2000/2001 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused
9. klass

1. a) **i)** $V(\text{tilk vett}) = \frac{3{,}00\ \text{cm}^3}{110\ \text{tilka}} = 0{,}0273\ \text{cm}^3/\text{tilk} = 2{,}73\cdot10^{-2}\ \text{cm}^3/\text{tilk}$

ii) $m(H_2O) = \frac{2{,}73\cdot10^{-2}\ \text{cm}^3}{\text{tilk}} \cdot \frac{1{,}00\ \text{g}}{1\ \text{cm}^3} = 2{,}73\cdot10^{-2}\ \text{g/tilk}$

iii) $n(H_2O) = \frac{2{,}73\cdot10^{-2}\ \text{cm}^3}{\text{tilk}} \cdot \frac{1\ \text{mol}}{18{,}0\ \text{g}} = 1{,}52\cdot10^{-3}\ \text{mol/tilk}$

iv) $N(H_2O) = \frac{1{,}52\cdot10^{-3}\ \text{mol}}{\text{tilk}} \cdot \frac{6{,}02\cdot10^{23}\ \text{molekuli}}{mol} = 9{,}15\cdot10^{20}\ \text{molekuli/tilk}$

b) Molaarne kontsentratsioon defineeritakse moolide arvuna ühes kuupdetsimeetris $c = \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Dimensiooni $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ lühendiks on M.

c(H_2O) $= \frac{1{,}52\cdot10^{-3}\ \text{mol}}{\text{tilk}} \cdot \frac{1\ \text{tilk}}{2{,}73\cdot10^{-2}\ \text{cm}^3} \cdot \frac{10^3\ \text{cm}^3}{\text{dm}^3} = 55{,}7\ \text{mol/dm}^3 =$ **55,7 M**

c) l(H_2O) $= \frac{9{,}15\cdot10^{20}\ \text{molekuli}}{tilk} \cdot \frac{1{,}50\ \text{Å}}{molekul} \cdot \frac{1\ \text{m}}{10^{10}\ \text{Å}} \cdot \frac{1\ \text{km}}{10^3\ \text{m}} = 1{,}37\cdot10^8\ \text{km} =$ **137 milj.km**

2. a) **i)** $m(C) = 45\ \text{g} \cdot 0{,}15 \cdot 0{,}80 = 5{,}4\ \text{g}$

ii) $\%(C) = \frac{5{,}4}{45} \cdot 100 = 12$

b) $2KNO_3 + 3C + S = K_2S + 3CO_2 + N_2$

c) **i)** $C + O_2 = CO_2$

15 g m

C ⇔ O_2

12 g/mol 32 g/mol

$m(O_2,\text{vaja}) = \frac{1}{1} \cdot 15\ \text{g} \cdot \frac{1\ \text{mol}}{12\ \text{g}} \cdot 32\ \text{g/mol} = 40\ \text{g}$

75 g m

$2KNO_3$ ⇔ $3O_2$

101 g/mol 32 g/mol

$m(O_2,\text{saadakse}) = \frac{3}{2} \cdot 75\ \text{g} \cdot \frac{1\ \text{mol}}{101\ \text{g}} \cdot 32\ \text{g/mol} = 35{,}6 \approx 36\ \text{g}$

Hapnikku ei jätku, osa süsinikust jäi põlemata.

ii) $2K + S = K_2S$

10 g

$2K \Leftrightarrow S$

39 g/mol *32 g/mol*

$m(K,vaja) = \frac{2}{1} \cdot 10\ g \cdot \frac{1\ mol}{32\ g} \cdot \frac{39\ g}{mol} = 24{,}3\ g \approx 24\ g$

75 g *m*

$KNO_3 \Leftrightarrow K$

101 g/mol *39 g*

$m(K,saadakse) = \frac{1}{1} \cdot 75\ g \cdot \frac{1\ mol}{101\ g} \cdot 39\ g/mol = 29\ g$

Kogu väävel reageerib ära.

3. a) i) **Q** – H, vesinik (element)

ii) **A** – H_2O, vesi

B – H_2O_2, vesinikperoksiid

C – KOH, kaaliumhüdroksiid

D – NaOH, naatriumhüdroksiid

X – H_2, vesinik (lihtaine)

Y – O_2, hapnik

Z – I_2, jood

b) i) $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

X Y A

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

A

iii) $H_2O + SO_3 = H_2SO_4$

A

iv) $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$

D A

v) $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$

D A

c) i) $\overset{-I}{2H_2O_2} \xrightarrow{MnO_2} \overset{0}{O_2} + \overset{-II}{H_2O}$

B Y A

I 0 0 I

ii) $2H_2O + 2Na = H_2 + 2NaOH$

A X D

-I -I 0 -II

iii) $H_2O_2 + 2KI = I_2 + 2KOH$

B Z C

4. a) **A** – CO_2, süsinikdioksiid
B – H_2O, vesi
C – N_2, lämmastik
D – MgO, magneesiumoksiid
Et oksiid on kaheaatomiline, siis oksiidi moodustava elemendi aatommass on 40,3 - 16 = 24,3. Selline aatommass on magneesiumil.

