

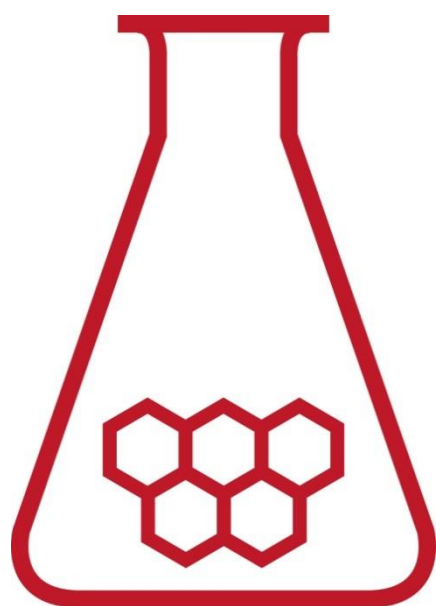
45^e Nationale Scheikundeolympiade

Universiteit Maastricht

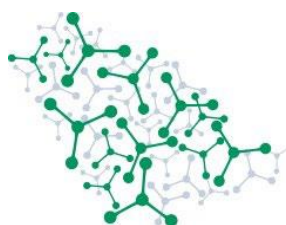
THEORIETOETS

correctievoorschrift

woensdag 5 juni 2024



**SCHEIKUNDE
OLYMPIADE**



56th IChO International
Chemistry Olympiad
Saudi Arabia 2024



Maastricht University

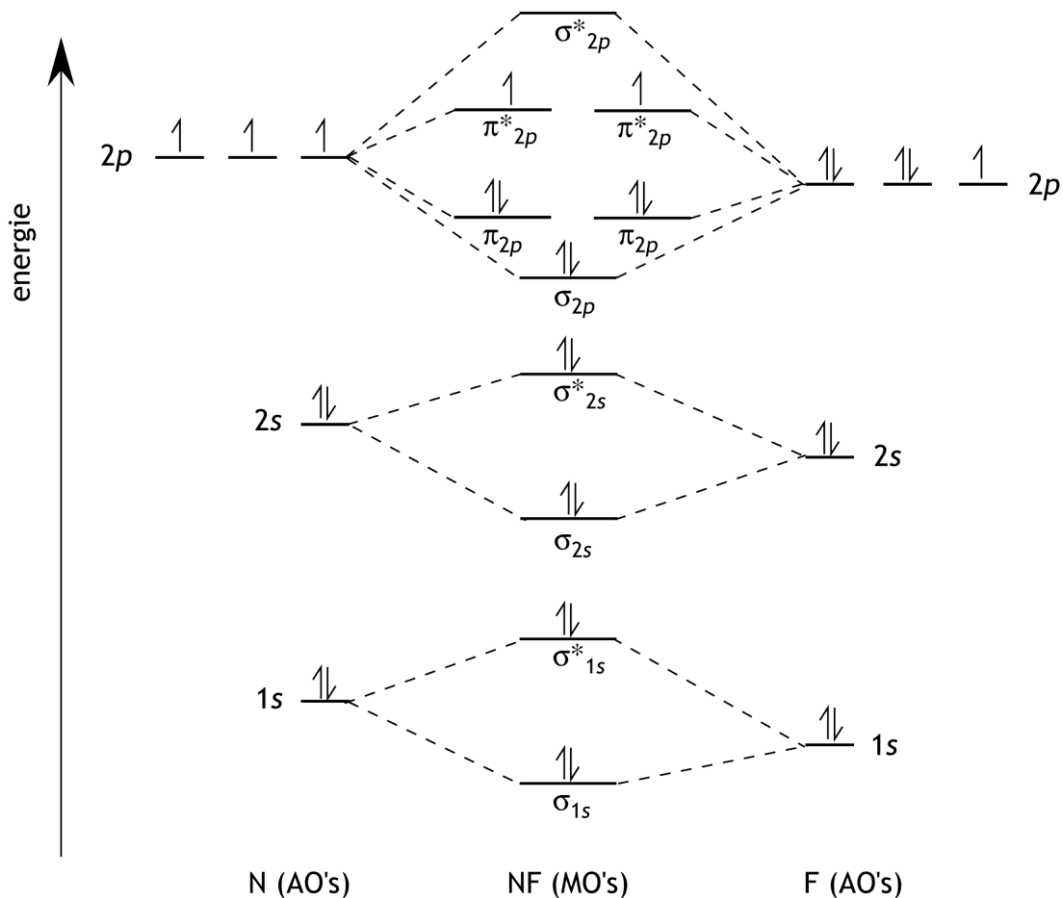
- Deze toets bestaat uit 7 opgaven met 32 open vragen en een uitwerkingbijlage.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 120 punten.
- De theorietoets duurt maximaal 4 klokuren.
- Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en BINAS 6^e of 7^e druk of ScienceData 1^e druk.
- Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.

