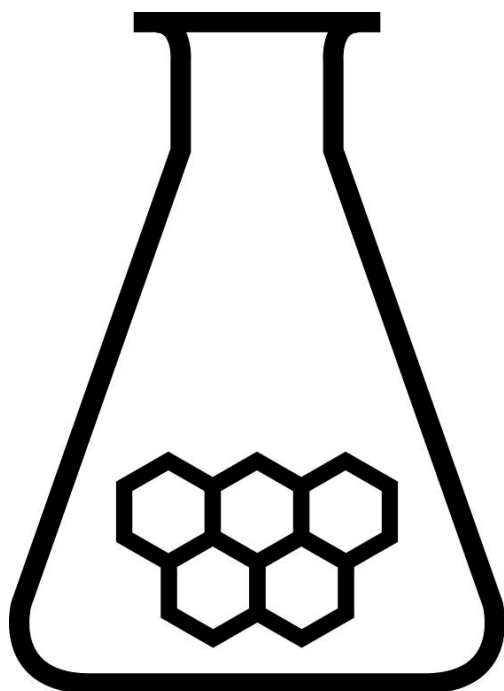


# NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

## CORRECTIEMODEL VOORRONDE 2

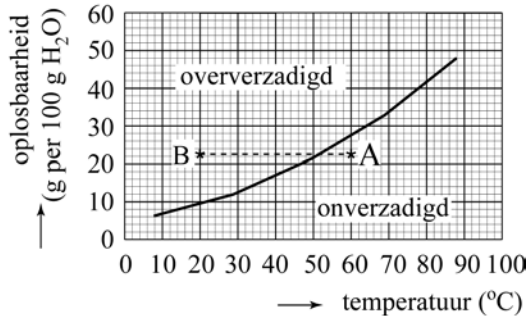
af te nemen in de week van  
woensdag 28 maart 2012



## SCHEIKUNDE OLYMPIADE

- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 3 open opgaven met in totaal 14 deelvragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 96 punten (geen bonuspunten).
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5<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****Let op: fout antwoord: -½ pt; geen antwoord: 0 pt****Rekenen en Thermochemie**

1	<b>B</b>	Voor de molaire massa van het gas geldt: $M = \frac{10 \text{ (g)} \times 8,314 \text{ (J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) \times 340 \text{ (K)}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ (Pa)} \times 70 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3)} = 4,0 \text{ g mol}^{-1}$ <p>Dat is de molaire massa van helium.</p>
2	<b>D</b>	Het gebied onder de curve weerspiegelt de onverzadigde oplossingen, het gebied op de curve de verzadigde oplossingen en het gebied boven de curve de oververzadigde oplossingen. Het gehalte van de oplossing is $\frac{100}{45,0} \times 10,0 = 22,2$ g per 100 g water, zie punt A in onderstaand diagram.  Bij afkoelen naar 20 °C kom je via de stippelijlijn in punt B terecht. Dat is dus een oververzadigde oplossing.
3	<b>D</b>	De vormingswarmte is het warmte-effect van de reactie $\text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$ . $\Delta H_f^0 = - \text{B.E.}(\text{N}\equiv\text{N}) - 2 \times \text{B.E.}(\text{H}-\text{H}) + \text{B.E.}(\text{N}-\text{N}) + 4 \times \text{B.E.}(\text{N}-\text{H}) =$ $- (-9,41 \cdot 10^5) - 2 \times (-4,36 \cdot 10^5) + (-1,59 \cdot 10^5) + 4 \times (-3,89 \cdot 10^5) = 0,98 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$

**Analyse**

4	<b>A</b>	Er slaat zilverbromide neer volgens: $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr}$ Het massapercentage $\text{Br}^-$ is: $\frac{6,40 \text{ (mL)} \times 0,200 \text{ (mmol mL}^{-1}) \times 10^{-3} \text{ (mol mmol}^{-1}) \times 79,90 \text{ (g mol}^{-1})}{2,00 \text{ (g)}} \times 10^2 \text{ (\%)} = 5,11 \text{ (\%)} .$
5	<b>A</b>	Alle waterstofatomen in een benzeenmolecuul zijn identiek.

