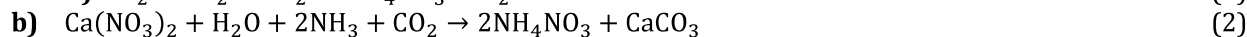


2020/2021 õ.a keemiaolümpiaadi lõppvooru lahendused
11.–12. klass

Ülesanne 1. Väetised (10 p)

A – NH_4NO_3 , **B** – NH_3 , **C** – HNO_3 , **D** – N_2 , **E** – H_2 , **F** – O_2 , **G** – NO , **H** – H_2O , **I** – NO_2



c) X

$$\%(\text{K})_{\text{K}_2\text{O}} = \frac{2 \cdot 39,10 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2 \cdot 39,10 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 100\% = 83,0\%$$

$$\%(\text{K})_{\text{X}} = 63\% \cdot 0,830 = 52,3\%$$

$$M(\text{anioon}) = 39,10 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \frac{1 - 0,523}{0,523} = 35,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, \text{ mis vastab klooriaatomi molaarmassile.}$$

Seega **X** – **KCl**. (1)

Y

$$\%(\text{P})_{\text{P}_2\text{O}_5} = \frac{2 \cdot 30,97 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2 \cdot 30,97 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 5 \cdot 16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 100\% = 43,6\%$$

$$\%(\text{P})_{\text{Y}} = 61\% \cdot 0,436 = 26,6\%$$

$$\%(\text{N})_{\text{Y}} : \%(\text{P})_{\text{Y}} = \frac{26,6}{12} = 2,22$$

$$M(\text{N}) : M(\text{P}) = \frac{30,97 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{14,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,21, \text{ seega peab N ja P suhe on selles aines olema 1:1.}$$

Kuna tegu on vesiniksoolaga, siis **Y** valem on tõenäoliselt $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ($115 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

Seega $\%(\text{P})_{\text{Y}} = \frac{30,97 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{115 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 100\% = 27\%$ ja $\%(\text{N})_{\text{Y}} = \frac{14,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{115 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 100\% = 12\%$, mis vastavad etteantud andmetele.

Y – **$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$** (2)

Z

Levinuim karbonüülrühma ($\text{C}=\text{O}$) sisaldav lämmastikuühend on urea ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, $60,06 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$), milles $\%(\text{N})_{\text{Z}} = \frac{28,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{60,06 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 100\% = 47\%$. Kuna see vastab etteantud andmetele, siis **Z** – **$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$** . (1)

Ülesanne 2. Gaaside lahustumine vees (10 p)

Allikad: <https://doi.org/10.5194/acp-15-4399-2015>; <https://doi.org/10.4319/lo.1963.8.2.0149>;
<https://doi.org/10.1021/je000215o>; <https://doi.org/10.1021/je00027a005>;
<https://doi.org/10.1063/1.458911>.

a) (8×0,5)

	temperatuur (<i>T</i>)	gaasi osarõhk (<i>x_p</i>)	veekihi sügavus (<i>d</i>)	pH
<i>c</i> (N_2)	väheneb	suureneb	väheneb	ei muutu
<i>c</i> (CO_2)	väheneb	suureneb	suureneb	suureneb

b) $c_{\text{atm}} = \frac{xp}{RT} = \frac{0,087 \cdot 10^{-6} \cdot 10^5 \text{ Pa}}{8314 \text{ dm}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 277 \text{ K}} = 3,78 \cdot 10^{-9} \text{ M}$ (1)

$$c_0 = 3,78 \cdot 10^{-9} \text{ M} \cdot 8314 \text{ dm}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 277 \text{ K} \cdot 4,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{Pa}^{-1} = 3,74 \cdot 10^{-10} \text{ M}$$
 (1)

$$d = \frac{\log \frac{c_{\text{atm}}}{c_0} \cdot RT}{Mg(1-\nu\rho)} = \frac{\log \frac{3,78}{0,374} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 277 \text{ K}}{0,131 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot (1-0,36 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1} \cdot 1,03 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3})} = 2860 \text{ m} \approx \mathbf{2,9 \text{ km}}$$
 (1)

