

2011/2012 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused

9. klass

$$1. a) n(\text{CO}_2) = \frac{112 \text{ ml}}{1000 \frac{\text{ml}}{\text{l}} \cdot 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}} = 0,005 \text{ mol} = 5 \text{ mmol}$$

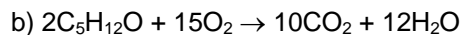
$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,108 \text{ ml} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,006 \text{ mol} = 6 \text{ mmol}$$

$$\frac{n(\text{C})}{n(\text{H})} = \frac{6 \cdot 2 \text{ mmol}}{5 \text{ mmol}} = \frac{12}{5}$$

$$M(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 72 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$88 \frac{\text{g}}{\text{mol}} - 72 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Sellele vastab hapnik, molekulaarvalem on **C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>O**.



c) Valem vastab üldvalemile  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_x$ , seega küllastatud ühend, võib olla alkohol või eeter.

2. a) A - CO<sub>2</sub>, süsihappegaas ehk süsinikdioksiid

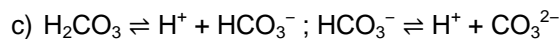
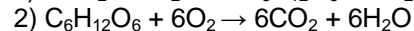
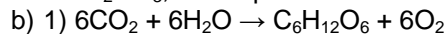
B - H<sub>2</sub>O, vesi

C - C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, glükoos

D - O<sub>2</sub>, hapnik

E - CaCO<sub>3</sub>, kaltsiumkarbonaat

F - H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, süsihape



d) Fotosüntees ei saa toimuda ilma päikesevalguseta. Ei toimu kogu aeg: ainult valgus, pimedas mitte.

3. a)  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

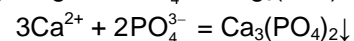
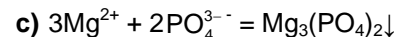
$$n(\text{Cl}^-) = n(\text{AgCl})$$

$$n(\text{Cl}^-) = \frac{1}{1} \cdot 143 \text{ mg} \cdot \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{143 \text{ g}} = 0,001 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cl}^-) = 0,001 \text{ mol} \cdot \frac{35,5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 0,0355 \text{ g} \quad m_{\text{lahus}} = 10 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = 10 \text{ g}$$

$$\%(\text{Cl}^-) = \frac{0,0355 \text{ g}}{10 \text{ g}} \cdot 100 = 0,355 \approx \mathbf{0,36}$$

b)  $n(\text{AgNO}_3) = 3 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1,2 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \cdot 0,2 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{170 \text{ g}} = \mathbf{0,004 \text{ mol} > 0,001 \text{ mol}}$



$$n(\text{Cl}^-, \text{poriloigus}) = 3,5 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{0,001 \text{ mol}}{10 \text{ cm}^3} = 0,35 \text{ mol}$$

$$n(\text{PO}_4^{3-}) = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{10} \cdot 0,35 \text{ mol} = 0,07 \text{ mol}$$

$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,07 \text{ mol} \cdot \frac{164 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 11,48 \text{ g} \approx \mathbf{11 \text{ g}}$$

4. a) hapnikul on oks. aste alati -2, lämmastikul aga:

N<sub>2</sub>O - +1 - 44 g/mol

NO - +2 - 30 g/mol

N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - +3 - 76 g/mol

NO<sub>2</sub> - +4 - 46 g/mol

N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - +5 - 108 g/mol

b)  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$

$$m(1 \text{ mol } (\text{N}_x\text{O}_y)) = 4,99 \cdot 10^{-23} \text{ g} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 30 \text{ g}$$

Seega  $M = 30 \text{ g/mol}$

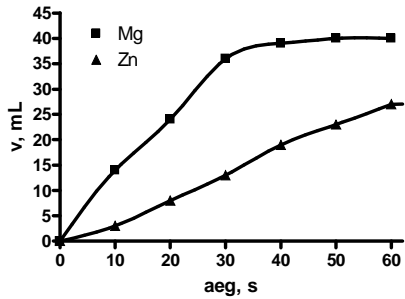
Oksiid **X** on **NO**

c)  $n(\text{NO}) = 188 \text{ km} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{10 \text{ km}} = 18,8 \text{ mol}$

$$m(\text{NO}) = n \cdot M = 18,8 \text{ mol} \cdot 30 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 564 \text{ g}$$

$$\frac{546 \text{ g}}{188 \text{ km}} = 3 \frac{\text{g}}{\text{km}}, \text{ mis on normist kõrgem.}$$

5.



- b)  $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$   
 $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$
- c) Mg on aktiivsem metall kui Zn.
- d) Mg, kuna vesiniku hulk pärast 50 sekundit enam ei suurene.
- e) Saab arvutada vaid Mg andmete järgi.  $0,04 \text{ L} / 22,4 \text{ L/mol} \cdot 24,3 = 0,04 \text{ g}$

6. a) Soolas C on Cl sisaldus 74,47 %

$$\%Cl = \frac{x \cdot M(Cl)}{x \cdot M(Cl) + 1 \text{ mol} \cdot M(X)} \cdot 100\% = 74,47\%$$

$$0,2553 \cdot x \cdot M(Cl) = 0,7447 \cdot 1 \text{ mol} \cdot M(X)$$

$$M(X) = \frac{0,2553 \cdot x \cdot M(Cl)}{0,7447 \cdot 1 \text{ mol}} = \frac{0,2553 \cdot x \cdot 35,45 \text{ g/mol}}{0,7447 \cdot 1 \text{ mol}}$$

- Kui  $x=1 \text{ mol}$ , siis  $M(X)=12,15 \text{ g/mol}$  – ei vasta metallile  
 $x=2 \text{ mol}$ , siis  $M(X)=24,31 \text{ g/mol}$  – **Magneesium**  
 $x=3 \text{ mol}$ , siis  $M(X)=36,45 \text{ g/mol}$  – ei vasta metallile  
 $x=4 \text{ mol}$ , siis  $M(X)=48,61 \text{ g/mol}$  – ei vasta metallile

