

1999/2000 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

9. klass

1. Siintoodud binaarsetes ühendites on vesiniku aatomite arv sama, mis selle ühendi mittemetallile vastavas hapnikhappes. Kõikides nendes hapnikhappetes on hapniku aatomite arv määratud rangelt ühesuguse seaduspärasuse poolt.

- a) H_2S_4 – tetrasulfaan; b) HN_3 – asiidhape; c) H_2S_3 – trisulfaan;
d) HI – vesinikjodiid; e) HCl – vesinikkloriid; f) HBr – vesinikbromiid;
g) H_2C_2 – etüün.

Kirjutada vastavate hapnikhappete valemid ja anda viie happe nimetus. **10 p**

2. Vee sisaldus 250 grammis FeSO_4 lahuses oli 82%. Kui osa veest oli välja aurutatud, jäeti lahus seisma 0 °C juures. Teatud aja möödudes saabus tasakaal lahustunud soola ja väljakristalliseerunud soola vahel. Lahuse mass oli 103 g. 0 °C juures on küllastunud lahuses FeSO_4 sisaldus 13,6%.

- a) Leida lähtelahuses sisalduv FeSO_4 mass. (1)
b) Mitu grammi i) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ja ii) vett tuleb võtta 250 g esialgse lahuse valmistamiseks? (2)
c) Arvutada $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ mass, mis kristalliseerus välja pärast ülalkirjutatud operatsioone. (3) **6 p**

3. Metallide **A**, **B** ja **C** segus suhtuvad nende hulgad nagu 4:2:1. Nende molaarmassid on vastavalt 3x g/mol; 5x g/mol ja 7x g/mol (molaarmassid suhtuvad nagu 3:5:7). Metallide **A**, **B** ja **C** segu 4,64 g reageerimisel soolhappega eraldus 3,136 dm³ vesinikku. Moodustunud soolades on metalli oksüdatsiooniaste II.

- a) Kirjutada üldkujul (metalli tähistame sümboliga Me) reaktsioonivõrrand, mis kajastaks kirjeldatud metallide reageerimist soolhappega. (1)
b) Leida metallide reageerimisel eraldunud vesiniku hulk. (1)
c) Leida metallide i) **A**; ii) **B** ja iii) **C** hulk. (3)
d) Koostada ja lahendada võrrand metallide molaarmasside leidmiseks. (2)
e) Leida metallide i) **A**; ii) **B** ja iii) **C** molaarmassid, teha kindlaks need metallid ja anda nende nimetused. (4) **11 p**

4. 250 g lahuses oli $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ja NaOH kokku 10,5%. Sellele lahusele lisati 250 g 10,0% H_2SO_4 lahust. Tekkis 14,0 g valget sadet. Eeldada, et moodustuvad ainult normaalsoolad.

- a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid i) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ja ii) NaOH reageerimisel väävelhappega. (1)
b) Mitu grammi i) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ja ii) NaOH oli esialgses lahuses? (3)
c) Mitu mooli väävelhapet lisati neutraliseerimiseks? (1)
d) Mitu mooli milliseid aineid jäi lõpplahusesse? (5) **10 p**

5. $11,2 \text{ dm}^3$ propaani (C_3H_8) ja butaani (C_4H_{10}) segu põletati (hapniku liias). Tekkinud süsinikdioksiid juhiti NaOH lahusesse. Moodustus $95,4 \text{ g}$ naatriumkarbonaati ja $84,0 \text{ g}$ naatriumvesinikkarbonaati.

a) Kirjutada **i)** propaani ja **ii)** butaani põlemisreaktsioonide võrrandid. (2)

b) Kirjutada **i)** naatriumkarbonaadi ja **ii)** naatriumvesinikkarbonaadi tekke-reaktsioonide võrrandid. (1)

c) Arvutada moodustunud CO_2 hulk. (3)

