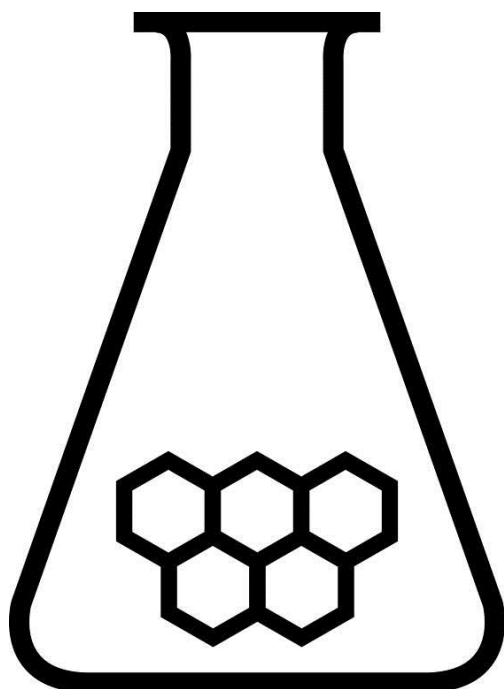


# NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

## CORRECTIEMODEL VOORRONDE 1

(de week van)

woensdag 25 januari 2012



## SCHEIKUNDE OLYMPIADE

- Deze voorronde bestaat uit 24 meerkeuzevragen verdeeld over 5 onderwerpen en 2 open opgaven met in totaal 12 deelvragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 72 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 CSE worden verstrekt.

**Opgave 1 Meerkeuzevragen****(totaal 36 punten)****Per juist antwoord: 1½ punt****Let op: fout antwoord: -¼ pt; geen antwoord: 0 pt****Rekenen**

1	<b>F</b>	Per 100 u vanadiumoxide heb je $\frac{56}{50,94} = 1,1$ vanadiumionen en $\frac{44}{16,00} = 2,75$ zuurstofionen de verhoudingsformule is dus $V_{1,1}O_{2,75}$ , of $V_2O_5$ . Gegeven dat zuurstof $O^{2-}$ is, volgt daaruit dat de vanadiumionen lading 5+ moeten hebben.
2	<b>A</b>	De ijzerionen in $Fe_3O_4$ moeten 8 minladingen compenseren. $(1 \times 2+) + (2 \times 3+) = 8+$ , dus is de verhouding tussen de $Fe^{2+}$ ionen en $Fe^{3+}$ ionen 1 : 2.
3	<b>C</b>	2,00 mol Y kan reageren met 1,33 mol X. Dus X is overmaat. Uit 2,00 mol Y kan maximaal 2,00 mol Z worden gevormd. Rendement is dus $\frac{1,25}{2,00} \times 100 = 62,5\%$ .
4	<b>A</b>	$\frac{\text{aantal mol sucrose}}{\text{aantal mol water}} = \frac{525 \text{ (g)} / 342,3 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}}{100 \text{ (g)} / 18,02 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} = 0,276$
5	<b>F</b>	$\frac{2,50 \text{ (molL}^{-1}\text{)} \times 2,00 \text{ (L)}}{18,0 \text{ (molL}^{-1}\text{)}} \times 10^3 \text{ (mLL}^{-1}\text{)} = 278 \text{ mL}$

