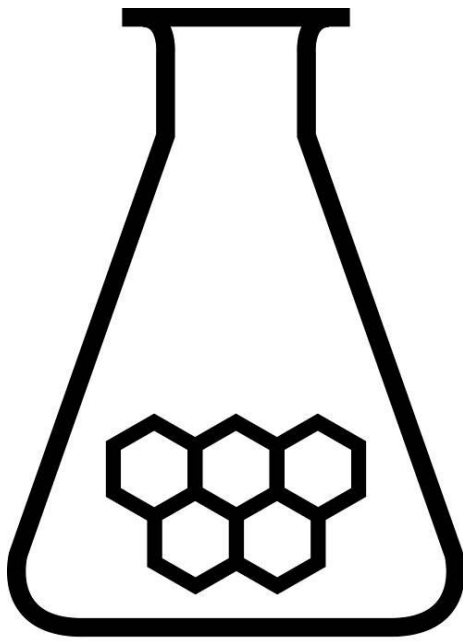


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2026

CORRECTIEMODEL VOORRONDE 2

af te nemen in de periode van
16 tot en met 23 maart 2026



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



Universiteit
Utrecht

- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 3 opgaven met in totaal 13 open vragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 94 punten.
- Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en BINAS 7e druk of ScienceData 1e 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

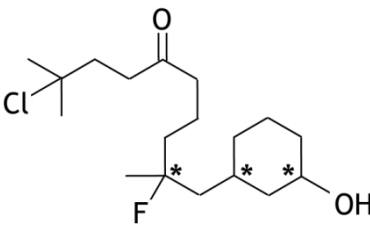
totaal 40 punten

per juist antwoord: 2 punten

Kort overzicht

nr.	antwoord
1	D
2	A
3	D
4	C
5	C
6	D
7	B
8	D
9	E
10	D
11	A
12	B
13	C
14	B
15	D
16	C
17	D
18	A
19	C
20	B

Koolstofchemie

1	D	 <p>Het molecuul heeft drie asymmetrische C atomen. Er zijn dus $2^3 = 8$ stereo-isomeren.</p>
2	A	<p>500 mg polymelkzuur met $n = 12$ is $\frac{500}{12 \times 72,06 + 18,02} = 0,566$ mmol.</p> <p>In een molecuul polymelkzuur met $n = 12$ zitten 11 esterbindingen, dus in 0,566 mmol polymelkzuur met $n = 12$ zitten $11 \times 0,566 = 6,23$ mmol esterbindingen. Om die te verbreken is 6,23 mmol H_2O nodig.</p>

Reactiesnelheid en evenwicht

3	D	<p>De snelheid wordt bepaald door de langzame reactie:</p> $s = k' [\text{ICN}][\text{OH}^-]$ <p>De evenwichtsvoorwaarden van de bovenste twee evenwichten zijn:</p> $K_1 = \frac{[\text{HIO}][\text{OH}^-]}{[\text{IO}^-]} \text{ en } K_2 = \frac{[\text{ICN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-][\text{HIO}]}$ <p>Omschrijven levert:</p> $K_2 [\text{CN}^-][\text{HIO}] = [\text{ICN}][\text{OH}^-] \text{ en } \frac{[\text{IO}^-]}{[\text{OH}^-]} K_1 = [\text{HIO}]$ <p>Hieruit volgt:</p> $s = k' K_2 [\text{CN}^-][\text{HIO}] = k' K_1 K_2 [\text{CN}^-] \frac{[\text{IO}^-]}{[\text{OH}^-]} = k \frac{[\text{CN}^-][\text{IO}^-]}{[\text{OH}^-]}$
4	C	<p>Uit een vergelijking van experiment 1 en 4 volgt dat een 2x zo hoge hoeveelheid H_2O_2 leidt tot een 2x zo hoge s. Dus $a = 1$.</p> <p>Uit een vergelijking van experiment 1 en 3 volgt dat een 2x zo hoge hoeveelheid I^- leidt tot een 2x zo hoge s. Dus $b = 1$.</p> <p>Uit een vergelijking van experiment 1 en 2 volgt dat de hoeveelheid zoutzuur geen invloed heeft op de reactiesnelheid. Dus $c = 0$.</p>
5	C	$k_{373} = 4 \times k_{323}$ $E_a = R \times \frac{T_1 \times T_2}{T_1 - T_2} \ln \frac{k_{T_1}}{k_{T_2}} = 8,314 \times \frac{373 \times 323}{373 - 323} \ln 4 = 2,78 \cdot 10^4 \text{ J mol}^{-1}$

