 10^{-27}}{a^3} = 19,3 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . Dat levert $a = 4,08 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ . De kleinste afstand tussen twee goudkernen is dan de helft van de diagonaal van een vlak van de kubus, dus $\frac{4,08 \cdot 10^{-10}}{\sqrt{2}} = 2,88 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ .
6	I	Het zuurstofatoom in het alcoholmolecuul heeft twee bindingen en twee vrije elektronenparen. Het is dus $sp^3$ gehybridiseerd. Het zuurstofatoom in het intermediair heeft drie bindingen en één vrij elektronenpaar. Het is dus ook $sp^3$ gehybridiseerd.
7	D	Zuurstof staat in periode 2, dus $n = 2$ en $l = 0$ of $l = 1$ . Als $l = 0$ kan $m_l$ niet $-1$ zijn.

## Thermochemie

8	B	$\Delta H = -(-1,105 \cdot 10^5) - (-2,42 \cdot 10^5) + (-3,935 \cdot 10^5) = -0,41 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ , dit is negatief, dus de reactie is exotherm. Als de reactie spontaan optreedt, moet $\Delta G < 0$ zijn, dus moet $\Delta H - T\Delta S < 0$ . Bij 1200 K is $\Delta H - T\Delta S = -0,41 \cdot 10^5 - 1200 \times (-42) = 9,4 \cdot 10^3 \text{ J mol}^{-1}$ . Dit is groter dan nul en bij nog hogere temperaturen wordt $\Delta G$ nog groter.
9	D	$\Delta G^0 = -nF\Delta E^0 = -RT \ln K; n = 2 \text{ en } \Delta E^0 = (0,77 - 0,54) = 0,23 \text{ V, dus}$ $K = e^{\frac{nF\Delta E^0}{RT}} = e^{\frac{2 \times 9,649 \cdot 10^4 \times 0,23}{8,314 \times 298}} = 6,0 \cdot 10^7.$

## Redox en elektrochemie

10	D	De vergelijking van de halfreactie is: $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H} - \text{C} - & \text{C} - \text{OH} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} + 5 \text{ OH}^- \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H} & \text{O} \\   & // \\ \text{H} - \text{C} - & \text{C} \\   & \backslash \\ \text{H} & \text{O}^\ominus \end{array} + 4 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^-$
11	E	De sterkste oxidator ( $\text{Cu}^{2+}$ ) en de sterkste reductor ( $\text{Br}^-$ ) reageren het eerst.

## pH / zuur-base

12	C	Bij zeer hoge pH komt glycine voor als $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO}^-$ . Als de pH daalt, wordt een $\text{H}^+$ gebonden aan de groep die het sterkst basisch is, dat is de $\text{NH}_2$ groep ( $\text{p}K_b = 4,22$ , terwijl de $\text{p}K_b$ van de $\text{COO}^-$ groep gelijk is aan $14,00 - 2,35 = 11,65$ ). Bij $\text{pH} = 4,60$ geldt voor het evenwicht $^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH} \rightleftharpoons ^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}^+$ $\text{p}K_z = \text{pH} - \log \frac{\text{aantal mol } ^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-}{\text{aantal mol } ^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}}$ , ingevuld: $2,35 = 4,60 - \log \frac{\text{aantal mol } ^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-}{\text{aantal mol } ^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}}$ , dus $\log \frac{\text{aantal mol } ^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-}{\text{aantal mol } ^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}} = 4,60 - 2,35 = 2,25$ Dus aantal mol $^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^- \gg$ aantal mol $^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ . Bij nog lagere pH waarden wordt ook de $\text{COO}^-$ groep geprotoneerd. Bij $\text{pH} < 2,35$ komt glycine vooral als $^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ voor.
----	---	--

13	D	<p>0,020 mol OH<sup>-</sup> reageert met 0,020 mol CH<sub>3</sub>CHOHCOOH tot 0,020 mol CH<sub>3</sub>CHOHCOO<sup>-</sup>. Na de reactie is dus 0,100 – 0,020 = 0,080 mol CH<sub>3</sub>CHOHCOOH aanwezig en 0,120 + 0,020 = 0,140 mol CH<sub>3</sub>CHOHCOO<sup>-</sup>, dus er is een bufferoplossing ontstaan.</p> <p>Dus <math>[H_3O^+] = K_z \times \frac{\text{aantal mol CH}_3\text{CHOHCOOH}}{\text{aantal mol CH}_3\text{CHOHCOO}^-} = 1,4 \cdot 10^{-4} \times \frac{0,080}{0,140} = 8,0 \cdot 10^{-5}</math></p> <p>en pH = –log8,0·10<sup>-5</sup> = 4,10.</p>
----	---	--