b) $n(C) = n(CO_2) = 2420\ g \cdot \frac{1\ mol}{44,0\ g} = 55\ mol$

$n(H) = 2n(H_2O) = 2 \cdot 648\ g \cdot \frac{1\ mol}{18,0\ g} = 72\ mol$

$n(N) = 2n(N_2) = 2 \cdot 44,8\ dm^3 \cdot \frac{1\ mol}{22,4\ dm^3} = 4\ mol$

$n(Mg) = n(MgO) = 40,3\ g \cdot \frac{1\ mol}{40,3\ g} = 1\ mol$

c) M(klorofüll,arvutuslik) = (55 mol·12,0 g/mol + 72 mol · 1,0 g/mol +
+ 4 mol ·14,0 g/mol + 1 mol·24,3 g/mol) $\cdot \frac{1}{mol}$ = 812,3 g/mol ≈ 812 g/mol
M(klorofüll,tegelik)-M(klorofüll,arvutuslik) = (892 - 812) g/mol = 80 g/mol
n(O,arvutuslik) = (2 · 55 + 0,5 · 72 + 1· 1) mol = 147 mol
n(O,tegelik) = 2 · 71 mol = 142 mol, järelikult klorofülli molekulis on 5 mooli hapnikku.
Klorofülli molekuli brutovalem on **$C_{55}H_{72}N_4O_5Mg$**

5. a) Ühendis **E** on 6 fluoriidi iooni ja 3 naatriumi iooni. Seal võib veel olla kas üks kolmelaenguline katioon või kolm ühelaengulist katiooni.

$M(X^{3+}) = (3\ mol \cdot 23,0\ g/mol + 6\ mol \cdot 19,0\ g/mol) \cdot \frac{1}{mol} \cdot \frac{1}{0,871} \cdot 0,129 = 27,1\ g/mol$

$M(X^+) = 27,1\ g/mol \cdot \frac{1}{3} = 9,0\ g/mol$

X^{3+} – Al^{3+} sobib
X^+ – Be^+ ei sobi nii omaduste kui valentsi tõttu

b) Elementi Al toodetakse sulatatud Al_2O_3 redutseerimisega elektrolüüsi teel.

c) **i)** korund
ii) abrasiivmaterjalina

d) **i)** $4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$
X **B**

ii) $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$
X **C**

iii) $AlCl_3 + 3NaOH = Al(OH)_3\downarrow + 3NaCl$
C **D**

iv) $2Al(OH)_3 \xrightarrow{^{\circ}t} Al_2O_3 + 3H_2O\uparrow$
D **A**

e) **A** – Al_2O_3, alumiiniumoksiid
C – $AlCl_3$, alumiiniumkloriid
D – $Al(OH)_3$, alumiiniumhüdroksiid
E – Na_3AlF_6, krüoliit, naatriumheksafluoroaluminaat

6. **a)** Kui aine protsendiline sisaldus segus ületab aine protsendilise sisalduse küllastunud lahuses, siis osa ainest jääb lahustumata ja moodustunud lahuses vastab aine protsendiline sisaldus küllastunud lahuses olevale aine protsendilisele sisaldusele.

$\%(KNO_3, 10^{o}C, \text{küllastunud lahus}) = \frac{20,9}{100 + 20,9} \cdot 100 = 17,3$

$\%(KNO_3, \text{segus}) = \frac{200,0 \cdot 0,150 + 50,0}{200,0 + 50,0} \cdot 100 = 32,0$

$\%(KNO_3$, moodustunud lahus) = 17,3

b) $m(H_2O, \text{alglahus}) = 200,0\ g \cdot 0,850 = 17\underline{0}\ g$

$m(KNO_3$ lahus, $10^{o}C)$ $= 17\underline{0}\ g\ (\text{vesi}) \cdot \frac{120,9\ g\ (\text{lahus})}{100\ g\ (\text{vesi})} = 205,53\ g \approx$ **206 g**

2000/2001 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused
10. klass

1. a) i) $K_2SO_4 + Ba(NO_3)_2 = 2KNO_3 + BaSO_4\downarrow$

ii) 60 °C juures on KNO_3 lahustuvus suurem kui lahuses olev KNO_3 mass, mistõttu lahustumatuks aineks on ainult $BaSO_4$.

b) i) **$BaSO_4$**

ii) 380 g·0,185 m

$K_2SO_4 \Leftrightarrow BaSO_4$

174 g/mol 233 g/mol

m($BaSO_4$) = $\frac{1}{1} \cdot 380\ \text{g} \cdot 0{,}185 \cdot \frac{1\ \text{mol}}{174\ \text{g}} \cdot 233\ \text{g/mol}$ = **94,1 g**

c) i) 380 g·0,185 m

$K_2SO_4 \Leftrightarrow 2KNO_3$

174 g/mol 101 g/mol

m(KNO_3,enne) = $\frac{2}{1} \cdot 380\ \text{g} \cdot 0{,}185 \cdot \frac{1\ \text{mol}}{174\ \text{g}} \cdot 101\ \text{g/mol}$ = **81,6 g**

ii) m(H_2O) = 380,0 g · 0,815 = 309,7 g

m(KNO_3,pärast) = $309{,}7\ \text{g} \cdot \frac{20{,}9}{100}$ = **64,7 g**

d) i) m(KNO_3, kristalliseerus) = 81,6 g - 64,7 g = **16,9 g**

ii) m(lahus,enne) = 309,7 g + 81,6 g = **391,3 g**

2. a) **A** – H_2O, vesi

B – SO_3, vääveltrioksiid

C – Hg, elavhõbe

D – H_2SO_4, väävelhape

E – Hg_2SO_4, elavhõbe(I)sulfaat

F – SO_2, vääveldioksiid

b) i) $H_2O + SO_3 = H_2SO_4$

A B D

ii) m(H_2SO_4) = 0,0240 mol · 98,1 g/mol = 2,3544 g

m(H_2O,lõpus) = (0,0556 - 0,0240) mol ·18,09 g/mol = 0,5716g

%(H_2SO_4) = $\frac{2{,}3544}{2{,}9260} \cdot 100 =$ **80,5**

c) i) n(Hg,reageerinud) = 0,0672 mol·0,357 = 0,02399 ≈ **0,0240 mol**

n(SO_3) = 0,0240 mol

n(H_2SO_4) = 0,0240 mol

n(sool E) = 0,0120 mol

n(SO_2) = 0,0120 mol

Seega peab moodustunud sool olema **Hg_2SO_4**

ii) $2H_2SO_4 + 2Hg = Hg_2SO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$
D C E F

