

**2004/2005 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded**  
**10. klass**

1. Andresele anti analüüsiks kolm tahket metalli, millest kaks olid väliselt väga sarnased, kolmas oli pisut tuhmim. Andres leidis, et antud metallide kindlakstegemiseks piisab, kui jälgida nende reageerimist (+) lahjendatud vesinikkloriidhappe, kontsentreeritud külma lämmastikhappe ja kontsentreeritud naatriumhüdroksiidi lahustega.

Reaktiiv	Metall I	Metall II	Metall III
HCl	–	+	+
HNO <sub>3</sub>	+	–	+
NaOH	–	+	+

- a) Millised keemilised elemendid on metallid I, II ja III? (3)  
b) Kirjutage tabelis toodud andmete põhjal vastavate reaktsioonide võrrandid (6 tk). (6)  
c) Põhjendage (kui võimalik, siis andke valemid), miks vaadeldavad metallid tavatingimustel ei korrodeeru. (2) **11 p**

2. Saksamaal on püütud kasutada kütusena elementi **A**. Elemendi **A** abil energiaga saamisega ei kaasne keskkonda saastavate jääkainete moodustumist.

Energia tootmisel ühineb element **A** katalüsaatori (CuO) juuresolekul 500 °C juures eksotermiliselt lihtainega **B**, mille tulemusena moodustub aine **C**. Aine **C** ei reosta keskkonda, sest reageerimisel lihtainega **E** moodustuvad ammoniaak ja aine **D**. Ammoniaagist saab toota sooli, mida kasutatakse väetistena. Binaarne ühend **D** sisaldab 53% hapnikku ega reageeri veega.

*Tähelepanu!* hapniku sisaldus on antud ainult kahe tüvenumbri täpsusega.

- a) i) Arvutage aine **D** valem ja kirjutage selle nimetus. ii) Kirjutage ainete **A**, **B**, **C** ja **E** valemid ja nimetused. (5)  
b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i)  $A + B \rightarrow$ , ii)  $C + E \rightarrow$  ja iii)  $NH_3 \rightarrow$  väetis. (3)  
c) Kirjutage peamine põhjus, miks ülalkirjeldatud energiasaamise skeemi ei kasutata (1) **9p**

3. NaOH täpse kaalutise järgi ei ole võimalik valmistada täpse molaarse kontsentratsiooniga lahust, sest NaOH on hügrokoopne ja võib teatud määral reageerida ka õhus sisalduva CO<sub>2</sub>. 1 liitri ~0,1 M NaOH lahuse valmistamiseks mõõtis laborant 1 L mõõtekolbi 5,2 cm<sup>3</sup> küllastatud NaOH lahust ja täitis kolvi veega märgini. Saadud lahuse kontsentratsiooni määramiseks kasutas laborant varemvalmistatud täpse kontsentratsiooniga oblikhappe lahust.

- a) Kirjutage oblikhappe graafiline valem. (2)  
b) Kirjutage NaOH ja oblikhappe vahelise neutralisatsioonireaktsiooni võrrand. (1)  
c) Arvutage i) oblikhappedihüdraadi molaarmass ja ii) selle kristallhüdraadi mass, mis on vajalik täpselt 100 ml 0,05000 M lahuse valmistamiseks. (2)  
d) Arvutage valmistatud NaOH lahuse molaarne kontsentratsioon, kui laborandi poolt valmistatud täpselt 10 ml lahuse tiitrimiseks kulus 10,20 cm<sup>3</sup> NaOH lahust. (2)  
e) Arvutage küllastunud lahuses NaOH protsendiline sisaldus, kui selle lahuse tihedus on 1,54 g/cm<sup>3</sup>. (2) **9 p**

4. 15. aprillil 1912 läks Atlandi ookeani põhja kuulus Titanic. Katastroofil oli mitu põhjust, sealhulgas ka laevakonstruktsioonis kasutatud terase rabadus, mis on tingitud mittemetallide **X** ja **Y** liigest sisaldusest. Neist esimene põhjustab terase rabadust kõrgel, teine – madalal temperatuuril.