**Zuren en basen**

6	<b>A</b>	HCl is een sterk zuur; HF is een zwak zuur; KCl is geen zuur en geen base, $\text{F}^-$ in KF is een base.
7	<b>B</b>	Dichloorazijnzuur is $\text{CHCl}_2-\text{COOH}$ ; $K_z = 5,0 \cdot 10^{-2}$ . Het aantal mol gedissocieerd dichloorazijnzuur is te berekenen door $x$ op te lossen uit: $\frac{x^2}{0,20 - x} = 5,0 \cdot 10^{-2}$ . Dit geeft $x = 0,078$ , zodat het gevraagde percentage is $\frac{0,078}{0,20} \times 10^2 = 39 \text{ (\%)} .$

8	C	<p>25 mL zoutzuur met <math>\text{pH} = 1,00</math> bevat <math>25 \times 10^{-1,00} = 2,5 \text{ mmol H}_3\text{O}^+</math>  25 mL natronloog met <math>\text{pH} = 12,78</math> bevat <math>25 \times 10^{-(14,00-12,78)} = 1,5 \text{ mmol OH}^-</math>  Na reactie van <math>\text{H}_3\text{O}^+</math> met <math>\text{OH}^-</math> blijft <math>2,5 - 1,0 = 1,0 \text{ mmol H}_3\text{O}^+</math> over in 50 mL.  <math>\text{pH} = -\log \frac{1,0 \text{ (mmol)}}{50 \text{ (mL)}} = 1,70</math></p>
---	---	---

### Redox en elektrolyse

9	D	<p>De volledige vergelijking van de halfreactie is:  <math>\text{S}^{2-} + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 8 \text{H}^+ + 8 \text{e}^-</math></p>
10	B	<p>De potentiaal van de zilverelektrode is: <math>V = 0,80 + 0,059 \log 0,23 = 0,76 \text{ V}</math>.  De potentiaal van de grafietelektrode is: <math>V = 0,77 + 0,059 \log \frac{0,15}{0,050} = 0,80 \text{ V}</math>.  De zilverelektrode is dus negatief ten opzichte van de grafietelektrode.</p>
11	A	<p>Bij de negatieve elektrode treedt de reactie <math>2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-</math> op.  De oplossing wordt daar dus basisch, waardoor fenolftaleïne roze wordt gekeurd.</p>

### Reactiesnelheid en evenwicht

12	D	<p>In een heterogeen milieu treedt de reactie aan het oppervlak van de vaste stof op. De snelheid is dan afhankelijk van de concentratie in de oplossing.</p>
13	B	<p>De reactiesnelheid wordt uitgedrukt in <math>\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}</math>; <math>[\text{NO}] [\text{H}_2]^2</math> is in <math>\text{mol}^3 \text{L}^{-3}</math> dan wordt de eenheid van <math>k</math>: <math>\frac{\text{mol}^{-1} \text{L}^{-1} \text{s}^{-1}}{\text{mol}^3 \text{L}^{-3}} = \text{L}^2 \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}</math>.</p>
14	B	<p>Het aantal mol gas neemt af in de reactie naar rechts, dus bij hoge druk verschuift de ligging van het evenwicht naar rechts.  De reactie naar rechts is exotherm, dus bij lage temperatuur verschuift de ligging van het evenwicht naar rechts.</p>