d) n(H_2O,lõpus) = [(0,0556 - 0,0240) + $\frac{2}{2}\cdot 0{,}0240$] mol = **0,0556 mol**
reageerimata reaktsioonil c) ii)

e) i) Vee reaktsioonil vääveltrioksiidiga vabaneb suur hulk energiat, mis tõstab reaktsioonisegu temperatuuri ja seega geomeetrilises progressioonis ka reaktsiooni kiirust.
ii) Elavhõbeda liia korral moodustuvad Hg(I)ühendid.

3. a) $n(Fe) = 34{,}85\ g \cdot \frac{1\ mol}{55{,}85\ g} = 0{,}624\ mol$

$n(S) = 13{,}34\ g \cdot \frac{1\ mol}{32{,}08\ g} = 0{,}417\ mol$

$n(H) = 1{,}89\ g \cdot \frac{1\ mol}{1{,}008\ g} = 0{,}1875\ mol$

$n(O) = 49{,}92\ g \cdot \frac{1\ mol}{16{,}0\ g} = 3{,}12\ mol$

Jagades väikseima hulgaga (0,417 mol) saame suhte
n(Fe) : n(S) : n(H) : n(O) = 1,5 : 1 : 4,5 : 7,5
Korrutades kahega saame 3 : 2 : 9 : 15
$Fe_3S_2H_9O_{15}$

b) Kui mineraalis on väävli o.a. VI, siis
o.a.(Fe) = [2·6+9·1+15·(-2)]:3 = **III**
Väävli oksüdatsiooniastmed IV ja -II annaksid rauale ebatavalised oksüdatsiooniastmed.

c) $(H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$
1 +9 -4 -6 = 0

d) H_3O^+ – hüdroksooniumioon, oksooniumioon

4. a) M{$[Ca_5(PO_4)_3]^-$} = 485 g/mol

$M(\mathbf{X}) = 485\ g/mol \cdot \frac{3{,}77}{96{,}23} = 19{,}0\ g/mol$

X – F, fluor

b) i) $2F_2 + 2H_2O = 4HF + O_2$
X B Y
ii) $2F_2 + SiO_2 = SiF_4 + O_2$
X A Y
iii) $2F_2 + Si = SiF_4$
X A

iv) $F_2 + H_2 = 2HF$
X **B**

v) $3SiF_4 + 4H_2O = H_4SiO_4 + 2H_2SiF_6$
A **C**

vi) $H_2SiF_6 = SiF_4 + 2HF$
C **A** **B**

c) **X** – F_2, fluor
Y – O_2, hapnik
A – SiF_4, räänifluoriid
B – HF, vesinikfluoriid
C – H_2SiF_6, heksafluororäänihape

5. a) Et gaaside segu süütamisel moodustusid gaasid, mis absorbeerumisel annavad ainult ühe aine, siis üheks lähtegaasiks peab olema hapnik ja teiseks gaasiks madalama oksüdatsiooniastmega oksiid, mis oksüdeerub kõrgema oksüdatsiooniastmega oksiidiks – kolmas gaas. Süsivesinikud on välistatud, sest vett ei moodustunud. Välistatud on nii NO kui ka SO_2, sest lõppsegu oli värvitu ja SO_2 oksüdeerub ainult katalüsaatori juuresolekul. Sobivateks aineteks on CO ja CO_2.

Lähtesegus võivad olla **O_2, CO** ja **CO_2**;
lõppsegus kas **CO_2** ja **CO** või **CO_2** ja **O_2**.

b) i) $2CO + O_2 = 2CO_2$
ii) $CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$

c) **i)** Reaktsioonivõrrandi b)i) alusel võrdub moodustunud CO_2 ruumala reaktsiooni astunud CO ruumalaga. Ülesande tingimuste kohaselt V(CO_2,saadusgaasides) viitab NaOH lahuse massi juurdekasvule.

$$V(CO_2,\text{saadusgaasides}) = 1{,}375\ \text{g} \cdot \frac{1\ \text{mol}}{44{,}0\ \text{g}} \cdot 22{,}4\ \text{dm}^3/\text{mol} = 0{,}700\ \text{dm}^3$$

Koguruumala muutus võrdub reaktsiooni astunud hapniku ruumalaga (0,100 dm^3). Reaktsioonis osales seega $\frac{2}{1} \cdot 0{,}100\ \text{dm}^3 = 0{,}200\ \text{dm}^3$ süsinikmonooksiidi ja teada on ainult lähtesegus ja lõppsegus olev CO_2 ruumala.

