

2020/2021. õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
11.-12. klass

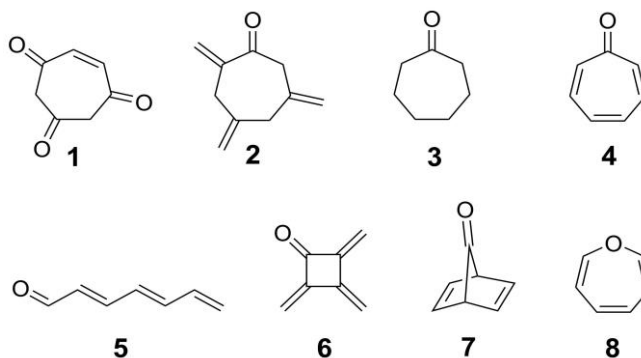
Ülesanne 1. Test (8 p)

Kaneelaldehüüd ($C_6H_5CHCHCHO$) annab kaneelile maitse ning lõhna. Seda saadakse bensaldehüüdi (C_6H_5CHO) ja etanaali (CH_3CHO) kondensatsioonireaktsioonil NaOH juuresolekul. Kaneelaldehüüdi oksüdeerumisel tekib kaneelhape ($C_9H_8O_2$).

- a) **i)** Joonista bensaldehüüdi, etanaali ja kaneelhappe graafilised struktuurivalemid. (2)
ii) Kirjuta kaneelaldehüüdi nomenklatuurne nimetus. (1)
b) Milline väide on *väär*? Kaneelaldehüüd sisaldab: **i)** aromaatset tuuma; **ii)** elektrofiilset funktsionaalrühma; **iii)** kvaternaarset süsinikku; **iv)** hüdrofoobset funktsionaalrühma; **v)** ainult sp^2 süsinikke; **vi)** karbonüülrühma. (0,5)
c) Reasta ühendid keemistemperatuuri järgi, alustades ühendist, mille keemistemperatuur on kõige kõrgem: **i)** NaOH, **ii)** bensaldehüüd, **iii)** etanaal, **iv)** kaneelaldehüüd, **v)** kaneelhape. (1)

Tropoonil ehk 2,4,6-tsükloheptatrieen-1-oonil on bensaldehüüdiga sama brutovalem (summaarne valem).

- d) Leia ühendite 1–8 hulgast tropooni struktuurivalem ning tõmba sellele ring ümber. (0,5)



58,42 mg α -aminohappe **A** täielikult lagundamisel ensüümi PAL toimel tekkis 52,40 mg kaneelhapet ning eraldus 9,16 cm³ gaasi **X** (300 K, 0,95 atm). Ideaalgaasi olekuvõrrand: $pV = nRT$, kus $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$, 1 atm = 101325 Pa.

- e) **i)** Tuvasta arvutustega gaasi **X** ning ühendi **A** brutovalemid. (2)
ii) Joonista ühendi **A** graafiline struktuurivalem stereokeemiat arvesse võtmata. (0,5)
f) Milliste eluliselt tähtsate biopolümeeride sünteesi lähteainete hulka kuulub ühend **A**? (0,5)

Ülesanne 2. Koidutäht (9 p)

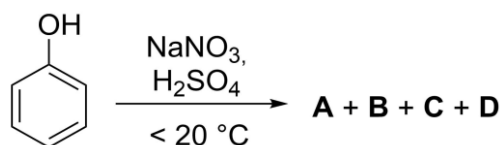
Vanasti tunti Veenust ka Koidutähe nime all. Alkeemilises maailmapildis vastas Veenusele keemilistest elementidest vask. Tänapäeval teatakse, et Veenus loomulikult ainult vasest ei koosne. Veenuse atmosfääri peamine komponent on CO₂, kuid selle madalamatest kihtidest on leitud ka SO₃ ning veeauru.

