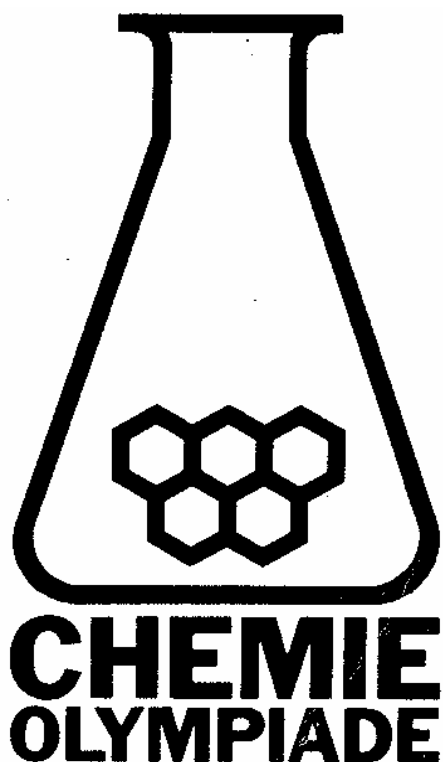


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

CORRECTIEMODEL VOORRONDE 1

(de week van)
woensdag 2 februari 2005

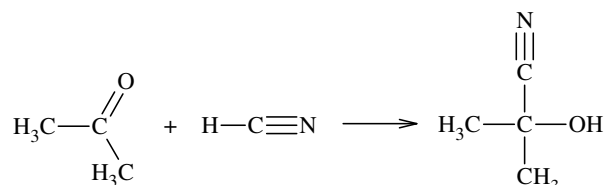


- Deze voorronde bestaat uit 15 vragen verdeeld over 4 opgaven
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 100 punten (geen bonuspunten)
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert
- Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt. Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CSE worden verstrekt.

Opgave 1 Bittere amandelen

(19 punten)

□1 maximaal 4 punten



- de structuurformule van propanon en waterstofcyanide juist 2
- de structuurformule van het reactieproduct juist 1
- formules aan de juiste kant van de pijl 1

□2 maximaal 4 punten

2-hydroxy-2-methylpropanonitril

- propaan als stam 1
- nitril als achtervoegsel 1
- hydroxy en methyl als voorvoegsels 1
- juiste plaatsaanduidingen 1

Indien een van de volgende namen is gegeven: 2-hydroxy-2-propaanarbonitril; 2-methyl-2-hydroxypropanonitril; 2-cyaan-2-propanol

3

□3 maximaal 2 punten

De geometrie rondom de C–O–C binding in een amygdalinemolecuul is kennelijk anders de geometrie rondom de C–O–C binding in een prunalinemolecuul. Daardoor 'passen' deze moleculen niet in hetzelfde enzym.

òf

Enzymreacties zijn zeer stereospecifiek en dus sterk afhankelijk van het soort substraat.

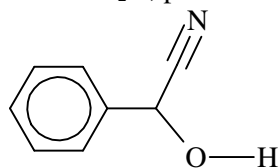
Indien slechts is geantwoord dat de geometrieën rond de etherbinding verschillen

1

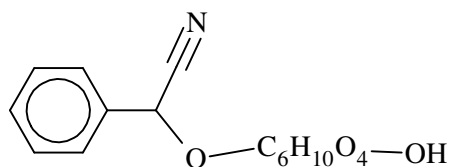
□4 maximaal 5 punten

(benzaldehyd + waterstofcyanide → mandelonitril, analoog aan reactie bij □1; mandelonitril + glucose → prunaline + H₂O; prunaline + glucose → amygdaline + H₂O)

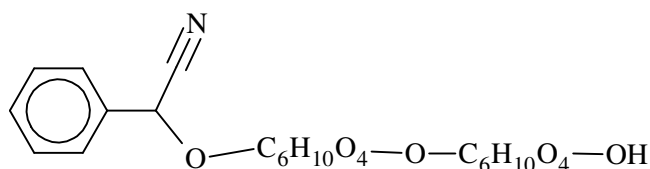
- mandelonitril: 2



- prunaline: 2



- amygdaline: 1



□5 maximaal 4 punten

C₂₀H₂₇NO₁₁

- H juist 2
- C juist 1
- N en O juist 1

Opgave 2 Een cadeautje

(12 punten)

□6 maximaal 12 punten

De sleutel tot de oplossing is het aantal reacties dat de metalen met de zoutoplossingen geven. Gebruik de standaardelektrodepotentialen.

