

2014/15 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused  
10. klass

1. a) D-B-A-C (Na, Zn, Ni, Ag) (1)  
 b) A – nikkel; B – tsink; C – hõbe; D – naatrium. (2)  
 c) E – HCl  
 reaktsioon 1:  $\text{Ni} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{NiCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$   
 reaktsioon 2:  $4\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Ag}_2\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
 reaktsioon 3:  $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  (4)  
 d) Raud (Fe) (1)  
 e) Nikkel moodustab pinnale tiheda oksiidikihi (NiO), millest hapnik läbi ei pääse. Tsink on suhteliselt aktiivne metall ning oksüdeerub ise kaetava metalli asemel. (2)(10)
2. a) i)  $\text{H}_2\text{Te} < \text{H}_2\text{Se} < \text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{O}$ ; ii)  $\text{CH}_4 < \text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O} < \text{HF}$  (2)  
 b)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HF}$  (1)  
 c)  $\text{H}_2\text{O} < \text{CH}_3\text{OH} < \text{C}_5\text{H}_{12}$  (1)  
 d) i)  $\text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI} < \text{HF}$ ; ii)  $\text{He} < \text{Ne} < \text{Ar} < \text{Kr}$ ; iii)  $\text{LiI} < \text{LiBr} < \text{LiCl} < \text{LiF}$  (3)  
 e) i) vesiniksied; ii), iii) dispersioonijõud / van der Waalsi jõud / molekulidevahelised jõud. (3)(10)
3. a) i) suhkur (t)  $\longrightarrow$  suhkur (l) – pole tasakaaluline, kuna ei teki küllastunud lahust.  
 ii)  $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{l}) + \text{H}^+ (\text{l})$  – tasakaaluline  
 iii)  $\text{H}^+ (\text{l}) + \text{NaHCO}_3 (\text{l}) \longrightarrow \text{Na}^+ (\text{l}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$  – pole praktiliselt tasakaaluline, kuna  $\text{CO}_2$  lahjub reaktsioonikeskkonnast. (3)  
 b) i) Kõrgetes mägedes on õhk hõredam ja seetõttu ka hapniku osarõhk madalam. Seega on tasakaal nihutatud vasakule ning inimesel pole enam sama palju hapnikku kehas kui tavaliselt. Tal võib sellest paha hakata. (2)  
 ii) Mägedes elavad inimesed on kohanenud selliste tingimustega ning nende keha toodab rohkem hemoglobiini. Seega on tasakaal jälle paremale poole nihkunud ning keha saab piisavalt hapnikku. (2)  
 c) Kõrgem rõhk soodustab etanooli teket. Madalam temperatuur soodustab tasakaaluliselt etanooli teket, aga seda ei ole mõtet ka väga madalale ajada, muidu toimub reaktsioon jälle liiga aeglaselt. Kui tahame etanooli toota, siis tahame, et reaktsioon ka kiiresti toimuks. Lähteaineid (eriti aga veeauru kui odavamat lähteainet) tasub võtta liias, kuna sellisel juhul liigub tasakaal samuti paremale. (3)(10)
4. a) Reaktsioonis ii) eraldub  $\text{CO}_2$ .  
 i)  $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 ii)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$   
 iii)  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  (3)

b) Prooviga reageerinud HCl hulk moolides on:

$$n(\text{HCl}) = 0,11 \cdot 0,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}} - 0,0241 \cdot 0,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,019 \text{mol} \quad (2)$$

c) Eraldunud  $\text{CO}_2$  hulga järgi saab teada proovis olnud  $\text{CaCO}_3$  hulga, neutraliseerimiseks kulunud NaOH hulga järgi saab teada reaktsioonideks kulunud HCl koguhulga ning seega kogu aluselise aine hulga proovis. Lahutades kogu aluselise aine hulgast  $\text{CaCO}_3$  hulga, saab teada ka CaO hulga ja massiprotsendi (arvestada ka stõhhiomeetriat).

$$w(\text{CaO}) = \frac{n(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaO})}{m(\text{proov})} \cdot 100\% = \left[ \frac{n(\text{HCl})_{\text{alg}} - n(\text{HCl})_{\text{lõpp}}}{2} - n(\text{CaCO}_3) \right] \cdot \frac{M(\text{CaO})}{m(\text{proov})} \cdot 100\% =$$

$$= \left[ \frac{0,101 \cdot 0,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}} - 0,0241 \cdot 0,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{2} - \frac{0,191}{24 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} \right] \cdot \frac{56 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{\text{lg}} \cdot 100\% = 8,9\% \quad (5)(10)$$

5. a) Kollases veresoolas II, punases veresoolas III (1)

b)  $2\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{KCl}$  (2)

c)  $3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 4\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 12\text{KNO}_3$  (2)

$$M(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 4 \cdot 39,10 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot (12,01 + 14,01) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 368,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = \frac{m}{M} = \frac{7,30 \text{g}}{368,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 19,8 \text{mmol}$$

$$n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = c \cdot V = 1,954 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 35,0 \text{ml} = 68,4 \text{mmol}$$

Moolisuhte järgi on  $(\text{FeNO}_3)_3$  liias ja edasi saab arvutada  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  hulga

$$\text{järgi: } n(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = \frac{n(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6])}{3} = \frac{19,8 \text{mmol}}{3} = 6,61 \text{mmol}$$

$$M(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = 7 \cdot 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 18 \cdot (12,01 + 14,01) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 859,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = n \cdot M = 6,61 \text{mmol} \cdot 859,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5,68 \text{g}$$

Saagist arvesse võttes:  $m = 5,68 \text{g} \cdot 0,895 = 5,08 \text{g}$  (4)

d) Lisaks  $\text{Fe}^{3+}$  ioonidele võivad kollase veresoolaga reageerida ka teised metalliioonid. Demineraliseeritud vesi aitab tagada, et lahuses saab toimuda ainult soovitud reaktsioon. (1)(10)

6. a) i) Olgu segus x kg propaani ja 1-x kg butaani. Reaktsiooni soojusefekt on avaldatav:

$$\frac{x \text{ kg}}{0,044 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \cdot 2200 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + \frac{(1-x) \text{ kg}}{0,058 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \cdot 2877 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 49700 \text{ kJ}$$

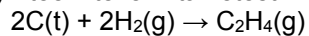
Leiame, et  $x=0,243$ , s.t. **i)** 24,3% propaani ja 75,7% butaani. (3)

**ii)** Ruumalaprotsent on võrdne mooliprotsendiga. Mooliprotsent segus on

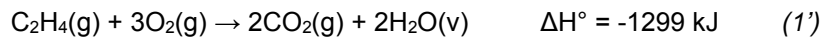
$$\frac{\frac{0,243 \text{ kg}}{0,044 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}}{\frac{0,243 \text{ kg}}{0,044 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} + \frac{0,757 \text{ kg}}{0,058 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}} \cdot 100\% = 29,7\% \text{ propaani}$$

ja 70,3% butaani. (2)

**b)** Eteeni teke lihtainetest:



Teadu on, et



Paneme tähele, et  $2 \cdot (2') + 2 \cdot (3') - 1 \cdot (1')$ , kus miinusemärgiga reaktsioon tähistab vastavat pöördreaktsiooni, annab meile tulemuseks



Viimase reaktsiooni entalpia on võimalik leida:

$$\Delta H = \Delta H_{f, \text{C}_2\text{H}_4} = 2 \cdot (-393,5) + 2 \cdot (-285,8) + 1299 = -60 \text{ kJ} \quad (5)(10)$$