

2013/2014 õ.a keemiaolümpiaadi lõppvoorü ülesannete lahendused. 10. klass

1.

a) **A** – raud (Fe); **B** – süsinik (C); **C** – kroom (Cr); **D** – vask (Cu); **E** – tina (Sn); **F** – tsink (Zn); **G** – plii (Pb); **X** – molekulaarne hapnik (O₂)

(8x0,5)

b) Peamised oksüdatsiooniastmed; Fe₂O₃(+3), aluseline; Cr₂O₃(+3), amfoteerne; CuO(+2), aluseline; SnO₂(+4) amfoteerne; ZnO(+2) amfoteerne; PbO(+2) amfoteerne;

(6x0,75)

2.

a) i) NaOH + CH₃CH₂COOH = CH₃CH₂COONa + H₂O

NaOH + (CH₃)₂CHCH(NH₂)COOH = (CH₃)₂CHCH(NH₂)COONa + H₂O

NaOH + [CH₃CH₂CH₂NH₃]⁺NO₃⁻ = NaNO₃ + CH₃CH₂CH₂NH₂ + H₂O

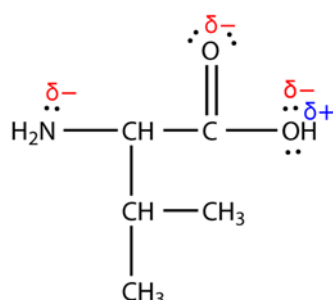
ii) HNO₃ + CH₃CH₂CH₂NH₂ = [CH₃CH₂CH₂NH₃]⁺NO₃⁻

HNO₃ + (CH₃)₂CHCH(NH₂)COOH = [(CH₃)₂CHCH(NH₃)COOH]⁺NO₃⁻

(5x0,5)

b) Valiini molekulide vahel moodustuvad vesiniksidemed või ioonilised sidemed (läbi tsvitteriooni tekkimise). Mõlemad vastused loetakse õigeks.

(1)



(2)

c) i) vedelik, elektrijuht, värvitu

ii) tahkis, mittejuht, värvitu

(6x0,5)

References: Protic Ionic Liquids: Properties and Applications (<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/cr068040u>)

3.

a) Benseen jaotub kuueks võrdkülgseks kolmnurgaks, kus kõrguse ja aluse vaheline suhe on $\tan 60^\circ = h/0,5L \leftrightarrow L = 2 \cdot h / \tan 60^\circ = 2 \cdot 0,121 / \sqrt{3} = 0,14 \text{ nm}$

(2)

b) Madalaimale energiatasemele vastab $n=1$.

$$E_1 = \frac{n^2 \cdot h^2}{8 \cdot m_e \cdot L^2} = \frac{1^2 \cdot (6,626 \cdot 10^{-34})^2 (J \cdot s)^2}{8 \cdot 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (0,14 \cdot 10^{-9})^2 \text{ m}^2} = 3,074 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

(2)

$$\text{c) } \Delta E = E_5 - E_2 = \frac{(5^2 - 2^2) \cdot h^2}{8 \cdot m_e \cdot L^2} = 21 \cdot E_1 = 21 \cdot 3,074 \cdot 10^{-18} \text{ J} \cdot 6,24 \cdot 10^{18} \text{ eV/J} = 400 \text{ eV} \quad (2)$$

$$\text{d) } \Delta E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \leftrightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E} \quad (1)$$

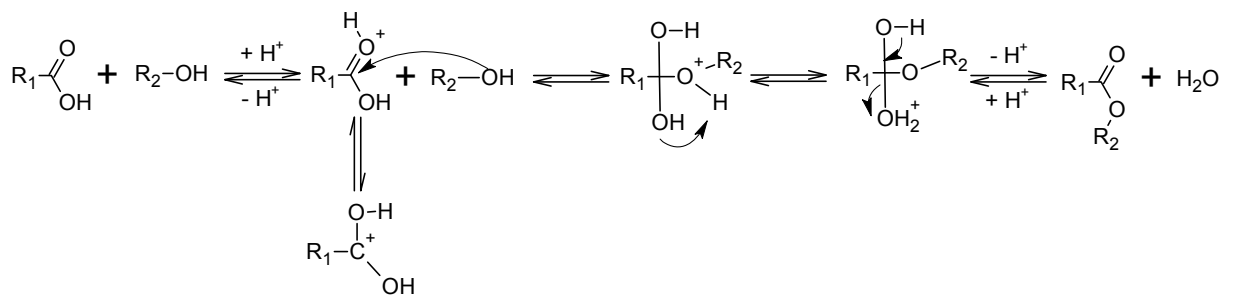
$$\lambda = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{21 \cdot 3,074 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = 3,077 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 3,077 \text{ nm} \quad (1)$$