Opgave 1 NF

12 punten

□1 Maximumscore 7

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



- de energieniveaus van het fluoratoom lager getekend dan die van het stikstofatoom 1
- in de 1s en 2s niveaus van het stikstofatoom en het zuurstofatoom een elektronenpaar 1
- in het stikstofatoom drie ongepaarde elektronen in het 2p niveau 1
- in het fluoratoom twee elektronenparen en één ongepaard elektron in het 2p niveau 1
- de niveaus van alle moleculaire orbitalen op een juiste manier en met de juiste aanduidingen weergegeven 1
- in het stikstofmonofluoridemolecuul elektronenparen in σ_{1s} , σ_{1s}^* , σ_{2s} , σ_{2s}^* en in σ_{2p} en in beide π_{2p} 's 1
- in het stikstofmonofluoridemolecuul in elke π_{2p}^* een ongepaard elektron 1

Indien in een overigens juist antwoord de ongepaarde elektronen in het 2p niveau van het stikstofatoom en/of de ongepaarde elektronen in de π_{2p}^* niveaus van het stikstofmonofluoridemolecuul niet parallel getekend zijn 6

□2 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Er zijn tien elektronen in BMO's en zes elektronen in ABMO's, dus

$$\text{bindingsorde} = \frac{10 - 6}{2} = 2.$$

· tien elektronen in BMO's en zes elektronen in ABMO's

1

· rest van de berekening

1

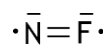
Opmerkingen

– Wanneer een onjuist antwoord op vraag 2 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 1, dit antwoord op vraag 2 goed rekenen

– Wanneer het antwoord bindingsorde = $\frac{8 - 4}{2} = 2$ is gegeven, dit goed rekenen.

□3 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



· dubbele binding

1

· dubbelradicaal

1

· rest van de structuur

1

Indien, bij een juist antwoord op vraag 1, het antwoord $\ominus \langle \text{N} = \text{F} \rangle \oplus$ is gegeven

2

Indien, bij een juist antwoord op vraag 1, het antwoord $\langle \text{N} = \text{F} \rangle$ is gegeven

1

Opmerking

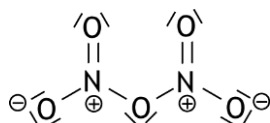
Wanneer een onjuist antwoord op vraag 3 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 1 en/of vraag 2, dit antwoord op vraag 3 goed rekenen.

Opgave 2 Distikstofpenta-oxide

19 punten

□4 Maximumscore 3

Een juiste lewisstructuur kan als volgt zijn weergegeven:



- enkele en dubbele bindingen tussen de N atomen en de O atomen juist 1
- vrije elektronenparen juist 1
- formele ladingen juist 1

□5 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

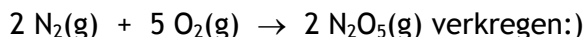
Elk N atoom met de daaraan gebonden O atomen liggen in één vlak. De bindingen tussen het centrale O atoom en de N atomen zijn vrij draaibaar. Dus het is mogelijk dat alle zeven atomen in één vlak liggen.

- elk N atoom met de daaraan gebonden O atomen liggen in één vlak 1
- de bindingen tussen het centrale O atoom en de N atomen zijn vrij draaibaar 1
- juiste conclusie 1

□6 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

(Door de eerste en derde reactievergelijking met een factor twee te vermenigvuldigen en deze te sommeren met de tweede reactievergelijking wordt



$$2 \times (-116,2) + (-106,2) + 2 \times (+182,6) = (+) 26,6 \text{ kJ per 2 mol N}_2\text{O}_5$$

$$\Delta_f H^0 \text{ van N}_2\text{O}_5 = (+) 26,6 : 2 = (+) 13,3 \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}$$