- a) Kirjuta kontsentreeritud väävelhappe ning vase vahel toimuva reaktsiooni tasakaalustatud võrrand, kui saaduste molaarmassid suhtuvad nagu 1,00 : 8,86 : 3,56. (1)
b) Arvuta, mitu km³ vett tuleks aurustada 32,4%-lisest H₂SO₄ lahusest, et saada täpselt vajalik kogus kontsentreeritud (98,0%) väävelhapet Veenuse massiga vasetüki ($m_{\text{Veenus}} = 4,9 \cdot 10^{24} \text{ kg}$) oksüdeerimiseks. *Protsendid tähistavad vastavaid massiprotsente.* (2,5)
Marssi, millele vastas keemilistest elementidest raud, peeti Veenuse vastandiks.
c) Kirjuta raua ning punktis a) tekkinud soola vahelise vesilahuses toimuva reaktsiooni võrrand. (0,5)
d) Näita arvutustega, kas Veenuse massiga vasetüki reageerimisel tekkinud soola hulgast piisaks kogu Marsi ($m_{\text{Mars}} = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$) massiga rauatüki täielikuks reageerimiseks. (1,5)
Teistest tol ajal tuntud taevakehadest vastas Päikesele kuld, Kuule hõbe, Merkuurile elavhõbe, Jupiterile tina ning Saturnile plii.

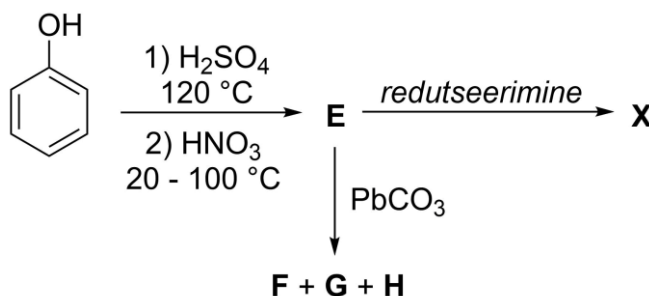
- e) Vali loetelust soolad, mille vesilahustesse Cu lisamisel sadeneb soolas olev metalliline element lihtainena. AuCl_3 , AgNO_3 , $\text{Hg}(\text{CN})_2$, FeBr_2 , SnSO_4 , $\text{Pb}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2$ (1,5)
Mõningaid metalle on kõrge puhtusega otstarbekas toota nende soolade vesilahustest elektrivoolu läbijuhtimise teel ehk elektrolüüsil.
- f) Vali loetelust soolad, mille vesilahuste elektrolüüsil on võimalik toota puhast metalli. CrCl_2 , NaCl , CaCl_2 , KCl , NiCl_2 , LiCl , MgCl_2 (1)
Ülejäänud loetelus toodud kloriidide vesilahuste elektrolüüsil pole aga võimalik metalle toota, sest metalli katiooni asemel redutseerub hoopis vesi.
- g) Kirjuta soola MCl_2 vesilahuse elektrolüüsil toimuva summaarse reaktsiooni tasakaalustatud ioonvõrrand, kui anoodil eraldub Cl_2 ning katoodil H_2 . (0,5)
Selliseid metalle on võimalik toota aga vastavate sulasoolade elektrolüüsil.
- h) Kirjuta sulatatud MCl_2 elektrolüüsil toimuva summaarse reaktsiooni tasakaalustatud ioonvõrrand, kui anoodil eraldub Cl_2 ning katoodil tekib puhas metall. (0,5)

Ülesanne 3. Reaktsioonid fenooliga (11 p)

Aromaatsete tuumade nitreerimine on tuntud ja oluline reaktsioon orgaanilises keemias. Ühendid, mille struktuuris sisaldub mitmeid nitrorühmasid, on suure lämmastiku ja hapniku sisalduse tõttu kasutusel lõhkeainetena. Fenooli töötlemisel naatriumnitraadi ja väävelhappe seguga saadakse produktidena peamiselt isomeere **A** ja **B** ($M_A = M_B = 139 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$), kuid vähesel määral tekib ka isomeere **C** ja **D** ($M_C = M_D = 184 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$).



