

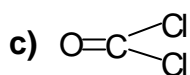
Keemia lahtise võistluse ülesannete lahendused

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

18. november 2000. a.

1. a) **X** – **CO**, vingugaas, **Q** – **Cl₂**, **Z** – **COCl₂**, fosgeen

b) **Z** on õhust raskem, sest **Q** on õhust raskem, **Z** molekulmass on aga **Q** omast suurem



d) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$. Raud redutseerub, süsinik oksüdeerub.

e) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$

f) C–H sideme puudumise tõttu võiks liigitada fosgeeni anorgaaniliste ühendite hulka.

2. a) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2\text{HCl} + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{NaCl}$

b) 0,100 mol/l · 0,0100 l c · 0,00830 l

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ Y 2HCl

$$c(\text{HCl}) = \frac{2}{1} \cdot 0,100 \text{ mol/l} \cdot 0,0100 \text{ l} \cdot \frac{1}{0,0830 \text{ l}} = \mathbf{0,241 \text{ mol/l}}$$

c) $M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 201,2 \text{ g/mol}$

$M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381 \text{ g/mol}$

Õpilane arvutas booraksilahuse kontsentratsiooni valesti.

Tehes 100 ml 0,100 M booraksilahust, peab kaaluma:

$n = c \cdot V = 0,100 \text{ mol/l} \cdot 0,100 \text{ l} = 0,0100 \text{ mol}$ booraksit, so

$0,0100 \text{ mol} \cdot 381 \text{ g/mol} = 3,81 \text{ g}$ booraksit. Õpilane aga kaalus 2,012 g. See võib olla põhjustatud sellest, et ta **jättis kristallvee arvestamata**, kuna $0,0100 \text{ mol} \cdot 201,2 \text{ g/mol} = 2,012 \text{ g}$.

d) Õige tulemus on võimalik välja arvutada. Piisab ainult õige kontsentratsiooni sisse panemisest esialgsetesse arvutustesse:

$$n(\text{booraks}) = 2,012 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{381,4 \text{ g}} = 0,005276 \text{ mol}$$

$$c(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 0,005276 \text{ mol} \cdot \frac{1}{0,100 \text{ l}} = 0,05276 \text{ mol/l}$$

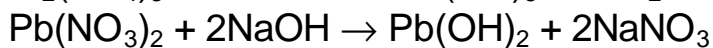
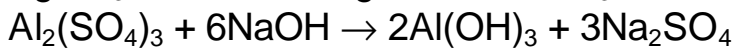
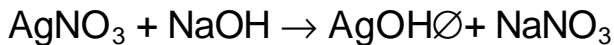
$$c(\text{HCl}) = \frac{2}{1} \cdot 0,05276 \text{ mol/l} \cdot 0,0100 \text{ l} \cdot \frac{1}{0,00830 \text{ l}} = \mathbf{0,127 \text{ mol/l}}$$

3. a) BaS – baariumsulfiid Al(NO₃)₃ – alumiiniumnitraat
 Ba(NO₃)₂ – baariumnitraat Al₂(SO₄)₃ – alumiiniumsulfaat
 BaI₂ – baariumjodiid AlI₃ – alumiiniumjodiid
 AgNO₃ – hõbenitraat Pb(NO₃)₂ – plii(II)nitraat

b) Võimalikes variantides esinevad sulfiid-, sulfaat-, hõbe- ja plii-ioonid üks kord. Järelikult võimalikuks neljaks soolaks on:

BaS, AgNO₃, Pb(NO₃)₂, Al₂(SO₄)₃

Viies sool peab olema jodiid (**BaI₂** või **AlI₃**). Et NaOH lahusega kahes katseklaasis sadet ei tekkinud, siis saab jodiidina esineda ainult **baarium**.



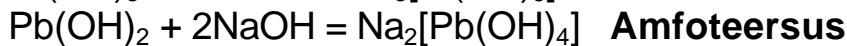
nr. 1 **BaI₂** või **BaS**

nr. 2 **AgNO₃**

nr. 3 **Al₂(SO₄)₃** või **Pb(NO₃)₂**

nr. 4 **BaS** või **BaI₂**

nr. 5 **Pb(NO₃)₂** või **Al₂(SO₄)₃**



4. a) $c(\text{NaOH}) = 9,800 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot 10,20 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1}{10,00 \text{ cm}^3} \cdot 10 = 0,09996 \sim$
 $\sim 0,1000 \text{ mol/dm}^3$

b) i) $c(\text{NaOH}) = 0,1000 \text{ mol/dm}^3 \cdot \frac{10,00}{100,0 + 0,03 \cdot 3} \cdot 10 = 0,0999 \text{ mol/dm}^3 \text{ (cm}^3$

taandub)

$$\%(\text{viga}) = \frac{0,0999 - 0,1000}{0,1000} \cdot 100 = \mathbf{-0,1}$$

ii) Tiitrimiseks kasutatavas koonilises kolvis olev vesi tulemusi ei mõjuta, sest lahjendamisel aine hulk (moolide arv) ei muutu.