$V(CO_2,\text{ lähtesegus}) = 0{,}700\ \text{dm}^3 - 0{,}200\ \text{dm}^3 = 0{,}500\ \text{dm}^3$
$V(CO_2,\text{lõppsegus}) = 0{,}700\ \text{dm}^3$

Hapniku ja süsinikmonooksiidi ruumalad lähtesegus võivad omada kahesugust väärtust, millest tingituna on lõppsegu kahe erineva koostisega.

i) *Lähtesegu*

Variant **A**	Variant **B**
$V(CO_2) = 0{,}500\ \text{dm}^3$	$V(CO_2) = 0{,}500\ \text{dm}^3$
$V(CO) = 0{,}200\ \text{dm}^3$	$V(CO) = 0{,}400\ \text{dm}^3$
$V(O_2) = 0{,}300\ \text{dm}^3$	$V(O_2) = 0{,}100\ \text{dm}^3$

ii) *Lõppsegu*

$V(CO_2) = 0{,}700\ dm^3$ $V(CO_2) = 0{,}700\ dm^3$

$V(O_2) = 0{,}200\ dm^3$ $V(CO) = 0{,}200\ dm^3$

d) $\mathbf{M(A)} = \frac{0{,}7}{0{,}9} \cdot 44{,}0\ g/mol + \frac{0{,}2}{0{,}9} \cdot 32{,}0\ g/mol$ **= 41,4 g/mol**

$\mathbf{M(B)} = \frac{0{,}7}{0{,}9} \cdot 44{,}0\ g/mol + \frac{0{,}2}{0{,}9} \cdot 28{,}0\ g/mol$ **= 40,4 g/mol**

6. a) Aine **D** on rombiline väävel (S_8); kui vedel väävel jahtub aeglaselt, siis moodustub aine **E** – monokliinne väävel (S_8); kui vedel väävel valada vette, siis moodustub aine **F** – plastiline väävel (S_n).

b) i) **G** + 2HCl = GCl_2 + H_2 (inertses atmosfääris tekib madalama oksüdatsiooniastmega ühend)

ii) 2,00 g 803 cm^3

G ÷ H_2

M 22,4 dm^3/mol

$$2{,}00\ g = \frac{1}{1} \cdot 0{,}803\ dm^3 \cdot \frac{1\ mol}{22{,}4\ dm^3} \cdot M(G)$$

$$M(G) = 2{,}00\ g \cdot \frac{1}{0{,}803\ dm^3} \cdot \frac{22{,}4\ dm^3}{1\ mol} = 55{,}8\ g/mol$$

G – Fe, raud

iii) **A** – FeS, raud(II)sulfiid

c) i) FeS + 2HCl = $FeCl_2$ + H_2S

A, raudsulfiid **B**, divesiniksulfiid

ii) $2H_2S + 3O_2 = 2H_2O + 2SO_2$

B **C**, vääveldioksiid

iii) vesilahuses

$2H_2S + H_2SO_3 = 2\ H_2O + 3S$

B **C** **D**

iv) gaasifaasis

$2H_2S + SO_2 = 2\ H_2O + 3S$

veeaur vedel

v) $S + H_2 = H_2S\uparrow$

D **B**

vi) $S + O_2 = SO_2\uparrow$

C

vii) $2S + C = CS_2$

diväävelsüsinik

2000/2001 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused
11. klass

1. a) i) **X** + Pb^{2+} = X^{2+} + Pb↓

ii) ii) **X** + Cu^{2+} = X^{2+} + Cu↓

b) M(Pb) = 207,29 g/mol ja M(Cu) = 63,5 g/mol; M(X) – metalli molaarmass, m – metallplaadi mass, n – reaktsiooni astunud metalli ja ioonide hulk.

Lahuses 1 Δm_1=207,2 g/mol·n-M(X)·n; [207,2 g/mol·n-M(X)·n]/m=0,190

Lahuses 2 Δm_2=M(X)·n-63,5 g/mol·n; [M(X)·n-63,5 g/mol·n]/m=0,098

207,2 g/mol - M(X) = 0,190 m/n (I)

M(X) - 63,5 g/mol = 0,098m/n (II)

Liites (I) ja (II) saame

143,7 g/mol = 0,288 m/n, millest m/n = 498,9 g/mol

Asetame saadud tulemuse võrrandisse I saame

M(X) = 207,2 g/mol - 0,190·498,9 g/mol = 112 g/mol

X – Cd, kaadmium

c) 3600 s·1,000 A 2,097 g

$2e^-$ ⇔ **X**

96485 m

$$2{,}097\ \text{g} = \frac{1}{2}\cdot 3600\ \text{s}\cdot 1{,}000\ \text{A}\cdot\frac{1\ \text{mol}}{96485\ \text{A}\cdot\text{s}}\cdot M(X)$$

$$M(X) = 2{,}097\ \text{g}\cdot 2\cdot 96485\ \text{A}\cdot\text{s}\cdot\frac{1}{\text{mol}}\cdot\frac{1}{3600\ \text{A}\cdot\text{s}} = \mathbf{112{,}4\ g/mol}$$

d) Cd + H_2SO_4 (lahj.)= $CdSO_4$ + H_2 (elektrolüüdi saamiseks)

anoodil Cd = Cd^{2+} + $2e^-$

katoodil Cd^{2+} + $2e^-$ = Cd

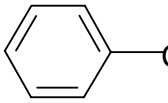
Elektroodideks on Cd plaadid.

2. a) i) Ühend **C** on kahte fenüülrühma sisaldav ester.

ii) $C_{15}H_{14}O_2$ + NaOH = $C_7H_5O_2Na$ + C_8H_9OH

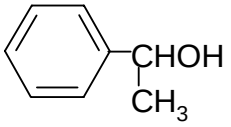
C **D** **A**

b) Ühend **B** peab olema fenüülrühma (C_6H_5–) ja karboksüülrühma (–COOH) sisaldav hape, sest ta saadi ühendi **A** oksüdeerimisel ja ühend **D** on ühendi **A** sool

