2003/2004 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru
ülesannete lahendused
8. klass

1. a) i) Puhtad ained: suhkur, hõbe, destilleeritud vesi. **ii)** Segud: joogivesi, õhk, kuldsõrmus.

b) i) Füüsikalised nähtused: härmatise teke, suhkru lahustumine vees, vihma tekkimine. **ii)** Keemilised nähtused: parafiini põlemine, piima hapendumine, raua roostetamine.

c) i) Aatom on neutraalne; **ii)** ioonil on laeng.

d) i) Küllastumata lahusest on võimalik küllastunud lahust saada kas lahustunud aine lisamisega või lahusti väljaaurutamisega.

ii) Küllastunud lahusest on võimalik küllastumata lahust saada vee lisamisega.

2. a) **X** – C, süsinik
Y – S, väävel
Z – P, fosfor
A – C, grafiit
B – C, teemant

b) P asub 3. perioodi VA rühmas
P: +15| 2) 8) 5)

3. a) **X** – **H_2O**, **vesi** $\rho(H_2O) = 1{,}00\ g/cm^3$

$V(\mathbf{X}) = V(\mathbf{Y}) = V(\mathbf{Z}) = 10\underline{0}\ g \cdot \frac{1\ cm^3}{1{,}00\ g} = \mathbf{10\underline{0}\ cm^3}$

$\rho(\mathbf{Y}) = 1{,}35\ kg \cdot \frac{1000\ g}{1\ kg} \cdot \frac{1}{10\underline{0}\ cm^3} = \mathbf{13{,}5\ g/cm^3}$

Y – Hg, **elavhõbe**

$\rho(\mathbf{Z}) = 87900\ mg \cdot \frac{1\ g}{1000\ mg} \cdot \frac{1}{10\underline{0}\ cm^3} = \mathbf{0{,}879\ g/cm^3}$

$N(\mathbf{Z}) = 4 \cdot 3$ aatomit = 12 aatomit

Põlevas ühendis on süsinik ja vesinik.

Z = **C_6H_6**, benseen (nimetust pole vaja)

b) i) Tahke jood sublimeerub (vahetu üleminek tahkest olekust gaasiliseks olekuks) ning seejärel joodi aurud kristalliseeritakse külmal pinnal.

ii) Jood lahustatakse benseenis. Saadud lahus filtreeritakse või nõrutatakse. Benseen aurustatakse.

c) Keedusool lahustatakse, lahus ja pesuvesi nõrutatakse, jääk kuumutatakse, mille tulemusena jood sublimeerub ja järele jääb kuld.

d) i) Kuld on lahustunud elavhõbedas. Kuldamalgaam on kõige raskem vedelik, mis eraldub esimesena jaotuslehtrist. Amalgaami kuumutamisel aurustub elavhõbe. **Tähelepanu:** Elavhõbeda aurud on väga mürgised.

ii) Järgmisena eraldatakse jaotuslehtrist keedusoola vesilahus. Vesi aurustatakse.

iii) Joodi lahus benseenis on kõige väiksema tihedusega, mis jääb jaotuslehtrisse. Lahus lastakse kolbi ja benseen aurustatakse vaakumis (et keemistemperatuuri alandada). **Tähelepanu:** Benseeni aurud on mürgised ja võivad väga kergesti süttida.

4. a) Lahuste segamisel võib esineda koguruumala vähenemine (kontraktsioon), sest ühe aine osakesed saavad paigutuda mõningal määral teise aine osakeste vahelistesse tühimikesse.

b) i) m($NaHCO_3$ lahus) = 144,0 cm^3 · 1,0408 g/cm^3 = **149,9 g**

ii) m(NaCl lahus) = 31,3 cm^3 · 1,1972 g/cm^3 = **37,5 g**

c) m(lahus) = 149,9 g + 37,5 g = 187,4 g

V(lahus) = 144,0 cm^3 + (231,0 cm^3 - 200,0 cm^3) = 175,0 cm^3

ρ**(lahus)** = $187{,}4\ g \cdot \frac{1}{175{,}0\ cm^3}$ = **1,071 g/cm^3**

d) Kui kanamuna jääb lahusesse hõljuma, siis

ρ(lahus) = ρ(kanamuna)

V(kanamuna) = 200,0 cm^3 - 144,0 cm^3 = 56,0 cm^3

m(kanamuna) = 56,0 cm^3 · 1,071 g/cm^3 = 59,98 g ≈ **60,0 g**

5. a) **X** – C, süsinik

Y – H, vesinik

Z – N, lämmastik

Q – O, hapnik

R – S, väävel

b) $C_{14}H_{16}N_2O_6S_2 + 17O_2 = 14CO_2 + 8H_2O + N_2 + 2SO_2$

c) %mol(S) = $\frac{2}{40} \cdot 100$ = **5**

6. **I** $^{15}_{7}\mathbf{X} + {}^{1}_{1}\mathbf{B} = {}^{12}_{6}\mathbf{Y} + {}^{4}_{2}\mathbf{Q}$

