

Tallinna XXII koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor 2021.–22. õa

Ülesannete lahendused*

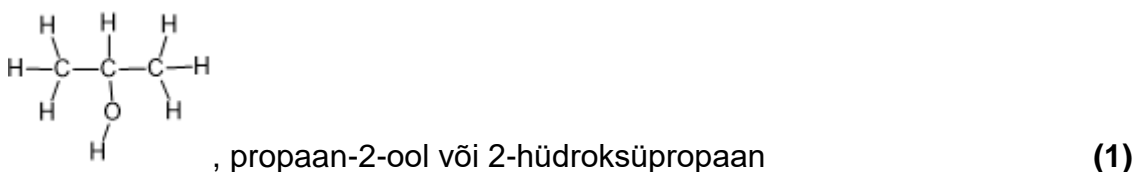
12. klass

1. ÜLESANNE (10)

1. struktuur 0,5p; nimetus 0,5p



2. struktuur 0,5p; nimetus 0,5p



3. õige valik 0,5p; põhjendus 1p

Propaan on VLOÜ ja propaan-2-ool on LOÜ. (0,5)

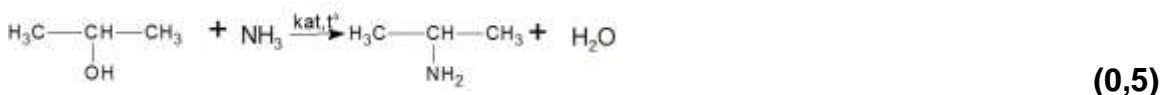
Propaani molekulis on osakeste vahel mõjuvad jõud nõrgemad kui propaan-2-oolis; propaan-2-ooli molekulide vahel esinevad vesiniksidemed (1)

4. õige valik 0,5p; põhjendus 1p

Vihmaveega seostub paremini propaan-2-ool. (0,5)

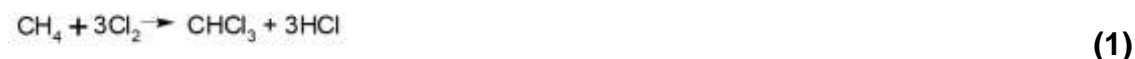
Propaan-2-ooli molekulis moodustub OH-rühma ja vee molekulis oleva vastaslaenguga osakese vahele vesinikside (1)

5. reaktsioonivõrrand 0,5p; nimetus 0,5p

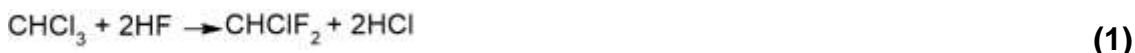


2-aminopropaan (õigeks lugeda ka teised korrektsed nimetused, nt isopropüülamiin) (0,5)

6. ainete valemid 0,5p; tasakaalustamine 0,5p



7. ainete valemid 0,5p; tasakaalustamine 0,5p; nimetus 0,5p



mõnes allikas tuuakse ümberhalogeenimisvõimaluseks ka AgF või mõni muu fluoriid,

difluoroklorometaan (0,5)

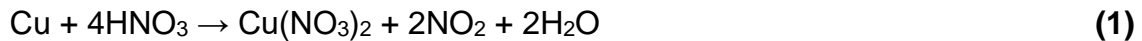
8. õige valik 0,5p; põhjendus 1p

Madalam keemistemperatuur on küsimuses 7. moodustunud difluoroklorometaanil. (0,5)

Difluoroklorometaani molaarmass on väiksem kui triklorometaanil, mistõttu molekulide vahel on nõrgemad jõud. (1)

2. ÜLESANNE (10)

1. ainete valemid 0,5p; tasakaalustamine 0,5p

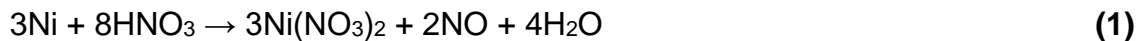


2. redutseerija: $\text{Cu}^0 - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^{\text{II}}$ (0,5)

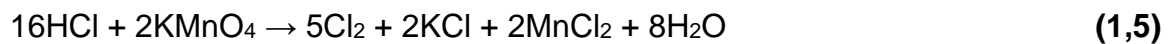


3. lahuse sinine värvus on põhjustatud $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ (õigeks lugeda ka Cu^{2+}) ionide tekkimisest (0,5)