**C valem on  $MgCl_2$ .**

Elemendi Y oksiid D, mis tekib B põlemisel õhus on  $Y_qO_w$ :

$$\%Y = \frac{q \cdot M(Y)}{q \cdot M(Y) + w \cdot M(O)} \cdot 100\% = 46,76\%$$

$$0,5324 \cdot q \cdot M(Y) = 0,4676 \cdot w \cdot M(O)$$

$$M(Y) = \frac{0,4676 \cdot w \cdot M(O)}{0,5324 \cdot q} = \frac{0,4676 \cdot w \cdot 16,00 \text{ g/mol}}{0,5324 \cdot q}$$

- Kui  $q=1 \text{ mol}$ ,  $w=1 \text{ mol}$ ,  $M(Y)=14,05 \text{ g/mol}$ . Ei sobi.  
 $q=2 \text{ mol}$ ,  $w=1 \text{ mol}$ , siis  $M(Y)=7,03 \text{ g/mol}$ . Ei sobi.  
 $q=1 \text{ mol}$ ,  $w=2 \text{ mol}$ , siis  $M(Y)=28,11 \text{ g/mol}$ . **Räni**  
 $q=2 \text{ mol}$ ,  $w=3 \text{ mol}$ , siis  $M(Y)=21,08 \text{ g/mol}$ . Ei sobi.

**D valem on  $SiO_2$ .**

Ühendi B (valem  $YZ_4$ ) kindlakstegemine:

$$\%Y = \frac{1 \text{ mol} \cdot M(Si)}{1 \text{ mol} \cdot M(Si) + 4 \cdot M(Z)} \cdot 100\% = 100\% - 12,47\% = 87,53\%$$

$$0,1247 \cdot 1 \text{ mol} \cdot M(Si) = 0,8753 \cdot 4 \text{ mol} \cdot M(Z)$$

$$M(Z) = \frac{0,1247 \cdot 1 \text{ mol} \cdot M(Si)}{0,8753 \cdot 4 \text{ mol}} = \frac{0,1247 \cdot 1 \text{ mol} \cdot 28,09 \text{ g/mol}}{0,8753 \cdot 4 \text{ mol}} = 1,00 \text{ g/mol}$$

**Z- vesinik. Ühend B on  $SiH_4$ .**

Ühendi A valemi leidmine:

$$\%Mg = \frac{x \cdot M(Mg)}{x \cdot M(Mg) + y \cdot M(Si)} \cdot 100\% = 63,36\%$$

$$0,3664 \cdot x \cdot M(Mg) = 0,6336 \cdot y \cdot M(Si)$$

$$\frac{x}{y} = \frac{0,6336 \cdot M(Si)}{0,3664 \cdot M(Mg)} = \frac{0,6336 \cdot 28,09 \text{ g/mol}}{0,3664 \cdot 24,30 \text{ g/mol}} = 2$$

**Ühendi A valem on  $Mg_2Si$ .**

X- Mg, Y- Si, A-  $Mg_2Si$ , B-  $SiH_4$ , C-  $MgCl_2$ , D-  $SiO_2$ , E –  $H_2O$

- b) i)  $2Mg + Si = Mg_2Si$   
 ii)  $Mg_2Si + 4HCl = 2MgCl_2 + SiH_4$   
 iii)  $SiH_4 + 2O_2 = SiO_2 + 2H_2O$

c)

$$n(SiH_4) = \frac{V(SiH_4)}{V_m} = \frac{0,500 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3 / \text{mol}} = 0,0223 \text{ mol}$$

$$n(Mg) = 2 \cdot n(SiH_4)$$

$$n(Si) = n(SiH_4)$$

$$m(Mg) = n(Mg) \cdot M(Mg) = 0,0446 \text{ mol} \cdot 24,31 \text{ g/mol} = 1,08 \text{ g}$$

$$m(Si) = n(Si) \cdot M(Si) = 0,0223 \text{ mol} \cdot 28,10 \text{ g/mol} = 0,627 \text{ g}$$

d) Reaktsioonil vabanenud  $SiH_4$  reaktsioonil hapnikuga vabaneb soojushulk:

$$\Delta H = n(SiH_4) \cdot 1288 \text{ kJ/mol} = 0,0223 \text{ mol} \cdot 1288 \text{ kJ/mol} = 28,7 \text{ kJ}$$

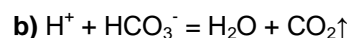
Sama soojushulk vabaneks grafiidi põlemisel, mille mass on:

$$m(C) = M(C) \cdot \frac{\Delta H}{393,5 \text{ kJ/mol}} = 12,0 \text{ g/mol} \cdot \frac{28,7 \text{ kJ}}{393,5 \text{ kJ/mol}} = 0,88 \text{ g} \approx 0,9 \text{ g}$$

2011/2012 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvoor ülesannete lahendused

10. klass

1. a)  $[H^+] = 10^{-1,8} = 0,0158... \approx 0,02 \text{ M}$



c) 
$$N = 80 \text{ ml} \cdot \frac{0,016 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{1000 \frac{\text{ml}}{\text{l}}} \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{1 \text{ mol}} \approx 8 \cdot 10^{20} \text{ molekuli}$$

d) i) Alla 7.

ii) Kuna happe kontsentratsioon on väga madal, tuleb arvutuses arvestada ka vee autoprotolüüsi. Laengu jäävuse seadusest lähtuvalt:

$$[H^+] = [Cl^-] + [OH^-]$$

Kloriidioonide kontsentratsioon on võrdne veele lisatava vesinikkloriidhappe kontsentratsiooniga, sest HCl dissotsieerub täielikult.