Terase lähteaineks on malm, mille põhikomponendiks on lihtaine **A** ja mis sisaldab lisanditena mittemetalle **Y**, **Q** ja **Z** ning põhikomponendi ja mittemetalli **X** binaarset soola **R**. Soolas **R** on mittemetalli **X** sisaldus 36,5%. Elemendid **Q** ja **Z** paiknevad

perioodilisussüsteemi samas rühmas, elemendid **X**, **Y** ja **Z** aga samas perioodis. Teras tootmisel oksüdeerub mingi osa lihtainest **A** hapniku toimel madalaima oksüdatsiooniastmega ühendiks **B**. Seejärel toimuvad järgmised reaktsioonid:

$B + Y = A + D$  (oksiid **D** on suure molekulmassiga, elemendil **Y** on selles kõrgeim oksüdatsiooniaste ja **D** vesilahus on happeline).

$B + Q = A + E$  (oksiid **E** on mürgine gaas, kus element **Q** ei ole täielikult oksüdeerunud)

$B + Z = A + G$  (oksiidis **G** on elemendil **Z** kõrgeim o.a. ja selle lisamisel vette jääb keskkond neutraalseks).

Et vabaneda soolast **R**, kasutatakse lubjakivi. Esmalt toimub lubjakivi lagunemine: lubjakivi =  $J + L$  (**L** on gaas, mis moodustub ka gaasilise **E** oksüdeerumisel). Seejärel toimub reaktsioon  $J + R = B + M$  (**M** on binaarne sool, milles mittemetalli **X** sisaldus on 44,4%).

a) Kirjutage i) lihtaine **A** valem ja nimetus, ii) lubjakivi lagunemisreaktsiooni võrrand ning iii) ühendi **B** tekkereaktsiooni võrrand. (1,5)

b) i) Milliste metallide ühendid on soolad **R** ja **M**? Arvutage elemendi **X** aatommass soolade ii) **R** ja iii) **M** protsendilise koostise järgi. (1,5)

c) Identifitseerige (valem ja nimetus) ained **Y**, **Q**, **Z**, **X**, **R**, **B**, **D**, **E**, **G**, **J**, **L**, **M**. (3)

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i)  $B + Y \rightarrow$ , ii)  $B + Q \rightarrow$ , iii)  $B + Z \rightarrow$ ; iv)  $J + R \rightarrow$ . (4)10p

5. Metall **X** soola kristallhüdraat **R** esineb kolme isomeerina: **A** (sinkjas-violetne), **B** (tumeroheline) ja **C** (heleroheline). **X** koordinatsiooni arv on kuus; isomeerides **A**, **B** ja **C** on **X** oksüdatsiooniaste +III. Kristallhüdraadi **R** protsendiline koostis on järgmine: 19,5% elementi **X**, 40,0% mittemetalli **Y**, 4,5% vesinikku ja 36,0% hapnikku, kusjuures vesinik kuulub ainult veemolekulide koostisse.

Isomeeride täpsed valemid (sise- ja väliskoordinatsioonifäär) saab kindlaks teha, pannes vastava isomeeri värskelt valmistatud lahuse reageerima hõbenitraadiga (ühend **Q**). Reaktsiooni tulemusena tekib binaarne valge sade **Z**, mille hulga järgi saab määrata, milline hulk isomeerides sisalduvast elemendist **Y** on reaktsioonist osa võtnud. **Q** toimel aine **A** lahusele sadeneb (sademe **Z** koostises) kogu kristallhüdraadi **R** koostisse kuuluv element **Y**. Ühendi **Q** toimel aine **B** lahusele sadeneb 2/3 ja **Q** toimel aine **C** lahusele vaid 1/3 kristallhüdraadi **R** koostisesse kuuluvast elemendist **Y**.

