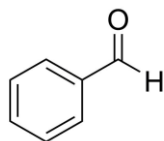


2020/2021. õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused
11.-12. klass

Ülesanne 1. Test (8 p)

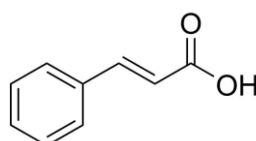
a) i) (2)



bensaldehüüd



etanaal



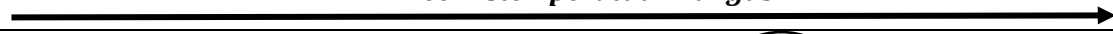
kaneelhape

ii) 3-fenüülprop-2-enaal (1)

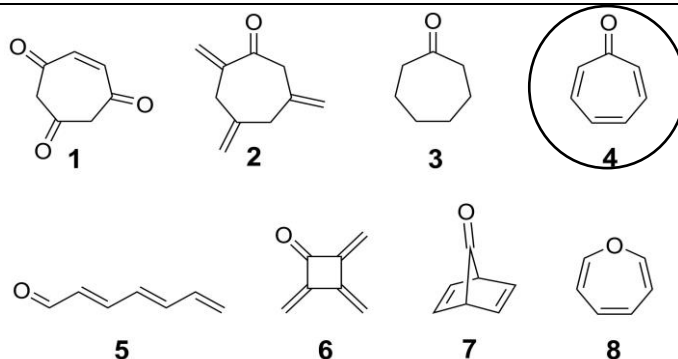
b) (0,5)

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | aromaatset tuuma |
| <input type="checkbox"/> | elektrofilset funktsionaalrühma |
| <input checked="" type="checkbox"/> | kvaternaarsest süsinikku |
| <input type="checkbox"/> | hüdrofoobset funktsionaalrühma |
| <input type="checkbox"/> | ainult sp ² süsinikke |
| <input type="checkbox"/> | karbonüülrühma |

c) (1)

1. NaOH	2. kaneelhape	3. kaneelaldehüüd	4. bensaldehüüd	5. etanaal
Keemistemperatuuri langus				
				

d) (0,5)



e) i) Ülesande tekstist saame: $p = 0,95 \text{ atm} \approx 9,63 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, $V = 9,16 \text{ cm}^3 = 9,16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$,
 $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ning $T = 300 \text{ K}$.

Eraldunud gaasi hulga saab leida ideaalgaasi olekuvõrrandi järgi vastavalt:

$$n_X = \frac{pV}{RT} = \frac{9,63 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 9,16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 300 \text{ K}} \approx 3,54 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (0,5)$$

X-i molaarmass on seega:

$$M(X) = \frac{m_X}{n_X} = \frac{(58,42 - 52,40) \cdot 10^{-3} \text{ g}}{3,54 \cdot 10^{-4} \text{ mol}} \approx 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (0,5)$$

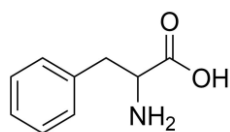
Seega gaas X saab olla ainult NH_3 . (0,5)

Leiame tekkinud kaneelhappe hulga:

$$n_{\text{kaneelhape}} = \frac{m}{M} = \frac{52,40 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{(9 \cdot 12,01 + 8 \cdot 1,008 + 2 \cdot 16,00) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 3,54 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (0,5)$$

Kuna kaneelhape ja NH_3 tekkisid suhtes 1:1, peab A sisaldama 1 N ning 3 H aatomit rohkem kui kaneelhape. Järelikult on A brutovaalem $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$ (0,5)

ii) Kuna A on α -aminohape, peab karboksüülrühma naabersüsinikuga olema seotud aminorühm ($-\text{NH}_2$). A saab olla seega vaid:



A - $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$
fenüülalaniin

f) Fenüülalaniin on tähtis **valkude** sünteesi lähteaine. (0,5)

Ülesanne 2. Koidutäht (9 p)

a) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{konts.}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (1)