d) Arvutada **i)** propaani ja **ii)** butaani mass. (4) **10 p**

6. Metall **X** on võimeline märgatava kiirusega redutseerima kolmeatomilist ühendit **A** ainult väga kõrgel temperatuuril. Sel juhul moodustub lihtaine **B** ja seitsmeatomiline ühend **C**. Metall **Y** ja ühendi **C** pulbrite segu põleb, andes viieatomilise ühendi **D** ja metalli **X**. Metall **X** ühinemisel lihtainega **E** tekib neljaaatomiline ühend **F**, mis koosneb samadest elementidest kui ühend **G**. Ühend **G** tekib soolhappe reageerimisel metalliga **X**. Kui sellest protsessist võtab osa lihtaine **H**, siis moodustuvad ühendid **F** ja **A**. Ühend **C** võib teatud tingimustel tekkida ka lihtainete **X** ja **H** omavahelisel reageerimisel, kuid tavaliselt moodustub viieatomiline ühend **I**. Kõik nimetatud ühendid koosnevad kahest elemendist (on binaarsed ühendid). Metall **X** tihedus ja molaarruumala on vastavalt $7,87 \text{ g/cm}^3$ ja $7,09 \text{ cm}^3/\text{mol}$.

a) Leida metalli **X** molaarmass ja teha kindlaks, mis metall see on. (2)

b) Kirjutada ainete **Y**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H** ja **I** valemid ja anda nende nimetused. (5)

c) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{X} + \text{A} \rightarrow$; **ii)** $\text{C} + \text{Y} \rightarrow$; **iii)** $\text{X} + \text{E} \rightarrow$;

iv) $\text{X} + \text{HCl} \rightarrow \text{G}$; **v)** $\text{X} + \text{HCl} + \text{aine H} \rightarrow \text{F}$; **vi)** $\text{X} + \text{aine H} \rightarrow \text{I}$. (6) **13 p**

1999/2000 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded

10. klass

1. Aastal 1920 patenteeriti rotimürk, mille toimeaineks on sool **A**. Soolas **A** suhtuvad mittemetalli **Z** ja hapniku hulgad nagu 1:4 ning metalli **X** (peaalarühma element) on massi järgi 80,97%. Mittemetalli **Z** elektronkattes on kolm kihti. Soolas **A** on mittemetalli **Z** oksüdatsiooniate võrdne tema rühmanumbriga. **Z** moodustab elemendiga **L** kaheaatomilise punase tahke aine **Y**. Metall **X** tuumalaeng erineb elemendi **L** tuumalaengust ühe võrra. **L** ja **X** moodustavad aine **R**, mis tahkub 235 Kelvinist madalamal temperatuuril. Õhus kattub metall **X** mittekaitstva oksiidikihiga. **X** reageerib veega ainult hapniku manulusel, andes ühendi **XOH**, mis on vees hästi lahustuv tugev alus **Q**. Nagu hüdroksiidis, nii ka soolades on metalli **X** oksüdatsiooniate tavaliselt I, kuigi vastava peaalarühma elemendi jaoks ei ole selline oksüdatsiooniate tüüpiline.

- a) Kirjutada hapnikhapete valemid, milles on neli hapniku aatomit, mittemetalli oksüdatsiooniate võrdub rühmanumbriga ja selle elektronkattes on kolm kihti. (2)
- b) Milline kirjeldatud hapnikhapete mittemetall **Z** annab elemendiga **L** punase kaheaatomilise aine **Y**? Kirjutada reaktsioonivõrrand. (1)
- c) Põhjendada i) milline keemiline element on metall **X** ja ii) milline ühend on sool **A**. (2)
- d) Kirjutada reaktsioonivõrrandid, kui moodustub i) alus **Q**; ii) ühend **A**. (1,5)
- e) Anda aine **R** üldnimetus. (0,5)
- f) Kontrollimiseks leida ühendis **A** metalli **X** protsendiline sisaldus. (1) **8p**