a) Kirjutage i) ioonide sümbolite ja ühendite valemite abil reaktsioonivõrrand: ioon  $Y + Q \rightarrow Z \downarrow +$  ioon. ii) Kirjutage **Y**, **Q** ja **Z** valemid ja nimetused. (2,5)

b) Leidke 100 g kristallhüdraadis elementide **O** ja **H** hulk (moolide arv). (2)

c) Leidke kristallhüdraadi brutovalem ja arvutage elemendi **X** aatommass. Andke elemendi **X** sümbol ja nimetus. (3,5)

d) Kirjutage kristallhüdraadi **R** isomeeride **A**, **B** ja **C** täpsed valemid. (3) 11 p

6. Anumas on  $1,00 \cdot 10^{25}$  aine **A** molekuli. Kõikide orgaaniliste ühendite põlemisel moodustub lisaks ainele **A** ka aine **B**. Aine **B** koosneb sama perioodi elementidest. Mõningatel elusorganismidel on võime viia valguse toimel läbi reaktsiooni  $A + B \rightarrow Q + Z$ . Ühendi **Q** molekulmass on 180 ja selle koostises on 40,0% süsinikku, 6,7% vesinikku ja 53,3% hapnikku. **Z** on gaasiline lihtaine, mis kuulub nii ühendi **A** kui ka ühendi **B** koostisse. Aines **A** absorbeerus (neeldus)  $1,5 \cdot 10^{21}$  gaasi **C** molekuli. Gaas **C** moodustub plahvatusega gaasidest **D** ja **E** väikvalguse toimel. Gaas **D** moodustub vee elektrolüüsil, gaas **E** on kollakas-roheline raske mürgine gaas.

a) Kirjutage ainete **A**, **B**, **Z**, **C**, **D** ja **E** valemid ja nimetused. (3)

b) Arvutage ühendi **Q** brutovalem ja kirjutage tema nimetus. (3)

c) Kirjutage reaktsioonivõrrand  $A + B \rightarrow Q + Z$ . (1)

d) Arvutage aine **C** lahustumisel moodustunud lahuse molaarne kontsentratsioon ( $\text{mol/dm}^3$ ). Eeldage, et lahuse ruumala võrdub aine **A** ruumalaga ja  $\rho(\text{A}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$  (3)10p

**2004/2005 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded**  
**11. klass**

1. Majahoidja soovib teada, kui palju keedusoola kulub, et sulatada kogu majaesist teelõiku kattev jää ( $0,92 \text{ g/cm}^3$ ). Teelõigu pikkus on 55 m ja laius 1,5 m. Jää keskmiseks paksuseks hindas ta 5,0 cm. Välistemperatuur on  $-3,0^\circ\text{C}$ .

$\Delta T = K_{kr} \cdot m$ , kus  $K_{kr} = 1,86 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$  ja tähistab vee krüoskoopilist konstanti;  $m$  on osakeste (antud juhul ionide) molaalne kontsentratsioon mol(ioone)/kg(lahusti).

a) Arvutage, kui suur on teelõigu puhastamiseks vajalik keedusoola mass (kg). (4)

b) Arvutage, millise temperatuurini on võimalik jää sulamistemperatuuri keedusoola abil alandada, kui keedusoola lahustuvus nendel tingimustel on 30,0 g. (2)

