Keemia lahtise võistluse ülesannete lahendused

Vanem rühm (11. ja 12. klass)

15. november 2003. a.

1. a) **YX_2** on $MgBr_2$

%(Mg) = $\frac{24}{184} \cdot 100 = 13$

X_2 on Br_2

X on broom

Y on Mg, magneesium

Ühend **C** on CH_3MgBr

%(Mg) = $\frac{24}{119} \cdot 100 = \approx 20$

b) **A** – CH_3Br

B – HBr

C – CH_3MgBr

D – $CH_3COOMgBr$

c) **i)** $CH_4 + Br_2 = CH_3Br + HBr$

ii) $CH_3Br + Mg = CH_3MgBr$

iii) $CH_3MgBr + CO_2 = CH_3COOMgBr$

iv) $CH_3COOMgBr + HBr = CH_3COOH + MgBr_2$

2. **a)** A_r(Me, kui ühend on MeCl) = $35{,}5 \cdot \frac{0{,}659}{0{,}341}$ = 69 (ei sobi)

A_r(Me, kui ühend on $MeCl_2$) = $71{,}0 \cdot \frac{0{,}659}{0{,}341}$ = 137, s.o. **Ba**

b) **i)** $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4\downarrow$ (valge)

ii) $Fe^{3+} + SCN^- = Fe(SCN)_3$ (punane)

iii) $2Fe^{3+} + 2I^- = 2Fe^{2+} + I_2$ (I_2 annab tärklise lahusega sinise värvuse)

iv) $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ = 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2+} + 14H^+ = 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

soolas **A** on ioonid Fe^{2+} ja SO_4^{2-}

soolas **B** on ioonid Fe^{3+} ja SO_4^{2-}

c) **i)** Raua sulfaadid kristalliseeruvad koos kristallveega (aine **E**), mis mõõdukal kuumutamisel eraldub

n(H_2O, aines **A**) = $45{,}3\ \text{g} \cdot \frac{278\ \text{g}}{100\ \text{g}} \cdot \frac{1\,\text{mol}}{18\ \text{g}} \approx$ **7 mol**

n(H_2O, aines **B**) = $28{,}8\ \text{g} \cdot \frac{562\ \text{g}}{100\ \text{g}} \cdot \frac{1\,\text{mol}}{18\ \text{g}} \approx$ **9 mol**

ii) Raua sulfaatide väga tugeval kuumutamisel lendub SO_3 (aine **F**).

n(SO_3, aines **A**) = $(100{,}0\ \text{g} - 45{,}3\ \text{g} - 25{,}9\ \text{g}) \cdot \frac{278}{100} \cdot \frac{1\,\text{mol}}{80\ \text{g}} \approx$ **1 mol**

n(SO_3, aines **B**) = $(100{,}0\ \text{g} - 28{,}8\ \text{g} - 28{,}5\ \text{g}) \cdot \frac{562}{100} \cdot \frac{1\,\text{mol}}{80\ \text{g}} \approx$ **3 mol**

d) **i)** Raud(II)sulfaat annab väga tugeval kuumutamisel FeO (aine **C**)

$$n(FeO) = 25{,}9\ g \cdot \frac{278}{100} \cdot \frac{1\ mol}{71{,}9\ g} \approx \mathbf{1\ mol}$$

ii) Raud(III)sulfaat annab väga tugeval kuumutamisel Fe_2O_3 (aine **D**)

$$n(Fe_2O_3) = 28{,}5\ g \cdot \frac{562}{100} \cdot \frac{1\ mol}{160\ g} \approx \mathbf{1\ mol}$$

e) i) $\overset{0}{t}\overset{0}{t}$

$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ = FeO + SO_3 + $7H_2O$

raud(II)sulfaat-7-vesi — raud(II)oksiid — vääveltrioksiid — vesi

$\overset{0}{t}\overset{0}{t}$

ii) $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ = Fe_2O_3 + $3SO_3$ + $9H_2O$

raud(III)sulfaat-9-vesi — raud(III)oksiid — vääveltrioksiid — vesi

3. a) i) Aku töötamisel

katood(+) $2NiO(OH)(t) + 2H_2O + 2e^- = 2Ni(OH)_2(t) + 2OH^-$

anood(-) $Cd(t) + 2OH^- = Cd(OH)_2(t) + 2e^-$

ii) aku laadimisel

katood(-) $Cd(OH)_2(t) + 2e^- = Cd(t) + 2OH^-$

anood(+) $2Ni(OH)_2(t) + 2OH^- = 2NiO(OH)(t) + 2H_2O + 2e^-$

b) **EMJ**(Ni–CAD) = 0,490 V - (-0,809 V) = **1,299 V**

c) $n(e^-) = 1300\ mA \cdot h \cdot \frac{1\ A}{1000\ mA} \cdot \frac{3600\ s}{h} \cdot \frac{1\ mol}{96485\ A \cdot s} = 0{,}0485\ mol$

i) $2e^- \Leftrightarrow 2Ni$

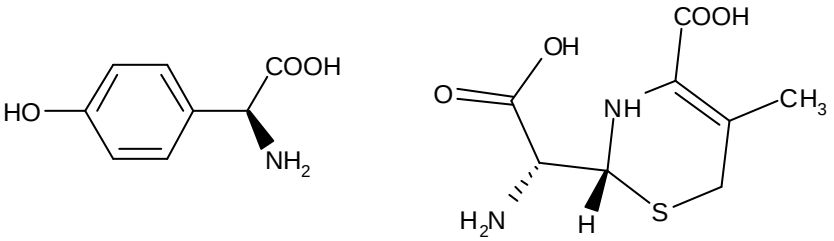
$$\mathbf{m(Ni)} = \frac{2}{2} \cdot 0{,}0485\ mol \cdot 58{,}7\ g/mol = 2{,}846\ g \approx \mathbf{2{,}8\ g}$$

ii) $2e^- \Leftrightarrow Cd$

$$\mathbf{m(Cd)} = \frac{1}{2} \cdot 0{,}0485\ mol \cdot 112\ g/mol = 2{,}716\ g \approx \mathbf{2{,}7\ g}$$