2. Vask reageerib õpiku andmete põhjal happe **X** vesilahustega, ei reageeri happega **Y** ega reageeri külmalt happe **Z** lahjendatud vesilahusega. Vasest valmistatud segajate korrosioonikindluse kontrollimiseks asetati nendest üks lahtisesse keeduklaasi, kus oli happe **Y** mõõduka kontsentratsiooniga lahus, ja teine lahtisesse keeduklaasi, kus oli happe **Z** lahja lahus. Ööpäevase seismise järel segajate mass ei muutunud. Segaja mootori sisselülitamisel hakkasid peagi mõlemad lahused värvuma siniseks. Mõnetunnilise segamise järel oli segaja mass happes **Y** vähenenud 0,496 g võrra ja happes **Z** 0,248 g võrra. Lahustes moodustusid ühendid **B** ja **C**, mis tahkel kujul esinevad kristallhüdraatidena **E** ja **F**. Nende mass oli vastavalt 1,33 g ja 0,98 g. Nendest kristallhüdraatidest valmistatud lahustele vastavalt AgNO_3 lahuse ja BaCl_2 lahuse liia lisamisel saadi esimesest lahusest valge sade **G** ja teisest valge sade **H**. Seejärel jääb esimesse lahusesse ühend **A**, millest moodustunud kristallhüdraadi **D** mass on 1,89 g. Ühend **A** moodustub ka vase reageerimisel happega **X**. Lahusesse (saadud ainst **F**) jääb peale BaCl_2 lisamist ühend, mis moodustab kristallhüdraadi **E**. Vase oksüdatsiooniate on kõikides vaadeldud ühendites II.

- a) Kirjutada hapete **X**, **Y** ja **Z** valemid ja anda nende nimetused. (1,5)
- b) Kirjutada ühendite **A**, **B** ja **C** valemid ja anda nende nimetused. (1,5)
- c) Kirjutada reaktsioonivõrrand $\text{Cu} + \text{konts. hape X}$ (1)
- d) i) Miks vask hakkab lahuste **Y** ja **Z** segamisel korrodeeruma? Kirjutada reaktsioonivõrrandid, mis toimuvad segamisel ii) $\text{Cu} \rightarrow \text{B}$; iii) $\text{Cu} \rightarrow \text{C}$. (2,5)
- e) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $\text{B} + \text{AgNO}_3$; ii) $\text{C} + \text{BaCl}_2$ ja anda ühendite **G** ja **H** nimetused. (1)
- f) Arvutada esitatud masside alusel kristallhüdraatide i) **D**; ii) **E** ja iii) **F** valemid. (3)
- g) Millised oleksid moodustunud kristallhüdraatide i) **D**; ii) **E** ja iii) **F** valemid kompleksühenditena, kui vask(2+)iooni koordinatsiooniarv on kõikidel juhtudel 4? (1,5) **12p**

3. Talvel on suvilates mugavam kasutada vedelgaasina propaani (C_3H_8), sest tema aurustumise temperatuur on butaani (C_4H_{10}) omast madalam. Veeauru, süsihappegaasi ja

propaani tekkeenergia (ΔH_f) on vastavalt -242 kJ/mol; -394 kJ/mol ja -104 kJ/mol. Butaani põlemisenergia on -2655 kJ/mol.

- a) i) Kirjutada propaani põlemisreaktsiooni võrrand ja ii) arvutada ühe mooli propaani põlemisenergia (ΔH_c), mis on põlemise saadusainete tekkeenergiate ja põlemise lähteainete tekkeenergiate vahe. (3)
- b) i) Kirjutada butaani tekkereaktsiooni võrrand ja ii) arvutada butaani tekkeenergia, mis on lähteainete ja saadusainete põlemisenergiate vahe. (1,5)
- c) Arvutada, mitme kilogrammi propaani põlemine annab sama koguse energiat kui ühe ballooni (21,0 kg) butaani põlemine. (3)
- d) Kas tarbija saaks vedelgaasi põlemisel rohkem või vähem energiat, kui veeaur kondenseeruks? (0,5) **8p**

4. Ühend **A** on tahke aine, mis vees annab väga intensiivse (tumeda) värvusega lahuse. **A** on tugev oksüdeerija ja seda eriti happelises keskkonnas. Tahke aine **A** kuumutamisel tekivad lagunemissaadused **B**, **C** ja **D**, mis kõik on üsna tugevad oksüdeerijad. Aine **B** roheka lahuse reageerimisel gaasilise klooriga moodustub ühendi **A** intensiivse värvusega lahus. Musta tahke aine **C** kokkusulatamisel leelisega hapniku juuresolekul moodustub aine **B** roheline suland. Tahke aine **C** kuumutamisel väävelhappega eraldub gaas **D** ja moodustub heleroosa aine **E** lahus. Aine **E** moodustub aine **A** redutseerumise saadusena, kui KCl-st väävelhappe juuresolekul saada gaasilist kloori. Ühendid **A**, **B**, **C** ja **E** sisaldavad sama metalli.