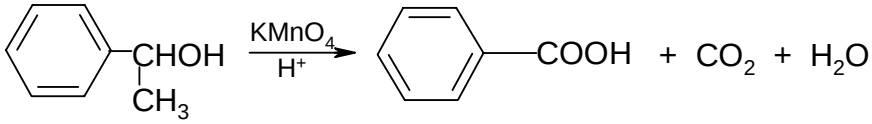


COOH ühend **B**

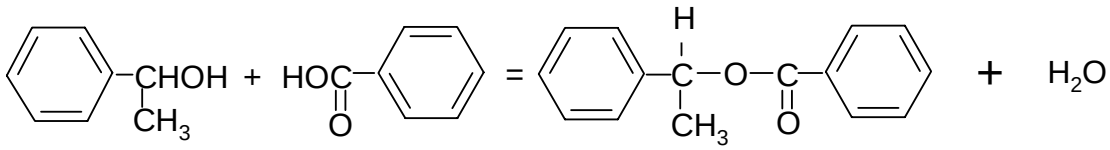
Ühend **A** on fenüülrühma (C_6H_5–) ja metüülrühma (CH_3–) sisaldav sekundaarne alkohol (>CHOH) C_8H_9OH. 1–metüül-1–fenüülmetanool on optiliselt aktiivne, sest üks süsinikest on seotud nii vesiniku, hapniku, metüül– kui ka fenüülrühmaga. Rühma [–$CH(CH_3)OH$] molaarmass on karbonüülrühma (–COOH) molaarmassiga võrdne.



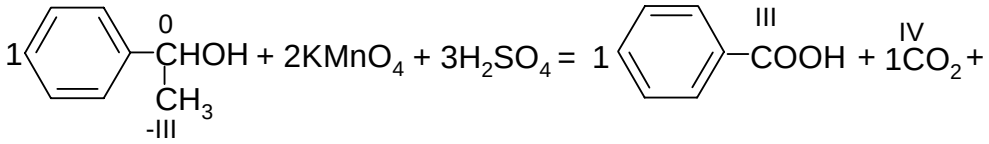
ühend **A**

c) i)


A **B**

ii)


A **B** **C**

d)


$+ 1K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5H_2O$

$0 \quad III$
$C - 3e^- = C$ ⎫
$-III \quad IV$ ⎬ -10 1
$C - 7e^- = C$ ⎭
$VII \quad II$
$Mn + 5e^- = Mn$ +5 2

3. a) $n(C) = n(CO_2) = 1{,}15\ dm^3 \cdot \frac{1\ mol}{22{,}4\ dm^3} = 0{,}05134\ mol$

$m(C) = 0{,}05134\ mol \cdot 12{,}0\ g/mol = 616\ mg$

$n(H) = 2n(H_2O) = 2 \cdot 1{,}15\ g \cdot \frac{1\ mol}{18{,}0\ g} = 0{,}1278\ mol$

$m(H) = 0{,}1278\ mol \cdot 1{,}008\ g/mol = 128{,}8\ mg \approx 129\ mg$

$m(O) = (949 - 616 - 129)\ mg = 204\ mg$

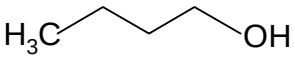
$n(O) = 0{,}204\ g \cdot \frac{1\ mol}{16{,}0\ g} = 0{,}01275\ mol$

Eeldame, et 1 ainet sisaldab 1 mool hapnikku

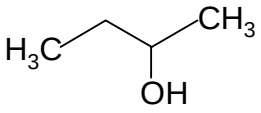
$n(C) = 0{,}05134\ mol \cdot \frac{1\ mol}{0{,}01275\ mol} = 4\ mol$

$n(H) = 0{,}1278\ mol \cdot \frac{1\ mol}{0{,}01275\ mol} = 10\ mol$

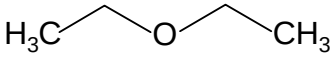
$C_4H_{10}O$

b) 

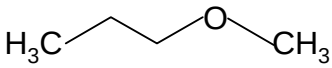
1-butanool



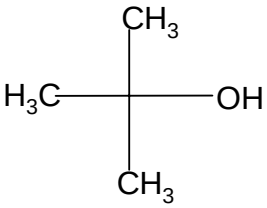
2-butanool



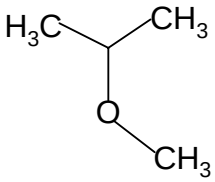
etoksüetaan



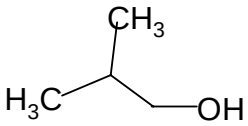
metoksüpropaan



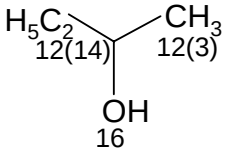
2-metüül-2-propanool



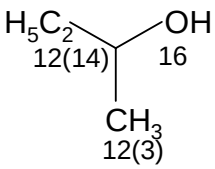
2-metoksüpropaan



2-metüülpropanool

c) 

R-2-butanool



S-2-butanool

4. a) **B –** CH_3CH_3, etaan
C – NaOH, naatriumhüdroksiid
D – CO_2, süsinikdioksiid
E – H_2, vesinik
F – Na_2CO_3, naatriumkarbonaat
G – $NaHCO_3$, naatriumvesinikkarbonaat
H – $CH_2=CH_2$, eteen
I – $BrCH_2CH_2Br$, 1,2–dibromoetaan
J – $CH{\equiv}CH$, etüün

b) i) CH_3CH_3 (**B**) = $CH_2=CH_2$ (**H**) + H_2

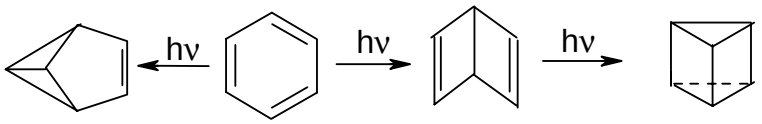
ii) $CH_2=CH_2$ (**H**) + Br_2 = $BrCH_2CH_2Br$ (**I**)

iii) $BrCH_2CH_2Br$ (**I**) + 2KOH $\xrightarrow[H_2O]{t^o}$ $CH{\equiv}CH$ (**J**) + 2KBr + $2H_2O$

iv) CO_2 (liias) (**D**) + NaOH (**C**) $\xrightarrow{H_2O}$ Na_2CO_3 (**F**) + H_2O

v) CO_2 (**D**) + NaOH (**C**) = $NaHCO_3$ (**G**)

c)