### Rekenen

14	B	<p>600 mg Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is <math>\frac{600}{159,69}</math> mmol en daarin zit <math>2 \times \frac{600}{159,69} = 7,51</math> mmol Fe en</p> <p><math>3 \times \frac{600}{159,69} = 11,27</math> mmol O.</p> <p>In 22,6 mg H<sub>2</sub>O zit <math>\frac{22,6}{18,015} = 1,25</math> mmol O, dus is er 11,27 – 1,25 = 10,02 mmol O over.</p> <p>De verhouding Fe : O is dus 7,51 : 10,02 = 3 : 4.</p>
15	D	<p>200 °C is 473 K, 3,00 atm is 3,00 × 1,01·10<sup>5</sup> Pa en 2,16 g dm<sup>-3</sup> is 2,16·10<sup>3</sup> g m<sup>-3</sup>.</p> <p>Stel de molaire massa is M g mol<sup>-1</sup>, dan zit in 1,00 m<sup>3</sup> van het gas <math>\frac{2,16 \cdot 10^3}{M}</math> mol.</p> <p>Volgens de ideale gaswet geldt <math>pV = nRT</math> of <math>3,03 \cdot 10^5 \times 1,00 = \frac{2,16 \cdot 10^3}{M} \times 8,314 \times 473</math> of</p> <p><math>M = \frac{2,16 \cdot 10^3}{3,03 \cdot 10^5 \times 1,00} \times 8,314 \times 473 = 28,0 \text{ g mol}^{-1}</math>.</p> <p>Dat is de molaire massa van stikstof, N<sub>2</sub>.</p>

### Reactiesnelheid en evenwicht

16	C	<p>Als stap 2 snelheidsbepalend is, is <math>s = k_2[N_2O_2][H_2]</math></p> <p>Uit de evenwichtsvoorwaarde <math>\frac{[N_2O_2]}{[NO]^2} = K</math> voor stap 1 volgt <math>[N_2O_2] = K[NO]^2</math>.</p> <p>Dus <math>s = k_2K[NO]^2[H_2]</math> wat in overeenstemming is met de gegeven reactiesnelheidsvergelijking met <math>k = k_2K</math>.</p>
17	B	<p><math>[Ba^{2+}] = \frac{50 \times 0,010}{50 + 50} = 0,0050 \text{ mol L}^{-1}</math> en <math>[F^-] = \frac{2 \times 50 \times 0,015}{50 + 50} = 0,015 \text{ mol L}^{-1}</math></p> <p><math>K_s = [Ba^{2+}][F^-]^2 = 0,0050 \times (0,015)^2 = 1,1 \cdot 10^{-6}</math></p>

18	D	$\text{Br}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2 \text{BrCl}$																				
		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 30%; text-align: center;">1,00 mol</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">+</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">1,00 mol</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">0,00</td> </tr> <tr> <td>begin</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>omgezet/gevormd</td> <td style="text-align: center;"><math>x</math> mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><math>x</math> mol</td> <td style="text-align: center;"><math>2x</math> mol</td> </tr> <tr> <td>evenwicht</td> <td style="text-align: center;"><math>(1,00 - x)</math> mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><math>(1,00 - x)</math> mol</td> <td style="text-align: center;"><math>2x</math> mol</td> </tr> </table>		1,00 mol	+	1,00 mol	0,00	begin					omgezet/gevormd	$x$ mol		$x$ mol	$2x$ mol	evenwicht	$(1,00 - x)$ mol		$(1,00 - x)$ mol	$2x$ mol
			1,00 mol	+	1,00 mol	0,00																
begin																						
omgezet/gevormd	$x$ mol		$x$ mol	$2x$ mol																		
evenwicht	$(1,00 - x)$ mol		$(1,00 - x)$ mol	$2x$ mol																		
<p> <math display="block">K = \frac{[\text{BrCl}]^2}{[\text{Br}_2][\text{Cl}_2]} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{1,00 - x}{V}\right)^2} = 6,80, \text{ of } \frac{(2x)^2}{(1,00 - x)^2} = 6,80, \text{ hieruit volgt } x = 0,566.</math> </p> <p>           Er is dus gevormd <math>2 \times 0,566</math> mol BrCl, dat is <math>2 \times 0,566 \times 115,35</math> g BrCl.            De totale massa is <math>1,00 \times 2 \times 79,90 + 1,00 \times 2 \times 35,45 = 230,7</math> g, dus het            massapercentage BrCl is <math>\frac{2 \times 0,566 \times 115,35}{230,7} \times 100 = 56,6\%</math>.         </p>																						

