

2012/2013 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused. 10. klass

Iga ülesanne annab kokku 10p.

1. a) oü(A) = 0 (jood)
 oü(B) = IV (süsinik)
 oü(C) = -II (väävel)
 oü(D) = -III (boor)
 oü(E) = V (fosfor) (5x0,5p)

- b) (A) I₂, jood
 (B) CO₂, süsinikdioksiid ehk süsihappegaas
 (C) H₂S, divesiniksulfiid
 (D) B₂H₆, diboraan
 (E) P₄O₁₀, tetrafosfordekaoksiid
 (iga valem 0,75p, iga nimetus 0,75p: kokku **10x0,75p**)

2. a) 18 – iga hapniku isotoobi kohta on 6 erinevat võimalust vesiniku isotoopide valikuks (¹H¹H, ¹H²H, ¹H³H, ²H²H, ²H³H, ³H³H). **(2p)**

- b) ²H₂O ja ²H³HO molekulide hulk on ¹H²HO molekulidega võrreldes väga väike, seega võib arvutuses eeldada ainult ¹H²HO molekulide olemasolu: (eelduse kirjutamine või selle kasutamine **1p**)

$$N = 1,34 \cdot 10^9 \text{ km}^3 \cdot \frac{10^9 \text{ m}^3}{1 \text{ km}^3} \cdot \frac{1030 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} \cdot \left(1 - \frac{3,50}{100}\right) \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{18,015 \text{ g}}$$

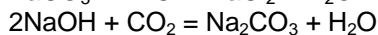
$$\cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{2(\text{H})}{1(\text{H}_2\text{O})} \cdot \frac{156(^2\text{H})}{10^6(\text{H})} \approx 1,39 \cdot 10^{43} \quad (\text{tulemus } \mathbf{1p})$$

c)

$$c = 3,96 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{211,63 \text{ g}} \cdot \frac{2(\text{NO}_3^-)}{1(\text{Sr}(\text{NO}_3)_2)} \cdot \frac{1}{100,0 \text{ ml}} \cdot \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}} \cdot \frac{1}{5^{15}} \approx$$

$$\approx 1,23 \cdot 10^{-11} \text{ mol/l} \quad (\mathbf{2p})$$

- d) 2Na + 2H₂O = 2NaOH + H₂↑ (iga reaktsioon 1p: kokku **3x1p**)
 BaCO₃ + 2HCl = BaCl₂ + H₂O + CO₂↑



- e) H⁺, Be²⁺, Li⁺, O²⁻, I⁻ (1p)

3. a) i) Oletame, et süsinikku on 1 mooli ühes moolis ühendis A, saame

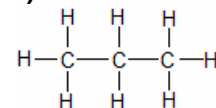
Mr(A) = 12 / 0,8182 = 14 (sellise molekulmassiga süsivesinikku pole).

Oletame, et süsinikku on 2 mooli ühes moolis ühendis A, saame Mr(A) = 24 / 0,8182 = 29 (sellise molekulmassiga süsivesinikku pole).

Oletame, et süsinikku on 3 mooli ühes moolis ühendis A, saame Mr(A) = 36 / 0,8182 = 44 (sellise molekulmassiga süsivesinikuks on C₃H₈). (kontroll, et C₃H₈ sobib **1,5p**)

- ii) Ühend A - C₃H₈, propaan (1p)
 iii) Ühendi A aineklass – alkaanid (0,5p)

b)



Tasapinnaline



Graafiline

(2x0,5p)

- c) B – CO₂, süsinikdioksiid ehk süsihappegaas
 C – H₂O, divesinikmonooksiid ehk vesi
 D – CO, süsinikmonooksiid, süsinik(II)oksiid
 E – C, süsinik (iga aine ja iga nimetus 0,5p: kokku **8x0,5p**)
 d) I C₃H₈ + 5 O₂ → 3 CO₂ + 4 H₂O
 II 2 C₃H₈ + 7 O₂ → 2 CO₂ + 2 CO + 2 C + 8 H₂O (2x1p)

4. a) Hapnik, lämmastik, fluor. (3x0,5p)

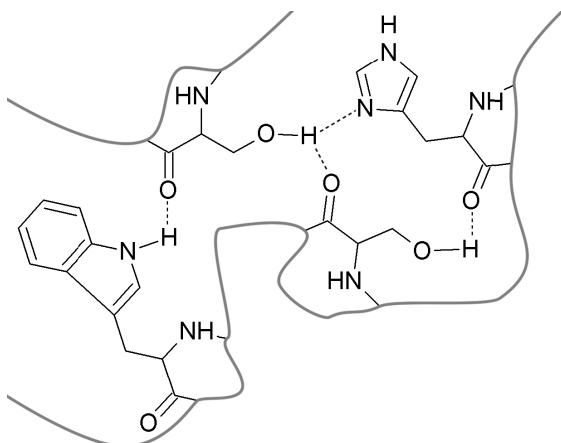
- b) Elektrostaatiline vastastikmõju. (0,5p)