- a) Kirjutada ainete **A**, **B**, **C**, **D** ja **E** valemid ning anda nende nimetused. (5)
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $A \rightarrow B + C + D$; ii) $B \rightarrow A$; iii) $C \rightarrow B$; iv) $C \rightarrow E$; v) $B + H_2O \rightarrow A + C$; vi) $A \rightarrow Cl_2 + E$. (6) **11 p**

5. Ammoniaagi (NH_3) sünteesil kasutatakse kuni 1000 atm rõhku ja temperatuuri kuni 400 °C. Sellistel tingimustel on gaasi molaarruumala suurusjärgus 50 cm³/mol. Mingitel fikseeritud tingimustel on ammoniaagi sünteesil järgmised tasakaalulised kontsentratsioonid: $[H_2] = 5 \text{ mol/dm}^3$; $[N_2] = 3 \text{ mol/dm}^3$ ja $[NH_3] = 2 \text{ mol/dm}^3$.

- a) Arvutada ammoniaagi sünteesil gaasi molaarse kontsentratsiooni võimalik suurusjärg (1,5)
- b) i) Kirjutada ammoniaagi sünteesi pöörduva reaktsiooni võrrand. ii) Arvutada reaktsiooni tasakaalukonstant (koos lühendatud dimensiooniga, kus mol/dm³ tähistatakse sümboliga M). (3,5)
- c) Arvutada i) vesiniku – $c(H_2)$ ja ii) lämmastiku – $c(N_2)$ algkontsentratsioonid, kui $c(NH_3) = 0$ (ammoniaaki sünteesi algmomendil ei ole). (4) **9 p**

6. Metall **M** on üheks lisandiks duralumiiniumi saamisel. Erandina enamikest metallidest reageerib **M** teatud tingimustel väga intensiivselt gaasidega **X**, **Y** ja **Z**. Metall **M** reageerimisel gaasiga **X** moodustub tahkete ainete **A** ja **B** musta värvusega segu (üks nendest ainetest on lihtaine). Aine **A** on aluseliste omadustega. Aine **B** ei lahustu üheski lahuses. Aine **A** tekib ainsa saadusena, kui metall **M** reageerib gaasiga **Y**. Metall **M** ja gaasi **Z** vahelisel reaktsioonil tekib aine **C**. Aine **C** reageerimisel veega tekib vees vähelahustuv aine **D** ja terava lõhnaga gaas **E**. Gaas **E** lahustub vees väga hästi ja annab lahusele aluselise reaktsiooni. Aine **D** kuumutamisel tekib aine **A** ja vesi. Soola **F** kuumutamisel tekib aine **A** ja gaas **X**.

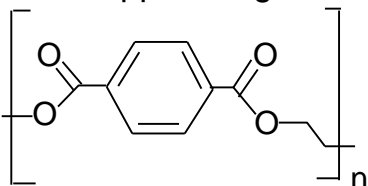
- a) Kirjutada ainete **M**, **X**, **Y**, **Z**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E** ja **F** valemid; anda nende ainete nimetused (5)
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $M + X$; ii) $M + Y$; iii) $M + Z$. (3)
- c) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) aine **C** + H_2O ; ii) $D \rightarrow A$; iii) $F \rightarrow A + X$. (4) **12 p**

1999/2000 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

11. klass

1. Plasti polüester tähistatakse lühendiga PET. Sellest materjalist pudelid kannatavad kuni 6-atmosfäärilist rõhku, sellepärast turustatakse nendes gaseeritud jooke.

