

Tallinna XXII koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivõor 2021.–22. õa

Ülesannete lahendused*

11. klass

1. ÜLESANNE (10)

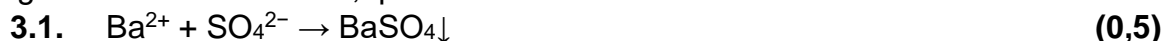
1. iga iooni valem 0,5p (5)

Lahus	1	2	3	4	5
Katioon	Ba ²⁺	Na ⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Al ³⁺
Anioon	I ⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	Br ⁻	SO ₄ ²⁻

2. iga reaktsioonivõrrand 0,5p



3. iga reaktsioonivõrrand 0,5p



4. $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightarrow 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2\downarrow$ (1)

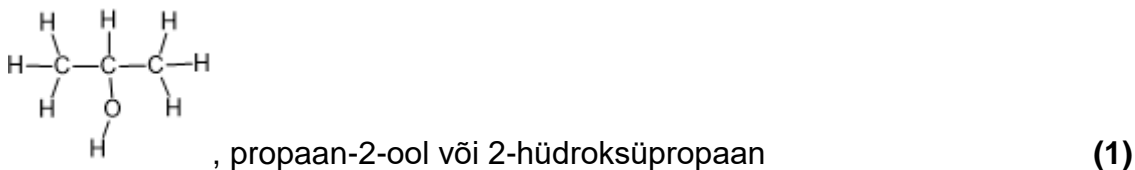
5. $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow$ (1)

2. 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)

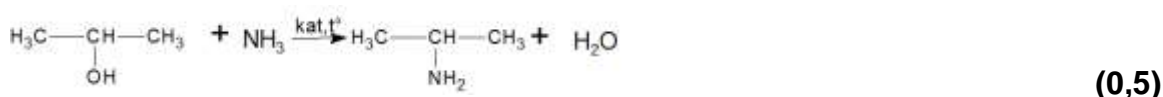
Propaani molekulis on osakeste vahel mõjuvad jõud nõrgemad kui propaan-2-oolis; propaan-2-ooli molekulide vahel esinevad vesiniksidemed (1)

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)

3. ÜLESANNE (10)

1.

$$M(C + H + P) = 27 \cdot 12,01 + 35 \cdot 1,008 + 1 \cdot 30,97 = 390,52 \left(\frac{g}{mol}\right) \quad (0,5)$$

$$\%(C + H + P) = 100\% - 13,95\% - 21,24\% = 64,81\%$$

$$M(\text{Remdesivir}) = \frac{390,52 \frac{g}{mol}}{64,81\%} \cdot 100\% = 602,56 \frac{g}{mol} \quad (0,5)$$

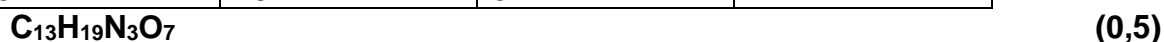
$$N(N) = \frac{0,1395 \cdot 602,56 \frac{g}{mol}}{14,01 \frac{g}{mol}} = 6 \quad (0,5)$$

$$N(O) = \frac{0,2124 \cdot 602,56 \frac{g}{mol}}{16,00 \frac{g}{mol}} = 8 \quad (0,5)$$



2.

C	H	N	O
47,41 %	5,82%	12,76%	34,01%
47,41 g	5,82 g	12,76 g	34,01 g
$\frac{47,41 g}{12,01 \frac{g}{mol}}$ = 3,948 mol	$\frac{5,82 g}{1,008 \frac{g}{mol}}$ = 5,774 mol	$\frac{12,76 g}{14,01 \frac{g}{mol}}$ = 0,911 mol	$\frac{34,01 g}{16,00 \frac{g}{mol}}$ = 2,126 mol
4,33	6,34	1	2,33
13	19	3	7

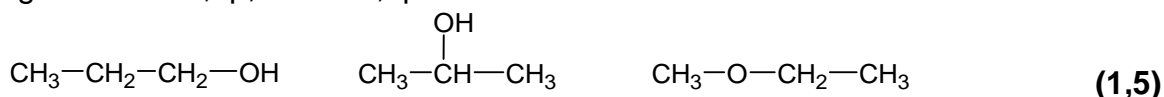


3. $\text{C}_{23}\text{H}_{32}\text{F}_3\text{N}_5\text{O}_4$ (0,5)