- $\Delta_f H^0_1$, $\Delta_f H^0_2$ en $\Delta_f H^0_3$ gebruikt in de sommering 1
- vermenigvuldigingsfactoren juist gebruikt in de sommering 1
- rest van de berekening juist 1

□7 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = +94,83 \cdot 10^3 - 600 \times (269 + 293 - 426) = (+) 13,23 \cdot 10^3 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}$$

$$\Delta G = -RT \ln K_p$$

$$\ln K_p = -\frac{\Delta G}{RT} = -\frac{13,23 \cdot 10^3}{8,314 \times 600} \quad K_p = e^{-\frac{13,23 \cdot 10^3}{8,314 \times 600}} = 0,0705$$

- berekening van ΔS 1
- berekening van ΔG 1
- $\Delta G = -RT \ln K_p$, eventueel reeds gedeeltelijk ingevuld 1
- berekening van $\ln K_p$ 1
- berekening van K_p 1

8 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{p_{\text{NO}_2} \times p_{\text{NO}_3}}{p_0 \times p_0} = K_p, \text{ omdat de druk in bar is gegeven, mag dit geschreven worden als}$$
$$\frac{p_{\text{NO}_2} \times p_{\text{NO}_3}}{p_{\text{N}_2\text{O}_5}} = K_p.$$

Per mol oorspronkelijk N_2O_5 is in de evenwichtstoestand $(1-x)$ mol N_2O_5 , x mol NO_2 , x mol NO_3 , dus in totaal $1+x$ mol gas aanwezig.

$$p_{\text{NO}_2} = p_{\text{NO}_3} = \left(\frac{x}{1+x}\right) \times p_{\text{totaal}} \text{ en } p_{\text{N}_2\text{O}_5} = \left(\frac{1-x}{1+x}\right) \times p_{\text{totaal}}$$
$$\frac{\left(\frac{x}{1+x}\right)^2 \times p_{\text{totaal}}}{\left(\frac{1-x}{1+x}\right)} = K_p \quad \frac{\left(\frac{x}{1+x}\right)^2 \times 0,10}{\left(\frac{1-x}{1+x}\right)} = 0,0705$$

Oplossen van de vergelijking levert $x = 0,64$ (mol).

$$\frac{p_{\text{NO}_2} \times p_{\text{NO}_3}}{p_{\text{N}_2\text{O}_5}} = K_p \quad 1$$

in de evenwichtstoestand is aanwezig: $1-x$ mol N_2O_5 , x mol NO_2 en x mol NO_3 . Dus totaal $1+x$ mol gas 1

$$p_{\text{NO}_2} = p_{\text{NO}_3} = \left(\frac{x}{1+x}\right) \cdot p_{\text{totaal}} \text{ en } p_{\text{N}_2\text{O}_5} = \left(\frac{1-x}{1+x}\right) \cdot p_{\text{totaal}} \quad 1$$

$$\frac{\left(\frac{x}{1+x}\right)^2 \times p_{\text{totaal}}}{\left(\frac{1-x}{1+x}\right)} = K_p, \text{ eventueel reeds gedeeltelijk ingevuld} \quad 1$$

$$\text{oplossen van de vergelijking } \frac{\left(\frac{x}{1+x}\right)^2 \times 0,10}{\left(\frac{1-x}{1+x}\right)} = 0,0705 \quad 1$$

Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 8 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 7, dit antwoord op vraag 8 goed rekenen.

■ Opgave 3 Chroom

21 punten

- 9 Maximumscore 4
 $4 \text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO} + 8 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 7 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{CO}_2$
- alle formules juist en aan de juiste kant van de pijl 1
 - chroombalans en ijzerbalans juist 1
 - natriumbalans en koolstofbalans juist 1
 - de zuurstofbalans juist 1
- 10 Maximumscore 3
Voeg water toe (en verwarm of roer). Filtreer het ontstane mengsel en damp het filtraat in.
- water toevoegen (en verwarmen of roeren) 1
 - filtreren 1
 - indampen 1
- 11 Maximumscore 3
 $2 \text{H}^+ + 2 \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ of $2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O}$
- H^+ (of H_3O^+) en CrO_4^{2-} voor de pijl 1
 - $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ en H_2O na de pijl 1
 - juiste coëfficiënten 1
- 12 Maximumscore 4
Bij de omzetting van $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ tot Cr zijn per mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 12 mol elektronen betrokken.
Bij de omzetting van $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ tot Cr^{3+} zijn per mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 6 mol elektronen betrokken.
Bij de omzetting van 100 mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ zijn dus in totaal $95,0 \times 12 + 5,0 \times 6$ mol elektronen betrokken. Het percentage van de elektronenstroom dat zorgt voor de omzetting tot Cr is dus $\frac{95,0 \times 12}{95,0 \times 12 + 5,0 \times 6} \times 100\% = 97,4\%$.
- notie dat bij de omzetting van $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ tot Cr per mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 12 mol elektronen betrokken zijn 1
 - notie dat bij de omzetting van $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ tot Cr^{3+} per mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 6 mol elektronen betrokken zijn 1
 - berekening van het totaal aantal mol dat bij de omzetting van 100 mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ betrokken is 1
 - rest van de berekening 1

