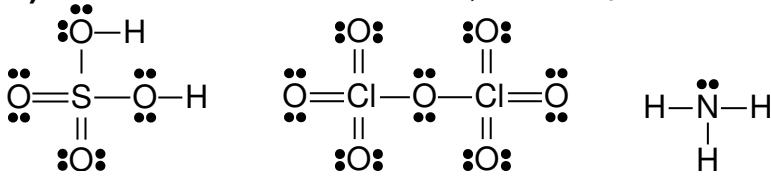


2017/2018. õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused
9. klass

1. a) i) happeline keskkond: NaHSO₄, HCl (2×0,5)

ii) aluseline keskkond: KOH, Na₂CO₃ (2×0,5)



b) (3×1)

c) i) $d_{\text{vaseaatom}} = 2 \cdot r_{\text{vaseaatom}} = 2 \cdot 1,28 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 2,56 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ (0,5)

$$N_{\text{vaseaatomid}} = \frac{384400 \text{ km} \cdot 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}}}{2,56 \cdot 10^{-10} \text{ m}} \approx 1,50 \cdot 10^{18} \quad (0,5)$$

$$n_{\text{vaseaatomid}} = \frac{N_{\text{vaseaatomid}}}{N_A} = \frac{1,50 \cdot 10^{18}}{6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} \approx 2,49 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$m_{\text{vaseaatomid}} = n_{\text{vaseaatomid}} A_{\text{vask}} = 2,49 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ g} \quad (0,5)$$

$$V_{\text{vask}} = \frac{m_{\text{vaseaatomid}}}{\rho_{\text{vask}}} = \frac{1,58 \cdot 10^{-4} \text{ g}}{8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \approx 1,76 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^3 \quad (1)$$

ii) $d_{\text{vesinikuaatom}} = 2 \cdot r_{\text{vesinikuaatom}} = 2 \cdot 5,30 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 1,06 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ (0,5)

$$N_{\text{vesinikuaatomid}} = \frac{384400 \text{ km} \cdot 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}}}{1,06 \cdot 10^{-10} \text{ m}} \approx 3,63 \cdot 10^{18} \quad (0,5)$$

$$n_{\text{vesinikuaatomid}} = \frac{N_{\text{vesinikuaatomid}}}{N_A} = \frac{3,63 \cdot 10^{18}}{6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} \approx 6,03 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n_{\text{vesinikumolekulid}} = \frac{n_{\text{vesinikuaatomid}}}{2} = \frac{6,03 \cdot 10^{-6} \text{ mol}}{2} \approx 3,02 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \quad (1)$$

$$V_{\text{vesinik}} = n_{\text{vesinikumolekulid}} V_m = 3,02 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \approx 6,76 \cdot 10^{-5} \text{ dm}^3 = 6,76 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3 \quad (0,5)$$

11 p

2. a) Ba(OH)₂ + H₂SO₄ → BaSO₄↓ + 2H₂O (1+1+1)



b) A – CuSO₄; B – BaCl₂; C – NaCl (2)

Kui on ainult üks õige, siis 1 punkt.

c) All₃; (CH₃COO)₂Pb; Ag₂SO₄ (3×1)

10 p

3. a) A – Ag; B – S; C – Al (3×1)
- b) i) oksüdeerija – hõbe (täpsemalt Ag⁺ või Ag₂S), (1)
 redutseerija – alumiinium (Al) (1)
- ii) Ag⁺ + e⁻ → Ag (1)
 Al – 3e⁻ → Al³⁺ (1)
- c) $830\text{‰} = \frac{830}{1000}, \frac{830}{1000} = \frac{x}{24}$
 $x = \frac{24 \cdot 830}{1000} = 19,92 \approx 20$
 Silveri sõrmus on 20 ct. (2)
- 9 p**

