

XVIII Balti keemiaolümpiaad



Teoriavoor

Kood:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	Σ

16.-18. aprill 2010
Tartu, Eesti

Juhised

- Kirjutage oma kood esimesele lehele.
- Teil on aega ülesannete lahendamiseks 5 tundi. Alustage peale STARDI käsklust.
- Kõik vastused peavad olema kirjutatud vastavatesse kastidesse. Välja poole vastustekasti jäävat ei hinnata. Kasutage mustandina teooriavooru töö lehe teist poolt.
- Vastustekastides peavad olema näidatud kõik olulised arvutustehted. Kui esitate keerulise probleemi korral ainult õige vastuse ilma lahenduseta, siis punkte ei anta.
- Te peate lõpetama töö kohe peale STOPP käskluse andmist. Kui viivitate töö lõpetamisega rohkem kui viis minutit, siis kogu töö tühistatakse.
- Ärge lahkuge oma töökohalt, kuni selleks pole antud luba.
- Teooriavooru töö on 23 leheküljel.
- Teooriavooru töö ametlikku inglisekeelset versiooni on võimalik küsida valvajatelt.

Konstandi ja valemid

Avogadro arv:	$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Ideaalse gaasi olekuvõrrand:	$pV = nRT$
Gaasi univertsalkonstant:	$R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	Gibbsi energia:	$G = H - TS$
Faraday arv:	$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$	$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K = -nFE_{cell}^\circ$	
Plancki konstant:	$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$	Nernsti valem:	$E = E^\circ + \frac{RT}{zF} \ln \frac{P_{ox}}{P_{red}}$
Valguskiirus:	$c = 3.000 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$	Logaritm	$\ln x = 2.303 \log x$
Celsiuse skaala null:	273.15 K	Lambert-Beeriseadus:	$A = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon c l$

Tasakaalukonstandi arvutustes on kõik kontsentratsioonid antud standardse kontsentratsiooni suhtes (1 mol/dm^3). Kõik toodud gaasid käituvad ideaalgaasidena.

Periodelisusetaabel suhteliste aatommassidega

1																	18
1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc -	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -							

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm -	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97
89 Ac -	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

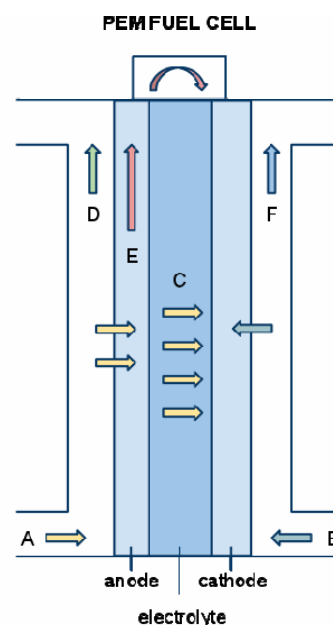
1. Etanool energiaallikana**10p**

Juba iidsetest aegadest kasutatakse lambiõlina ning toiduvalmistamisel, lisaks taimsetele ja loomsetele õlidele, ka etanooli. Tänapäeval toimub etanooli suuremahuline tootmine fermentatsiooni teel, kus teatud liiki pärmseened metaboliseerivad suhkrust etanooli saamist, ning suurim osa sellest läheb kasutusse kütusena. Võib isegi öelda, et mootorid töötavad päikesevalguse toimel, kuna tavalised suhkrud sünteesitakse taimedes fotosünteesil ning etanooli põlemisel tekivad süsinikdioksiid ja vesi energia eraldumisega.

a) Kirjutage suhkru sünteesile ning etanooli tekkele ja põlemisele vastavad reaktsioonivõrrandid.

1860. aastal kasutas Nikolaus August Otto sisepõlemismootris kütusena etüülalkoholi. Tänapäeval võib etanooli kasutada kütusena nii etanool-kütuseelemendis (DEFC- direct-ethanol fuel cell) kui ka sisepõlemismootoris. Ühte esimest DEFCi tutvustati ShellEco-Marathon`il 2007. aastal ning selle skeem on antud kõrvaloleval joonisel.

b) Identifitseerige joonisel keemilised ühendid **A-F**.



c) Kasutades tabelis antud termodünaamilisi andmeid, leidke DEFCi maksimaalne energia muundumise efektiivsus: $\eta = \Delta_r G^0 / \Delta_r H^0$ (25 °C).¹

Keemiline ühend	O ₂	H ₂	CO ₂	H ₂ O	C ₂ H ₅ OH	C ₆ H ₁₂ O ₆
ΔH^0 , kJ mol ⁻¹	0	0	-394	-286	-278	-1273
S^0 , J mol ⁻¹ K ⁻¹	205	131	214	70	161	212

¹ Andke kõik vastused kahe tüvenumbriga

d) Võrdluseks arvutage ka Otto tsükliil töötava sisepõlemismootori efektiivsus, kasutades kasuteguri leidmiseks valemit: $\eta = 1 - 1/r^{(\gamma-1)}$, kus $\gamma = C_p/C_v \approx 1,4$, r on kokkusurutavustegur, mis etanooli ja bensiini jaoks on vastavalt 9 ja 12,5. Eeldage, et tegelikkuses saavutatakse poole väiksem kasutegur.