c) $RT \cdot \log \frac{c_{\text{O}_2}}{c^\circ} + dgM(\text{O}_2)(1 - \nu_{\text{O}_2}\rho_{\text{O}_2}) = RT \cdot \log \frac{c_{\text{O}_2}}{c^\circ} + dgM(\text{N}_2)(1 - \nu_{\text{N}_2}\rho_{\text{N}_2})$

$$d = \frac{\log \frac{K_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot x_{\text{O}_2}}{K_{\text{H}_2\text{N}_2} \cdot x_{\text{N}_2}} \cdot RT}{g \cdot (M(\text{N}_2)(1-\nu_{\text{N}_2}\rho_{\text{N}_2}) - M(\text{O}_2)(1-\nu_{\text{O}_2}\rho_{\text{O}_2}))}$$
 (1)

$$d = \frac{\log \frac{1,3 \cdot 10^{-5} \cdot 20,95}{6,4 \cdot 10^{-6} \cdot 78,08} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 277 \text{ K}}{9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot (0,028 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot (1-1,29 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1} \cdot 1,03 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}) - 0,032 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot (1-0,97 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1} \cdot 1,03 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}))} = 6700 \text{ m} \approx \mathbf{6,7 \text{ km}}$$
 (1)

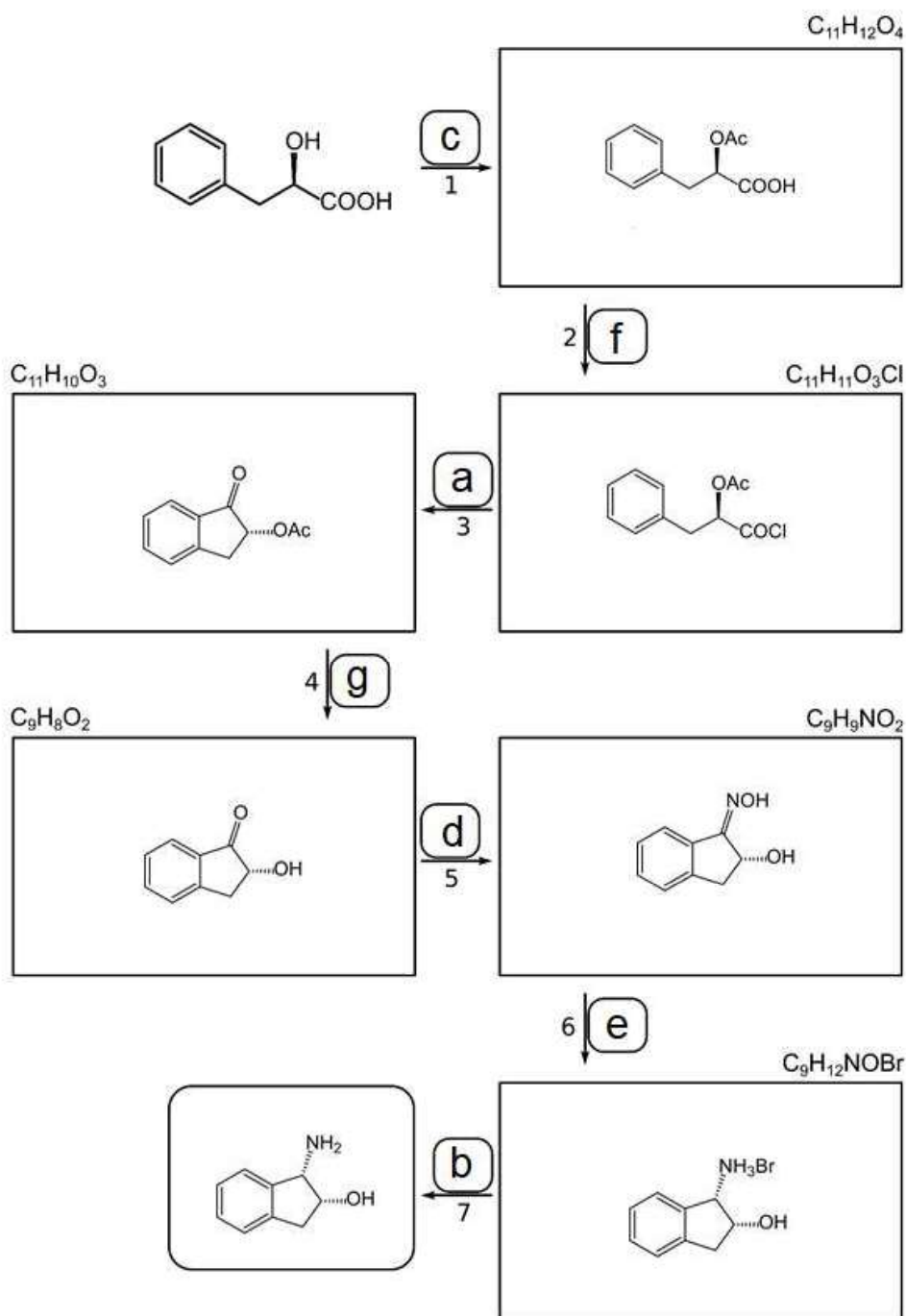
d) O_2 kontsentratsiooni miinimumpunkt on tingitud sellest, et antud veekogu sügavusel on lahustunud hapnik tarbitud aeroobsete organismide (eelkõige bakterite) poolt. (1)

