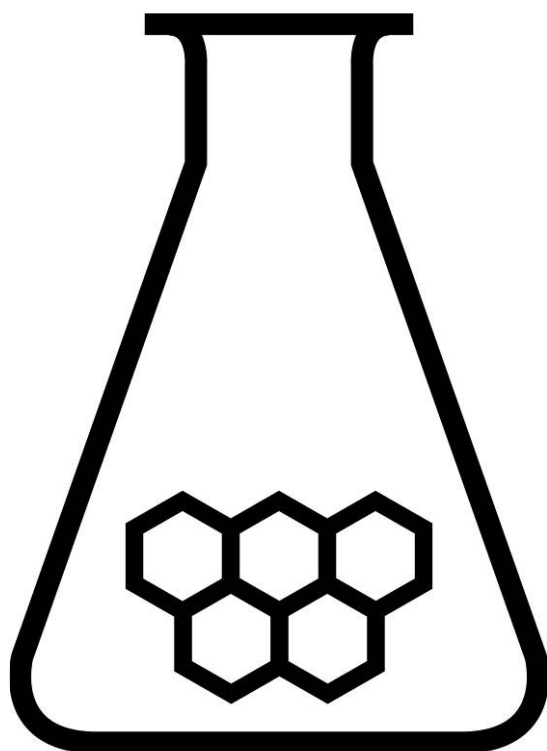


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

CORRECTIEMODEL VOORRONDE 1

(de week van)
woensdag 6 februari 2008



Universiteit Utrecht

SCHEIKUNDE OLYMPIADE

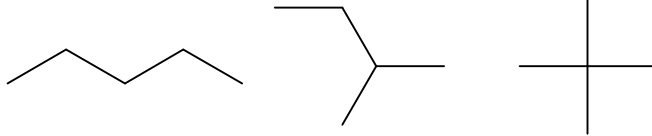
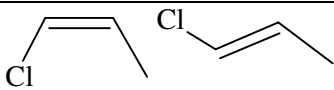
- Deze voorronde bestaat uit 25 meerkeuzevragen verdeeld over 5 onderwerpen en 4 open vragen met in totaal 14 deelvragen
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 100 punten (geen bonuspunten)
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert
- Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt. Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CSE worden verstrekt.

Opgave 1 Meerkeuzevragen

(totaal 50 punten)

Per juist antwoord: 2 punten

Koolstofchemie

1	A	
2	C	2 H minder dan propaan
3	C	
4	A	
5	C	hexaan boven, water/ethanolmengsel onder
6	B	H-brug > dipool-dipool > van der Waals

Structuur

7	C	diamant, siliciumdioxide: atoomrooster (covalent netwerk); nikkel: metaalrooster; ammoniumnitraat: ionrooster; jood: molecuulrooster
8	G	alle drie zijn het zouten met samengestelde ionen
9	C	grootste elektronegativiteitsverschil
10	B	allemaal 18 e ⁻

Reactie en evenwicht

11	C	xp.1,2: $s \sim [\text{C}_2\text{H}_5\text{I}]$; xp.2,3: $s \sim [\text{HI}]$
12	A	$s_{\text{na}} / s_{\text{voor}} = 2 \times (\frac{1}{2})^2$
13	A	2 deeltjes NO ₂ reageren in de snelheidsbepalende stap
14	B	bij temperatuurverhoging gaat endotherm evenwicht naar rechts; drukverhoging geen invloed: aan beide zijden staan evenveel gasdeeltjes

Evenwicht bij zuren

15	C	$(1,7 \cdot 10^{-3})^2 / (0,045 - 1,7 \cdot 10^{-3}) = 6,7 \cdot 10^{-5}$; D 1 punt (uitkomst met verwaarlozing)
16	D	het evenwicht ligt naar de kant van de zwakste base
17	C	F ⁻ is de geconjugeerde base van zwak zuur HF
18	D	$\frac{x^2}{0,070 - x} = 1,8 \cdot 10^{-4}$; $x^2 + 1,8 \cdot 10^{-4}x - 1,3 \cdot 10^{-5} = 0$; $x = 3,46 \cdot 10^{-3} = [\text{H}_3\text{O}^+]$. C 1 punt (verwaarlozing)
19	C	zuur NH ₄ ⁺ ; oplossing D niet stabiel

