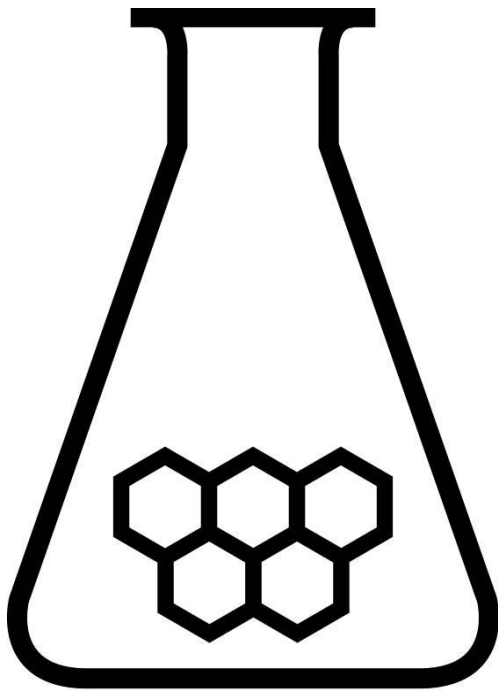


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

CORRECTIEMODEL VOORRONDE 1

(de week van)
woensdag 2 februari 2011



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



AkzoNobel

Tomorrow's Answers Today

- Deze voorronde bestaat uit 24 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 15 deelvragen.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 72 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 36 punten)****Per juist antwoord: 1½ punt****Let op: fout antwoord: -¼ pt; geen antwoord: 0 pt****praktijk**

1	A	doordat er ook koper(II)sulfaat verdwijnt, geeft de bepaling een te hoge waarde
2	A	$\frac{1,00 \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times 5,00 \cdot 10^{-2}}{60,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,833 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ <p>of</p> $\frac{5,00\%}{100\%} \times 10^3 \frac{\text{mL}}{\text{L}} \times 1,00 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 0,833 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
3	A	$1,2 \cdot 10^3 \times \frac{2}{3} = 8,0 \cdot 10^2$
4	A	$\frac{30,6 \text{ s} \times 10,0 \frac{\text{C}}{\text{s}}}{2 \times 9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mol Cu}}} \times 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol Cu}} = 0,101 \text{ g Cu}$

structuur en eigenschap

5	B	een zout splitst bij oplossen in water in ionen (gehydrateerd)
6	D	alle atomen zitten in groep 16: 6 val. e ⁻ : 6 × 6 + 2 = 38
7	A	BCl ₃ is een vlak, symmetrisch molecuul ⇒ de polaire atoombindingen heffen elkaar op

rekenen

8	D	$15,5 \text{ kg} \times \frac{2 \times 46,07}{180,2} = 7,93 \text{ kg}$
9	B	heeft de meeste N-atomen per minst zware andere atomen
10	B	$200 \text{ mL} \times 0,0657 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 13,14 \text{ mmol OH}^-$; $140 \text{ mL} \times 0,107 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 14,98 \text{ mmol H}^+$; totaal 500 mL mengsel met $14,98 - 13,14 = 1,84 \text{ mmol H}^+ \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,68 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 2,434$ De formule is: $\text{pH} = -\log \left(\frac{140 \text{ mL} \times 0,107 \frac{\text{mol}}{\text{L}} - 200 \text{ mL} \times 0,0657 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{(140 + 200 + 160) \text{ mL}} \right) = 2,434$

aggregatietoestand

11	C	de massa per volume is bij gassen evenredig met de molecuulmassa; de molecuulmassa van water is kleiner dan die van de andere moleculen in lucht
12	B	Bij hoge T en lage p : gasfase; bij lage T en hoge p vaste stof; sublimeren van s → g, dus A → C

