

2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused
9. klass

1. a) Cr **oa(Cr) = 0** (0,5)
 Cr_2O_3 **oa(Cr) = $-3 \cdot (-2) / 2 = 3$** ($\text{oa(O)} = -2$) (0,5)
 CrO_4^{2-} **oa(Cr) = $-(4 \cdot (-2) + 2) = 6$** (1)
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ **oa(Cr) = $-\frac{2 \cdot 1 + 7 \cdot (-2)}{2} = 6$** ($\text{oa(K)} = 1$) (1)
 CrSO_4 **oa(Cr) = $-(6 + 4 \cdot (-2)) = 2$** ($\text{oa(S)} = 6$) (1) **4**
 b) i) CO_2 **happeline** ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$) (0,5)
 ii) Na **aluseline** ($2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$) (0,5)
 iii) KCl **neutraalne** (tugeva happe ja tugeva aluse sool)(0,5)
 iv) H_2SO_4 **happeline** (0,5)
 v) O_2 **neutraalne** vi) suhkur **neutraalne** (2·0,5) **3**
 c) $M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = (12 \cdot 12 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 16) \text{ g/mol} = 342 \text{ g/mol}$ (1)
 $n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 5 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{342 \text{ g}} = 0,0146 \text{ mol}$ (1)
 $N(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,0146 \text{ mol} \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ molekuli}}{1 \text{ mol}} = 9 \cdot 10^{21} \text{ molekuli}$ (1) **3**

10 p

2. (õiged lähteained ja saadused – 0,5; tasakaalustamine – 0,5)
 $\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SeO}_4$ (1)
 $2\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (1)
 $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ (1)
 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}\downarrow$ (1)
 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (1)
 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (1)
 $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_3$ (1)
 $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$ (1)
 $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$ (1) **9**

9 p

3. a) Sidrunhappe brutovalem: $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ (1)
 $M_r(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = 6 \cdot 12 + 1 \cdot 8 + 7 \cdot 16 = 192$ (1) **2**
 b) $\%(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = \frac{76,2 \text{ g}}{76,2 \text{ g} + 100 \text{ g}} \cdot 100 = 43,2$ (1) **1**
 c) $m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = 50 \text{ g} \cdot 0,432 = 21,6 \text{ g}$ (1)
 $m(1\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot 1\text{H}_2\text{O}) = 21,6 \text{ g} \cdot \frac{192 + 18}{192} = 23,6 \text{ g}$ (1,5)
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 50 \text{ g} - 23,6 \text{ g} = 26,4 \text{ g}$ (1) **3,5**

- d) Kristallimisel sadeneb 100 g vee kohta 76,2 - 59,2 g = 17,0 g soola. (1,5)

$$\text{Saagis} = \frac{17,0}{76,2} \cdot 100 = 22,3 \quad (1) \quad \underline{2,5}$$

9 p

4. a) $n_{\text{alg}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 100 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1,066 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \cdot 0,1 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{98,1 \text{ g}} = 0,109 \text{ mol}$ (1)
 $n_{\text{alg}}(\text{NaOH}) = 100 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1,131 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \cdot 0,12 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ g}} = 0,339 \text{ mol}$ (1)
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (1)
 Leiame reageerinud NaOH moolide arvu väävelhappe moolide arvu järgi:
 $n_{\text{reageeris}}(\text{NaOH}) = \frac{2}{1} \cdot 0,109 \text{ mol} = 0,218 \text{ mol} < 0,339 \text{ mol}$ **NaOH on liias.** (2)
 Lahuses on Na^+ , SO_4^{2-} ja OH^- ioonid. (1) **6**

$$\text{b) } m_{\text{lopp}}(\text{NaOH}) = (0,339 - 0,218) \text{ mol} \cdot \frac{40 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 4,84 \text{ g} \quad (1)$$

$$m_{\text{lopp}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{1} \cdot 0,109 \text{ mol} \cdot \frac{142 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 15,5 \text{ g} \quad (1)$$

$$m(\text{lahus}) = 100 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1,066 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} + 100 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1,131 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = 219,7 \text{ g} \quad (1)$$

$$\%_{\text{lopp}}(\text{NaOH}) = \frac{4,84 \text{ g}}{219,7 \text{ g}} \cdot 100 = 2,20 \quad (1)$$

$$\%_{\text{lopp}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{15,5 \text{ g}}{219,7 \text{ g}} \cdot 100 = 7,06 \quad (1) \quad \underline{5}$$