**pH / zuurgraad**

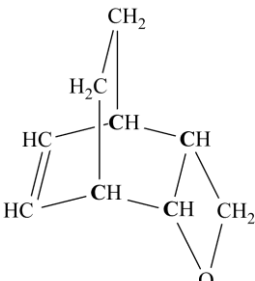
6	<b>D</b>	$K_z = \frac{[H_3O^+][Z^-]}{[HZ]} = \frac{(10^{-2,30})^2}{(0,015 - 10^{-2,30})} = 2,5 \cdot 10^{-3}$
7	<b>B</b>	Een 1 : 1 buffer (waarbij $pH = pK_z$ ) krijg je als je aan $a$ mol van het zuur $\frac{1}{2}a$ mol sterke base toevoegt.
8	<b>B</b>	Mengen van gelijke hoeveelheden van beide oplossingen levert 0,25 M $NH_4Cl$ oplossing. $NH_4^+$ is een zwak zuur (en $Cl^-$ is geen base) dus de oplossing heeft een pH van ongeveer 5.
9	<b>B</b>	De $[H^+]$ in de resulterende oplossing is het gemiddelde van de $H^+$ concentraties in de oorspronkelijke oplossingen: $[H^+] = \frac{10^{-1,0} + 10^{-3,0}}{2}$ . Dus $pH = -\log \frac{10^{-1,0} + 10^{-3,0}}{2} = 1,3$ .
10	<b>A</b>	De oplossing moet een base bevatten. Alleen $CH_3COO^-$ is een base.
11	<b>E</b>	$H_3PO_4$ is een zwak zuur, $pH_{III}$ zal dus het hoogst zijn. $HCl$ en $H_2SO_4$ zijn beide sterke zuren, maar omdat de tweede ionisatiestap van het $H_2SO_4$ ook nog $H^+$ levert, zal $pH_{II}$ het laagst zijn.

**Reactie**

12	<b>A</b>	Door de reactie $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$ verschuift de ligging van het evenwicht $HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$ naar rechts. Er komen dus meer $H^+$ ionen in de oplossing (het volume blijft gelijk) dus pH daalt.
13	<b>C</b>	$Sn^{2+}$ wordt $Sn^{4+}$ , staat dus elektronen af
14	<b>A</b>	$NH_4^+$ is een (zwak) zuur en reageert met de base $CO_3^{2-}$ , waardoor de ligging van het evenwicht $CuCO_3(s) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ naar rechts verschuift.
15	<b>D</b>	De reactievergelijking is: $C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$ per 5 mol $O_2$ die verdwijnt, ontstaat dus 3 mol $CO_2$ , dus $\frac{s_{O_2}}{s_{CO_2}} = \frac{5}{3} = 1,7$ .

16	C	<p>Uit de resultaten van de experimenten 1 en 2 blijkt dat de reactie twee keer zo snel gaat als de [aceton] wordt verdubbeld. Dus <math>s</math> is recht evenredig met [aceton].</p> <p>Uit de resultaten van de experimenten 1 en 3 volgt dat de <math>[I_2]</math> geen invloed heeft op de reactiesnelheid.</p> <p>Uit de resultaten van de experimenten 1 en 4 blijkt dat de reactie anderhalf keer zo snel gaat als de <math>[H^+]</math> anderhalf keer zo groot wordt. Dus <math>s</math> is recht evenredig met <math>[H^+]</math>.</p>
----	---	---

### Structuur en eigenschap

17	B	Een I-127 kern heeft $127 - 53 = 74$ neutronen. Zoveel zitten er ook in een Te-126 kern: $126 - 52$ .
18	A	$CH_4$ , $CO_2$ , $HCl$ en $NH_3$ zijn (bij kamertemperatuur) gassen. $C_6H_6$ is een vloeistof, maar moleculen $C_6H_6$ kunnen geen waterstofbruggen (met watermoleculen) vormen.
19	C	Een molecuul 2-methylpentaan-3-on heeft zes C atomen, één O atoom en één dubbele binding. De genoemde vier moleculen hebben ook allemaal zes C atomen en één O atoom, maar een molecuul 4-methylcyclopenteen-3-ol heeft twee dubbele binding(sequivalent)en. De overige drie moleculen hebben één dubbele binding(sequivalent).
20	A	Alleen $FHC = CHF$ heeft <i>cis-trans</i> isomerie.
21	C	<p>Zie vetgedrukte C atomen:</p> 

### Praktijk

22	B	Bariumcarbonaat is een slecht oplosbaar zout, maar bevat de base $CO_3^{2-}$ .
23	B	Bij een langere verblijftijd in de kolom treedt piekverbreding op. Er is dezelfde hoeveelheid geïnjecteerd, dus moet het piekoppervlak hetzelfde zijn, dus krijg je lagere pieken.
24	C	In laan 5 komen twee vlekken voor. Eén ter hoogte van de vlek van lactose (4) en één ter hoogte van de vlek van glucose (1).