6	D	(bar)	SO ₂ (g)	+	NO ₂ (g)	⇌	SO ₃ (g)	+	NO(g)
		p_{begin}	0,60		0,60		0,60		0,60
		omzetting	- x		- x		+ x		+ x
		$p_{\text{evenwicht}}$	0,60 - x		0,60 - x		0,60 + x		0,60 + x

$$K_p = \frac{[0,60 + x]^2}{[0,60 - x]^2} = 3,75$$
 . Hieruit volgt dat $x = 0,19$ bar.

Dus $p_{\text{evenwicht}}(\text{SO}_2) = 0,60 - 0,19 = 0,41$ bar.

Structuren en formules

7	B	<p>De elektronenconfiguratie van As met atoomnummer 33 is $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$.</p> <p>Een s orbitaal heeft geen elektronen met $m_l = 1$.</p> <p>Gevulde p orbitalen hebben 2 elektronen met een kwantumgetal $m_l = 1$.</p> <p>Gevulde d orbitalen hebben 2 elektronen met een kwantumgetal $m_l = 1$.</p> <p>De 4p orbitalen hebben 3 elektronen en volgens de regel van Hund zijn die gelijk verdeeld over de drie 4p orbitalen en bevatten dus 1 elektron met een kwantumgetal $m_l = 1$.</p> <p>In totaal bevat een As atoom dus 7 elektronen met een kwantumgetal $m_l = 1$.</p>
8	D	<p>Alle bindingen tussen atomen bevatten één σ-binding. Dubbele bindingen bevatten bovendien ook nog één π-binding.</p> <p>Er zijn in totaal dertien bindingen waarvan er twee een dubbele binding zijn. Er zijn dus dertien σ-bindingen en twee π-bindingen.</p>
9	E	<p>Het volume van de eenheidscel is $(4,08 \cdot 10^{-10})^3 \text{ m}^3$.</p> <p>Als n het aantal goudatomen in de eenheidscel is, is de massa van de eenheidscel $n \times 197,0 \times 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.</p> <p>De dichtheid is dus $\rho = \frac{n \times 197,0 \times 1,66 \cdot 10^{-27}}{(4,08 \cdot 10^{-10})^3} = 19,3 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, dit levert $n = 4$ en dat komt overeen met een vlakgecentreerde kubus als eenheidscel.</p>

pH / zuur-base

10	D	<p> $\text{C}_3\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+$ </p> <p> $3,61 \% \qquad \qquad \qquad 96,39 \%$ </p> <p> $K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_3\text{H}_5\text{NH}_2]}{[\text{C}_3\text{H}_5\text{NH}_3^+]} = \frac{10^{-11,12} \times 96,39}{3,61} = 2,03 \cdot 10^{-10}$ </p> <p>$\text{p}K_z = 9,69$</p>
----	---	---

11	A	Zolang er HCOOH is geldt telkens $[\text{Na}^+] = [\text{HCOO}^-]$ aangezien voor ieder Na^+ ion dat wordt toegevoegd er een HCOOH molecuul wordt omgezet tot HCOO^- door de reactie met OH^- . Het equivalentiepunt wordt bereikt na het toevoegen van 27 mL natronloog wat betekent dat er bij 15,0 mL meer dan de helft van het HCOOH is omgezet tot HCOO^- .
----	---	---

Redox en elektrochemie

12	B	De vergelijking van Nernst voor het koppel $\text{Mn}^{2+}/\text{MnO}_4^-$, H^+ luidt $E = E^0 + \frac{0,059}{5} \log \frac{[\text{MnO}_4^-] \times [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \log \frac{0,0100 \times (0,200)^8}{0,0200} = 1,44 \text{ V}$
13	C	De halfreacties tijdens het opladen van de loodaccu zijn: minpool : $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ pluspool : $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{PbO}_2(\text{s}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$
14	B	De lading van Cu verandert van 1+ naar 2+ in reactie 2. De lading van Cu blijft 2+ in reactie 3. De lading van Cu blijft 2+ in reactie 4.

