

2001/2002 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
8. klass

1. Justus von Liebig sündis 1803. aastal Saksamaal. Koolist visati ta paugutamise pärast välja, mille järel asus tööle apteekri abina. Kui ta oli oma elukoha ülakorruse [1] õhku lasknud, tuli tal apteegist lahkuda. Sellest hoolimata õnnestus tal asuda ülikoolis keemiat õppima, kus ta juba 21-aastaselt sai professoriks. Ta rajas esimeste hulgas korraliku keemialabori, kus leiutas Liebigi [2]. Tema laboris töötas Erlenmeyer, kelle nime kannab tiitrimisel kasutatav [3]. Laboris õppis teiste hulgas Kekule, kes avastas [4] struktuuri. Wöhleriga koos avaldas Liebig ühise artikli, kus kirjeldati esimest korda orgaanilise aine [5] saamist sünteetilisel teel. Kuigi Liebig avastas uinutid klooraali ja kloroformi, magas ta ise vähe ja jõudis rajada teadusliku agrokeemia, mille järgi taimed vajavad paremaks kasvamiseks [6]. Tema esialgsed katsed lisada taimedele [7] ei andnud häid tulemusi, sest ta kasutas, lootes vähendada väetise kadusid, vees lahustumatut kaltsiumfosfaati [8].

Tänapäeval kasutatakse fosforväetistena kaltsiumdivesinikfosfaati [9] (superfosfaat) ning kaltsiumvesinikfosfaati [10] (pretsipitaat); kaaliumväetistena kaaliumkarbonaati [11], kaaliumkloriidi [12], kaaliumsulfaati [13] ja lämmastikväetistena karbamiidi [14], ammooniumsulfaati [15] ja naatriumnitraati [16].

Tekstist puuduvad sõnad ja valemid:

benseen, fosforväetis, jahuti, karbamiid, kooniline kolb, mineraalväetis, paukhappe elavhõbeda sool, CaHPO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, KCl , K_2CO_3 , K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaNO_3 .

Kirjutage numbrite kasvu järjekorras tekstist puuduv sõna või nimetusele vastav valem.

8 p

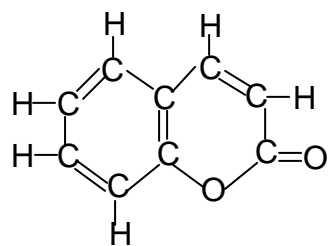
2. Katkematu veekiht, mille ruumala on 1,34 miljardit kuupkilomeetrit, moodustab maailmamere. Selle keskmine soolsus on 3,50%, mille alusel võib keskmiseks tiheduseks võtta 1030 kg/m^3 . Ühes tonniss vees on 100 kuni 500 mikrogrammi ($1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$ ehk $10^6 \mu\text{g} = 1 \text{ g}$) kulda, mille alusel eeldame, et täpselt ühes tonniss merevees on keskmiselt 300 μg kulda.

a) Arvutage maailmamere mass tonnides. (4)

b) Arvutage maailmameres oleva kulla mass kilogrammides. (4)

c) Arvutage, mitu kilogrammi kulda saaksime maailmamereest iga inimese kohta, kui Maal elab 6,50 miljardit inimest. (2) 10 p

3. Maarjaheinas sisalduv kumariin on lõhna- ja maitseaine. Selle tasapinnaline struktuurivalem on:



a) Kirjutage kumariini molekuli brutovalem $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ (leida indeksid **x**, **y** ja **z**). (2)

b) Arvutage kumariini molekulmass [$M_r(\text{kumariin})$], kui süsiniku, vesiniku ja hapniku aatommassid on vastavalt 12,01; 1,008 ja 16,00. (4)

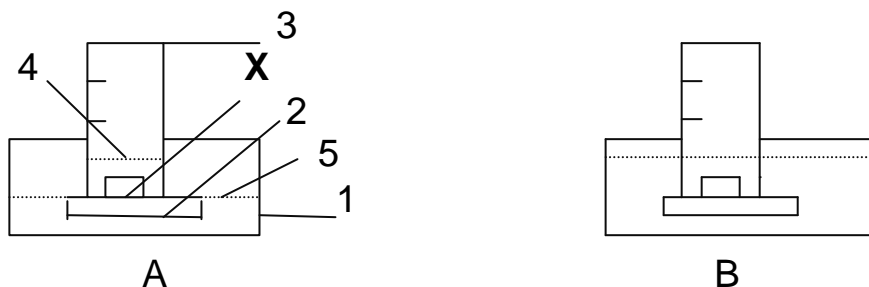
c) Arvutada hapniku massiprotsendiline sisaldus kumariinis. (2)