- Zilver reageert met geen enkele zoutoplossing, koper met één (AgNO_3), ijzer met twee (AgNO_3 , $\text{Cu(NO}_3)_2$) en magnesium met drie (AgNO_3 , $\text{Cu(NO}_3)_2$ en $\text{Fe(NO}_3)_2$). 2
- Magnesiumnitraat reageert met geen enkele van de gegeven metalen, ijzernitraat met één (Mg), kopernitraat met twee (Fe en Mg) en zilvernitraat met drie (Fe, Mg, Cu). 2

Uit de resten van de tabel blijkt:

B, C, D reageert minstens eenmaal

1, 3, 4 reageert minstens eenmaal

1 reageert niet met zilver (A), maar verder tweemaal

koper(II)nitraat reageert niet met zilver(A), noch met koper

koper (B) reageert alleen met zilvernitraat

dan blijft over

ijzer(II)nitraat (3) reageert alleen met magnesium

blijft over

- elke juiste conclusie

A = zilver

2 = magnesiumnitraat

1 = koper(II)nitraat

B = koper

4 = zilvernitraat

3 = ijzer(II)nitraat

D = magnesium

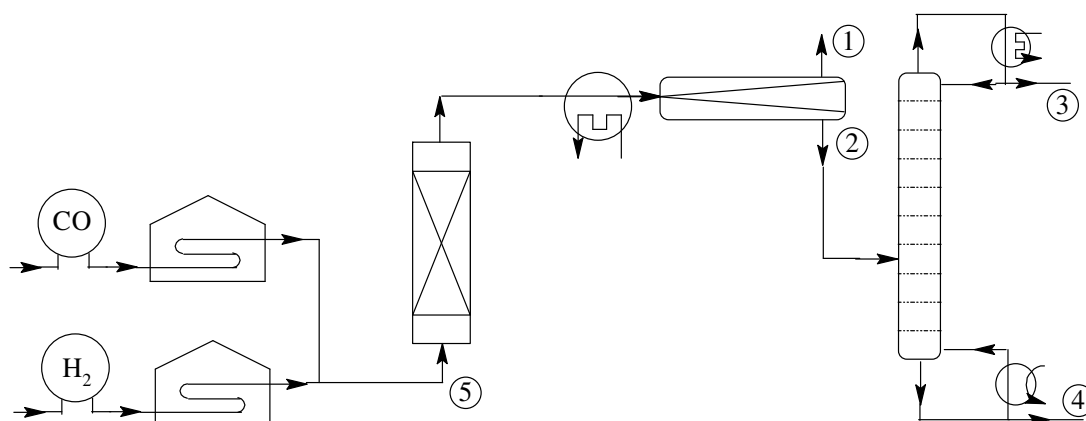
C = ijzer

1

Opgave 3 Methanolproductie

(34 punten)

□7 maximaal 12 punten



- voor elk apparaat (10×) op de juiste plaats 1
 - verwarming- en condensorlus bij destillatie 1
 - CO-stroom en H₂-stroom vóór reactor samenvoegen 1
- Wanneer een tekening is gegeven waarin één fornuis is gebruikt en de CO-stroom en H₂-stroom voor dat ene fornuis samenkomen, dit goed rekenen.*

□8 maximaal 7 punten

- ① CO en H₂ 1
- ② methanol, ethanol, 1-propanol en water 2
- ③ methanol 2
- ④ ethanol, 1-propanol en water 1
- ⑤ CO en H₂ 1

□9 maximaal 5 punten

- Stoichiometrisch $2 \text{ mol H}_2 \hat{=} 1 \text{ mol CH}_3\text{OH}$ 1
- opbrengst 60 % dus $2 \text{ mol H}_2 \hat{=} 0,60 \text{ mol CH}_3\text{OH}$ 1
- $1,0 \text{ mol CH}_3\text{OH} \hat{=} \frac{2}{0,60} = 3,3 \text{ mol H}_2$ 1
- $1,0 \text{ m}^3 \text{ CH}_3\text{OH} (298 \text{ K}, 1 \text{ bar}) \hat{=} 0,79 \cdot 10^3 \text{ kg} \hat{=} \frac{0,79 \cdot 10^3 \text{ kg}}{32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 25 \text{ kmol}$ 1
- $3,3 \times 25 \text{ kmol H}_2 \hat{=} 3,3 \times 25 \times 24,5 \text{ m}^3 = 2,0 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ waterstof (afgerond op 2 significante cijfers) 1

□10 maximaal 4 punten

- 1. Reactiewarmte < 0 1
- \Rightarrow bij temperatuurverlaging verschuiving naar de exotherme kant. Hier dus naar rechts 1
- \Rightarrow hogere opbrengst. 1
- 2. Evenwichtinstelling verloopt bij lage T te langzaam, of de reactiesnelheid is bij hogere T groter 1