L benseen **K** Dewar'i benseen **M** Landenburgi benseen ehk prismaan

5. a) i) $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$

$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$

ii) $K_1 = \frac{[H^+]\cdot[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ $K_2 = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$

b) i) $pH = pK - \lg\frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]} = 6{,}10 - \lg\frac{1}{20} =$ **7,40**

ii) $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-7,4} =$ **$3{,}98\cdot10^{-8}$ M**

c) Esialgse pH väärtuse saavutamiseks peab (langenud) pH väärtus tõusma, mis eeldab, et liige $-\lg\frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]}$ peab suurenema. Liige $\frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]}$ annab murdarvu, mille negatiivne logaritm suureneb, kui murdarv ise väheneb. Tasakaaluline süsihappe kontsentratsioon väheneb kiiremal hingamisel, sest gaasifaasist eemaldatakse CO_2. (Esialgne) pH väärtus taastub kiiremal hingamisel.

6. a) X – Sn, tina

Y – Pb, plii

b) i) $Sn + S = SnS$

$SnS + S \xrightarrow{^{o}t} SnS_2$

A

ii) $Pb(NO_3)_2 + 2KI = PbI_2 + 2KNO_3$

B

iii) $3Sn + 8HNO_3\ (lahj.) = 3Sn(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

(-) (+)

c) $Pb\,|\,H_2SO_4\,|\,PbO_2$

d) i) katoodreaktsioon: $Pb^{4+} + 2e^- = Pb^{2+}$

ii) anoodreaktsioon: $Pb = Pb^{2+} + 2e^-$

iii) $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 = 2PbSO_4\downarrow + 2H_2O$

e) IV II IV

H_2SnO_3 $Pb_2PbO_4 \Leftrightarrow Pb_3O_4$

D **E**

2000/2001 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused
12. klass

1. a) Kuningvees lahustub Au, Ag ei saa lahustuda, sest see kattub AgCl kihiga

$Au + HNO_3 + 3HCl = AuCl_3 + NO\uparrow + 2H_2O$

$HCl + AuCl_3 = H[AuCl_4]$

b) HNO_3 konts + 3HCl konts = NOCl + 2Cl* + $2H_2O$

Kulda lahustavaks komponendiks on atomaarne kloor

c) i) katoodil: tetrakloroauraat(III)ioonide ebastabiilsusest tekivad Au^{3+}– ioonid, mis redutseeruvad

$Au^{3+} + 3e^- = Au$

Summaarselt $[AuCl_4]^- + 3e^- = Au + 4Cl^-$

ii) anoodil: $2Cl^- - 2e^- = Cl_2\uparrow$

Samad elektroodireaktsioonid toimuvad, kui lahuses on $AlCl_3$.

d) 0,9·20 A·4 h·3600 s/h

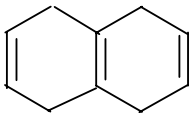
Au ⇔ 3e⁻

196,97 96485 A·s/mol

$$m(Au,elektrolüüdis)=\frac{1}{3}\cdot 20\ A\cdot 4\cdot 3600\ s\cdot 0{,}9\cdot\frac{1\ mol}{96485}\cdot 196{,}97\ g/mol = \quad =176{,}38\ g$$

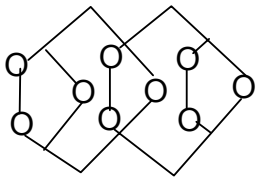
$$\textbf{m(medal)} = \frac{176{,}38\ g}{0{,}9}\cdot\frac{24}{23} = \textbf{204,50 g}$$

2. a) i)



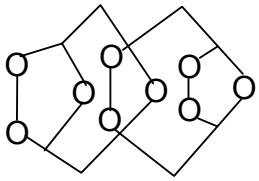
A

ii)



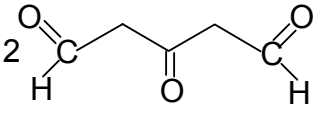
B

b) i)



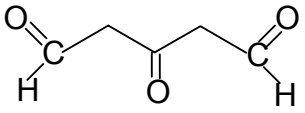
B

$\xrightarrow[H^+;\ H_2O]{Zn}$ 2



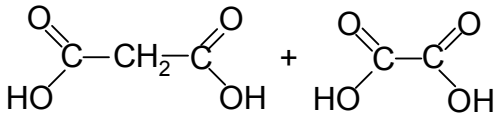
C

ii)



C

$\xrightarrow[HNO_3]{^{o}t}$



E + **D**

t^o

c) i) $(COOH)_2\cdot 2H_2O = CO_2 + CO + 3H_2O$

F

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

D

d) 0,153 dm^3

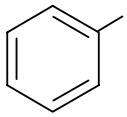
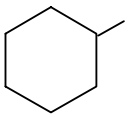
5(gaasid) ⇔ F

$22{,}4\ \mathrm{dm^3/mol} \cdot \frac{373}{273}$

$$n(F) = \frac{1}{5} \cdot 1{,}53\ \mathrm{dm^3} \cdot \frac{1\ \mathrm{mol}}{22{,}4\ \mathrm{dm^3} \cdot \frac{373}{273}} = 0{,}009998\ \mathrm{mol} \approx 0{,}0100\ \mathrm{mol}$$

