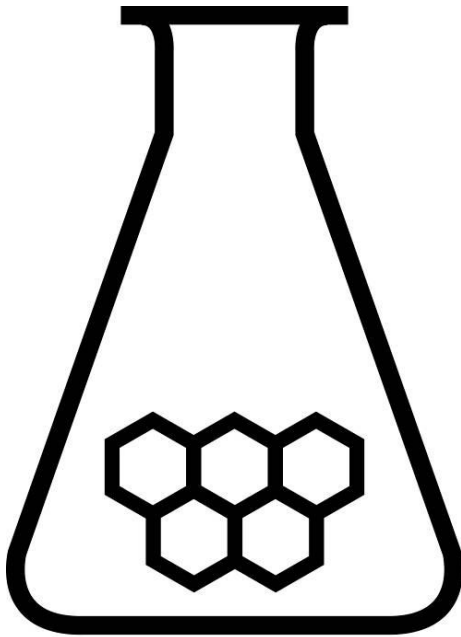


# NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

## CORRECTIEMODEL VOORRONDE 1

af te nemen in de periode van  
29 januari tot en met 5 februari 2014



UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM

## SCHEIKUNDE OLYMPIADE

- Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 2 open opgaven met in totaal 11 deelvragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 74 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

**Structuren en formules**

1	D	Calcium heeft elektrovalentie 2+, waterstof heeft elektrovalentie 1-, dus CaH <sub>2</sub> . Seleen heeft covalentie 2, waterstof heeft covalentie 1, dus H <sub>2</sub> Se.
2	C	Au <sub>2</sub> O is goud(I)oxide en Sn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> is tin(IV)fosfaat.
3	C	Fe heeft atoomnummer 26, dus Fe <sup>2+</sup> heeft 26 - 2 = 24 elektronen, Cr <sup>3+</sup> heeft 21 elektronen, Cl <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> en Sc <sup>3+</sup> hebben alle 18 elektronen.

**Analyse**

4	D	MgO lost niet goed op in water. Met zwavelzuur wordt magnesiumsulfaat gevormd, dat wel goed oplosbaar is.
5	B	Zinksulfaat is goed oplosbaar en zinkcarbonaat is slecht oplosbaar, dus methode I geeft uitsluitel. Oplossingen van natriumsulfaat en natriumcarbonaat hebben beide pH > 4,4 en hebben dus beide een rode kleur met methylooranje. Dus methode II geeft geen uitsluitel.

**Redox en elektrolyse**

6	C	De vergelijking van de halfreactie is: $N_2 + 4 H_2O \rightarrow 2 NO_2^- + 8 H^+ + 6 e^-$ .
7	C	Bij de negatieve elektrode reageert de sterkste oxidator, dat is hier H <sub>2</sub> O. Bij de positieve elektrode reageert in dit geval Cl <sup>-</sup> als de sterkste reductor (en niet H <sub>2</sub> O).

**pH / Zuur-base**

8	C	Stel dat in evenwicht [H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ] = x, dan is ook [HCOO <sup>-</sup> ] = x en [HCOOH] = 1,5 · 10 <sup>-3</sup> - x. Dit invullen in K <sub>z</sub> levert $\frac{x^2}{1,5 \cdot 10^{-3} - x} = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ; hieruit volgt x = 4,4 · 10 <sup>-4</sup> en pH = 3,36.
9	D	De volgende reactie treedt op: $H_3O^+ + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + H_2O$ 25,0 × 0,0120 mmol H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> reageert met 25,0 × 0,0120 mmol NH <sub>3</sub> onder vorming van 25,0 × 0,0120 = 3,00 mmol NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> . Er blijft 25,0 × 0,0150 - 3,00 = 0,75 mmol NH <sub>3</sub> over. Er ontstaat dus een bufferoplossing met $[H_3O^+] = K_z \times \frac{\text{aantal mmol } NH_4^+}{\text{aantal mmol } NH_3} = 5,6 \cdot 10^{-10} \times \frac{3,00}{0,75} = 2,24 \cdot 10^{-9}$ . Dus pH = -log 2,24 · 10 <sup>-9</sup> = 8,65.