reacties

13	A	$822 - 1670 + 2 \times 15,4 = -817,2 \text{ kJ}$ $-817,2 \text{ kJ} \times \frac{5,00}{159,7} = -25,6 \text{ kJ}$ of $\frac{5,00 \text{ g}}{159,7 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \left(822 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 1670 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 2 \times 15,4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right) = -25,6 \text{ kJ}$
14	A	$140 - 100 = 40$
15	A	De lading van Mn gaat van 7+ naar 4+; mangaan neemt dus 3 e ⁻ op.
16	B	ClO ₃ ⁻ /Cl ₂ en Cl ⁻ /Cl ₂ ; chloraat is dus oxidator en chloride reductor
17	C	Uit experiment 1 en 2 blijkt: $s \sim [\text{I}^-]$; uit xp. 1 en 3 blijkt: $s \sim [\text{S}_2\text{O}_8^{2-}] \Rightarrow$ wachttijd bij xp.4 is $\frac{4}{2}$ maal zo lang als bij xp. 3 $\Rightarrow 2 \times 156 = 312$ (of $2 \times 4 = 8$ maal zo lang als bij xp.1)

evenwicht

18	D	geen vaste stoffen in de concentratiebreuk
19	A	alleen bij deze reactie neemt het aantal mol gas toe
20	B	In de verzadigde oplossing: $[\text{Mg}^{2+}] = \sqrt{K_s} = 2,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$; de oplosbaarheid van MgCO ₃ is dus $2,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \times 84,32 \text{ g mol}^{-1} = 0,220 \text{ g L}^{-1}$; in 380 mL verdampde oplossing zat $0,380 \times 0,220 = 0,084 \text{ g}$ (2 significante cijfers)
21	D	$\frac{x^2}{0,10-x} = 1,8 \cdot 10^{-4}$; $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,15 \cdot 10^{-3}$; $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]_0} \times 100\% = 4,2$

koolstofchemie

22	D	langste C-keten 6; tak op 3 ^e plaats van uiteinde
23	C	pentanal, 2-methylbutanal, 3-methylbutanal en dimethylpropanal
24	B	onverzadigd wil zeggen met C=C-bindingen

Open opgaven

(totaal 36 punten)

Opgave 2 Zure regen

(12 punten)

□1 Maximumscore 3

De relatief geringe hoeveelheid HSO_4^- die naast SO_4^{2-} aanwezig is, is (bijvoorbeeld) te berekenen uit het onderstaande evenwicht:



$$K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} = \frac{6 \cdot 10^{-5} \times [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} \Rightarrow 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ (zie Binastabel 49)} \Rightarrow$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] : [\text{HSO}_4^-] = 1,2 \cdot 10^{-2} : 6 \cdot 10^{-5} = \underline{2 \cdot 10^2 : 1} \text{ (1 significant cijfer).}$$

- Berekening $[\text{H}_3\text{O}^+]$: $10^{-4,2}$ 1
- Juiste evenwichtsvoorwaarde, bijvoorbeeld genoteerd als: $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]} = K_z$ 1
- Rest van de berekening 1

□2 Maximumscore 4

Bereken de hoeveelheid sulfaat alsof alleen SO_4^{2-} aanwezig is:

$$5,7 \text{ g SO}_4^{2-} = \frac{5,7 \text{ g}}{96,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,059 \text{ mol SO}_4^{2-} \text{ (aanwezig in } 1 \text{ m}^3 \text{ of } 1000 \text{ L)}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{0,059 \text{ mol}}{1000 \text{ L}} = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

$$3,2 \text{ g NO}_3^- \text{ komt overeen met } \frac{3,2 \text{ g}}{62,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,052 \text{ mol NO}_3^- \text{ (in } 1 \text{ m}^3) \Rightarrow [\text{NO}_3^-] = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

Elke oplossing is elektrisch neutraal, d.w.z. tegenover negatieve lading staat evenveel positieve lading.

Aan éénwaardige positieve ionen moet dus aanwezig zijn: $2 \times 5,9 \cdot 10^{-5} + 5,2 \cdot 10^{-5} = 17 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$.

Volgens onderdeel □1 zijn er maar $6,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol H}_3\text{O}^+$ (of H^+) aanwezig \Rightarrow de oplossing moet ook andere positieve ionen bevatten..

Opmerking: Ook de constatering dat $[\text{H}_3\text{O}^+] < 2 [\text{SO}_4^{2-}]$ is hier voldoende.