*Tähelepanu! a) ja b) lõppvastused andke õigete tüvenumbrite arvuga* **6 p**

2. Ained **A**, **B**, **C** ja **D** on lämmastiku binaarsed ühendid perioodilisustabeli ühe ja sama rühma elementidega. Ühend **A** on lenduv kahvatukollane õlijas vedelik, mille esimesena sünteesis 1811. aastal Dulong, juhtides  $\text{Cl}_2$  läbi hapestatud  $\text{NH}_4\text{Cl}$  lahuse. Ühend **A** on väga ebastabiilne ja laguneb pisimagi löögi toimetel. Selle omaduse mittetundmise tõttu kaotas Dulong kolm sõrme ja ühe silma. Ühend **A** võib moodustuda (mitteohtlikul hulgal) basseinivee desinfitseerimisel klooriga. Uriinis ja higis sisalduv karbamiid  $[(\text{NH}_2)_2\text{CO}]$  reageerib klooriveega, andes ühendi **A**, gaasi **E** ja tugeva binaarse mineraalhappe **F**. Hape **F** moodustus ka Dulongi katses. Ainet **A** saab sünteesida ka  $\text{NH}_4\text{Cl}$  vesilahuse elektrolüüsil, kus kõrvalsaadustena moodustuvad vesinik ja gaas **G**. Gaasi **G** toimetel värvub fenoolftaleiiniga immutatud filterpaber punaseks. Ühend **B** sünteesiti alles 1975. aastal ühenditest  $(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{NBr}$  ja  $\text{ClBr}$  temperatuuril  $-78^\circ\text{C}$ . Sünteesi teiseks saadusaineks on trimetüülklorosilaan. Kristalse joodi reageerimisel ammoniaakhüdraadiga moodustuvad ammooniumjodiid ja vesi ning ühendi **C** kompleks, mille molekulis ( $446 \text{ g/mol}$ ) on ligandideks ammoniaagi molekulid. Puhtal kujul võib ühendit **C** saada boornitriidi reaktsioonil ühendiga **IF**, kus moodustub ka boorfluoriid. Ühendid **B** ja **C** lagunevad eksotermiliselt löögi toimetel lihtaineteks. Suhteliselt püsiv on ühend **D**, mida sünteesitakse fluorist ja ammoniaagist vaskkatalüsaatoril. Reaktsioonisaaduseks on veel vesinikfluoriid.

a) Kirjutage ühendite i) **A–G** valemid ja nimetused, ii) ühendi trimetüülklorosilaani valem. iii) Arvutage ühendi **C** kompleksmolekuli valem. (4)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i)  $\rightarrow \text{A}$ , ii)  $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;

iii)  $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\text{elektrolüüs}} \text{A}$ , iv)  $\rightarrow \text{B}$ , v)  $\text{I}_2 \rightarrow \text{C}$  kompleks, vi)  $\text{IF} \rightarrow \text{C}$ ,

vii)  $\text{C} \xrightarrow{\text{detonatsioon}} \text{viii) } \rightarrow \text{D}$ . (8) **12 p**

3. 2-bromobutaani ja  $\text{NaCN}$  vahelisel reaktsioonil moodustub ühend **A** ja sool **B**. Redutseerides ühendit **A** vesiniku liiaga Ni pinnal võib saada ühendi **C**, mis kuulub hästituntud orgaaniliste ühendite klassi **X**. Ühendi **A** osalisel happelisel hüdrolyüsil moodustuvad ühendi **D** kristallid, mida võib  $\text{LiAlH}_4$  abil vee juuresolekul redutseerida ühendiks **C**. Ühendi **D** üheks laboratoorse saamise viisiks on 2-metüülbutanoüülkloriidi reaktsioon ammoniaagiga.

Benseeni töötlemisel lämmastikhappe ja väävelhappe seguga moodustub monoderivaat **E**. Selle derivaadi redutseerimisel  $\text{Sn}$  ja  $\text{HCl}$  seguga moodustub ühend **F**, mis kuulub samuti orgaaniliste ühendite aineklassi **X**.

a) Kuidas nimetatakse orgaaniliste ühendite aineklassi **X**, kuhu kuuluvad ühendid **C** ja **F**? (0,5)

b) Kirjutage ainete **A**, **B**, **C**, **D**, **E** ja **F** graafilised valemid ja nimetused. (5,5)

- c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** 2-bromobutaan + NaCN → ,  
**ii)** 2-metüülbutanoüülkloriid + NH<sub>3</sub> → ja **iii)** benseen → E. (3) 9 p

4. Al on maakoos kõige levinum metall. Seda toodetakse mineraal boksiidist, mille koostis antakse valemiga: AlO<sub>x</sub>(OH)<sub>3-2x</sub>, kus 0 < x < 1. Puhas Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> saadakse boksiidist (sisaldab lisanditena SiO<sub>2</sub> ja Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), kasutades Al amfoteersust. Metallilist Al toodetakse sula (940 °C) elektrolüüdi elektrolüüsil grafiitelektroodidega. Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>, CaF<sub>2</sub> ja AlF<sub>3</sub> sulandis lahustatakse Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, mis dissotsieerub vastavalt võrrandile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ⇌ Al<sup>3+</sup> + AlO<sub>3</sub><sup>3-</sup>. Elektrolüüsi käigus anood põleb eraldunud hapnikus. Anioonist moodustub Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, mis dissotsieerub vastavateks ionideks.