4. ainete valemid 0,5p; tasakaalustamine 0,5p



5. ainete valemid 0,5p; tasakaalustamine 1p



6. $16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- + 2\text{MnO}_4^- \rightarrow 5\text{Cl}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ (1)

7. ainete valemid 1p; tasakaalustamine 1p



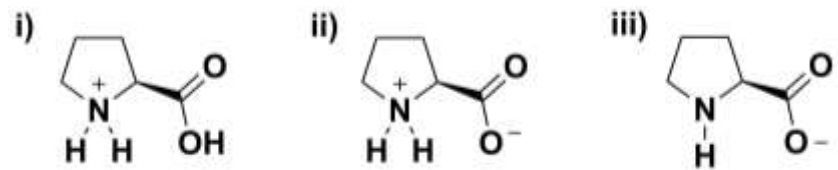
8. redutseerija: $\text{Cu}^{\text{I}} - \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^{\text{II}}$ (0,5)



9. tekkiva lahuse pH < 7 (0,5)

3. ÜLESANNE (10)

1. Kõik õige 1p; üks õige 0,5p



2. $\text{pH} = -\log(0,0100) = 2,00$ (0,5)

3. $\text{pH} = -\log\left(\frac{10^{-14}}{0,0100}\right) = 12,00$ (1)

4. Kuna $[\text{HA}] = c_0 - [\text{A}^-]$ ning $[\text{H}^+] = [\text{A}^-]$, saab koostada võrrandi:

$$K_{a1} = \frac{[\text{A}^-][\text{H}^+]}{c_0 - [\text{A}^-]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{c_0 - [\text{H}^+]} \quad (1)$$

$$[\text{H}^+]^2 + K_{a1}[\text{H}^+] - K_{a1}c_0 = 0$$

$$[\text{H}^+] = \frac{-K_{a1} + \sqrt{K_{a1}^2 + 4K_{a1}c_0}}{2} = \frac{-10^{-4,2} + \sqrt{10^{-8,4} + 4 \cdot 10^{-4,2} \cdot 10^{-2}}}{2} = 7,63 \cdot 10^{-4} \text{ M} \quad (0,5)$$

$$\text{pH} = -\log(7,63 \cdot 10^{-4}) = 3,12 \quad (0,5)$$

Lugeda õigeks ka lihtsustus:

$$10^{-4,2} = \frac{[H^+]^2}{0,0100} \quad [H^+] = 7,94 \cdot 10^{-4} M \quad pH = 3,10$$

Järelikult on 0,01 M bensoehappe vesilahus $\frac{10^{-3,12}}{10^{-6,63}} = 3236$ korda happelisem kui 0,01 M proliini vesilahus. **(0,5)**

Kui bensoehappe lahuse $pH=3,10$, siis on erinevus 3390 korda.

0,5p tähelepaneku $[H^+] = [A^-]$ tegemise eest

0,5p kas bensoehappe lahuse $[H^+]$ väärtuse alusel pH leidmise või proliini lahuse pH väärtuse alusel $[H^+]$ leidmise eest

5. Vastavalt definitsioonile on 50% bensoehapest dissotsieerunud $pH = pK_a = 4,2$ juures **(0,5)**

$$K_{a1} = \frac{[A^-][H^+]}{c_{lõplik} - [A^-]} = \frac{[H^+]^2}{c_{lõplik} - [H^+]}$$

$$c_{lõplik} = \frac{[H^+]^2 + K_a [H^+]}{K_a} = 2K_a \quad \text{(0,5)}$$

$$c_{esialgne} V_{esialgne} = c_{lõplik} V_{lõplik}$$

$$V_{lõplik} = \frac{0,01^2}{2 \cdot 10^{-4,2}} = 0,792 \text{ (l)} \quad \text{(0,5)}$$

Järelikult tuleb 10 mL lahusele lisada 792 mL – 10 mL = 782 mL vett. **(0,5)**

Kontraktsiooni nii lahjade lahuste korral (sisuliselt) ei esine.