Rekenwerk

20	C	$\text{Mn/O} = \frac{2,29 / 54,49}{1,00 / 16,00} = 0,667 = \frac{2}{3}$
21	B	$\frac{2,4 \text{ g}}{58,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ (overmaat); Na ⁺ -ionen blijven in oplossing
22	B	formule NH ₄ H ₂ PO ₄ ; $M = M(\text{NH}_3) + M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 115$; D 1 punt (bij onjuiste formule (NH ₄) ₂ HPO ₄)
23	A	$\frac{25,0 \times 0,0208}{0,0154} \times \frac{2}{5} = 13,5$
24	D	NO ₂ ⁻ (geconjugeerde reductor van NO ₃ ⁻)
25	B	ClO ₃ ⁻ ≙ 6 e ⁻ ; I ₂ ≙ 2 e ⁻ ; 3 I ₂ ≙ ClO ₃ ⁻ (3 H ₂ O ⇒ 6 H ⁺) of O- en H-balans kloppend ⇒ 6 H ⁺ ; ladingbalans kloppend ⇒ 6 Γ (3 I ₂)

Open opgaven

(totaal 50 punten)

■ Opgave 2 Zeewater

(8 punten)

□1 Maximumscore 3

- vermelding van de K_z van HCO_3^- en de K_b van HCO_3^- : respectievelijk $4,7 \cdot 10^{-11}$ en $2,2 \cdot 10^{-8}$; 1
- K_b van $\text{HCO}_3^- > K_z$ van HCO_3^- dus het basische karakter van HCO_3^- overheerst het zure karakter 1
- dus kan HCO_3^- de oorzaak zijn van het feit dat zeewater basisch is 1

Indien een antwoord is gegeven als 'het basische karakter van HCO_3^- overheerst het zure karakter, dus kan HCO_3^- de oorzaak zijn van het feit dat zeewater basisch is' 2

Indien een antwoord is gegeven als 'het zure karakter van HCO_3^- overheerst het basische karakter, dus kan HCO_3^- niet de oorzaak zijn van het feit dat zeewater basisch is' 1

Indien een antwoord is gegeven als ' HCO_3^- is een base, dus kan HCO_3^- de oorzaak zijn van het feit dat zeewater basisch is' 1

Indien een antwoord is gegeven als ' HCO_3^- is een zuur, dus kan HCO_3^- niet de oorzaak zijn van het feit dat zeewater basisch is' 1

□2 Maximumscore 5

Een juiste berekening leidt, afhankelijk van de berekenwijze, tot de uitkomst 1,0 of 1,1(%).

- omrekening van het aantal g CO_2 naar het aantal mol CO_2 dat in de zeeën geleid zou worden: $1,4 \cdot 10^{18}$ delen door de massa van een mol CO_2 1
- omrekening van het aantal km^3 zeewater naar het aantal dm^3 zeewater: $1,3 \cdot 10^9$ vermenigvuldigen met 10^{12} 1
- berekening van het aantal mol HCO_3^- dat per dm^3 zeewater uit het ingeleide CO_2 zou ontstaan (= het aantal mol CO_2 dat per dm^3 zeewater zou worden ingeleid): het totale aantal mol CO_2 dat in de zeeën geleid zou worden, delen door het totaal aantal dm^3 zeewater 1
- berekening van de huidige $[\text{HCO}_3^-]$ in zeewater: 0,144 delen door de massa van een mol HCO_3^- 1
- berekening van het gevraagde percentage $[\text{HCO}_3^-]$ -stijging: het gevonden aantal mol HCO_3^- dat per dm^3 zeewater uit de ingeleide CO_2 zou ontstaan vermenigvuldigen met 10^2 en delen door de gevonden huidige $[\text{HCO}_3^-]$ in zeewater 1

of

- omrekening van het aantal g CO_2 naar het aantal mol CO_2 dat in de zeeën geleid zou worden: $1,4 \cdot 10^{18}$ delen door de massa van een mol CO_2 1
- omrekening van het aantal mol CO_2 (in al het zeewater) naar het aantal gram HCO_3^- dat er (in al het zeewater) bij zou komen: vermenigvuldigen met de massa van een mol HCO_3^- 1
- omrekening van het aantal km^3 zeewater naar het aantal dm^3 zeewater: $1,3 \cdot 10^9$ vermenigvuldigen met 10^{12} 1
- berekening van het huidige aantal gram HCO_3^- in al het zeewater: 0,144 vermenigvuldigen met het totale aantal dm^3 zeewater 1
- berekening van het gevraagde percentage $[\text{HCO}_3^-]$ -stijging: het gevonden aantal gram HCO_3^- dat in al het zeewater uit de ingeleide CO_2 zou ontstaan vermenigvuldigen met 10^2 en delen door het gevonden huidige aantal gram HCO_3^- in al het zeewater 1

■ Opgave 3 Zacht water

(15 punten)