### Analyse

19	C	<p>Het toevoegen van zoutzuur zorgt bij de carbonaten voor gasontwikkeling en bij het hydroxide niet. Met zoutzuur ontstaat geen neerslag met bariumcarbonaat en ook niet met zinkcarbonaat.</p> <p>Het negatieve ion <math>\text{SO}_4^{2-}</math> van zwavelzuur geeft met <math>\text{Ba}^{2+}</math> en <math>\text{Ca}^{2+}</math> een neerslag en niet met <math>\text{Zn}^{2+}</math>. Met zwavelzuur geeft bariumcarbonaat gasontwikkeling en calciumhydroxide niet.</p>
20	A	<p>Doordat de cuvet niet wordt voorgespoeld met de te meten oplossing wordt door verdunning een kleinere extinctie gemeten en dus een kleinere concentratie gevonden. Bij een hogere golflengte dan <math>\lambda_{\text{max}}</math> is de extinctie kleiner. Wanneer dan wordt gerekend met de kleinere <math>\epsilon</math> (molare extinctiecoëfficiënt) die bij die hogere golflengte hoort, komt de leerling uit op een zelfde concentratie als de werkelijke. Wanneer zou worden gerekend met <math>\epsilon</math> die bij <math>\lambda_{\text{max}}</math> hoort, komt de leerling uit op kleinere concentratie dan de werkelijke.</p>

## Open opgaven

(totaal 54 punten)

### ■ Opgave 2 Methylnitridaat

25 punten

□1 Maximumscore 2

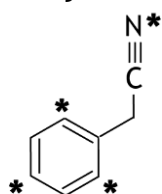
- in reactie 1 1
- in reactie 3 1

#### Opmerking

Wanneer een onjuiste reactie is genoemd, een punt aftrekken - de minimumscore voor deze vraag is 0 punten.

□2 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



- sterretjes bij de drie koolstofatomen van de benzeenring juist 1
- sterretje bij het N atoom van de cyanidegroep 1

#### Opmerkingen

- Wanneer een sterretje bij een onjuist atoom van de benzeenring is geplaatst, de eerste deelscore niet toekennen.
- Wanneer ook een sterretje is geplaatst bij het C atoom van de cyanidegroep, de tweede deelscore niet toekennen.
- Wanneer ook een sterretje is geplaatst bij het C atoom waar de minlading in de gegeven structuurformule was getekend, dit niet aanrekenen.