- Berekening van de molaire massa's van NO_3^- en SO_4^{2-} : respectievelijk 62,01 en 96,06 (g mol^{-1}) 1
- Berekening van het aantal mol NO_3^- en SO_4^{2-} : 3,2 (g) delen door de molaire massa van NO_3^- en 5,7 (g) delen door de molaire massa van SO_4^{2-} 1
- Berekening van het totale aantal mol H_3O^+ dat met de hoeveelheid nitraat en sulfaat overeenkomt: het aantal mol NO_3^- vermeerderen met het dubbele van het aantal mol SO_4^{2-} 1
- Berekening van het aantal mol aanwezig H_3O^+ : $10^{-4,2}$ (mol L^{-1}) vermenigvuldigen met 10^3 (L m^{-3}) en vergelijking met het totale aantal mol H_3O^+ dat met de hoeveelheid nitraat en sulfaat overeenkomt en conclusie 1

□3 Maximumscore 4

Uitstoot van H^+ (tussen haakjes de reactieverhouding)

ten gevolge van NH_3 (1 : 1) $0,77 \cdot 10^{10}$ mol H^+

ten gevolge van NO en NO_2 (1 : 1) $1,3 \cdot 10^{10}$ mol H^+

ten gevolge van SO_2 (1 : 2) $3,0 \cdot 10^{10}$ mol H^+

Totale ' H^+ -uitstoot' in 1980: $5,07 \cdot 10^{10}$ mol H^+ of $5,1 \cdot 10^{10}$ mol H^+ (2 sign. cijfers)

Toelichting: De reactieverhouding 1 : 1 van NH_3 en H^+ vind je door het optellen van beide gegeven reactievergelijkingen: 1 mol NH_3 gebruikt eerst 1 mol H^+ , maar vervolgens wordt 2 mol H^+ gevormd bij oxidatie van 1 mol NH_4^+ .

- Notie dat de H^+ uitstoot ten gevolge van NH_3 gelijk is aan het aantal mol NH_3 en dat de H^+ uitstoot tengevolge van stikstofoxiden gelijk is aan het aantal mol stikstofoxide en dat de H^+ uitstoot tengevolge van SO_2 gelijk is aan het dubbele van aantal mol SO_2 1
- Berekening van de totale H^+ uitstoot: $7,7 \cdot 10^9$ mol + $1,3 \cdot 10^{10}$ mol + $2 \times 1,5 \cdot 10^{10}$ mol 1
- Berekening van de totale H^+ uitstoot per m^2 : de totale H^+ uitstoot delen door $4,1 \cdot 10^{10}$ (m^2) 1
- Conclusie door vergelijking van de berekende totale H^+ uitstoot per m^2 met $0,58$ mol per m^2 1

□4 Maximumscore 1

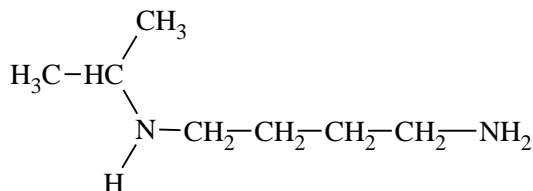
De zure uitstoot beweegt zich in de atmosfeer en overschrijdt daarmee de landsgrenzen. Het nettotransport van H^+ of H^+ -producerende gassen van land naar land is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden.

Opmerking: Op grond van de overwegende westenwind in Nederland zullen we meestal verzurende stoffen 'exporteren'.

■ Opgave 3 Dendrimeer

(11 punten)

□5 Maximumscore 1



Toelichting: In propeen zijn de groepen aan beide kanten van de dubbele binding verschillend. Daardoor kunnen er twee producten ontstaan, afhankelijk van het koolstofatoom waaraan het N-atoom van de aminogroep zich bindt. Binding van het N-atoom aan C(1) leidt tot het product in de opgave, binding aan C(2) tot het bovenstaande product.

□6 Maximumscore 2

De vorming van de beschreven verbinding is te verklaren met een herhaling van de additiereactie zoals deze in de opgave is vermeld. Elke N–H-binding van de aminogroep is in staat aan een propeenmolecuul te adderen. Omdat er vier van dergelijke bindingen in 1,4-butaandiamine voorkomen, zijn er ook vier moleculen propeen in het reactieproduct te herkennen.