□11 maximaal 6 punten

- $\text{CO} + 2 \text{ H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} \quad \Rightarrow 28 \text{ g CO} \hat{=} 4 \text{ g H}_2 \hat{=} 32 \text{ g CH}_3\text{OH}$ 1
- $875 \text{ kg CO} \hat{=} 125 \text{ kg H}_2 \hat{=} 1000 \text{ kg CH}_3\text{OH}$ 1
- reactiewarmte $= -1,29 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1} \text{ CH}_3\text{OH} = -4,03 \cdot 10^6 \text{ kJ / ton CH}_3\text{OH}$ 1
- rendement is 60% dus op te warmen: $\frac{100}{60} \times 875 = 1,46 \cdot 10^3 \text{ kg CO}$ en $\frac{100}{60} \times 125 = 2,08 \cdot 10^3 \text{ kg H}_2$ 1
- Nodig voor opwarmen $298 \text{ K} \rightarrow 575 \text{ K}$: 1
- CO: $1,46 \cdot 10^3 \cdot 277 \cdot 1,05 \text{ kJ} = 4,25 \cdot 10^5 \text{ kJ}$
- H₂: $2,08 \cdot 10^3 \cdot 277 \cdot 14,3 \text{ kJ} = \underline{8,25 \cdot 10^5 \text{ kJ}}$
- totaal: $12,5 \cdot 10^5 \text{ kJ}$
- dit is (absoluut) minder dan $4,03 \cdot 10^6 \text{ kJ} \rightarrow$ door reactie wordt voldoende energie geleverd. 1

of:

- $1,00 \text{ ton CH}_3\text{OH}$ is $\frac{1,00 \cdot 10^6}{32,04} = 3,12 \cdot 10^4 \text{ mol}$ 1
- dit levert $3,12 \cdot 10^4 \times 1,29 \cdot 10^5 = 4,03 \cdot 10^9 \text{ J}$ of $4,03 \cdot 10^6 \text{ kJ}$ 1
- voor $3,12 \cdot 10^4 \text{ mol CH}_3\text{OH}$ is nodig $3,12 \cdot 10^4 \times 28,01 \times 10^{-3} = 874 \text{ kg CO}$ en $2 \times 3,12 \cdot 10^4 \times 2,016 \times 10^{-3} = 126 \text{ kg H}_2$ 1
- rendement is 60% dus op te warmen $\frac{100}{60} \times 874 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ kg CO}$ en $\frac{100}{60} \times 126 = 2,1 \cdot 10^2 \text{ kg H}_2$ 1
- $1,5 \cdot 10^3 \text{ kg CO}$ opwarmen van 298 K tot 575 K vergt $1,5 \cdot 10^3 \times 277 \times 1,05 = 4,4 \cdot 10^5 \text{ kJ}$
- $2,1 \cdot 10^2 \text{ kg H}_2$ opwarmen van 298 K tot 575 K vergt $2,1 \cdot 10^2 \times 277 \times 14,3 = 8,3 \cdot 10^5 \text{ kJ}$
- dus totaal nodig $12,7 \cdot 10^5 \text{ kJ}$ 1
- dit is minder dan $4,03 \cdot 10^6 \text{ kJ}$, dus door de reactie wordt voldoende energie geleverd 1

Wanneer bij de berekening een (of meer) uitkomst(en) in een onjuist aantal significante cijfers is (zijn) opgegeven, dit niet aanrekenen.

Opgave 4 Zeewater

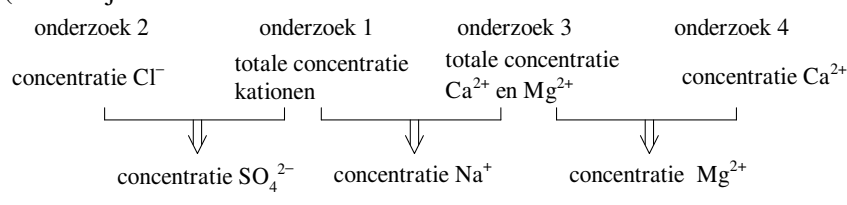
(35 punten)

□12 maximaal 10 punten

bepaling 1	met Na^+ : $\text{RH}_n + \text{Na}^+ \rightarrow \text{RH}_{n-1}\text{Na} + \text{H}^+$	1
	met Ca^{2+} : $\text{RH}_n + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{RH}_{n-2}\text{Ca} + 2 \text{H}^+$	1
	$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	1
bepaling 2	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$	1
	overmaat Ag^+ : $2 \text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4$	1
bepaling 3	$\text{H}_2\text{Y}^{2-} + \text{M}^{2+} \rightarrow \text{MY}^{2-} + 2 \text{H}^+$ ($\text{M}^{2+} = \text{Mg}^{2+}$ en/of Ca^{2+})	1
bepaling 4	$\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4$	1
	$\text{CaC}_2\text{O}_4 + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	1
	$5 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2 \text{MnO}_4^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 10 \text{CO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$	2