Analyse

15	D	In spectrum 1 is bij 1715 cm^{-1} een sterke C = O strekvibratie van een keton zichtbaar die hoort bij stof II. In spectrum 2 is bij $3200 - 3500 \text{ cm}^{-1}$ een sterke en brede O – H strekvibratie zichtbaar die hoort bij stof III.
----	---	---

Rekenen

16	C	1,831 g CO_2 komt overeen met $\frac{1,831}{44,01} = 4,160 \cdot 10^{-2}$ mol CO_2 en dus $4,160 \cdot 10^{-2}$ mol C. 0,750 g H_2O komt overeen met $\frac{0,750}{18,02} = 4,16 \cdot 10^{-2}$ mol H_2O en dus $8,32 \cdot 10^{-2}$ mol H. De molverhouding C : H = 1 : 2. Dus antwoord A of C. 1,000 g $\text{C}_3\text{H}_6\text{NO}_2$ komt overeen met $\frac{1,000}{88,09} = 1,135 \cdot 10^{-2}$ mol $\text{C}_3\text{H}_6\text{NO}_2$ en dus $3,406 \cdot 10^{-2}$ mol C. 1,000 g $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2$ komt overeen met $\frac{1,000}{144,17} = 6,936 \cdot 10^{-3}$ mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2$ en dus $4,162 \cdot 10^{-2}$ mol C. De juiste molecuulformule is dus $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2$.
----	---	---

17	D	<p>De verbrandingsreacties zijn:</p> $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p>en</p> $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p>Alle stoffen zijn gasvormig, dus volumeverhoudingen zijn gelijk aan molverhoudingen.</p> <p>Stel het volume propaan is $y \text{ dm}^3$ en het volume methaan $(10,0 - y) \text{ dm}^3$.</p> <p>Dan geldt:</p> $2 \times (10,0 - y) + 5 y = 38,0$ <p>Hieruit volgt dat $y = 6,00$ en het volumepercentage propaan is 60,0 %</p>
-----------	----------	---

Thermochemie

18	A	$\Delta_r H = \Delta_f H_{\text{PCl}_5} - \Delta_f H_{\text{PCl}_3} = -3,749 \cdot 10^5 - (-2,870 \cdot 10^5) = -0,879 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ $\Delta_r S = S_{\text{PCl}_5} - S_{\text{PCl}_3} - S_{\text{Cl}_2} = 364,4 - 311,8 - 223,1 = -170,5 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ <p>Dus bij een temperatuur van 450 K geldt</p> $\Delta_r G = \Delta_r H - T_1 \Delta_r S = -0,879 \cdot 10^5 - 450 \times (-170,5) = -1,118 \cdot 10^4 \text{ J mol}^{-1}$ $K_p = e^{\frac{-\Delta_r G}{RT}} = e^{\frac{1,118 \cdot 10^4}{8,314 \cdot 450}} = e^{2,99} = 19,8$
19	C	<p>De drie gegeven reacties moeten als volgt bij elkaar opgeteld worden:</p> $\begin{array}{l} \text{C}_3\text{H}_8\text{O}(\text{l}) \rightarrow 3 \text{C}(\text{s}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) + 0,5 \text{O}_2(\text{g}) \qquad -1 \times -3,18 \cdot 10^5 \text{ J} \\ 3 \text{C}(\text{s}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 3 \times -3,94 \cdot 10^5 \text{ J} \\ 4 \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 4 \times -2,86 \cdot 10^5 \text{ J} \end{array}$ $\Delta_r H^0 = -1 \times (-3,18 \cdot 10^5) + 3 \times (-3,94 \cdot 10^5) + 4 \times (-2,86 \cdot 10^5) = -20,08 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
20	B	<p>Reactie verloopt spontaan als $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 < 0$.</p> <p>Dus als $T < \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} = \frac{3,83 \cdot 10^4}{113} = 339 \text{ K} = 66 \text{ }^\circ\text{C}$.</p>