II $^{98}_{42}Mo + {}^{2}_{1}B = {}^{99}_{43}E + {}^{1}_{0}n$

A(**Y**) = 15 + 1 - 4 = 12

z(**Q**) = 4 - 2 = 2

z(**X**) = 6 + 2 - 1 = 7

A(**E**) = 42 + 56 + 1 + 1 - 1 = 99

Tähis	Sümbol	Nimetus	Prootoneid	Neutroneid	Massiarv	Elektrone
X	N	lämmastik	7	8	15	7
B	H	vesinik	1	0	1	1
Y	C	süsinik	6	6	12	6
Q	He	heelium	2	2	4	2
E	Tc	tehneetsium	43	56	99	43

Hinnata tuleb ainult tabeli täitmist;
iga õige vastus a' 0,4 p (0,4p x 30 = 12p)

2003/2004 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru
ülesannete lahendused
9. klass

1. a) Cl_2O_5, Mn_2O_7, FeO, SO_3 ja Fe_3O_4

b) $\overset{-II}{C}_2\overset{}{H}_4$ ja $\overset{0}{C}$; $H\overset{V}{N}O_3$ ja $\overset{-III}{N}H_4^+$; $H\overset{V}{Cl}O_3$ ja $H\overset{VII}{Cl}O_4$; $\overset{0}{S}$ ja $H_2\overset{-II}{S}$

i) C, HNO_3, $HClO_4$ ja S
ii) C_2H_4, NH_4^+, $HClO_3$ ja H_2S
iii) sama, mis **i)**
iv) sama, mis **ii)**

c) $H^+ + OH^- = H_2O$

d) i) Lahustatav aine on CaO, lahustunud aine on $Ca(OH)_2$
ii) Lahustatav aine on SO_3, lahustunud aine on H_2SO_4

e) i) CaF_2; **ii)** Al_2S_3; **iii)** $BaCl_2$; **iv)** $(NH_4)_2SO_4$; **v)** $Ca_3(PO_4)_2$

f) $6{,}02 \cdot 10^{23}$ amü = 1,00 g

g) i) vesinik
ii) lämmastik

2. a) Vesiniksool on **X**HCO_3
A_r(**X**) = 84 – 1 – 12 - 3·16 = 23
X – Na; **$NaHCO_3$**

b) **A** – Na_2O, naatriumoksiid
B – NaOH, naatriumhüdroksiid

c) i) $Na_2O + H_2O = 2NaOH$
ii) $2\ NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$
iii) $NaOH + CO_2 = NaHCO_3$
(ka reaktsioon $Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 = 2NaHCO_3$ on õige)

3. a) i)

$$CaCO_3 \xrightarrow{t^0} CaO + CO_2$$

kaltsiumkarbonaad — kaltsiumoksiid — süsinikdioksiid

ii) $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$
kaltsiumhüdroksiid

iii) $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$

iv) $Ca(OH)_2 + SiO_2 = CaSiO_3 + H_2O$
ränidioksiid — kaltsiumsilikaat

b) suspensioon

c) i) 1,00 tonni·0,75 m

$$CaCO_3 \Leftrightarrow CaO$$

100 kg/kmol — 56 kg/kmol

$$m(CaO) = \frac{1}{1} \cdot 1{,}00\ \text{tonni} \cdot 0{,}75 \cdot \frac{1000\ \text{kg}}{1\ \text{tonn}} \cdot \frac{1\ \text{kmol}}{100\ \text{kg}} \cdot \frac{56\ \text{kg}}{\text{kmol}} = 420\ \text{kg}$$

ii) 1,00 tonni·0,75 V

$CaCO_3 \Leftrightarrow CO_2$

100 kg/kmol 45 m^3/kmol

$$V(CO_2) = \frac{1}{1} \cdot 1{,}00\ \text{tonni} \cdot 0{,}75 \cdot \frac{1000\ \text{kg}}{1\ \text{tonn}} \cdot \frac{1\ \text{kmol}}{100\ \text{kg}} \cdot \frac{45\ \text{m}^3}{\text{kmol}} = 337{,}5\ \text{m}^3 \approx \mathbf{340\ m^3}$$