iii) $c(\text{NaOH}) = 9,800 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot \frac{10,20 + 0,03 \cdot 2}{10,00} \cdot 10 = 0,1005 \text{ mol/dm}^3$

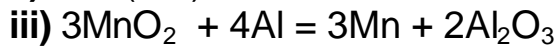
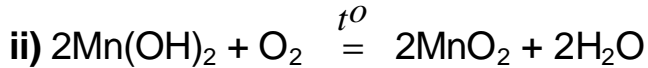
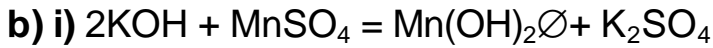
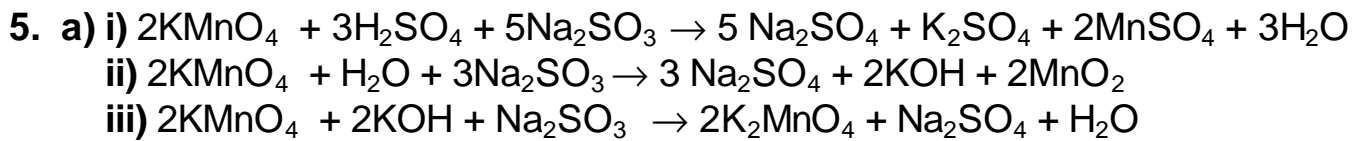
$$\%(\text{viga}) = \frac{0,1005 - 0,1000}{0,1000} \cdot 100 = \mathbf{+0,5}$$

iv) Juba segatud lahuses on kontsentratsioon ühtlustunud. Lahuse ruumala vähenemine tulemusi ei mõjuta, sest mõõdame kindla kontsentratsiooniga lahusest kindla ruumala.

v) $V(\text{HCl}) = 10,20 \text{ cm}^3 + 1,00 \text{ cm}^3 = 11,20 \text{ cm}^3$

$$c(\text{NaOH}) = 9,800 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot \frac{11,20}{10,00} \cdot 10 = 0,1098 \text{ mol/dm}^3$$

$$\%(\text{viga}) = \frac{0,1098 - 0,1000}{0,1000} \cdot 100 = 10$$



c)

A - KMnO_4 , kaaliumpermanganaat

B - Na_2SO_4 , naatriumsulfaat

C - K_2SO_4 , kaaliumsulfaat

D - MnSO_4 , mangaan(II)sulfaat

E - H_2O , vesi

F - MnO_2 , mangaandioksiid

G - KOH , kaaliumhüdroksiid

H - K_2MnO_4 , kaaliummanganaat

J - $\text{Mn}(\text{OH})_2$, mangaan(II)hüdroksiid

L - Al_2O_3 , alumiiniumoksiid

X - Mn , mangaan

6. Et 30% on 42% ja 18% keskmine, siis 42% lahust tuleb lahjendada sama massi 18% lahusega:

$$V(18\% \text{lahus}) = 135 \text{cm}^3 \cdot 1,449 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{cm}^3}{1,197 \text{g}} = 163,4 \text{cm}^3 \approx 163 \text{cm}^3$$

Sama tulemuse saab võrrandi

$$0,300 = \frac{135 \text{cm}^3 \cdot 1,449 \text{g/cm}^3 \cdot 0,420 + V(18\% \text{lahus}) \cdot 1,1979 \text{g/cm}^3 \cdot 0,180}{135 \text{cm}^3 \cdot 1,449 \text{g/cm}^3 + V(18\% \text{lahus}) \cdot 1,1979 \text{g/cm}^3}$$

lahendamisel:

$$58,68 + 0,3591 \cdot V(18\% \text{lahus}) \frac{1}{\text{cm}^3} = 82,16 + 0,2155 \cdot V(18\% \text{lahus}) \frac{1}{\text{cm}^3}$$