DEFCi kasutamisel on veel mitmeid lahendamata probleeme, mistõttu hetkel on kasulikum muuta etanool vesinikuks ning viimast kasutada tüüpilistes vesinik-kütuseelementides.

e) Kasutades antud andmeid arvutage ka vesinik-kütuseelemendi maksimaalne energia muundumise efektiivsus. ($\eta = \Delta_r G^0 / \Delta_r H^0$)

Tegelikkuses peab arvestama ka seda, et liiklusvahendi liigutamiseks tuleb elektriline energia muuta mehhaaniliseks. Oletame, et alasüsteemide energia muundumise efektiivsused on: 90% inverteril, 90% mootoril ja 90% gaasikompressoril. Summaarset muundumise efektiivsust võib võrrelda sellise sisepõlemismootori energia muundumise efektiivsusega, kus keemiline energia muundatakse otse mehhaaniliseks energiaks.

f) Hinnake vesiniksõiduki summaarset efektiivsust.

g) Nimetage 1-2 põhilist eelist, mis on i) etanoolil võrreldes bensiiniga sisepõlemismootoris; ii) kütuseelemendil võrreldes sisepõlemismootoriga

2. Fluoropentaakvakroom(III) iooni² süntees ja hüdraatumine**10p**

Valati kokku 5,0 cm³ 2,0 M kroom(III)perkloraat ja 5,0 cm³ 2,0 M kaaliumfloriidi; segu keedeti püstjahutiga kolvis 3 tundi, misjärel jahutati 0 °C, sade **X** eemaldati. Kõigi segude tihedus on 1,1 g/cm³.

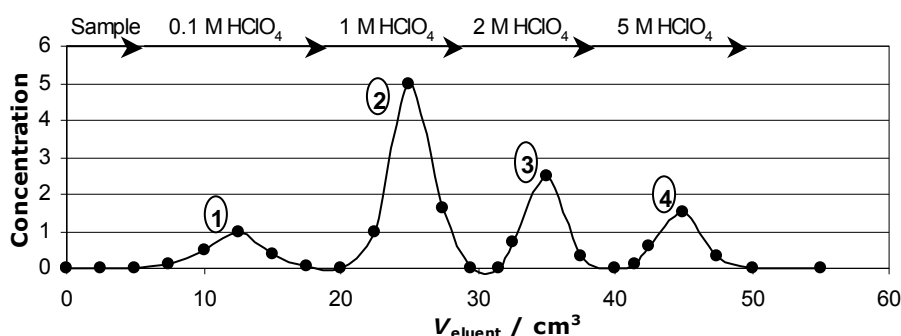
a) Vesikeskkonnas esineb kroom(III)perkloraat, akvakroomkatioonina, mille koordinatsiooniarv on kuus. Kirjutage akvakroomkatiooni ja sademe **X** struktuurivalemid.

b) Keetmise käigus asendatakse kompleksi sisesfääri vesi aniooniga. Kirjutage reaktsioonivõrrand.

c) Soola **X** lahustuvuskorrutis 0 °C juures on $K_{sp} = 2,9 \cdot 10^{-3}$, kuid 100 °C juures on võimalik lahustada 10,9 g soola 50 g vees ($\rho = 1,1 \text{ g/cm}^3$). Arvutage jahutamise käigus sadenenud soola **X** mass grammides.

² Ülesanne põhineb T.W. Swaddle, E.L. King *Inorg. Chem.* 4 (1965) 532.

d) Reaktsioonisegu sisaldab mitmeid erinevaid kroomi komplekse. Kationvahetuskromatograafia (kationiit sisaldab R-SO₃H gruppe) võimaldas isoleerida heksaakvakroom(III), fluoropentaakvakroom(III), difluorotetraakvakroom(III) ioonid ja kroomi hüdrolüütilised dimeerid. Elueerimisprotsessi käigus pandi kõigepealt proov kolonni ning hiljem elueeriti ioonid välja kasutades erinevate kontentratsioonidega HClO₄ lahust. Identifitseerige, millistele ühenditele vastavad kromatogrammi piigid.



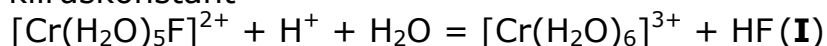
Milline ühend väljub kolonnist proovi kolonni kandmise protsessi käigus?

Määrati kindlaks kroomi ja flori sisaldus puhastatud fluoropentaakvakroom(III) ionide lahuses. 10,0 cm³ proovi lagundatakse, kasutades selleks vesinikperoksiidi aluselist lahust. Floriidioonid vabastatakse ja kroomi oksüdatsiooniasete muutub III-st IV-ks. Peale seda jagati proov kahte võrdsesse ossa. Esimene osa hapustati kasutades selleks kontsentreeritud HCl, misjärel sinna lisati 3 g KI. Peale 5 min seismist tiitriti lahust 18,5 cm³ 0,0975 M Na₂S₂O₃-ga. Lõpppunkt määrati tärgliselahusega. Teist osa analüüsiti floriidiooniselektiivse elektroodiga, mis oli kalibreeritud teadaoleva kontsentratsiooniga F⁻ lahusega. Kalibreerimiskõverat

iseloomustab valem $E = 183 \text{ mV} - 56 \text{ mV} \cdot \log[F^-]$. Voltmeetri näit oli 252,6 mV ja peale seda, kui lahuse pH oli korrigeeritud kuue peale, oli lahuse lõppruumala 10 cm^3 .

e) Kirjutage kõik analüüsi protsessi käigus toimuvate keemiliste reaktsioonide võrrandid ja arvutage $n(\text{F})/n(\text{Cr})$ suhe proovis.