4. $\text{C}_{18}\text{H}_{26}\text{ClN}_3\text{O}$ (0,5)

5. $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}$ (0,5)

6. iga isomeer 0,5p; kokku 1,5p



7.

$$n(\text{CO}_2) = \frac{1,500 \text{ g}}{44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,03408 \text{ mol} = n(\text{C}) \quad (0,5)$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,409 \text{ g}}{18,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,02270 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{H}) = 0,02270 \text{ mol} \cdot 2 = 0,0454 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n(\text{O}) = \frac{1,00 \text{ g} - 0,03408 \text{ mol} \cdot 12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} - 0,0454 \text{ mol} \cdot 1,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,03406 \text{ mol} \quad (1)$$

C:H:O aatomite hulkade suhe on 0,0341 : 0,0454 : 0,0341 ehk 1 : 1,33 : 1 ehk $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$

Brutovalem on molaarmassi silmas pidades: $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ (1)

Kuivõrd molaarmass on antud, siis saab arvutada ka C-vitamiini hulga kaudu:

$$n(\text{C} - \text{vitamiin}) = \frac{1,00 \text{ g}}{176,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,005682 \text{ mol}$$

Indeksid tulevad niisiis:

$$N(\text{C}) = \frac{0,03408 \text{ mol}}{0,005682 \text{ mol}} = 6 \quad N(\text{H}) = \frac{0,0454 \text{ mol}}{0,005682 \text{ mol}} = 8$$

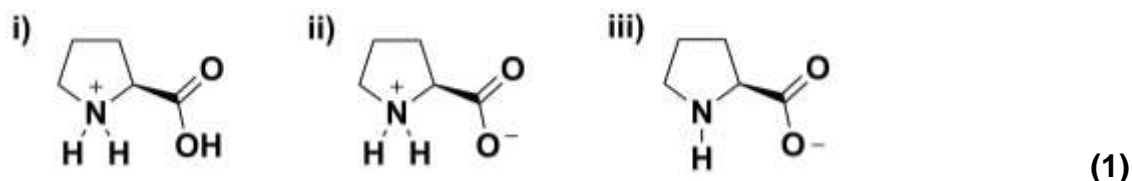
Et põlemissaadusteks on vaid süsihappegaas ja veeaur, siis on „ülejäanud osa“ molaarmassist hapnik:

$$N(\text{O}) = \frac{176,1 - 6 \cdot 12,01 - 8 \cdot 1,008}{16,00} = 6$$

Sellise lahenduskäigu eest anda samuti 2 punkti.

4. 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:

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

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

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

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

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 $\frac{10^{-3,12}}{10^{-6,63}} \approx 3240$ 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)

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

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

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

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

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, happeanioonide ja happemolekulide kontsentratsioon võrdne. Olgu see x.

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

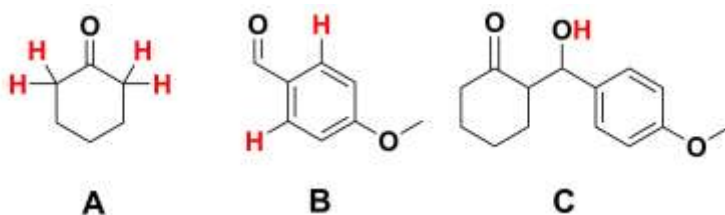
Seega, vesinikioonide ja happeanioonide ja happe molekulide kontsentratsioon on $6,31 \cdot 10^{-5}$ M. Happe üldkontsentratsioon on seega $2 \cdot 6,31 \cdot 10^{-5}$ M. Happe üldhulk oli algselt:

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

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

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

6. õige struktuurivalem 0,5p; igas struktuurivalemis õigesti märgitud vesinik(ud) 0,5p
Kõige happelisemad süsinikud ühendites **A–C** on tähistatud punase värviga. **(3)**



* Keemiaolümpiaadi koolivooru komisjon võib iseseisvalt hinnata võimalikke alternatiivseid lahendusvariante.