Polüestri täpsem nimetus on polüetüleentereftalaat. Tegu on etüleenglükooli ja tereftaalhappe estriga, mida kujutab järgmine valem:

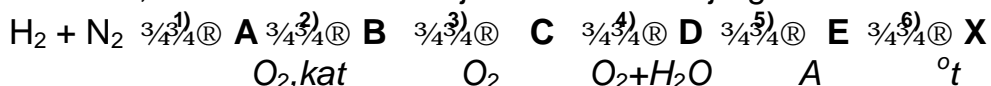


- Kirjutada tereftaalhappe struktuurivalem ja anda selle süstemaatiline nimetus. (3)
- Kirjutada etüleenglükooli struktuurivalem ja anda selle süstemaatiline nimetus. (1)
- Kirjutada polüestri monomeeri valem, mis on saadud ühe molekuli happe ja ühe molekuli alkoholi reageerimisel. (2)
- Kirjutada tsüklilise estri valem, mis võiks tekkida 1 molekuli happe ja ühe molekuli alkoholi reageerimisel (nii, et vabu alkoholi ja happe funktsionaalseid rühmi ei jää). (2)
- Mitu mooli õhku maksimaalselt mahub limonaadipudelisse ruumalaga 530 ml, ilma et see puruneks? (1) **9p**

2. Orgaanilised peroksiidid on ohtlikud oksüdeerijad, mida soovitatakse hoida ja kasutada ainult lahustena. *Tert*-butüülhüdroperoksiidi (TBHP, bruto-valemiga $C_4H_{10}O_2$) massi määramiseks 1,00 dm³-s tolueenilahuses pipeteeriti seda lahust 25,00 cm³. Sellele lahusele lisati KI lahust liias ja hapestati soolhappega. Saadud punast lahust titriti 0,2039 M $Na_2S_2O_3$ lahusega kuni indikaatoriks kasutatud tärkliisjoodkompleksi värvuse kadumiseni. Tiitrimiseks kulus 10,20 ml titranti ja moodustusid 1,1-dimetüületanool ning $Na_2S_4O_6$.

- Kirjutada **i**) tolueeni, **ii**) TBHP ja **iii**) 1,1-dimetüületanooli struktuurivalemid. (1,5)
- Kirjutada (empiiriliste valemitega) tiitrimise mõlemad reaktsioonivõrrandid. (2)
- Arvutada 1,00 dm³-s tolueenilahuses sisalduv TBHP mass. (2,5) **6p**

3. Ainel **X** [$D_{H_2}(X)=22$] on inimorganismile omapärane toime. Väikestes kontsentratsioonides mõjub ta rahustavalt, kuid suuremates kontsentratsioonides – ergutavalt. Ainet **X** võib saada, lähtudes vesinikust ja lämmastikust järgmise skeemi kohaselt.



Aine **X** võib tekkida ka teatud kontsentratsiooniga happe **D** reageerimisel magneesiumiga. Aine **A**, reageerides naatriumiga, annab ühendi **F**. On teada, et $F + X = G + H_2O$. Sool **G** on nõrga happe **L** sool. Nii hape **L** kui tema soolad (välja arvatud sool **G**) on erakordselt plahvatusohtlikud. Soola **G** vesilahus reageerib plii(II)ioonidega, andes vees lahustumatu soola **Q**, mida kasutatakse kapsel–detonaatorite valmistamisel.

- Arvutada aine **X** molaarmass. (0,5)
- Kirjutada reaktsioonivõrrandid 1–6 ja anda ühendite **A** – **E** nimetused. (6)
- Kirjutada reaktsioonivõrrand **D** + Mg ja anda ühendi **X** nimetus. (1,5)
- Kirjutada reaktsioonivõrrandid ühendite **i**) **F**, **ii**) **G** ja **iii**) **Q** saamiseks. (3)
- Millised võiksid olla happe **L** tautomeeride struktuurivalemid? (1) **12p**

4. Orgaanilise ühendi **A** tihedus on normaaltingimustel 1,1607 g/dm³ ja ta sisaldab vesinikku 7,7% ning süsinikku 92,3%. Katalüsaatori juuresolekul annab ta veega ühendi **B**. Leelises

keskkonnas ühendi **B** kaks molekuli liituvad ja moodustub ühend **X**. Ühend **X** on ebapüsiv. Selle kuumutamisel eraldub vesi ja moodustub süsiniku aatomite vahel kaksiksidet sisaldav krootonaldehüüd **D**. Ühendi **D** reageerimisel vesinikkloriidiga moodustub klorobutanaal **E**, millel on S ja R stereoisomeerid.