$$[Cl^-] = c_{HCl}, [OH^-] = K_w / [H^+], \text{ sest } [H^+][OH^-] = K_w$$

Seega saame need liikmed asendades võrrandi  $[H^+] = c_{HCl} + K_w / [H^+]$

Korrutades selle läbi  $[H^+]$ -ga ja viies kõik liikmed vasakule poole, saame järgmise ruutvõrrandi:

$$[H^+]^2 - c_{HCl} \cdot [H^+] - K_w = 0$$

Pannes arvud võrrandisse asemele, tuleb ruutvõrrandi lahenduseks  $[H^+] = 1,08 \cdot 10^{-7} \text{ M}$  ja seega **pH=6,97**

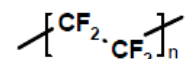
e) Valkude denatureerimine. See paljastab valkudes olevad peptiidsideemed neid lõhustavatele ensüümidele.

2. a)

- X - F, fluor
- A - F<sub>2</sub>, fluor
- B - O<sub>2</sub>, hapnik
- C - SiF<sub>4</sub>, ränitetetrafluoriid
- D - HF, vesinikfluoriidhape
- E - HOF, hüpofluorishape
- F - CaF<sub>2</sub>, kaltsiumfluoriid
- G - KHF<sub>2</sub>, kaaliumvesinikfluoriid

b)

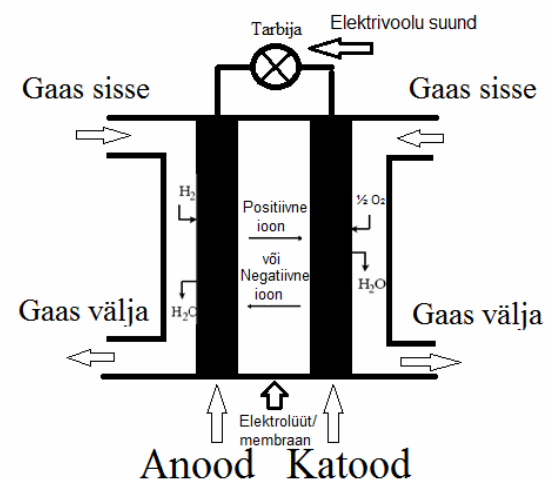
- 1)  $F_2 + H_2 \rightarrow 2HF$
  - 2)  $2F_2 + 2H_2O \rightarrow 4HF + O_2$
  - 3)  $SiO_2 + 2F_2 \rightarrow SiF_4 + O_2$
  - 4)  $F_2 + H_2O \rightarrow HOF + HF$
  - 5)  $2HOF \rightarrow 2HF + O_2$
  - 6)  $CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HF$
  - 7)  $KHF_2 \rightarrow KF + HF$
- c) Teflon ehk polütetrafluoroetüleen



3.

- a) Anood:  $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$   
 Katood:  $O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$

b)



c)  $A = N \cdot t = 20000 \cdot 2,5 \cdot 60 \cdot 60 = 1,8 \cdot 10^8 \text{ J}$

$$V = \frac{1,8 \cdot 10^8 \text{ J} \cdot 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}}{237,13 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3} \cdot 1000 \frac{\text{J}}{\text{kJ}}} = 17,0 \text{ m}^3$$

d) Ballooni kohta:

$$\%H = \frac{m(H_2)}{m(H_2) + m(\text{balloon})} \cdot 100\% = \frac{3,90}{3,90 + 85,9} \cdot 100\% = 4,34\%$$

$$V = \frac{mRT}{Mp} = \frac{3900 \text{ g} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 293,15 \text{ K} \cdot 1000 \frac{\text{dm}^3}{\text{m}^3}}{2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 700 \text{ bar} \cdot 100000 \frac{\text{Pa}}{\text{bar}}} = 67,2 \text{ dm}^3$$

Metallisulami kohta:

$$\%H = \frac{6,5 \cdot M(H)}{M(\text{LaNi}_5\text{H}_{6,5})} \cdot 100\% = 1,50\%$$

$$V = \frac{3,90 \text{ kg} \cdot 100\% \cdot 1000 \frac{\text{dm}^3}{\text{m}^3}}{1,495\% \cdot 6380 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 40,9 \text{ dm}^3$$

$$\text{e) } m(H_2) = \frac{17000 \text{ dm}^3 \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \cdot 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} = 1,53 \text{ kg}$$

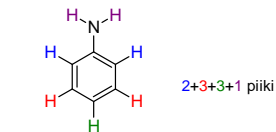
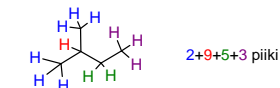
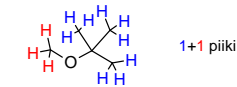
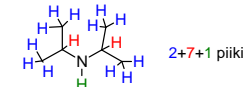
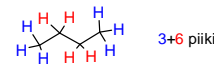
$$m(\text{sulam}) = \frac{17000 \text{ dm}^3}{22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} \cdot \frac{2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{1,495\%} \cdot \frac{100\%}{1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} + 5 \text{ kg} = 118 \text{ kg}$$

$$V(\text{sulam}) = \frac{1,533 \text{ kg} \cdot 100\% \cdot 1000 \frac{\text{dm}^3}{\text{m}^3}}{1,495\% \cdot 6380 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 16,1 \text{ dm}^3$$