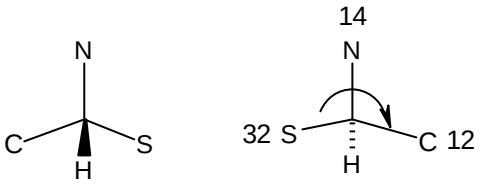
4. a) **$M(C_{16}H_{17}N_3O_5S)$ = 363 g/mol**

b)



Võib küll nimetada aminohapeteks, sest mõlemas ühendis on nii amino- kui karboksüülrühmad.

c) Vaatleme tärniga süsinikku eraldi, märkides ära vaid temaga otse seotud aatomid ning pöörame seda struktuuri nii, et vesinik jääks tasapinna taha:



Määrame aatomite vanemuse (aatommassi järgi). Kuna kõik aatomid on erinevad, saab kohe nende aatomite järgi määrata RS-konfiguratsiooni. Tärniga tähistatud süsinik on R-konfiguratsioonis.

d) c(toimeaine) = 28 mg/l · 0,55 = 15,4 mg/l ≈ **15 mg/l**

e) %(imendunud, veres) = $\frac{15\text{mg/l} \cdot 5{,}0\text{ l}}{1000\text{ mg}} \cdot 100$ = **7,5**

5. I a) n(HCl) = $\frac{100\text{ ml}}{20\text{ ml}} \cdot 0{,}0127\text{dm}^3 \cdot 0{,}1015\text{ mol/dm}^3 = 0{,}006445\text{ mol} \approx$

$\approx$ **6,45×10^{-3} mol**

b) V(tilk) = $0{,}006445\text{ mol} \cdot 36{,}5\text{ g/mol} \cdot \frac{1}{0{,}394} \cdot \frac{1\text{ cm}^3}{1{,}195\text{ g}} \cdot \frac{1}{10} = 0{,}04996\text{ cm}^3 \approx$

» **5,00×10^{-2} cm^3**

II a) i) $[H^+] = \sqrt{2{,}1 \cdot 10^{-13}} = 4{,}58 \cdot 10^{-7}$

pH = -lg $4{,}58 \cdot 10^{-7}$ = 6,34

ii) Neutraalne, sest $[H^+] = [OH^-]$

b) Summaarne $[H^+] = 10^{-\lg pH} = 10^{-6}$ = [H^+, HCl-st] + [H^+, H_2O-st]

[H^+, H_2O-st] = [OH^-, antud pH juures]

$[OH^-] = \frac{2{,}1 \cdot 10^{-13}}{10^{-6}} = 2{,}1 \cdot 10^{-7}$ = [H^+, H_2O-st]

n(H^+, 1 tilgas) = $6{,}445 \cdot 10^{-4}$ mol

$10^{-6}\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = \frac{6{,}445 \cdot 10^{-4}\text{ mol}}{V} + 2{,}1 \cdot 10^{-7}\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$V \cdot 10^{-6}\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 6{,}445 \cdot 10^{-4}\text{ mol} + V \cdot 2{,}1 \cdot 10^{-7}\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

V = $\frac{6{,}445 \cdot 10^{-4}\text{ mol}}{7{,}9 \cdot 10^{-7}\text{ mol/dm}^3} = 0{,}8158 \cdot 10^3\text{ dm}^3 \approx$ **820 dm^3**

6. a) $NH_4Cl(t) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$

b) kogurõhk = p(HCl) + p(NH_3); p(HCl) = p(NH_3)

427 ^{0}C juures p(HCl) = p(NH_3) = $\frac{608\text{ kPa}}{2}$ = **304 kPa**

459 ^{0}C juures p(HCl) = p(NH_3) = $\frac{1115\text{ kPa}}{2}$ = **557,5 kPa**

c) Tasakaalukonstant K_p = p(HCl) · p(NH_3) antakse baarides.

K_p(427 ^{0}C) = $(304 \cdot 10^3)^2$ = **9,24 bar^2**

K_p(459 ^{0}C) = $(557{,}5 \cdot 10^3)^2$ = **31,1 bar^2**

d) 427 ^{0}C = 700 K

$\Delta G(700\text{ K}) = -RT\ln K = -8{,}314\text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 700\text{K} \cdot \ln 9{,}24 = -12941\text{ J} \approx$ **-13 kJ**

e) $\ln\frac{K_p(732\text{ K})}{K_p(700\text{ K})} = \frac{\Delta H}{8{,}314\text{ J/K}}\left(\frac{1}{700\text{ K}} - \frac{1}{732\text{ K}}\right)$

Lahendamisel saame

Δ**H(700K)** = **162 kJ**

$\Delta G(700\ K) = \Delta H(700\ K) - T \cdot \Delta S(700\ K)$

Δ**S(700 K)** = $\frac{\Delta H(700\ K) - \Delta G(700\ K)}{700\ K} \Rightarrow \frac{162\ kJ - (-13\ kJ)}{700\ K}$ = **250 J$\times$K^{-1}**