Floropentaakvakroom(III)iooni hüdraatumise pseudo esimest järku kiiruskonstant

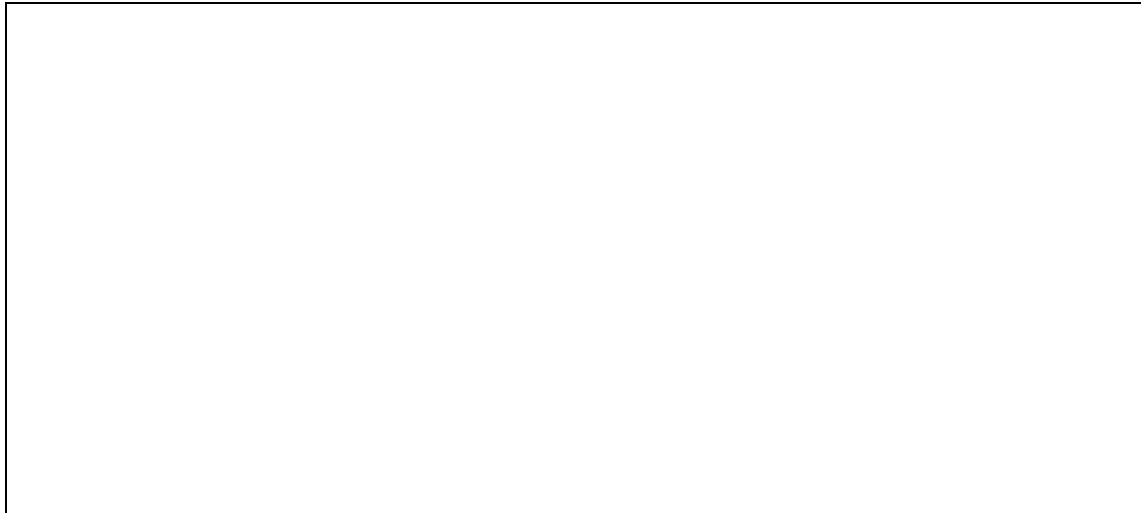


on

$$k = \frac{2.303([\text{CrF}^{2+}]_0 - [\text{CrF}^{2+}]_\infty)}{t([\text{CrF}^{2+}]_0 + [\text{CrF}^{2+}]_\infty)} \log \frac{[\text{CrF}^{2+}]_0^2 - [\text{CrF}^{2+}][\text{CrF}^{2+}]_\infty}{[\text{CrF}^{2+}]_0([\text{CrF}^{2+}] - [\text{CrF}^{2+}]_\infty)}$$

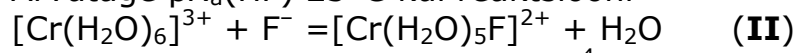
kus $[\text{CrF}^{2+}]_0 = 5,28 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ on kompleksiooni algkontsentratsioon ning $[\text{CrF}^{2+}]_\infty$ kompleksiooni tasakaaluline kontsentratsioon.

f) Arvutage aeg t (h), mis kulub 70% kompleksioonide hüdraatumiseks $77,2 \text{ }^\circ\text{C}$, kui vesinikioonide kontsentratsioon on $0,414 \text{ M}$, kiiruskonstant on $4,40 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ ja reaktsiooni tasakaalukonstant on $0,048$. Vesi on liias ja ei kajastu tasakaalukonstandis.

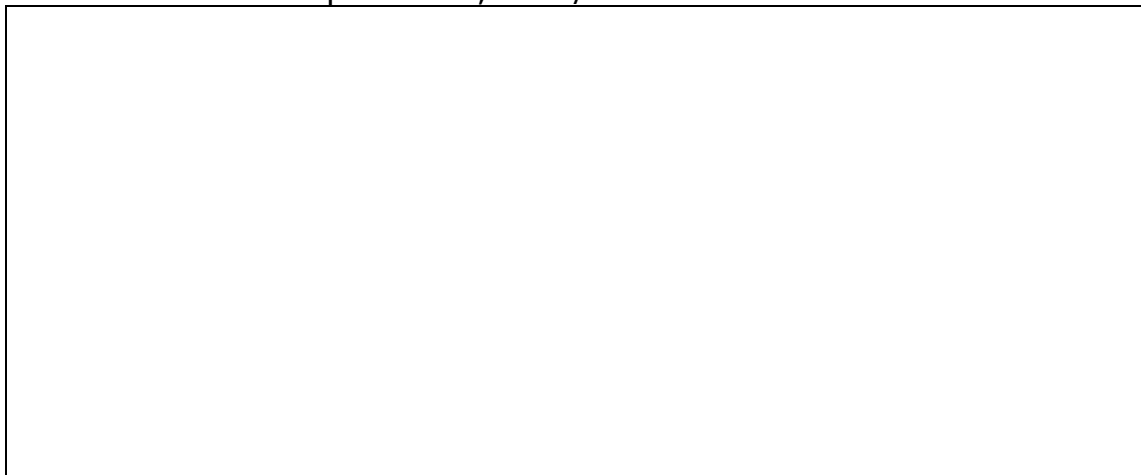


Vesinikfloriidhape on nõrk hape.

