

2013/2014 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused. 12. klass

1. a) Propaan > etüülatsetaat > äädikhape (2)  
 b) Vesinikside > dipool-dipool ≈ dipool-indutseeritud dipool ≈ dispersioonijõud (2)  
 c) Lisades süsteemi inertgaasi, vähendades süsteemi ruumala, lisades lähteaineid, eemaldades saaduseid. (2)  
 d) i) Happelised: CH<sub>3</sub>COOH, CO<sub>2</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 ii) Neutraalsed: MnO<sub>2</sub>, KI, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NaCl  
 iii) Aluselised: NaS, CaO, Ba(OH)<sub>2</sub> (0,5x10=5)

2. a) CaCO<sub>3</sub> → CaO + CO<sub>2</sub> (1)  
 MgCO<sub>3</sub> → MgO + CO<sub>2</sub> (1)  
 NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> → N<sub>2</sub>O + 2H<sub>2</sub>O (1)  
 b) Ca(OH)<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> → CaCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O (1)  
 H<sub>2</sub>O(g) → H<sub>2</sub>O(v) (Piisab ka, kui on kirjutatud, et vesi kondenseerub või et ta on sellel temperatuuril vedelik) (1)  
 N<sub>2</sub>O on neutraalne oksiid ning ei reageeri ei vee ega ka kaltsiumhüdrosiidiga ning läbib lahuse gaasina (1)

c) Ülesande tekstist lähtuvalt saame koostada võrrandid:  
 1) Kõigi ainete mass kokku on  
 $n_{MgCO_3} \times M_{MgCO_3} + n_{CaCO_3} \times M_{CaCO_3} + n_{NH_4NO_3} \times M_{NH_4NO_3} = 40,20g$  (1)

2) Vastavalt reaktsioonivõrranditele on peale lagunemist gaasisegu koostis  
 $\frac{(n_{MgCO_3} + n_{CaCO_3} + 3n_{NH_4NO_3})RT_{1000K}}{p} = V_{63,44L}$  (1)

3) Peale Ca(OH)<sub>2</sub> vesilahusest läbijuhtimist ning 298 K jahutamist on alles ainult N<sub>2</sub>O  $\frac{n_{N_2O}RT_{298K}}{p} = V_{3,740L}$  (1)

Alustades võrrandist 3) saame teada N<sub>2</sub>O hulga kaudu NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> moolid:

$$n_{N_2O} = n_{NH_4NO_3} = \frac{1bar \times 3,740L}{0,08314 \frac{bar \times L}{mol \times K} \times 298K} = 0,151mol$$

Seejärel arvutame kuumas gaasisegus olnud gaaside koguhulga:

$$n_{MgCO_3} + n_{CaCO_3} + 3n_{NH_4NO_3} = \frac{63,44L \times 1bar}{0,08314 \frac{bar \times L}{mol \times K} \times 1000K} = 0,763mol$$

Siit saab avaldada metallide soolade hulga:

$$n_{MgCO_3} + n_{CaCO_3} = 0,763mol - 3 \times 0,151mol = 0,310mol$$

Avaldades näiteks MgCO<sub>3</sub> moolide arvu:

$$n_{MgCO_3} = (0,310 - n_{CaCO_3})mol$$

Nüüd saame saadud väärtused asetada võrrandisse 1):

$$(0,310 - n_{CaCO_3})mol \times 84,3 \frac{g}{mol} + n_{CaCO_3}mol \times 100,1 \frac{g}{mol} + 0,151mol \times 80 \frac{g}{mol} = 40,20g \Rightarrow$$

$$26,13g - 84,3n_{CaCO_3} + 100,1n_{CaCO_3} + 12,08g = 40,20g \Rightarrow n_{CaCO_3} = 0,126mol$$