($M(\text{CuSO}_4):M(\text{SO}_2):M(\text{H}_2\text{O})$ suhtuvad nagu 8,86:3,56:1,00.)

b) Veenuse massiga vasetüki reageerimiseks vajamineva väävelhappe mass on:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot m_{\text{Cu}} \cdot \left(\frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Cu})} \right) = 2 \cdot 4,9 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot \frac{98,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{63,55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 1,51 \cdot 10^{25} \text{ kg}$$

(0,5)

Lahuse kontsentreerimisel eemaldati lahusest ainult vett (st väävelhappe hulk ei muutunud). Järelikult on aurustatud vee mass võrdne esialgse (m_{esialgne}) ning kontsentreeritud lahuse (m_{konts}) masside vahega. Vee tihedus on $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

$$m_{\text{aurustatud}} = m_{\text{esialgne}} - m_{\text{konts}} \quad (0,5)$$

$$\rho V = m_{\text{esialgne}} - m_{\text{konts}}$$

Väävelhappe massi ning lahuste massiprotsentide abil saab leida esialgse lahuse massi ning kontsentreeritud lahuse massi:

$$\rho V = m_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot \left(\frac{1}{0,324} - \frac{1}{0,980} \right)$$

(0,5)

$$V = 2,07 \cdot \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{\rho} = 2,07 \cdot \frac{1,51 \cdot 10^{25} \text{ kg}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}} \approx 3,1 \cdot 10^{22} \text{ m}^3 = 3,1 \cdot 10^{13} \text{ km}^3$$

(1)

c) $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ (0,5)

d) Punktis a) kirjutatud võrrandi alusel saab arvutada tekkinud vask(II)sulfaadi hulga:

$$n_{\text{CuSO}_4} = n_{\text{Cu}} = \frac{m_{\text{veenus}}}{M(\text{Cu})} = \frac{4,9 \cdot 10^{27} \text{ g}}{63,55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 7,71 \cdot 10^{25} \text{ mol}$$

(0,5)

ning alapunktis c) i) kirjutatud võrrandi alusel saab arvutada raua hulga:

$$n_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Marss}}}{M(\text{Fe})} = \frac{6,4 \cdot 10^{26} \text{ g}}{55,85 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 1,15 \cdot 10^{25} \text{ mol}$$

(0,5)

CuSO_4 ja Fe reageerivad moolsuhtes 1:1. Kuna $n(\text{CuSO}_4) > n(\text{Fe})$, piisab tekkinud sulfaadi hulgast terve Marsi reageerimiseks. (0,5)

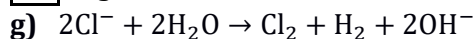
e) (1,5)

<input checked="" type="checkbox"/>	AuCl_3
<input checked="" type="checkbox"/>	AgNO_3
<input checked="" type="checkbox"/>	$\text{Hg}(\text{CN})_2$
<input type="checkbox"/>	FeBr_2
<input type="checkbox"/>	SnSO_4
<input type="checkbox"/>	$\text{Pb}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2$

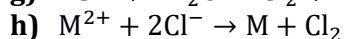
f)

X	CrCl ₂
	NaCl
	CaCl ₂
	KCl
X	NiCl ₂
	LiCl
	MgCl ₂

(1)



(0,5)

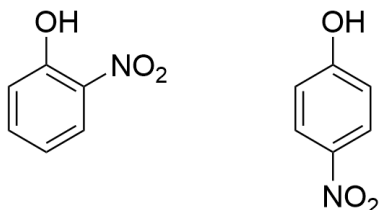


(0,5)

Ülesanne 3. Reaktsioonid fenooliga (11 p)

a) i)

(2)