11 p

5. **A** – CaCO_3 , kaltsiumkarbonaat **E** – SO_3 , vääveltrioksiid
B – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, kaltsiumvesinikkarbonaat **F** – SO_2 , vääveldioksiid
C – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, kips **G** – O_2 , hapnik
D – CaSO_4 , kaltsiumsulfaat (õige valem – 0,5; õige nimetus – 0,5) **7**
 $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ (korrektnete võrrand – 0,5) (0,5)
 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (0,5)
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}\downarrow + 2\text{CO}_2\uparrow$ (0,5)
 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{180^\circ\text{C}} \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (0,5)
 $\text{CaSO}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaO} + \text{SO}_3\uparrow$ (0,5)
 $2\text{SO}_3 = 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$ (0,5) **3**

10 p

6. a) $C_{10}H_{16}O_{13}N_5P_3$ (2)

$$M_r = 10 \cdot 12 + 16 \cdot 1 + 13 \cdot 16 + 5 \cdot 14 + 3 \cdot 31 = 507 \quad (1)$$

$$\%(\text{C}) = \frac{10 \cdot 12}{507} \cdot 100 = 23,7 \quad \quad \quad \%(\text{C}) = \frac{5 \cdot 14}{507} \cdot 100 = 13,8$$

$$\%(\text{H}) = \frac{16 \cdot 1}{507} \cdot 100 = 3,2 \quad \quad \quad \%(\text{C}) = \frac{3 \cdot 31}{507} \cdot 100 = 18,3$$

$$\%(\text{O}) = \frac{13 \cdot 16}{507} \cdot 100 = 41,0 \quad (5 \cdot 0,5) \quad \mathbf{5,5}$$

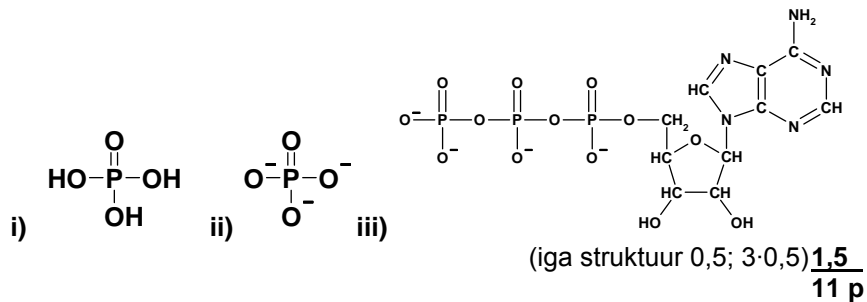
(Kontroll: $23,7 + 3,2 + 41,0 + 13,8 + 18,3 = 100,0$)

$$\text{b) } V = \left(10 \mu\text{m} \cdot \frac{1 \text{ dm}}{10^5 \mu\text{m}} \right)^3 = 10^{-12} \text{ dm}^3 \quad (1,5)$$

$$n = \frac{1 \text{ mmol}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{10^3 \text{ mmol}} \cdot 10^{-12} \text{ dm}^3 = 10^{-15} \text{ mol} \quad (1,5)$$

$$N = 10^{-15} \text{ mol} \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ molekuli}}{1 \text{ mol}} = 6 \cdot 10^8 \text{ molekuli} \quad (1) \quad \mathbf{4}$$

c)



2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused

10. klass

1. a) 32 neutronit ja 29 elektroni 1
- b) $N = \frac{1 \text{ atm} \cdot 1,5 \text{ dm}^3}{0,082 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 273 \text{ K}} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 4,0 \cdot 10^{22}$
- $N = 1,5 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 4,0 \cdot 10^{22}$ 1
- c) $c(\text{SO}_4^{2-}) = 3 \cdot 17,1 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{342,15 \text{ g}} \cdot \frac{1}{1 \text{ dm}^3} = 0,150 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ 2
- d) $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
 $\left\{ \begin{array}{l} 2\text{Fe}^{\text{II}} - 2e^- = \text{Fe}^{\text{III}} \quad | \times 5 \\ \text{Mn}^{\text{VII}} + 5e^- = \text{Mn}^{\text{II}} \quad | \times 2 \end{array} \right.$
 $10 + 2 + 8 + 2 + 5 + 1 + 8 = 36$ 3
- e) $\%(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{500 \text{ g} \cdot 0,4 + 250 \text{ g} \cdot 0,1}{500 \text{ g} + 250 \text{ g}} \cdot 100 = 30$ 2
- 9 p**

2.