Võib lahendada ka järgmiselt:

Kui 50% happe molekulidest on dissotsieerunud, siis on vesinikioonide, happeanionide ja happemolekulide kontsentratsioon võrdne. Olgu see x .

$$10^{-4,2} = \frac{x^2}{x} \quad x = 6,31 \cdot 10^{-5}$$

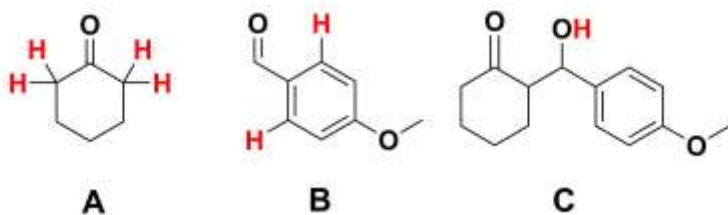
Seega, vesinikioonide ja happeanionide ja happe molekulide kontsentratsioon on $6,31 \cdot 10^{-5}$ M. Happe üldkontsentratsioon on seega $2 \cdot 6,31 \cdot 10^{-5}$ M. Happe üldhulk oli algselt:

$$n(\text{hape}) = 0,0100 M \cdot 0,0100 l = 10^{-4} \text{ mol}$$

$$V(\text{lahus}) = \frac{10^{-4} \text{ mol}}{2 \cdot 6,31 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 0,792 \text{ l}$$

$$V(\text{lisa vesi}) = 792 \text{ ml} - 10 \text{ ml} = 782 \text{ ml}$$

6. õige struktuurivalem 0,5p; igas struktuurivalemis õigesti märgitud vesinik(ud) 0,5p
Kõige happelisemad süsinikud ühendites **A–C** on tähistatud punase värviga.

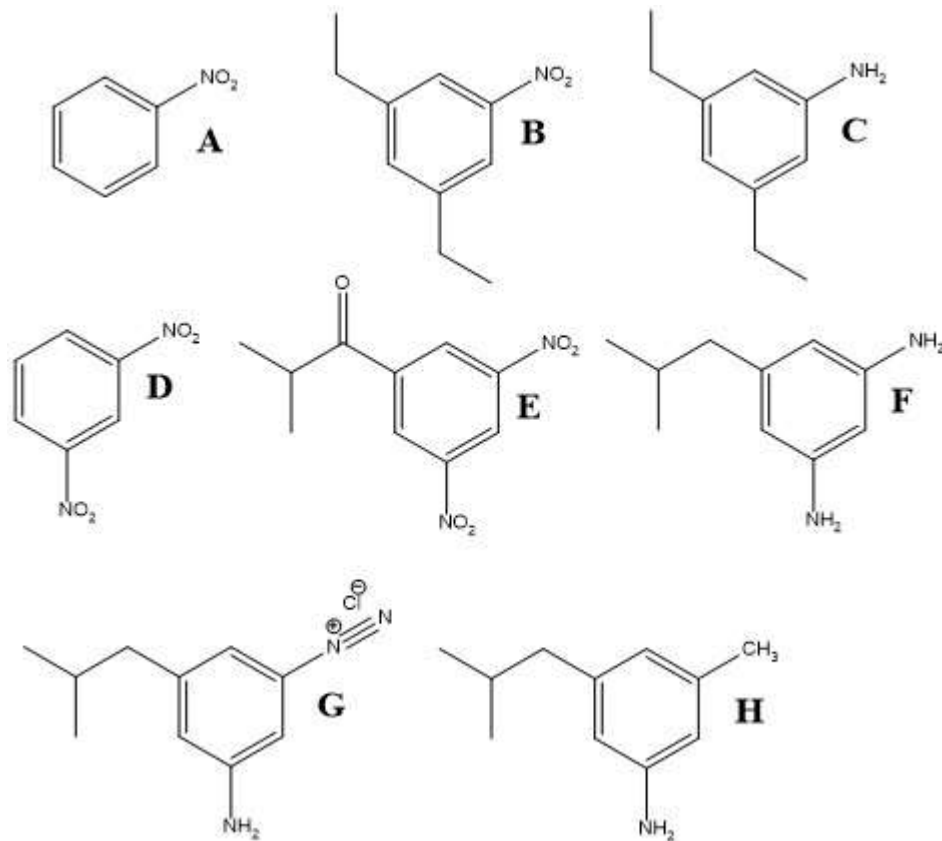


(3)

4. ÜLESANNE (10)

1. Ühendite **E** ja **G** struktuurivalemid annavad 1p, teised 0,5p.

(5)



Lugeda õigeks ka **B**, kui sisse on viidud üks etüülrühm.

2. Iga nimetus 0,5p; kokku 2p.

B – 1,3-dietüül-5-nitrobenseen

(0,5)

C – 1,3-dietüül-5-aminobenseen / 3,5-dietüülaniliin

(0,5)

D – 1,3-dinitrobenseen

(0,5)

H – 3-metüül-5-(2-metüülpropüül)aniliin

(0,5)

3. Õige vastus 0,5p; kokku 1p.