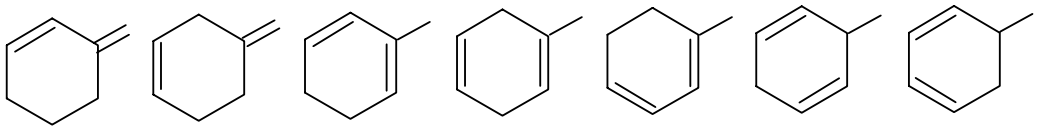
e) $0{,}0100\ \mathrm{mol} \cdot \frac{1}{0{,}1\ \mathrm{dm^3}} \cdot 10\ \mathrm{cm^3}$ $\quad 5(F) = 2(KMnO_4) \quad$ $c \cdot 13{,}2\ \mathrm{cm^3}$

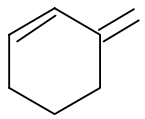
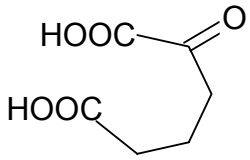
$$\mathbf{c(KMnO_4)} = \frac{2}{5} \cdot 0{,}100\ \mathrm{mol/dm^3} \cdot 10\ \mathrm{cm^3} \cdot \frac{1}{13{,}2\ \mathrm{cm^3}} = \mathbf{0{,}0303\ mol/dm^3}$$

3. a)  $+ \ 3H_2 \xrightarrow{Pd/C}$  metüültsükloheksaan

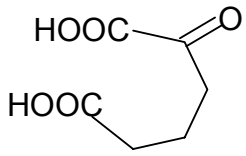
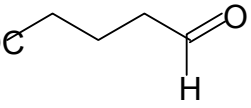
metüülbenseen ehk fenüülmetaan — ühend **D**

b) b) Ühendite **A, B** ja **C** brutovalem (isomeerid) peab olema C_7H_{10}. Ühendile **B** vastavas 7 isomeeris peab olema süsiniku aatomite paigutus sama nagu metüültsükloheksaanis (C_7H_{14}). Järelikult kõik need molekulid peavad olema dieenid.

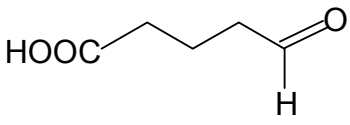
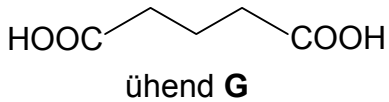


c) i)  $\xrightarrow{KMnO_4/H^+}$ $CO_2 +$ 

ühend **B** — ühend **E**

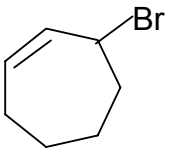
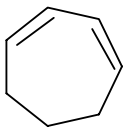
ii)  $\xrightarrow[{}^{o}t]{KMnO_4/H^+}$ $CO_2 +$ 

ühend **E** — ühend **F**

 $\xrightarrow{KMnO_4/H^+}$ 

ühend **G**

1,5−pentaandihape

d) i)  **ii)** 

ühend **H** — ühend **C**

4. a) i) M(B) = 44,01 g/mol·1,611 = 70,90 g/mol

B – Cl_2

ii) Et ühest moolist ühendist **A** moodustub 1,5 mooli Cl_2, siis peab metalli **X** oksüdatsiooniaste ühendis **A** olema III. Ühendi valemiks peab olema XCl_3

$M(X) = 3 \cdot 35{,}45 \text{ g/mol} \cdot 20{,}24/79{,}76 = 26{,}99 \text{ g/mol}$

X – Al

iii) C – LiH

iv) E – LiCl. Ülesande tingimuste kohaselt on ühendis **E** metalli oksüdatsiooniaste I.

v) D – $LiAlH_4$

$M(AlCl_3) = 133{,}35 \text{ g/mol}$

$M(D) = 133{,}35 \text{ g/mol} \cdot 0{,}285 = 38{,}0 \text{ g/mol}$

$M(LiAlH_4) = 6{,}94+26{,}98+4 \cdot 1{,}008 = 37{,}95 \text{ g/mol} \approx 38{,}0 \text{ g/mol}$

b) $AlCl_3 + 4LiH = LiAlH_4 + 3LiCl$

A **C** **D** **E**

c) $LiAlH_4 + Me_3COH$ reaktsioonil eraldub vesinik ja tekivad saadused, kus ühendis $LiAlH_4$ on asendatud erinev arv vesiniku aatomeid

$Li[AlH_3(OCMe_3)]$ **F**

$Li[AlH_2(OCMe_3)_2]$ **G**

$Li[AlH(OCMe_3)_3]$ **H**

$Li[Al(OCMe_3)_4]$ **I**

d) $n(H_2) = 0{,}0112 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22{,}4 \text{ dm}^3} = 0{,}0005 \text{ mol} = 0{,}5 \text{ mmol}$

$C \Leftrightarrow CaCO_3$

$n(C) = 1{,}20 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{mol}}{100 \text{ g}} = 0{,}012 \text{ mol} = 12 \text{ mmol}$

Ühendiks **H** on $Li[AlH(OCMe_3)_3]$

e) $LiAlH_4 + 3(Me_3COH) = Li[AlH(OCMe_3)_3] + 3H_2$

D **H**

f) $Li[AlH(OCMe_3)_3] + 3NaOH + 4H_2O \rightarrow 3Me_3COH + LiOH + Na_3[Al(OH)_6] + 0{,}5\ H_2$

J

g) i) $Li[Al(OCMe_3)_4]$, **ii)** Kuumutamisega saab ületada Me_3C–rühmadest põhjustatud steerilist takistust.