a) Leida ühendi **A** i) molaarmass, ii) molekuli empiiriline valem ja iii) molekuli struktuurivalem. (4)

b) Kirjutada struktuurivalemitega järgmistele skeemidele vastavad reaktsioonivõrrandid



c) Kirjutada ühendi **E** R ja S stereoisomeeride struktuurivalemid. (4) **12p**

5. Galvaanielement koosneb vask- ja tsinkvardast, mis on sukeldatud vastavalt vask(II)sulfaadi ja tsinksulfaadi lahusesse standardtingimustel. Kummagi lahuse kontsentratsioon on 0,100 M, neid on kumbagi 1,00 dm³ ja need on omavahel poorse vaheseina abil elektrilises kontaktis. Mõlema metalli hulk on tunduvalt suurem kui lahuses oleva vastava metalli iooni hulk. Vask- ja tsinkelektroodi standardpotentsiaal on vastavalt 0,340 V ja -0,763 V. $F=96500 \text{ A}\cdot\text{s/mol}$; $\frac{RT}{F} \ln c = 0,0591 \cdot \lg c \text{ (V)}$.

a) Kirjutada galvaanielemendis toimuv i) anoodreaktsiooni ja ii) katoodreaktsiooni võrrand. (1)

b) Kirjutada skemaatiliselt kirjeldatud galvaanielement. Positiivne poolus kirjutatakse paremale. (1)

c) Arvutada galvaanielemendi elektromotoorjõud elemendi töötamise algmomendil. (3)

d) Arvutada galvaanielemendist saadav maksimaalne elektrihulk. (3) **8p**

6. Analüütilises keemias kasutatakse elementide määramiseks reaktiivi, mille nimetus on kompleksoon III. See reaktiiv on etüleendiamiintetraädikhappe (EDTA) dinaatriumisool. See moodustab metalli ionidega vähedissotsieerunud kindla koostisega lahustuvaid ühendeid. Nendes ühendites on metalliiooni laengust sõltumata kompleksooni ja iooni vahekord 1:1. Kompleksühend baariumiga on püsiv juhul kui pH ≥ 9, kuid Ba(OH)₂ on külmas lahuses vähelahustuv, mistõttu on soovitatav Ba²⁺ siduda eelnevalt kompleksiks ja alles seejärel muuta kompleksühend pH reguleerimisega püsivaks. Ütrium- ja vaskioonid annavad püsiva kompleksühendi, kui pH ≥ 3. Kompleksoon III ei reageeri ütriumioonidega, kui need on eelnevalt NH₄F·HF abil püsivaks kompleksfluoriidiks viidud.

Analüüsitakse ainet, mille koostises on baarium, hapnik, vask ja ütrium. Proov, mille mass on 0,2317 g, lahustatakse kontsentreeritud soolhappes. Lahuse ruumala viiakse 100,00 cm³-ni, millest pipeteeritakse 10,00 cm³ lahust koonilisse kolbi **A** ja 10,00 cm³ lahust koonilisse kolbi **B**.

1) Kolbi **A** lisatakse 1 g NH₄F·HF. Lahuse pH viiakse vahemikku 3–5. Lahuse tiitrimiseks kulub 10,20 cm³ 0,0100 M kompleksoon III lahust.

2) Kolvis **B** viiakse lahuse pH vahemikku 3–5. Lahuse tiitrimiseks kulub 13,60 cm³ 0,0100 M kompleksoon III lahust.

