

- ① ② "1 normale" wil zeggen dat de oplossing 1 zuur/base equivalent per liter bevat. Voor waterstofchloride (HCl) en zwavelzuur (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) betekent dat: 1 mol H<sup>+</sup>/liter.  
 Voor beide oplossingen geldt dus: [H<sup>+</sup>] = 1 mol/l  
 $pH = -\log[H^+] \rightarrow pH = 0$

De kaliumjodide-oplossing bevat per liter 1 mol K<sup>+</sup> en 1 mol I<sup>-</sup> ionen. Beide deeltjes zijn geen zuren of basen. De oplossing heeft dus de pH van oplosmiddel water  $\rightarrow pH = 7$

- ③ ER worden Pt-elektroden gebruikt. Die nemen geen deel aan de elektrolyse. Het gaat dus uitsluitend om de deeltjes die zich in de oplossing bevinden en de H<sub>2</sub>O moleculen van het oplosmiddel. Bij de kathode worden elektronen opgenomen door deeltjes (neutraal of +-geladen) die er tegenover botsen. ER is sprake van competitie, de deeltjes die het gemakkelijkst e<sup>-</sup> kunnen ophomen zullen "overwinnen". Een vergelijkbaar verhaal bij de (positieve) anode, maar dan gaat het om het aftaan van elektroden door deeltjes die tegen de anode botsen:

| oplossing                      | KATHODE   | ANODE   |
|--------------------------------|---|---|
| HCl                            | $2H_{aq}^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g)$             | $2Cl_{aq}^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$              |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | $2H_{aq}^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g) (2x)$        | $2H_2O(l) \rightarrow 4H_{2aq}^+ + O_2(g) + 4e^-$ |
| KJ                             | $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH_{aq}^-$ | $2I^-(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2e^-$             |

- ④ Bij de HCl-oplossing neemt [H<sup>+</sup>] af door de vorming van H<sub>2</sub>.  
 $\rightarrow$  de pH zal toenemen (tot maximale pH=7)  
 Bij de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-oplossing wordt aan de anode evenveel H<sup>+</sup> gevormd als er verdwijnt bij de kathode.  $\rightarrow$  de pH blijft gelijk  
 Bij de KJ-oplossing worden bij de kathode OH<sup>-</sup>-ionen gevormd  $\rightarrow$  de pH van de oplossing zal toenemen. (=wordt hoger dan 7)  
 Conclusie: de pH van de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-oplossing zal het kleinste zijn,

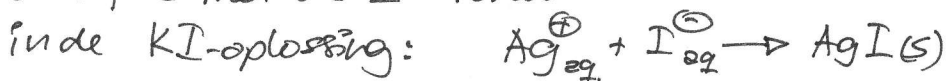
en de pH van de KI-oplossing zal het hoogst zijn.

(d) Bij de kathode zullen dezelfde reacties optreden als in de situatie met Pt-elektroden.

Bij de anode (+-pool) zullen elektronen worden afgegeven doordat de Ag-elektrode in oplossing gaat:



De ontstane  $\text{Ag}^{\oplus}$ -ionen zullen heerslegen vormen met de  $\text{Cl}^{\ominus}$  ionen in de HCl-oplossing:  $\text{Ag}^{\oplus}_{29} + \text{Cl}^{\ominus}_{29} \longrightarrow \text{AgCl}(s)$   
 Hetzelfde met de  $\text{I}^{\ominus}$ -ionen



In twee gevallen zal dus een neerslag ontstaan bij de anode.

2 (a) De bindingsenergie is de energie die nodig is om een molecuul te splitsen in losse atomen.

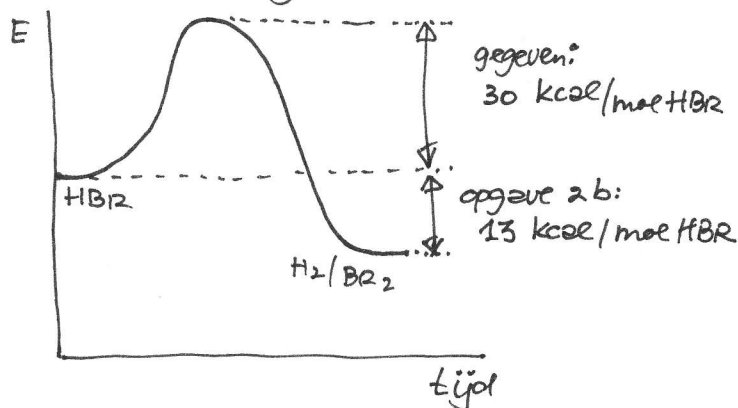
(b)  $1 \text{ mol HBr} \longrightarrow \frac{1}{2} \text{ mol H}_2 + \frac{1}{2} \text{ mol Br}_2$   
 Het gaat dus om het verbreken van 1 mol H-Br bindingen en het vormen van  $\frac{1}{2}$  mol H-H bindingen en  $\frac{1}{2}$  mol Br-Br bindingen.  
 Volgens tabellenboekje:

Energie-inhoud 1 mol H-Br = 88 kcal

Energie-inhoud  $\frac{1}{2}$  mol  $\text{H}_2$  +  $\frac{1}{2}$  mol  $\text{Br}_2$  = 75 kcal ⊖

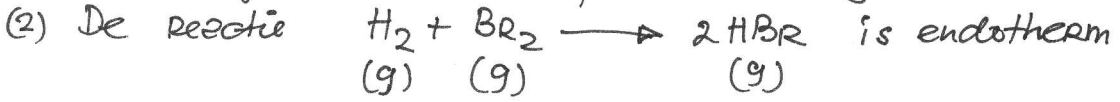
$$\Delta = 13 \text{ kcal/mol H-Br}$$

(c) De situatie voor de ontleding van HBr ziet er zo uit:



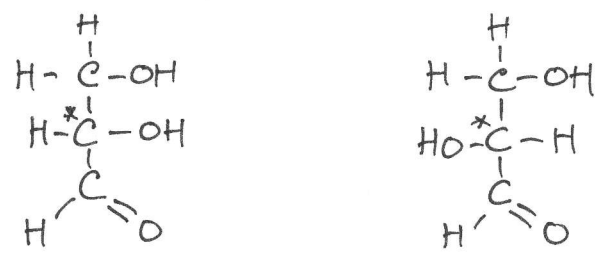
De activeringsenergie voor de omgekeerde reactie is dus  $30 + 13 = 43 \text{ kcal/mol HBr}$

(d) (1) Door het gebruik van een passende katalysator.

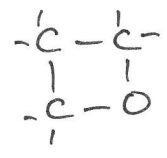


→ de reactie naar rechts kan worden bevorderd door de temperatuur te verhogen in de reactor.

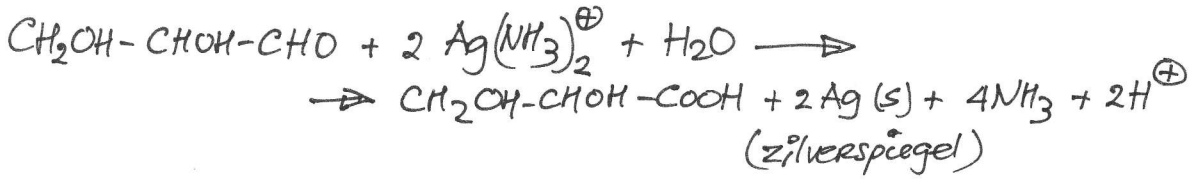
(3) (a) Het middelste C-atoom is 2-symmetrisch (wordt: ongeveer door 4 verschillende "groepen"). De stereoisomeren zijn dus:



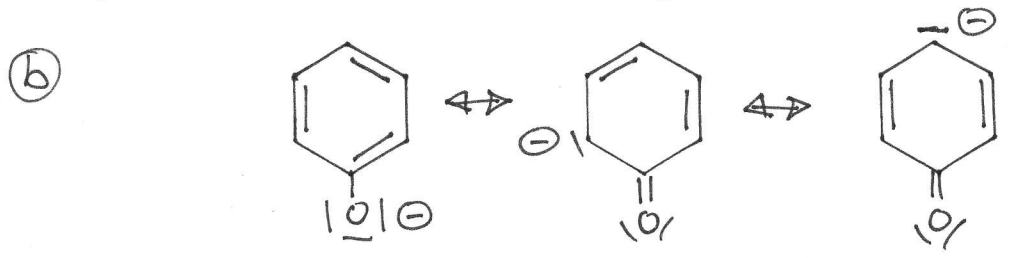
(b) Er zou een 4-ring kunnen ontstaan: maar dat is niet zo waarschijnlijk, omdat de ringspanning in een dergelijk molecuul erg hoog zal zijn.