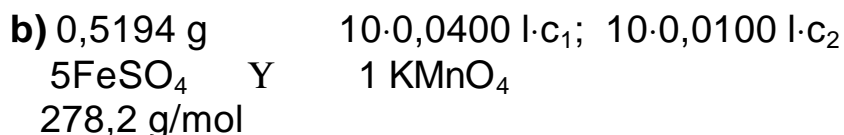
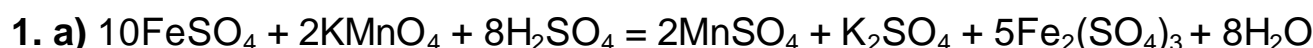
$$0,1436 \cdot V(18\% \text{lahus}) \frac{1}{\text{cm}^3} = 23,48$$

$$V(18\% \text{lahus}) = 163,5 \text{cm}^3 \sim 164 \text{cm}^3$$

Keemia lahtise võistluse ülesannete lahendused

Vanem rühm (9. ja 10. klass)

18. november 2000. a.



$$c_1(\text{KMnO}_4) = \frac{1}{5} \cdot 0,5194 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{278,2 \text{ g}} \cdot \frac{1}{10 \cdot 0,0400 \text{ l}} = 9,34 \cdot 10^{-4} \sim \mathbf{9,3 \times 10^{-4} \text{ mol/l}}$$

$$c_2(\text{KMnO}_4) = 4 \cdot 9,34 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} = \mathbf{3,73 \times 10^{-3} \text{ mol/l} \sim 3,7 \times 10^{-3} \text{ mol/l}}$$

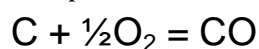
c) Raud(II)sulfaat-7-vesi, raudvitriol

d) Värvitu lahus muutub heleroosaks KMnO_4 lahuse tekke tõttu.

2. a) $\Delta H_{\text{tekke}}^0(\text{CO}_2) = -393 \text{ kJ/mol}$

$$\Delta H_{\text{tekke}}^0(\text{CO}_2) = \Delta H_{\text{põlem}}^0(\text{C})$$

$$\Delta H_{\text{põlem}}^0(\text{CO}) = -566 \text{ kJ/2 mol} = -283 \text{ kJ/mol}$$



$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{tekke}}^0(\text{CO}) &= \Delta H_{\text{põlem}}^0(\text{C}) - \Delta H_{\text{põlem}}^0(\text{CO}) = \\ &= -393 \text{ kJ/mol} - (-283) \text{ kJ/mol} = \mathbf{-110 \text{ kJ/mol}} \end{aligned}$$

b) $n(\text{grafiit}) = 1000 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12,0 \text{ g}} = 83,33 \text{ mol}$

$n(\text{CO}) \cdot 28 \text{ g/mol} = 4 \cdot [83,33 \text{ mol} - n(\text{CO})] \cdot 44,0 \text{ g/mol}$, sest CO mass on 4 korda CO_2 massist suurem.

$$n(\text{CO}) = 71,9 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = 11,4 \text{ mol}$$

c) $V_M = 22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \cdot \frac{298 \text{ K}}{273 \text{ K}} = 24,45 \text{ dm}^3/\text{mol}$

$$V(\text{CO}) = 71,9 \text{ mol} \cdot 24,45 \text{ dm}^3/\text{mol} \approx \mathbf{1760 \text{ dm}^3}$$

$$V(\text{CO}_2) = 11,4 \text{ mol} \cdot 24,45 \text{ dm}^3/\text{mol} \approx \mathbf{279 \text{ dm}^3}$$

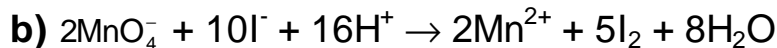
d) $DH^0 = 71,9 \text{ mol} \cdot (-110) \text{ kJ/mol} + 11,4 \text{ mol} \cdot (-393) \text{ kJ/mol} =$
 $= -7909 \text{ kJ} - 4480 \text{ kJ} \gg \mathbf{-12,4 \text{ MJ}}$

3. Kolb No 1

a) $n(\text{KMnO}_4) = 2 \text{ cm}^3 \cdot 0,02 \text{ mol/dm}^3 = 0,04 \text{ mmol}$

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 60 \text{ cm}^3 \cdot 3 \text{ mol/dm}^3 = 180 \text{ mmol}$

$$n(\text{KI}) = \frac{20 \text{ cm}^3 \cdot 1,1 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,1}{166 \text{ g/mol}} = 13,25 \text{ mmol}$$



c) $\text{I}_2 + \text{tärklis} \rightarrow \text{tumesinine kompleks} \rightarrow \text{lahus on musta värv}$