- a) i) Joonista isomeeride **A** ja **B** struktuurivalemid. (2)
ii) Kirjuta isomeeride **C** ja **D** nomenklatuursed nimetused. (2)
Ühendi **E** ($M_E = 229 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) saamiseks töödeldakse fenooli esmalt kontsentreeritud väävelhappega ning seejärel kontsentreeritud lämmastikhappega. Ühend **E** on plahvatusohtlik, kuid tunduvalt detonatsioonikindlam kui sool **F** ($M_F = 663 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$), mis võib plahvatada juba õrna löögi tagajärjel. Ühendit **F** on võimalik saada **E** reaktsioonil plii(II)karbonaadiga. Seejuures tekivad kõrvalsaadustena madalmolekulaarsed ühendid **G** ja **H**. Normaalingimustes on **G** gaasiline ning **H** vedel. Ühendi **E** redutseerimisel tekib aga ühend **X** ($M_X = 139 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$), mis on samuti aromaadne.



- b) Joonista ühendite **E–H** ning **X** struktuurivalemid. (4)
c) Kirjuta ja tasakaalusta ühendi **F** hapniku juuresolekul toimuva lagunemisreaktsiooni võrrand kasutades *täisarvulisi* kordajaid. Lisaks veeaurule ja plii(II)oksiidile tekivad reaktsioonis kaks gaasilist vees lahustuvat happelist oksiidid, mille molekulmassid erinevad teineteisest 2 amü võrra. (2)
Ühendid **E** ja **X** erinevad happelisuse poolest teineteisest umbes 10^9 korda.
d) Kumb antud ühenditest on tugevam hape? Põhjenda oma vastust lühidalt. (1)

Ülesanne 4. Karastav puhver (10 p)

Hapete hulka lahuses on võimalik määrata nende tiitrimisel sobiva alusega. Lahuse pH muutust sõltuvalt tiitrimise käigus lisatud aluse hulgast kirjeldavat graafikut nimetatakse

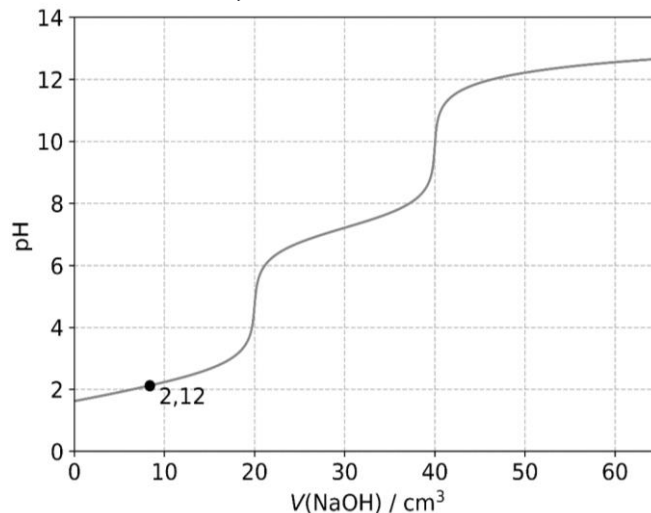
tiitrimiskõveraks. Tiitrimiskõverale vastavaid pH väärtuseid saab arvutada kasutades Henderson–Hasselbalchi võrrandit ning teades happe dissotsiatsioonikonstantide (K_a) väärtuseid. Järgnevalt on toodud Henderson–Hasselbalchi võrrand ning mõned definitsioonid:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right) \quad \text{pH} = -\log([\text{H}^+]) \quad \text{p}K_a = -\log(K_a) \quad K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$[\text{H}^+]$ tähistab vesinikioonide, $[\text{A}^-]$ happe deprotoneeritud vormi ning $[\text{HA}]$ happe tasakaalulist kontsentratsiooni. Fosforhappe esimesele dissotsieerumisele vastab $\text{p}K_{a1} = 2,12$.

a) Kirjuta reaktsioonivõrrand H_3PO_4 esimeses astmes dissotsieerumise kohta. (1)

b) i) Märki tiitrimiskõverale esimene ja teine ekvivalentsus- ehk stöhhiomeetriapunkt. (0,5)