3) Peale operatsiooni 2) lisatakse kolvis **B** olevale lahusele 20,00 cm³ 0,0100 M kompleksooni III lahust, pH viiakse vahemikku 9–10. Lahuse tiitrimiseks kulub 8,80 cm³ 0,0150 M vask(II)etanaadi lahust.

a) Määrata võetud proovis i) Cu; ii) Y; iii) Ba ja iv) O protsendiline sisaldus. (6,5)

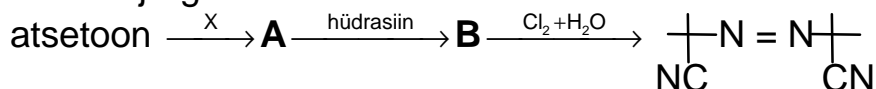
b) Leida aine empiiriline valem. (4,5)

c) Kirjutada i) EDTA ja ii) vask(II)etanaadi tasapinnaline struktuurivalem. (2) **13p**

1999/2000 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

12. klass

1. Mõningaid asoalkanide derivaate kasutatakse polümerisatsiooni initsiaatorina, sest nad on vabade radikaalide allikaks. 1,1'-ditsüano-1,1'-dimetüülasoetaani võib sünteesida järgmise skeemi kohaselt:



Ühendis **A** on hüdroksüülrühm, ühendis **B** ei ole hapnikku.

- Milline toime on reagentil $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$? (1)
- Kirjutada **i)** atsetooni ja **ii)** hüdrasiini struktuurivalemid. (1,5)
- Kirjutada **i)** ühendi **X** valem ja anda tema nimetus, **ii)** ühendi **A** struktuurivalem ja **iii)** ühendi **B** struktuurivalem. (3)
- Kirjutada (struktuurivalemitega) 1,1'-ditsüano-1,1'-dimetüülasoetaani lagunemisreaktsiooni võrrand, kui tekib kaks vaba radikaali ja eraldub gaas **Y**, mille tihedus hapniku suhtes on 0,875. (2,5)
- i)** Leida gaasi **Y** molaarmass, **ii)** põhjendada, miks sobib ainult gaas **Y**. (2) **10p**

2. Sulfaadid **A** ja **B** on sarnaste valemitega (X_2SO_4 ja Y_2SO_4), kuid nende molekulides on erinev aatomite arv. Ühendis **A** on väevli sisaldus 22,6% ja ühendis **B** on see 25,4%. Ühend **A** on üsna ohutu tahke aine, samal ajal kui ühend **B** on väga mürgine kantserogeenne vedelik. Ühendi **B** reageerimisel ainega **C** moodustub alguses aine **D**, kuid aine **C** liia korral moodustub ühend **A**. Mõlemal juhul moodustub aine **E**, mille vesilahus on neutraalse reaktsiooniga. Aine **E**, reageerides metalliga **F**, annab ühendi **G**, mis hüdroolüüsudes annab ained **C** ja **E**.

- Leida asendajate **i)** **X** ja **ii)** **Y** molaarmassid. (2)
- Kirjutada ainete **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** ja **G** valemid ja nimetused. (3,5)
- Kirjutada reaktsioonivõrrandid **i)** $\text{B} \rightarrow \text{D}$; **ii)** $\text{B} \rightarrow \text{A}$; **iii)** $\text{E} \rightarrow \text{G}$; **iv)** $\text{G} \rightarrow \text{C}$. (2)
- Millisesse aineklassi kuulub ühend **B**? Kirjutada tema struktuurivalem. (1,5) **9 p**

3. Aine **X** on propaani derivaat. Tal on R,S isomeeria ja ta kuulub ühendite klassi, millest moodustuvad valgud. Ainet **X** võib saada nn Srecker'i reaktsiooni järgi:



Ühend **A** on atsetaldehyüd, ühend **B** sisaldab imiinrühma, ühend **C** sisaldab nitrilrühma ja ühend **X** esineb R,S isomeeride seguna. Ühend **X** moodustab vask(II)sooladega intensiivse sinise värvusega kompleksühendi **Q**, kus vasel on kaks kovalentset ja kaks koordinatiivset sidet.

- Kirjutada ühendite **A**, **B**, **C** ja **X** struktuurivalemid. (2)
- Kirjutada reaktsioonivõrrandid (struktuurivalemitega) **i)** $\text{A} \rightarrow \text{B}$; **ii)** $\text{B} \rightarrow \text{C}$; **iii)** $\text{C} \rightarrow \text{X}$. (3)
- i)** Anda ühendi **X** nimetus ja **ii)** joonistada ühendi **X** R,S ruumilised konfiguratsioonid. (3)
- Kirjutada Cu^{2+} ja ühendi **X** vahelise reaktsiooni võrrand. (0,5)
- Anda ühendi **Q** struktuurivalem, kus on ka koordinatiivsed sidemed ära märgitud. (2,5) **11 p**

