2009/2010 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused
9. klass

1. a) Keemilised nähtused on: **ii)**, **iii)**, **v)**, **vi)**

b) c) $\mathrm{Na_2\overset{IV}{S}O_3}$ $\mathrm{Ca\overset{-II}{S}}$ $\mathrm{Fe_2\left(\overset{VI}{S}O_4\right)_3}$

d) $m\left((\mathrm{NH_4})_2\mathrm{HPO_4}\right) = 380 \cdot 0{,}06 = 22{,}8\ \mathrm{g}$

$n\left((\mathrm{NH_4})_2\mathrm{HPO_4}\right) = 22{,}8\ \mathrm{g} \cdot \frac{1\,\mathrm{mol}}{132\ \mathrm{g}} = 0{,}173\ \mathrm{mol}$

$m(\mathrm{H_2O}) = 380 - 22{,}8 = 357{,}2\ \mathrm{g}$

$n(\mathrm{H_2O}) = 357{,}2\ \mathrm{g} \cdot \frac{1\,\mathrm{mol}}{18\ \mathrm{g}} = 19{,}8\ \mathrm{mol}$

$n(\mathrm{H}) = (4 \cdot 2 + 1) \cdot 0{,}173\ \mathrm{mol} + 2 \cdot 19{,}8\ \mathrm{mol} = 41{,}2\ \mathrm{mol}$

$\boldsymbol{N(\mathrm{H})} = 41{,}2\ \mathrm{mol} \cdot \frac{6{,}02 \cdot 10^{23}}{1\ \mathrm{mol}} = \mathbf{2{,}5 \cdot 10^{25}}$

e) $M\left(\mathrm{Bi_2Sr_2Ca(Cu_{1-x}Ni_x)_2O_8}\right) = \{2 \cdot 209 + 2 \cdot 87{,}6 + 1 \cdot 40{,}1 +$

$+ 2 \cdot [(1 - 0{,}022) \cdot 63{,}5 + 0{,}022 \cdot 58{,}7] + 8 \cdot 16\}\ \mathrm{g/mol} = 888{,}1\ \mathrm{g/mol}$

$\boldsymbol{\%(\mathrm{Cu})} = \frac{2 \cdot (1 - 0{,}022) \cdot 63{,}5\ \mathrm{g/mol}}{888{,}1\ \mathrm{g/mol}} \cdot 100 = \mathbf{14{,}0}$

2. a)

pihustuskeskkond	pihustatud aine olek	pihussüsteemi nimetus	näide
gaas	vedel	aerosool	udu
	tahke	aerosool	õietolm õhus
vedelik	gaas	vaht	limonaadivaht
	vedel	emulsioon	piim
	tahke	suspensioon (sool)	hambapasta
tahke aine	gaas	tahke vaht	vahtplast

b)

$$\begin{cases} S_{\text{õli}} = N_{\text{õlitilk}} S_{\text{õlitilk}} = N_{\text{õlitilk}} \cdot 4\pi r^2 = 3485\ \mathrm{cm^2} & (\mathbf{I}) \\ V_{\text{õli}} = N_{\text{õlitilk}} V_{\text{õlitilk}} = N_{\text{õlitilk}} \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = 50\ \mathrm{cm^3} & (\mathbf{II}) \end{cases}$$

$N_{\text{õlitilk}} \frac{4}{3}\pi r^3 \Big/ N_{\text{õlitilk}} 4\pi r^2 = 50\ \mathrm{cm^3} / 3485\ \mathrm{cm^2}$ $(\mathbf{II}/\mathbf{I})$

$r/3 = 0{,}0143\ \mathrm{cm}$ $r = 3 \cdot 0{,}0143\ \mathrm{cm} = 0{,}0430\ \mathrm{cm}$

$N_{\text{õlitilk}} = \frac{S_{\text{õli}}}{4\pi r^2} = \frac{3485\ \mathrm{cm^2}}{4\pi(0{,}0430\ \mathrm{cm})^2} = 150\ 000$

$\boldsymbol{c} = \frac{150\ 000\ \text{tilka}}{150\ \mathrm{cm^3}} = \mathbf{1000\ tilka\ /\ cm^3}$

3. a) $\boldsymbol{m}(\textbf{küünlavaha, väike küünal}) = 116\ \mathrm{g} \cdot (1 - 0{,}03) = \mathbf{113\ g}$

$\boldsymbol{m}(\textbf{küünlavaha, suur küünal}) = 458\ \mathrm{g} \cdot (1 - 0{,}03) = \mathbf{444\ g}$