Joonisel on toodud 100 cm³ 0,100 M H_3PO_4 lahuse tiitrimiskõver, mis saadi selle tiitrimisel 0,500 M NaOH lahusega.

ii) Milliste ionide kujul esineb fosforhappe esimeses ja teises ekvivalentsuspunktis põhiliselt? (1)

iii) Arvuta fosforhappe peamise kahe vormi hulgad (mol) lahuses pH = 2,12 juures. (1)

Fosforhappe esimesel dissotsieerumisel põhinevaid puhversüsteeme kasutatakse karastusjookides stabiilse pH hoidmiseks. Fosforhappe sisalduse määramiseks karastusjoogis sobib samuti tiitrimine, kuid eelnevalt tuleb joogist eemaldada süsihappe kujul esinev lahustunud CO_2 .

c) Vali sobilik meetod lahustunud CO_2 eemaldamiseks: **i)** nõrga aluse lisamine; **ii)** tugeva aluse lisamine; **iii)** filtreerimine; **iv)** kuumutamine; **v)** jahutamine. (0,5)

10,0 cm³ joogi esimese ekvivalentsuspunktini tiitrimiseks kulus 7,00 cm³ 0,0100 M NaOH lahust.

d) Arvuta vaba H_3PO_4 mass 500 cm³ karastusjoogis. $M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ (1,5)

Laborant soovis valmistada fosfaatpuhvri pH väärtusega 2,55, mis vastab tüüpilisele karastusjoogi pH-le. Ta lahustas teatud koguse fosforhapet ja naatriumdiveinikfosfaati (NaH_2PO_4) vees ning sai 500 cm³ puhverlahust, milles oli H_3PO_4 mass võrdne 500 cm³ karastusjoogis oleva vaba H_3PO_4 massiga. Lahuse pH kontrollimisel avastas ta, et see oli arvutusvea tõttu oodatust kõrgem.

e) Arvuta Henderson–Hasselbalchi võrrandi abil saadud puhverlahuse pH, kui H_3PO_4 ja NaH_2PO_4 võeti moolsuhtes 1:10. (1)

Uue lahuse valmistamise asemel lisa ta puhvrile pH korrigeerimiseks kontsentreeritud soolhapet. *Kui sul ei õnnestunud punktis d) fosforhappe massi tuvastada, võid selleks võtta 0,400 g.*

f) Arvuta Henderson–Hasselbalchi võrrandi abil, mitu cm³ 3,00 M HCl lahust tuleks valmistatud puhvrile lisada, et selle pH oleks 2,55. (3,5)

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

Loo tegevus leiab aset 6. novembril 1991. aastal USA-s Indiana osariigis Hawkinsi linnas.

Hawkinsi kooli koridoris põgenevad psühhokineetiliste võimetega kangelanna Eleven ja politseiülem Hopper neid jälitava deemonliku koletise Demogorgoni eest. Hopper haaras

seinalt metall-lati ning virutas sellega elukale nii tugeva obaduse, et latt paindus kõveraks. Latt koosnes punaka värvusega hea elektrijuhtivusega metallist (element **X**). Vihane elajas sülgas kontsentreeritud hapet **A**, mille segu vesinikkloriidhappes suudab oksüdeerida isegi kulda. Kokkupuutel **A**-ga jäid vardast alles ainult ühendi **B** tumesinine lahus ning kolmeatomilise mürgise gaasi **C** pruunikas pilv. **B**-s on elemendi **X** massiprotsent $w_X = 33,88\%$. Koletis ehmus ning põgenes, kuid õnnetuseks just keemialabori poole, kuhu oli varjunud Eleven.

a) i) Tuvasta element **X** ja ühendid **A–C**. (2)

ii) Kirjuta metall-lati ja kontsentreeritud **A** vahelise reaktsiooni tasakaalustatud võrrand. (1)

Vahepeal oli Eleven otsinud võimalusi eluka alistamiseks. Ta leidis kapist pulbrilise aine **D**, mille purgil oli joonisel toodud ohumärk. Ühendit **D**, mis sisaldab $w_Y = 38,67\%$ IA rühma elementi **Y**, kasutatakse näiteks väetisena. Ta otsustas valmistada **D**-st ning pürolüüsitud biomassist **E** improviseeritud lõhkeseadeldise. **E** koostist saab kirjeldada ligikaudselt empiirilise valemiga $C_k H_l O_m$, ning on teada, et 10,000 g **E** täielikul põlemisel 1,0000 dm³ anumal 773,00 K juures tekiks ühe produktina 29,593 g CO₂ ja rõhk anumal tõuseks 54,810 atmosfääriini.