- Vermelding dat een molecuul 1,4-butaandiamine vier N–H bindingen bevat 1
- Dus kunnen aan een molecuul 1,4-butaandiamine vier propeenmoleculen worden geadderd 1

□7 Maximumscore 4

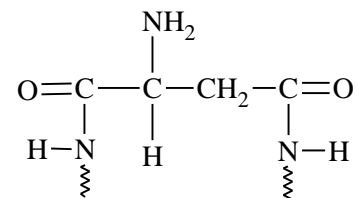
Per molecuul 1,4-butaandiamine worden vier acrylonitrilmoleculen gebonden, die elk met twee H₂-moleculen in een verzadigde binding met aminogroepen worden omgezet (zie opgave). Voor deze stap van twee (eindstandige) aminogroepen naar vier (eindstandige) aminogroepen zijn dus 2 × 4 = 8 waterstofmoleculen nodig. Voor de verdubbeling van vier naar acht en van acht naar zestien aminogroepen zijn 8 + 16 = 24 acrylonitrilmoleculen nodig.

Ook hier zijn weer tweemaal zoveel waterstofmoleculen nodig voor de vorming van aminogroepen, in totaal dus 8 + 2 × 24 = 56 H₂-moleculen.

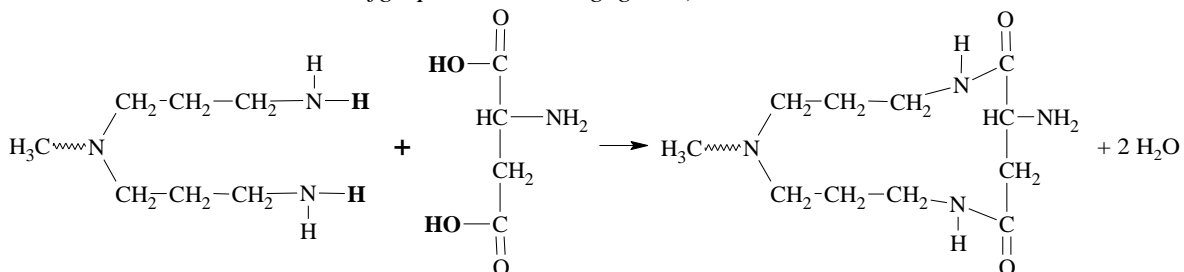
- Notie dat per C≡N binding / acrylonitrilmolecuul 2 moleculen H₂ reageren (eventueel impliciet) 1
 - Berekening van het totale aantal acrylonitrilmoleculen dat nodig is voor de vorming van 16 NH₂ groepen: 4 + 8 + 16 2
 - Berekening van het totale aantal moleculen H₂: het totale aantal acrylonitrilmoleculen vermenigvuldigen met het aantal moleculen H₂ dat per acrylonitrilmolecuul reageert 1
- Indien een antwoord is gegeven als: „Voor de vorming van 16 NH₂ groepen zijn 16 acrylonitrilmoleculen nodig, dus 32 moleculen H₂.” 3
- Indien een antwoord is gegeven als: „Voor de vorming van 16 NH₂ groepen zijn 16 acrylonitrilmoleculen nodig, dus 16 moleculen H₂.” 2
- Indien een antwoord is gegeven als: „Voor de vorming van 16 NH₂ groepen zijn 8 acrylonitrilmoleculen nodig, dus 16 moleculen H₂.” 1

□8 Maximumscore 2

Er wordt hier water afgesplitst, dus is er sprake van een condensatiereactie tussen de aminogroepen van het polymeer en de zuurgroepen van asparaginezuur. Daarbij worden peptide- of amidebindingen gevormd, zodat de groep X kan worden voorgesteld zoals hiernaast is weergegeven.



Toelichting: De reactie verloopt zoals hieronder is uitgeschreven in structuurformules (hierbij zijn de atomen die als water worden afgesplitst, vet weergegeven).