g) Arvutage $pK_a(\text{HF})$ 25°C kui reaktsiooni

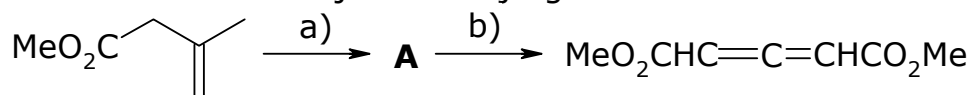


tasakaalukonstant on $K = 2,1 \cdot 10^4$ (25 °C) ja reaktsiooni (**I**)
reaktsioonientalpia on $-5,41$ kJ/mol.

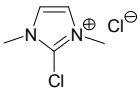


3. Asümeetria ilma asümeetria tsentrita**10 p**

Alleenid ei ole mitte ainult mitmekülgsed lähteained orgaanilises sünteesis, vaid esindavad ka huvitavat aspekti molekulaarsest kiraalsusest. Kuna alleenide stereoselektiivne süntees on üpris keeruline, saadakse neid esmalt ratseemilise seguna ning alles seejärel lahutatakse erinevateks enantiomeerideks. Üks viis alleenide sünteesiks on kujutatud alljärgnevalt.



a) $i\text{-Pr}_2\text{NLi}$, THF; misjärel lisatakse  ;

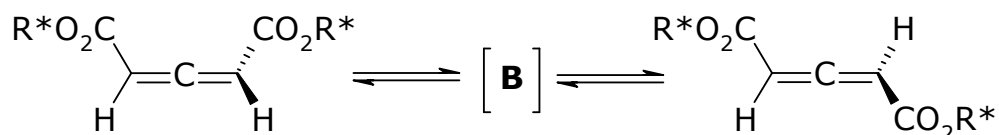
b) , Et_3N , CH_2Cl_2 , toatemperatuuril

a) Kirjutage sümmeetrilise struktuuriga ühendi **A** struktuurivalem. Pea meeles, et see reaktsioon ei ole kuigi efektiivne ja aine **A** on vaid üks mitmest võimalikust reaktsiooniproduktist.

A

b) Kirjutage **A** alleeniks muutumise mehhanism.

Üks meetod enantiomeeriliselt puhaste alleenide sünteesimiseks on ratseemilise segu dünaamiline eraldamine. See meetod kasutab ära enantiomeeride kiiret epimeriseerumist ning ühe stereoisomeeri vähest lahustuvust. Epimeriseerumine on enantiomeeride muutumine üksteiseks läbi ühise vaheühendi **B** (vaata allolevat skeemi). Kuna kõik ühendid on omavahelises tasakaalus, siis tasakaaluasend muutub vähemlahustava stereoisomeeri suunas, mis kogutakse seejärel sademena.



diastereomeer 1

diastereomeer 2

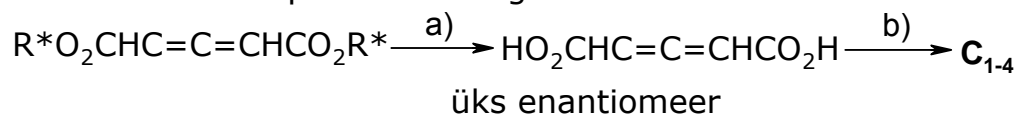
Reaktsioonitingimused: toatemperatuur, Et_3N (0,05 Eq), pentaan; R^* on (-)-mentüül

c) Joonistage ühendi **B** struktuurivalem.

B

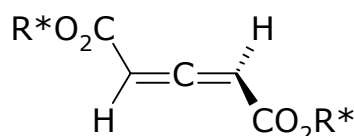
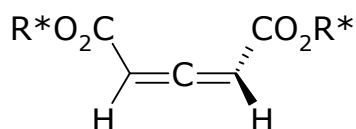
Et määrata kindlaks dünaamilise eraldamise käigus saadud alleeni **X** absoluutset konfiguratsiooni, võib järgida 1964. aastal Agosta poolt väljatöötatud meetodit. Meetodi paremaks mõistmiseks võtame arvesse muundumisi **mõlema** enantiomeeriga.

Kõigepealt hüdrolüüsitakse alleenester dikarboksüülhappeks, misjärel toimub Diels-Alderi reaktsioon tsüklopentadieeniga, kus saadakse eraldatavate produktide segu.



