

KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

Kohtla-Järve, Kuressaare, Narva, Pärnu, Tallinn ja Tartu

4. november 2017

1. 1) $\text{Cu} + \text{Cl}_2 = \text{CuCl}_2$ (1)
või oksüdeerumine happe ja õhuhapniku koosmõjul:
 $2\text{Cu} + 4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$ (1)
- 3) $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ (1)
- 4) $\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ (1)
või Cu reaktsioon mõne teise sobiva redutseerijaga (nt C, CO)
- 5) $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (lahjendatud hape) või (2)
 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (kontsentreeritud hape)
- 6) $\text{CuCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{AgCl}\downarrow + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (1)
- 7) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ (2)
- 8) $\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1)

10 p

2. a) Küllastamata lahus anum as A:

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{0,200 \text{ g}}{56,08 \text{ g/mol} \cdot 1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,00357 \text{ M}}$$
 (1)

Küllastatud lahus anum as B:

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{0,173 \text{ g}}{74,10 \text{ g/mol} \cdot 100 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,0233 \text{ M}}$$
 (1)

- b) $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,200 \text{ g} \cdot \frac{74,10 \text{ g/mol}}{56,08 \text{ g/mol}} = 0,264 \text{ g}$ (lahus on küllastunud) (1)

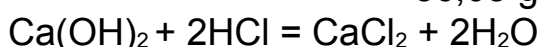
$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2, \text{ sademena}) = (0,264 - 0,173) = \mathbf{0,091 \text{ g}}$$
 (1)

- c) Võrrand HCl-i moolide arvu järgi kahes lahuses (mis peab olema võrdne):

$$0,100 \text{ M} \cdot (1,00 \text{ dm}^3 + V_{\text{HCl}}) = \frac{1,05 \text{ kg/dm}^3 \cdot 0,100 V_{\text{HCl}}}{0,0365 \text{ kg/mol}}, \text{ siit}$$
 (1)

$$V_{\text{HCl}} = \frac{0,100 \text{ M} \cdot 1,00 \text{ dm}^3}{\frac{1,05 \text{ kg/dm}^3 \cdot 0,100}{0,0365 \text{ kg/mol}} - 0,100 \text{ M}} = 0,0360 \text{ dm}^3 = \mathbf{36,0 \text{ cm}^3}$$
 (2)

- d) $n(\text{Ca}(\text{OH})_2, \text{ anum as}) = \frac{0,200 \text{ g}}{56,08 \text{ g/mol}} = 0,00357 \text{ mol}$



$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot 0,00357 \text{ mmol} = 0,00714 \text{ mmol}$$

Vajalik HCl lahuse ruumala:

$$V_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{C_{\text{HCl}}} = \frac{0,00714 \text{ mol}}{0,100 \text{ mol/dm}^3} = 0,0714 \text{ dm}^3 = \mathbf{71,4 \text{ cm}^3}$$
 (1)

- e) Ca^{2+} -ioonide kontsentratsioon saadud lahuses:

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{0,00357 \text{ mol}}{(100 + 71,4) \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,0208 \text{ mol/dm}^3}$$
 (1)

10 p

3.

- a) i) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ (1)
ii) $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$ (1)
iii) $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{HNO}_3$ (1)
iv) $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (1)

b) $c(\text{KHP lahus}) = \frac{1,02 \text{ g}}{204,1 \text{ g/mol} \cdot 0,250 \text{ dm}^3} = 0,0200 \text{ mol/dm}^3 = 0,0200 \text{ M}$ (1)

$$n(\text{KHP}) = n(\text{NaOH}) = 0,0200 \text{ M} \cdot 0,01000 \text{ dm}^3 = 0,00200 \text{ mol}$$

$$c(\text{NaOH lahus}) = \frac{0,00200 \text{ mmol}}{0,02000 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,0100 \text{ M}}$$
 (1)

c) $n(\text{NO}) = 0,0101 \text{ dm}^3 \cdot 0,0100 \text{ M} = 0,000101 \text{ mol}$ (1)

$$n(\text{NO, kanistris}) = 0,000101 \text{ mol} \cdot \frac{5000 \text{ cm}^3}{50,00 \text{ cm}^3} = 0,0101 \text{ mol}$$

$$m(\text{NO, kanistris}) = 0,0101 \text{ mmol} \cdot 30,0 \text{ g/mol} = 0,303 \text{ g}$$
 (1)

$$m(\text{NO, heitgaasi 1 km kohta}) = \frac{0,303 \text{ g}}{0,5 \text{ km}} = \mathbf{0,606 \text{ g/km}}$$

See näitaja ei vasta EURO6 nõuetele (0,08 g/km). (1)

9 p

4. a) X – Si, räni (1)
Y – F, fluor (1)
Z – H, vesinik (1)

b) Kõige tõenäolisemalt on hapetes keskseks aatomiks räni. Seega on mõistlik teha eeldus, et seda on happe molekulis üks.

$$M(\mathbf{C}) = \frac{28,1 \text{ g/mol}}{0,359} = 78,3 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{O}) = 0,615 \cdot \frac{78,3 \text{ g/mol}}{16,0 \text{ g/mol}} \approx 3 \text{ ja } n(\text{H}) = 0,026 \cdot \frac{78,3 \text{ g/mol}}{1,01 \text{ g/mol}} \approx 2$$
 (1)

C valem on seega $\mathbf{H_2SiO_3}$. (1)

Tehes sama eelduse, mis enne:

$$M(\mathbf{D}) = \frac{28,1 \text{ g/mol}}{0,194} = 145 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{H}) = 0,014 \cdot \frac{145 \text{ g/mol}}{1,01 \text{ g/mol}} \approx 2 \text{ ja } n(\text{F}) = 0,792 \cdot \frac{145 \text{ g/mol}}{19,0 \text{ g/mol}} \approx 6$$
 (1)