□3 Maximumscore 3



- de coëfficiënt van NH_3 is gelijk aan de coëfficiënt van $\text{N}(\text{CH}_2\text{CN})_3$ 1
- de coëfficiënt van CH_2O is gelijk aan de coëfficiënt van HCN 1
- de coëfficiënt van CH_2O is gelijk aan de coëfficiënt van H_2O 1

□4 Maximumscore 3

$$\frac{[\text{CaNTA}^-]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{NTA}^{3-}]} = K_1; \frac{[\text{CaCit}^-]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{Cit}^{3-}]} = K_2$$

- in beide concentratiebreuken de teller juist
- in beide concentratiebreuken de noemer juist
- in beide evenwichtsvoorwaarden = K

1

1

1

Indien in een overigens juist antwoord in de concentratiebreuken de tellers en de noemers zijn verwisseld

2

Indien in een overigens juist antwoord in de noemers een plusteken staat

2

□5 Maximumscore 2

Evenwicht 1 ligt meer naar rechts dan evenwicht 2. Je hebt dus minder mol Na_3NTA nodig dan Na_3Cit om dezelfde hoeveelheid Ca^{2+} te binden (verlaging van $[\text{Ca}^{2+}]$ te bewerkstelligen).

of

(Wanneer K_1 groter is dan K_2 ligt evenwicht 1 meer naar rechts dan evenwicht 2). Door NTA^{3-} wordt (dus) meer Ca^{2+} gebonden dan door dezelfde hoeveelheid Cit^{3-} . Om dezelfde hoeveelheid Ca^{2+} te binden, kan hij dus het beste Na_3NTA gebruiken.

- evenwicht 1 ligt meer naar rechts dan evenwicht 2 / door NTA^{3-} wordt meer Ca^{2+} gebonden dan door dezelfde hoeveelheid Cit^{3-}
- conclusie

1

1

□6 Maximumscore 2

$$[\text{CaCit}^-] = 2,0 \cdot 10^{-3} - 1,0 \cdot 10^{-5} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}; 6,3 \cdot 10^3 = \frac{2,0 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot 10^{-5} [\text{Cit}^{3-}]} \Rightarrow$$

$$[\text{Cit}^{3-}] = \frac{2,0 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot 10^{-5} \times 6,3 \cdot 10^3} = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

- berekening $[\text{CaCit}^-]$: $2,0 \cdot 10^{-3} - 1,0 \cdot 10^{-5}$
- berekening $[\text{Cit}^{3-}]$: de gevonden $[\text{CaCit}^-]$ delen door $6,3 \cdot 10^3$ en door $1,0 \cdot 10^{-5}$

1

1

Opmerking

Wanneer in een overigens juist antwoord dezelfde onjuiste evenwichtsvoorwaarde is gebruikt als in vraag 4, dit niet opnieuw aanrekenen.

□7 Maximumscore 5

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 8,8 (g).

- berekening van het aantal mol citraat dat per liter reageert (is gelijk aan het aantal mol Ca^{2+} dat reageert): $2,0 \cdot 10^{-3} - 1,0 \cdot 10^{-5}$
- berekening van het aantal mol natriumcitraat dat per liter moet worden toegevoegd: $[\text{Cit}^{3-}]$ in de ontstane oplossing (is het antwoord op de vorige vraag) plus het aantal mol citraat dat per liter reageert
- notie dat een citraation 6 C atomen, 5 H atomen en 7 O atomen bevat
- berekening van de massa van een mol natriumcitraat: de massa van een mol citraat conform de gevonden formule plus $3 \times 22,99$
- berekening van het aantal gram natriumcitraat dat moet worden toegevoegd: aantal mol natriumcitraat dat per liter moet worden toegevoegd vermenigvuldigen met de massa van een mol natriumcitraat

1

1

1

1

1

Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 7 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 6, dit antwoord op vraag 7 goed rekenen.

Opgave 4 Nog zachter water

(15 punten)

□8 Maximumscore 2

Een juiste berekening leidt tot het antwoord 1–.

- notie dat een aluminiumatoom drie valentie-elektronen heeft 1
- notie dat van elk bindingselektronenpaar één elektron bij elk van de bindingspartners moet worden gerekend en conclusie 1

□9 Maximumscore 5

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 20(%).