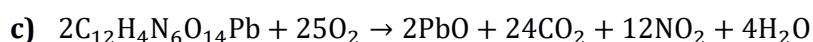
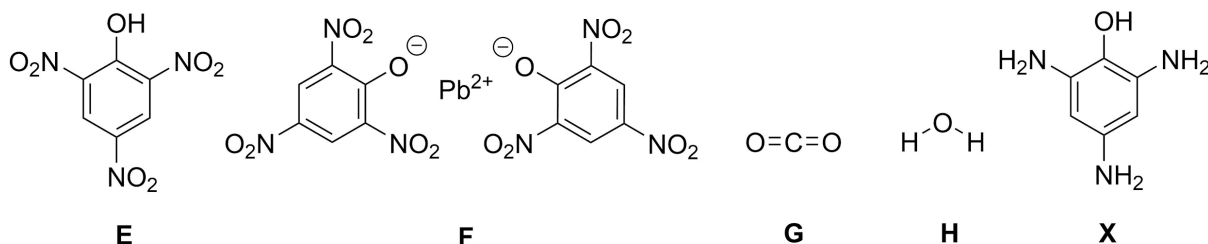
A, B

ii) C ja D – 2,4-dinitrofenool ja 2,6-dinitrofenool

(2)

b)

(4)

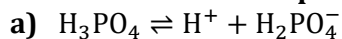


(2)

d) Ühend E on tugevam hape kui X, kuna fenoolse hüdroksüülrühmaga konjugatsioonis olevad elektronaktseptsioonid nitrorühmad stabiliseerivad prootoni eraldumisel tekkivat aniooni laengu delokaliseerimise teel.

(1)

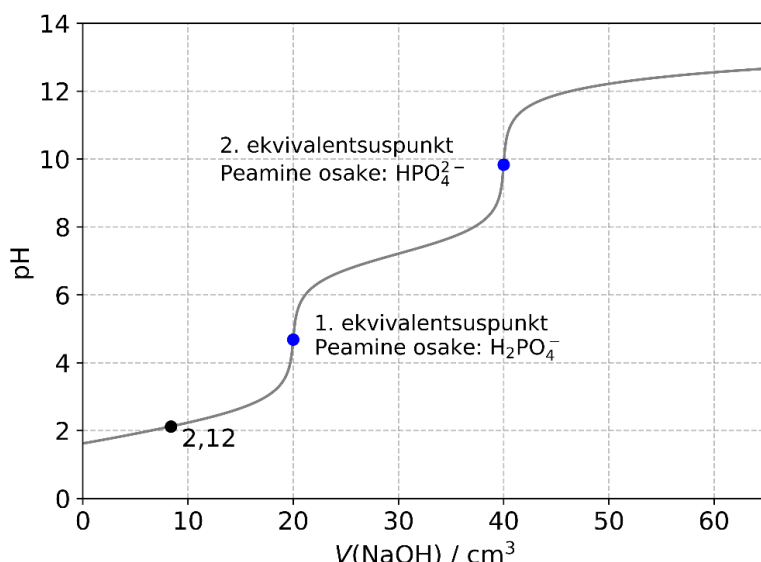
Ülesanne 4. Karastav puhver (10 p)



(1)

b) i) ja ii) lahendused on toodud joonisel.

(0,5 + 1)



iii) $\text{pH} = \text{p}K_{a1} = 2,12$ juures esineb fosforhape H_3PO_4 ning H_2PO_4^- kujul. Henderson–Hasselbalchi võrrandi abil saab leida suhte $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]/[\text{H}_3\text{PO}_4]$:

$$\text{pH} = \text{p}K_{a1} + \log\left(\frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]}\right)$$

$$\text{pH} - \text{p}K_{a1} = \log\left(\frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]}\right) = 0$$

Järelikult $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{H}_3\text{PO}_4]$. (0,5)

Ülesande teksti alusel saab kirjutada võrrandi: $0,100 \text{ M} \cdot 0,100 \text{ dm}^3 = n_{\text{H}_2\text{PO}_4^-} + n_{\text{H}_3\text{PO}_4}$

Järelikult on mõlema osakese hulk lahuses $\text{pH} = 2,12$ juures

$$\frac{0,100 \text{ M} \cdot 0,100 \text{ dm}^3}{2} = \mathbf{0,005 \text{ mol}}$$

(0,5)
(0,5)

c)