8 p

4. Katse tehakse vahenditega, mis on kujutatud joonisel. Anum 1 on täidetud veega. Vees ujuvale klotsile 2 asetatakse mittepõlevale plaadikesel tahke mittemetall X, mis

süüdatakse. Klots kaetakse kummuli pööratud anumaga **3**, millel on jaotised 2 kuni 8. Anuma põhi vastaks jaotisele 0 ja anuma äär jaotisele 10. Numbritega **4** ja **5** tähistatakse vee nivoo.

Mittemetall **X** asub perioodilisustabeli V peaalarühmas. Selle oksiidiks on X_4O_{10} . Oksiid on tahke aine, mis veega reageerides annab happe H_3XO_4 vesilahuse.



- a) i) Nimetage, milliseid laborinõusid võiks kasutada anumadena **1** ja **3**.
 ii) Millisest materjalist peaks olema tehtud klots **2**? (1,5)
 b) Andke mittemetalli **X** sümbol ja nimetus. (1)
 c) Millise jaotuseni tõuseb vee nivoo **4** anumal **3**? Põhjendage. (1,5)
 d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid i) $X + O_2 \rightarrow X_4O_{10}$ ja ii) $X_4O_{10} + H_2O \rightarrow H_3XO_4$. (4)
 e) Joonisel B on kujutatud sama katse, kuid vee nivood anumates **1** ja **3** on samal kõrgusel. Kas gaasi maht anumal **3** on mõlema juhu korral sama? Põhjendage. (2)
10 p

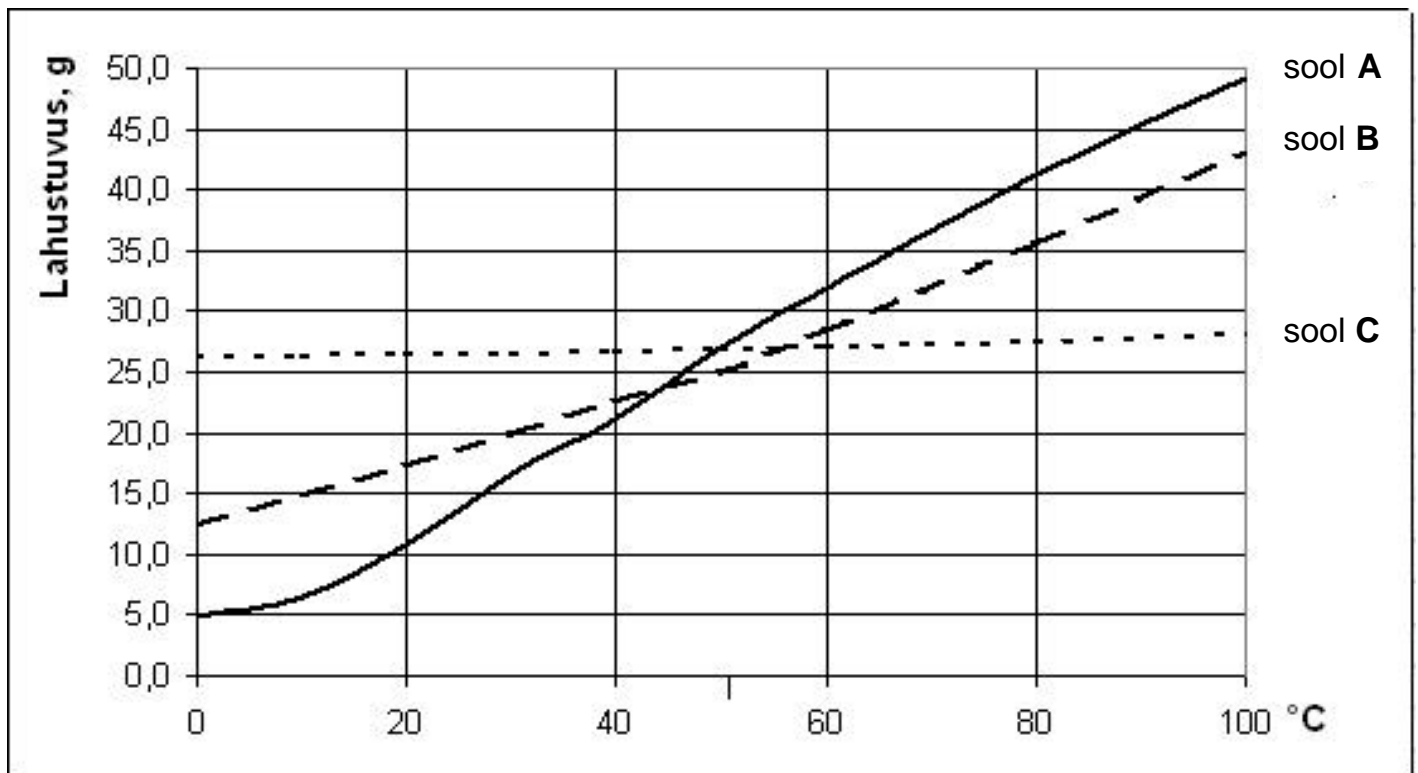
5. Joonisel (toodud **lisalehel!**) on esitatud püstteljel lahustuvus (aine maksimaalne mass grammides, mis lahustub täpselt 100 grammis vees) ja rõhtteljel – lahuse temperatuur ($^{\circ}C$).