### Structuur

15	A	X moet massagetal 4 hebben en 2 protonen. Dus is X een heliumkern of $\alpha$ deeltje.
16	C	1,2-dichloorbenzeen, 1,3-dichloorbenzeen en 1,4-dichloorbenzeen
17	A	<p>Normaal is de hoek tussen de vier <math>\text{sp}^3</math> orbitalen is <math>109,5^\circ</math> - dat is het geval in <math>\text{NH}_4^+</math>.  In een <math>\text{NH}_3</math> molecuul komt een vrij elektronenpaar voor, dat drukt de bindingselektronenparen van de N-H bindingen naar elkaar toe, zodat de bindingshoek kleiner is dan <math>109,5^\circ</math>.  In een <math>\text{NH}_2^-</math> ion komen twee vrije elektronenparen voor, waardoor de bindingshoek nog kleiner wordt.</p>
18	C	<p>Zowel in een <math>\text{NO}_3^-</math> ion als in een <math>\text{SO}_3</math> molecuul heeft het centrale atoom geen lone pairs. De structuur is dan vlak trigonaal.  In een <math>\text{ClF}_3</math> molecuul heeft het chlooratoom een vijfomringing met twee lone pairs, de structuur wordt dan T-vormig.  Zowel in een <math>\text{ClO}_3^-</math> ion als in een <math>\text{SO}_3^{2-}</math> heeft het centrale atoom een vieromringing met één lone pair. De structuur is dan trigonaal pyramidaal.</p>
19	C	
20	E	Alle C-H bindingen zijn $\sigma$ bindingen en elke C=C binding bestaat uit een $\sigma$ binding en een $\pi$ binding.

## Open opgaven

(totaal 56 punten)

### ■ Opgave 2 Thermiet

12 punten

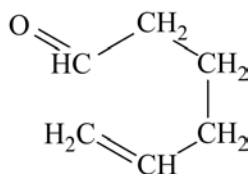
- 1 Maximumscore 2  
Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
Voor een explosie is, behalve een exotherme reactie, ook nodig dat een (snelle) volumevergroting plaatsvindt. Er worden hier geen gassen gevormd, dus geen explosie.
- voor een explosie is een (snelle) volumevergroting nodig 1
  - uitleg waarom in deze reactie geen volumevergroting optreedt 1
- 2 Maximumscore 3  
 $\Delta H = \Delta H_f(\text{Al}_2\text{O}_3) - \Delta H_f(\text{Fe}_2\text{O}_3) = -16,70 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1} - (-8,22 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}) = -8,48 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- juiste vormingsenthalpieën gebruikt 1
  - alle min-tekens juist 1
  - eenheid juist 1
- 3 Maximumscore 3  
Bij het experiment komt  $\frac{1,75 \times 10^3}{159,7} \times 8,48 \cdot 10^5 = 9,29 \cdot 10^6 \text{ J}$  vrij.  
Nodig is  $2,5 \times 3,6 \cdot 10^6 = 9,0 \cdot 10^6 \text{ J}$ .  
Bij het experiment komt genoeg energie vrij.
- berekening van het aantal mol ijzer(III)oxide dat is gebruikt: 1,75 (kg) vermenigvuldigen met  $10^3$  ( $\text{g kg}^{-1}$ ) en delen door de molaire massa van ijzer(III)oxide ( $159,7 \text{ g mol}^{-1}$ ) 1
  - berekening van de hoeveelheid energie die vrijkomt: het aantal mol ijzer(III)oxide dat is gebruikt vermenigvuldigen met de berekende enthalpieverandering van de reactie (is het antwoord op vraag 2) 1
  - berekening van het aantal J dat voor het lassen nodig is: 2,5 (kWh) vermenigvuldigen met  $3,6 \cdot 10^6$  ( $\text{J kWh}^{-1}$ ) en conclusie 1
- 4 Maximumscore 4  
Voorbeelden van een juist antwoord zijn:
- Het hete ijzer dat bij de thermietreactie ontstaat, reageert met stoom, onder vorming van ijzer(III)oxide en waterstof:  $2 \text{ Fe} + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ H}_2$ . De ontstane waterstof reageert vervolgens explosief met zuurstof uit de lucht:  $2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ .
  - Door de grote hoeveelheid warmte die ontstaat, kan water(damp) ontliden:  $2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$ . De zuurstof reageert met ijzer onder vorming van ijzer(III)oxide:  $4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$  en de ontstane waterstof reageert explosief met zuurstof uit de lucht:  $2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ .
  - Het aluminiumpoeder kan (bij hoge temperatuur) ook met water(damp) reageren, waarbij waterstof ontstaat:  $2 \text{ Al} + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{ H}_2$ . Zo zal er dus ijzeroxide overblijven. De ontstane waterstof reageert vervolgens explosief met zuurstof uit de lucht:  $2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ .
- notie dat de explosie wordt veroorzaakt door waterstof 1
  - uitleg hoe die waterstof kan ontstaan 1
  - uitleg hoe het ijzer(III)oxide kan ontstaan / overblijft 1
  - juiste reactievergelijkingen 1
- Opmerkingen*
- Wanneer de reactievergelijking van de waterstofexplosie niet is gegeven, dit niet aanrekenen.
  - Wanneer het optreden van de explosie wordt verklaard door de (snelle) volumetoename door de vorming van stoom en waterstof, zonder de verbrandingsreactie van waterstof te noemen, dit goed rekenen.