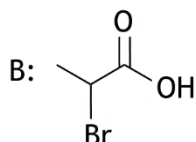
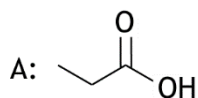
Open opgaven

totaal 54 punten

■ Opgave 2 Carbonzuur

(16 punten)

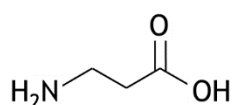
□1 Maximumscore 5



X: HBr

In de tweede reactie van het syntheseschema wordt een Br atoom vervangen door een NH₂ groep en dit is een substitutiereactie.

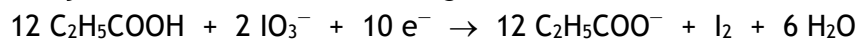
Andere carbonzuur:



- A juist 1
- B juist 1
- X juist 1
- substitutiereactie 1
- ander product juist 1

□2 Maximumscore 4

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



- C₂H₅COOH voor de pijl en C₂H₅COO⁻ na de pijl en C balans juist 1
- IO₃⁻ voor de pijl en I₂ na de pijl en I balans juist 1
- H₂O na de pijl en H en O balans juist 1
- bij uitsluitend de juiste formules en juiste elementenbalans voor en na de pijl, de ladingsbalans juist 1

□3 Maximumscore 7

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:

Bij de titratie is $9,75 \times 0,0500 = 0,4875$ mmol I_2 toegevoegd.

Dat heeft gereageerd met $0,4875 \times 2 = 0,9750$ mmol $S_2O_3^{2-}$.

In totaal is $35,0 \times 0,100 = 3,50$ mmol $S_2O_3^{2-}$ toegevoegd.

Er heeft dus $3,50 - 0,975 = 2,525$ mmol $S_2O_3^{2-}$ gereageerd met I_2 gevormd in reactie 1.

Dat komt overeen met 2,525 mmol C_2H_5COOH .

De molaire massa van C_2H_5COOH is $74,08$ g mol⁻¹.

Er heeft $2,525 \times 74,08 = 0,187$ g C_2H_5COOH gereageerd.

Het massapercentage C_2H_5COOH in het onderzochte monster E280 is

$$\frac{0,187}{0,200} \times 100\% = 93,5\%$$

- berekening van het aantal mmol I_2 toegevoegd bij de titratie 1
- berekening van het aantal mmol $S_2O_3^{2-}$ dat heeft gereageerd bij de titratie 1
- berekening van het aantal mmol $S_2O_3^{2-}$ dat in totaal is toegevoegd 1
- berekening van het aantal mmol $S_2O_3^{2-}$ dat heeft gereageerd met het I_2 gevormd in reactie 1 1
- berekening van het aantal mmol C_2H_5COOH 1
- juiste molaire massa C_2H_5COOH 1
- berekening van het massapercentage C_2H_5COOH in het onderzochte monster E280 1

■ Opgave 3 Een veelbelovende thuisbatterij

(12 punten)

□4 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\Delta E^0 = E^0_{\text{ox}} - E^0_{\text{red}} = -1,30 - (-2,37) = +1,07 \text{ V}$$

$$\Delta G^0 = -nF\Delta E^0 = -4 \times 96485 \times 1,07 = -4,13 \cdot 10^5 \text{ J (mol}^{-1} \text{ Mg}_2\text{Mo}_6\text{S}_8\text{)}$$

- berekening van ΔE^0 1
- notie dat $n = 4 \text{ mol e}^-$ per mol $\text{Mg}_2\text{Mo}_6\text{S}_8$ 1
- rest van de berekening juist 1

□5 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Wanneer alle zes Mo ionen in het positief geladen Mo_6 cluster vier covalente bindingen

maken zijn in totaal $\frac{6 \times 4}{2} = 12$ covalente bindingen nodig met in totaal

$$2 \times 12 = 24 \text{ 4d-elektronen.}$$

In Mo_6S_8 is de lading van het Mo_6 cluster $16+$.

In het Mo_6^{16+} cluster van Mo_6S_8 zijn in totaal $24 - 4 = 20$ 4d-elektronen aanwezig / vier 4d-elektronen minder aanwezig.