Eelda, et kehtib ideaalgaasi olekuvõrrand ($pV = nRT$, kus $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$), ja et anumal oleks algselt täpne kogus hapnikku **E** täielikuks põlemiseks ning pärast põlemist jääksid anumasse ainult põlemisel tekkivad gaasilised produktid.

Kahjuks ei olnud laboris aga **E**-d. Selle asemel leidis Eleven ballooni ühendiga **F**, mida kasutati esimeses maailmasõjas ründegaasina. Ühendit **F** ($M_F = 98,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) saadakse peamiselt kahe erineva mürgise kaheaatomilise gaasi reageerimisel moolsuhtes 1:1. Neist ühe gaasi, mida tuntakse ka “vaikse mõrvarina”, molekul on polaarne, teine gaasidest on kollakasroheline halogeen. Eleven kõhkles, kuid otsustas enda elu ja tervise huvides ballooni siiski rahule jätta ning tuhnis kappides edasi.

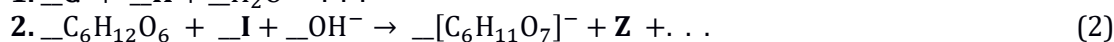
b) i) Lõpeta ja tasakaalusta **E** täieliku põlemise võrrand, kasutades tasakaalustamisel koefitsiente k, l ja m : $_C_k H_l O_m + _O_2 \rightarrow$ (1)

ii) Tuvasta element **Y** ja ühendid **D–F**. **E** puhul too välja ka lahenduskäik. (4)

Äkitselt meenus talle veel üks reaktsioon. Tüdruk haaras riulilt purgi musta värvi pulbriga (ühend **G**) ning lisas seda kolvis olevale spetsiifilise ja ärritava lõhnaga anorgaanilise aluse **H** kontsentreeritud vesilahusele. **G** on **Z**(I)oksiid, mis sisaldab $w_Z = 93,10\%$ metallist elementi **Z**. Ühendi **G** lisamisel **H** vesilahusele toimus reaktsioon, kus tekkis lineaarse geomeetriaga kompleksühend **I**, mille katiooni valem on $[Z(H)_2]^+$. Seejärel valmistas Eleven glükoosi vesilahuse ning pritsis selle koos **I** lahusega tõmbekapi aknale. Lahused reageerisid ning hetkega moodustus aknale peegelpind, sest selle kattis reaktsioonis tekkinud metall (element **Z**). Enam polnud aega raisata: tüdruk ronis tõmbekappi. Hetk hiljem murdiski Demogorgon labori ukse maha, kuid sattus iseenda peegelpilti nähes segadusse ning lasi jalga. Eleven hoidis hinge kinni, kartes oma peidupaika kogemata ära anda. Kas koletis on lahkunud? *Lugu jätkub...*

c) i) Tuvasta element **Z** ja ühendid **G–I**. (2)

ii) Lõpeta ja tasakaalusta võrrandid:



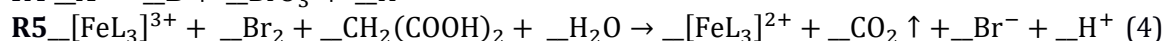
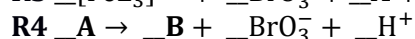
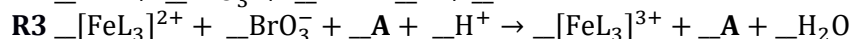
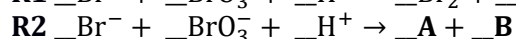
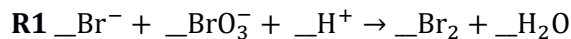
Ülesanne 6. Keemilised lained (20 p)