Valem	Nimetus	pH (<7, >7, ≈7)	Saamisreaktsioon	Lahustuvus			ρ , g/cm ³
				g/100 g H ₂ O	%	mol/dm ³	
NaCl	^{1.} naatriumkloriid	^{2.} ≈7	^{3.} NaOH+HCl=NaCl+H ₂ O	35,9	^{a)} 26,4 ^{b)} 5,42	1,20	
NaNO ₃	^{4.} naatriumnitraat	^{5.} ≈7	^{6.} NaOH+HNO ₃ =NaNO ₃ +H ₂ O	^{c)} 87,6	46,7	^{d)} 1,38	
^{7.} NH ₄ Cl	ammooniumkloriid	^{8.} <7	^{9.} NH ₃ ·H ₂ O+HCl=NH ₄ Cl+H ₂ O	37,2	^{e)} 27,1	5,47	
^{10.} Na ₂ CO ₃	^{11.} naatriumkarbonaat	^{12.} >7	2NaOH+CO ₂ =Na ₂ CO ₃ +H ₂ O	21,8	17,9	2,01	

Tabeli 1. osa täitmise (1.-12.)

(0,5-12) 6

- a) $\%(\text{NaCl}) = \frac{35,9 \text{ g}}{100 \text{ g} + 35,9 \text{ g}} \cdot 100 = 26,4$ 0,5
- b) $c(\text{NaCl}) = \frac{35,9 \text{ g}}{100 \text{ g} + 35,9 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{58,5 \text{ g}} \cdot \frac{1,20 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = 5,42 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ 1,5
- c) $\text{Lahustuvus}(\text{NaNO}_3) = \frac{100 \text{ g} \cdot 0,467}{100 \text{ g}(1 - 0,467)} \cdot 100 \text{ g} = 87,6 \text{ g} / 100 \text{ g H}_2\text{O}$ 0,5
- d) $\rho(\text{NaNO}_3) = \frac{7,58 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{85 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{100 \text{ g} + 87,6 \text{ g}}{87,6 \text{ g}} = 1,38 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ 1,5

e) $\%(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m_{\text{aine}}}{100 \text{ g} + m_{\text{aine}}} \cdot 100 = \frac{5,47 \text{ mol} \cdot 53,5 \text{ g}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{1,08 \text{ g}} \cdot 100$

$\%(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m_{\text{aine}}}{100 \text{ g} + m_{\text{aine}}} = 27,1$ 2

[$m_{\text{aine}} = 37,2 \text{ g}$ $\text{Lahustuvus}(\text{NH}_4\text{Cl}) = 37,2 \text{ g} / 100 \text{ g H}_2\text{O}$]

f) $M(4. \text{ sool}) = \frac{1,19 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{2,01 \text{ mol}} \cdot 0,179 = 106 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
 (Sellele molaarmassile vastab Na₂CO₃ – järelkult on NaOH liias) 1
13 p

3. a) $n(\text{gaas}) = 9,77 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} = 0,436 \text{ mol}$ (1)

Mõlemas reaktsioonis saab eraldunud gaasiks olla H₂, vesinik. (1) 2

b) Lahuse massi kasv võrdub metalli massi ja eraldunud vesiniku massi vahega: $6,97 \text{ g} = m(\text{X}) - m(\text{H}_2)$ (1)

$m(\text{H}_2) = 0,436 \text{ mol} \cdot 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,881 \text{ g}$ (1)

$m(\text{X}) = 6,97 \text{ g} + 0,88 \text{ g} = 7,85 \text{ g}$ (1) 3

c) Kui $2\text{X} \leftrightarrow 3\text{H}_2$, siis

$n(\text{X}) = \frac{2}{3} \cdot 0,436 \text{ mol} = 0,291 \text{ mol}$ (1)

$M(\text{X}) = \frac{7,85 \text{ g}}{0,291 \text{ mol}} = 27,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ X – Al, alumiinium. (1) 2

d) i) $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$ (1)

ii) $2\text{Al} + 6\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\uparrow$. (1) 2
9 p

4. a) i) $m(\text{CuSO}_4) = 200 \text{ g} \cdot 0,3 = 60,0 \text{ g}$ (1)

ii) $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ g} \cdot 0,3 \cdot \frac{249,7}{159,6} = 93,9 \text{ g}$ (1,5) 2,5

b) i) $60 \text{ g} \cdot \frac{35,16 \text{ €}}{125 \text{ g}} = 16,9 \text{ €}$ ii) $93,9 \text{ g} \cdot \frac{280 \text{ €}}{1000 \text{ g}} = 26,3 \text{ €}$ (2·0,5)

kasulikum on CuSO₄ (0,5) 1,5

c) $20 = \frac{60 \text{ g} - 159,6 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{200 \text{ g} - 249,7 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} \cdot 100$ (2)