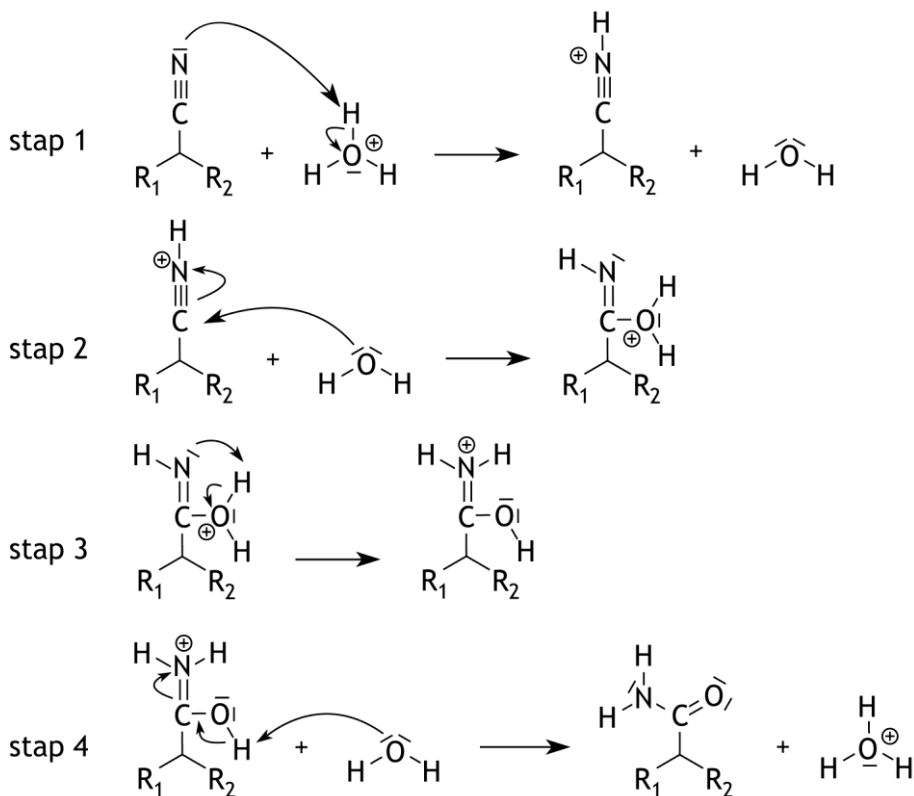
□3 Maximumscore 2

De reactie van het negatieve ion van **1** met een molecuul **2** onder vorming van een molecuul **3** is een *substitutiereactie* waarbij het negatieve ion van **1** fungeert als *nucleofiel* deeltje.

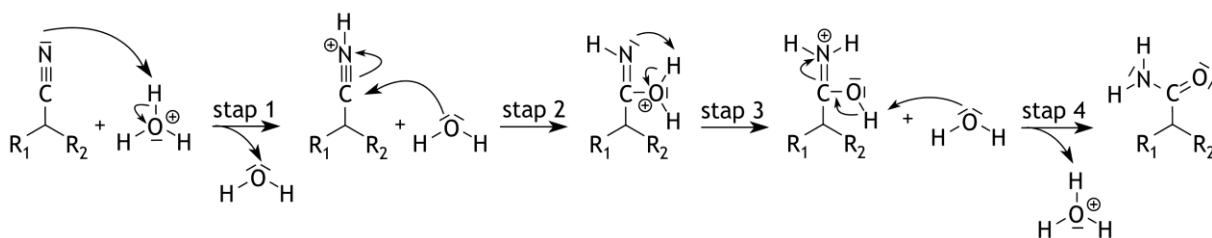
- substitutiereactie 1
- nucleofiel 1

□4 Maximumscore 8

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



en



- in stap 1 de pijlen juist getekend 1
- in stap 1 de lewisstructuren en ladingen juist 1
- in stap 2 de pijlen juist getekend 1
- juiste lewisstructuur en lading na stap 2 1
- in stap 3 de pijlen juist getekend 1
- juiste lewisstructuur en lading na stap 3 1
- in stap 4 de pijlen juist getekend 1
- juiste lewisstructuren en lading na stap 4 1

Indien in een overigens juist antwoord één of meer pijlen ‘verkeerd-om’ staan 7

*Opmerking*

Wanneer in stap 1 rechts van de pijl  $H_2O$  niet is vermeld en/of in stap 4 rechts van de pijl  $H_3O^+$  niet is vermeld, dit niet aanrekenen.

□5 Maximumscore 6

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:

De energieverandering bij de hydrogenering van 2 mol C = C bindingen en 1 mol C = N bindingen is:

$$2 \times (-BE_{C=C} - BE_{H-H} + BE_{C-C} + 2 \times BE_{C-H}) + (-BE_{C=N} - BE_{H-H} + BE_{C-N} + BE_{C-H} + BE_{N-H}) = 2 \times \{ -(-6,1 \cdot 10^5) - (-4,36 \cdot 10^5) + (-3,5 \cdot 10^5) + 2 \times (-4,1 \cdot 10^5) \} + \{ -(-6,2 \cdot 10^5) - (-4,36 \cdot 10^5) + (-2,8 \cdot 10^5) + (-4,1 \cdot 10^5) + (-3,9 \cdot 10^5) \} = -2,7 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

Dus de hydrogeneringsenergie van een mol pyridine-ringen is

$$-2,7 \cdot 10^5 + 1,07 \cdot 10^5 = -1,6 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

Dit is minder dan de  $2,1 \cdot 10^5 \text{ J}$  die vrijkomt bij de hydrogenering van een mol benzeenringen.