e) Lainele iseloomulikud omadused on näiteks lainepikkus, sagedus, difraktsioon, peegeldumine ja osakesele iseloomulikud omadused on mass, laeng.

(2x1)

4.

a)

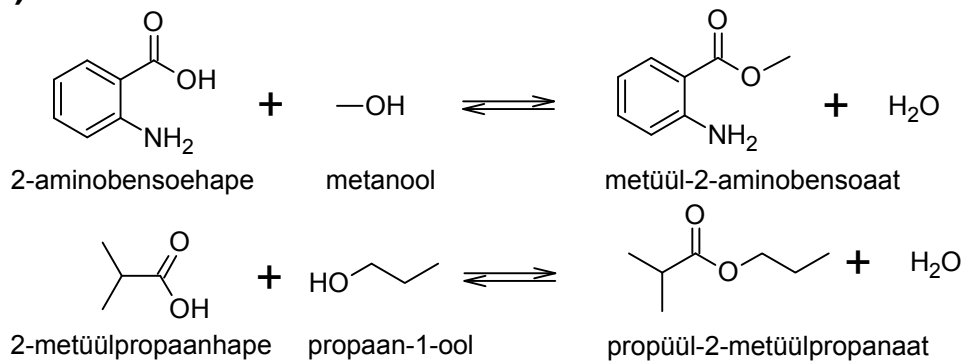


(3)

b) Estri tekke suunas saab tasakaalu nihutada kasutades ühte lähteainet tugevas liias või eemaldades tekkiva vee reaktsioonikeskkonnast.

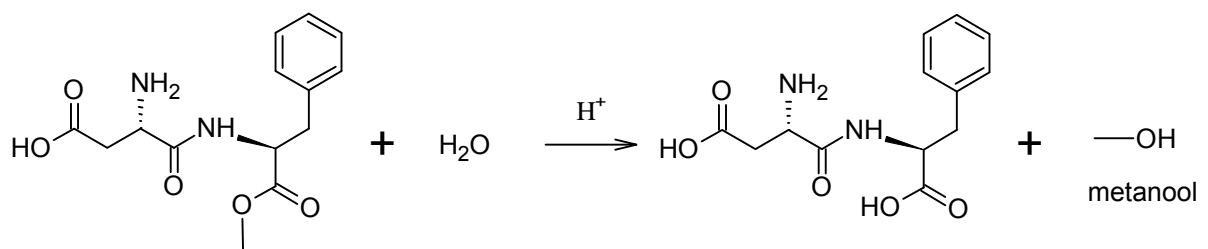
(2x0,5)

c)



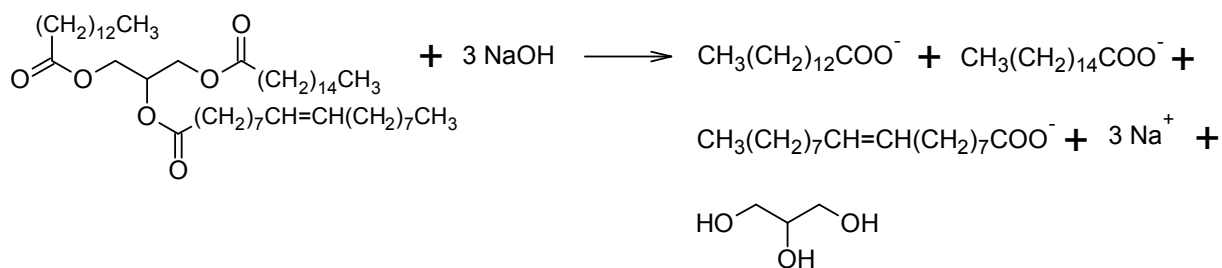
(2x1+4x0,5)

d)