Äärmiselt huvitava reaktsioonide rühma moodustavad nn ostsilleeruvad reaktsioonid, kus osakeste kontsentratsioonid muutuvad ajas perioodiliselt. Selliste reaktsioonide mehhanismid on väga keerulised, koosnedes mitmetest osareaktsioonidest. Üheks tuntud ostsilleeruvaks reaktsiooniks on Belousov–Zhabotinsky (BZ) reaktsioon, kus oksüdeerijaks on bromatioonid (BrO_3^-). BZ reaktsioonisegus, mis koosneb BrO_3^- , Br^- ja H^+ -ioonidest, veest, ferriinist ($[Fe(o\text{-phen})_3]SO_4$, kus *o*-phen tähistab 1,10-fenantroliini (edaspidi märgitud kui L)) ning propaan-1,3-dihappes, toimuva reaktsiooni mehhanismi võib lihtsustatult kirjeldada viiest osareaktsioonist (**R1–R5**) koosneva tsükliina. **R1** ja **R2** käigus reageerivad happelises keskkonnas omavahel Br^- ja BrO_3^- -ioonid. Kusjuures esimesel (**R1**) juhul tekivad neist molekulaarne broom ja vesi ning teisel (**R2**) juhul broomi hapnikhapped **A** ja **B** (esitatavad valemiga $HBrO_n$). Hapnikhappes **A** on hapniku massiprotsent 1,717 korda suurem kui **B**-s. Kui

bromiidioonide kontsentratsioon reaktsioonisegus on madal, muutub ülekaalukaks osareaktsiooni **R3** toimumine, mille käigus redutseeruvad bromaatioonid ning oksüdeerub ferriini koostises olev raud(II). **R3** on autokatalüütiline reaktsioon ehk reaktsioon, mille käigus tekkiv saadus (siin ühend **A**) käitub samaaegselt ka antud reaktsiooni katalüsaatorina, mistõttu selle osakese kontsentratsioon kasvab segus eksponentsiaalselt. Reaktsiooni **R3** toimumine on limiteeritud ühendi **A** disproportsioneerumisreaktsiooni (**R4**), kus tekivad ühend **B** ning BrO_3^- -ioonid, poolt. Reaktsioonide tsükkel lõppeb osareaktsiooniga **R5**, milles käituvad molekulaarne broom ja ferriini koostises olev raud(III) oksüdeerijatena, kusjuures Br_2 ja $[\text{FeL}_3]^{3+}$ osalevad reaktsioonis suhtes 1:6. Redutseerijaks on antud osareaktsioonis propaan-1,3-dihape. Pärast **R5** toimumist kordub tsükkel uuesti.

a) Tuvasta arvutustega happed **A** ja **B**. (2)

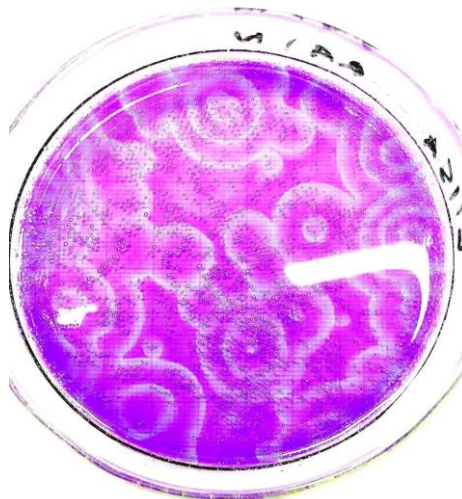
b) Tasakaalusta reaktsioonide **R1–R5** võrrandid.