(c) Een ammoniakale zilveroplossing zal de aldehyde oxideren tot een carbonzuur. Er wordt een "zilverspiegel" gevormd op het glaswerk (reactiebuis) waarin de reactie plaatsvindt:



(4) (a) De -OH groep van hydroxybenzeen kan een H<sup>+</sup> afstaan (en zich dus gedragen als een zuur). Het fenolaat-ion dat daarbij ontstaat kan de negatieve lading "uitsmeren" over het hele ion; door de mogelijke mesomerie wordt het fenolaat-ion gestabiliseerd. De vorming van het fenolaat-ion is dus "voordelig".



De werkelijke structuur van het fenolaat-ion ligt in tussen de grensstructuren.

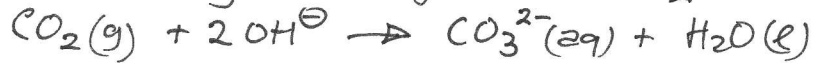
c) Natrienloog bevat  $\text{OH}^\ominus$  ionen.  
 $\text{OH}^\ominus$  is een veel sterkere base dan  $\text{H}_2\text{O}$   
 dus de  $\text{OH}^\ominus$ -ionen zijn beter in staat om  $\text{H}^\oplus$ -ionen uit  
 fenol los te halen.

d) Een "elektrofiel" agens zal aangrijpen op een plaats van een  
 $(\delta)^\ominus$  lading.  
 Uit de grensstructuren bij antwoord b) blijkt dat de  
 ortho- en para-posities in fenol enigszins negatief geladen  
 zijn. Daar zal een elektrofiel agens dus voorkeur voor hebben.

5 a) In het buisje met calciumchloride wordt  $\text{H}_2\text{O}$  gebonden  
 in de vorm van kristalwater:



Het buisje met kaliloog zal de gevormde  $\text{CO}_2$  binden:



b)  $3,28 \text{ g H}_2\text{O}$  bevat  $\frac{3,28}{18} \cdot 2 = 0,42 \text{ g H}$

$9,24 \text{ g CO}_2$  bevat  $\frac{9,24}{44} \cdot 12 = 2,52 \text{ g C}$

$$\underline{\hspace{10em}} +$$

2,94 g C, H

$6,30 \text{ g}$  van de verbinding bevat ook nog  $6,30 - 2,94 = 3,36 \text{ g O}$

Atoomverhouding  $\text{C}:\text{H}:\text{O} = \frac{2,52}{12} : 0,42 : \frac{3,36}{16} \approx 1 : 2 : 1$

→ de verhoudingsformule is  $(\text{CH}_2\text{O})_n$

c)  $p = 1 \text{ atm}; T = 150^\circ\text{C} (= 423 \text{ K}) \rightarrow 0,097 \text{ g } (\text{CH}_2\text{O})_n = 56 \text{ ml (gas)}$   
 Als  $p$  constant blijft geldt:  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  (alg. gaswet) } →

→ bij  $p = 1 \text{ atm}$  en  $T = 0^\circ\text{C} (273 \text{ K})$  zal  $0,097 \text{ g } (\text{CH}_2\text{O})_n(\text{gas}) = \frac{273}{423} \cdot 56 = 36,1 \text{ ml}$   
 $1 \text{ mol GAS } (p = 1 \text{ atm} / 273 \text{ K}) = 22400 \text{ ml}$

→  $0,097 \text{ g } (\text{CH}_2\text{O})_n \approx \frac{36,1}{22400} \text{ mol}$  oftewel  $1 \text{ mol } (\text{CH}_2\text{O})_n = \frac{22400}{36,1} \cdot 0,097 \approx 60 \text{ g}$