3.1. b) elektrofiilne asendus,

(0,5)

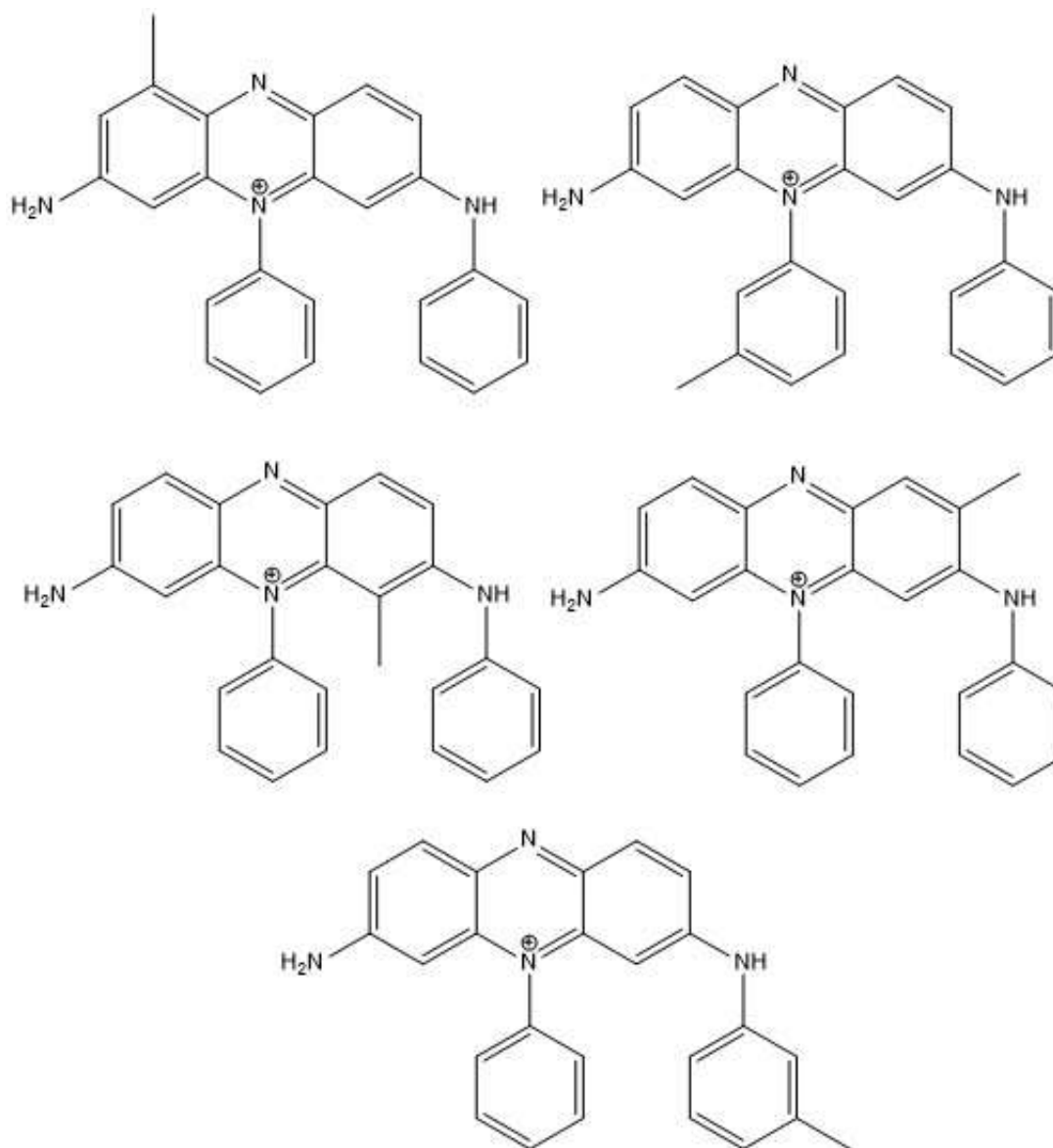
3.2. d) redutseerumine.

(0,5)

4. Kumbki sobiv struktuurivalem 1p; kokku 2p.

(2)

Võimalikud struktuurivalemid:



* Keemiaolümpiaadi koolivooru komisjon võib iseseisvalt hinnata võimalikke alternatiivseid lahendusvariante.