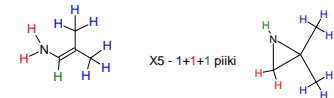
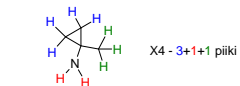
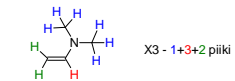
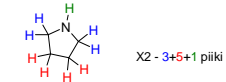
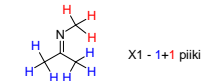
$$m(\text{balloon}) = 1,53 \text{ kg} + 85,9 \text{ kg} = 87,4 \text{ kg}$$

$$V(\text{balloon}) = \frac{mRT}{Mp} = \frac{1533 \text{ g} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 293,15 \text{ K} \cdot 1000 \frac{\text{dm}^3}{\text{m}^3}}{2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 700 \text{ bar} \cdot 100000 \frac{\text{Pa}}{\text{bar}}} = 26,4 \text{ dm}^3$$

4. a)



b)



5.

$$M = N_C \cdot 12 + N_N \cdot 14 + N_O \cdot 16 + N_H \cdot 1$$

$$\text{a) } M = \frac{N_C \cdot 12}{0,37} = \frac{N_N \cdot 14}{0,185} = \frac{N_O \cdot 16}{0,423} = \frac{N_H \cdot 1}{0,022}$$

$$N_C \cdot 32,4 = N_N \cdot 75,7 = N_O \cdot 37,8 = N_H \cdot 45,45$$

Jagada läbi väikseima korrutajaga (32,4):

$$N_C = N_N \cdot 2,34 = N_O \cdot 1,17 = N_H \cdot 1,40$$

Leida väikseim täisarvuline süsinike aatomite arv ( $N_C$ ) et võrrand kehtiks ning avaldada teiste elementide aatomite arvud:

$$N_C = 7 \text{ aatonit}$$

$$N_N = 3 \text{ aatomit}$$

$$N_O = 6 \text{ aatomit}$$

$$N_H = 5 \text{ aatomit}$$

$$\text{b) } M = \frac{N_C \cdot 12}{0,37} = 227 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

c)

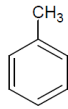
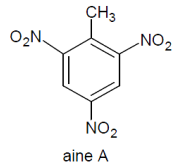
$$M(X) = 0,066 \cdot 227 \frac{g}{mol} = 15 \frac{g}{mol}$$

$$M(Y) = \frac{0,608 \cdot 227 \frac{g}{mol}}{3} = 46 \frac{g}{mol}$$

X – CH<sub>3</sub>, metüülrühm

Y – NO<sub>2</sub>, nitrorühm

d)



trinitrotolueen ehk TNT

6.a)

i) Kaaliumdikromaat - **K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>**,

kaaliumnitraat - **KNO<sub>3</sub>**

ii) Lahus on kollakasoranž

b) Et vett oli täpselt 100 g, siis kristalliseerus välja

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 56,7 \text{ g} - 12,6 \text{ g} = \mathbf{44,1 \text{ g}}$$

$$\text{c) i) } m(S) = 56,7 \text{ g} \cdot \frac{100\%}{90\%} = 63,0 \text{ g}$$

$$\text{p } m(\text{KNO}_3) = 56,7 \text{ g} \cdot \frac{100\%}{90\%} \cdot \frac{10\%}{100\%} = 6,30 \text{ g}$$

$$\text{d) } \%(\text{KNO}_3 \text{ segus P}) = (6,3 \text{ g}) / (6,3 \text{ g} + 12,6 \text{ g}) \cdot 100\% \approx 33,3 \%$$

$$\text{e) } 20 \text{ }^\circ\text{C } L(\text{KNO}_3) = 31,7 \text{ g}$$

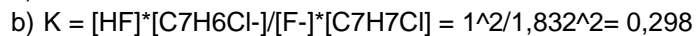
$$70 \text{ }^\circ\text{C } L(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 56,7 \text{ g}$$

$$\%(\text{KNO}_3) > \mathbf{35,9 \%$$

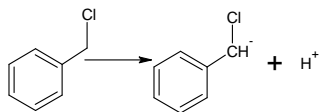
2011/2012 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvoo ülesannete lahendused

11. klass

1.



$\Delta\Delta G = -RT \ln K = 3 \text{ kJ/mol}$



c)

$\Delta_r G^\circ_5 = \Delta_r G^\circ_4 - \Delta\Delta G = 1527 \text{ kJ/mol}$

Bensüülkloriid on tugevam hape.

d) Suurema happelisuste vahe korral on tasakaalulises ionide segus tühine hulk ühtiooni ning ionide suhte määramatus muutub liialt suureks.

Kui  $\Delta\Delta G = 100 \text{ kJ/mol}$  siis  $\ln K = -40,36$ , moolsuhe  $1,72 \cdot 10^{-9} : 1$ .

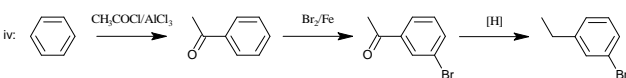
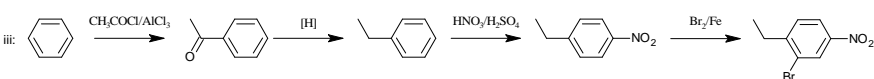
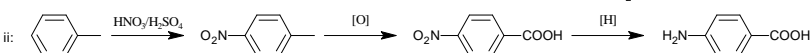
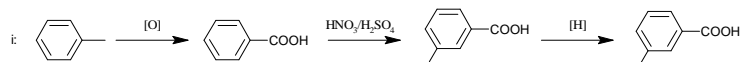
a) 2. i: 3-aminobensoehape