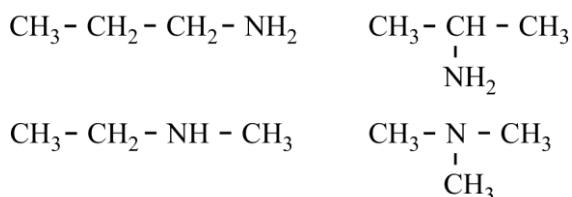
## Open opgaven

(totaal 36 punten)

### Opgave 2 Aminen

18 punten

□1 Maximumscore 4



· per juiste structuurformule

1

□2 Maximumscore 2

Als geen optische activiteit wordt waargenomen, betekent dat dat de concentraties van beide spiegelbeeldisomeren aan elkaar gelijk moeten zijn. Omdat voor de evenwichtsconstante geldt:

$$K = \frac{[\text{amine-1}]}{[\text{amine-2}]}, \text{ waarin amine-1 het spiegelbeeld is van amine-2, moet } K \text{ gelijk zijn aan 1.}$$

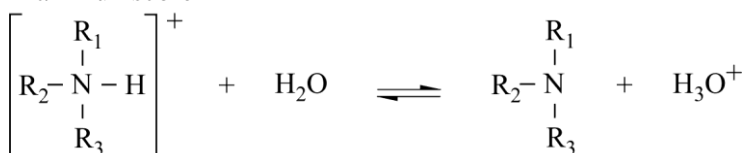
· uitleg waarom de concentraties van beide spiegelbeeldisomeren aan elkaar gelijk moeten zijn

1

· consequentie voor  $K$

1

□3 Maximumscore 2

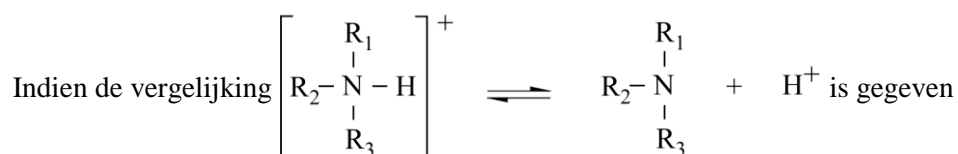


· juiste formule van het ammoniumion voor de pijl en juiste formule van het amine na de pijl

1

·  $\text{H}_2\text{O}$  voor de pijl en  $\text{H}_3\text{O}^+$  na de pijl

1



1

#### Opmerking

Wanneer een reactiepijl in plaats van een evenwichtsteken is gebruikt, dit niet aanrekenen.

□4 Maximumscore 3

De moleculen van het tertiaire amine dat ontstaat kunnen in de oplossing ‘omklappen’. Omdat het zuur-base evenwicht een dynamisch evenwicht is, kunnen de spiegelbeeldmoleculen die na ‘omklappen’ zijn ontstaan, weer een proton opnemen. Na verloop van enige tijd is de concentratie van het oorspronkelijke optisch actieve isomeer gelijk aan de concentratie van het spiegelbeeldisomeer. dan vertoont de oplossing geen optische activiteit meer.

· moleculen van het tertiaire amine kunnen omklappen

1

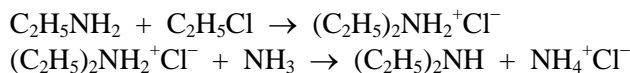
· notie dat het zuur-base evenwicht een dynamisch evenwicht is

1

· rest van de uitleg

1

□5 Maximumscore 4



- in de eerste vergelijking  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$  en  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$  voor de pijl 1
- in de eerste vergelijking  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2^+\text{Cl}^-$  na de pijl 1
- in de tweede vergelijking  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+\text{Cl}^-$  en  $\text{NH}_3$  voor de pijl 1
- in de tweede vergelijking  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$  en  $\text{NH}_4^+\text{Cl}^-$  na de pijl 1

Indien in een overigens juist antwoord  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+\text{Cl}^- \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH} + \text{HCl}$  als tweede vergelijking is gegeven 3

*Opmerkingen*

- Wanneer  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+\text{Cl}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$  als reactievergelijking voor de tweede stap is gegeven, dit goed rekenen.
- Wanneer de zouten geïoniseerd zijn weergegeven, dit goed rekenen.