- notie dat twee mol C = C bindingen en één mol C = N bindingen worden verbroken 1
- notie dat drie mol H – H bindingen worden verbroken 1
- notie dat twee mol C – C bindingen en één mol C – N bindingen worden gevormd 1
- notie dat vijf mol C – H bindingen en één mol N – H bindingen worden gevormd 1
- juiste sommatie van de bindingsenergieën 1
- berekening van de hydrogeneringsenergie van een mol pyridine-ringen en conclusie 1

□6 Maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- De activeringsenergie voor de hydrogenering van benzeenringen is groter dan die voor de hydrogenering van pyridine-ringen.
- De katalysator is specifiek voor de hydrogenering van de pyridine-ring.

□7 Maximumscore 2

- P is  $\text{H}_3\text{O}^+$  1
  - Q is  $\text{NH}_4^+$  1
- Indien het antwoord P is  $\text{H}_2\text{O}$  en Q is  $\text{NH}_3$  is gegeven 1

□8 Maximumscore 2

- R is  $\text{CH}_3\text{OH}$  1
- S is  $\text{H}_2\text{O}$  1

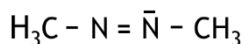


### Opgave 3 De ontleding van azomethaan

14 punten

□9 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



- enkelvoudige bindingen tussen N en C en dubbele binding tussen beide N atomen 1
- niet-bindende elektronenparen op beide N atomen 1

*Opmerking*

Wanneer het volgende antwoord is gegeven:  $\text{CH}_3 - \underline{\text{N}} = \bar{\text{N}} - \text{CH}_3$ , dit goed rekenen.

□10 Maximumscore 3

De stikstofatomen hebben een trigonale omringing.

Rondom de dubbele binding tussen de beide N atomen is geen vrije draaibaarheid / de dubbele binding is star, dus zijn er twee *cis-trans* isomeren.

- de stikstofatomen hebben een trigonale omringing 1
- er is geen vrije draaibaarheid rondom de dubbele binding tussen de beide N atomen / de dubbele binding is star 1
- conclusie 1

*Opmerking*

Wanneer een antwoord is gegeven als: „De volgende stereo-isomeren / *cis-trans* isomeren

zijn mogelijk:  $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{N}=\text{N} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$  en  $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N}=\text{N} \end{array}$  .”, dit goed rekenen.

□11 Maximumscore 7

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

Voor een eerste orde reactie geldt  $\ln \frac{[C_2H_6N_2]_0}{[C_2H_6N_2]_t} = kt$ .

Voor gassen is de partiëledruk evenredig met de concentratie, dus geldt ook

$$\ln \frac{(p_{C_2H_6N_2})_0}{(p_{C_2H_6N_2})_t} = kt \text{ of } k = \frac{\ln \frac{(p_{C_2H_6N_2})_0}{(p_{C_2H_6N_2})_t}}{t}.$$

Uit 1 mol gas ontstaan 2 mol gas, dus  $(p_{C_2H_6N_2})_0 = \frac{(p_{C_2H_6N_2})_\infty}{2} = \frac{1,144 \cdot 10^5}{2} = 0,572 \cdot 10^5$  Pa.

Als op tijdstip  $t$  tijdens de reactie de partiëledruk van  $C_2H_6N_2$  met  $x$  Pa is gedaald, zijn de partiëledrukken van  $C_2H_6$  en  $N_2$  met  $x$  Pa gestegen, de totaal druk is dan  $(0,572 \cdot 10^5 + x)$  Pa, dus  $(p_{C_2H_6N_2})_t = 0,572 \cdot 10^5 - x$ .