□13 Maximumscore 7

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

De dichtheid van chroom is gelijk aan $\frac{2 \times 51,996 \times 1,66 \cdot 10^{-27}}{\left(\frac{4 \times 125 \cdot 10^{-12}}{\sqrt{3}}\right)^3} = 7,18 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ en dat is

goed in overeenstemming met de waarde $7,15 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ die in Binas/ScienceData staat.

- notie dat in een bcc eenheidscel twee atomen voorkomen 1
- berekening van de massa van de eenheidscel in u 1
- berekening van de massa van de eenheidscel in kg 1
- notie dat de lengte van de lichaamsdiagonaal gelijk is aan vier maal de atoomstraal 1
- berekening van de lengte van de ribbe van de eenheidscel 1
- berekening van de inhoud van de eenheidscel 1
- berekening van de dichtheid en conclusie 1

Opgave 4 Methylisocyanide

15 punten

□14 Maximumscore 7

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Voor de steady-state benadering geldt:

$$\frac{d[\text{CH}_3\text{NC}^*]}{dt} = 0$$

CH_3NC^* ontstaat in de heengaande reactie van evenwicht 1 en wordt omgezet in de teruggaande reactie van evenwicht 1 en in reactie 2. Hiervoor geldt respectievelijk

$$s_1 = k_1[\text{CH}_3\text{NC}]^2, \quad s_{-1} = k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}^*][\text{CH}_3\text{NC}] \quad \text{en} \quad s_2 = k_2[\text{CH}_3\text{NC}^*]. \quad \text{Dus}$$

$$\frac{d[\text{CH}_3\text{NC}^*]}{dt} = k_1[\text{CH}_3\text{NC}]^2 - k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}^*][\text{CH}_3\text{NC}] - k_2[\text{CH}_3\text{NC}^*] = 0. \quad \text{Hieruit volgt}$$

$$[\text{CH}_3\text{NC}^*] = \frac{k_1[\text{CH}_3\text{NC}]^2}{k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}] + k_2}.$$

$$\text{Voor de vorming van } \text{CH}_3\text{CN} \text{ geldt dus } \frac{d[\text{CH}_3\text{CN}]}{dt} = k_2[\text{CH}_3\text{NC}^*] = \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_3\text{NC}]^2}{k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}] + k_2}.$$

· $s_1 = k_1[\text{CH}_3\text{NC}]^2$ 1

· $s_{-1} = k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}^*][\text{CH}_3\text{NC}]$ 1

· $s_2 = k_2[\text{CH}_3\text{NC}^*]$ 1

· notie dat $[\text{CH}_3\text{NC}^*]$ niet verandert in de tijd 1

· $\frac{d[\text{CH}_3\text{NC}^*]}{dt} = k_1[\text{CH}_3\text{NC}]^2 - k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}^*][\text{CH}_3\text{NC}] - k_2[\text{CH}_3\text{NC}^*] = 0$ 1

· $[\text{CH}_3\text{NC}^*] = \frac{k_1[\text{CH}_3\text{NC}]^2}{k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}] + k_2}$ 1

· $\frac{d[\text{CH}_3\text{CN}]}{dt} = k_2[\text{CH}_3\text{NC}^*] = \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_3\text{NC}]^2}{k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}] + k_2}$ 1

□15 Maximumscore 2

Voor de overallreactie geldt dat $\frac{d[\text{CH}_3\text{CN}]}{dt} = k_{\text{exp}}[\text{CH}_3\text{NC}]$, als we dit combineren met de

gegeven snelheidsvergelijking krijgen we $k_{\text{exp}} = \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_3\text{NC}]}{k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}] + k_2}$.