4. a) X – Cu, vask
Y – Sn, tina
Z – Zn, tsink
Q – Al, alumiinium

b) m(sulam) = $33{,}3\ \text{g} \cdot \frac{100\%}{86\%} = 38{,}7\ \text{g} \approx$ **39 g**

c) %(Q) = 100 – 86 – 8 – 4 = 2

m(Q) = $5\ \text{kg} \cdot \frac{1000\ \text{g}}{1\ \text{kg}} \cdot 0{,}02$ = **100 g**

d) i) $2Al + Fe_2O_3 = Al_2O_3 + 2Fe$
ii) $2Al + 3CuSO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3Cu$
iii) $Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH = 2Al(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$
iv) $2Al(OH)_3 \xrightarrow{t^0} Al_2O_3 + 3H_2O$
v) $Al(OH)_3 + 3HNO_3 = Al(NO_3)_3 + 3H_2O$

e) Sulamit võiks pidada pronksiks

5. a) $3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$
b) $2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$
c) $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$
d) $10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$
e) $Na_2CO_3 \xrightarrow{t^0}$ see reaktsioon ei toimu
f) $NaHCO_3 + HCl = NaCl + H_2O + CO_2$
g) $3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2\uparrow$
h) $Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2\uparrow$

6. a) i) m(lahus) = $3{,}00\ \text{dm}^3 \cdot \frac{1000\ \text{cm}^3}{1\ \text{dm}^3} \cdot 1{,}278\ \text{g/cm}^3$ = 3834 g

%(NH_4NO_3) = $2{,}50\ \text{kg} \cdot \frac{1000\ \text{g}}{1\ \text{kg}} \cdot \frac{1}{3834\ \text{g}} \cdot 100$ = **65,2**

ii) L(NH_4NO_3) = $\frac{2500\ \text{g}}{3834\ \text{g} - 2500\ \text{g}} \cdot 100$ = 187,4 g ≈ **187 g**

b) i) m(NH_4NO_3) = 1000 g · 0,652 = **652 g**

ii) m(NH_4NO_3) = $1000\ \text{g} \cdot \frac{187{,}4\ \text{g}}{287{,}4\ \text{g}}$ = **652 g**

c) i) m(H_2O) = $1000\ \text{g} \cdot \frac{0{,}348}{0{,}652}$ = **534 g**

ii) m(H_2O) = $1000\ \text{g} \cdot \frac{100\ \text{g}}{187{,}4\ \text{g}}$ = **534 g**

2003/2004 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru
ülesannete lahendused
10. klass

1. a) i) Need süsivesinikud keevad küll toatemperatuuril, kuid on lahustunud kõrgemal temperatuuril keevates süsivesinikes. Temperatuuri tõusuga gaaside lahustuvus väheneb. **ii)** CH_4, metaan; C_2H_6 , etaan; C_3H_8, propaan; C_4H_{10}, butaan.

b) i) fraktsioneeriv destillatsioon; **ii)** krakkimine

c) i) metanool – CH_3OH; **ii)** etaandiool – CH_2OHCH_2OH,

iii) propaantriool – $CH_2OHCHOHCH_2OH$

d) i) 4 g NaOH 100 grammis lahuses; **ii)** 4 · 40 g NaOH ühes liitris lahuses.

e) i) kovalentne mittepolaarne; **ii)** kovalentne polaarne; **iii)** iooniline.

f) -III V -III III

NH_4NO_3, CH_3COOH

2. a) i) m(**B**) = 1,260 g - 0,782 g = 0,478 g

n(**B**) = n(**C**) (**B** - MgO, **C** -MgF_2)

$$\frac{0{,}478}{A_r(Me)+16} = \frac{0{,}739}{A_r(Me)+38}$$

A_r(Me) = 24,29 ≈ 24,3 Me = **Mg** (**Y-** $MgCO_3$)

ii) 0,478 g m

$MgO \Leftrightarrow MgCO_3$

40,3 g/mol 84,3 g/mol

$$\textbf{m(MgCO}_3\textbf{)} = \frac{1}{1}\cdot 0{,}478\ \text{g}\cdot\frac{1\ \text{mol}}{40{,}3\ \text{g}}\cdot 84{,}3\ \text{g/mol} = 0{,}9999\ \text{g} \approx \textbf{1,00 g}$$

iii) t^0

$MgCO_3 = MgO + CO_2\uparrow$

b) i) A - Ag

t^0

ii) $2Ag_2CO_3 = 4Ag + 2CO_2 + O_2$ (**Z-** Ag_2CO_3)

m 0,782 g

$Ag_2CO_3 \Leftrightarrow 2Ag$

275,8 g/mol 107,9 g/mol

$$\textbf{m(Ag}_2\textbf{CO}_3\textbf{)} = \frac{1}{2}\cdot 0{,}782\ \text{g}\cdot\frac{1\ \text{mol}}{107{,}9\ \text{g}}\cdot 275{,}8\ \text{g/mol} = 0{,}999\ \text{g} \approx \textbf{1,00 g}$$

c) i) X - $(NH_4)_2CO_3$

ii) m[$(NH_4)_2CO_3$] = 3,30 g - 1,00 g - 1,00 g = **1,30 g**

iii) t^0

$(NH_4)_2CO_3 = 2NH_3\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O\uparrow$

3. a) M_r(**A**) = 29,0 · 1,172 = 33,988 ≈ 34

Kuna **A** on binaarne kaheprootoniline hape, siis element **Q** on H ja aine **A** valem peaks olema H_2**X**.