a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+NaOH → kompleksühend; **ii)** kompleksühend → hüdroksiid; **iii)** hüdroksiid → Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3)

b) Kirjutage **i)** katoodprotsessi, **ii)** anoodprotsessi ja **iii)** summaarse elektrolüüsiprotsessi (reaktsioonide) võrrandid. (3)

c) Arvutage elektrolüüseris kasutatud vool, kui täpselt ühe nädala jooksul toodeti 800 kg Al ja voolukaod olid 5,0%. (2)

d) Arvutage täpselt ühe tonni Al tootmiseks kulunud elektrienergia maksumus, kui elektrolüüseris kasutatav pinge on 6,00 V ja 1 kWh hind on täpselt 1 kroon. (3) 11 p

5. KClO<sub>4</sub> lahustuvuse uurimiseks tehti kaks järgmist katset.

I 50,0 ml destilleeritud vees püüti 4 °C juures lahustada 1,30 g KClO<sub>4</sub>, millest 0,59 g jäi lahustumatuks. Lahuse ruumala suurenes 0,3 cm<sup>3</sup> võrra.

II 70,0 g perkloorhappe lahuses (1,00 g/cm<sup>3</sup>; pH = 2,0) püüti lahustada 1,30 g KClO<sub>4</sub> 4 °C juures. Saadud lahuse tihedus oli 1,01 g/cm<sup>3</sup>.

Molaarne lahustuvus (L<sub>M</sub>) näitab antud temperatuuril lahustunud aine maksimaalset moolide arvu ühes liitris lahuses.

a) Arvutage L<sub>M</sub> (KClO<sub>4</sub>) destilleeritud vees 4 °C juures. (3)

b) Arvutage LK(KClO<sub>4</sub>) (lahustuvuskorrutis) 4 °C juures. (1)

c) Arvutage katse II HClO<sub>4</sub> lahuses **i)** c(ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>) (molaarne kontsentratsioon) ja **ii)** L<sub>M</sub>' (KClO<sub>4</sub>) (4)

d) Arvutage kaaliumperklooraadi lahustuvus [L(KClO<sub>4</sub>) täpselt 100 g HClO<sub>4</sub> lahuses (katse II)]. (3)

e) Arvutage katses II mittelahustunud soola mass. (1) 12 p

6. Metallid **A**, **B** ja **C** asuvad 4. perioodis. Metallid **D** ja **E** asuvad samas rühmas teineteise järel. Vesilahused, mis sisaldavad ioone **D**<sup>3+</sup> ja **E**<sup>3+</sup>, on värvitud. Ioone **A**<sup>2+</sup> sisaldav vesilahus on taevasinine, ioone **B**<sup>2+</sup> sisaldav vesilahus on aga rohekas. NaOH ja **A**<sup>2+</sup> vahelisel reaktsioonil moodustuv sinine sade laguneb kuumutamisel veeks ja musta värvi oksiidiks. **D**<sup>3+</sup> ja NaOH reaktsioonil moodustunud valge sade kaotab kuumutamisel vee ja annab kollase oksiidi (465,96 g/mol). Metallide **A** ja **B** järjenumbrid erinevad 1 võrra, **B** ja **C** järjenumbrid aga 3 võrra.

a) **i)** Kirjutage metalli **D** hüdroksiidist oksiidi saamise reaktsiooni võrrand. **ii)** Arvutage **D** aatommass ja **iii)** kirjutage selle sümbol ning nimetus. (3)

b) Kirjutage metallide **A**, **B**, **C** ja **E** sümbolid ja nimetused. (4)

c) Kirjutage ionide **A**<sup>2+</sup>, **B**<sup>2+</sup> ja **C**<sup>2+</sup> reaktsioonivõrrandid kloriidiooni ja vee molekulidega, kui on teada, et **A**<sup>2+</sup> moodustab tetraakvakompleksi ning **B**<sup>2+</sup> ja **C**<sup>2+</sup> moodustavad heksaakvakompleksid. (3) 10 p