BZ reaktsioon on kaugel termodünaamilisest tasakaaluolekust, mistõttu võib tunduda, et ostsilleerumine ei lõppegi. Tegelikult väheneb aga ühe osakese hulk siiski pidevalt ja pika ajavahemiku möödudes jõuab reaktsioonisegu tasakaaluolekusse.

c) Millise punktis **b**) toodud reaktsiooni tõttu on süsteemi tasakaal nihutatud saaduste poole? Põhjenda lühidalt oma vastust. (1,5)

Ferriini asemel võib BZ reaktsioonis kasutada ka $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2/\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ redokspaari või selle ja ferriini segu. Ostsillatsioonid on võimalik visuaalselt näha valades reaktsioonisegu Petri tassile tänu kompleksioonide $[\text{FeL}_3]^{2+}$ ja $[\text{FeL}_3]^{3+}$ erinevatele värvustele. Punktis, kus reaktsioon initsieeritakse ehk nn nukleatsioonitsentris, langeb Br^- -ioonide kontsentratsioon (osareaktsioonide **R1** ja **R2** toimumise tõttu). Järgneb keeruline füüsikalise-keemiliste protsesside jada, mille tulemusel saab nukleatsioonitsentrist alguse ringikujuline laine. Sobivate tingimuste korral jätkub nukleatsioonitsentris osakeste kontsentratsioonide ostsilleerumine ning sealt saab alguse järgmine ringikujuline laine. Petri tassil moodustub selle tulemusena lõpuks paljudest ringidest kaunis muster.



Joonisel on BZ ostsillaator. **NB! Reaktsioonisegu tegelikke värve on muudetud.**

Ostsilleeruva reaktsiooni kineetika uurimiseks viidi läbi eksperiment. Selleks valmistati neli erineva väävelhappe ja bromaatioonide kontsentratsioonide suhtega reaktsioonisegu, segades keeduklaasis esmalt kokku $3,0 \text{ cm}^3$ propaan-1,3-dikarboksüülhappe, $3,0 \text{ cm}^3$ $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ ja $2,0 \text{ cm}^3$ ferriini lahust. Seejärel lisati segusse alapunktis **d**) toodud tabelis näidatud ruumalad destilleeritud vett ja $1,50 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ ning viimasena ka vastav kogus $1,00 \text{ M NaBrO}_3$ lahust. Saadi $30,0 \text{ cm}^3$ reaktsioonisegu (*tabelis: segu*), millest osa valati Petri tassile. Nähtavate ringikujuliste lainete tekkimisel segus mõõdeti aega (t), mis kulus lainefrondil 5 mm vahemaa läbimiseks.

Mõõtmisi korrati iga reaktsiooniseguga kolm korda (vastavalt t_1 , t_2 ja t_3). Eksperimentaalselt saadud andmed on toodud järgnevas tabelis.

d) Kanna tabelisse reaktsioonisegude 1–4 kohta käivad puuduvad:

- väavelhappe ja bromaatioonide kontsentratsioonid;
- kolme mõõtmistulemuse põhjal arvatud lainefrontide levimise *keskmised* kiirused (v).

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		61,58	62,00	63,57	
2	12,0	7,0	3,0			108,10	106,93	107,22	
3	8,1	10,0	3,9	0,50	0,13	55,42	56,12	54,71	
4	9,9	10,0	2,1	0,50	0,07	76,32	76,67	78,37	

Lainefrondi lahuses levimise kiirust kirjeldab võrrand $v = \sqrt{p \cdot [\text{BrO}_3^-] + q}$, kus p ($\text{mm}^2\cdot\text{min}^{-2}\cdot\text{M}^{-1}$) ja q ($\text{mm}^2\cdot\text{min}^{-2}$) on kindla pH juures eksperimentaalselt määratavad konstandid.

e) Arvuta segu 3 ja 4 andmete põhjal p ja q väärtused. (2)

Antud tingimustes lihtsustub võrrand kujule $v = k[\text{H}_2\text{SO}_4]^\alpha [\text{BrO}_3^-]^\beta$, kus k , α ja β on konstandid.

f) Arvuta segude 1 ja 2 andmete põhjal α väärtus ning segude 3 ja 4 andmete põhjal β väärtus. (3)