(1)

e)



(2)

5.

a) Tuleb leida mõlema reaktsiooni konstant A:

$$A_1 = \frac{k_1}{e^{\frac{-E_a}{RT}}} = \frac{4,52 \cdot 10^{-11} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}}{e^{\frac{-113000 \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293 \text{ K}}}} = 6,32 \cdot 10^9 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

(1)

$$A_2 = \frac{k_2}{e^{\frac{-E_a}{RT}}} = \frac{6,02 \cdot 10^{-13} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}}{e^{\frac{-109000 \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293 \text{ K}}}} = 1,63 \cdot 10^7 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

(1)

Kasutades A väärtust, saab leida kiiruskonstandid 40 °C juures:

$$k_1(40^\circ \text{C}) = A_1 \cdot e^{\frac{-E_a}{RT}} = 6,32 \cdot 10^9 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1} \cdot e^{\frac{-113000 \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 313 \text{ K}}} = 8,75 \cdot 10^{-10} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

(1)

$$k_2(40^\circ \text{C}) = A_2 \cdot e^{\frac{-E_a}{RT}} = 1,63 \cdot 10^7 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1} \cdot e^{\frac{-109000 \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 313 \text{ K}}} = 1,05 \cdot 10^{-11} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

(1)

b) Reaktsioon 1 puhul: $k_1(40^\circ) : k_1(20^\circ) = 19,4$ kordaReaktsioon 2 puhul: $k_2(40^\circ) : k_2(20^\circ) = 17,4$ korda

(2x1)

Reaktsiooni kiirus suureneb temperatuuri tõustes rohkem sellel reaktsioonil, mille aktivatsioonienergia on kõrgem.

(1)

c) Katalüüsitud reaktsiooni kiiruskonstant on:

$$k_{\text{kat}} = k_1(20^\circ) \cdot 1000 = 4,52 \cdot 10^{-8} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

(1)

seega reaktsiooni aktivatsioonienergia:

$$E_a = (\ln A_1 - \ln k_{\text{kat}}) \cdot RT = (\ln 6,32 \cdot 10^9 - \ln 4,52 \cdot 10^{-8}) \cdot 8,314 \text{ J/mol K} \cdot 293 \text{ K} = 96170 \text{ J/mol} = 96,17 \text{ kJ/mol}$$

(2)

6.

a) i) Tõukejõud; ii) summaarset jõudu ei mõju; iii) tõmbejõud

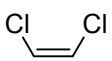
(3x0,5)

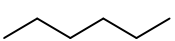
b) Molekulide elektronpilved hakkavad olulisel määral kattuma.

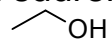
(0,5)

c) madal sulamistemperatuur, pehmus

(2x0,5)

d) i)  Trans-isomeeri vastasasendites paiknevad dipoolmomendid kompenseeruvad ja summaarne dipoolmoment molekulil puudub. Cis-isomeeril on dipoolmoment ja seega on ka tugevamad molekulidevahelised tõmbejõud.

ii)  Sirged ahelad mahuvad üksteisele lähemale ja nii tekib ka suurem molekulidevaheline tõmbejõud.

iii)  Etanool saab anda vesiniksidemeid ja seetõttu on tugevamad tõmbejõud.

iv) Cl₂ Klooril on suurem aatomi raadius ja kõrgem polariseeritavus. Seetõttu on ka tugevamad molekulidevahelised tõmbejõud.

(4x0,5+4x1)

e) i) Li⁺ Liitiumi kation on väiksem, seega on laengutihedus suurem. Mida suurem laeng, seda tugevam interaktsioon veega.

ii) Sr²⁺ Strontsiumi kationil on suurem laeng ja raadius on enam-vähem sama suur kui rubiidiumil. Mida suurem laeng, seda tugevam interaktsioon veega.

(2x0,5+2x1)