4. a) lauaäädikas, sidrunhape, laimimahl, Coca-Cola (4×0,5)
- b) i) M(HCO₃)₂ → MCO₃↓ + H₂O + CO₂↑, kus M on Ca²⁺ või Mg²⁺ (1)
 Ca(HCO₃)₂ → CaCO₃↓ + H₂O + CO₂↑ või
 Mg(HCO₃)₂ → MgCO₃↓ + H₂O + CO₂↑
- ii) MCO₃ + 2H₃PO₄ → M(H₂PO₄)₂ + H₂O + CO₂↑, kus M on Ca²⁺ või Mg²⁺ (2)
 CaCO₃ + 2H₃PO₄ → Ca(H₂PO₄)₂ + H₂O + CO₂↑ või
 MgCO₃ + 2H₃PO₄ → Mg(H₂PO₄)₂ + H₂O + CO₂↑
- c) $m_{\text{MgCO}_3} = 27,68 \text{ g} \cdot 0,22 = 6,09 \text{ g}$
 $M_{\text{MgCO}_3} = (24,30 + 12,01 + 3 \cdot 16,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 84,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
 $n_{\text{MgCO}_3} = \frac{m_{\text{MgCO}_3}}{M_{\text{MgCO}_3}} = \frac{6,09 \text{ g}}{84,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0722 \text{ mol}$ (1)
 $m_{\text{CaCO}_3} = 27,68 \text{ g} - 6,09 \text{ g} = 21,59 \text{ g}$
 $M_{\text{CaCO}_3} = (40,08 + 12,01 + 3 \cdot 16,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 100,09 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
 $n_{\text{CaCO}_3} = \frac{m_{\text{MgCO}_3}}{M_{\text{CaCO}_3}} = \frac{21,59 \text{ g}}{100,09 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,216 \text{ mol}$ (1)
 $n_{\text{karbonaadid}} = n_{\text{MgCO}_3} + n_{\text{CaCO}_3} = 0,0722 \text{ mol} + 0,216 \text{ mol} = 0,288 \text{ mol}$ (1)
 $n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 2 \cdot n_{\text{karbonaadid}} = 2 \cdot 0,288 \text{ mol} = 0,576 \text{ mol}$ (1)
 $M_{\text{H}_3\text{PO}_4} = (3 \cdot 1,008 + 30,97 + 4 \cdot 16,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 97,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
 $m_{\text{H}_3\text{PO}_4} = n_{\text{H}_3\text{PO}_4} \cdot M_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 0,576 \text{ mol} \cdot 97,88 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 56,4 \text{ g}$ (0,5)
 $m_{\text{kattlakivieemaldusvahend}} = \frac{56,4 \text{ g}}{0,063} \approx 900 \text{ g}$ (0,5)
- d) Üldkareduse moodustavad mööduv karedus ja püsiv karedus.
 $n_{\text{üldkaredus}} = n_{\text{kogu Mg}^{2+}} + n_{\text{kogu Ca}^{2+}}$
 $= n_{\text{mööduvat karedust põhjustavad ioonid}} + n_{\text{püsivat karedust põhjustavad ioonid}}$
 Kuna on teada, et pooled Ca²⁺- ja Mg²⁺-ioonidest sadenevad keetmisel välja

(mööduv karedus), siis on teada ka, kui paljud kaltsium- ja magneesiumioonid põhjustavad püsivat karedust.

Eelmise alapunkti põhjal ja eelnevat arutlust arvestades, siis 1000 liitris kraanivees:

$$n_{\text{mööduvat karedust põhjustavad ioonid}} = n_{\text{püsivat karedust põhjustavad ioonid}} = n_{\text{karbonaadid}} = 0,288 \text{ mol}$$
$$n_{\text{üldkaredus}} = 0,288 \text{ mol} + 0,288 \text{ mol} = 0,576 \text{ mol} \quad (1)$$

Ühes liitris seega:

$$c_{\text{üldkaredus}} = \frac{n_{\text{üldkaredus}}}{1000 \text{ dm}^3} = \frac{0,576 \text{ mol}}{1000 \text{ dm}^3} \approx 0,00058 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = \mathbf{0,58 \frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}} \quad (1)$$