- nõrga aluse lisamine
- tugeva aluse lisamine
- filtreerimine
- kuumutamine
- jahutamine

Temperatuuri tõustes väheneb gaaside (antud juhul CO_2) lahustuvus vedelikes.

d) Karastusjoogi tiitrimisel toimub reaktsioon: $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Lahuses olnud H_3PO_4 hulk on võrdne tiitrimisel kulunud NaOH hulgaga.

$$n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = n_{\text{NaOH}} = 0,0100 \text{ M} \cdot 0,00700 \text{ dm}^3 = 7,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \quad (0,5)$$

Tiitritud lahuses olnud H_3PO_4 mass:

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4} = M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 0,00686 \text{ g} \quad (0,5)$$

500 cm^3 karastusjoogis on fosforhapat seega:

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{500 \text{ cm}^3}{10,0 \text{ cm}^3} \cdot m_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \mathbf{0,343 \text{ g}}$$

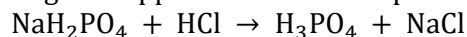
(0,5)

e) Kuna Henderson–Hasselbalchi võrrandis esineb kontsentratsioon nii lugejas kui ka nimetajas, saame kirjutada antud juhul võrrandi moolide kaudu. H_3PO_4 ning H_2PO_4^- moolsuhe lahuses oli 1:10, järelikult:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right) = \text{p}K_a + \log\left(\frac{n_{\text{A}^-}}{n_{\text{HA}}}\right) = 2,12 + \log(10) = 2,12 + 1 = \mathbf{3,12}$$

(1)

f) Tugeva happe lisamisel fosfaatpuhvriks toimub reaktsioon:



Oltame, et valmistatud puhvris oli H_3PO_4 hulk n_{HA} ning H_2PO_4^- hulk n_{A^-} . Peale x mol HCl lisamist jäi lahusesse seega $n_{\text{HA}} + x$ mol H_3PO_4 ning $n_{\text{A}^-} - x$ mol H_2PO_4^- . Eeldusel, et muutus lahuse ruumalal oli tühiselt väike, saab kirjutada Henderson-Hasselbalchi võrrandi korrigeeritud pH-ga lahuse jaoks. Peale ruumalade taandamist analoogselt punkti e) lahenduskäigule, jääb alles võrrand:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{n_{\text{A}^-} - x}{n_{\text{HA}} + x}\right) \quad (0,5)$$

Et leida x väärtus, tuleb esmalt leida n_{A^-} ja n_{HA} . Selleks tuleb kasutada punktis d) leitud fosforhappe massi (või tekstis antud väärtust) ning punktis e) antud moolsuhet.

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 0,343 \text{ g}$$

$$n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{m_{\text{H}_3\text{PO}_4}}{M(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{0,343 \text{ g}}{98,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0035 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$n_{\text{H}_2\text{PO}_4^-} = 10 \cdot n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 0,035 \text{ mol} \quad (0,5)$$

Seejärel saab avaldada lisatud happe hulga x :

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{n_{\text{A}^-} - x}{n_{\text{HA}} + x}\right)$$

$$\text{pH} - \text{p}K_a = \log\left(\frac{n_{\text{A}^-} - x}{n_{\text{HA}} + x}\right)$$

$$10^{\text{pH} - \text{p}K_a} = \frac{n_{\text{A}^-} - x}{n_{\text{HA}} + x} \quad (0,5)$$

$$10^{\text{pH} - \text{p}K_a} \cdot n_{\text{HA}} + 10^{\text{pH} - \text{p}K_a} \cdot x = n_{\text{A}^-} - x$$

$$10^{\text{pH} - \text{p}K_a} \cdot x + x = n_{\text{A}^-} - 10^{\text{pH} - \text{p}K_a} \cdot n_{\text{HA}}$$

$$n_{\text{HCl}} = x = \frac{n_{\text{A}^-} - 10^{\text{pH} - \text{p}K_a} \cdot n_{\text{HA}}}{10^{\text{pH} - \text{p}K_a} + 1} \quad (0,5)$$

$$n_{\text{HCl}} = \frac{0,035 - 10^{2,55 - 2,12} \cdot 0,0035}{10^{2,55 - 2,12} + 1} = 0,00693 \text{ mol} \quad (0,5)$$

