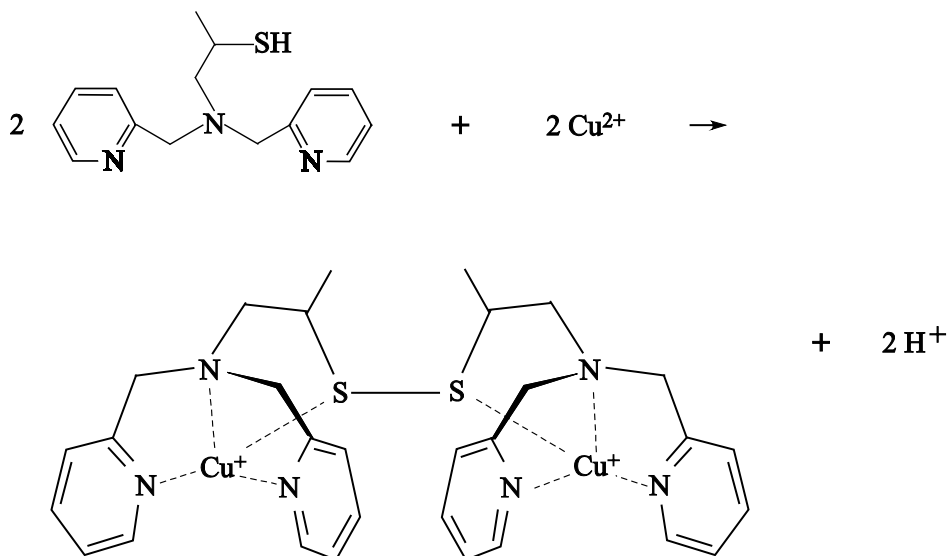


Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Selectieve opname koolstofdioxide

1 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



- rechts van de pijl H^+ 1
- juiste coëfficiënten 1

Indien in een overigens juiste vergelijking H_2 is geschreven in plaats van 2 H^+ , waardoor de ladingsbalans niet in orde is 1

2 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

$$m/z = \frac{2 \times 670 + 4 \times 44}{4} = 379$$

of

$$m/z = \frac{4 \times 335 + 4 \times 44}{4} = 379$$

- berekening van de massa van een deeltje Q^{4+} : de massa van een deeltje P^{2+} vermenigvuldigen met 2 en optellen bij 4 maal de massa van een CO_2 molecuul (bijvoorbeeld via Binas-tabel 25: 44 u) 1
- berekening van de verhouding m/z : de massa van een deeltje Q^{4+} delen door de lading van een deeltje Q^{4+} 1

of

Vraag	Antwoord	Scores
	<ul style="list-style-type: none"> • berekening van de massa van een deeltje Q^{4+}: de massa van de helft van een deeltje P^{2+} vermenigvuldigen met 4 en optellen bij 4 maal de massa van een CO_2 molecuul (bijvoorbeeld via Binas-tabel 25: 44 u) • berekening van de verhouding m/z: de massa van een deeltje Q^{4+} delen door de lading van een deeltje Q^{4+} 	1
	Indien een antwoord is gegeven als: „ $379 - 335 = 44$, dit is de massa van een molecuul CO_2 , dus er is Q^{4+} .”	1

Opmerking

Wanneer in een overigens juist antwoord gebruik is gemaakt van Binas-tabel 98 of 99, leidend tot de molecuulmassa van CO_2 van 44,01 u, dit goed rekenen.

3 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Het deeltje Q^{4+} bevat 4 CO_2 moleculen / twee oxalaationen / twee $C_2O_4^{2-}$ ionen, dus wordt de massa van een deeltje met 4 C-13 atomen erin 4 u hoger. De lading blijft $4+$, dus de verhouding m/z wordt 1 hoger. Er wordt dus een piek gevonden bij $m/z = 380$.
- $m/z = \frac{2 \times 670 + 4 \times 45}{4} = 380$
- notie dat vier CO_2 moleculen / twee oxalaationen / twee $C_2O_4^{2-}$ ionen met daarin C-13 hebben gereageerd, waardoor de massa van het deeltje Q^{4+} met 4 toeneemt
- de lading $z = 4$, dus de verhouding m/z neemt met 1 toe en conclusie

Opmerking

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

Vraag	Antwoord	Scores
4	<p>maximumscore 2</p> <p>Voorbeelden van een juist antwoord zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Laat het mengsel met daarin P^{2+} enige tijd in contact komen met een mengsel van CO_2 en O_2. In het massaspectrum kan een piek bij $m/z = 379$ worden gevonden. – Laat het mengsel met daarin P^{2+} enige tijd in contact komen met een mengsel van CO_2 en O_2. Analyseer daarna het gasmengsel. Als de $[CO_2]$ / het aantal mol CO_2 is afgenomen (en de $[O_2]$ / het aantal mol O_2 niet is afgenomen), heeft CO_2 gereageerd. – Laat het mengsel met daarin P^{2+} enige tijd in contact komen met een mengsel van CO_2 en O_2. Het massaspectrum zal hetzelfde zijn als het massaspectrum van Q^{4+}. <ul style="list-style-type: none"> • experiment met een mengsel van O_2 en CO_2 1 • notie dat in het massaspectrum een piek bij $m/z = 379$ kan worden gevonden / de $[CO_2]$ is afgenomen (en de $[O_2]$ / het aantal mol O_2 niet is afgenomen) / het massaspectrum hetzelfde zal zijn als het massaspectrum van Q^{4+} 1 	
	<p>Indien een antwoord is gegeven als: „In een experiment P^{2+} in contact laten komen met O_2 en in een ander experiment P^{2+} in contact laten komen met CO_2. Uitsluitend in het tweede experiment wordt $m/z = 379$ gevonden. Dus reageert CO_2 en O_2 niet, dus als CO_2 en O_2 gelijktijdig aanwezig zijn, reageert CO_2.”</p>	1
	<p><i>Opmerking</i></p> <p><i>Wanneer in een overigens juist antwoord is vermeld dat de massa's van de stoffen voor en na de reactie moeten worden bepaald, dit goed rekenen.</i></p>	