$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1823 \text{ mol}$

$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1823 \text{ mol} \cdot 249,7 \text{ g/mol} = 45,5 \text{ g}$ (2) 4
8 p

5. a) (õige valem – 0,25; õige nimetus – 0,25)

A – H₂, vesinik G – CO₂, süsinikdioksiid
B – O₂, hapnik H – CO, süsinikmonoksiid
C – H₂O, vesi I – NH₄HCO₃, ammooniumvesinikkarbonaat
D – N₂, lämmastik J – Ca, kaltsium
E – NH₃, ammoniaak K – Ca(OH)₂, kaltsiumhüdroksiid
F – C, süsinik L – CaCO₃, kaltsiumkarbonaat (0,5·12) **6**

b) 2H₂ + O₂ = 2H₂O

N₂ + 3H₂ = 2NH₃

C + O₂ = CO₂

2C + O₂ = 2CO

NH₃ + CO₂ + H₂O = NH₄HCO₃

Ca + 2H₂O = Ca(OH)₂ + H₂↑

Ca(OH)₂ + CO₂ = CaCO₃↓ + H₂O (0,5·7) **3,5**

c) Taigna kuumutamisel ahjus põdrasarvesool laguneb, andes gaasilisi saadusi, mis kooki kergitavad. NH₄HCO₃ = NH₃↑ + CO₂↑ + H₂O **1,5**

11 p

6. a) i) $m(\text{etanool}) = 1000 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \cdot 0,4 \cdot 0,789 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 316000 \text{ g}$ (1,5)

ii) $m(40\% \text{vol}) = 1000 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{\text{dm}^3} \cdot 0,948 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 948000 \text{ g}$ (1)

iii) $V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{948000 \text{ g} - 315600 \text{ g}}{0,998 \text{ g/1 cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = 633,7 \text{ dm}^3 \approx$

$\approx 634 \text{ dm}^3$ (1,5) **4**

b) $m(96,2\% \text{vol}) = 1000 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{0,4}{0,962} \cdot 0,806 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 335135 \text{ g}$ (2)

$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{948000 \text{ g} - 335135 \text{ g}}{0,998 \text{ g/1 cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = 614,1 \text{ dm}^3 \approx 614 \text{ dm}^3$ (2) **4**

c) $\Delta V(\text{H}_2\text{O}) = 633,7 \text{ dm}^3 - 614,1 \text{ dm}^3 = 19,6 \text{ dm}^3$ (1)

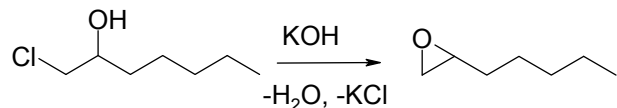
$\% = \frac{19,6 \text{ dm}^3}{614,1 \text{ dm}^3} \cdot 100 = 3,2$ (1) **2**

10 p

2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused

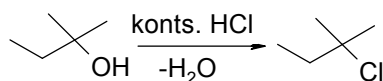
11. klass

1. a)



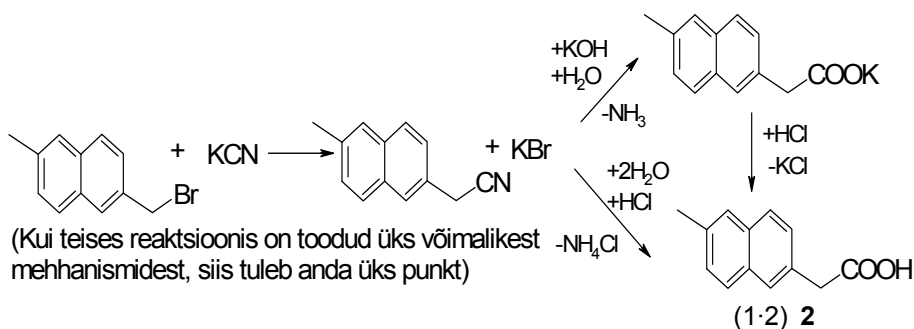
1

b)