In $\text{Mg}_2\text{Mo}_6\text{S}_8$ kunnen dus alle covalente bindingen worden gevormd terwijl in Mo_6S_8 hiervoor te weinig 4d-elektronen zijn.

Het positief geladen Mo_6 cluster in $\text{Mg}_2\text{Mo}_6\text{S}_8$ is hierdoor stabielier dan in Mo_6S_8 .

- berekening van het aantal covalente bindingen in het positief geladen Mo_6 cluster wanneer alle Mo ionen vier covalente bindingen hebben gevormd 1
- berekening van het aantal 4d-elektronen dat nodig is om alle covalente bindingen te vormen 1
- bepaling van de lading $16+$ van het positief geladen Mo_6 cluster in Mo_6S_8 1
- rest van de uitleg en consequente conclusie 1

□6 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

De molaire massa van Mo_6S_8 is $832,12 \text{ g mol}^{-1}$.

2,5 g Mo_6S_8 komt overeen met $\frac{2,5}{832,12} = 0,0030 \text{ mol Mo}_6\text{S}_8$.

Dat reageert met $\frac{2,5}{832,12} \times 2 \times 24,31 = 0,15 \text{ g Mg}$.

Dat komt overeen met $\frac{\frac{2,5}{832,12} \times 2 \times 24,31}{1,74} = 0,084 \text{ cm}^3 \text{ Mg}$.

De afname van de dikte van de Mg elektrode bedraagt

$\frac{\frac{2,5}{832,12} \times 2 \times 24,31}{1,74 \times 100} = 8,4 \cdot 10^{-4} \text{ cm} = 8,4 \text{ } \mu\text{m}$.

De dikte van de Mg elektrode na complete ontlading is $10,0 - 8,4 = 1,6 \text{ } \mu\text{m}$.

- berekening van het aantal mol Mo_6S_8 in 2,5 g 1
- berekening van het aantal g Mg 1
- omrekening naar het aantal cm^3 Mg 1
- berekening van de afname van de dikte van de Mg elektrode 1
- berekening van de dikte van de Mg elektrode na complete ontlading in μm 1

Opgave 4 Synthese en werking van methylrood

(26 punten)

□7 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:

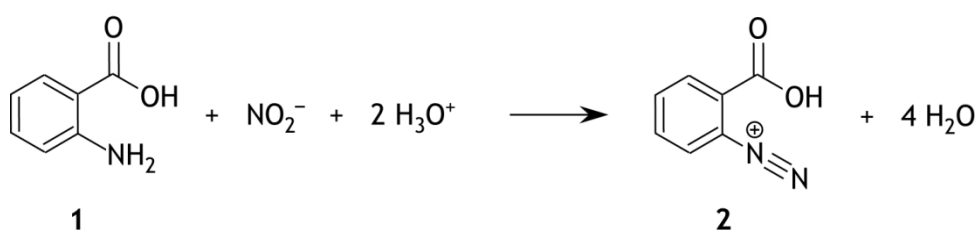
In de structuurformule van methylrood is geen chiraal (koolstof)atoom aanwezig. Er bestaan geen spiegelbeeldisomeren van methylrood.

Tussen de N atomen zit een dubbele binding / starre binding en beide N atomen hebben een niet-bindend elektronenpaar en een atoomgroep / twee verschillende groepen.

Hierdoor bestaan er *cis-trans* isomeren van methylrood.

- juiste uitleg dat er geen spiegelbeeldisomeren bestaan van methylrood 1
- benoemen dat tussen de N atomen een dubbele binding / starre binding aanwezig is en dat beide N atomen een niet-bindend elektronenpaar en een atoomgroep / twee verschillende groepen hebben 1
- consequente conclusie 1

□8 Maximumscore 3



Dus $a = 1$, $b = 2$, $c = 4$, X is NO_2^- en Y is H_2O .