A_r(**X**) = 34 - 1 - 1 = 32 **X** – S, väävel

b) i) $H_2 + S = H_2S$ (aine **A**)

ii) **2**$H_2S + 3O_2 = 2SO_2$ (oksiid **B**) + $2H_2O$ (oksiid **C**)

iii) $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$ (hape **E**)

iv) $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ (hape **F**)

v) H_2SO_4 + NaCl (ühend **G**) = HCl + $NaHSO_4$ (vesiniksool)

c) i) $\mathbf{Z_2X_2Y_3}$ – $Na_2S_2O_3$, naatriumtiosulfaat

ii) $m(Na_2S_2O_3) = 1000\ g \cdot 0{,}159 = 159\ g$

$M(Na_2S_2O_3) = 158\ g/mol$

$n(Na_2S_2O_3) = n(\text{aine } \mathbf{L})$

$n(Na_2S_2O_3) = \frac{159\ g}{158\ g} = 1{,}006\ mol$

$\Sigma m(H_2O \text{ aines } \mathbf{L}) = 91\ g \cdot \frac{1}{1{,}006\ mol} \approx 90\ g/mol$

$n(H_2O) = 90\ g \cdot \frac{1\ mol}{18\ g} = 5\ mol$

aine **L** – $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, naatriumtiosulfaat-5-vesi

4. a) $\mathbf{m(^{235}U)} = 22{,}4\ tonn \cdot \frac{1000\ kg}{tonn} \cdot 0{,}40 \cdot 0{,}0072 = 64{,}51\ kg$ **~ 65 kg**

b) $n(^{235}U) = 64{,}51\ kg \cdot \frac{1000\ g}{kg} \cdot \frac{1\ mol}{235\ g} = 274{,}5\ mol$

$N(^{235}U) = 274{,}5\ mol \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}$ aatomit/mol $= 1{,}652 \cdot 10^{26}$ aatomit

Energia (^{235}U) $= 3{,}2 \cdot 10^{-11}$ J/aatom$\cdot 1{,}652 \cdot 10^{26}$ aatomit $= 5{,}29 \cdot 10^{15}$ J $\approx 5{,}3 \cdot 10^{15}$ J$=$

$= \mathbf{5{,}3 \cdot 10^9\ MJ}$

c) Energia(DA) $= 5{,}2$ MJ/kg$\cdot 2{,}71 \cdot 10^5$ tonni $\cdot \frac{1000\ kg}{tonn} = 1{,}41 \cdot 10^9$ MJ $\approx \mathbf{1{,}4 \cdot 10^9\ MJ}$.

5. a) $n(Cl^-)+n(Br^-)+2n(SO_4^{2-})+2n(CO_3^{2-}) = n(Na^+) + n(K^+) + 2n(Ca^{2+}) + 2n(Mg^{2+})$

b) Olgu x mol Mg^{2+} ning y mol Ca^{2+}, siis

$$2(x+y) = \frac{41{,}8}{35{,}5} + \frac{0{,}05}{80} + \frac{2 \cdot 23{,}8}{96} + \frac{2 \cdot 0{,}9}{60} - \frac{24{,}5}{23} - \frac{0{,}6}{39} = 0{,}6233\ mol$$

$n(Mg^{2+})+n(Ca^{2+}) = 0{,}6233\ mol/2 = 0{,}3117 mol \approx 0{,}31\ mol$

c) $\left.\begin{array}{l} x+y = 0{,}3117 \\ 24x + 40y = 8{,}4 \end{array}\right\}$ $x = 0{,}254\ mol$

$n(SO_4^{2-}) = 23{,}8g/96(g/mol) = 0{,}248\ mol$, seega tuleb $m(MgSO_4)$ arvutada SO_4^{2-} järgi.

$m(MgSO_4) = 0{,}248 mol \cdot 120(g/mol) = 29{,}7\ g$

d) $\mathbf{m(MgSO_4)} = 1\ m^3 \cdot 1000\ kg/m^3 \cdot 0{,}018 \cdot \frac{29{,}7\ g}{100\ g} = \mathbf{5{,}4\ kg}$

6. a) i) anoodil $2H_2O = O_2 + 4H^+ + 4e^-$

katoodil $4H^+ + 4e^- = 2H_2$

ii) anoodil $4OH^- = 2H_2O + O_2 + 4e^-$

katoodil $4H_2O + 4e^- = 2H_2 + 4OH^-$

iii) anoodil $2H_2O = O_2 + 4H^+ + 4e^-$

katoodil $4H_2O + 4e^- = 2H_2 + 4OH^-$

b) $4F \Leftrightarrow 2H_2$ $n(H_2) = 2\ mol$; $4F \Leftrightarrow O_2$ $n(O_2) = 1\ mol$