· notie dat voor de overallreactie geldt $\frac{d[\text{CH}_3\text{CN}]}{dt} = k_{\text{exp}}[\text{CH}_3\text{NC}]$ 1

· juiste uitdrukking voor k_{exp} 1

□16 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Voor de reactie naar links in evenwicht (1) moeten twee moleculen botsen terwijl in reactie (2) slechts 1 molecuul reageert. De reactie naar links in evenwicht 1 wordt dus sterker bevorderd wanneer de druk wordt verhoogd. Zo wordt s_{-1} groter dan s_2 bij hoge druk en lager dan s_2 bij lage druk.

· benoemen dat s_{-1} van twee deeltjes afhankelijk is en s_2 van één

1

· rest van de uitleg

1

□17 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Als bij hoge druk $s_{-1} \gg s_2$, dan is $k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}] \gg k_2$. Dan is k_2 te verwaarlozen ten opzichte van $k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}]$ en geldt voor de gegeven snelheidsvergelijking

$$\frac{d[\text{CH}_3\text{CN}]}{dt} = \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_3\text{NC}]^2}{k_{-1} [\text{CH}_3\text{NC}] + k_2} \approx \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_3\text{NC}]^2}{k_{-1} [\text{CH}_3\text{NC}]} = \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_3\text{NC}]}{k_{-1}}$$
 en dat is eerste orde in $[\text{CH}_3\text{NC}]$.

Als bij lage druk $s_{-1} \ll s_2$, is $k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}] \ll k_2$. Dan is $k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}]$ te verwaarlozen ten opzichte van k_2 en geldt voor de gegeven snelheidsvergelijking

$$\frac{d[\text{CH}_3\text{CN}]}{dt} = \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_3\text{NC}]^2}{k_{-1} [\text{CH}_3\text{NC}] + k_2} \approx \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_3\text{NC}]^2}{k_2}$$
 en dat is tweede orde in $[\text{CH}_3\text{NC}]$.

· notie dat bij hoge druk geldt dat $k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}] \gg k_2$

1

· rest van de uitleg voor hoge druk

1

· notie dat bij lage druk geldt dat $k_{-1}[\text{CH}_3\text{NC}] \ll k_2$

1

· rest van de uitleg voor lage druk

1

■ Opgave 5 Elektrochemische cel

15 punten

□18 Maximumscore 3

Voor halfcel I geldt $V_I = 0,80 + \frac{0,059}{1} \log [\text{Ag}^+] = 0,80 + \frac{0,059}{1} \log 0,150 = 0,75 \text{ V}$.

Voor halfcel II geldt $V_{II} = 0,34 + \frac{0,059}{2} \log [\text{Cu}^{2+}] = 0,34 + \frac{0,059}{2} \log 0,300 = 0,32 \text{ V}$.

Dus $V_{\text{bron}} = V_I - V_{II} = 0,75 - 0,32 = 0,43 \text{ V}$.

- berekening van V_I 1
- berekening van V_{II} 1
- berekening van V_{bron} 1

Indien het antwoord $\Delta V = 0,80 - 0,34 - \frac{0,059}{2} \log \frac{0,30}{0,15} = 0,45 \text{ V}$ is gegeven 2

□19 Maximumscore 6

Stel het duurt t seconden, dat is $0,200 \times t \text{ C}$ en dat komt overeen met $\frac{0,200 \times t}{96485}$ mol elektronen.

Dan is op de zilverelektrode $\frac{0,200 \times t}{96485}$ mol Ag neergeslagen en dat is $\frac{0,200 \times t}{96485} \times 107,9 \text{ g}$.

De massa van de zilverelektrode is dan $15,00 + \frac{0,200 \times t}{96485} \times 107,9 \text{ g}$.

Uit de koperelektrode is $\frac{1}{2} \times \frac{0,200 \times t}{96485}$ mol Cu verdwenen en dat is $\frac{1}{2} \times \frac{0,200 \times t}{96485} \times 63,55 \text{ g}$.

De massa van de koperelektrode is dan $30,00 - \frac{1}{2} \times \frac{0,200 \times t}{96485} \times 63,55 \text{ g}$.