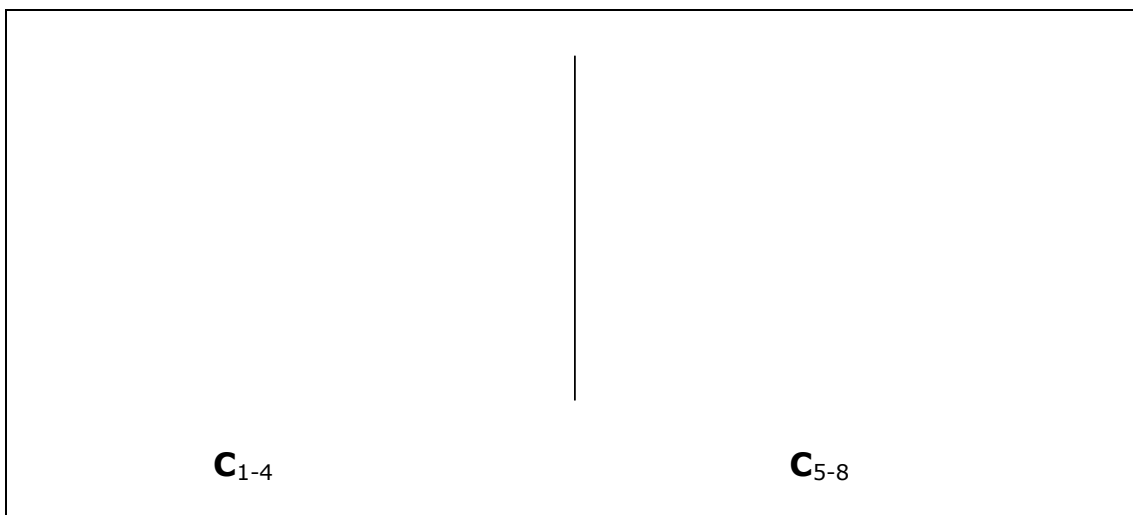
a) NaOH ; b) tsüklopentadieen

d) Joonistage välja kõik, tsüklopentadieeni ja alleeni **mõlema** enantiomeeri vahelise liitumisreaktsiooni võimalikud produktid (\mathbf{C}_{1-4} ühes enantiomeerist, ja \mathbf{C}_{5-8} teisest). On lubatud kasutada organiseerijate poolt pakutavaid molekulimudeleid.

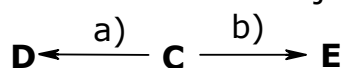


\mathbf{C}_{1-4}

\mathbf{C}_{5-8}

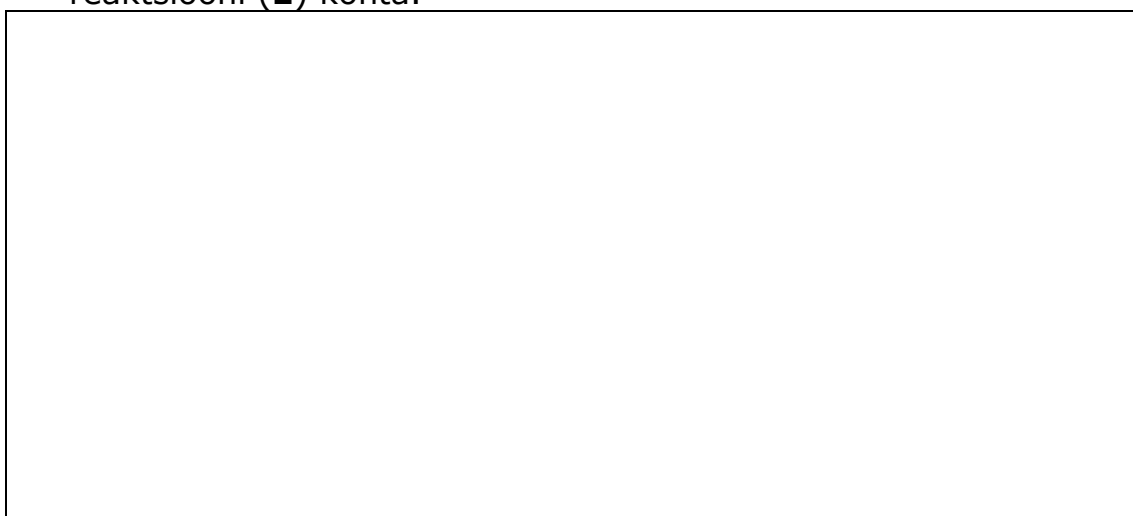


Igaühega ühenditest \mathbf{C}_{1-8} teostatakse 2 testreaktsiooni: a) jodolaktoniseerumine ja b) tsüklilise anhüdrüidi moodustumine.

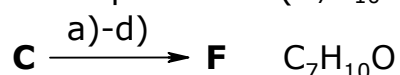


a) $\text{I}_2, \text{NaHCO}_3$; b) äädikhappe anhüdriid

e) Leidke oma liitumisproduktide nimekirjast \mathbf{C}_{1-8} struktuurid, mis on võimalised andma nõutud produkte **mõlemas** testreaktsioonis. Kirjutage võrrand **ühe** jodolaktoniseerumise reaktsiooni (**D**) ja **ühe** tsüklilise anhüdrüidi moodustumise reaktsiooni (**E**) kohta.