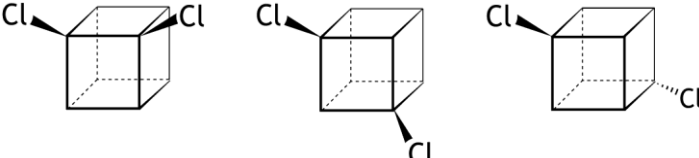
**Reacties**

10	A	De reactievergelijking is: $I_2 + 5 Cl_2 + 18 H_2O \rightarrow 2 H_3O^+ + 2 IO_3^- + 10 H_3O^+ + 10 Cl^-$ .
11	D	Er staat één stof voor de pijl, dus ontledingsreactie. Het is ook een redoxreactie; de vergelijkingen van de halfreacties zijn: $H_2O_2 + 2 e^- \rightarrow 2 OH^-$ en $H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2 H^+ + 2 e^-$ , met als volgreactie $2 H^+ + 2 OH^- \rightarrow 2 H_2O$ . Of: het oxidatiegetal van O verandert van -1 in H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> naar -2 in H <sub>2</sub> O en 0 in O <sub>2</sub> .

## Reactiesnelheid en evenwicht

12	A	De reactievergelijking is: $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$ . De $[\text{O}_2]$ neemt dus af met $\frac{5}{4} \times 1,10 = 1,38 \text{ molL}^{-1} \text{ min}^{-1}$ .
13	B	Uit de proeven 1 en 2 volgt dat $s$ recht evenredig is met $[\text{ICl}]$ en uit de proeven 1 en 3 volgt dat $s$ recht evenredig met $[\text{H}_2]$ . Dus $s = k [\text{ICl}] [\text{H}_2]$ .
14	G	Voor de evenwichtsconstante geldt $K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} = \frac{n_{\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5} \times n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{CH}_3\text{COOH}} \times n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}}$ . $n_{\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5} = n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,414 \text{ mol}$ $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,000 - 0,414 = 0,586 \text{ mol}$ $n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 0,500 - 0,414 = 0,086 \text{ mol}$ Dus $K = \frac{0,414 \times 0,414}{0,586 \times 0,086} = 3,4$ .

## Koolstofchemie

15	C	
16	F	$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \end{array} & \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array} & \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \end{array} \\ \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \end{array} & \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{HC} - \text{CH} \end{array} & \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{HC} - \text{CH} \\   \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} & \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{HC} - \text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \end{array}$
17	A	De dubbele binding in het cyclohexeenmolecuul springt open.
18	A	De structuurformule van butaanzuur is $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH}$ .

## Biochemie

19	B	De reactievergelijking is $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$ .
20	C	ATG op de template streng wordt UAC op het mRNA en dat codeert voor Tyr. ATC op de template streng wordt UAG op het mRNA en dat is een stopcodon.

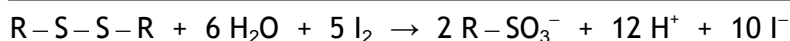
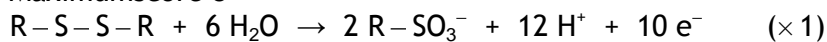
## Open opgaven

(totaal 34 punten)

### Opgave 2 Thiolen

19 punten

□1 Maximumscore 5



- in de vergelijking van de halfreactie van het disulfide  $\text{R-S-S-R}$  en  $\text{H}_2\text{O}$  voor de pijl en  $\text{R-SO}_3^-$  en  $\text{H}^+$  na de pijl 1
- in de vergelijking van de halfreactie van het disulfide  $\text{e}^-$  na de pijl 1
- in de vergelijking van de halfreactie van het disulfide de coëfficiënten juist 1
- de vergelijking van de halfreactie van  $\text{I}_2$  juist 1
- juist combineren van beide halfreactievergelijkingen 1

□2 Maximumscore 2

Vanwege de aanwezigheid van OH groepen kunnen moleculen  $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SH}$  veel beter waterstofbruggen vormen met methanolmoleculen en watermoleculen dan moleculen  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-SH}$ . Moleculen  $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SH}$  worden dus beter meegevoerd door de mobiele fase dan moleculen  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-SH}$ . Laatstgenoemde stof zal dus het langzaamst door de kolom lopen.