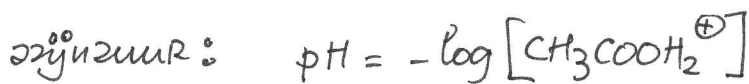
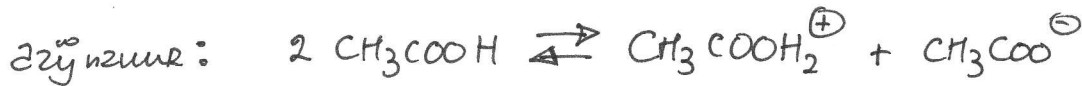
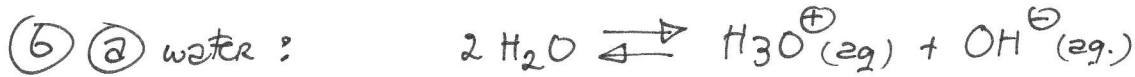
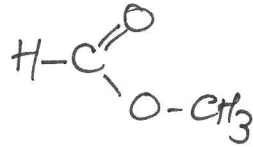
moleculmassa  $(\text{CH}_2\text{O})_n = 60 \text{ u}$  }  $n = 2$   
 massa  $\text{CH}_2\text{O} = 30 \text{ u}$  } molecuulformule is  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

(d) Bij reactie met loog ontstaat o.z. een alcohol.

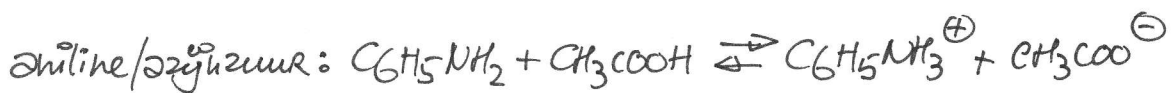
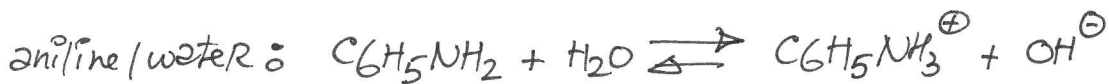
→ De corresponderende verbinding zal een ester zijn:



De structuurformule van de onderzochte verbinding is:



(c) Aniline is een base t.o.v. water en azijnzuur → neemt  $\text{H}^+$  op

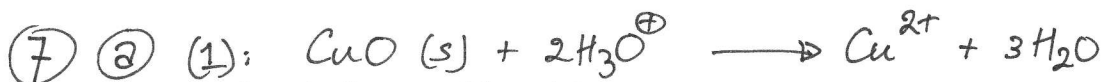


(d) 
$$K'_b = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]}$$

(e) azijnzuur is een sterker zuur dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Het 2<sup>e</sup> evenwicht bij antwoord (c) zal dus meer naar rechts liggen.

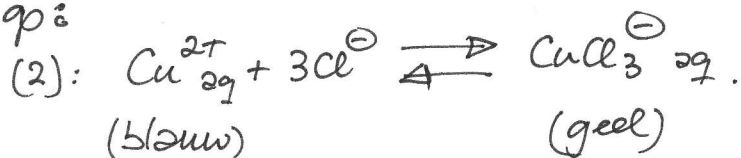
→  $K'_b > K_b$  .  $\text{p}K_b = -\log K_b$

→  $\text{p}K'_b < \text{p}K_b$



In beide situaties.

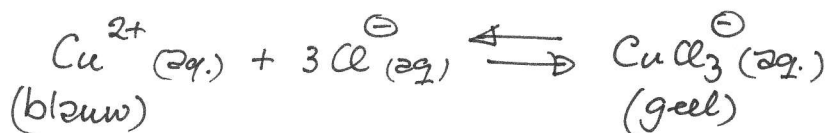
Bij oplossen in geconcentreerd zoutzuur treedt een vervolgreactie op:



Het ontstaan van het  $\text{CuCl}_3^-$ -complex kleurt de oplossing groen.

6.

c) Het evenwicht dat zich instelt betreft de vorming van het  $\text{CuCl}_3^-$ -complex:



Dat er sprake is van een evenwicht blijkt uit het feit dat de hoeveelheid  $\text{CuCl}_3^-$  (meer: groenere kleur, minder: van groen terug naar blauw) toeneemt als meer  $\text{Cl}^-$ -ionen worden toegevoegd: toevoegen van een stof aan de linkerhant van  $\rightleftharpoons$  zal het evenwicht naar rechts doen verschuiven.

d) Bij verdunding van een blauwe oplossing wordt de kleur groen. Dat wil zeggen dat het evenwicht bij antwoord c) naar rechts verschuift.

De evenwichtsconstante  $\frac{[\text{CuCl}_3^-]}{[\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^3}$  wordt groter.

John van den Boogert