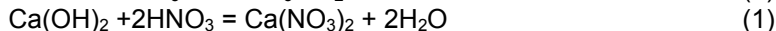
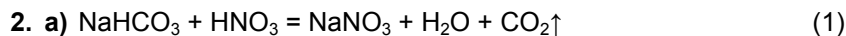
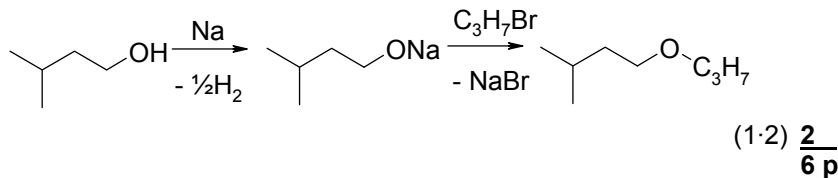


1

c)



d)



Kuna NaHCO_3 , NaOH ja Ca(OH)_2 vesilahused annavad leeliselise keskkonna, siis **pH > 7** (1) 4

b) Kui neutraliseerida on vaja 1 mool lämmastikhapet, siis

$$m(\text{NaHCO}_3) = \frac{1}{1} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \frac{84 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 84 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{1}{1} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \frac{40 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 40 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{1}{2} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \frac{74 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 37 \text{ g} \quad (0,5)$$

$m(\text{Ca(OH)}_2) < m(\text{NaOH}) < m(\text{NaHCO}_3)$
 Happe neutraliseerimiseks kulub kõige vähem **Ca(OH)₂**. (1) 2,5

c) $n(\text{H}_2\text{O}) = 5,73 \text{ m}^3 \cdot \frac{1}{0,0203} \cdot \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} = 12600 \text{ mol}$ (2)

Kõikides reaktsioonides suhtuvad HNO_3 ja H_2O üks ühele. (0,5)

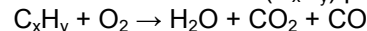
$$m(\text{HNO}_3) = \frac{1}{1} \cdot 12600 \text{ mol} \cdot \frac{63,01 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 794,0 \text{ kg} \quad (1)$$

$$m_{\text{lahus}} = 0,9 \text{ m}^3 \cdot \frac{1522 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 1369,8 \text{ kg} \quad (0,5)$$

$$\%(\text{HNO}_3) = \frac{794,0 \text{ kg}}{1369,8 \text{ kg}} \cdot 100 = 58,0 \quad (0,5) \quad \underline{4,5}$$

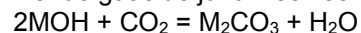
11 p

3. a) Peale süsivesiniku **A** (C_xH_y) põlemist



ja veeauru kondenseerimist on võimalikud gaasilised saadused CO ($M_r = 0,97 \cdot 29 = 28$) ja CO_2 ($M_r = 1,52 \cdot 29 = 44$).

Nende gaaside juhtimisel leelise lahusesse jääb järgi ainult CO .



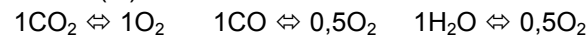
$$n(\text{O}_2) = 75 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} = 3,35 \text{ mmol} \quad (1)$$

$$n(\text{CO}) = 17,9 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mmol}}{22,4 \text{ cm}^3} = 0,800 \text{ mmol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{CO}_2) = (56 - 17,9) \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mmol}}{22,4 \text{ cm}^3} = 1,70 \text{ mmol} \quad (1)$$

$$x = \frac{n(\text{CO}) + n(\text{CO}_2)}{n(\text{A})} = \frac{(0,8 + 1,7) \text{ mmol}}{0,5 \text{ mmol}} = 5,0 \quad (1)$$

$$y = \frac{2n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{A})}$$

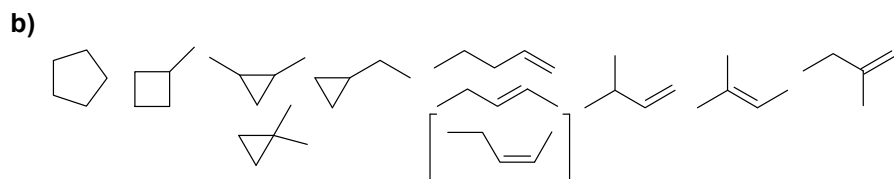


$$n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot (3,35 - \frac{1}{1} \cdot 1,70 - \frac{1}{2} \cdot 0,80) \text{ mmol} = 2,50 \text{ mmol}$$