- c) i) Vedela etanooli molekulide vahel esinevad vesiniksidemed, mis tuleb etanooli aurustamiseks lõhkuda; eetri molekulide vahel mitte (seal toimivad vaid van der Waals'i jõud, mille mõju on vesiniksidemetest oluliselt nõrgem). Vesiniksidemete lõhkumine neelab energiat, mistõttu on etanoolile vaja aurustumiseks rohkem energiat anda ning selle keemistemperatuur on kõrgem. (2p)

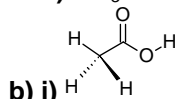
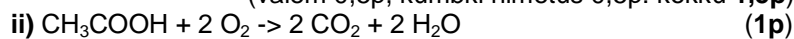
- ii) Vees eksisteerib suur vesiniksidemete struktuur, kuhu mõne muu aine (etanooli või dimetüüleetri) molekulide sisenemiseks lahustumisel tuleb osa olemasolevatest vesiniksidemetest lõhkuda. Sidemete lõhkumine nõuab energiat. Etanooli lahustumisel vees moodustuvad etanooli ja vee molekulide vahel vesiniksidemed, mis läbi eraldub energiat. Dimetüüleetri lahustumisel vees vesiniksidemeid olulisel määral ei moodustu. Kuna etanooli lahustumisel neeldub summaarselt vähem

energiat kui dimetüüleetri lahustumisel, on etanooli lahustuvus suurem kui dimetüüleetri lahustuvus samal temperatuuril. (3p)
NB! Kui õpilane ei ole juhtinud tähelepanu sellele, et vees on vesiniksidemed olemas ning olemasoleva struktuuri lõhkumine neelab energiat, anda maksimaalselt pooled punktid.

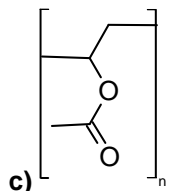
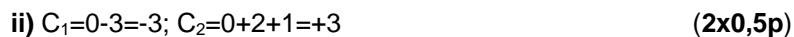
- d) Vt joonist. Kui õpilane on (näiteks molekuli ümberkirjutamisest johtunud aatomite omavahelise nihke tõttu) leidnud rohkem või teistsuguseid mõistlikke võimalusi vesiniksidemete moodustumiseks, punkte mitte maha võtta.
(iga side 0,75p: kokku 4x0,75p)



5. a) i) CH_3COOH , äädikhape ehk etaanhape
(valem 0,5p, kumbki nimetus 0,5p: kokku 1,5p)



- b) i) (1,5p)



- c) (1p)



- ii) Plii(II)etanaat (0,5p)



(reaktsioon 1p, nimetus 0,5p: kokku 1,5p)

6. a) i) Ühend X on SiO_2 , ränidioksiid.

(valem 0,5p, nimetus 0,5p: kokku 1p)

- ii) Ühend Y on ilmselt kristallhüdraat. CoCl_2 sisaldus ühendis Y on $100 - 45,4 = 54,6\%$ ning CoCl_2 molekulmass on $M = 59 + 2 \cdot 35,5 = 130 \text{ g/mol}$. Järelikult on ühendi Y molekulmass $M(\text{Y}) = 130 / 0,546 = 238 \text{ g/mol}$, millest $238 - 130 = 108 \text{ g/mol}$ on vesi. Vee molekulmass on $M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ g/mol}$ ning vee hulk ühe CoCl_2 mooli kohta on seega $108 / 18 = 6 \text{ mol}$. Seega on ühendi Y valem $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (1p)

$$V(\text{vest, X}) = \frac{0,5 \text{ g} \cdot (1 - 0,005) \cdot 0,4}{18 \text{ g/mol}} = 0,01 \text{ mol}$$

- b) i) (1p)

$$V(\text{vest, ind}) = \frac{0,5 \text{ g} \cdot 0,005}{130 \text{ g/mol}} \cdot 6 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

- ii) (1p)

Seega moodustab indikaatori poolt imatav vesi vaid 1% SiO_2 poolt imatavast veest, mis on praktiliselt tühine kogus. (0,5p)

- c) Kuna praktiliselt imab kogu vett SiO_2 , siis tuleneb silikageeli mass kasv vee seostumisest SiO_2 külge. SiO_2 molekulmass on $M = 28 + 2 \cdot 16 = 60 \text{ g/mol}$. Kui kuiva silikageeli mass on x g ning täiesti niiske silikageeli mass 1,4x g, siis kehtib järgmine seos:

$$\frac{x}{1,4x} = \frac{60}{60 + n \cdot 18}$$

kus n on ühe SiO_2 molekuliga seostunud veemolekulide arv. Võrrandi lahendamisel saame, et $n = 1,33$ ehk ligikaudu 1.