2004/2005 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded

12. klass

1. Väga aktiivne metall **A** avastati alles 1861. a. Bunseni poolt spektri kahe tumepunase joonena. Nendest spektrijoontest on tulnud ka metalli **A** nimetus. Metall **A** põlemisel õhus moodustub kolmeaatomiline ühend **B**. Ühend **B** on võimeline reageerima metalliga **A**, moodustades kolmeaatomilise ühendi **C**. Ühendi **C** redutseerimisel vesinikuga moodustuvad hästidissotsieeruv ühend **D** ja ühend **I**. Ühendi **I** reageerimisel veega moodustuvad vesinik ja ühend **D**. Ühendi **B** reageerimisel nii vee kui väävelhappega moodustuvad lihtaine **X** ja ühend **Q**. Lihtaine **X** tekib ka ühendi **Q** lagunemisel. Reageerimisel veega saame ühendist **B** veel ühendi **D**, väävelhappega aga ühendi **E**. Ühendi **E** reageerimisel baariumhüdrokksiidiga saame ühendi **D**. Ühendi **D** reageerimisel süsinikdioksiidiga moodustub happeline sool **F**, ammoniumkarbonaadiga aga happelisele soolale **F** vastav neutraalne sool **G**. Soola **G** reageerimisel vesinikjodiidiga tekib binaarne ühend **H**, milles metalli **A** sisaldus on 40,25%.

- a) Tõestage arvutustega metall **A** ja kirjutage selle sümbol ja nimetus. (1,5)  
 b) Kirjutage ainete **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**, **I**, **X** ja **Q** valemid ja nimetused. (5)  
 c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i)  $\rightarrow$  **B**, ii)  $\rightarrow$  **C**, iii) **C**  $\rightarrow$  **D**, iv) **I**  $\rightarrow$  **D**, v) **B** +  $H_2O \rightarrow$ , vi) **B** +  $H_2SO_4 \rightarrow$ , vii) **Q**  $\rightarrow$  **X**, viii) **E**  $\rightarrow$  **D**, ix) **D**  $\rightarrow$  **F**, x) **D**  $\rightarrow$  **G**, xi) **G**  $\rightarrow$  **H** (5,5) 12p

2. Radioaktiivsete ainete hoidlas oli ampull, milles oli 10,0 g valget samaariumoksiidi ( $Sm_2O_3$ ). Preparaadi aktiivsus oli 89,2 Bq/1 g (Bq – bekrell; üks lagunemine sekundis). Radioaktiivsuse põhjustab samaariumis isotoop  $^{147}Sm$  ( $\tau_{1/2} = 1,06 \cdot 10^{11}$  aastat). Samaariumoksiidi valmistamisest oli möödunud täpselt 5 aastat (aastas on 365,25 päeva) ja preparaadis ei olnud valmistamise momendil teiste elementide radioaktiivseid isotoope.

- a) Arvutage, mitme aasta möödudes on 10% esialgsetest radioaktiivsetest aatomitest lagunenu. (2)  
 b) Arvutage, mitu protsenti esialgsest radioaktiivsest kogusest (100%) on alles 5 aasta möödudes. (1)  
 c) Kasutades punkti b) tulemust, arvutage isotoobi  $^{147}Sm$  ligikaudne protsendiline sisaldus samaariumis. (4)  
 d) Arvutage täpselt 5 aasta jooksul isotoobi  $^{147}Sm$  lagunenu tuumade ligikaudne arv 10,0 grammis samaariumoksiidis  $k \cdot t = \ln(C_0/C_t)$  (2)

Märkus. Kui üks suurustest on teistega võrreldes kaduvväike, siis võib rakendada lähendust.