Seega MgCO<sub>3</sub> hulk on:

$$n_{MgCO_3} = 0,310mol - 0,126mol = 0,184mol$$

Ainete massid algses segus:

$$m_{MgCO_3} = 15,5g$$

$$m_{CaCO_3} = 12,6g$$

$$m_{NH_4NO_3} = 12,1g$$

3. a) CaC<sub>2</sub> + 2 H<sub>2</sub>O → Ca(OH)<sub>2</sub> + C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (1)

b) Reaktsiooni entalpia tekkeentalpia kaudu:

$$\Delta H_r = [\Delta H_f(Ca(OH)_2) + \Delta H_f(C_2H_2)] - [\Delta H_f(CaC_2) + 2\Delta H_f(H_2O)]$$

$$\Delta H_r = \left( -986,1 \frac{kJ}{mol} + 226,7 \frac{kJ}{mol} \right) - \left[ -59,8 \frac{kJ}{mol} + 2(-285,8 \frac{kJ}{mol}) \right] = -128 \frac{kJ}{mol}$$
 (2)

Reageerinud CaC<sub>2</sub> moolide arv:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{15,0g}{64,0g/mol} = 0,234mol$$
 (1)

Toimunud reaktsiooni soojusefekt:

$$\Delta H_r = 0,234mol \times (-128kJ/mol) = -30,0kJ$$
 (1)

c) Reaktsioon on eksotermiline (sest ΔH < 0). (1)

d) 15,0 g kaltsiumkarbiidi moolide arv on 0,234 mol (vt b) ), vastavalt reaktsiooni stöhhiomeetrialet (vt a) ) tekkis järelikult 0,234 mol etüüni. Tekkinud etüüni põlemise soojusefekt on seega:

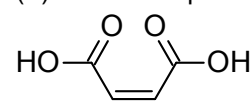
$$\Delta H = -1256kJ/mol \times 0,234mol = -294kJ$$
 (2)

e) Põlemine muudaks (tõstaks) temperatuuri rohkem, kuna põlemise soojusefekt on suurem. (1)

4. a) Eeldame, et meil on 100 g ainet. Siis on meil 55,1 g hapnikku, 41,4 g süsinikku ja 3,5 g vesinikku. Kui me arvutame need moolihulkadeks ümber, saame teada, et O:C:H suhtuvad üksteisesse moolide järgi kui 1:1:1. Kuna tegemist on dikarboksülhappetega, siis hapnikke on kokku 4, seega brutovalemiks peab olema C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>. (2)

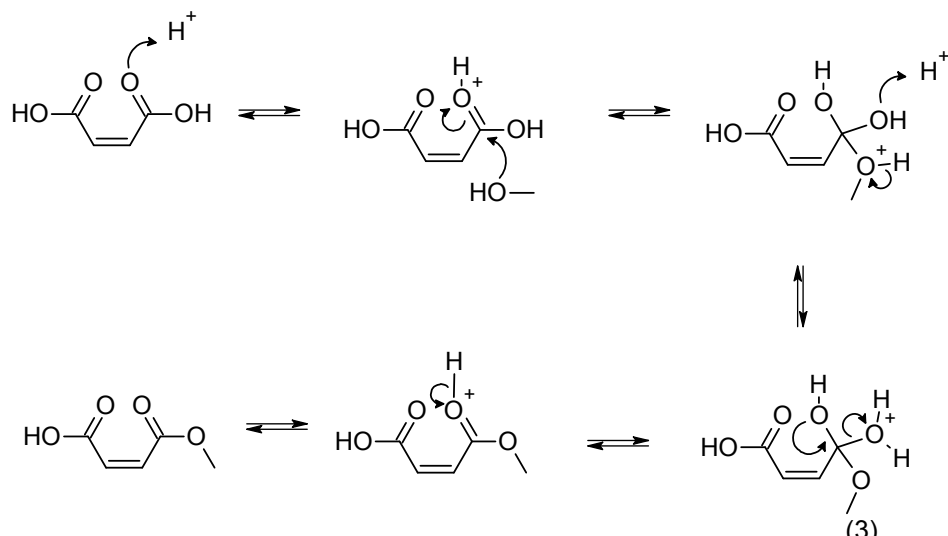
b) Kuna maleiin-happel on kaksikside, siis peab ta olema *cis* kujul, kuna *trans* isomeer on üldjuhul stabiilsem *cis* isomeerist. Nimetus:

(Z) buteendihape



(2)

c)



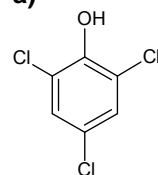
d) Reaktsioon toimub kiiremini happelises keskkonnas, kuna karbonüülrühma protoneerimine aktiveerib karbonüülrühma ja OH-rühm muutub paremini lahkvaks rühmaks. (1)

5. a) i) katood  $\text{PbO}_2$  (0,5)  
 anood  $\text{Pb}$  (0,5)  
 elektrolüüt  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$  (0,5)
- ii) katood  $\text{S}_8$  õige ka lihtsalt S (0,5)  
 anood  $\text{Na}$  (0,5)  
 elektrolüüt naatriumaluminaat  $x\text{Na}_2\text{O } y\text{Al}_2\text{O}_3$  (0,5)
- iii) katood  $\text{Br}_2$  (0,5)  
 anood  $\text{Zn}$  (0,5)  
 elektrolüüt  $\text{ZnBr}_2(\text{aq})$  (0,5)
- b) i) katood:  $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  (1)  
 anood:  $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+$  (1)
- ii) katood:  $\text{S}_8 + 16\text{e}^- = 8\text{S}^{2-}$  või  $2\text{S} + 2\text{e}^- = \text{S}_2^{2-}$  (1)  
 anood:  $\text{Na} = \text{Na}^+ + \text{e}^-$  (1)
- iii) katood:  $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Br}^-$  (1)  
 anood:  $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$  (1)

c)  $M(\text{NaS}) = 55 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{Pb-H}_2\text{SO}_4) = 305 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{ZnBr}_2) = 225 \text{ g/mol}$ . Kui eeldada, et kõik akud annavad ühe mooli kohta ligikaudu võrdse koguse energiat, siis on väikseim ekvivalentmass Na-S akul. Selle energiamahutuvus on umbes  $150 \text{ Wh/kg}$ . Plii- ja  $\text{ZnBr}_2$  energiamahutuvused on  $30\text{--}50 \text{ Wh/kg}$ .

(0,5)

6. a)



(1)

b) Kuna seos kontsentratsiooni ja neelduvuse vahel on lineaarne, siis:

$$c = \frac{1M}{8736AU} \times 0,832AU = 9,5 \times 10^{-5} M \quad (2)$$

$$c) n^{TCP} = \frac{m}{M} = \frac{461\text{mg}}{197,45\text{mg/mmole}} = 2,3\text{mmol} \quad (1)$$

Leiame TCP moolide hulga oktanoolis:

$$n_{ok\ tan\ oolis}^{TCP} = n^{TCP} - n_{vees}^{TCP} = 2,33\text{mmol} - 9,52 \times 10^{-5} M \times 5\text{ml} = 2,33\text{mmol} \quad (1,$$

koos põhjendusega lugeda õigeks ka lahendus, kus eeldatakse, et TCP on praktiliselt täielikult oktanoolis)

ning nüüd kontsentratsiooni oktanoolis:

$$c_{ok\ tan\ oolis}^{TCP} = \frac{n}{V} = \frac{2,33\text{mmol}}{5\text{ml}} = 0,47M \quad (1)$$

$$d) \log(P) = \log \frac{0,47M}{9,52 \times 10^{-5} M} = 3,7 \quad (1)$$

$$e) P = 10^{\log P} = 10^{1,19} = 16 \quad (1)$$

Et ruumalad on võrdsed, siis

$$P = \frac{c_{ok\ tan\ oolis}}{c_{vees}} = \frac{n_{ok\ tan\ oolis}}{n_{vees}}$$

siit

$$n_{ok\ tan\ oolis} = P \cdot n_{vees}$$

$$\%_{00} = \frac{n_{vees}}{P \cdot n_{vees} + n_{vees}} \cdot 1000 = \frac{n_{vees}}{n_{vees}(P+1)} \cdot 1000 = \frac{1}{P+1} \cdot 1000 =$$

$$= \frac{1}{15,5+1} \cdot 1000 = 61 \quad (2)$$