$\boldsymbol{V}(\textbf{küünlavaha, väike küünal}) = 113\ \mathrm{g} \cdot \frac{1\ \mathrm{cm^3}}{0.85\ \mathrm{g}} = 132\ \mathrm{cm^3} \approx \mathbf{130\ cm^3}$

$\boldsymbol{V}(\textbf{küünlavaha, suue küünal}) = 444\ \mathrm{g} \cdot \frac{1\ \mathrm{cm^3}}{0.85\ \mathrm{g}} = 523\ \mathrm{cm^3} \approx \mathbf{520\ cm^3}$

b) $\boldsymbol{t}(\textbf{suur küünal}) = \frac{18\ \mathrm{h}}{113\ \mathrm{g}} \cdot 444\ \mathrm{g} = 70{,}7\ \mathrm{h} \approx \mathbf{71h}$

$\textbf{Hind}(\textbf{väike küünal}) = \frac{8\ \text{EEK}}{18\ \mathrm{h}} = 0{,}44\ \text{EEK/h} \approx \mathbf{0{,}4\ EEK\ /\ h}$

$\textbf{Hind}(\textbf{suur küünal}) = \frac{30\ \text{EEK}}{70{,}7\ \mathrm{h}} = 0{,}42\ \text{EEK/h} \approx \mathbf{0{,}4\ EEK\ /\ h}$

Sisuliselt on mõlema küünla põlemise hind tunnis võrdne.

c) Täielik põlemine: $\mathrm{C_{25}H_{52} + 38O_2 = 25CO_2 + 26H_2O}$

Sademe teke: $\mathrm{CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O}$

$M_{\mathrm{r}}(\text{küünlavaha}) = 25 \cdot 12 + 52 \cdot 1 = 352$

$n(\text{küünlavaha, väike küünal}) = 113\ \mathrm{g} \cdot \frac{1\ \mathrm{mol}}{352\ \mathrm{g}} = 0{,}321\ \mathrm{mol}$

$M(\mathrm{CaCO_3}) = 100\ \mathrm{g/mol}$

$m(\text{kriit}) = \frac{1}{1} \cdot \frac{25}{1} \cdot 0{,}321\ \mathrm{mol} \cdot \frac{100\ \mathrm{g}}{1\ \mathrm{mol}} \cdot \frac{1}{0{,}98} = 819\ \mathrm{g} \approx \mathbf{820\ g}$

d) $\mathrm{CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O}$

$\boldsymbol{V}(\mathbf{CH_4}) = \frac{1}{1} \cdot \frac{25}{1} \cdot 0{,}321\ \mathrm{mol} \cdot \frac{22{,}4\ \mathrm{dm^3}}{1\ \mathrm{mol}} = \mathbf{180\ dm^3}$

4. a) i) $\mathrm{R\text{-}H_2 + Ca^{2+} = R\text{-}Ca + 2H^+}$

$\mathrm{R\text{-}H_3 + Al^{3+} = R\text{-}Al + 3H^+}$

ii) $\mathrm{R\text{-}OH + Cl^- = R\text{-}Cl + OH^-}$

b) $n(\mathrm{CaCl_2}) = 100\ \mathrm{g} \cdot 0{,}01 \cdot \frac{1\ \mathrm{mol}}{111\ \mathrm{g}} = 0{,}00901\ \mathrm{mol}$

$n(AlCl_3) = 100\ g \cdot 0{,}02 \cdot \frac{1\ mol}{133\ g} = 0{,}0150\ mol$

$n(Ca^{2+}) = \frac{2}{1} \cdot 0{,}00901\ mol = 0{,}0180\ ekv$

$n(Al^{3+}) = \frac{3}{1} \cdot 0{,}0150\ mol = 0{,}0450\ ekv$

$n_{katioonid} = 0{,}0180\ ekv + 0{,}0450\ ekv = 0{,}0630\ ekv$

$n(Cl^-) = 2 \cdot 0{,}00901\ ekv + 3 \cdot 0{,}0150\ ekv = 0{,}0630\ ekv$

$\boldsymbol{m_{kationiit}} = 0{,}063\ ekv \cdot \frac{1\ kg}{1\ ekv} \cdot \frac{1000\ g}{1\ kg} = \mathbf{63\ g}$