□6 Maximumscore 3

Het tertiaire amine komt als twee spiegelbeeldisomeren voor. Elk van die twee spiegelbeeldisomeren kan een vlak carbokation van twee kanten benaderen. Dan kunnen vier stereo-isomeren worden gevormd.

- het tertiaire amine komt als twee spiegelbeeldisomeren voor 1
- het (vlakke) carbokation kan van twee kanten worden benaderd 1
- conclusie 1

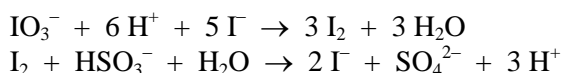
Indien een antwoord is gegeven als: „In het positieve ion komt een asymmetrisch C atoom voor en een asymmetrisch N atoom. Elk van deze atomen kan in de D en de L configuratie voorkomen. Er kunnen dus 4 stereo-isomeren ontstaan.” 2

Indien een antwoord is gegeven als: „In het positieve ion van het reactieproduct komen twee asymmetrische centra voor, dus ontstaan  $2^2 = 4$  stereo-isomeren.” 1

### ■ Opgave 3 Kleurrijk

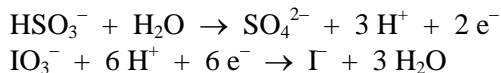
18 punten

□7 Maximumscore 3



- in de eerste vergelijking de O en H balans juist 1
- in de eerste vergelijking de I balans en ladingsbalans juist 1
- juiste coëfficiënten in de tweede reactievergelijking 1

□8 Maximumscore 3



- in de eerste vergelijking  $\text{HSO}_3^-$  en  $\text{H}_2\text{O}$  voor de pijl en  $\text{SO}_4^{2-}$  en  $\text{H}^+$  na de pijl 1
- in de tweede vergelijking  $\text{IO}_3^-$  en  $\text{H}^+$  voor de pijl en  $\text{I}^-$  en  $\text{H}_2\text{O}$  na de pijl 1
- in de eerste vergelijking  $\text{e}^-$  na de pijl en in de tweede vergelijking  $\text{e}^-$  voor de pijl en juiste coëfficiënten in beide vergelijkingen 1

□9 Maximumscore 4

Als  $\text{HgI}_2$  neerslaat, geldt:  $[\text{Hg}^{2+}][\text{I}^-]^2 = 2,0 \cdot 10^{-11}$ .

$$[\text{Hg}^{2+}] = \frac{2,0 \text{ mmol}}{(840 + 160) \text{ mL}} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

dus het neerslag ontstaat wanneer  $[\text{I}^-] = \sqrt{\frac{2,0 \cdot 10^{-11}}{2,0 \cdot 10^{-3}}} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

dus  $\bar{s} = \frac{1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}}{15 \text{ s}} = 6,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ .

- notie dat pas kwik(II)jodide kan neerslaan, als het ionenproduct gelijk is geworden aan het oplosbaarheidsproduct:  $[\text{Hg}^{2+}][\text{I}^-]^2 = 2,0 \cdot 10^{-11}$  1
  - berekening  $[\text{Hg}^{2+}]$ : 2,0 mmol delen door het totale volume (840 mL + 160 mL) 1
  - berekening  $[\text{I}^-]$ : de wortel trekken uit het quotiënt van  $2,0 \cdot 10^{-11}$  en de gevonden  $[\text{Hg}^{2+}]$  1
  - berekening  $\bar{s}$ : de gevonden  $[\text{I}^-]$  delen door 15 (s) en juiste eenheid vermeld 1
- Indien in een overigens juist antwoord een onjuiste eenheid of geen eenheid is vermeld 3