Vajamineva happe lahuse ruumala:

$$V_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{c_{\text{HCl}}} = \frac{0,00693 \text{ mol}}{3,0 \text{ M}} = 0,00231 \text{ dm}^3 = 2,31 \text{ cm}^3 \quad (0,5)$$

Tekstis antud fosforhappe massi (0,400 g) kasutamisel tuleb vastuseks $V_{\text{HCl}} = 2,69 \text{ cm}^3$

Ülesanne 5. „Stranger Things“ – hooaeg 4, episood 8 (12 p)

a) i) X – Cu

A – HNO_3

B – $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

C – NO_2

(2)

ii) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{konts.}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (1)

b) i) $\text{C}_k\text{H}_l\text{O}_m + (k + 0,25l - 0,5m)\text{O}_2 \rightarrow k\text{CO}_2 + 0,5l\text{H}_2\text{O}$ (1)

ii) Y – K (0,5)

D – KNO_3

(0,5)

Ühendi E valemi tuvastamine:

Ülesande tekstist: $p = 54,810 \text{ atm} = 5,554 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, $V = 1,0000 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$,

$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, $T = 773,00 \text{ K}$, $m_{\text{CO}_2} = 29,593 \text{ g}$, $m_{\text{E}} = 10,000 \text{ g}$ ning E üldvalem on kujul $\text{C}_k\text{H}_l\text{O}_m$.

Esmalt saab leida eraldunud gaaside koguhulga (k mol CO_2 ning $0,5l$ mol veeauru):

$$n = n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{pV}{RT} = \frac{5,554 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 773,00 \text{ K}} \approx 0,864 \text{ mol} \quad (0,5)$$

CO₂ massi kaudu saab leida CO₂ hulga:

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M(\text{CO}_2)} = \frac{29,593 \text{ g}}{44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0,672 \text{ mol}$$

Järelikult $n_{\text{H}_2\text{O}} = (0,864 - 0,672) \text{ mol} = 0,192 \text{ mol}$

Kuna igas CO₂ molekulis on üks C aatom ning igas H₂O molekulis on 2 H aatomit, siis:

$$n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} = 0,672 \text{ mol} \quad (0,5)$$

$$\text{ning } n_{\text{H}} = 2n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,384 \text{ mol} \quad (0,5)$$

Avaldame hapniku hulga E-s:

$$n_{\text{O}} = \frac{10,000 \text{ g} - n_{\text{C}} \cdot 12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - n_{\text{H}} \cdot 1,008 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{(10,000 - 8,071 - 0,387) \text{ g}}{16,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0,096 \text{ mol} \quad (0,5)$$

Koefitsiendid $k : l : m$ suhtuvad kui $0,672 : 0,384 : 0,096$. Vähimad täisarvulised väärtused k, l ja m jaoks on seega $k = 7, l = 4$ ning $m = 1$. Järelikult on E empiiriline valem **C₇H₄O**.

E - **C₇H₄O**

F - **COCl₂** (Saadakse CO ja Cl₂ reageerimisel.) (0,5)

c) i) Z - **Ag**

G - **Ag₂O**

H - **NH₃**

I - **[Ag(NH₃)₂]OH** (2)

ii) **Ag₂O + 4NH₃ + H₂O → 2[Ag(NH₃)₂]OH**

C₆H₁₂O₆ + 2[Ag(NH₃)₂]OH + OH⁻ → 2Ag + 4NH₃ + [C₆H₁₁O₇]⁻ + 2H₂O (2)

Ülesanne 6. Keemilised lained (20 p)

a) Tekstis toodud info alusel saab koostada võrrandi:

$$\frac{16,00n_{\text{A}}}{80,91 + 16,00n_{\text{A}}} = 1,717 \cdot \frac{16,00n_{\text{B}}}{80,91 + 16,00n_{\text{B}}} \quad (0,5)$$

Võrrandi lihtsustamisel võib jõuda suhteni

$$\frac{2,945}{n_{\text{B}}} - \frac{5,057}{n_{\text{A}}} = 0,418$$

millest võib teha järelduse, et $n_{\text{A}} > n_{\text{B}}$.