### Opgave 3 De Cope rearrangement

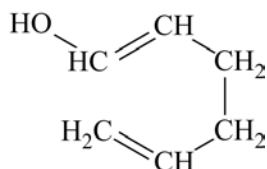
16 punten

- 5 Maximumscore 4  
beginstof: 3-methyl-1,5-hexadien  
reactieproduct: 1,5-heptadien
- ‘-hexa-’ in de naam van de beginstof en ‘-hepta-’ in de naam van het reactieproduct 1
  - ‘-dieen’ in beide namen 1
  - nummering van de dubbele bindingen in beide namen juist 1
  - ‘3-methyl-’ in de naam van de beginstof 1
- 6 Maximumscore 4  
Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
Van de beginstof bestaan (twee) stereo-isomeren, want C atoom 3 in een molecuul van de beginstof is asymmetrisch.  
Van het reactieproduct bestaan (ook twee) stereo-isomeren, want beide C atomen van de dubbele binding tussen C atoom 5 en C atoom 6 hebben twee verschillende atomen/atoomgroepen.
- een molecuul van de beginstof heeft een asymmetrisch C atoom 1
  - aangeven welk C atoom asymmetrisch is 1
  - in een molecuul van het reactieproduct komt een dubbele binding voor waar beide C atomen twee verschillende atomen/atoomgroepen hebben 1
  - aangeven welke dubbele binding dat is 1
- Indien in een overigens juist antwoord ook is vermeld dat in de beginstof *cis-trans*-isomerie voorkomt 3  
Indien slechts een antwoord is gegeven als: „De beginstof heeft spiegelbeeldisomerie en het reactieproduct heeft *cis-trans*-isomerie.” 2
- 7 Maximumscore 2  
Voorbeelden van een juist antwoord zijn:
- Ik denk van niet, want in een benzeenring bestaat geen vrije draaibaarheid rond de C – C bindingen / binding tussen C atoom 2 en C atoom 3.
  - Als er rond de binding tussen C atoom 2 en C atoom 3 in de overgangstoestand (toch) vrije draaibaarheid is, kan het dat beide stereo-isomeren ontstaan, als van de beginstof één van de stereo-isomeren wordt gebruikt.
- (on)mogelijkheid van vrije draaibaarheid vermeld 1
  - conclusie 1
- Indien een antwoord is gegeven als: „Ja, want er is vrije draaibaarheid rond de binding tussen C atoom 2 en C atoom 3 in de overgangstoestand.” 1
- Opmerking*  
Wanneer een antwoord is gegeven als: „De (ring in de) overgangstoestand (heeft geen benzeenachtige structuur, maar) komt voor in een stoelconformatie (zoals in een molecuul cyclohexaan). Deze stoelconformatie kan op twee manieren voorkomen: met de methylgroep equatoriaal en met de methylgroep axiaal. In beide gevallen krijg je een verschillend reactieproduct.” dit goed rekenen.

- 8 Maximumscore 2  
Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:

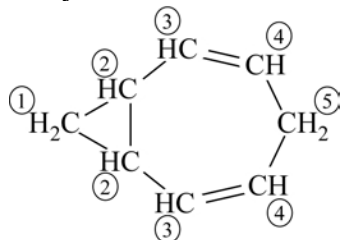


Indien het volgende antwoord is gegeven:



1

- 9 Maximumscore 4  
Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:  
Er zijn in een molecuul homotropilideen vijf verschillende soorten protonen. Zie de nummers 1 t/m 5:



Bij lage temperatuur krijg je dus vijf signalen in het  $^1\text{H-NMR}$  spectrum.