ii: 4-aminobensoehape

iii: 3-bromo-4-etüülnitrobenseen

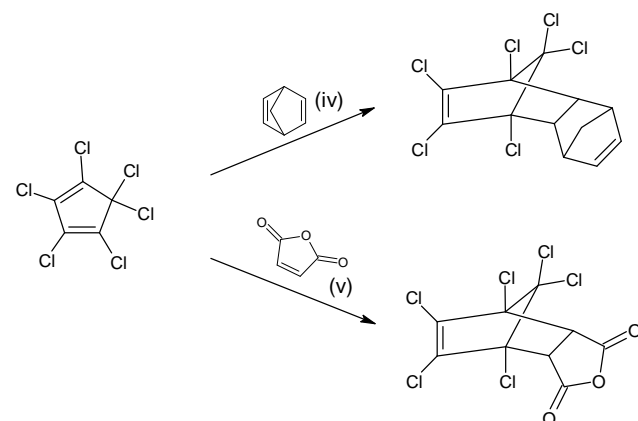
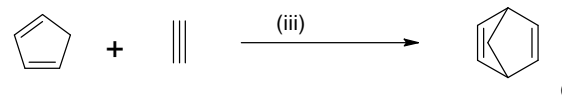
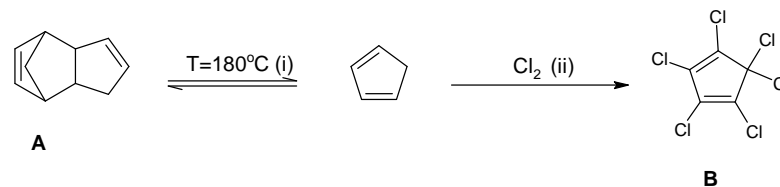
iv: 3-etüülbromobenseen

b)



c) Toluuen.

3.



4.

a) X Si

$M(\text{A}) = 28/0,152 = 184 \text{ Na}_4\text{SiO}_4$

$M(\text{Y}) = 12/0,238 = 50,5 \text{ CH}_3\text{Cl}$

b) I) B  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  ortoränihape

C  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  metaränihape

D  $\text{SiO}_2$  ränidioksiid, silikageel

E SiC ränikarbiid, karborund

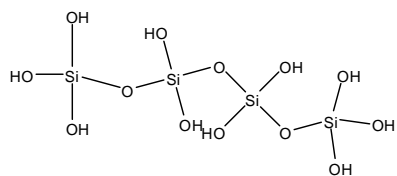
F  $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$  dimetüüldiklorosilaan

H HCl

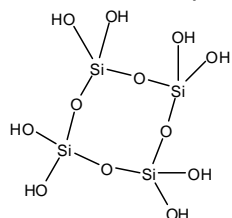
I  $\text{Cl}_2$

J  $\text{SiCl}_4$  ränitetrakloriid

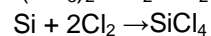
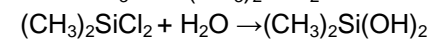
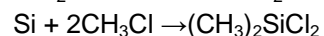
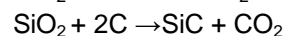
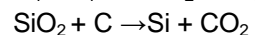
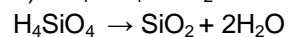
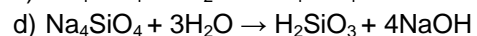
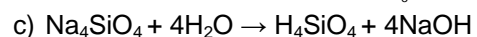
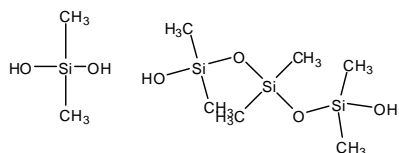
ii) tetraortoränihape  $\text{H}_{10}\text{Si}_4\text{O}_{13}$



tetrametaränihape  $H_8Si_4O_{12}$  ( $H_2SiO_3$ )<sub>4</sub>



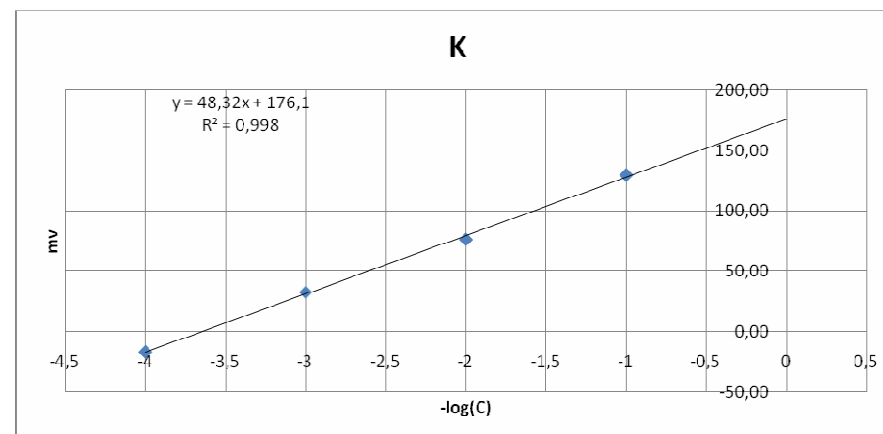
iii)  $(CH_3)_2Si(OH)_2$



5. a) Graafikult määratud tõus on **48 mv**

Nernsti võrrandist leitud tõus on:

$$S = \ln(10) \cdot \frac{8,314J}{K \cdot mol} \cdot 293K \cdot \frac{mol}{96483Q} \cdot 1000 \frac{mv}{V} = 58,1mV$$

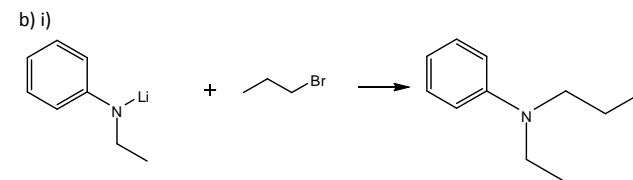
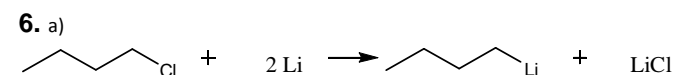


b)  $\log(c, \text{mineraalvesi}) = -3,5$  (graafikult)