Kolb No 2

a) $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 3 \text{ cm}^3 \cdot 0,10 \text{ mol/dm}^3 = 0,3 \text{ mmol}$

$n(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ cm}^3 \cdot 5 \text{ mol/dm}^3 = 0,5 \text{ mmol}$

c) $\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{aluseline keskkond} \rightarrow \text{fenooltaleiin} - \text{punane}$

Kolb No 3

a) $n(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{MgSO}_4) = \frac{71 \text{ g}}{246,3 \text{ g/mol}} \cdot \frac{1}{2} = 144 \text{ mmol}$

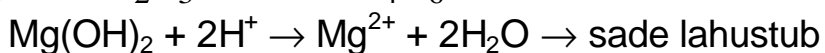
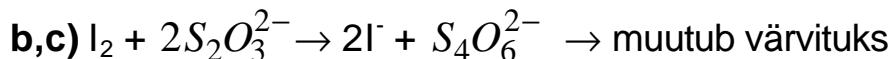
$n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 60 \text{ cm}^3 \cdot 5 \text{ mol/dm}^3 = 300 \text{ mmol}$



valge suspensioon \rightarrow valge sade

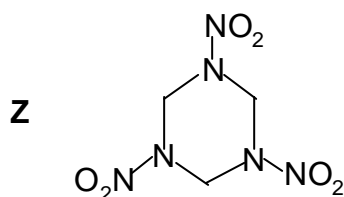
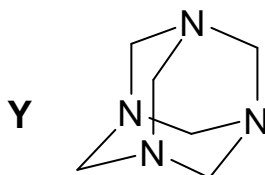
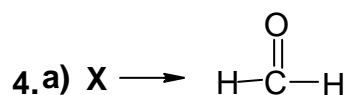
Keeduklaas

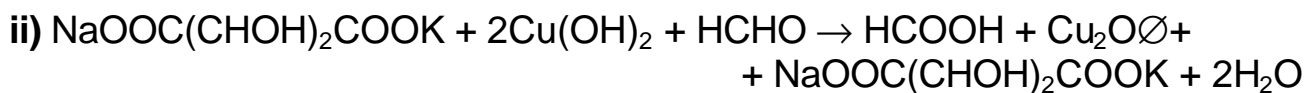
Üheaegsel kokkuvalamisel



Musta, punase ja valge (suspensioon) lahuse kokkuvalamisel

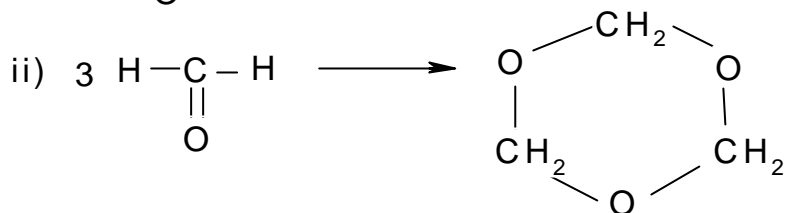
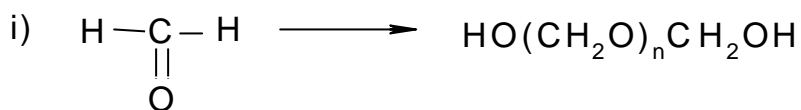
tekib värvitu lahus.



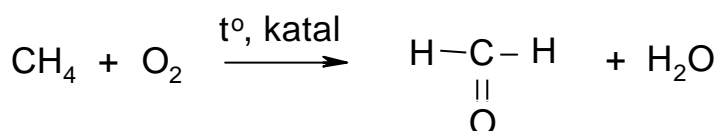
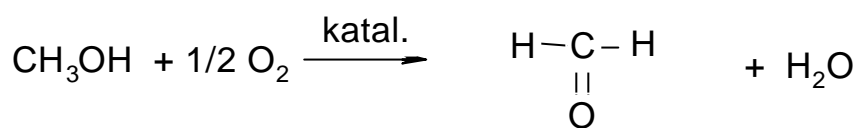


c) i) formaliin; ii) urotropiin.