Ühend(id) **C**, mis anna(vad)b positiivse tulemise mõlema testreaktsiooniga, lagundatakse vastavalt järgnevale skeemile. Reaktsiooni produkt **F** ($\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}$) on optiliselt aktiivne ühend.



a) $\text{Pd/C}, \text{H}_2$; b) CH_2N_2 ; c) O_3 ; d) HCl , reflux

Kokkuvõtvalt, absoluutse konfiguratsiooni konkreetne määramine Agosta meetodil põhineb faktil, et ühendi **F** üks enantiomeer moodustub ainult (R)-alleenist, samas kui ühendi **F** vastas enantiomeer saadakse ainult (S)-alleenist.

- f)** Eelmainitud alleenide dünaamilise eraldamise käigus saadakse lagundamisel ainult (1S,4R)-**F** stereoisomeer. Joonistage aine **F** struktuurivalem.

F

- g)** Võttes arvesse ühendi (1S,4R)-**F** struktuuri ja Agosta indentifitseerimismeetodit, pakkuge välja dünaamilise eraldamise käigus saadud alleeni **X** struktuurivalem.

X

4. Keskkonna ohud**10 p**

Teise Maailmasõja ajal saastus Jinzu jõgi Jaapanis, Toyama prefektuuris elemendi X_1 ühenditega ning tänapäeval on Jaapan ikka veel üks kolmest suurimast antud elemendi tootjast. Element X_1 ladestub riisis ja võib inimestel põhjustada Itai-Itai tõbe; samuti asendab ta luudes kaltsiumi. Seda elementi toodetakse ühendist **A**, mis on selle ainuke praktilist tähtsust omav mineraal. Ühend **A** on ka pooljuht ja omab mitmeid rakendusi näiteks valgusdetektorites ja temperatuurikindlates pigmentides.

Binaarne ühend **A** sisaldab mittemetallilist elementi Y_1 ning moodustab mineraale *greenockite* (esmaselt avastatud Šotimaal ja nimetatud antud maade omaniku Lord Greenocki järgi) ja *hawleyite*. Esimesel neist mineraalidest on heksagonaalne struktuur ning teisel kuubiline. X_1 massi protsent ühendis **A** on 77,6%.

Elementi X_1 saab ühendist **A**, kui viimast kuumutada õhu käes. Saadud oksiidi töödeldakse vääveltrioksiidiga et moodustuks X_1 sulfaat, mis lahustatakse vees ja elektrolüüsitakse.

a) Määrke element X_1 . Esitage arvutused!

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid kõigi mainitud elemendi X_1 tootmise käigus asetleidvate reaktsioonide kohta.

c) Arvutage metalli X_1 mass, mida on võimalik saada, kui elektrolüüsida 0,15 M metalli sulfaadi lahust 0,5 A voolutugevusega ühe tunni vältel.

d) Kirjutage elemendi X_1 ionide elektronvalem sulfaadilahuses, teades et ioonis X_1 ei ole f elektrone.

e) Allpool on antud tabel *greenockite* ja *hawleyite* võreparameetritega. Arvutage *hawleyite* Z väärtus ("molekulide" arv ühikrakus) ja *greenrockite* tihedus.

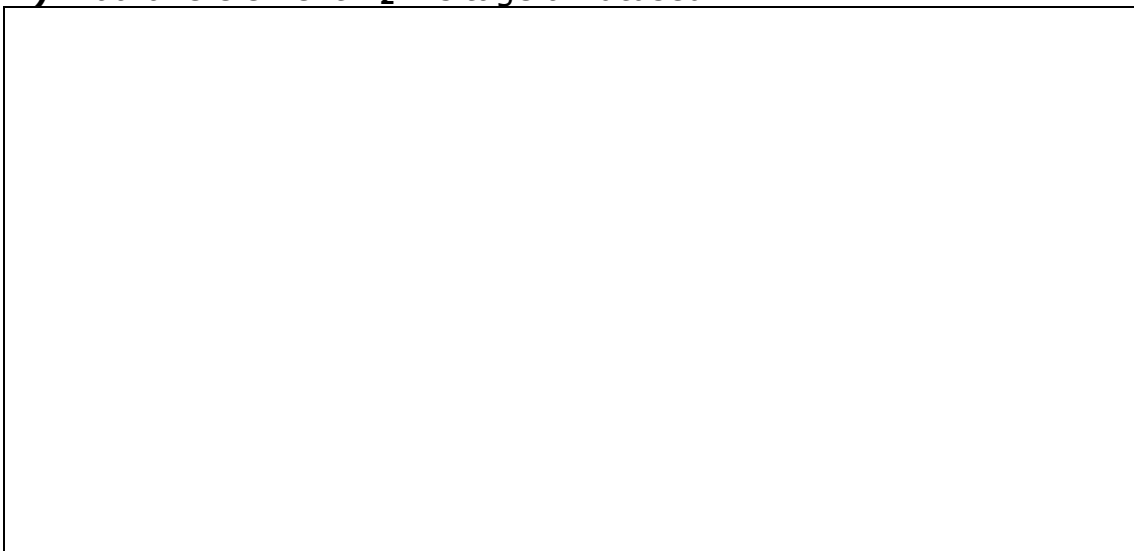
Mineraalide võreparameetrid:

Parameeter	<i>Greenockite</i>	<i>Hawleyite</i>
Süsteem	heksagonaalne	kuubiline
Parameetrid	$a = b = 3,82 \text{ \AA}$ $c = 6,26 \text{ \AA}$ $\gamma = 120^\circ$ (nurk a ja b vahel)	$a = 5,818 \text{ \AA}$
Z	2	?
Tihedus	?	$4,87 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$



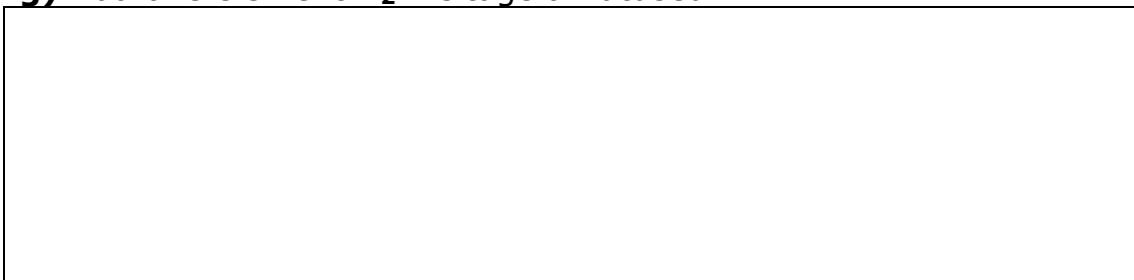
Praktikas on tähtis ka päikesepaneelide tootmiseks kasutatav ühend **B**, mis sisaldab mittemetallilist elementi **Y₂**. Elemendi **X₁** massiprotsent ühendis **B** on alla 50% ja on teada, et element **Y₂** kuulub samasse rühma, kuhu element **Y₁**, kuid elemendi **Y₂** elektronegatiivsus on **Y₁** omast väiksem.

f) Määrake element **Y₂**. Esitage arvutused!



Tavaliselt leidub element **X₁** koos elemendiga **X₂**, mis kuulub eelnevaga perioodilisustabeli samasse rühma. Elemendi **X₂** binaarne ühend elemendiga **Y₁** kristalliseerub kuubilise tahktsentreeritud kristallina (FCC), mille võreparameeter on $a = 5,406 \text{ \AA}$. Selle ühendi tihedus on $4,09 \text{ g/cm}^3$.

g) Määrake element **X₂**. Esitage arvutused!



h) Järjestage kõik võimalikud elementide X_1 , X_2 , Y_1 ja Y_2 binaarsed ühendid nendevahelise sideme kovalentsuse kasvu ja ioonilisuse vähenemise järjekorras.

Elemente X_1 ja X_2 saab eraldada ka lähtudes nende hüdroksiidide erinevast lahustuvusest. Praegu leidubki elementi X_1 Jinzu jõesängis hüdroksiidide ja karbonaatide kujul. (X_1 kontsentratsioon ligikaudu 2 ppm).

i) Kumba elemendi (X_1 või X_2) hüdroksiid on aluselises keskkonnas paremini lahustuv? Seletage seda elementide aatomstruktuuriga.

Järgnevale küsimusele on võimalik vastata ka eelnevaid lahendamata!

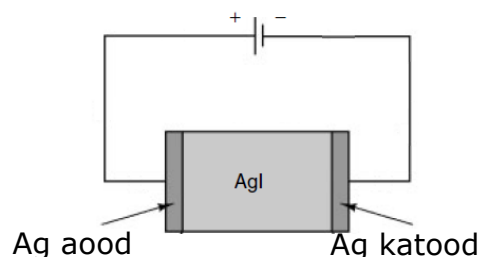
j) Arvutage mõlema ühendi lahustuvus (mol/l) vees pH = 10,0 juures. Võtke arvesse kompleksiooni moodustumist. Kogu vajalik informatsioon on antud tabelis. Tabelis on antud summaarsete tasakaalukonstantide negatiivsed logaritmid ($pK = -\log K$).

	I	II
hüdrokksiidi pK_L	14,14	16,5
pK_1	4,17	4,40
$pK_{1,2}$	8,33	11,30
$pK_{1,2,3}$	9,02	14,14
$pK_{1,2,3,4}$	8,62	17,66

5. AgI – hea elektrijuht**10 p**

Tubandt ja Lorenz näitasid 1914. aastal, et hõbejodiid muutub 147 °C kõrgematel temperatuuridel α -AgI modifikatsiooniks, mis on hea elektrijuht. Temperatuuri 147 °C võib võtta kui hõbeiooni alamvõre sulamistemperatuuri. Järelejäänud jodiidiooni alamvõre on stabiilne kuni 557 °C. Määrati kindlaks, et jodiidioonid moodustavad ruumtsentreeritud kuubilise alamvõre (BCC) võrekonstandiga (võre parameeter) $5,04 \cdot 10^{-10}$ m.