$4F \Leftrightarrow 1\ mol + 2\ mol = 3\ mol$ H_2 ja O_2 segu

$V(H_2 \text{ ja } O_2) = 3\ mol \cdot 22{,}4\ dm^3/mol = 67{,}2\ dm^3 = 67{,}2$ liitrit

c) Väheneb vee hulk, happe hulk ei muutu

d) i) Väheneb, sest happe hulk jääb samaks, aga lahuse ruumala väheneb, seega suureneb $[H^+]$.

ii) Suureneb, sest suureneb $[OH^-]$ lahuse ruumala vähenemise tõttu.

iii) Jääb samaks, sest $[H^+] = [OH^-]$.

2003/2004 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru
ülesannete lahendused
11. klass

1. a) $\mathbf{V_M(Au)} = 197\ \text{g/mol} \cdot \frac{1\ \text{cm}^3}{19{,}3\ \text{g}} = \mathbf{10{,}2\ cm^3/mol}$

b) $O_2 \Leftrightarrow 4e^-$ N(F) = 4

c) Väheneb, sest dissotsiatsioonimäära muutus on ioonide kontsentratsiooni muutusest väiksem.

d) i) HCl, SO_2, NH_4Cl

ii) SiO_2, NaCl, CuO

iii) CaO, Na_2S, NaOH

e) Reaktsiooni kiirus väheneb $4^4 = 256$ korda.

f) Rõhu tõstmine, temperatuuri alandamine, lämmastiku või vesiniku kontsentratsiooni suurendamine, ammoniaagi kontsentratsiooni vähendamine.

2. a) i) $NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O$

-III VII 0 IV

ii) $(NH_4)_2S_2O_8 = N_2 + 2SO_2 + 4H_2O$

$2\cdot 0 \quad 2\cdot(-III)$

$N_2 + 6e^- = 2N$ | 1

$2\cdot IV \quad 2\cdot VII$ |

$2S - 6e^- = 2S$ | 1

iii) $3(NH_4)_2SO_4 = 1N_2 + 3SO_2 + 6H_2O + 4NH_3$

$0 \quad 2\cdot(-III)$

$N_2 + 6e^- = 2N$ | 1

$IV \quad VI$ |

$S - 2e^- = S$ | 3

b) Sobivaimaks on reaktsioon **i)**, kuna saadusained ei ole mürgised.

c) $NaNO_2 + NH_4Cl \xrightarrow{^0t} NaCl + N_2 + 2H_2O$

d) $V(N_2) = \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot 3{,}2^3\ \text{cm}^3 = 137\ \text{cm}^3 = 0{,}000137\ \text{m}^3 = 1{,}37\cdot 10^{-4}\ \text{m}^3$

$n(N_2) = \frac{10^5\ \text{N/m}^2 \cdot 1{,}37 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^3}{8{,}314\ \text{N}\cdot\text{m}/(\text{mol}\cdot\text{K}) \cdot 298\ \text{K}} = 0{,}00553\ \text{mol}$

$N_2 \Leftrightarrow 1NaNO_2 + 1NH_4Cl$

69,0 g/mol 53,5 g/mol

m(tablett) = 0,00553 mol · (69,0 g/mol + 53,5 g/mol) = 0,677 g ≈ **0,68 g**

3. a)

X – I_2, jood
Y – Br_2, broom
Z – Cl_2, kloor
Q – F_2, fluor
A - H_2, vesinik

B – HI, vesinikjodiid
C – HBr, vesinikbromiid
D – HCl, vesinikkloriid
E – HF, vesinikfluoriid
F – H_2SiF_6, heksafluororänihape

b) Võttes ruumalaühikuks 1 liiter, siis m(H_2O) = 1000 g ja n(H**X**) = 10 mooli

n(**B**) = 224 $dm^3 \cdot \frac{1\,mol}{22{,}4\,dm^3}$ = 10 mol

m(**B**) = 1000 g $\cdot \frac{56{,}1\%}{43{,}9\%}$ = 1278 g ≈ 1280 g

M(**B**) = 1280 g $\cdot \frac{1}{10\,mol}$ = 128 g/mol

2**B** ⇔ **X** M_r(**X**) = 2·128 - 2 · 1 = 2·127

X – I_2

c) i) $I_2 + H_2 = 2HI$

ii) $6HF + SiO_2 = H_2SiF_6 + 2H_2O$

iii) $8HI + 1H_2SO_4 = 4I_2 + 1H_2S + 4H_2O$

iv) $2HBr + H_2SO_4 = Br_2 + SO_2 + 2H_2O$

v) Anoodreaktsioon $2F^- = F_2 + 2e^-$

vi) $16HCl + 2KMnO_4 = 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 8H_2O$