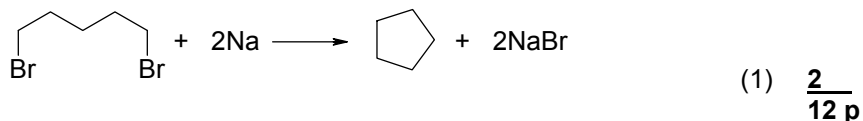
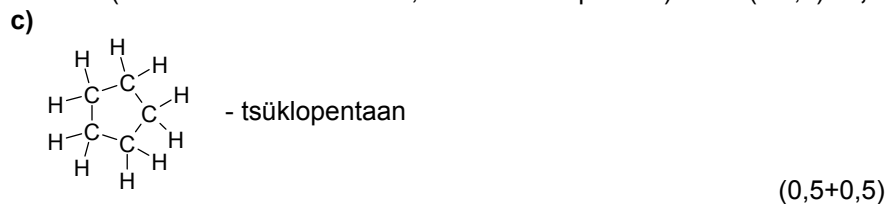
$$y = \frac{2 \cdot 2,5 \text{ mmol}}{0,5 \text{ mmol}} = 10 \quad (2)$$

A – C_5H_{10}

5,5



(Kui on toodud 9 isomeeri, siis anda täispunktid) (9·0,5) **4,5**



4. a) X – CuCl₂, vask(II)kloriid (õige valem – 0,5; (1)
 Y – FeBr₂, raud(II)bromiid (õige nimetus – 0,5) (1)
 Z – ZnI₂, tsink(II)jodiid (1) **3**
- b) 1. Cu²⁺ + 2OH⁻ = Cu(OH)₂↓ (0,5)
 2. H⁺ + Cl⁻ = HCl↑ (0,5)
 3. Ag⁺ + Cl⁻ = AgCl↓ (0,5)
 4. Fe²⁺ + 2OH⁻ = Fe(OH)₂↓ (0,5)
 4Fe(OH)₂ + O₂ + 2H₂O = 4Fe(OH)₃↓ (1,5)
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Fe}^{\text{II}} - 1e^- = \text{Fe}^{\text{III}} \quad | \times 4 \\ \text{O}_2 + 4e^- = 2\text{O}^{\text{-II}} \end{array} \right.$ (tasakaalustamine 0,5)
5. 2Br⁻ + SO₄²⁻ + 4H⁺ = SO₂↑ + Br₂ + 2H₂O (1,5)
 $\left\{ \begin{array}{l} 2\text{Br}^{\text{-I}} - 2e^- = \text{Br}_2^0 \\ \text{S}^{\text{VI}} + 2e^- = \text{S}^{\text{IV}} \end{array} \right.$ (tasakaalustamine 0,5)
6. Ag⁺ + Br⁻ = AgBr↓ (0,5)
 7. Zn²⁺ + 2OH⁻ = Zn(OH)₂↓ (0,5)
 Zn(OH)₂ + 2OH⁻ = [Zn(OH)₄]²⁻ (1)
 8. 8I⁻ + SO₄²⁻ + 10H⁺ = H₂S↑ + 4I₂ + 4H₂O (1,5)
 $\left\{ \begin{array}{l} 2\text{I}^{\text{-I}} - 2e^- = \text{I}_2^0 \quad | \times 4 \\ \text{S}^{\text{VI}} + 8e^- = \text{S}^{\text{-II}} \end{array} \right.$ (tasakaalustamine 0,5)
9. Ag⁺ + I⁻ = AgI↓ (0,5) $\frac{9}{12}$ p

5. a) (punktides a-c) õige valem – 0,25; õige nimetus – 0,25)
- F – H₂S, divesiniksulfiid M_r(F) = 29 · 1,17 = 34 (2·0,5)
 B – S, väävel (0,5) **1,5**
- b) M_r(C) = M_r(A) + x · 32 = 1,54M_r(A) Kui x = 2, siis M_r(A) = 119 (1)
 A – Sn, tina (0,5) C – SnS₂, tina(IV)sulfiid (0,5) **2**
- c) X – Pb, plii (0,5) Y – PbS, plii(II)sulfiid (0,5)
 Z – PbCl₂, plii(II)kloriid (0,5)
 D – Na₂[Sn(OH)₆], naatriumheksahüdroksostannaat(IV) (0,5)
 E – Na₂S, naatriumsulfiid (0,5) **2,5**
- d) Sn + 2S = SnS₂ (1)
 SnS₂ + 6NaOH = Na₂[Sn(OH)₆] + 2Na₂S (1)
 Pb + S = PbS (1)
 PbS + 2HCl = PbCl₂ + H₂S↑ (1) $\frac{4}{10}$ p