5. a) Loodetud sool **A** pidi andma iseloomuliku lõhna (NH_3) kustutatud lubja toimel. Sellest võib järeldada, et ühendis **X** on neljandaks elemendiks vesinik, mida on 6,66%.

$N : C : O : H = \frac{46{,}67}{14{,}0} : \frac{20{,}00}{12{,}0} : \frac{26{,}67}{16{,}0} : \frac{6{,}66}{1{,}01} = 3{,}33 : 1{,}67 : 1{,}67 : 6{,}60 = 2 : 1 : 1 : 4$

N_2COH_4 NH_4OCN – ammooniumtsüanaat – **B**

$(NH_2)_2CO$ – karbamiid – **X**

b) $Y(OCN)_n + nNH_4Cl = nNH_4OCN + YCl_n$

$M(NH_4OCN) = M(X) = 60{,}0 \text{ g/mol}$

$M(A) = 60{,}0 \text{ g/mol} \cdot 2{,}50 = 15\underline{0} \text{ g/mol} = M[Y(OCN)_n]$

Kui n=1, siis $M(Y) = 15\underline{0} - 42 = 108 \text{ g/mol}$

Y – Ag

A – AgOCN, hõbetsüanaat

c) i) $AgOCN + NH_4Cl = NH_4OCN + AgCl\downarrow$

A **B**

ii) $NH_4OCN \xrightarrow{>60\ ^oC} (NH_2)_2CO$

B **X**

iii) $2NH_4OCN + Ca(OH)_2 = 2NH_3\uparrow + Ca(OCN)_2 + 2H_2O$

d) i) Friedrich Wöhler

ii) Isomeeria

iii) Esmakordselt saadi anorgaanilisest ühendist orgaaniline ühend.

6. a) i) A $\xrightarrow{h\cdot\upsilon}$ Valguse toimel lagunevad Ag^+ ja Cu^+ halogeniidid. Et kroonleht muutus punakaks, oli soolaks CuHal.

$2CuHal \xrightarrow{h\cdot\upsilon} 2Cu + Hal_2$

H – Cu, punane

ii) n(**A**) = 2n(Hal)

$$\frac{1{,}00\ \text{g}}{63{,}5\ \text{g/mol} + M(Hal)} = 2\cdot\frac{0{,}667\ \text{g}}{2\cdot M(Hal)}$$

M(Hal) = 42,4 g/mol + 0,667·M(hal)

M(Hal) = 127,3 g/mol

A – CuI, vask(I)jodiid, valge

b) 1,00 g

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

158 g/mol 22,4 dm^3/mol

ii) $V(Cl_2) = \frac{5}{2}\cdot 1{,}00\ \text{g}\cdot\frac{1\ \text{mol}}{158\ \text{g}}\cdot 22{,}4\ dm^3/\text{mol}$ = **0,354 dm^3**

B – $KMnO_4$, kaaliumpermanganaat, violetne; **I** - Cl_2, kloor

c) i) C $\xrightarrow{^{o}t}$ **J** **J** + HCl $\rightarrow$ helesinine värvus, mis on tüüpiline Cu^{2+} – ioonile.

J – CuO, vask(II)oksiid, must

ii) kui n(**C**) = n(**J**), siis $M(\mathbf{C}) = \frac{m(\mathbf{C})}{n(\mathbf{C})} = 1{,}00\ \text{g}\cdot\frac{79{,}5\ \text{g/mol}}{0{,}720\ \text{g}} = 110{,}4$ g/mol

kui n(**C**) = 2n(**J**), siis M(**C**) = 221 g/mol

C – $(CuOH)_2CO_3$, vask(II) aluseline karbonaat, roheline

iii) $\xrightarrow{^{0}t}$

$(CuOH)_2CO_3 = 2CuO + CO_2 + 2H_2O$

iv) $CuO + 2HCl = CuCl_2 + H_2O$

K – $CuCl_2$, vask(II)kloriid, helesinine

d) i) L – Mg, magneesium

M – $Mg(OH)_2$, magneesiumhüdroksiid

ii) $Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2\downarrow + 2NH_3\uparrow$

$4NH_3 + 3O_2 = 2N_2\uparrow + 6H_2O$

D – Mg_2N_3, magneesiumnitriid, kollakasroheline

N – NH_3, ammoniaak

P – N_2, lämmastik

iii) $Mg_2Si + 4H_2O = 2Mg(OH)_2\downarrow + SiH_4\uparrow$

$SiH_4 + 2O_2 = SiO_2 + 2H_2O$

E – Mg_2Si, magneesiumsilitsiid, helesinine

O – SiH_4, silaan

R – SiO_2, ränidioksiid

e) i) F – Pb_3O_4, tripliitetraoksiid, plii(II,IV)oksiid, oranžikaspunane

F – Pb_2PbO_4, diplii(II)ortoplumbaat

ii) %(O) = $\frac{64{,}0}{685} \cdot 100$ **= 9,34**

f) i) G – Au, kuld, kollane

ii) $H[AuCl_4]$+ CsCl = $Cs[AuCl_4]$

Q – $H[AuCl_4]$, tetraklorokuld(III)hape

S– $Cs[AuCl_4]$, tseesiumtetrakloroauraat(III)

iii) 1,00 g

Au ⇔ $Cs[AuCl_4]$

197 g/mol 472 g/mol

m{$Cs[AuCl_4]$} = $\frac{1}{1} \cdot 1{,}00\ \text{g} \cdot \frac{1\text{mol}}{197\ \text{g}} \cdot 472\ g/mol$ **= 2,40 g**