Uit $15,00 + \frac{0,200 \times t}{96485} \times 107,9 = 30,00 - \frac{1}{2} \times \frac{0,200 \times t}{96485} \times 63,55$ volgt $t = 5,18 \cdot 10^4 \text{ s}$.

- berekening van het aantal C 1
- berekening van het aantal mol elektronen 1
- berekening van het aantal mol Ag dat zich afzet en van het aantal mol Cu dat in oplossing gaat 1
- berekening van het aantal g Ag dat zich afzet en van het aantal g Cu dat in oplossing gaat 1
- berekening van de massa's van beide elektrodes 1
- berekening van t 1

□20 Maximumscore 6

Wanneer een natriumcarbonaatoplossing aan halfcel I wordt toegevoegd, slaat zilvercarbonaat neer. In halfcel I wordt $[Ag^+]$ dus kleiner, dus wordt ook V_I kleiner en (omdat V_{II} constant blijft) neemt V_{bron} af.

Wanneer een natriumcarbonaatoplossing aan halfcel II wordt toegevoegd, slaat kopercarbonaat neer. In halfcel II wordt $[Cu^{2+}]$ dus kleiner, dus wordt ook V_{II} kleiner en (omdat V_I constant blijft) neemt V_{bron} toe.

Wanneer een natriumchloride-oplossing aan halfcel II wordt toegevoegd, (treedt geen neerslagreactie op, maar) wordt de oplossing verdund en wordt $[Cu^{2+}]$ dus kleiner, dus wordt ook V_{II} kleiner en (omdat V_I constant blijft) neemt V_{bron} toe.

- juiste uitleg dat V_I kleiner wordt bij toevoegen van een natriumcarbonaatoplossing aan halfcel I 1
- juiste conclusie met betrekking tot het effect op V_{bron} bij toevoegen van een natriumcarbonaatoplossing aan halfcel I 1
- juiste uitleg dat V_{II} kleiner wordt bij toevoegen van een natriumcarbonaatoplossing aan halfcel II 1
- juiste conclusie met betrekking tot het effect op V_{bron} bij toevoegen van een natriumcarbonaatoplossing aan halfcel II 1
- juiste uitleg dat V_{II} kleiner wordt bij toevoegen van een natriumchloride-oplossing aan halfcel II 1
- juiste conclusie met betrekking tot het effect op V_{bron} bij toevoegen van een natriumchloride-oplossing aan halfcel II 1

Opgave 6 Barbituurzuur

13 punten

□21 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

In punt A / bij 221 nm geldt dat de extinctie voor 1 M HZ oplossing gelijk is aan de extinctie van 1 M Z^- oplossing. Omdat $[HZ] + [Z^-]$ gelijk is aan $1,00 \text{ mol L}^{-1}$ gaat de grafiek behorend bij pH 3,60 ook door A.

- (in punt A / bij 221 nm geldt dat) de extinctie voor 1 M HZ oplossing gelijk is aan de extinctie van 1 M Z^- oplossing 1
- $[HZ] + [Z^-]$ is gelijk aan $1,00 \text{ mol L}^{-1}$ 1
- juiste conclusie 1

of

In punt A / bij 221 nm is de molaire extinctiecoëfficiënt van HZ gelijk aan de molaire extinctiecoëfficiënt van Z^- omdat $[HZ] = [Z^-]$ ($= 1,00 \text{ mol L}^{-1}$) én $E_{HZ} = E_{Z^-}$. Dus gaat de grafiek behorend bij pH 3,60 ook door A.

- $\varepsilon_{HZ} = \varepsilon_{Z^-}$ (in punt A / bij 221 nm) 1
- juiste uitleg waardoor $\varepsilon_{HZ} = \varepsilon_{Z^-}$ (in punt A / bij 221 nm) 1
- juiste conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: „ $[HZ] + [Z^-]$ is bij pH 3,60 gelijk is aan $[HZ]$ bij pH = 2,00, dus gaat de grafiek behorend bij pH 3,60 ook door A.” 1

Indien een van de volgende antwoorden is gegeven:

„Bij 221 nm en bij pH 3,60 is $[HZ]$ gelijk aan $[Z^-]$, dus gaat de grafiek behorend bij pH 3,60 ook door A.”