□13 maximaal 16 punten

(Werkwijze



Berekening

bepaling 1

- $n(\text{H}^+) = n(\text{Na}^+) + 2 n(\text{Ca}^{2+}) + 2 n(\text{Mg}^{2+})$ 1
- $n(\text{H}^+) = V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH})$: in 10 mL zeewater $n(\text{H}^+) = 0,5000 \times 11,76 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ 1
- per L zeewater: $[\text{Na}^+] + 2 [\text{Ca}^{2+}] + 2 [\text{Mg}^{2+}] = 0,588 \text{ mol L}^{-1}$ 1

bepaling 2

- per L zeewater: $n(\text{Cl}^-) = 0,086 \times 6,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,534 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ 1
- $[\text{Cl}^-] = 0,534 \text{ mol L}^{-1}$ 1

bepaling 3

- $\text{H}_2\text{Y}^{4-} + \text{M}^{2+} \rightarrow \text{MY}^{2-} + 2 \text{H}^+$
- $n(\text{Ca}^{2+}) + n(\text{Mg}^{2+}) = 0,0500 \times 12,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,63 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ 1
- $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = 0,0630 \text{ mol L}^{-1}$ 1

bepaling 4

- $n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 5/2 \times n(\text{MnO}_4^-)$ 1
- in 100 mL zeewater $n(\text{Ca}^{2+}) = 5/2 \times 0,0200 \times 24,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ 1
- $[\text{Ca}^{2+}] = 0,0120 \text{ mol L}^{-1}$ 1

Verdere berekening

bepaling 2: $[\text{Cl}^-] = 0,534 \text{ mol L}^{-1}$

- bepaling 1: $0,588 \text{ mol L}^{-1} = [\text{Na}^+] + 2 [\text{Ca}^{2+}] + 2 [\text{Mg}^{2+}] = [\text{Cl}^-] + 2 [\text{SO}_4^{2-}]$ 1
- $2 [\text{SO}_4^{2-}] = (0,588 - 0,534) \text{ mol L}^{-1} = 0,054 \text{ mol L}^{-1} \Rightarrow [\text{SO}_4^{2-}] = 0,027 \text{ mol L}^{-1}$ 1

bepaling 4: $[\text{Ca}^{2+}] = 0,0120 \text{ mol L}^{-1}$

- bepaling 3: $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = 0,0630 \text{ mol L}^{-1}$ en $[\text{Ca}^{2+}] = 0,0120 \text{ mol L}^{-1}$ 1
- $[\text{Mg}^{2+}] = (0,0630 - 0,0120) = 0,051 \text{ mol L}^{-1}$ 1
- $[\text{Na}^+] + 2 [\text{Ca}^{2+}] + 2 [\text{Mg}^{2+}] = 0,588 \text{ mol L}^{-1}$ en $2 \times ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) = 2 \times 0,0630 \text{ mol L}^{-1}$ 1
- $[\text{Na}^+] = 0,462 \text{ mol L}^{-1}$ 1

□14 maximaal 3 punten

- Zilverchloride(wit) en zilverchromaat (bruinrood) zijn slecht oplosbare zouten. De oplosbaarheid van zilverchloride is echter slechter dan die van zilverchromaat (zie binastabel 46). 1
- Zilverchloride slaat tijdens de bepaling dus het eerst neer. 1
- De bruinrode kleur van zilverchromaat (zie binastabel 65B) verschijnt pas als alle zilverchloride volledig is neergeslagen. Zo kan zilverchromaat dienen als indicator. 1

□15 maximaal 6 punten

- berekening $[Ca^{2+}]$, $[Mg^{2+}]$, $[Na^+]$, $[Cl^-]$ en $[SO_4^{2-}]$: respectievelijk $\frac{0,410}{40,08}$, $\frac{1,304}{24,31}$, $\frac{10,820}{22,99}$, $\frac{19,455}{35,45}$ en $\frac{2,715}{96,06}$ 1
- vergelijking voor Na^+ : $a + 2b = \frac{10,820}{22,99}$ 1
- vergelijking voor Cl^- : $a + 2d = \frac{19,455}{35,45}$ 1
- vergelijking voor Ca^{2+} : $c = \frac{0,410}{40,08}$ 1
- vergelijking voor SO_4^{2-} : $b + e = \frac{2,715}{96,06}$ 1
- vergelijking voor Mg^{2+} : $d + e = \frac{1,304}{24,31}$ 1