Ülesanne 3. Stereokeemiline süntees (10 p)

Allikas: Türgi keemiaolümpiaad, 2005 a.

- a) i) Iga struktuuri eest 1 punkt.
 ii) Iga õige tingimuse eest 0,5 punkti.
 iii) Õige struktuurivalem

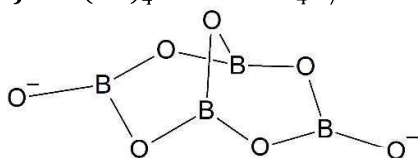
(6)
 (3,5)
 (0,5)



Ülesanne 4. Booraks-boorhappe puhver (10 p)

- a) i) $B(OH)_3 + H_2O \rightarrow B(OH)_4^- + H^+$
 ii) $4B(OH)_4^- + 2H^+ \rightarrow B_4O_7^{2-} + 9H_2O$
 b)

(1)
 (1)
 (1)



c) $m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,1000 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,10000 \text{ dm}^3 \cdot 381,38 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{3,814 \text{ g}}$ (1)

d) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7 \rightarrow 2\text{NaHB}_4\text{O}_7$
 $[\text{HB}_4\text{O}_7^-] = 2 \cdot \frac{V}{100,00 \text{ cm}^3 + V} \cdot 0,1000 \text{ M}$ (1)

$[\text{B}_4\text{O}_7^{2-}] = \frac{100,00 \text{ cm}^3 - V}{100,00 \text{ cm}^3 + V} \cdot 0,1000 \text{ M}$ (1)

$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{100,00 \text{ cm}^3 - V}{2V} = 8,50$ (1)

$\frac{50,00 \text{ cm}^3}{V} - \frac{1}{2} = 10^{8,50-9,00} = 10^{-0,50}$

$V = \frac{50,00 \text{ cm}^3}{10^{-0,50} + \frac{1}{2}} = \mathbf{61,26 \text{ cm}^3}$ (1)