- moleculen  $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SH}$  kunnen beter waterstofbruggen vormen dan moleculen  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-SH}$  1
- conclusie 1

□3 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Elke piek wijst op de aanwezigheid van een oxideerbare stof die met jood reageert. De concentratie van  $\text{I}_2$  in de detectiecel is dus lager geworden. Omdat de stroomsterkte evenredig is met de  $[\text{I}_2(\text{aq})]$  neemt de stroomsterkte af. Dus het ontstaan van de pieken moet worden toegeschreven aan de verlaging van de stroomsterkte.

- uitleg dat de  $[\text{I}_2(\text{aq})]$  in de detectiecel lager is geworden 1
- conclusie 1

□4 Maximumscore 3

In 20 s legt het papier 1,0 cm af. Als gedurende die 20 s de uitslag van de pen ook 1,0 cm is, ontstaat een piekoppervlakte van 1,0 cm<sup>2</sup>. Omdat bij een uitslag van 1,0 cm een stroomsterkte van  $1,6 \cdot 10^{-8} \text{ C s}^{-1}$  seconde hoort, komt een piek met een oppervlakte van 1,0 cm<sup>2</sup> overeen met  $20 \times 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ ,

dat is  $\frac{20 (\text{s cm}^{-1}) \times 1,6 \cdot 10^{-8} (\text{C s}^{-1} \text{ cm}^{-1})}{9,6 \cdot 10^4 (\text{C mol}^{-1})}$  mol elektronen per cm<sup>2</sup> of

$$\frac{20 (\text{s cm}^{-1}) \times 1,6 \cdot 10^{-8} (\text{C s}^{-1} \text{ cm}^{-1})}{9,6 \cdot 10^4 (\text{C mol}^{-1})} \cdot \frac{1}{4,9 \cdot 10^{-3} (\text{g cm}^{-2})} = 6,8 \cdot 10^{-10} \text{ mol elektronen per g papier.}$$

- berekening van het aantal C per cm<sup>2</sup> papier:  $20 (\text{s cm}^{-1})$  vermenigvuldigen met  $1,6 \cdot 10^{-8} (\text{C s}^{-1} \text{ cm}^{-1})$  1
- omrekening van het aantal C per cm<sup>2</sup> papier naar het aantal mol elektronen per cm<sup>2</sup>: delen door de lading van een mol elektronen ( $9,6 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ ) 1
- omrekening van het aantal mol elektronen per cm<sup>2</sup> naar het aantal mol elektronen per gram: delen door  $4,9 \cdot 10^{-3} (\text{g cm}^{-2})$  1

□5 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{1,7 \cdot 10^{-2} \text{ (g)} \times 6,8 \cdot 10^{-10} \text{ (mol g}^{-1}\text{)} \times \frac{1}{2} \times \frac{10^2 \text{ (\%)}}{3,2 \text{ (\%)}} \times \frac{1}{3}}{2,0 \cdot 10^{-2} \text{ (mL)} \times 10^{-3} \text{ (L mL}^{-1}\text{)}} = 3,0 \cdot 10^{-6} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}.$$

- berekening van het aantal mol elektronen dat door het jood is opgenomen:  $1,7 \cdot 10^{-2}$  (g) vermenigvuldigen met  $6,8 \cdot 10^{-10}$  (mol g<sup>-1</sup>) 1
- omrekening van het aantal mol elektronen dat door het jood is opgenomen naar het aantal mol jood dat is gedetecteerd: vermenigvuldigen met  $\frac{1}{2}$  1
- omrekening van het aantal mol jood dat is gedetecteerd naar het aantal mol jood dat heeft gereageerd: vermenigvuldigen met 10<sup>2</sup>(%) en delen door 3,2(%) 1
- omrekening van aantal mol jood dat heeft gereageerd naar het aantal mol NAC dat heeft gereageerd: vermenigvuldigen met  $\frac{1}{3}$  1
- omrekening van het aantal mol NAC dat heeft gereageerd naar de concentratie van NAC: delen door  $2,0 \cdot 10^{-2}$  (mL) en door  $10^{-3}$  (L mL<sup>-1</sup>) 1

□6 Maximumscore 2

Doe (onder dezelfde omstandigheden) ook een bepaling met een bekende hoeveelheid NAC. Daaruit kun je berekenen met hoeveel NAC een g papier overeenkomt / bepaal je de verhouding tussen de hoeveelheid NAC en het aantal g papier.