of

„HZ en Z^- veroorzaken allebei apart een extinctie, dus het punt bij 221 nm en pH 3,60 ligt twee maal zo hoog als punt A” 0

Indien slechts de conclusie is gegeven 0

□22 Maximumscore 2

Bij pH = 2,00: $E = 1,0 \cdot 10^3$

Bij pH = 3,60: $E = 8,0 \cdot 10^3$

Bij pH = 7,20: $E = 23,0 \cdot 10^3$

Indien slechts twee afgelezen waarden juist zijn 1

Indien slechts één afgelezen waarde juist is 0

Opmerkingen

- *De afgelezen waarden mogen maximaal $0,1 \cdot 10^3$ afwijken van de bovenvermelde waarden.*
- *Wanneer in plaats van $1,0 \cdot 10^3$, $8,0 \cdot 10^3$ en $23,0 \cdot 10^3$ de waarden $1 \cdot 10^3$, $8 \cdot 10^3$ en $23 \cdot 10^3$ zijn gegeven, dit niet aanrekenen.*

□23 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

Stel $[Z^-] = a$ (mol L⁻¹). Dan is $[HZ] = (1 - a)$ (mol L⁻¹)

Dan geldt: $a \times 23 \cdot 10^3 + (1 - a) \times 1,0 \cdot 10^3 = 8,0 \cdot 10^3$

Oplossen van de vergelijking levert $a = 0,32$ mol L⁻¹ = $[Z^-]$.

Dus $[Z^-] : [HZ] = 0,32 : 0,68$.

- stellen van $[Z^-] = a$ (mol L⁻¹) en $[HZ] = (1 - a)$ (mol L⁻¹) 1
- notie dat $E_{Z^-} = a \times 23 \cdot 10^3$ en $E_{HZ} = (1 - a) \times 1,0 \cdot 10^3$ 1
- opstellen van de vergelijking $a \times 23 \cdot 10^3 + (1 - a) \times 1,0 \cdot 10^3 = 8,0 \cdot 10^3$ 1
- oplossen van a uit de vergelijking 1
- berekenen van de verhouding $[Z^-] : [HZ] = a : (1 - a)$ 1

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 23 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 22, dit antwoord op vraag 23 goed rekenen.

□24 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$K_Z = \frac{[H^+][Z^-]}{[HZ]}, \text{ dus } K_Z = \frac{10^{-3,60} \times 0,32}{0,68} = 1,2 \cdot 10^{-4}$$

- $K_Z = \frac{[H^+][Z^-]}{[HZ]}$, eventueel reeds gedeeltelijk ingevuld 1
- omrekening van pH = 3,60 naar $[H^+] = 10^{-3,60}$ 1
- berekening van K_Z uit de berekende $[H^+]$ en de berekende verhouding $[Z^-] : [HZ]$ 1

Indien de berekening $K_Z = \frac{10^{-3,60} \times 10^{-3,60}}{\frac{0,68}{0,32} \times 10^{-3,60}} = 1,2 \cdot 10^{-4}$ is gegeven 2

Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 24 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 23, dit antwoord op vraag 24 goed rekenen.

Opgave 7 Melfalan

25 punten

□25 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Nummer 2 (is het sterische centrum).

De prioriteitsvolgorde is:

1: NH_2 ; 2: COOH ; 3: CH_2 ; 4: H.

(Met de H naar achteren gericht) draait 1-2-3 linksom, dus de S-configuratie.

- (sterische centrum is C) nummer 2 1
- prioritering juist 1
- uitleg hoe de omringing van het sterische centrum ruimtelijk gezien moet worden 1
- juiste conclusie 1

□26 Maximumscore 4

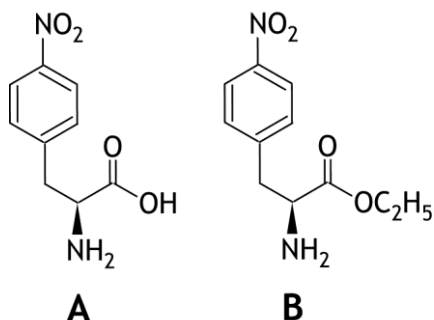
chemical shift (ppm)	multipliciteit	integraal	nummer(s) van C ato(o)m(en)
2,8	doublet	2 H	3
3,5	triplet	4 H	10, 12
3,6	triplet	1 H	2
3,9	triplet	4 H	11, 13
6,7	doublet	2 H	6, 8
6,8	doublet	2 H	5, 9