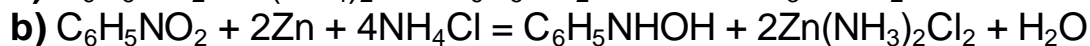
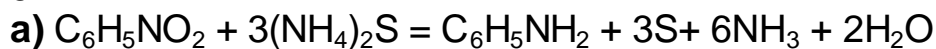
d)



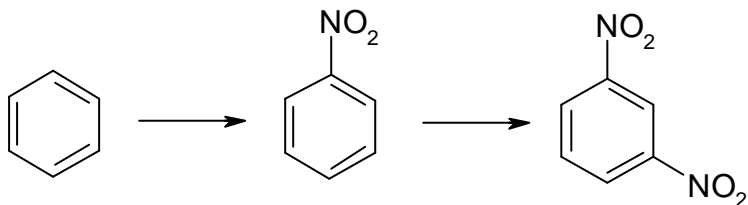
e)



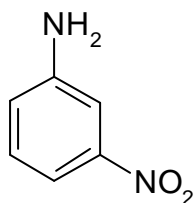
5.



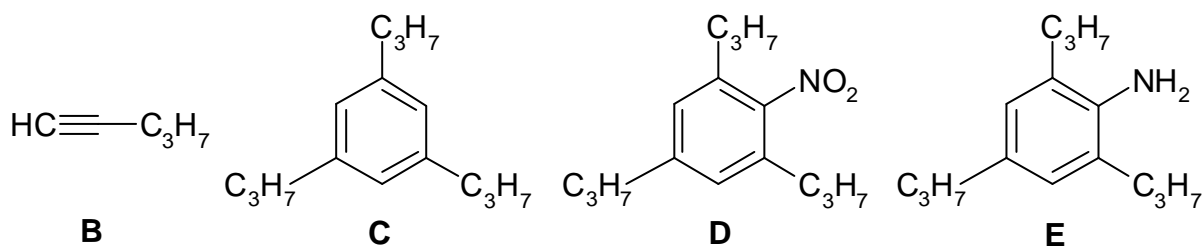
c) Benseeni nitreerimine:



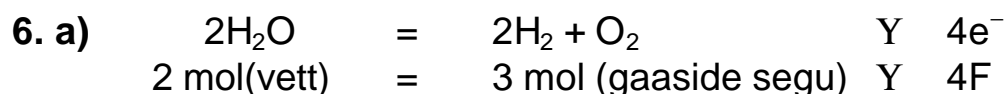
d) Ammooniumvesiniksulfiidiga redutseerimisel tekib m-nitroaniliin mis sisaldab 20.3% lämmastikku.



e) Konts. väävelhape juuresolekul alküünid trimeriseeruvad, andes 1,3,5-trialküülbenseeni.



f) 1,3,5-tripropüülbenseen sisaldab kolm +R rühma ja seetõttu omab olulist nukleofiilset iseloomu elektrofiilse asenduse reaktsioonidel. Tavaliste nitreerimise tingimuste kasutamisel areeni tuuma sisse läheb kaks kuni kolm nitrorühma ja mononitroderivaati ei õnnestu saada.



b) anum A:

$$0,935 \text{ g} \quad 5,00\text{A} \cdot 0,5\text{tundi} \cdot \frac{30 \text{ min}}{\text{tund}} \cdot \frac{60\text{s}}{\text{min}} = 9000 \text{ As}$$

$$\begin{array}{ccc} 2\text{H}_2\text{O} & \text{Y} & 4e^- \\ M & & 96500 \text{ As/mol} \end{array}$$

$$\frac{0,935 \text{ g}}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2}{4} \cdot 0,09326 \text{ mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,935 \text{ g} \cdot \frac{1}{0,09326 \text{ mol}} = 20,0 \text{ g/mol}$$

anum B:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,841 \text{ g} \cdot \frac{1}{0,09326 \text{ mol}} = 18,0 \text{ g/mol}$$

c) Kuna vee mass ning molaarmass pole teada, siis on otstarbekas koostada võrrand, mille mõlemad pooled väljendavad võrdseid masse.

anum A: $2 \text{ mol} \cdot M(\text{vesi}) = 3 \text{ mol} \cdot M(\text{gaaside segu})$

$$M(\text{vesi}) = 3 \text{ mol} \cdot 0,595 \text{ g/dm}^3 \cdot 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$M(\text{vesi}) = 3 \text{ mol} \cdot 0,595 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \cdot 22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \cdot \frac{1}{2 \text{ mol}} = 20,0 \text{ g/mol}$$

anum B:

$$M(\text{vesi}) = 3 \text{ mol} \cdot 0,536 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \cdot 22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \cdot \frac{1}{2 \text{ mol}} = 18,0 \text{ g/mol}$$

d) Et mõlema vee korral on reaktsioonis osalenud ainete hulgad samad, siis peab rasket vett rohkem kuluma ja raske vee elektrolüüsisaaduste segu on suurema tihedusega.