6. a) D₂O (0,5)
 Aine üldine struktuur on mõlemal molekulil sama, aga D₂O on suurema molekulmassiga ja läheb gaasifaasi kõrgemal temperatuuril. (Peale selle on raskes vees vesiniksides tugevam.) (0,5) **1**
- b) DH (1)
 D₂O elektrolüüsil tekib D₂. Selle reageerimisel Li-ga tekib LiD, mis kokkupuutel H₂O-ga annab DH.
 $2\text{D}_2\text{O} \xrightarrow{\text{elektrolüüs}} \text{O}_2\uparrow + 2\text{D}_2\uparrow$ (1)
 D₂ + 2Li = 2LiD (1)
 LiD + H-OH = LiOH + DH↑ (1) **4**
- c) $V_m(\text{H}_2\text{O}) = V_m(\text{D}_2\text{O}) = \frac{M}{\rho} = \frac{18 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{1 \text{ g}} = 18 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$ (0,5)
 $\rho(\text{D}_2\text{O}) = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{20}{18} = 1,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ (0,5) **1**
- d) H₂O ⇌ H⁺ + OH⁻ (2H₂O ⇌ H₃O⁺ + OH⁻) (0,5)
 K_v = [H⁺][OH⁻] = 1,0 · 10⁻¹⁴ [H⁺] = [OH⁻]
 [H⁺]² = 1,0 · 10⁻¹⁴ [H⁺] = √(1,0 · 10⁻¹⁴) = 1,0 × 10⁻⁷ M (1,5)
- e) Kuna tasakaalukonstant kasvab temperatuuri kasvades (st reaktsiooni tasakaal nihkub H₂O dissotsieerumise suunas ehk pärisuunas), siis on tegemist endotermilise reaktsiooniga (ΔH > 0). (2·0,5) $\frac{3}{9}$ p

2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused

12. klass

1. a) $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$, H_2CO – aldehüüd (1)
- $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$, $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ – ketoon (1)
- $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$, HCOOH – karboksüülhape (1)
- $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$, HCOOCH_3 – ester (1)
- $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$, HCONH_2 – amiid (1) **5**
- b) rõhu alandamine ($P \downarrow$) (1)
 temperatuuri tõstmine ($T \uparrow$) (1)
 N_2 või H_2 kontsentratsiooni vähendamine ($c_{\text{N}_2} \downarrow$, $c_{\text{H}_2} \downarrow$) (2·1)
 ammoniaagi kontsentratsiooni suurendamine ($c_{\text{NH}_3} \uparrow$) (1) **5**
- c) i) $\text{pH} < 7$ CH_3COOH , CO_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; (3·0,5)
 ii) $\text{pH} \approx 7$ MnO_2 , KI , Fe_2O_3 , NaCl ; (4·0,5)
 iii) $\text{pH} > 7$ CaO , Na_2S , $\text{Ba}(\text{OH})_2$. (3·0,5) **5**
- 15 p**
2. a) alkohol, $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$ (2·1) **2**
- b) $M(\text{ledool}) = 15 \cdot 12 \text{ g/mol} + 26 \cdot 1 \text{ g/mol} + 16 \text{ g/mol} = 222 \text{ g/mol}$ (1)
- $m(\text{ledool}) = 65 \text{ kg} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ kg}}{1 \text{ kg}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ (1)
- $n(\text{ledool}) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{222 \text{ g}} = 9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ (1)
- $m(\text{mesi}) = \frac{9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{2,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol/1g}} = 360 \text{ g} \approx \mathbf{0,4 \text{ kg}}$ (1) **4**
- 6 p**
3. a) **A** – $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$, vismut(III)sulfaat (valem – 0,5; nimetus – 0,5) (1)
B – SO_2 , vääveldioksiid (1)
C – H_2O , vesi (1)

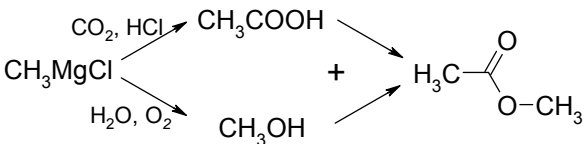
- D** – $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, vismut(III)nitraat (1)
E – NO , lämmastikoksiid (1)
F – HNO_3 , lämmastikhape (1)
G – $\text{Bi}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2$, vismut(III)hüdrosiidnitraat (1)
H – KCl , kaaliumkloriid (1)
J – KBiO_3 , kaaliumvismutaat (1) **9**
- b) (õiged lähteained ja saadused – 0,5; tasakaalustamine – 0,5)
- i) $2\text{Bi}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 = 2\text{Bi}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$ (1)
 ii) $2\text{Bi}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 4\text{Bi} + 3\text{CO}_2$ (1)
 iii) $2\text{Bi} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ (1)
 iv) $\text{Bi} + 4 \text{ lahj. HNO}_3 = \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (1)
 v) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Bi}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3$ (1)
- vi) $\text{Bi}_2\text{O}_3 + 2\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 2\text{KBiO}_3 + 4\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ (1)
 vii) $10\text{KBiO}_3 + 4\text{MnSO}_4 + 14\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{KMnO}_4 + 5\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$ (1) **7**
- 16 p**

