1996/97 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused
10. klass

1. a) $3Cu_2O + 14HNO_3 \rightarrow 6Cu(NO_3)_2 + 2NO + 7H_2O$

b) $\underset{143\ g/mol}{3Cu_2O} \Leftrightarrow \underset{188\ g/mol}{6Cu(NO_3)_2}$

$$m[Cu(NO_3)_2] = \frac{6}{3} \cdot 10{,}0\ g \cdot \frac{1\ mol}{143\ g} \cdot 188\ g/mol = 26{,}3\ g$$

c) Võib lähtuda põhimõttest, et lähteainest reageeris murdosa, mis vastab saagise protsendile (p/100)

$\underset{10{,}0\cdot p/100}{3Cu_2O} \Leftrightarrow \underset{0{,}900\ dm^3}{2NO}$

$$p = \frac{3}{2} \cdot 0{,}900\ dm^3 \cdot \frac{1\ mol}{22{,}4\ dm^3} \cdot 143\ g/mol \cdot \frac{100}{10{,}0} = 86{,}18 \sim 86{,}2\ \%$$

2. a) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

A $2CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow 2CH_3COOH + Na_2SO_4$

B $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

b) *enne* 1,00 mol 0,5 mol 0 mol

$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

pärast 0,50 mol 0 mol 0,50 mol

Nii lahuses A kui B on ainete hulgad järgmised:

$$n(CH_3COOH) = \frac{0{,}50\ mol}{2} = 0{,}25\ mol$$

$$n(CH_3COONa) = \frac{0{,}50\ mol}{2} = 0{,}25\ mol$$

A $n(CH_3COOH) = 0{,}25 + 2 \cdot 0{,}200\ dm^3 \cdot 0{,}500\ mol/dm^3 = 0{,}45\ mol$

$n(CH_3COONa) = 0{,}25 - 2 \cdot 0{,}200\ dm^3 \cdot 0{,}500\ mol/dm^3 = 0{,}05\ mol$

B $n(CH_3COOH) = 0{,}25 - 0{,}10 = 0{,}15\ mol$

$n(CH_3COONa) = 0{,}25 + 0{,}10 = 0{,}35\ mol$

c) $pH = -\lg\sqrt{k \cdot c} = -\lg\sqrt{1{,}75 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}00} = -\lg 4{,}18 \cdot 10^{-3} = 2{,}37 \approx 2{,}4$

Enne lahuse pooleksjagamist on puhverlahus.

$$pH = -\lg K_{diss} \cdot \frac{n(hape)}{n(sool)} = -\lg 1{,}75 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0{,}50}{0{,}50} = 4{,}76 \approx 4{,}8$$

d) A $pH = -\lg 1{,}75 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0{,}45}{0{,}05} = 3{,}80 \approx 3{,}8$

B $pH = -\lg 1{,}75 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0{,}15}{0{,}35} = 5{,}12 \approx 5{,}1$

e) $K_{diss} = \frac{\left[CH_3COO^-\right]\left[H^+\right]}{\left[CH_3COOH\right]}$ Puhverlahuses $[CH_3COO]^-$ ~ c_{sool} ; $[CH_3COOH]$ ~ c_{hape}

$$\left[H^+\right] = K_{diss} \cdot \frac{\left[CH_3COOH\right]}{\left[CH_3COO^-\right]} = K_{diss} \cdot \frac{c_{sool}}{c_{hape}}$$

3. a) Kui aatomi eelviimases kihis on d-elektrone vähem kui 10, siis on ta nn. d-element. Et kokku on 8 s-elektroni, siis peab see element kuuluma 4. perioodi, kus 4s orbitaal on täidetud ja 3d-orbitaal, mis 4. perioodis järgneb 4s-orbitaalile, on täidetud 6 elektroniga. Järelikult element A kuulub lühikeses tabelis 8. rühma ja tema järjenumber on 2+8+8+8=26. Ta on rauatriaadi esimene element - $_{26}Fe$.

b) Isotoobis A' on 26+7=33 neutronit ja tema massiarv on 59

$^{59}_{26}Fe \rightarrow {}^{59}_{27}Co + {}^{0}_{-1}e$

c) Tabelis antakse looduslike isotoopide keskmised aatommassid. M(Co)=58,93 g/mol. On igati õigustatud arvamus, et looduslik Co koosneb peamiselt isotoobist $^{59}_{27}Co$. On vähetõenäone, et looduses on 50 % isotoopi $^{(59+k)}Co$ ja 50 % isotoopi $^{(59-k)}Co$, kus k on mingi täisarv.