$\overset{2\cdot 0}{Cl_2} + 2e^- = \overset{2\cdot(-I)}{2Cl}$ | 5

$\overset{II}{Mn} - 5e^- = \overset{VII}{Mn}$ | 2

või

$14HCl + K_2Cr_2O_7 = 2KCl + 2CrCl_3 + 3Cl_2 + 7H_2O$

$\overset{2\cdot 0}{Cl_2} + 2e^- = \overset{2\cdot(-I)}{2Cl}$ | 3

$\overset{III}{Cr} - 3e^- = \overset{VI}{Cr}$ | 2

4. a) 1 dm^3 · 1,0 kg/dm^3 = 1000 g

i) c(CH_3COOH) = 1000 g · 0,006 · $\frac{1\,mol}{60\,g} \cdot \frac{1}{dm^3}$ = **0,10 mol/dm^3**

ii) n($NH_3 \cdot H_2O$) ⇔ n(NH_3)

c($NH_3 \cdot H_2O$) = 1000 g · 0,0017 · $\frac{1\,mol}{17\,g} \cdot \frac{1}{dm^3}$ = **0,10 mol/dm^3**

b) i) $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

$K_{dis}(CH_3COOH) = \frac{[CH_3COO^-]\cdot[H^+]}{[CH_3COOH]}$ ühik mol/dm^3

ii) $NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$K_{dis}(NH_3 \cdot H_2O) = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3 \cdot H_2O]}$

c) i) $[H^+] = \alpha \cdot c(CH_3COOH)$

$\alpha = \sqrt{\frac{K_{dis}}{c}}$

$[H^+]$= $\sqrt{\frac{K_{dis}\cdot c^2}{c}} = \sqrt{1{,}8\cdot 10^{-5}\ mol/dm^3 \cdot 0{,}1\ mol/dm^3}$ = **$1{,}3\cdot 10^{-3}$** mol/dm^3

ii) $[OH^-] = \sqrt{1{,}8\cdot 10^{-5}\ mol/dm^3 \cdot 0{,}1\,mol/dm^3}$ = $1{,}3\cdot 10^{-3}$ mol/dm^3

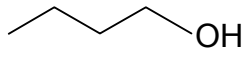
[H^+] = $\frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}\ mol^2/dm^6}{1{,}3 \cdot 10^{-3}\ mol/dm^3}$ **= 7,7·10^{-12} mol/dm^3**

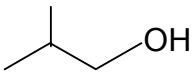
d) $K_w(80\ ^0C) = 4{,}6 \cdot 10^{-15}\ mol/dm^3 \cdot 971{,}83\ g/dm^3 \cdot \frac{1\,mol}{18{,}0\,g} = 2{,}5 \cdot 10^{-13}\ mol^2/dm^6$

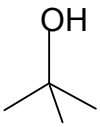
[H^+,H_2O,80 ^{0}C] = $\sqrt{2{,}5 \cdot 10^{-13}}$ **= 5,0·10^{-7} mol/dm^3**

5.

a) i) $C_4H_{10}O$ jaoks 3 ahelisomeeri;

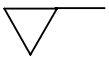
1.  1-butanool

2.  2-metüül-1-propanool

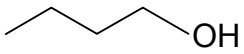
3.  2-metüül-2-propanool

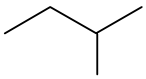
ii) C_4H_8 jaoks 2 ahelisomeeri;

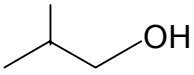
1.  tsüklobutaan

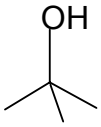
2.  metüültsüklopropaan

b) $C_4H_{10}O$ jaoks 2 paari (kokku 4) asendiisomeeri:

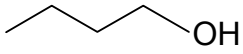
1.  1-butanool

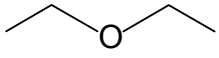
2.  2-butanool

3.  2-metüül-1-propanool

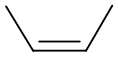
4.  2-metüül-2-propanool

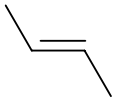
c) $C_4H_{10}O$ jaoks 2 isomeeri, mis kuuluvad erinevatesse aineklassidesse;

1.  1-butanool

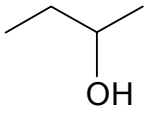
2.  dietüüleeter

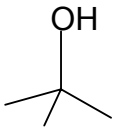
d) C_4H_8 jaoks cis-trans isomeerid;

1.  cis-but-2-een

2.  trans-but-2-een

e) $C_4H_{10}O$ jaoks **i)** sec-ühend ja **ii)** tert-ühend.

i)  sec-butüülalkohol

ii)  tert-butüülalkohol

6. a) i) $CH_3COOH(v) + 2O_2 = 2CO_2 + 2H_2O(v)$

ii) ΔH^0 = 2 mol·(-394 kJ/mol)+2 mol·(-286 kJ/mol)–1 mol·(-487 kJ/mol) = = -873 kJ