- alleen nummer 3 juist ingevuld bij 2,8 ppm 1
- alleen nummer 2 juist ingevuld bij 3,6 ppm 1
- alleen nummers 10 en 12 juist ingevuld bij 3,5 ppm en alleen nummers 11 en 13 juist ingevuld bij 3,9 ppm 1
- alleen nummers 6 en 8 juist ingevuld bij 6,7 ppm en alleen nummers 5 en 9 juist ingevuld bij 6,8 ppm 1

Opmerkingen

- De nummers 10 en 12 mogen verwisseld zijn met de nummers 11 en 13.
- De nummers 6 en 8 mogen verwisseld zijn met de nummers 5 en 9

□27 Maximumscore 2



- A juist 1
- B juist 1

□28 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

(De nitroring van een aromatische ring is een elektrofiële substitutie.) De reeds aanwezige zijgroep aan de aromatische ring is kennelijk *para*-richtend. Daarbij kan niet een *meta*-richtend effect horen (maar wel een *ortho*-richtend effect).

- de reeds aanwezige zijgroep aan de aromatische ring is kennelijk *para*-richtend 1
 - *para*-richtend effect en *meta*-richtend effect kunnen niet tezamen optreden 1
- Indien slechts een antwoord is gegeven als: „De zijgroep is een *ortho*-*para*-richter.” 1

□29 Maximumscore 2

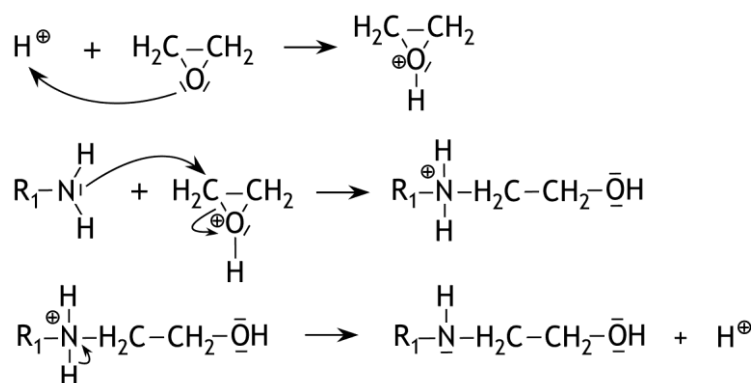
Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

(De substitutie op de *para*-positie kan ongehinderd plaatsvinden.) De substitutie op de *ortho*-posities wordt sterisch gehinderd door de omvangrijke zijgroep aan de aromatische ring.

- de zijgroep aan de aromatische ring is groot 1
- substitutie op de *ortho*-posities wordt daardoor sterisch gehinderd 1

□30 Maximumscore 5

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



- de structuurformules van de intermediairen juist getekend 1
- de structuurformule van het product juist getekend 1
- de niet-bindende elektronenparen juist getekend 1
- de pijlen juist getekend 1
- de formele ladingen op de juiste posities geplaatst 1

□31 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

In stap 4 wordt (alleen) de nitrogroep gehydrogeneerd. De C = O groep(en) wordt (worden) niet gehydrogeneerd.

- de nitrogroep wordt gehydrogeneerd 1
- de C = O groep(en) wordt (worden) niet gehydrogeneerd 1

Opmerking

Wanneer een antwoord is gegeven als: „In stap 4 wordt (alleen) de nitrogroep gehydrogeneerd. De aromatische ring(en) wordt (worden) niet gehydrogeneerd.”, dit goed rekenen.

□32 Maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

In stap 2 wordt een bescherming aangebracht die in stap 7 weer wordt verwijderd. Deze bescherming is nodig om te voorkomen dat de COOH groep (ook) reageert in stap 3 / in stap 4 / in stap 5 / in stap 6.

In stap 3 wordt een bescherming aangebracht die weer wordt verwijderd in stap 7. Deze bescherming is nodig om te voorkomen dat de NH₂ groep (ook) reageert in stap 5.

- aanbrengen en verwijderen van de eerste bescherming juist 1
- juiste reden voor het aanbrengen van de eerste bescherming 1
- aanbrengen en verwijderen van de tweede bescherming juist 1
- juiste reden voor het aanbrengen van de tweede bescherming 1