Broom võib esineda hapnikhapetes üldvalemiga HBrO_n oksüdatsiooniastmes I, III, V ning VII.

Järelikult peavad n_{A} ja n_{B} väärtused jääma vahemikku 1 kuni 4. (0,5)

Kuuest võimalikust kombinatsioonist sobivad ainult $n_{\text{A}} = 2$ ning $n_{\text{B}} = 1$. Happed A ja B on seega A - **HBrO₂** ning B - **HOBr**. (1)

b) Tasakaalusta reaktsioonide **R1–R5** võrrandid.

R1 $5\text{Br}^- + \text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ (1)

R2 $\text{Br}^- + \text{BrO}_3^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{HBrO}_2 + \text{HOBr}$ (0,5)

R3 $2[\text{FeL}_3]^{2+} + \text{BrO}_3^- + \text{HBrO}_2 + 3\text{H}^+ \rightarrow 2[\text{FeL}_3]^{3+} + 2\text{HBrO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1)

R4 $2\text{HBrO}_2 \rightarrow \text{HOBr} + \text{BrO}_3^- + \text{H}^+$ (0,5)

R5 $6[\text{FeL}_3]^{3+} + \text{Br}_2 + \text{CH}_2(\text{COOH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6[\text{FeL}_3]^{2+} + 3\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Br}^- + 8\text{H}^+$ (1)

c) **R5**, sest reaktsioonisegust **eraldub CO₂**. Tegemist on **pöördumatu** reaktsiooniga, mistõttu on tasakaal nihutatud saaduste tekke suunas. (1,5)

d) i) Segudesse 1 ja 2 lisati erinev ruumala H₂SO₄ lahust, kuid sama ruumala NaBrO₃ lahust. Kuna kõikide segude ruumalad olid 30,0 cm³, piisab vastuste leidmiseks ristkorrutise kasutamisest. Segu 3 andmetest:

$$[\text{BrO}_3^-] = 0,13 \text{ M} \cdot \frac{3,0 \text{ cm}^3}{3,9 \text{ cm}^3} = \mathbf{0,10 \text{ M}} \quad (0,5)$$

Segu 1, 3 või 4 andmetest:

$$[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0,50 \text{ M} \cdot \frac{7,0 \text{ cm}^3}{10,0 \text{ cm}^3} = \mathbf{0,35 \text{ M}} \quad (0,5)$$

ii) Kõigepealt tuleb arvutada mõõdetud ajavahemike keskmine: $t = (t_1+t_2+t_3)/3$ ning teisendada vastus minutitesse. Kiiruse saab seejärel leida võrrandiga $v = (5 \text{ mm})/t$. (2)

Segu	$V(\text{H}_2\text{O})$ (cm^3)	$V(\text{H}_2\text{SO}_4)$ (cm^3)	$V(\text{NaBrO}_3)$ (cm^3)	$[\text{H}_2\text{SO}_4]$ (M)	$[\text{BrO}_3^-]$ (M)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	v ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)
1	9,0	10,0	3,0	0,50	0,10	61,58	62,00	63,57	4,81
2	12,0	7,0	3,0	0,35	0,10	108,10	106,93	107,22	2,80
3	8,1	10,0	3,9	0,50	0,13	55,42	56,12	54,71	5,41
4	9,9	10,0	2,1	0,50	0,07	76,32	76,67	78,37	3,89

e) Lainefronti levimise kiirus on antud võrrandiga $v = \sqrt{p \cdot [\text{BrO}_3^-] + q}$.

$$\text{Järelikult } v^2 = p[\text{BrO}_3^-] + q$$

Segude 3 ja 4 andmete põhjal saab koostada võrrandisüsteemi.