ΔH_c^0 **(CH_3COOH) = -873 kJ/mol**

b) i) $2C + 3H_2 + 0{,}5O_2 = C_2H_5OH(v)$

ii) ΔH^0= 2 mol·(-394 kJ/mol)+3 mol·(-286 kJ/mol)–1 mol·(-1368 kJ/mol) = = -278 kJ

ΔH_f^0 **[$C_2H_5OH(v)$] = -278 kJ/mol**

Märkus: Vesiniku ja süsiniku põlemisentalpiad on vastavalt vee ja süsinikdioksiidi tekkeentalpiateks.

c) i) $C_2H_5OH(v) + 0{,}5O_2 = CH_3CHO + H_2O$

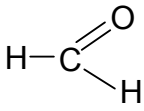
ii) ΔH^0 = 1 mol·(-167 kJ/mol)+1 mol·(-286 kJ/mol)-1 mol·(-278 KJ/mol) = **= -175 kJ**

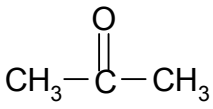
2003/2004 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru
ülesannete lahendused
12. klass

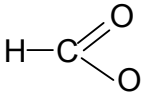
1. a) i) katoodil $Na^+ + e^- = Na$
ii) anoodil $2Cl^- = Cl_2 + 2e^-$

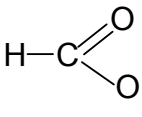
b) σ-side tekib orbitaalide kattumisel ühes kohas; π-side tekib p-orbitaalide kattumisel kahes kohas.

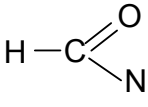
c) i) Mõlemal süsivesinikul on süsiniku aatomite vahel kovalentne mitte-polaarne side.
ii) Mõlemal süsivesinikul on süsiniku ja vesiniku aatomite vahel kovalentne polaarne side.

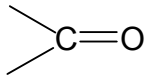
d)  — aldehüüd

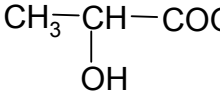
 — ketoon

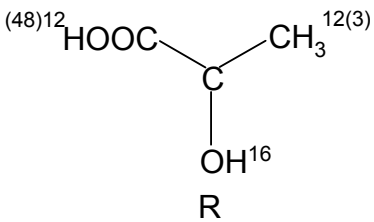
 — karboksüülhape

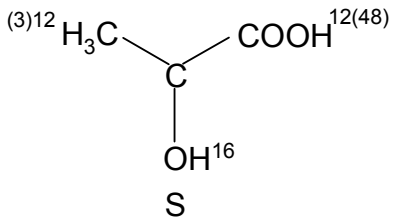
 — ester

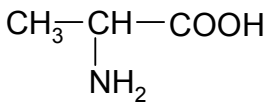
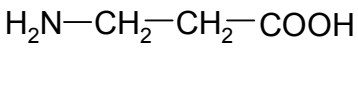
 — amiid

Kõikides molekulides on karbonüülrühm 

e)  2-hüdroksüpropaanhape


R


S

f)  

α–aminopropaanhape β–aminopropaanhape

2. a) **m(^{235}U)** = $6{,}0\cdot10^{10}$ tonni $\cdot\dfrac{64{,}5\text{kg}}{2{,}71\cdot10^{5}\text{ tonni}}$ = $1{,}42\cdot10^{7}$ kg ≈ $1{,}4\cdot10^{7}$ kg =

= $1{,}4\cdot10^{4}$ tonni

b) $k=\dfrac{\ln 2}{7{,}4\cdot10^{8}\text{ aastat}}$ = $9{,}367\cdot10^{-10}$ aasta^{-1}

t = $\ln\dfrac{100}{90}\cdot\dfrac{1}{9{,}367\cdot10^{-10}\text{ aasta}^{-1}}$ = **$1{,}1\cdot10^{8}$ aastat**

c) 1,0 miljardi aasta pärast

m(^{235}U) = $1{,}42\cdot10^{4}$ tonni $\cdot e^{-9{,}367\cdot10^{-10}\cdot a^{-1}\cdot1{,}0\cdot10^{9}\ a}$ = $0{,}556\cdot10^{4}$ tonni ≈

≈ $5{,}6\cdot10^{3}$ tonni

3. a) i) $2KMnO_4 + 5(COOH)_2 + 3H_2SO_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$

VII II

$Mn + 5e^- = Mn$ | 2

2·III 2·IV |

$C_2 - 2e^- = 2C$ | 5

ii) $2KMnO_4 + Na_2SO_3 + 2KOH = 2K_2MnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$