- juiste formule X en Y 1
- juiste waarde a 1
- juiste waarde b en c 1

□9 Maximumscore 3



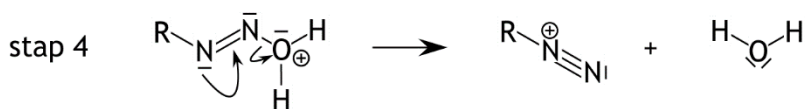
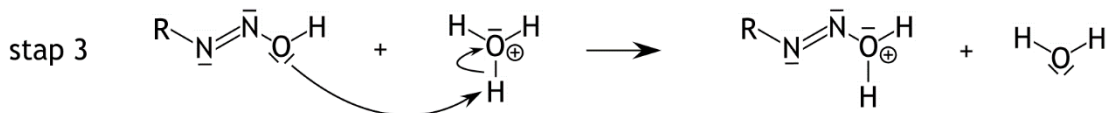
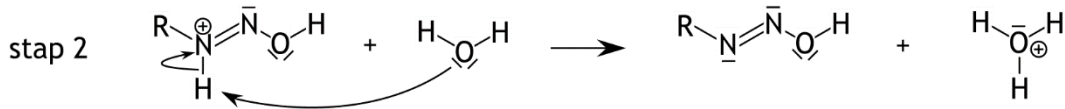
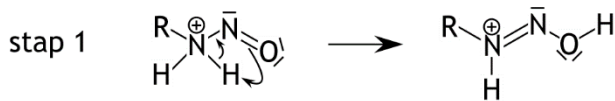
- deeltje bestaat uit één N atoom en één O atoom 1
- bindende elektronenparen en niet-bindende elektronenparen juist 1
- formele lading juist en op de juiste plaats 1

Indien als antwoord is gegeven:

NO^+ of ON^+ 1

□10 Maximumscore 8

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



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

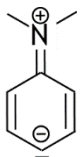
Opmerking

Wanneer in stap 2 rechts van de pijl H_3O^+ niet is vermeld en/of in stap 3 en stap 4 rechts van de pijl H_2O niet is vermeld, dit niet aanrekenen.

□11 Maximumscore 1

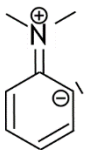
Er moet een H^+ na de pijl worden toegevoegd. 1

□12 Maximumscore 2



- alle bindende en niet-bindende elektronenparen juist aangegeven 1
- de formele ladingen juist aangegeven 1

Indien het volgende antwoord is gegeven: 1



□13 Maximumscore 6

$$E_{429} = 1,25 \cdot 10^4 \times [\text{mr}^-] \times 1,00 + 3,86 \cdot 10^3 \times [\text{mrH}] \times 1,00 = 0,108.$$

$$E_{520} = 1,33 \cdot 10^3 \times [\text{mr}^-] \times 1,00 + 2,15 \cdot 10^4 \times [\text{mrH}] \times 1,00 = 0,219.$$

Hieruit kan worden berekend dat $[\text{mr}^-] = 5,60 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ en $[\text{mrH}] = 9,84 \cdot 10^{-6} \text{ M}$.

$$\text{Er geldt: } [\text{H}_3\text{O}^+] = K_z \times \frac{[\text{mrH}]}{[\text{mr}^-]} \text{ en } \text{pH} = \text{p}K_z - \log \frac{[\text{mrH}]}{[\text{mr}^-]} .$$

$$\text{De pH van de oplossing is } 5,00 - \log \frac{9,84 \cdot 10^{-6}}{5,60 \cdot 10^{-6}} = 5,00 - 0,24 = 4,76 .$$

- opstellen juiste vergelijking voor E_{429} 1
- opstellen juiste vergelijking voor E_{520} 1
- berekening van $[\text{mr}^-]$ 1
- berekening van $[\text{mrH}]$ 1
- juiste evenwichtsvoorwaarde eventueel gedeeltelijk ingevuld 1
- berekening van de pH van de oplossing 1

Indien als volgt is gerekend:

$$E_{429} = 1,25 \cdot 10^4 \times [\text{mr}^-] \times 1,00 = 0,108 \text{ en } E_{520} = 2,15 \cdot 10^4 \times [\text{mrH}] \times 1,00 = 0,219.$$

Dit leidt tot $[\text{mr}^-] = 8,64 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ en $[\text{mrH}] = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ en $\text{pH} = 4,93$

3