12 p

5. a) Vee tiheduseks võib lugeda 1 g/cm^3

$$\text{lahustuvus}_{25 \text{ }^\circ\text{C}} = 36 \text{ g}/100 \text{ g vees} \quad (0,5)$$

$$m_{\text{max kogus}} = \frac{500 \text{ g} \cdot 36 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 180 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$m_{\text{lahustumata}} = 200 \text{ g} - 180 \text{ g} = \mathbf{20 \text{ g}} \quad (0,5)$$

b) $M_{\text{MgSO}_4} = (24,30 + 32,06 + 4 \cdot 16,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 120,36 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad (0,5)$

$$n_{\text{MgSO}_4} = \frac{m_{\text{MgSO}_4}}{M_{\text{MgSO}_4}} = \frac{200 \text{ g}}{120,36 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 1,66 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$Q = 1,66 \text{ mol} \cdot \left(-90,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right) \approx \mathbf{-151 \text{ kJ}} \quad (1)$$

Vabanes **~151 kJ** soojust.

c) $m_{\text{lahus}} = m_{\text{lahustunud aine}} + m_{\text{vesi}} = 200 \text{ g} + 500 \text{ g} = 700 \text{ g}$

$$\Delta T = \frac{Q}{m_{\text{lahus}} \cdot C_{\text{eri}}} = \frac{151 \text{ kJ} \cdot 1000 \frac{\text{J}}{\text{kJ}}}{700 \text{ g} \cdot 4,0 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{g}}} \approx \mathbf{54 \text{ K}} \quad (2)$$

d) $t = t_{\text{algne}} + \Delta T = 79 \text{ }^\circ\text{C} \quad (0,5)$

$$\text{lahustuvus}_{79 \text{ }^\circ\text{C}} \approx 56 \text{ g}/100 \text{ g vees} \quad (0,5)$$

$$m_{\text{max kogus}} = \frac{500 \text{ g} \cdot 56 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 280 \text{ g} \quad (0,5)$$

$$280 \text{ g} > 200 \text{ g}$$

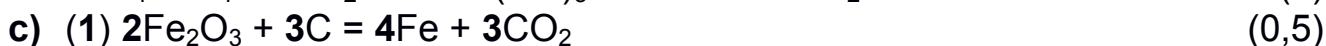
Kogu magneesiumsulfaat lahustuks. (1)

8 p

6. Osa I

- a) Kõik järgmised raud(II, III)oksiidid eksisteerivad või on suudetud neid sünteesida: Fe_3O_4 , Fe_4O_5 , Fe_5O_6 , Fe_5O_7 . (4×0,5)

Tahke argooni maatriksis on uuritud kõrges oksüdatsiooniastmes rauaühendeid, näiteks $\text{Fe}^{\text{VI}}\text{O}_3$ (oksiid) ja $\text{Fe}^{\text{VI}}\text{O}_4$ (peroksiid). $\text{Fe}^{\text{VII}}\text{O}_4^-$ on kõige kõrgemas oksüdatsiooniastmes raua esinemisvorm, mis on õnnestunud sünteesida. Spekuleeritakse, et $\text{Fe}^{\text{II}}\text{O}_2$ (peroksiid) võib esineda vahevöös.

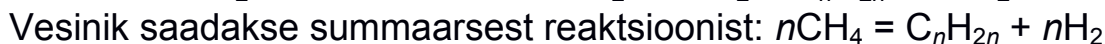
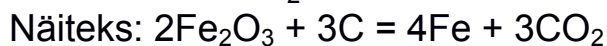


- d) Reaktsioonis **2** eraldub ühe mooli Fe tekkimisel 3/2 mooli CO_2 .

Protsessis, mida kirjeldavad reaktsioonivõrrandid **3–6**, aga 1 mool CO_2 .

Seega reaktsioonil **2** eraldub **3/2 korda rohkem** CO_2 . (1)

Teoreetiliselt CO_2 eraldumine võiks olla täiesti elimineeritud.



Vesinikku võib saada ka elektrolüüsi teel, näiteks tuuleenergia kasutamisel.

Ka rauda on võimalik saada otse elektrolüüsil – sellesuunalised uuringud on hetkel aktuaalsed.