- a) Millise aine lahustuvus sõltub temperatuurist i) kõige vähem ja ii) kõige rohkem? (2)
 b) Kirjutage (mõne kraadi ja mõne grammi täpsusega), millistel temperatuuridel milliste ainete lahustuvused on ühesugused. Andke vastavad lahustuvuste väärtused. (6)
 c) Keeduklaasi valati täpselt 100 grammi vett ja lahustati selles $80^{\circ}C$ juures 30 grammi soola **A**. Mitu grammi soola kristalliseerus välja ja mitu grammi soola jäi lahusesse $20^{\circ}C$ juures? (4) **12 p**

6. Ained **A**, **B**, ja **C** on gaasilisest hapnikust kergemad gaasid ja nende molekulid koosnevad ainult elementide **X** ja **Y** aatomitest. Aine **B** molekulmass võrdub gaasilise lämmastiku **Z** molekulmassiga. Üks elementidest moodustab lihtaine **G**, mis on kõige kergem gaas. Teise elemendi järgi antakse kõikide keemiliste elementide aatommassid. Ühe elemendi aatomis on prootoneid, neutroneid ja elektrone võrdselt. Elemendi **X** aatomis aga puudub üks nimetatud elementaarosakestest. Ainetes **A**, **B** ja **C** on raskema elemendi aatomeid võrdselt, kuid nende oksüdatsiooniaste on erinev (vastavalt -III, -II ja -I). Kergema elemendi oksüdatsiooniaste on kõikides ühendites I.

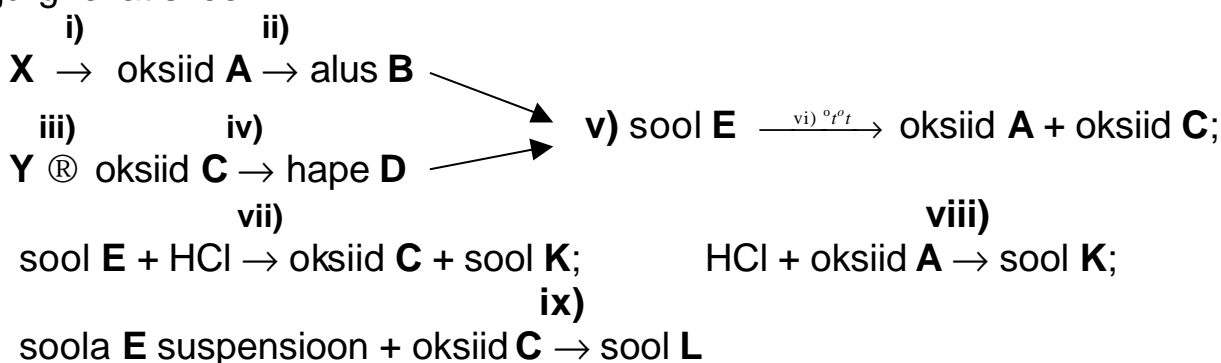
- a) Kirjutage elementide **X** ja **Y** sümbolid ja nimetused. (2)
 b) i) Joonistage elementide **X** ja **Y** aatomi ehitus. ii) Kirjutage, millistest ja mitmest elementaarosakesest koosnevad elementide **X** ja **Y** aatomid. (4)
 c) Kirjutage ainete **A**, **B**, **C**, **Z** ja **G** valemid ja nende ainete molekulis olevate elementide oksüdatsiooniastmed. (5)
 d) Reastage gaasid **A**, **B**, **C** ja **G** molekulmasside suurenemise järjekorras. (1) **12 p**