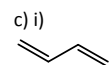
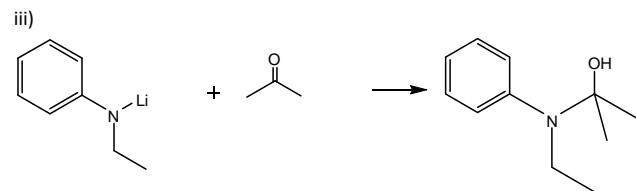
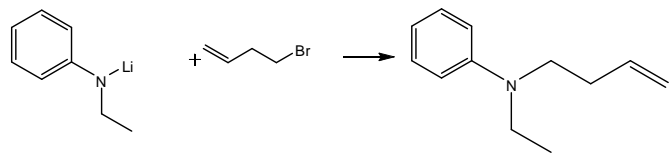
$$c(K^+, \text{mineraalvees}) = 10^{-3,5} \cdot 39,1 \frac{g}{mol} \cdot \frac{1000mg}{1g} = \mathbf{12,4 mg/l}$$

Mineraalvee kogus, milles sisaldub soovituslik kaaliumioonide päevane doos:

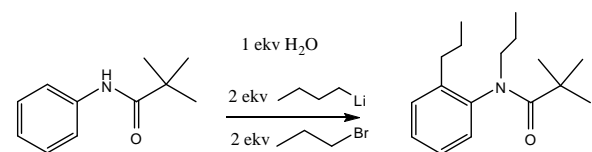
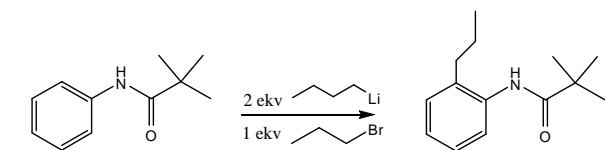
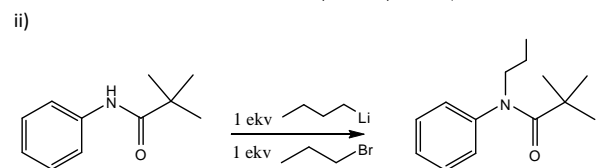
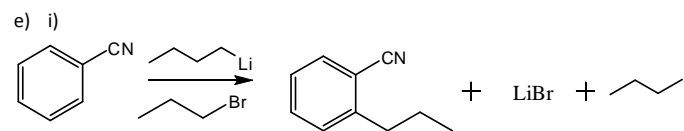
$$\frac{3800mg}{14 \frac{mg}{l}} = 282l$$



ii)



ii) tekib konjugeeritud  $\pi$ -süsteem

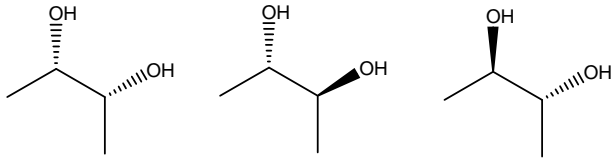


2011/2012 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru lahendused

12. klass

1

a)



(2R,3S)-butaan-2,3-diool (2S,3S)-butaan-2,3-diool (2R,3R)-butaan-2,3-diool

0,5 p iga joonis ja nimetus, kokku 3

b) i) saadakse segu SS ja RR isomeerist (1)

ii) Saadakse RS isomeer (1)

iii) Saadakse segu SS ja RR isomeerist (1)

iv) Saadakse kõik kolm isomeeri (1)

v) Saadakse segu RR ja RS isomeerist (1)

vi) Saadakse SS isomeer (2)

**kokku: 10p**

2

a) Veefaasi viimisel kontakti eetrifaasiga saame oblikhappe kontsentratsioonide jaotuse:  $C_{\text{eeter}} = K_P \cdot C_{\text{vesi}}$ .

Tegurdame võrrandi mõlemat poolt  $V_{\text{eeter}} \cdot V_{\text{vest}} \cdot M_{\text{oblikhappe}}$  saades:

$$C_{\text{eeter}} \cdot V_{\text{eeter}} \cdot V_{\text{vest}} \cdot M_{\text{oblikhappe}} = K_P \cdot C_{\text{vesi}} \cdot V_{\text{eeter}} \cdot V_{\text{vest}} \cdot M_{\text{oblikhappe}}$$

teades, et  $m = C \cdot V \cdot M$  saame:  $m_{\text{eetris}} = K_P \cdot m_{\text{vees}} \cdot \frac{V_{\text{eeter}}}{V_{\text{vest}}}$

Kuna  $V_{\text{eeter}} = V_{\text{vesi}}$  ja teades et oblikhapet oli esialgselt 40 g saame:

$$m_{\text{eetris}} = K_P \cdot (40,0 \text{ g} - m_{\text{eetris}})$$

kust:

$$m_{\text{eetris}} + 1,78 \cdot m_{\text{eetris}} = 1,78 \cdot 40,0 \text{ g} \Rightarrow m_{\text{eetris}} = \frac{40 \text{ g} \cdot 1,78}{2,78} = 25,6 \text{ g}$$

ii) Ekstraktsiooni saagis oli  $\frac{25,6 \text{ g}}{40 \text{ g}} = 64,0\%$  (2)

b) i) Arvutame igal ekstraktsioonil vette jääva oblikhappe massi kasutades ülesande eelnevas osas tuletatud valemit:

$$m_{\text{eetris}} = K_P \cdot m_{\text{vees}} \cdot \frac{V_{\text{eeter}}}{V_{\text{vesi}}}$$