Praktikas võetakse arvesse raua mineraalide ja kivisöe kättesaadavust ning maagaasi hinda. Kuna probleem on oluline ja kompleksne, on tulevikus ka teil võimalus selle lahendamisel aktiivselt osaleda.

Osa II

- a) **4** raua aatomit moodustavad γ -raua ühikraku.

Iga tahu keskmes olev aatom on ühikrakus poolikult ja igast nurgas olevast aatomist paikneb ühikrakus kaheksandik.

Kokku seega $6 \cdot \frac{1}{2} + 8 \cdot \frac{1}{8} = 4$. (1)

- b) Seega on ühikrakus kolm raua aatomit ja üks kroomi aatom.

$$\%(\text{Cr})_{4622} = \frac{A_{\text{Cr}}}{A_{\text{Cr}} + 3A_{\text{Fe}}} \cdot 100\% = \frac{52,00 \text{ amü}}{52,00 \text{ amü} + 3 \cdot 55,85 \text{ amü}} \cdot 100\% = \mathbf{24\%}$$
 (1)

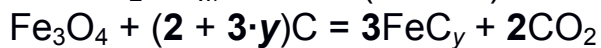
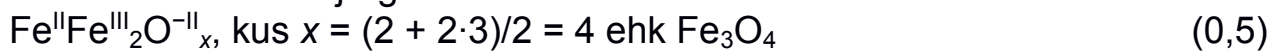
- c) Seega on ühikrakus üks süsiniku aatom ja neli raua aatomit.

$$\%(\text{C})_{\text{malm}}^{\text{max}} = \frac{A_{\text{C}}}{A_{\text{C}} + 4A_{\text{Fe}}} \cdot 100\% = \frac{12,01 \text{ amü}}{12,01 \text{ amü} + 4 \cdot 55,85 \text{ amü}} \cdot 100\% = \mathbf{5,1\%}$$
 (1)

- d) Seega kahe ühikraku kohta on üks süsiniku aatom ja kaheksa raua aatomit.

$$\%(\text{C})_{\text{teras}}^{\text{max}} = \frac{A_{\text{C}}}{A_{\text{C}} + 8A_{\text{Fe}}} \cdot 100\% = \frac{12,01 \text{ amü}}{12,01 \text{ amü} + 8 \cdot 55,85 \text{ amü}} \cdot 100\% = \mathbf{2,6\%}$$
 (1)

- e) Kuna on teada, et raud(II, III)oksiidis on Fe^{II} ja Fe^{III} suhe 1 : 2, seega on kaksikoksiidi valem järgnev:



$$n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{935 \text{ kg}}{231,55 \text{ g/mol}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 4038 \text{ mol} \quad (1)$$

$$n(\text{CO}_2) = 2 \cdot 4038 \text{ mol} = 8076 \text{ mol ja } n(\text{Fe}) = 3 \cdot 4038 \text{ mol} = 12114 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) = \frac{125 \text{ kg}}{12,01 \text{ g/mol}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 10408 \text{ mol} \quad (1)$$

$$n(\text{C})_{\text{liig}} = 10408 \text{ mol} - 8076 \text{ mol} = 2332 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$\%(\text{C}) = \frac{n_{\text{C}} A_{\text{C}}}{n_{\text{C}} A_{\text{C}} + n_{\text{Fe}} A_{\text{Fe}}} \cdot 100\%$$

$$\%(\text{C}) = \frac{2332 \text{ mol} \cdot 12,01 \text{ g/mol}}{2332 \text{ mol} \cdot 12,01 \text{ g/mol} + 3 \cdot 4038 \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol}} \cdot 100\% = \mathbf{4,0\%} \quad (1)$$

Moodustub **malm**. (1)

- f) 1 tonnis magnetiidis on seega raud(II, III)oksiidi:

$$n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{1 \text{ t} \cdot 0,9}{231,55 \text{ g/mol}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 3887 \text{ mol} \quad (1)$$

$$m(\text{malm}) = \frac{3 \cdot 3887 \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol}}{0,93} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} = \mathbf{0,70 \text{ t}} \quad (1)$$

20 p