Kõrvaloleval joonisel on antud Tuband'i elektrokeemilise raku skeem.



Selles rakus viidi hõbe-elektroodid, igaüks 0,1000 g, mõlemalt küljelt kontakti tahke AgI tabletiga. Siis juhti 35,2 mA voolu läbi 15,5 minutit. Pärast seda hõbeelektroodid eemaldati ja viidi kahte etiketiga varustatud 100,0 cm³ mõõtkolbi (etikett "**Lahus A**" anoodi jaoks ja "**Lahus B**" katoodi jaoks). Mõlemasse kolbi lisati liias lahjendatud HNO₃(aq). Metallelektroodide lahustumise järel täideti mõlemad mõõtkolvid märgini. **Lahust A** ja **Lahust B** kasutati 10,00 cm³ 0,0113 mol·dm⁻³ NaCl lahuse tiitrimiseks, mis sisaldas väikse koguse K₂CrO₄. Selle tiitrimise lõpp-punktiks oli telliskivipunase sademe teke.

a) Kirjutage vastavatesse lahtritesse poolreaktsioonid, mis kirjeldavad elektrivoolu läbijuhtimisel lahusest toimuvaid protsesse anoodil ja katoodil.

Anoodil:

Katoodil:

b) Kirjutage tasakaalustatud keemiline võrrand protsessi kohta, mis toimub lahjendatud HNO₃(aq) toimel elektroodidega

Tasakaalustatud võrrand:

c) Kirjutage tiitrimise lõpp-punktis tekkiva telliskivipunase sademe valem.

Telliskivipunase ühendi valem:

d) Arvutage suhe V(Lahus A)/V(Lahus B) (lahuste ruumalade suhe, mis kulus NaCl lahuse tiitrimiseks).

suhe $V(\text{Lahus A})/V(\text{Lahus B}) =$ _____

e) Määrake jodiidiooni raadius ruumtsentreeritud kuubilises (BCC) alamvõres.

$I^- =$ _____

f) Arvutage tahke AgI-st juhi tihedus.

AgI-st juhi tihedus = _____

- g)** AgI on valgustundlik ühend, mida kasutatakse fotograafias. Must-valge fotograafia protsessis tuleb kujutis kinnitada kogu järelejäänud hõbejodiidi (või teise hõbeda soola) äralahustamise teel. Naatriumtiosulfaat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ on hea kinniti. Reaktsioonil hõbejodiidiga tekib ühend, mis sisaldab 26,9% hõbedat massi järgi. Kirjutage reaktsiooni võrrand, mis kirjeldab must-valge foto kinnitamisel toimuvat protsessi.

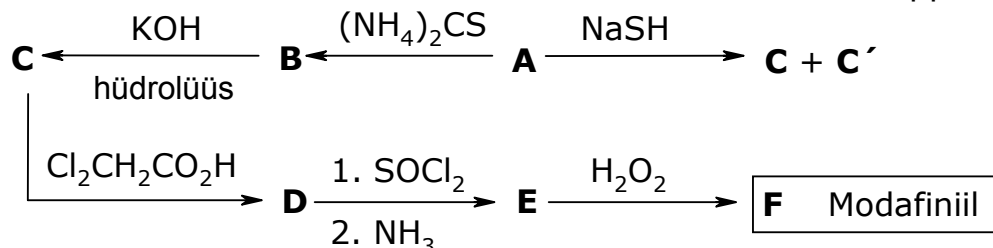
Võrrand:

6. Modafiniil – töötamine ilma magamata? 10 p



Modafiniil loodi algselt narkolepsia raviks (haiguslik seisund, kus isik langeb määramatuks ajaks unne), kuid see levis laialt üliõpilaste ja ärimeeste hulgas. Produktiivne päev peale uneta ööd kõlab uskumatult, kuid see pole ainus modafiniili efekt. See mõjub ka antidepressandina ja parandab mõningatel juhtudel mälu. Modafiniilil on oluliselt vähem kõrvalnähtusi kui kofeiinil, kuid kuna pikaajalise toime kohta andmed puuduvad on siiski tegu retseptiravimiga. See ei ole siiski mitmetele kasutajatele probleemiks, kes hangivad seda internetipoodidest või illegaalselt.

Modafiniili tööstusliku sünteesi skeem on toodud alljärgnevalt. Aine **A** ^1H NMR spektris on üks singlett (6.0 ppm) ja kümme korda intensiivsem multilett (7.3 ppm). Massispektris on kaks võrdse intensiivsusega molekulaariooni signaali 246 ja 248 m/z juures. Aine **A** töötlemisel naatriumvesiniksulfiidiga avastati kõrvalprodukt **C'**. Et selle teket vältida lisati sünteesiskeemi veel üks etapp.



a) Joonistage kõikide tähtedega tähistatud ainete struktuurivalemid.

b) Kirjutage reaktsiooni **D** → **E** mehhanism.

Modafiniil on tegelikult kahe enantiomeeri segu, kus ainult R isomeer omab mainitud bioloogilist aktiivsust.

c) Joonistage modafiniili aktiivse enantiomeeri struktuurivalem.