$\boldsymbol{m_{anioniit}} = 0{,}063\ ekv \cdot \frac{1\ kg}{1\ ekv} \cdot \frac{1000\ g}{1{,}2\ kg} = 52{,}5\ g = \mathbf{53\ g}$

c) i) R-Ca + 2HCl = R-H_2 + $CaCl_2$
R-Al + 3HCl = R-H_3 + $AlCl_3$
ii) R-Cl + NaOH = R-OH + NaCl

5. a) **A** – $C_{12}H_{22}O_{11}$
B – O_2
C – H_2O
D – CO_2
E – NaOH, naatriumhüdroksiid
F – Na_2CO_3, naatriumkarbonaat
G – $FeCl_2$, raud(II)kloriid
H – $FeCO_3$, raud(II)karbonaat
I – NaCl, naatriumkloriid

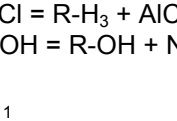
b) $C_{12}H_{22}O_{11} + 12O_2 = 11H_2O + 12CO_2$
$CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$
$Na_2CO_3 + FeCl_2 = FeCO_3\downarrow + 2NaCl$

c) Ei saa järeldada. Sest kogu NaOH ei pruukinud olla ära reageerinud ja võis toimuda hoopis reaktsioon NaOH + $FeCl_2$ = NaCl + $Fe(OH)_2\downarrow$, milles tekib samuti mittelahustuv ühend, mille värvus võib maskeerida $FeCO_3$ värvuse. Raud(II)ühendid oksüdeeruvad kiiresti õhuhapniku toimel raud(III)ühenditeks, millele on iseloomulik pruunikas värvus. $FeCO_3$ ja $Fe(OH)_2$ on hapniku vabas keskkonnas väritud.

d) Tuleb valida otsitava soola aniooni ja katiooni sisaldavad lahustuvad soolad ja need kokku valada. Ainus lahustumatu ühend peab olema otsitav sool.
($BaCl_2 + Na_2SO_4 = NaCl + BaSO_4\downarrow$
Sadenev baariumsulfaat on valget värvi.)

e) Naatrium reageerib veega, tekib NaOH:
$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow$.
Söögisooda ja HCl vahelisel reaktsioonil eralduv CO_2 juhtida läbi NaOH lahuse kuni kogu NaOH on reageerinud.
$NaHCO_3 + HCl = CO_2\uparrow + NaCl + H_2O$
$CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$
Reaktsiooni toimumist kontrollida fenoolftaleiini roosa värvuse kadumisega. Sellesse lahusesse valada liias $Ca(NO_3)_2$ lahust, kuni enam sadet juurde ei teki:
$Na_2CO_3 + Ca(NO_3)_2 = 2NaNO_3 + CaCO_3\downarrow$.
Viimasena lisada $Pb(NO_3)_2$.

6. a) Võrrandist **vi)** on näha, et aine **A** sisaldab vähemalt kahte hapniku aatomit molekuli kohta. Kui seda teadmist rakendada esimesele võrrandile, on näha, et seal saab aineks $\mathbf{X_1}$ olla vaid hapnik. Sellest teadmisest saab koheselt arvutada **A** brutovalemi
A − $C_2H_4O_2$
Aine **A** reageerib leesisega, seega on tegemist **happega**.

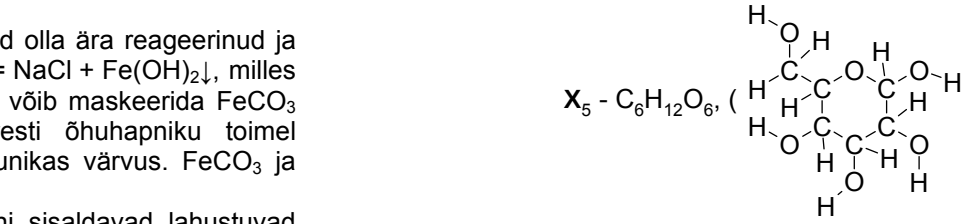
A -  , etaanhape

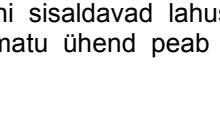
b) $\mathbf{X_1}$ - O_2, O=O , (lihtaine,) hapnik

$\mathbf{X_2}$ - CH_4O, , alkohol, metanool

$\mathbf{X_3}$ - CO_2, O=C=O , oksiid, süsinikdioksiid

$\mathbf{X_4}$ - C_2H_6O, , alkohol, etanool

$\mathbf{X_5}$ - $C_6H_{12}O_6$, (), süsivesik, glükoos

$\mathbf{X_6}$ - C_2H_4O,  , aldehüüd, etanaal

c) $CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O$