Bij hoge temperatuur vindt een snelle verandering plaats van protonen van het type 1 naar protonen van het type 5 en van protonen van het type 2 naar protonen van het type 4. De protonen van het type 1 en van het type 5 geven dan één gemiddeld signaal evenals de protonen van het type 2 en het type 4. Dus bij hoge temperatuur krijg je drie signalen in het  $^1\text{H-NMR}$  spectrum.

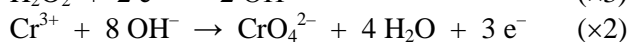
- uitleg dat in een molecuul homotropilideen vijf verschillende protonen voorkomen 1
- dus bij lage temperatuur vijf signalen in het  $^1\text{H-NMR}$  spectrum 1
- aangeven dat bij hoge temperatuur de protonen van het type 1 en van het type 5 en van het type 2 en van het type 4 snel in elkaar overgaan 1
- dus bij hoge temperatuur drie signalen in het  $^1\text{H-NMR}$  spectrum 1

Indien in een overigens juist antwoord alleen is vermeld dat de protonen van het type 1 en van het type 5 snel in elkaar overgaan of alleen is vermeld dat de protonen van het type 2 en van het type 4 snel in elkaar overgaan, leidend tot de conclusie dat bij hoge temperatuur vier signalen in het  $^1\text{H-NMR}$  spectrum voorkomen 3

## Opgave 4 Een legering

28 punten

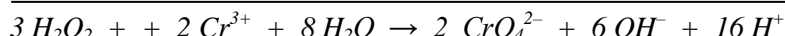
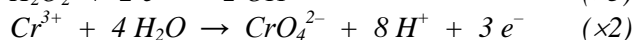
□10 Maximumscore 4



- de vergelijking van de halfreactie van  $\text{H}_2\text{O}_2$  juist 1
- in de andere vergelijking  $\text{Cr}^{3+}$  en  $\text{OH}^-$  voor de pijl en  $\text{CrO}_4^{2-}$  en  $\text{H}_2\text{O}$  na de pijl 1
- $e^-$  na de pijl en juiste coëfficiënten in de andere vergelijking 1
- beide vergelijkingen van halfreacties juist gecombineerd en  $\text{OH}^-$  voor en na de pijl weggestreept 1

*Opmerking*

*Wanneer het volgende antwoord is gegeven:*



*gevolgd door  $6 \text{OH}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 6 \text{H}_2\text{O}$  en wegstrepen van  $6 \text{H}_2\text{O}$  voor en na de pijl, leidend tot de volgende totale reactievergelijking:  $3 \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{Cr}^{3+} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CrO}_4^{2-} + 10 \text{H}^+$ , dit goed rekenen.*

□11 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{25,00 \times 0,100 - 5 \times 17,20 \times 0,0200}{3} \times \frac{500}{50,0} \times 52,00 \times 10^2 = 9,0 \text{ (massaprocent)}$$