Teades, et  $m_{\text{eetris}} = m_{\text{algsest}} - m_{\text{vees}}$  saame:

$$m_{\text{algsest}} - m_{\text{vees}} = K_P \cdot m_{\text{vees}} \cdot \frac{V_{\text{eeter}}}{V_{\text{vesi}}}$$

kust:

$$m_{\text{algsest}} = K_P \cdot m_{\text{vees}} \cdot \frac{V_{\text{eeter}}}{V_{\text{vesi}}} + m_{\text{vees}} \Rightarrow m_{\text{algsest}} = [m_{\text{vees}} (K_P \cdot \frac{V_{\text{eeter}}}{V_{\text{vesi}}} + 1)] \Rightarrow$$

$$m_{\text{algsest}} = m_{\text{vees}} \cdot \frac{K_P \cdot V_{\text{eeter}} + V_{\text{vesi}}}{V_{\text{vesi}}}$$

ja:

$$m_{\text{vees}} = m_{\text{algsest}} \cdot \frac{V_{\text{vesi}}}{K_P \cdot V_{\text{eeter}} + V_{\text{vesi}}}$$

Kui iga ekstraktsiooniga jääb oblikhappe kontsentratsiooniks vees:

$$m_{\text{n+1}}^{\text{vees}} = m_{\text{n}}^{\text{vees}} \cdot \frac{V_{\text{vesi}}}{K_P \cdot V_{\text{eeter}} + V_{\text{vesi}}}$$

$$m_{\text{n+2}}^{\text{vees}} = m_{\text{n+1}}^{\text{vees}} \cdot \frac{V_{\text{vest}}}{K_P \cdot V_{\text{eeter}} + V_{\text{vest}}} = m_{\text{n}}^{\text{vees}} \cdot \frac{V_{\text{vest}}}{K_P \cdot V_{\text{eeter}} + V_{\text{vest}}} \cdot \frac{V_{\text{vesi}}}{K_P \cdot V_{\text{eeter}} + V_{\text{vest}}}$$

Siis matemaatilise induktsiooni abil saame, et n ekstraheerimisega jääb lahusesse:

$$m_{\text{n}}^{\text{vees}} = m_{\text{algsest}} \cdot \left( \frac{V_{\text{vest}}}{K_P \cdot V_{\text{eeter}} + V_{\text{vesi}}} \right)^n$$

300 ml eetriga kolm korda ekstraheerides jääb oblikhapet vette:

$$m_{\text{vees}} = 40 \text{ g} \cdot \left( \frac{100 \text{ ml}}{1,78 \cdot 300 \text{ ml} + 100 \text{ ml}} \right)^3 = 11,1 \text{ g}$$

Saagis on:

$$\frac{40 \text{ g}}{40 \text{ g} - 11,1 \text{ g}} 100\% = 72,3\%$$

ii) ekstraheerida on kasulik pigem mitu korda väiksemate lahustiruumaladega kui ühe korra suure ruumalaga. (6)

c) Kasutame ülesande b osas tuletatud võrrandit, kus n on vajalike ekstraheerimiste arv:

$$m_n^{vees} = m_{algseis} \cdot \left( \frac{V_{vees}}{K_p \cdot V_{sester} + V_{vees}} \right)^n$$

99,9% oblikhappe eemaldamisel jääb alglahusesse:

$$m_n^{vees} = m_{algseis} - 0,999m_{algseis} = 10^{-3}m_{algseis}$$

Asendame:

$$10^{-3}m_{algseis} = m_{algseis} \cdot \left( \frac{10\text{ml}}{1,78 \cdot 25\text{ ml} + 10\text{ml}} \right)^n$$

Saades:

$$10^{-3} = \left( \frac{10\text{ml}}{1,78 \cdot 25\text{ ml} + 10\text{ml}} \right)^n \Rightarrow 10^{-3} = 0,6920^n \Rightarrow -3 = n \log_{10} 0,6920$$

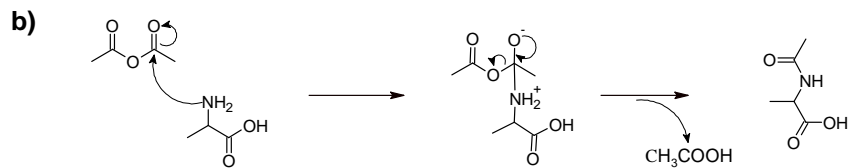
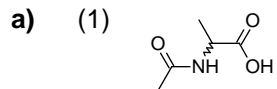
Kus vajalike ekstraheerimiste arv n:

$$n = \frac{-3}{\log_{10} 0,6920} = 18,76$$

Seega minimaalne ekstraheerimiste arv on 19 korda. (4)

(punktiarvestus sõltub väga palju lahendusest – mis osas tuletatakse üldvalem sisalduse arvutamiseks) **Kokku: 12p**

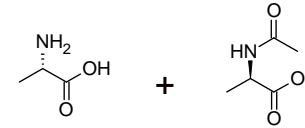
3.



Protoneeritud ning mitteprotoneeritud vormi vahel eksisteerib tasakaal ning reaktsioon toimub mitteprotoneeritud vormiga. (2+1)

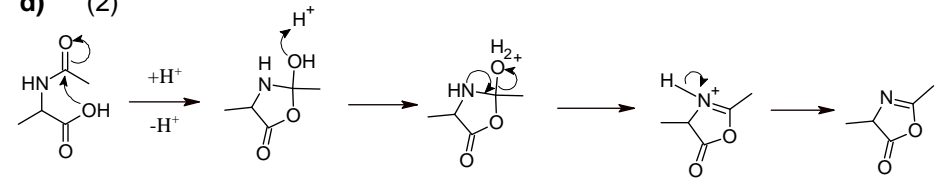
c) Ensüümid on enamasti väga suure stereoselektiivsusega ning kuna elusorganismides on valdavalt S-aminohapped (va Gly ja Cys), siis hüdrolüüsib ka antud isomeer kiiremini. (1) Ensüümid töötavad kõige paremini füsioloogilistes tingimustes – liiga kõrgel temperatuuril ensüüm (valk) denatureerub (laguneb) ning madalal temperatuuril ei ole aktiivne, samuti toimub denatureerumine äärmuslikes pH tingimustes. (0,5+0,5)