4. a) $FeCl_3 \Leftrightarrow Fe^{3+} + 3Cl^-$

b) $FeCl_3 + H_2O \Leftrightarrow FeOHCl_2 + HCl$

$FeOHCl_2 + H_2O \Leftrightarrow Fe(OH)_2Cl\downarrow$ (raudkloriiddihüdroksiid) + HCl

$Fe(OH)_2Cl + H_2O \Leftrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + HCl$

c) $Fe(OH)_2Cl + 2HCl \Leftrightarrow FeCl_3 + 2H_2O$

d) $2FeCl_3 + Cu \rightarrow 2FeCl_2 + CuCl_2$

e) Cu^{2+}-ioonid tuleb selliselt välja sadestada, et lõpptulemusena jääksid lahusesse ainult Fe^{3+}- ja Cl^--ioonid

$Cu^{2+} + H_2S \rightarrow CuS\downarrow + 2H^+$

Et lahus on HCl-i lisandi tõttu happeline, siis FeS ei sadene

$FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S\uparrow$

$2Fe^{2+} + Cl_2 \rightarrow 2Fe^{3+} + 2Cl^{-5}$

5. a)

$$\begin{array}{l} 2\cdot 0 \qquad 2(-I) \\ F_2 + 2e \rightarrow 2F \qquad 1 \\ III \qquad IV \quad \cdot 2 \\ Mn - 1e \rightarrow Mn \qquad 2 \end{array}$$

$$2K_2MnF_6 + 4SbF_5 \rightarrow 4KSbF_6 + 2MnF_3 + 1F_2$$

247g/mol 217 g/mol

b) $m(K_2MnF_6) = \frac{2}{4} \cdot \frac{500\text{ g}}{217\text{ g/mol}} \cdot 247\text{ g/mol} = 285\text{ g}$

c) $V(F_2) = \frac{1}{4} \cdot \frac{500\text{ g}}{217\text{ g/mol}} \cdot 1\text{ mol} \cdot 298\text{ K} \cdot \frac{0{,}08206\text{ atm}\cdot\text{dm}^3}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot \frac{760}{765} \cdot \frac{1}{\text{atm}} = 13{,}99 \sim 14{,}0\text{ dm}^3$

6. a) $NaHCO_3$ laguneb kuumutamisel ja tekib naatriumkarbonaat Na_2CO_3

b) $2NaHCO_3 \xrightarrow{t^o} Na_2CO_3 + CO_2\uparrow$

84,0 g/mol 106 g/mol 44 g/mol

$m_1(Na_2CO_3) = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 0{,}09\text{ g} \cdot \frac{1\text{ mol}}{84\text{ g}} \cdot 106\text{ g/mol} = 5{,}678\text{ g}$

c) $m_2(Na_2CO_3) = \frac{1}{2} \cdot 5{,}51\text{ g} \cdot \frac{1\text{ mol}}{84\text{ g}} \cdot 106\text{ g/mol} = \underline{3{,}476\text{ g}}$

$9{,}154 \sim 9{,}15\text{ g}$

$m(H_2O) = 9{,}15\text{ g} \cdot \frac{91}{9} = 92{,}52 \approx 92{,}5g$

d) $\omega = \dfrac{\frac{1}{2} \cdot \frac{100\cdot\omega + 5{,}51}{84} \cdot 106}{100 + 5{,}51 - \frac{1}{2} \cdot \frac{100\cdot\omega + 5{,}51}{84} \cdot 44}$