- doe (onder dezelfde omstandigheden) ook een bepaling met een bekende hoeveelheid NAC 1
- daaruit bereken je met hoeveel NAC een g papier overeenkomt / bepaal je de verhouding tussen de hoeveelheid NAC en het aantal g papier 1

### Opgave 3 Nierstenen

15 punten

□7 Maximumscore 4

$$\frac{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]} = \frac{5,9 \cdot 10^{-2}}{10^{-7,40}} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$\frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]} = \frac{6,5 \cdot 10^{-5}}{10^{-7,40}} = \frac{1,6 \cdot 10^3}{1,0}$$

Dus  $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] : [\text{HC}_2\text{O}_4^-] : [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] = 2,4 \cdot 10^9 : 1,5 \cdot 10^6 : 1,0$ .

- berekening  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ :  $10^{-7,40}$  1
- berekening  $\frac{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}$ :  $K_{z1}$  (is gelijk aan  $5,9 \cdot 10^{-2}$ ) delen door de berekende  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  1
- berekening  $\frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}$ :  $K_{z2}$  (is gelijk aan  $6,5 \cdot 10^{-5}$ ) delen door de berekende  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  1
- rest berekening 1

#### Opmerking

Wanneer na een juiste berekening de verhouding niet is genoteerd als  $2,4 \cdot 10^9 : 1,5 \cdot 10^6 : 1,0$  maar bijvoorbeeld als  $1,0 : 6,3 \cdot 10^{-4} : 4,2 \cdot 10^{-10}$  of als  $6,5 \cdot 10^{-5} : 4,0 \cdot 10^{-8} : 2,7 \cdot 10^{-14}$ , dit goed rekenen.

□8 Maximumscore 2

460 mg oxaalzuur is  $\frac{460 \text{ (mg)} \times 10^{-3} \text{ (g mg}^{-1}\text{)}}{90,04 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}}$  mol, dit levert evenveel mol oxalaat. Om alle

oxalaat neer te slaan is ook  $\frac{460 \text{ (mg)} \times 10^{-3} \text{ (g mg}^{-1}\text{)}}{90,04 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}}$  mol  $\text{CaCO}_3$  nodig. Dat is

$$\frac{460 \text{ (mg)} \times 10^{-3} \text{ (g mg}^{-1}\text{)}}{90,04 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} \times 100,1 \text{ (g mol}^{-1}\text{)} = 0,511 \text{ g CaCO}_3.$$

· berekening van het aantal mol oxalaat (is gelijk aan het aantal mol oxaalzuur): 460 (mg) vermenigvuldigen met  $10^{-3} \text{ (g mg}^{-1}\text{)}$  en delen door de molaire massa van oxaalzuur ( $90,04 \text{ g mol}^{-1}$ )

1

· berekening van het aantal g  $\text{CaCO}_3$ : het aantal mol  $\text{CaCO}_3$  (is gelijk aan het aantal mol oxalaat) vermenigvuldigen met de molaire massa van  $\text{CaCO}_3$  ( $100,1 \text{ g mol}^{-1}$ )

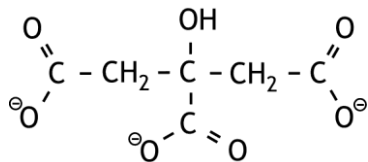
1

□9 Maximumscore 1

Calciumoxalaat slaat niet neer als  $[\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] < K_s$ .

$$\text{Dus } [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_{\text{max}} = \frac{2,3 \cdot 10^{-9}}{1,20 \cdot 10^{-3}} = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}.$$