VII VI

$Mn + 1e^- = Mn$ | 2

IV VI |

$S - 2e^- = S$ | 1

iii) $2KMnO_4 + 3H_2O_2 = 2MnO_2 + 3O_2 + 2KOH + 2H_2O$

VII IV

$Mn + 3e^- = Mn$ | 2

2·(-I) 2·0 |

$O_2 - 2e^- = 2O$ | 3

b) $1\ Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + \mathbf{14H^+} = 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$

2·VI 2·III

$Cr_2 + 6e^- = 2Cr$ | 1

II III |

$Fe - 1e^- = Fe$ | 6

2(-) + 12(+) = 10(+) 6(+) + 18(+) = 24(+)

Vasakule tuleb 14(+), s.o. $14H^+$ juurde liita

4. a) $Au + HNO_3 + 3HCl = AuCl_3 + NO + 2H_2O$

b) $10{,}0\ g \cdot 0{,}5$ $\qquad$ m

$Ag \quad \Leftrightarrow \quad AgCl\downarrow$

$108\ g/mol \qquad 143\ g/mol$

$$\mathbf{m(AgCl)} = \frac{1}{1} \cdot 10{,}0\ g \cdot 0{,}5 \cdot \frac{1\ mol}{108\ g} \cdot 143\ g/mol = \mathbf{6{,}62\ g}$$

c) i) $AuCl_3 + 3NaOH = Au(OH)_3 + 3NaCl$

ii) $2Au(OH)_3 \overset{t^0}{=} Au_2O_3 + 3H_2O$

iii) $2Au_2O_3 \overset{t^0 > 160\ ^0C}{=} 4Au + 3O_2$

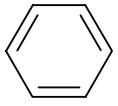
iv) $AuCl_3 \overset{t^0}{=} AuCl + Cl_2$

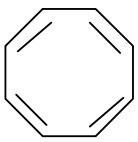
v) $AuCl_3 + HCl = H[AuCl_4]$

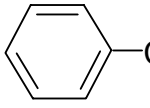
A – $AuCl_3$, kuld(III)kloriid
B – $H[AuCl_4]$, vesiniktetrakloroauraat(III)
C – $Au(OH)_3$, kuld(III)hüdroksiid
D – Au_2O_3, kuld(III)oksiid
E – AuCl, kuld(I)kloriid

d) i) $\mathbf{\%(Au)} = \frac{197}{303} \cdot 100 = \mathbf{65}$

ii) $\mathbf{\%(Au)} = \frac{197}{232} \cdot 100 = 84{,}9 \approx \mathbf{85}$

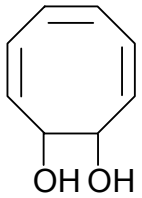
5. a) **A** –  , benseen

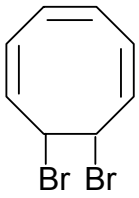
B –  , tsüklooktatetraeen

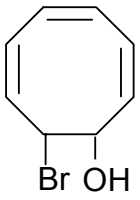
C –  CH_3, metüülbenseen (tolueen)

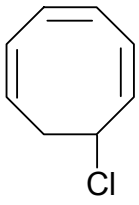
b) Ühendis **A** on 6 ühist π-elektroni ja see on aromaatne. Ühendis **B** on 8 ühist π-elektroni ja see ei ole aromaatne (4n + 2, n = 0, 1, 2...).

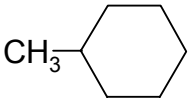
c) Ühend **B** kui alkeen astub reaktsiooni, areen nimetatud reagentidega ei reageeri

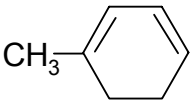
i) 

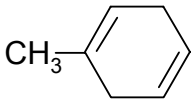
ii) 

+ 

iii) 

d) **I** 

II 

ja 

III bensoehape
IV Br_2,hν; fenüülbromometaan; bensüülbromiid
V, $Br_2/FeBr_3$; 1-bromo-4-metüülbenseen;
VI $CH_3COCl/AlCl_3$; (4-metüül-fenüül)metüülketoon

6. a) $I_2 + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6$

b) $n(S_2O_3^{2-})$ = 823,0 μL · 0,09880 M = 81,31 μmol

$n(IO_4^-$, reageerimata) = $\frac{1}{2} \cdot 81{,}31\ \mu mol$ = 40,66 μmol

$n(IO_4^-$, esialgne kogus) = 2,000 ml · 0,0487 M = 97,40 μmol

$n(IO_4^-$, mis kulus proteiiniga reageerimiseks) = 97,40 μmol - 40,66 μmol=
= 56,74 μmol

n(proteiin) = $\frac{128{,}6\ mg}{58600\ g/mol}$ = 2,195 μmol

N = $\frac{56{,}74\ \mu mol}{2{,}195\ \mu mol}$ = 25,85 ≈ 26 jääki/1 molek. proteiinis