8. klassi ülesande nr. 5 lisaleht



2001/2002 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
9. klass

1. Lähtuge metallist **X** ja mittemetallist **Y**, mis rahuldavad ainete saamise alljärgnevat skeemi:



Reaktsiooniskeemides on märkimata hapnik ja aine **F**. Reaktsioonis **ix)** oksiid **C** reageerib soola **E** suspensiooniga, mille puhul tekib lahustuv vesiniksool **L**, mis põhjustab vee mööduva kareduse.

a) Kirjutada ainete **X**, **Y**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **K** ja **L** valemid ja nimetused. (5)

b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid **i) – ix)**. (9) **14 p**

2. Molekulid **A** on “vangis”. Nende liikumist piiravad molekulid **B**, mis rõhuvad neid. Mõned molekulidest **A** on sunnitud ühinema molekulidega **B** vahekorras 1 : 1, mille tulemusena saadakse ühend **C**. Ühend **C** on väga ebapüsiv. “Vangistuses” kohtab molekul **A** ka oma kaugemaid orgaanilisi sugulasi, millest mõni muudab ümbruse nii oranžiks, et **A** ei märkagi lähenemas molekuli **D**. Oma 45-aatomilises suuruses ei ole molekul **D** molekulist **A** üldse huvitatud ja kokkupõrkel annab talle ainult tugeva müksu.

Järsku väheneb molekulide **B** rõhumine. Tunnetades liikumisvabaduse suurenemist hakkavad molekulid **A** kogunema ja moodustavad mullikesi. Need mullikesed hakkavad kiiresti liikuma vabaduse poole. Vabaduses jäävad molekulid **A** lendama ja lendavad tänapäevani, kui mõni neid just ära fotosünteesitud pole.

Ühendi **C** kaltsiumi ja magneesiumi kaksik-normaalsool **E** on Eestis tuntud ehituskivim.

a) **i)** Millist noorte poolt hinnatud jooki ja **ii)** selle joogi tarbimise etappi võiks esitatud tekst kirjeldada? (1)

b) Andke ainete **A**, **B**, **C** ja **D** valem ja nimetus. (4)

c) Andke **i)** soola **E** valem ja nimetus ning **ii)** ehituskivimi nimetus. (2) **7 p**

3. Fosforvæetised on superfosfaat **A** [kaltsiumdivesinikfosfaadi (234 g/mol) ja kaltsiumsulfaadi (136 g/mol) molekulide segu 1 : 1]; topeltsuperfosfaat **B** (kaltsiumdivesinikfosfaat) ja pretsipitaat **C** [kaltsiumvesinikfosfaat (138 g/mol)]. Nende væetiste mõju arvutatakse difosforpentaoksiidi (toimeaine) sisalduse järgi.

a) Kirjutage væetiste **i) A**; **ii) B** ja **iii) C** valemid. (1,5)

b) Arvutage toimeaine protsendiline sisaldus væetistes **i) A**; **ii) B** ja **iii) C**. (6)

c) Arvutage fosforväärtiste **i) A**; **ii) B** ja **iii) C** mass, mis sisaldab 1,00 kg toimeainet. (1,5) **9p**

4. Mendelejevi poolt ennustatud keemiline element **X** on laialt kasutatav pooljuhtmaterjal. Element **X** moodustab klooriga ühendi **A**, milles on 66,17% kloori [$A_r(\text{Cl}) = 35,45$]. Ühendi **A** (keeab 83 °C juures) aurude mingi kindla ruumala mass on samadel tingimustel oleva sama ruumala lihtaine vesiniku [$A_r(\text{H}) = 1,008$] massist 106,35 korda suurem. Ühend **A** saadakse elemendi **X** "põlemisel" klooris. Sama oksüdatsiooniastmega oksiid **B** saadakse elemendi **X** tugeval kuumutamisel hapniku atmosfääris. Oksiidi **B** töötlemisel kontsentreeritud soolhappega saadakse ühend **A**.