$$5,41^2 = 0,13p + q$$

$$3,89^2 = 0,07p + q \quad (1)$$

Võrrandisüsteemi lahendamisel saame, et

$$p = \frac{(5,41^2 - 3,89^2) \text{ mm}^2 \cdot \text{min}^{-2}}{(0,13 - 0,07) \text{ M}} = \mathbf{235,6 \text{ mm}^2 \cdot \text{min}^{-2} \cdot \text{M}^{-1}} \quad (0,5)$$

$$\text{ning } q = (5,41^2 - (0,13 \cdot 235,6)) \text{ mm}^2 \cdot \text{min}^{-2} = \mathbf{-1,4 \text{ mm}^2 \cdot \text{min}^{-2}} \quad (0,5)$$

f) Segudes 1 ja 2 oli võrdne $[\text{BrO}_3^-]$, kuid erinev $[\text{H}_2\text{SO}_4]$. Seega taanduvad vastavate kiiruste võrrandite jagamisel k ning $[\text{BrO}_3^-]^\beta$ välja:

$$\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{0,50}{0,35}\right)^\alpha \quad (0,5)$$

$$\ln\left(\frac{v_1}{v_2}\right) = \alpha \cdot \ln\left(\frac{0,50}{0,35}\right)$$

$$\alpha = \frac{\ln\left(\frac{4,81}{2,80}\right)}{\ln\left(\frac{0,50}{0,35}\right)} = 1,517 \approx \mathbf{1,5} \quad (1)$$

Segudes 3 ja 4 oli võrdne $[\text{H}_2\text{SO}_4]$, kuid erinev $[\text{BrO}_3^-]$. Sarnaselt taanduvad segude 3 ja 4 lainefrontide kiiruste võrrandite jagamisel välja k ning $[\text{H}_2\text{SO}_4]^\alpha$.

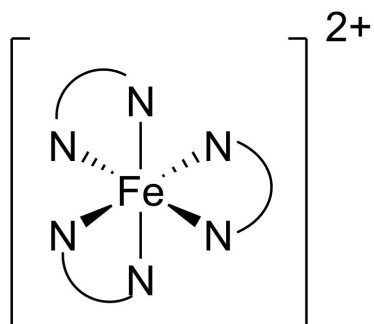
$$\frac{v_3}{v_4} = \left(\frac{0,13}{0,07}\right)^\beta \quad (0,5)$$

$$\ln\left(\frac{v_3}{v_4}\right) = \beta \cdot \ln\left(\frac{0,13}{0,07}\right)$$

$$\beta = \frac{\ln\left(\frac{5,41}{3,89}\right)}{\ln\left(\frac{0,13}{0,07}\right)} = 0,533 \approx \mathbf{0,5} \quad (1)$$

g) Väävelhape on tugev hape ning madala pH juures esimeses astmes täielikult dissotsieerunud, kuid teises astmes ainult osaliselt. See kehtib näiteks $[\text{H}_2\text{SO}_4] > 0,50 \text{ M}$ korral, mistõttu võib eeldada, et sellisel juhul $[\text{H}_2\text{SO}_4] \approx [\text{H}^+]$. Seega saab kiiruse võrrandis $[\text{H}_2\text{SO}_4]$ asendada vesinikioonide kontsentratsiooniga. Madalamate H_2SO_4 kontsentratsioonide korral **antud eeldus aga ei kehti** ning α väärtus erineb 0,5-st. (0,5)

h)



(1)

- i) i) Redutseeritud vormi ($[\text{FeL}_3]^{2+}$) neeldumismaksimumi lainepikkus: **510 ± 5 nm**. (0,5)
 Oksüdeeritud vormi ($[\text{FeL}_3]^{3+}$) neeldumismaksimumi lainepikkus: **600 ± 5 nm**. (0,5)
 ii) Ferroiini sisaldavas BZ reaktsioonisegus levivad **sinist** värvi lainefronidid **punast** värvi lahuses. (2)