Tekivad: (2)



Eraldada saab neid näiteks väljakristallimisega, ekstraksiooniga (pH-l kus vaba aminorühm on protoneeritud, kuid amiidne mitte), erinevate kromatograafiliste meetoditega. (0,5 meetodi eest, maksimaalselt 1p)

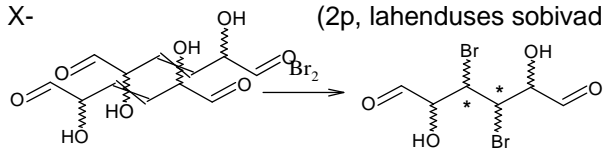
d) (2)



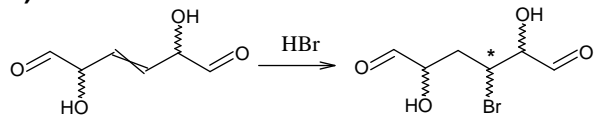
**kokku: 11p**

4

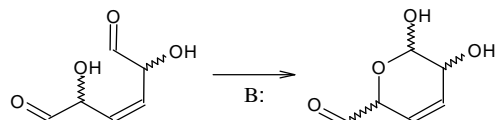
a) X- (2p, lahenduses sobivad kõik isomeerid)



b)



(3p, 1 punkt iga õige reaktsioonivõrrandi ja 0,5p ühendis tekkivate kiraalsete tsentrite tähistuse eest, sobivad kõik isomeerid)



c)

Reaktsiooni katalüüsivad alused.

(2p- 1 punkt õige reaktsioonivõrrandi ja 1p õige vastuse eest, sobivad kõik isomeerid)

Ainel **X** on 6 isomeeri ja ainel **Z** 8 isomeeri. (1p- 0,5 punkti õige isomeeride arvu eest)

**kokku: 8p**

5

a) i) (ooooo) ( )  $W=6!/(6!)=1$   
 (oooo) (o)  $W=6!/(5!1!)=6$   
 (ooo) (oo)  $W=6!/(4!2!)=15$   
 (oo) (ooo)  $W=6!/(3!3!)=20$  (2)

b) See on kõige tõenäolisem ning seega suurima entroopiaga seisund. (0,5)

c)

i) ...  
 4: \_\_\_\_\_ 4: \_\_\_\_\_  
 3: \_\_\_\_\_ 3: \_\_\_\_\_  
 2: o  $W=5!/(1!4!)=5$  2: o  $W=5!/(3!2!)=10$   
 1: \_\_\_\_\_ 1: oo  
 0: oooo 0: ooo

ii)

...  
 4: o 4: \_\_\_\_\_  
 3: \_\_\_\_\_ 3: o  
 2: \_\_\_\_\_  $W=5!/(4!1!)=5$  2: \_\_\_\_\_  $W=5!/(3!1!1!)=20$   
 1: \_\_\_\_\_ 1: o  
 0: oooo 0: ooo

...

4: \_\_\_\_\_  
 3: \_\_\_\_\_  
 2: o  $W=5!/(2!2!1!)=30$   
 1: oo  
 0: oo

...

4: \_\_\_\_\_ 4: \_\_\_\_\_  
 3: \_\_\_\_\_ 3: \_\_\_\_\_  
 2: oo  $W=5!/(3!2!)=10$  2: \_\_\_\_\_  $W=5!/(4!1!)=5$   
 1: \_\_\_\_\_ 1: oooo  
 0: ooo 0: o  
 (3,5)

iii) Suureneb (0,5)

d) Paisumisel gaasi ruumala suureneb – see tähendab, et L suureneb ja ja energiatasemete vaheline erinevus väheneb – kuna osakestel on võimalik täita

rohkem energeetilisi tasemeid, siis entroopia suureneb – analoogiat võib näha punktides b)i) ja b)ii). (1,5)

Märkus: punktis c) antud valemis ei ole  $n$  tegelikult täisarv, kuna  $n^2 = n_x^2 + n_y^2 + n_z^2$ , kus  $n_x$ ,  $n_y$ ,  $n_z$  - on täisarvud, mis vastavad osakese liikumise energiatele  $x$ ,  $y$  ja  $z$  suunas, seega  $n^2$  on alati täisarv, kuid  $n$  tavaliselt mitte.

Lahenduse loogikat see aga ei muuda.

**Kokku: 8p**

**6**

a) i)  $\text{NaAlH}_4$  sisaldab 7,5% vesinikku (0,5)

ii)  $\text{NaAlH}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 4\text{H}_2 \rightarrow m(\text{H}) = 8 \cdot 1.008 / 54.0 \cdot 100\text{g} = 14.9 \text{ g}$   
(1)

iii)  $\text{NaAl}[\text{OH}]_4$  -(kuuma vesilahuse jahutamine)->  $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaOH}$  (lahus) (1)

$\text{Al}(\text{OH})_3$  --(980 °C)->  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1)

$\text{Al}_2\text{O}_3$  --(sula  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  - 1000 °C, elektrolüüs)->  $\text{Al}$  (1)

$\text{NaOH}$  --(elektrolüüs)->  $\text{Na}$  (1)

$\text{Na} + \text{Al} + \text{H}_2$  --(rõhk, temperatuur)->  $\text{NaAlH}_4$  (1)

b) i)  $\text{NaAlH}_4 = 1/3 \text{Na}_3\text{AlH}_6 + 2/3 \text{Al} + \text{H}_2$  (1)

ii)  $1/3 \text{Na}_3\text{AlH}_6 = \text{NaH} + 1/3 \text{Al} + 1/2 \text{H}_2$  (1)

iii)  $\text{NaH} = \text{Na} + 1/2 \text{H}_2$  (1)

c) i) etanool, ii) isopropanool ja iii) 1-aminopropan (1,5)

**kokku: 11p**