□10 Maximumscore 4

De blauwkleuring ontstaat pas als alle gevormde  $\text{HgI}_2$  met  $\text{I}^-$  heeft gereageerd. Als er dan nog  $\text{I}^-$  over is, kan dat met  $\text{IO}_3^-$  reageren onder vorming van jood. Kennelijk verlopen de reacties van  $\text{I}^-$  met  $\text{Hg}^{2+}$  en met  $\text{HgI}_2$  sneller dan de reactie tussen  $\text{I}^-$  en  $\text{IO}_3^-$ .

De hoeveelheden van de gebruikte stoffen zijn zo gekozen dat dit mogelijk is:

Er is  $160 \times 0,10 = 16 \text{ mmol IO}_3^-$  gebruikt, hiervan kan 10 mmol met de 30 mmol  $\text{HSO}_3^-$  reageren, onder vorming van 10 mmol  $\text{I}^-$ . Van die 10 mmol  $\text{I}^-$  reageren er 8 met de 2,0 mmol  $\text{Hg}^{2+}$  (tot uiteindelijk  $\text{HgI}_4^{2-}$ ). Er blijft dus na reactie van alle  $\text{Hg}^{2+}$  tot  $\text{HgI}_4^{2-}$  nog 2 mmol  $\text{I}^-$  over om met het overgebleven  $\text{IO}_3^-$  te reageren onder vorming van  $\text{I}_2$  (dat met stijfsel blauw kleurt).

- notie dat eerst alle  $\text{Hg}^{2+}$  met  $\text{I}^-$  moet hebben gereageerd voordat jood kan worden gevormd en dat de reacties van  $\text{I}^-$  met  $\text{Hg}^{2+}$  en met  $\text{HgI}_2$  sneller verlopen dan de reactie tussen  $\text{I}^-$  en  $\text{IO}_3^-$  1
- berekening van het aantal mmol  $\text{IO}_3^-$  dat is gebruikt 1
- uitleg dat  $\text{HSO}_3^-$  de beperkende factor is in de reactie met  $\text{IO}_3^-$  1
- uitleg dat na reactie met  $\text{Hg}^{2+}$  nog voldoende  $\text{I}^-$  overblijft om met (de overmaat  $\text{IO}_3^-$ ) te reageren (tot  $\text{I}_2$ ) 1

□11 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Als 100 mmol  $\text{HSO}_3^-$  wordt gebruikt in plaats van 30 mmol, is  $\text{HSO}_3^-$  overmaat. Dan reageert alle  $\text{IO}_3^-$  met  $\text{HSO}_3^-$  en blijft geen  $\text{IO}_3^-$  over om met  $\text{I}^-$  te reageren onder vorming van  $\text{I}_2$ . Daardoor blijft de blauwkleuring uit.

Er ontstaat nu dus nog meer  $\text{I}^-$  dan in de eerste proef. In die proef loste het  $\text{HgI}_2$  al op, dus zal het  $\text{HgI}_2$  nu ook oplossen.

- juiste uitleg waarom blauwkleuring uitblijft 1
- juiste uitleg waarom het  $\text{HgI}_2$  ook nu oplost 1

□12 Maximumscore 2

Als 16 mmol  $\text{IO}_3^-$  reageert, ontstaat 16 mmol  $\text{I}^-$ . Wanneer alle  $\text{Hg}^{2+}$  wordt omgezet tot  $\text{HgI}_4^{2-}$  heeft  $\text{Hg}^{2+}$  met  $\text{I}^-$  gereageerd in de molverhouding 1 : 4. Om met 16 mmol  $\text{I}^-$  te reageren is dus 4,0 mmol  $\text{Hg}^{2+}$  nodig, dus moet 4,0 mmol kwik(II)chloride worden opgelost.

- berekening van het aantal mmol  $\text{I}^-$  dat wordt gevormd 1
- berekening van het aantal mmol  $\text{HgCl}_2$  dat nodig is 1