(võrrandi koostamine 1,5p, lahendamine

1,5p, vastuse ümardamine täisarvuni 0,5p: kokku 3,5p)

- d) i) Kotikesi vahetatakse välja varem seetõttu, et indikaatori värvus muutub enne seda, kui silikageel veest küllastub (st indikaatori värvuse muumiseks vajalik vee hulk on väiksem kui vee hulk, mida silikageel maksimaalselt imada suudaks). (1p)

- ii) Silikageel, mis sisaldab indikaatorina CoCl_2 , on toksiline, seega suurendab silikageeli liiga sagedane vahetamine toksiliste jäätmete hulka. (0,5p)

- e) Indikaatoriks sobiks näiteks CuSO_4 , mis on samuti hügrokoopne aine ning kuival kujul valge pulber. Vee juuresolekul moodustab aga see kiiresti vaskvitrioli ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), millel on intensiivne sinine värvus. (0,5p)

7. a) Fe(II): $\text{Fe}(\text{OH})_2$ või $\text{FeO} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (1p)
 Fe(III): $\text{Fe}(\text{OH})_3$ või $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (1p)
 b) $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ (1p)
 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{KSCN} = \text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6] + 3\text{KOH}$ või
 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{KSCN} = \text{Fe}(\text{SCN})_3 \downarrow + 3\text{KOH}$ (1p)

c) Korrodeerunud raua mass:

$$m(\text{Fe}) = 0,38 \frac{\text{mg}}{\text{cm}^2} * 20 \text{ cm}^2 * \frac{200 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^2} * \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 0,152 \text{ g} \quad (1\text{p})$$

Plaadi täispindala (arvestades, et plaat on piisavalt õhuke, et servade pindala oleks tühiselt väike):

$$S = 8,0 \text{ cm} * 3,3 \text{ cm} * 2 * \frac{1 \text{ m}^2}{10000 \text{ cm}^2} = 5,28 * 10^{-3} \text{ m}^2 \quad (1\text{p})$$

Kiirus:

$$r = 0,152 \text{ g} * \frac{1}{5,28 * 10^{-3} \text{ m}^2} * \frac{1}{300 \text{ min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ tund}} = 5,8 \frac{\text{g}}{\text{m}^2 * \text{tund}} \quad (1\text{p})$$

d) i) Ühe tunni jooksul korrodeeruva kihi paksus:

$$d_{\text{tund}} = 5,76 \frac{\text{g}}{\text{m}^2 * \text{tund}} * \frac{1 \text{ cm}^2}{7,85 \text{ g}} * \frac{1 \text{ m}^2}{10000 \text{ cm}^2} * \frac{10000 \mu\text{m}}{1 \text{ cm}} = 0,73 \frac{\mu\text{m}}{\text{tund}} \quad (1,5\text{p})$$

ii) Aasta jooksul

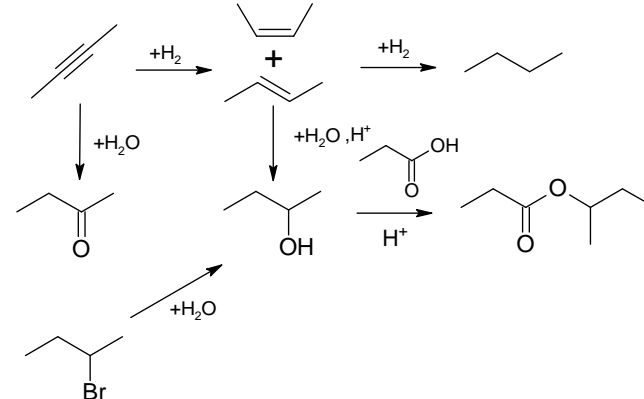
$$d_{\text{aasta}} = 0,73 \frac{\mu\text{m}}{\text{tund}} * \frac{1 \text{ mm}}{1000 \mu\text{m}} * 24 \frac{\text{tund}}{\text{päev}} * 365,25 \frac{\text{päev}}{\text{aasta}} = 6,4 \frac{\text{mm}}{\text{aasta}} \quad (1,5\text{p})$$

8. a) A - Fe, raud B - Ni, nikkel C - H_2O , vesi D - H_2 , vesinik
 E - NH_3 , ammoniaak
 F ja G - SO_2 , vääveldioksiid, ja SO_3 , vääveltrioksiid (pole öeldud, kumb on kumb)
 H - Fe_2O_3 , raud(III)oksiid

(iga valem 0,25p, iga nimetus 0,25p: kokku 16x0,25p)

- b) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ (1,5p)
 c) $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6] \text{SO}_4 \rightarrow \text{NiSO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} \uparrow$ (1,5p)
 e) $2 \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3$ (1,5p)
 d) $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6] \text{SO}_4 + 6 \text{NH}_4\text{OH} / (\text{NH}_4^+ + \text{OH}^-) / \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6] \text{SO}_4 + 12 \text{H}_2\text{O} / 6 \text{H}_2\text{O}$ (1,5p)

9. a) B võib olla antud *cis*- või *trans*-konformatsioonis.



(8x1p)

b) Ühendil on 6 võimalikku isomeeri (vt joonist allpool). Kui õpilane on joonistanud rohkem kui 4 isomeeri, lugeda ainult nelja esimest (lugedes vasakult paremale ning ülevalt alla).

(4x0,5p)