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

5 maximumscore 5

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

$$0,55 - \left(\frac{\left(\frac{24 \times 10^{-3}}{101,9} \times 2 \times \frac{10^2}{95} \times 24,5 \right)}{5,0} \times 10^2 \right) = 0,31 \text{ (vol\%)}$$

of

$$\left(\frac{0,55}{10^2} \times 5,0 \times 10^3 - \left(\frac{24}{101,9} \times 2 \times \frac{10^2}{95} \times 24,5 \right) \right) \times \frac{10^2}{5,0 \times 10^3} = 0,31 \text{ (vol\%)}$$

- berekening van het aantal mol $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 24 (mg) vermenigvuldigen met 10^{-3} (g mg^{-1}) en delen door de massa van een mol $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 101,9 g) 1
- omrekening van het aantal mol $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$ naar het aantal mol CO_2 dat heeft gereageerd: het aantal mol $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$ vermenigvuldigen met 2 en vermenigvuldigen met 10^2 en delen door 95 1
- omrekening van het aantal mol CO_2 dat heeft gereageerd naar het aantal L CO_2 : het gevonden aantal mol CO_2 dat heeft gereageerd vermenigvuldigen met 24,5 (L mol^{-1}) 1
- berekening van de vermindering van het volumepercentage CO_2 in de lucht: het aantal L CO_2 delen door 5,0 (L) en vermenigvuldigen met 10^2 1
- berekening van het volumepercentage CO_2 in de lucht na behandeling: de vermindering van het volumepercentage CO_2 aftrekken van het volumepercentage CO_2 in de onbehandelde lucht 1

of

- berekening van het aantal mL CO_2 in de lucht voor de behandeling: 0,55 delen door 10^2 en vermenigvuldigen met 5,0 (L) en met 10^3 (mL L^{-1}) 1
- berekening van het aantal mmol $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$: 24 (mg) delen door de massa van een mmol $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99: 101,9 mg) 1
- omrekening van het aantal mmol $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$ naar het aantal mmol CO_2 dat heeft gereageerd: het aantal mmol $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$ vermenigvuldigen met 2 en met 10^2 en delen door 95 1
- omrekening van het aantal mmol CO_2 dat heeft gereageerd naar het aantal mL CO_2 : het gevonden aantal mmol CO_2 dat heeft gereageerd, vermenigvuldigen met 24,5 (mL mmol^{-1}) 1
- berekening van het volumepercentage CO_2 in de behandelde lucht: het gevonden aantal mL CO_2 dat heeft gereageerd, aftrekken van het aantal mL CO_2 dat in de onbehandelde lucht zat en de uitkomst daarvan delen door $5,0 \cdot 10^3$ (mL) en vermenigvuldigen met 10^2 1

Indien in een overig juist antwoord gebruik is gemaakt van een andere waarde voor het aantal L van een mol gas 4

Vraag	Antwoord	Scores
<p>6 maximumscore 2</p>	<p>Voorbeelden van juiste vragen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wat is er bekend over de snelheid van de reactie tussen CO₂ en het kopercomplex? – Is al onderzoek gedaan naar mogelijke problemen bij het opschalen van dit proces? – Wat is bekend over de giftigheid en/of de milieubelasting van het kopercomplex/lithiumoxalaat? – Hoeveel energie is nodig bij de elektrolyse die wordt toegepast om de koperverbinding te regenereren? – Is de methode op grote schaal uitvoerbaar? – Zijn oxalaationen nuttig toepasbaar? – Is de productie van P²⁺ duurzaam? <p>Voorbeelden van onjuiste vragen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Is het mogelijk om teveel CO₂ te vangen en is dat schadelijk? – Hoe duur is het om P²⁺ te maken? – Is (het gebruik van) P²⁺/Q⁴⁺ milieuvriendelijk/duurzaam? – Hoe lang gaat P²⁺/Q⁴⁺ mee? 	
<ul style="list-style-type: none"> • vraag over de reactiesnelheid of het evenwicht van de gebruikte reactie / vraag over de technologische problemen bij het opschalen van het proces 		1
<ul style="list-style-type: none"> • vraag over de giftigheid van het (de) kopercomplex(en) / de milieubelasting van de koperverbinding / vraag over de hoeveelheid energie die bij de elektrolyse nodig is 		1