- berekening van het aantal mmol  $\text{Fe}^{2+}$  in 25,00 mL 0,100 M ijzer(II)sulfaatoplossing en van het aantal mmol  $\text{MnO}_4^-$  in 17,20 mL 0,0200 M kaliumpermanganaatoplossing: 25,00 (mL) vermenigvuldigen met 0,100 (mmol mL<sup>-1</sup>) respectievelijk 17,20 (mL) vermenigvuldigen met 0,0200 (mmol mL<sup>-1</sup>) 1
- berekening van het aantal mmol  $\text{Fe}^{2+}$  dat met  $\text{CrO}_4^{2-}$  heeft gereageerd: het aantal mmol  $\text{Fe}^{2+}$  in 25,00 mL 0,100 M ijzer(II)sulfaatoplossing verminderen met vijf maal het aantal mmol  $\text{MnO}_4^-$  in 17,20 mL 0,0200 M kaliumpermanganaatoplossing 1
- berekening van het aantal mmol  $\text{Cr}^{3+}$  in de 50,0 mL oplossing (is gelijk aan het aantal mmol  $\text{CrO}_4^{2-}$  dat met  $\text{Fe}^{2+}$  heeft gereageerd): het aantal mmol  $\text{Fe}^{2+}$  dat met  $\text{CrO}_4^{2-}$  heeft gereageerd, delen door 3 1
- berekening van het aantal mg Cr in de  $1,500 \cdot 10^3$  mg legering: het aantal mmol  $\text{Cr}^{3+}$  in de 50,0 mL oplossing delen door 50,0 (mL) en vermenigvuldigen met 500 (mL) en vermenigvuldigen met de massa van een mmol Cr (52,00 mg) 1
- berekening van het massapercentage chroom in de legering: het aantal mg Cr in de  $1,500 \cdot 10^3$  mg legering delen door  $1,500 \cdot 10^3$  (mg) en vermenigvuldigen met 10<sup>2</sup>(%) 1

□12 Maximumscore 12

a. Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

○  $\left(1,500 \cdot 10^3 - \frac{9,0}{10^2} \times 1,500 \cdot 10^3\right) \times \frac{200}{500} = 544$  (mg zilverionen en koperionen)

○  $\left(1,500 \cdot 10^3 - 1,4 \cdot 10^2\right) \times \frac{200}{500} = 544$  (mg zilverionen en koperionen)

· berekening van het aantal mg chroom in de  $1,500 \cdot 10^3$  mg legering: het massapercentage chroom in de legering (is het antwoord op vraag 11: 9,0%) delen door  $10^2$ (%) en vermenigvuldigen met  $1,500 \cdot 10^3$  (mg) 1

· berekening van het totale aantal mg zilver en koper in de  $1,500 \cdot 10^3$  mg legering: het aantal mg chroom in de  $1,500 \cdot 10^3$  mg legering aftrekken van  $1,500 \cdot 10^3$  (mg) 1

· berekening van het totale aantal mg zilverionen en koperionen in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd: het totale aantal mg zilver en koper in de  $1,500 \cdot 10^3$  mg legering vermenigvuldigen met 200 (mL) en delen door 500 (mL) 1

of

· berekening van het totale aantal mg zilver en koper in de  $1,500 \cdot 10^3$  mg legering: het aantal mg chroom in de  $1,500 \cdot 10^3$  mg legering (is in vraag 11 berekend: 2

$$\frac{25,00 \times 0,100 - 5 \times 17,20 \times 0,0200}{3} \times \frac{500}{50,0} \times 52,00 = 1,4 \cdot 10^2$$
 ) aftrekken van  $1,500 \cdot 10^3$  (mg)

· berekening van het totale aantal mg zilverionen en koperionen in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd: het totale aantal mg zilver en koper in de  $1,500 \cdot 10^3$  mg legering vermenigvuldigen met 200 (mL) en delen door 500 (mL) 1

b. Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

○  $\frac{544}{10^2 - 9,0} \times 9,0$   
 ○  $\frac{544}{52,00} \times 3 = 3,1$  (mmol elektronen)

○  $\frac{25,00 \times 0,100 - 5 \times 17,20 \times 0,0200}{3} \times \frac{200}{50,0} \times 3 = 3,1$  (mmol elektronen)

○  $2,6 \times \frac{200}{500} \times 3 = 3,1$  (mmol elektronen)

· berekening van het aantal mg  $\text{Cr}^{3+}$  in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd: het aantal mg zilverionen en koperionen dat werd geëlektrolyseerd (is het antwoord op vraag 12a: 544 mg) delen door ( $10^2$ % minus het massapercentage Cr) en vermenigvuldigen met het massapercentage Cr 1

· berekening van het aantal mmol  $\text{Cr}^{3+}$  in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd: het aantal mg  $\text{Cr}^{3+}$  in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd, delen door de massa van een mmol Cr (52,00 mg) 1