4. a) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ (1) **1**
- b) Temperatuuril 120°C on nii lähte- kui saadusaine gaasid. Reaktsiooni käigus toimunud ruumala muutus vastab reageerinud hapniku ruumalale:
 $\Delta V = 2V(\text{H}_2\text{O}) - V(\text{O}_2) - 2V(\text{H}_2) = -V(\text{O}_2) = -200 \text{ cm}^3$
 Koostise kolm võimalikku varianti on: **1**) mõlemat lähteainet on ekvivalentne kogus, **2**) kogu hapnik reageerib ära ja vesinikku on liias, **3**) kogu vesinik reageerib ära ja hapnikku on liias.
- 1)** $V(\text{H}_2) = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 2/3 = 666,7 \text{ cm}^3$ $V(\text{O}_2) = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 1/3 = 333,3 \text{ cm}^3$
 Ekvivalentsete hulkade korral reageerivad kogu vesinik ja kogu hapnik täielikult.
 $\Delta V = -V(\text{O}_2) = -333,3 \text{ cm}^3$ – see pole ülesande tingimustega ($\Delta V = -200 \text{ cm}^3$) kooskõlas.
- 2)** $\Delta V = -V(\text{O}_2) = -200 \text{ cm}^3$ $V(\text{O}_2) = 200 \text{ cm}^3$
 $V(\text{H}_2) = 1000 \text{ cm}^3 - 200 \text{ cm}^3 = 800 \text{ cm}^3$
 $\% \text{vol}(\text{O}_2) = \frac{200 \text{ cm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot 100 = 20,0$ (1)
 $\% \text{vol}(\text{H}_2) = 100 - 20,0 = 80,0$ (1)
- 3)** $V(\text{H}_2) = 2 \cdot (-\Delta V) = 2 \cdot [-(-200 \text{ cm}^3)] = 400 \text{ cm}^3$
 $V(\text{O}_2) = 1000 \text{ cm}^3 - 400 \text{ cm}^3 = 600 \text{ cm}^3$
 $\% \text{vol}(\text{H}_2) = \frac{400 \text{ cm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot 100 = 40,0$ (1)
 $\% \text{vol}(\text{O}_2) = 100 - 40,0 = 60,0$ (1)
- Lähteandmeid rahuldab kaks erinevat lähteainete koostist: **2**) ja **3**). **4**
- 5 p**

5. a) i) Anoodreaktsioon: $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ (1)
 Katoodreaktsioon: $3/2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 3\text{H}_2\text{O}$ (1)
 Summaarne reaktsioon: $\text{CH}_3\text{OH} + 3/2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (1)
- ii) Anoodreaktsioon: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO}_2 + 12\text{H}^+ + 12\text{e}^-$ (1)
 Katoodreaktsioon: $3\text{O}_2 + 12\text{H}^+ + 12\text{e}^- = 6\text{H}_2\text{O}$ (1)
 Summaarne reaktsioon: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ (1) **6**
- b) i) CO_2 (1)
 ii) $\text{CH}_3\text{CHO}, \text{CH}_3\text{COOH}$ (2·1)
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = \text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (1)
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COOH} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ (1) **5**
- c) Kasutegur = $\frac{2\text{e}^- \cdot 0,5 + 4\text{e}^- \cdot 0,5}{12\text{e}^-} \cdot 100\% = 25\%$ 1
12 p

6. a) P – $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$, metüületanaat (valem – 0,5; nimetus – 0,5) (1)
 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 \quad \frac{3 \cdot 12}{74} : \frac{6 \cdot 1}{74} : \frac{2 \cdot 16}{74} \quad 0,486 : 0,082 : 0,432$
- R – CH_3COONa , naatriumetanaat $\%(\text{Na}) = \frac{23}{82} \cdot 100 = 28$ (1)
- E – CH_3MgCl , metüülmagneesiumkloriid (1) **3**
 $\%(\text{Cl}) = \frac{35,5}{74,8} \cdot 100 = 47,4$

- b) P -  (1)
- Q -  (1) **2**

- c)  (1) 1
6 p