□10 Maximumscore 3



· keten met drie C atomen en een OH groep aan het tweede C atoom

1

· drie carboxylaatgroepen juist getekend

1

· ladingen op de juiste plaats

1

□11 Maximumscore 5

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

- $[\text{Cit}^{3-}] + [\text{CaCit}^-] = 1,20 \cdot 10^{-4} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  en  $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{CaCit}^-] = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ ,  
 dus  $[\text{Cit}^{3-}] = [\text{Ca}^{2+}] - 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  en  $[\text{CaCit}^-] = 1,20 \cdot 10^{-3} - [\text{Ca}^{2+}] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ .

$$\frac{[\text{CaCit}^-]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{Cit}^{3-}]} = 1,9 \cdot 10^3, \text{ dus } \frac{1,20 \cdot 10^{-3} - [\text{Ca}^{2+}]}{[\text{Ca}^{2+}]( [\text{Ca}^{2+}] - 1,08 \cdot 10^{-3} )} = 1,9 \cdot 10^3$$

Hieruit volgt  $[\text{Ca}^{2+}] = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  en  $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_{\text{max}} = \frac{2,3 \cdot 10^{-9}}{1,1 \cdot 10^{-3}} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ .

- $[\text{Cit}^{3-}] + [\text{CaCit}^-] = 1,20 \cdot 10^{-4} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  en  $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{CaCit}^-] = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ ,  
 dus  $[\text{Cit}^{3-}] = 1,20 \cdot 10^{-4} - [\text{CaCit}^-] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  en  $[\text{Ca}^{2+}] = 1,20 \cdot 10^{-3} - [\text{CaCit}^-] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ .

$$\frac{[\text{CaCit}^-]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{Cit}^{3-}]} = 1,9 \cdot 10^3, \text{ dus } \frac{[\text{CaCit}^-]}{(1,20 \cdot 10^{-3} - [\text{CaCit}^-])(1,20 \cdot 10^{-4} - [\text{CaCit}^-])} = 1,9 \cdot 10^3$$

Hieruit volgt  $[\text{CaCit}^-] = 7,9 \cdot 10^{-5} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ .

Dus  $[\text{Ca}^{2+}] = 1,20 \cdot 10^{-3} - 7,9 \cdot 10^{-5} = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  en

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_{\text{max}} = \frac{2,3 \cdot 10^{-9}}{1,12 \cdot 10^{-3}} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$$

·  $[\text{CaCit}^-] = 1,20 \cdot 10^{-3} - [\text{Ca}^{2+}] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  1

·  $[\text{Cit}^{3-}] = [\text{Ca}^{2+}] - 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  1

· juiste evenwichtsvoorwaarde voor het evenwicht  $\text{Ca}^{2+} + \text{Cit}^{3-} \rightleftharpoons \text{CaCit}^-$ :

$$\frac{[\text{CaCit}^-]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{Cit}^{3-}]} = 1,9 \cdot 10^3$$
 1

· berekening van de  $[\text{Ca}^{2+}]$  uit de gevonden evenwichtsvoorwaarde 1

· berekening van de maximale oxalaatconcentratie:  $2,3 \cdot 10^{-9}$  delen door de berekende  $[\text{Ca}^{2+}]$  1

of

·  $[\text{Ca}^{2+}] = 1,20 \cdot 10^{-3} - [\text{CaCit}^-] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  en  $[\text{Cit}^{3-}] = 1,20 \cdot 10^{-4} - [\text{CaCit}^-] \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  1

· juiste evenwichtsvoorwaarde voor het evenwicht  $\text{Ca}^{2+} + \text{Cit}^{3-} \rightleftharpoons \text{CaCit}^-$ :

$$\frac{[\text{CaCit}^-]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{Cit}^{3-}]} = 1,9 \cdot 10^3$$
 1

· berekening van de  $[\text{CaCit}^-]$  uit de gevonden evenwichtsvoorwaarde 1

· berekening van de  $[\text{Ca}^{2+}]$ :  $1,20 \cdot 10^{-3}$  minus de gevonden  $[\text{CaCit}^-]$  1

· berekening van de maximale oxalaatconcentratie:  $2,3 \cdot 10^{-9}$  delen door de berekende  $[\text{Ca}^{2+}]$  1

Indien na een overigens juiste berekening een negatieve concentratie als uitkomst is gegeven 2