Na 10,0 min is  $p_{\text{totaal}} = 0,656 \cdot 10^5$  Pa, dus  $x = 0,656 \cdot 10^5 - 0,572 \cdot 10^5 = 0,084 \cdot 10^5$  Pa en

$(p_{C_2H_6N_2})_{10,0} = 0,572 \cdot 10^5 - 0,084 \cdot 10^5 = 0,488 \cdot 10^5$  Pa en

$$\frac{\ln \frac{(p_{C_2H_6N_2})_0}{(p_{C_2H_6N_2})_{10,0}}}{10,0} = \frac{\ln \frac{0,572 \cdot 10^5}{0,488 \cdot 10^5}}{10,0} = 0,0159.$$

Na 21,0 min is  $p_{\text{totaal}} = 0,732 \cdot 10^5$  Pa, dus  $x = 0,732 \cdot 10^5 - 0,572 \cdot 10^5 = 0,160 \cdot 10^5$  Pa en

$(p_{C_2H_6N_2})_{21,0} = 0,572 \cdot 10^5 - 0,160 \cdot 10^5 = 0,412 \cdot 10^5$  Pa en

$$\frac{\ln \frac{(p_{C_2H_6N_2})_0}{(p_{C_2H_6N_2})_{21,0}}}{21,0} = \frac{\ln \frac{0,572 \cdot 10^5}{0,412 \cdot 10^5}}{21,0} = 0,0156.$$

Na 35,0 min is  $p_{\text{totaal}} = 0,813 \cdot 10^5$  Pa, dus  $x = 0,813 \cdot 10^5 - 0,572 \cdot 10^5 = 0,241 \cdot 10^5$  Pa en

$(p_{C_2H_6N_2})_{35,0} = 0,572 \cdot 10^5 - 0,241 \cdot 10^5 = 0,331 \cdot 10^5$  Pa en

$$\frac{\ln \frac{(p_{C_2H_6N_2})_0}{(p_{C_2H_6N_2})_{35,0}}}{35,0} = \frac{\ln \frac{0,572 \cdot 10^5}{0,331 \cdot 10^5}}{35,0} = 0,0156.$$

Er komt drie keer (vrijwel) hetzelfde uit voor  $\frac{\ln \frac{(p_{C_2H_6N_2})_0}{(p_{C_2H_6N_2})_t}}{t}$ , dus de reactie is van de eerste orde.

$$k = \frac{0,0159 + 0,0156 + 0,0156}{3} = 0,0157 \text{ min}^{-1}.$$

$$\text{In SI eenheden: } k = \frac{0,0157}{60} = 2,62 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}.$$

- notie dat voor de eerste orde reactie geldt  $\ln \frac{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_0}{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_t} = kt$  of  $k = \frac{\ln \frac{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_0}{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_t}}{t}$  1
  - berekening van  $(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_0$ :  $1,144 \cdot 10^5$  Pa delen door 2 1
  - notie dat de toename van de totaal druk gelijk is aan de afname van  $(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})$  1
  - berekening van  $(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_{10,0}$ ,  $(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_{21,0}$  en  $(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_{35,0}$  1
  - berekening van  $\frac{\ln \frac{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_0}{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_t}}{t}$  voor  $t = 10,0$  min,  $t = 21,0$  min en  $t = 35,0$  min en conclusie dat het een eerste orde reactie is 1
  - berekening van  $k$ : het gemiddelde van de uitkomsten van  $\frac{\ln \frac{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_0}{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_t}}{t}$  voor  $t = 10,0$  min,  $t = 21,0$  min en  $t = 35,0$  min 1
  - juiste eenheid van  $k$  vermeld 1
- Indien in een overigens juist antwoord  $k$  slechts voor één tijdstip is berekend (en dus niet is aangetoond dat het een eerste orde reactie is) 5

**Opmerkingen**

- Wanneer de eenheid in  $\text{min}^{-1}$  is gegeven, dit niet aanrekenen.
- Wanneer met behulp van de gegevens op twee tijdstippen is aangetoond dat de reactie van de eerste orde is en voor de berekening van  $k$  het gemiddelde van de

beide uitkomsten van  $\frac{\ln \frac{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_0}{(p_{\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2})_t}}{t}$  is genomen, dit niet aanrekenen.

□12 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

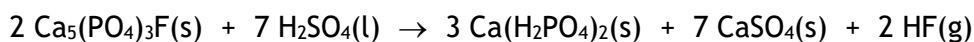
Je moet de reactiesnelheidsconstante bij nog een temperatuur bepalen en dan de wet van Arrhenius toepassen.