a) Arvutage ühendi **A** molaarmass. (1)

b) Arvutage: **i)** Mitu mooli kloori aatomeid on ühes moolis ühendis **A** (ühe tüvenumbri täpsusega); **ii)** elemendi **X** aatommass. **iii)** Anda elemendi **X** sümbol ja nimetus. **iv)** Mitu elektroni on elemendi **X** aatomi välises kihis? **v)** Mitu neutronit on elemendi **X** aatomis? (5)

c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{X} + \text{Cl}_2 \rightarrow$; **ii)** $\text{X} + \text{O}_2 \rightarrow$; **iii)** $\text{B} \rightarrow \text{A}$. (3) **9p**

5. Metall **X** väike tükk reageeris täielikult soolhappe lahusega. Eraldus 9,77 dm³ gaasi. Sama massiga sama metall reageeris ka NaOH vesilahusega täielikult, mille puhul lahuse mass kasvas 6,97 grammi võrra.

a) **i)** Arvutage eraldunud gaasi hulk. **ii)** Milline gaas eraldus? (2)

b) Arvutage reaktsiooniks võetud metalli mass. (3)

c) **i)** Milline metall reageerib nii happe kui aluse vesilahusega? **ii)** Arvutage ülesandes toodud andmete alusel metalli **X** molaarmass. (3)

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{X} + \text{soolhape}$; **ii)** $\text{X} + \text{NaOH vesilahus}$. Üheks saadusaineks on $\text{Na}_3[\text{X}(\text{OH})_6]$. (3) **11p**

6. Gaasi lekke avastamiseks on vedelgaasi 1,00 tonni kohta lisatud 20,0 g tugevasti lõhnavat ainet etaantiooli ehk etüülmerkaptani ($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$). Selle aine põlemisel moodustub küll mürgine SO_2 , kuid viimase kontsentratsioon on ohutult väike. Üks balloon sisaldab 21,0 kg vedelgaasi, milleks on propaan (koos lisandiga). Õhus on 21,0%vol hapnikku ja gaasi molaarruumala antud tingimustel on 24,0 dm³/mol.

a) Kirjutage **i)** propaani ja **ii)** etüülmerkaptani põlemisreaktsiooni võrrandid. (3)

b) Arvutage balloonis sisalduv etüülmerkaptani **i)** mass ja **ii)** põlemisel moodustunud SO_2 ruumala. (3)

c) Arvutage moodustunud SO_2 mahuprotsent balloonitäie vedelgaasi põlemiseks kuluva õhu ruumala suhtes. (4) **10p**

2001/2002 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
10. klass

1. Molekul **A** kohtab oma teel mitmesuguseid molekule, kuid kõige rohkem molekule **B**. Molekul **B** koosneb kolme sidemega ühendatud kahest ühesugusest aatomist. Molekul **A** lendab üsna kaootiliselt ringi kuni võililleleht tema "neelab". Edasi haaratakse **A** suurte molekulide valdusesse, mis kisuvad ja rebivad teda seni, kuni molekul **A** satub palju suurema molekuli **C** koostisesse. Algul on uhke tunne küll, kuid varsti kaob vabadus liikuda ja seda isegi vees. Ühel päeval tunneb **C**, et teda pitsitatakse ja rebitakse. "No on notsu..." jõuab **C** mõelda. "Ise oled", hirnub hobune ja neelab **C** alla. **C** liigub vedelikku, kus teda rebitakse ja kus igasugu elukad teda lammutavad. Peale mitmeid üleminekuid tunneb ta ennast kergemana kui kunagi varem, sest temast on saanud molekul **D**, mis eemaldub vedelast keskkonnast ning hõljub selle kohal. Mingi rõhk surub molekule **D** mööda tunnelit edasi, kuni nad häälekalt vabadusse paiskuvad. Kui molekule **D** ja kahest aatomist koosnevat lihtainet **E** ergastada, siis tungivad molekulid **E** molekuli **D** kallale. Kaklust saadab sinine sähvatus, lahkuvad kaks molekuli **F** ja järele jääb molekul **A**. "Oi ajad", mõtleb **A** ja absorbeerub värskelt krohvitud seinas, reageerides seal ühendiga **G**, andes ühendi **H**. Aine **F** võib atmosfääris esineda tahkel, vedelal ja gaasilisel kujul.

a) Andke ainete **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** ja **H** valemid ning nimetused. (8)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i) D + E →**; **ii) A + G →**. (2) 10p