- Twee peptidebindingen getekend tussen de asparaginezuurrest en de rest van het molecuul 1
- Rest van de structuurformule juist 1

□9 Maximumscore 2

Indien butaandizuur wordt genomen om de holten at te sluiten, gaan er ook vrije aminogroepen verloren, maar komen er geen nieuwe voor in de plaats. De oplosbaarheid in water zal door het verdwijnen van NH₂-groepen minder worden en dat maakt de kleurstof in waterverf moeilijker toepasbaar.

- Het uiteindelijke product moet oplosbaar zijn in water 1
- De vrije NH₂ groepen van de asparaginezuurmoleculen zorgen daarvoor 1

Opgave 4 Schudden maar!

(13 punten)

□10 Maximumscore 4

0,090 mmol OH⁻, dus 0,090 mmol HAc per mL ofwel 0,090 mol HAc per liter.

Oorspronkelijk 6,0 g, dat is 0,10 mol HAc. Dus in tetra nog aanwezig 0,10 – 0,090 = 0,01 mol.

$$K_v = \frac{0,090}{0,01} = 9$$

- Berekening van het aantal mol opgelost azijnzuur in 1,0 L tetra: 6,0 delen door de massa van een mol azijnzuur (60,05 g) 1
- Berekening van de molariteit van azijnzuur in de waterlaag na instelling van het evenwicht (is gelijk aan het aantal mmol in 1,0 mL): 0,90 (mL) vermenigvuldigen met 0,10 (mol L⁻¹) 1
- Berekening van het aantal mol overgebleven azijnzuur in de tetralaag: het aantal mol opgelost azijnzuur in 1,0 L tetra minus de molariteit van het azijnzuur in de waterlaag 1
- Berekening van K_v: de molariteit van azijnzuur in de waterlaag delen door het aantal mol overgebleven azijnzuur in de tetralaag 1

□11 Maximumscore 2

Butaanzuur lost minder goed op in water (meer apolair), dus wordt de teller kleiner en dus ook de K_v.

- Vermelding dat butaanzuur (vanwege de grotere alkylrest) minder polair is dan azijnzuur 1
- Dus lost er minder azijnzuur op in water (en blijft meer in de tetra achter) en conclusie 1

Opmerking:

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 11 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 10, dit antwoord op vraag 11 goed rekenen.

□12 Maximumscore 2

Na één keer schudden houd je 0,6 gram over, na twee keer 0,06 g, na drie keer 0,006 g, na vier keer 0,0006 en na vijf keer 0,00006 g of 0,06 mg.

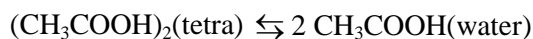
- Na elke keer schudden blijft 1/10 deel achter 1
- Na vijf keer is dat dus (1/10)⁵ deel van 6,0 g is 0,00006 g of 0,06 mg en zit je voor het eerst onder de 0,1 mg 1

Opmerkingen

Wanneer een onjuist antwoord op deze vraag het consequente gevolg is van een in vraag 10 onjuist berekende hoeveelheid azijnzuur die in de tetralaag overblijft, dit antwoord op deze vraag goed rekenen.

De significantie bij deze vraag niet beoordelen.

□13 Maximumscore 1



□14 Maximumscore 2

$$K'_v = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]^2}{[(\text{CH}_3\text{COOH})_2]}$$

- Juiste concentratiebreuk 1
- $K'_v =$ of $= K'_v$ 1

Opmerking

Wanneer als antwoord op vraag 14 $K'_v = \frac{[(\text{CH}_3\text{COOH})_2]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]^2}$ is gegeven en bij de beantwoording van vraag

10 is uitgegaan van $K_v = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{(\text{tetra})}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{(\text{water})}}$, dit antwoord op vraag 14 goed rekenen.

□15 Maximumscore 2

$$K'_v = \frac{0,090^2}{\frac{1}{2} \times 0,01} = \frac{81 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-3}} = 2$$

- Berekening van de $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ in tetra: $\frac{1}{2} \times 0,01$ 1
- Rest van de berekening 1

Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 15 het consequente gevolg van een onjuist antwoord op vraag 10 en/of vraag 14, dit antwoord op vraag 15 goed rekenen.