4. Ühe mooli atsetooni pürolüüsil 650-700 °C juures tekib üks mool ainet **A** ja üks mool ainet **B**. Mõlemad ained on toatemperatuuril gaasilises olekus. Aine **A** on keemiliselt väheaktiivne. Aine **B** koostises on 4,76% vesinikku ja 38,1% hapnikku. Aine **B**, reageerides etanooliga, annab ühendi **C**, mille hüdrolyüsil tekib ühend **D** ja etanool. Ühend **D** moodustub ka aine **B** reageerimisel veega. Ühendi **D** vesilahus, reageerides NaOH vesilahusega, annab soola **E** ja vee. Tahke soola **E** kuumutamisel tahke NaOH-ga tekib gaas **A** ja sooda.

- a) Arvutada gaaside i) **B** ja ii) **A** molaarmass ning molekuli empiiriline valem. (2)
b) Kirjutada ühendite **A**, **B**, **C**, **D** ja **E** struktuurivalemid ja anda ühendite **A**, **C**, **D** ja **E** nimetused. (4,5)
c) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) **B** → **C**; ii) **C** → **D**; iii) **B** → **D**; iv) **D** → **E**; v) **E** → **A**. (3,5)
d) Kirjutada reaktsioonivõrrand **B** + **D** ja anda saadusaine nimetus. (1)
e) Kirjutada ühendi **B** dimerisatsioonisaaduse struktuurivalem. (1) **12 p**

5. Radioaktiivsust iseloomustatakse küriides (Ci) preparaadi hulga kohta (Ci/mol; Ci/mmol). $1\text{Ci} = 3,700 \cdot 10^{10}$ aatomituuma lagunemist ühe sekundi jooksul. Uurimistöös kasutatakse mõistet eriaktiivsus, mis väljendab preparaadi radioaktiivsust massi-, ruumala- või pindalaühiku kohta (näiteks Ci/ml). Samast radioaktiivsest aineist valmistatava preparaadi aktiivsust ja eriaktiivsust saab reguleerida radioaktiivsete molekulide sisalduse varieerimisega.

Olgu preparaadi radioaktiivsus 1250 Ci/mmol ja eriaktiivsus 1,00 Ci/ml. Radioaktiivsete tuumade lagunemise poolestusaeg on 89,0 ööpäeva.

- a) Arvutada preparaadi radioaktiivsus ühikutes dpm/mmol, kus dpm tähistab lagunemist minutis. (2)
b) Arvutada preparaadi radioaktiivsus (dpm/mmol), kui see koosneks 100% radioaktiivsetest molekulidest. Nimetatud juhul laguneks täpselt ühest millimoolist esimese minuti jooksul $5,41 \cdot 10^{-6}$ mmol. (2)
c) Arvutada esialgne radioaktiivsete molekulide hulk ühes millimoolis preparaadis. (2)
d) Millise aja möödudes on esialgsest ühest millimoolist preparaadist lagunenud 0,100 mmol radioaktiivseid molekule? (2)
e) Arvutada eriaktiivsus (Ci/ml) pärast 203 ööpäeva möödumist. (2) **10 p**

6. Hõbekloriidi lahustuvus destilleeritud vees teatud temperatuuril on 1,81 mg/dm³ (lahuses). Selles lahuses viidi HCl lisamisega lahuse pH 2,35-ni. Lahuse ruumala nii enne kui peale HCl lisamist võtta 1,00 dm³.

- a) Arvutada lahuses Cl⁻-ioonide kontsentratsioon i) enne ja ii) peale HCl lisamist. (2)
b) Arvutada hõbekloriidi lahustuvuskorrutis (dimensiooniga). (2)
c) Arvutada, mitu korda vähenes AgCl lahustuvus ülalnimetatud kontsentratsiooniga HCl lahuses, võrreldes lahustuvusega destilleeritud vees. (2)
d) Arvutada i) NaCl ja ii) lahustunud hõbeda mass 10 m³ 1,0 · 10⁻³ M NaCl lahuses. (2) **8 p**