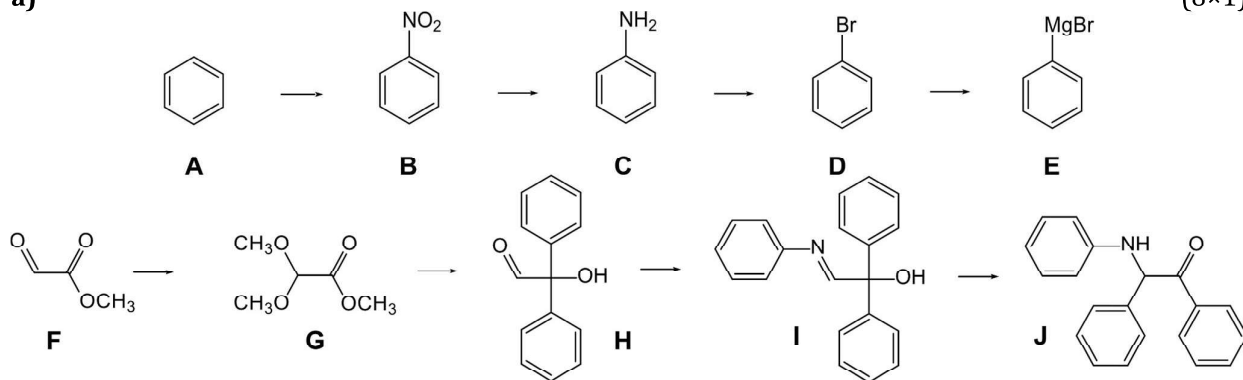
e) $\frac{V'}{V} = \frac{4 \cdot 0,1000 \text{ M} \cdot 10,81 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0,0025 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}} = \mathbf{1730}$ (2)

Kui $V = 200 \text{ cm}^3$, siis $V'/V = 1730$.

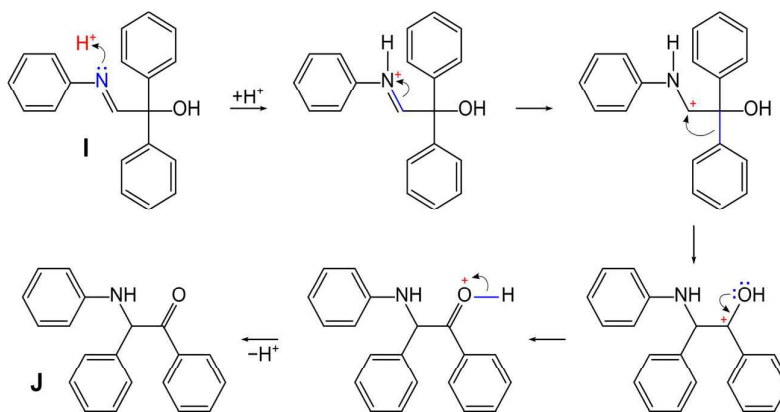
Ülesanne 5. Kaks sünteesiskeemi (10 p)

Allikas: Türgi keemiaolümpiaad, 2014 a.

a) (8×1)



b) (2)

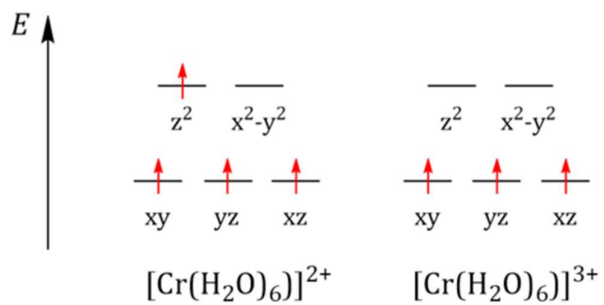


Ülesanne 6. Metallide aktiivsus (10 p)

a) Kõrgemal energiatasemel asuvad: d_{z^2} ning $d_{x^2-y^2}$. Seda seetõttu, et need on suunatud ligandide poole, ja seega tõukuvad neile paigutatud elektronid ligandide elektronidest tugevamalt (kõrgem energia). (1)

b)

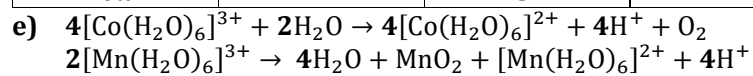
(2×1)



c)

(5×1)

	A	B	C	D	E
Metall	V	Cr	Mn	Fe	Ca



(2)