Ühend **D** on $\mathbf{H_2SiF_6}$. (1)

- c) i) $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} = 2\text{MgO} + \text{Si}$ (1)
ii) $3\text{SiF}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{H}_2\text{SiO}_3$ (1)
iii) $\text{Ca}_2\text{Si} + 4\text{HCl} = \text{SiH}_4 + 2\text{CaCl}_2$ (1)

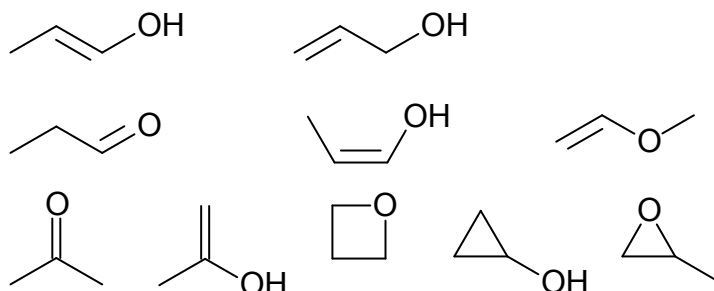
10 p

$$5. \text{ a) } n(\text{C}) = \frac{67,2 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 3 \text{ mol ja } n(\text{H}) = 2 \cdot \frac{54,0 \text{ g}}{18,0 \text{ g/mol}} = 6 \text{ mol} \quad (1)$$

$$n(\text{O}) = 2 \cdot \frac{67,2 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}} + \frac{54 \text{ g}}{18,0 \text{ g/mol}} - 2 \cdot \frac{89,6 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 1 \text{ mol} \quad (1)$$

Brutovalem: **C₃H₆O**

b) Toodud isomeeride hulgast sobivad suvalised seitse. (5)



Esimesed neli isomeeri annavad igaüks 0,5 punkti, järgmised 3 isomeeri annavad igaüks 1 punkti. Kokku 5 p.

c) Tuntud lahusti **X** on atsetoon või propaan-2-oon. (1)

Tegu on ketooniga. (1)

9 p

6) a) $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OOC-R})_3 + 3\text{NaOH} = \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3 + 3\text{NaOOC-R}$ (1)

kus R- on oleiinhappe jääk ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7-$ või $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$)

b) NaOH siseneb süsteemi läbi voogude **2** ja **10**, üleliigne NaOH väljub voog **8** kaudu. Järelikult reaktoris reageeriva NaOH hulk on

$$\dot{m}_{\text{NaOH, reag}} = 0,5 \dot{m}_2 + 0,2 \dot{m}_{10} - 0,085 \dot{m}_8 = 8,81 \text{ kg/h} \quad (2)$$

Reageerinud NaOH hulk on:

$$\dot{n}_{\text{NaOH, reag}} = \frac{\dot{m}_{\text{NaOH, reag}}}{M(\text{NaOH})} = 220,2 \text{ mol/h} \quad (0,5)$$

Kuna trioleiin reageerib täielikult NaOH-ga ning on teada, et 1 mol trioleiin \Leftrightarrow 3 mol NaOH, siis

$$\dot{n}_{\text{TO, reag}} = \frac{\dot{n}_{\text{NaOH, reag}}}{3} = 73,4 \text{ mol/h} \quad (1)$$

Järelikult on trioleiini hulk voos **1**

$$\dot{m}_{\text{TO, 1}} = \dot{n}_{\text{TO, reag}} M(\text{TO}) = 65 \text{ kg/h} \quad (0,5)$$

c) Ühe mooli reageeriva trioleiini kohta tekib üks mool glütserooli. Seega on tekkiva glütserooli hulk $\dot{n}_{\text{gl, reag}} = \dot{n}_{\text{TO, reag}} = 73,4 \text{ mol/h}$

Seega glütserooli mass voos **6** on:

$$\dot{m}_{\text{gl, 6}} = \dot{n}_{\text{gl, reag}} \cdot M(\text{gl}) = 6,76 \text{ kg/h} \quad (1)$$

Vee massi voos **6** saab leida voogude **2**, **8** ja **10** abil: kogu süsteemi sisenev vesi peab süsteemist väljuma. Järelikult

$$\dot{m}_{6, \text{H}_2\text{O}} = \dot{m}_{2, \text{H}_2\text{O}} - \dot{m}_{8, \text{H}_2\text{O}} + \dot{m}_{10, \text{H}_2\text{O}} = 0,5 \dot{m}_2 - 0,468 \dot{m}_8 + 0,8 \dot{m}_{10} = 0,8 \text{ kg/h} \quad (2)$$

Glütserooli sisaldus voos **6** on järelikult:

$$\%_{\text{gl, 6}} = \frac{\dot{m}_{\text{gl, 6}}}{\dot{m}_{\text{gl, 6}} + \dot{m}_{6, \text{H}_2\text{O}}} = 0,894 = 89,4\% \quad (1)$$

- d)** 2-aminoetanool (MEA) ei vasta ökomärgise nõuetele, kuna klassifikatsiooni H412 järgi on MEA ohtlik veeorganismidele. (1)
Euroopa direktiivi järgi esitatud nõudeid ei rakendata, kui aine omadused muutuvad töötlemise käigus nii, et nende väljaselgitatud ohtlikkus kaob. Antud olukorras reageerib MEA sidrunhappega ning tekib orgaaniline sool või amiid, mis ei ole enam ohtlik. (2)
Seetõttu nõudepesugeel vastab nõuetele.

12 p