· berekening van het aantal mmol elektronen dat nodig was voor de omzetting van de  $\text{Cr}^{3+}$  ionen tijdens de elektrolyse: het aantal mmol  $\text{Cr}^{3+}$  in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd, vermenigvuldigen met 3 1

of



- berekening van het aantal mmol  $\text{Cr}^{3+}$  in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd: het berekende aantal mmol  $\text{Cr}^{3+}$  in 50,0 mL oplossing (is in vraag 11 berekend):  

$$\frac{25,00 \times 0,100 - 5 \times 17,20 \times 0,0200}{3} = 0,26$$
 delen door 50,0 (mL) en vermenigvuldigen met 200 (mL) 2
- berekening van het aantal mmol elektronen dat nodig was voor de omzetting van de  $\text{Cr}^{3+}$  ionen tijdens de elektrolyse: het aantal mmol  $\text{Cr}^{3+}$  in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd, vermenigvuldigen met 3 1
- of
- berekening van het aantal mmol  $\text{Cr}^{3+}$  in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd: het aantal mg  $\text{Cr}^{3+}$  in de 500 mL oorspronkelijke oplossing (is in vraag 11 berekend):  

$$\frac{25,00 \times 0,100 - 5 \times 17,20 \times 0,0200}{3} \times \frac{500}{50,0} = 2,6$$
 delen door 500 (mL) en vermenigvuldigen met 200 (mL) 2
- berekening van het aantal mmol elektronen dat nodig was voor de omzetting van de  $\text{Cr}^{3+}$  ionen tijdens de elektrolyse: het aantal mmol  $\text{Cr}^{3+}$  in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd, vermenigvuldigen met 3 1
- c. Een voorbeeld van een juiste berekening is:  
 Wanneer het aantal mg zilverionen in de 200 mL oplossing die werd geëlektrolyseerd op  $x$  wordt gesteld en het aantal mg koperionen op  $y$ , kan de volgende set van twee vergelijkingen met twee onbekenden worden opgesteld:  

$$x + y = 544$$

$$\frac{x}{107,9} + \frac{y}{63,55} \times 2 = \frac{2,00 \times 785 \times 10^3}{96485} - 3,1$$
 Oplossen hiervan geeft  $x = 177$  mg  $\text{Ag}^+$  en  $y = 367$  mg  $\text{Cu}^{2+}$ .  
 Dus het massapercentage zilver is  $\frac{177}{\frac{200}{500} \times 1,500 \cdot 10^3} \times 10^2 = 29,5$  (%)  
 en het massapercentage koper  $\frac{367}{\frac{200}{500} \times 1,500 \cdot 10^3} \times 10^2 = 61,2$  (%).
- opstellen van de vergelijking  $x + y = 544$  1
- uitdrukken in  $x$  en  $y$  van het aantal mmol elektronen dat nodig was voor de omzetting van de  $\text{Ag}^+$  ionen en de  $\text{Cu}^{2+}$  ionen tijdens de elektrolyse:  $\frac{x}{107,9} + \frac{y}{63,55} \times 2$  1
- berekening van het aantal mmol elektronen dat nodig was tijdens de elektrolyse: 2,00 ( $\text{C s}^{-1}$ ) vermenigvuldigen met 785 (s) en delen door 96485 ( $\text{C mol}^{-1}$ ) en vermenigvuldigen met  $10^3$  ( $\text{mmol mol}^{-1}$ ) 1
- berekening van het aantal mmol elektronen dat nodig was voor de omzetting van de  $\text{Ag}^+$  ionen en de  $\text{Cu}^{2+}$  ionen tijdens de elektrolyse: het aantal mmol elektronen dat nodig was voor de omzetting van de  $\text{Cr}^{3+}$  ionen tijdens de elektrolyse aftrekken van het aantal mmol elektronen dat nodig was tijdens de elektrolyse 1
- opstellen van de tweede vergelijking en berekening van  $x$  en  $y$  1
- berekening van de massapercentages zilver en koper: de gevonden  $x$  respectievelijk  $y$  delen door het totale mg ionen dat werd geëlektrolyseerd (is  $\frac{200 \text{ (mL)}}{500 \text{ (mL)}} \times 1,500 \cdot 10^3$  (mg)) en vermenigvuldigen met  $10^2$ (%) 1