9 p

3. Optiliselt aktiivsel  $\alpha$ -aminohappel **X** ( $C_4H_8NO_2Cl$ ) on kaks kiraalset tsentrit. Ühendi **X** reageerimisel NaOH lahusega moodustub ühend **Y**, mille koostises ei ole kloori ega ka naatriumi.

Ühendi **Y** spekter viitab molekulis intramolekulaarse vesiniksideme olemasolule.

Ühendi **X** reageerimisel NaOH liiaga moodustub ühend **Z** ( $C_4H_8NO_3Na$ ). Tähistame ühendi **X** S,S-isomeeri sümboliga **SX**. Ühendi **SX** redutseerimisel reagentiga  $NaBH_4$  moodustub ühend **M**. Asendusreaktsioonis  $PCl_5$  abil moodustub ühendist **M** ühend **N**.

- a) Joonistage ühendite **X**, **Y** ja **Z** Fischeri projektsioonid, kus tärniga (\*) märkige kiraalsed tsentrid. (4)  
 b) Joonistage intramolekulaarse vesiniksidemega molekuli **Y** graafiline valem. (1)  
 c) Kasutades ruumilisi struktuurivalemeid ( $\text{---}$ ,  $\text{.....}$ ), kirjutage reaktsiooniskeem  $SX \rightarrow M \rightarrow N$  (3) 8 p

4. Terasdetailidelt rooste eemaldamise parimaks vahendiks on ortofosforhape lahus. Oksiidi kihi eemaldamine toimub märgatavalt suurema kiirusega, kui metalli reageerimine ortofosforhappega. Raud(III)ioonid sadenevad nii raudhüdrosiidi kui raudfosfaadina. Ortofosforhappe dissotsiatsioonikonstandi väärtused on:  $K_1 = 7,52 \cdot 10^{-3}$  M;  $K_2 = 6,31 \cdot 10^{-8}$  M;  $K_3 = 1,26 \cdot 10^{-12}$  M. 0,1000 M  $H_3PO_4$  dissotsiatsiooniaste  $\alpha_3 = 3,3 \cdot 10^{-17}$  LK( $FePO_4$ ) =  $10^{-21,9}$ , LK( $Fe(OH)_3$ ) =  $10^{-37,4}$

a) Kirjutage ionivõrrandid: **i)**  $Fe_2O_3 + H^+ \rightarrow$ ; **ii)**  $Fe + H^+ \rightarrow$ ; **iii)**  $Fe^{3+} + PO_4^{3-} \rightarrow$ ; **iv)**  $Fe^{3+} + OH^- \rightarrow$  Märkus:  $H^+$  saadakse ortofosforhappest. (2)

b) Arvutage **i)** 0,100 M  $H_3PO_4$  lahuse ja **ii)**  $1 \cdot 10^{-8}$  M  $H_3PO_4$  lahuse pH täpsusega, mis vastab kontsentratsiooni täpsusele. Põhjendage arvutust! (4)

c) Arvutage  $[Fe^{3+}]$ , kui  $FePO_4$  sade on tasakaalus **i)** puhta veega ja **ii)** 0,100 M  $H_3PO_4$  lahusega. (4) 10 p

5. Elemendist **A** valmistatud preparaate kasutatakse meditsiinis aastatuhandeid. Üheks esimeseks ravimpreparaadiks oli erkpunase värvusega mineraal, mis on elemendi **A** binaarseks ühendiks elemendiga **B**. Elemendi **B** järjenumber on elemendi **A** järjenumbri 5 korda erinev. Elementi **A** saadakse ühendi **AB** kuumutamisel õhuvoolus  $360^\circ C$  juures. Eraldub värvitu, terava lõhnaga gaas **C**. Elemendi **B** redutseerimisel naatriumiga moodustub ühend **D**. Ühend **D** ja gaas **C** annavad ühendi **E** ja lisaks eraldub element **B** lihtainena. Ühend **E** kristalliseerub 5 veega ja seda kasutatakse nii jodomeetrias kui ka vastumürgina tsüaniidi mürgituse puhul.