- de reactiesnelheidsconstante bij nog een temperatuur bepalen 1
- de wet van Arrhenius toepassen 1

## ■ Opgave 4 Superfosfaat

15 punten

□13 Maximumscore 3



- juiste formules met juiste toestandsaanduidingen aan de juiste kant van de pijl 1
- P balans en F balans juist 1
- Ca balans, H balans, S balans en O balans juist 1

□14 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{3 \times 234,05}{3 \times 234,05 + 7 \times 136,14} \times 10^2 = 42 \text{ (massa\%)}$$

- berekening van de molaire massa van  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ :  $234,05 \text{ g mol}^{-1}$  1
- berekening van de som van de massa van 3 mol  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  en 7 mol  $\text{CaSO}_4$  1
- rest van de berekening en de uitkomst afgerond op een geheel getal 1

### Opmerkingen

- Wanneer een onjuist antwoord op vraag 14 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 13 en in dit onjuiste antwoord op vraag 13 de molverhouding  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 : \text{CaSO}_4$  niet gelijk is aan 1 : 1, dit niet aanrekenen.
- Wanneer in vraag 14 is gerekend met de molverhouding  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 : \text{CaSO}_4 = 1 : 1$ , mag het tweede scorepunt niet worden toegekend.

□15 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

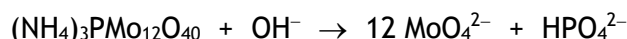
Door het oplossen van  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  neemt de  $[\text{Ca}^{2+}]$  toe. Daardoor verschuift het oplosevenwicht van  $\text{CaSO}_4$  naar links (en lost er minder op).

- door het oplossen van  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  neemt de  $[\text{Ca}^{2+}]$  toe 1
- daardoor verschuift het oplosevenwicht van  $\text{CaSO}_4$  naar links 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Door het oplossen van  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  bevat de oplossing al zoveel ionen dat er minder  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{SO}_4^{2-}$  bij kunnen.” 1

□16 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



Het aantal minladingen rechts van de pijl is  $12 \times 2 + 2 = 26$ .

Dus er reageert 26 mol  $\text{OH}^-$  met 1 mol  $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$ .

- per mol  $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$  ontstaan 12 mol  $\text{MoO}_4^{2-}$  en 1 mol  $\text{HPO}_4^{2-}$  1
- berekening van het aantal minladingen rechts van de pijl 1
- aantal  $\text{OH}^-$  gelijkgesteld aan het aantal minladingen rechts van de pijl 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Rechts van de pijl staan  $\text{MoO}_4^{2-}$  en  $\text{HPO}_4^{2-}$ , dat zijn vier minladingen, dus er reageert 4 (mol)  $\text{OH}^-$ .” 1

*Opmerking*

*Wanneer de volledige, juiste reactievergelijking is gegeven, dit goed rekenen.*

□17 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{(10,00 - 0,380)}{26} \times \frac{1}{2} \times \frac{100,0}{10,00} = 1,85 \text{ (mmol)}$$

- berekening van het aantal mmol  $\text{OH}^-$  dat reageerde met het  $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$ :  $10,00 - 0,380$  (mmol) 1
- berekening van het aantal mmol  $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$ : het berekende aantal mmol  $\text{OH}^-$  delen door 26 1
- berekening van het aantal mmol  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  dat aanwezig was in 10,00 mL oplossing: het berekende aantal mmol  $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$  delen door 2 1
- berekening van het aantal mmol  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  dat aanwezig was in 100,0 mL oplossing: het berekende aantal mmol  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  delen door 10,00 (mL) en vermenigvuldigen met 100,0 (mL) 1

*Opmerkingen*

- *Wanneer een onjuist antwoord op vraag 17 het consequente gevolg van een onjuist antwoord op vraag 16 en dit onjuiste antwoord op vraag 16 niet gelijk is aan 1 mol  $\text{OH}^-$ , dit niet aanrekenen.*
- *Wanneer in vraag 17 is gerekend met „per mol  $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$  reageert 1 mol  $\text{OH}^-$  (als antwoord op vraag 16)”, mag het tweede scorepunt niet worden toegekend.*