- 13 Maximumscore 2
- Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
 Het probleem is dat (omdat de oplossing zuur is) tijdens de elektrolyse ook waterstof kan ontstaan, want  $\text{Cr}^{3+}$  is een zwakkere oxidator dan  $\text{H}^+$  / heeft een lagere  $V^0$  dan  $\text{H}^+$  / staat in Binas-tabel 48 onder  $\text{H}^+$ .
- notie dat tijdens de elektrolyse  $\text{H}^+$  niet mag reageren 1
  - uitleg dat tijdens de elektrolyse  $\text{H}^+$  ook kan reageren 1
- Indien een antwoord is gegeven als: „Het probleem is hoe je ervoor moet zorgen dat tijdens de elektrolyse alleen de metaalionen reageren, want er zou ook waterstof kunnen ontstaan.” 1
- Indien een antwoord is gegeven als: „Het probleem is hoe je ervoor moet zorgen dat tijdens de elektrolyse alleen de metaalionen reageren, want er zouden ook andere oxidatoren kunnen reageren.” 0
- 14 Maximumscore 5
- Voorbeelden van een juist antwoord zijn:
- Om het massapercentage chroom te bepalen, kun je (een afgewogen hoeveelheid van) de legering oplossen in zoutzuur. Uit de hoeveelheid waterstof die ontstaat, is het massapercentage chroom te berekenen.  
 Om het massapercentage zilver te bepalen, kun je (een afgewogen hoeveelheid van) de legering oplossen in (verdund) salpeterzuur. Daarna kun je aan de oplossing een (natrium)chloride-oplossing toevoegen. Uit de massa van het ontstane neerslag is het massapercentage zilver te berekenen.  
 Het massapercentage koper vind je door de som van de massapercentages chroom en zilver af te trekken van  $10^2(\%)$ .
  - Je moet (een afgewogen hoeveelheid van) de legering oplossen in verdund salpeterzuur.  
 Om het massapercentage zilver te bepalen, kun je aan (een afgemeten deel van) de oplossing een (natrium)chloride-oplossing toevoegen. Uit de massa van het ontstane neerslag is het massapercentage zilver te berekenen.  
 Om het massapercentage koper te bepalen, kun je aan (een afgemeten deel van) de oplossing een grote overmaat (natron)loog toevoegen. Koper(II)hydroxide en zilveroxide slaan dan neer, terwijl  $\text{Cr}^{3+}$  het oplosbare complex  $\text{Cr}(\text{OH})_6^{3-}$  vormt. Uit de massa van het ontstane neerslag en het (uit de vorige proef bekende) massapercentage zilver is het massapercentage koper te berekenen.  
 Het massapercentage chroom vind je door de som van de massapercentages zilver en koper af te trekken van  $10^2(\%)$ .
- (een afgewogen hoeveelheid van) de legering oplossen in zoutzuur 1
  - uit de hoeveelheid ontstane waterstof is het massapercentage chroom te berekenen 1
  - (een afgewogen hoeveelheid van) de legering oplossen in (verdund) salpeterzuur en een oplossing van een chloride toevoegen 1
  - uit de massa van het ontstane neerslag is het massapercentage zilver te berekenen 1
  - aangeven dat het massapercentage koper dan ook bekend is 1
- of
- (een afgewogen hoeveelheid van) de legering oplossen in salpeterzuur en aan (een afgemeten hoeveelheid van) de oplossing een oplossing van een chloride toevoegen 1
  - uit de massa van het ontstane neerslag is het massapercentage zilver te berekenen 1
  - aan (een afgemeten deel van) de oplossing een grote overmaat (natron)loog toevoegen 1
  - uit de massa van het ontstane neerslag en het (uit de vorige proef bekende) massapercentage zilver is het massapercentage koper te berekenen 1
  - aangeven dat het massapercentage chroom dan ook bekend is 1