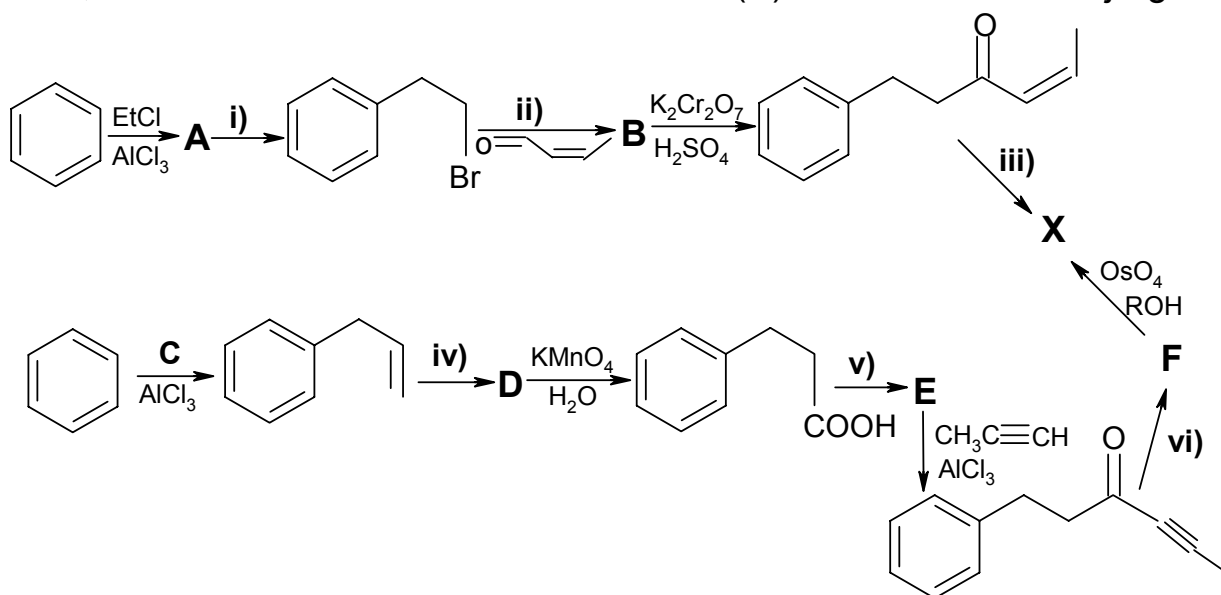
Elemendi **A** lahustuvate soolade reageerimisel leeliselega saadakse oksiidid **F** ja **G**. Oksiidi **F** molaarmass moodustab 51,9% oksiidi **G** molaarmassist.

a) Kirjutage ainete **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** ja **G** valemid (sümbolid) ja nimetused. (3,5)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)**  $AB \rightarrow A + C$ ; **ii)**  $B + Na \rightarrow D$ ; **iii)**  $D + C \rightarrow E + B$ ; **iv)**  $E + I_2 \rightarrow NaI + \dots$ ; **v)**  $KCN + E \rightarrow KSCN + \dots$ ; **vi)**  $A$  nitraat +  $NaOH \rightarrow F$ ; **vii)**  $A$  nitraat +  $NaOH \rightarrow G$  (7)

c) Arvutage oksiidide **F** ja **G** molaarmassid. (0,5) 11 p

6. 4,5-dihüdrosü-1-fenüülheksaan-3-ooni (**X**) sünteesiskeem on järgmine:



Ühendid **C** ja **E** sisaldavad kloori. Reaktsioonides kasutatavad reagentid on järgmised: Mg;  $OsO_4/ROH$ ;  $SOCl_2$ ;  $H_2/Pd(BaSO_4)$ ;  $Br_2/h\nu$ ; 1.  $B_2H_6$ , 2.  $H_2O_2/NaOH$ .

a) Kirjutage ainete **A** – **F** graafilised struktuurivalemid. (6)

b) Kirjutage reagentid **i)** – **vi)**. (3)

c) Kirjutage ühendi **X** graafiline struktuurivalem. (1) 10 p