- berekening van het aantal g zeoliet in 90 gram wasmiddel: 30(%) delen door 10²(%) en vermenigvuldigen met 90 (g) 1
- omrekening van het aantal g zeoliet in 90 gram wasmiddel naar het aantal mol zeoliet: delen door 7,3·10² (g mol⁻¹) 1
- omrekening van het aantal mol zeoliet naar het aantal mol Na⁺ dat maximaal kan worden uitgewisseld: vermenigvuldigen met 4 1
- berekening van het aantal mol Na⁺ dat wordt uitgewisseld: 1,5·10⁻² vermenigvuldigen met 2 1
- berekening van het percentage Na⁺ ionen dat wordt uitgewisseld: het aantal mol Na⁺ dat wordt uitgewisseld delen door het aantal mol Na⁺ dat maximaal kan worden uitgewisseld en vermenigvuldigen met 10²(%) 1

□10 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Bij de hydratatie van Mg²⁺ ionen komt meer energie vrij (18,9·10⁵ J mol⁻¹) dan bij de hydratatie van Ca²⁺ ionen (15,6·10⁵ J mol⁻¹). Dus voor het omgekeerde proces is voor Mg²⁺(aq) meer energie nodig dan voor Ca²⁺(aq).

- vermelden van de juiste hydratatie-energieën met de juiste eenheid 1
- rest van de uitleg 1

of

Mg²⁺ ionen zijn kleiner dan Ca²⁺ ionen (ionstraal respectievelijk 65·10⁻¹² m en 94·10⁻¹² m). Watermoleculen worden dus door Mg²⁺ ionen sterker gebonden dan door Ca²⁺ ionen. (Het kost dus meer energie om ze van Mg²⁺(aq) ionen te verwijderen.)

- vermelden van de juiste ionstralen met de juiste eenheid 1
- rest van de uitleg 1

□11 Maximumscore 6

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Voeg aan een bekende hoeveelheid van een calciumchlorideoplossing van bekende molariteit een hoeveelheid van het zeoliet toe. Wacht tot het evenwicht zich heeft ingesteld. Verwijder het zeoliet uit de oplossing en bepaal de concentratie Ca²⁺ in de oplossing.

Doe hetzelfde met een magnesiumchlorideoplossing. Zorg ervoor dat in beide bepalingen evenveel zeoliet wordt gebruikt.

Wanneer blijkt dat in de overgebleven oplossing [Ca²⁺] kleiner is dan [Mg²⁺], ligt evenwicht 1 meer rechts dan evenwicht 2.

- uitgaan van bekende hoeveelheden van oplossingen van een calciumzout en een magnesiumzout 1
- gelijke hoeveelheden zeoliet gebruiken 1
- wachten tot evenwicht zich heeft ingesteld 1
- zeoliet uit de oplossing verwijderen 1
- in de overgebleven oplossingen [Ca²⁺] en [Mg²⁺] bepalen 1
- wanneer [Ca²⁺] kleiner is dan [Mg²⁺] ligt evenwicht 1 meer rechts dan evenwicht 2 1

Indien een antwoord is gegeven als:

Je moet een oplossing maken met gelijke hoeveelheden Ca^{2+} en Mg^{2+} . Voeg daaraan een hoeveelheid van het zeoliet toe en wacht tot de evenwichten zich hebben ingesteld. Verwijder dan het zeoliet en bepaal de hoeveelheden Ca^{2+} en Mg^{2+} in de oplossing. Wanneer er meer Mg^{2+} dan Ca^{2+} in de overgebleven oplossing is, ligt evenwicht 1 het meest rechts.

4

■ Opgave 5 Zonnebrand en water

(12 punten)

□12 Maximumscore 4

De ester van 4-aminobenzeencarbonzuur en 2-butanol.

- beide stammen juist 1
- beide achtervoegsels juist 1
- beide plaatsnummers juist 1
- juist voorvoegsel 1

□13 Maximumscore 3

- Door de mogelijkheid van waterstofbruggen tussen de NH_2 -groep van ester 1 en watermoleculen, zal deze ester beter in water oplosbaar zijn dan ester 2 (C-H-bindingen geven geen H-bruggen). 2
- Door te gaan zwemmen neemt bescherming tegen UV-straling bij ester 1 dus sterker af. 1

□14 Maximumscore 5

- Noem de beschermende stof **A**, dan geldt: $E = -\log \frac{I}{I_0} = \varepsilon \cdot [\text{A}] \cdot l$ 1

Gegeven: $\varepsilon = 4,5 \cdot 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ en $[\text{A}] = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

- l is de dikte van de laag, te berekenen uit: $1 \text{ m}^2 \cdot l = 1 \cdot 10^4 \text{ cm}^2 \cdot l = 4,0 \text{ cm}^3$ (gegeven) $\Rightarrow l = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$ 1

- Substitutie levert: $E = 4,5 \cdot 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \cdot 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ cm} = 0,90 \Rightarrow$ 1

- $\log \frac{I}{I_0} = -0,90 \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 0,126.$ 1

- De doorgelaten intensiteit bedraagt dus $\frac{1}{7,94}$ deel van de intensiteit van het opvallende UV-licht \Rightarrow beschermingsfactor bedraagt 8. 1