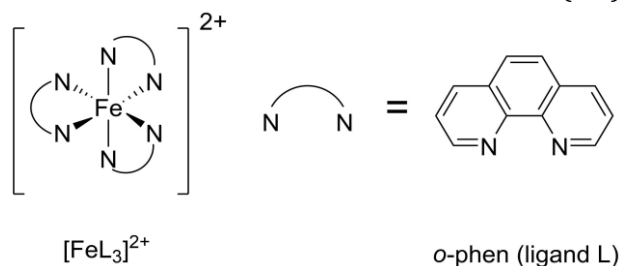
Eksperimente korrati reaktsioonisegudega, kus $[\text{H}_2\text{SO}_4] \gg 0,50$ M. Uute tulemuste põhjal tehti kindlaks, et $\alpha \approx 0,5$, mis oli kooskõlas teoreetilise α väärtusega.

g) Põhjenda lühidalt, miks erinevad teoreetiliselt ja eksperimentaalselt määratud α väärtused.

Vihje: nagu näidatud punktis b), võtavad osareaktsioonidest H_2SO_4 asemel osa vesinikioonid.

(0,5)

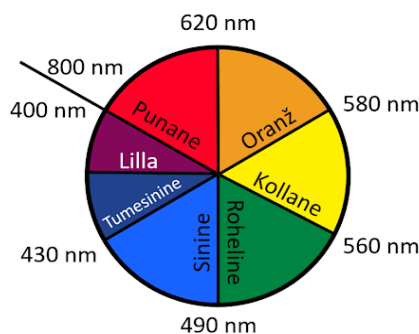
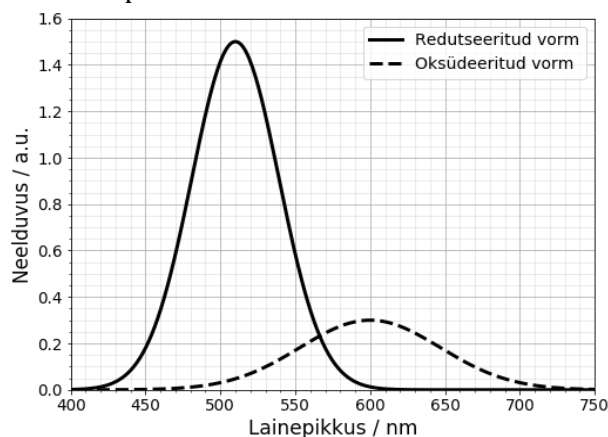
Kompleksühendites eristatakse sisesfääri ja välissfääri. Ferroiini sisesfääris on kolm 1,10-fenantroliini molekuli moodustanud läbi lämmastikuaatomite vabad elektronipaareid keemilised sidemed keskse Fe^{2+} -iooniga. Tekkinud kompleks on oktaeedrilise kujuga ning võib esineda kahe optilise isomeerina, millest üks on toodud kõrvaloleval joonisel.



Optilise isomeeria korral on isomeeride sisesfäärid teineteise mittekattuvad peegelpildid.

h) Joonista joonisel toodud $[\text{FeL}_3]^{2+}$ optilise isomeeri struktuurivalem. (1)

Neelduvus iseloomustub lahuse võimet neelata kindla lainepikkusega kiirgust. Mida suurem on neelduvus, seda väiksem on lahuse läbinud kiirguse intensiivsus võrreldes lahusele langenud kiirguse intensiivsusega. Neelduvuse mõõtmisel soovitud lainepikkuste vahemikus saadakse neeldumisspekter.



Joonisel on ferroiini redutseeritud ja oksüdeeritud vormide *idealiseeritud* neeldumisspektrid (vasakul) ning neelduva valguse lainepikkuse ja selle värvuse seos (paremal).

- i) i)** Määra ferriini redutseeritud ja oksüdeeritud vormi neeldumismaksimumidele vastavad lainepikkused. (1)
- ii)** Kirjuta lünkadesse õiged värvused. (Vihje: näiteks porganditele värvuse andvad karotenoidid neelavad väga hästi sinist valgust.)
- Ferriini sisaldavas BZ reaktsioonisegus levivad ___ värvi lainefronidid ___ värvi lahuses. (2)