2. Keemialaboris seisis tihedalt suletud purk tumeda pulbriga. Purgi avamisel pudenes maha pulbrit **X**, mis langemisel moodustas sädemete "vihma". Pulbri **X** saamise kirjeldusest selgus, et see on tekkinud kristallhüdraadi $A \cdot 2H_2O$ ettevaatlikul kuumutamisel. Sool **A** tekib soola **C** ja kaaliumoksalaadi ($K_2C_2O_4$) vesilahuste vahelise reaktsiooni tulemusena, kus lisaks tekib sool **B**. Sool **C** saadakse aine **X** reageerimisel lahjendatud väävelhappega. Moodustunud lahuse ettevaatlikul kokkuaurutamisel eralduvad lahusest kahvatuohelised kristallid $C \cdot 7H_2O$. Soola **C** vesilahus annab punase veresoolaga intensiivse sinise värvusega (turnbulli sinine) lahuse. Aine **X** reageerimisel lahjendatud väävelhappega teatud tingimustel võib saada soola **D** lahuse, mis annab kollase veresoolaga reageerides intensiivse sinise (berliini sinine) värvusega lahuse.

a) i) Andke aine **X** valem ja nimetus. **ii)** Kirjutage kolm võimalikku reaktsioonivõrrandit, mis põhjustavad sädemete "vihma". (3,5)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i) X ⊕ C**; **ii) C ⊕ A**; **iii) A · 2H₂O → X**. (3)

c) Andke ainete **i) A · 2H₂O**; **ii) C · 7H₂O** ja **iii) B** valemid ja nimetused. (1,5)

d) Kirjutage soola **A** valem struktuurvalemina. (1)

e) i) Kirjeldage meetodit ja **ii)** kirjutage reaktsioonivõrrand, kuidas saada happe toimel ainst **X** soola **D** lahuse. **iii)** Mispärast on aine **X** isesüttiv (pürofoorne)? (2) 11p

3. Kahevalentse metalli **X** oksiidi, hüdroksiidi ja karbonaadi segu mass oli 60,9 g. Oksiidi oli 17,9 g ja kõikide ainete koguhulk selles segus oli 0,351 mooli. Segu tugeval kuumutamisel vähenes selle mass 7,25 g võrra. Segu töötlemisel soolhappega eraldus 2,62 dm³ gaasi.

a) Arvutage, mitu mooli oli segus **i)** karbonaati; **ii)** hüdroksiidi ja **iii)** oksiidi. (4,5)

b) Arvutage metalli **X** molaarmass ja identifitseerige metall **X**. (2)

c) Arvutage, mitu grammi oli segus **i)** hüdroksiidi ja **ii)** karbonaati. (2)

d) Kirjutage asetleidnud reaktsioonide võrrandid **i)** segu reageerimisel soolhappesega ja **ii)** segu tugeval kuumutamisel. (2,5) **11 p**

4. Oksiid **A** sisaldab 43,66% elementi **X** ja läheb kõrgel temperatuuril vahetult tahkest olekust gaasilisse. Oksiidi **A** aurude tihedus õhu (29,0 g/mol) suhtes on 9,79.

a) Arvutage esitatud andmete järgi, milline keemiline element on **X**. (4)

b) Kirjutage oksiidi **A** valem ja andke selle nimetus. (1)

c) 5,00 g oksiidi **A** lahustati 100 grammis vees ja keedeti pika aja vältel suletud anumal.

i) Kirjutage reaktsiooni võrrand.

ii) Arvutage lahustunud aine protsendiline sisaldus moodustunud lahuses.

iii) Andke moodustunud lahuse nimetus. (4) **9 p**

5. Ainetes **X**, **Y** ja **Z** on vesiniku aatomite arv molekulis ja sisaldus (12,5% massi järgi) ühesugune. **X** on gaas, **Y** on vedelik ja **Z** tahkub +1,4 °C juures. Segu, mis koosneb võrdsetest hulkadest (igas 0,10 mol) ainetest **X**, **Y** ja **Z** ning ekvivalentsest hulgast hapnikust, süüdatakse kinnises anumal. Moodustub kahe gaasi võrdsetest hulkadest koosnev segu, mille tihedus normaaltingimustel on 1,6 g/dm³. Lisaks moodustub 16,8 grammi suspensiooni, mille kuivatamisel saadakse 6,0 g ainet **A** (see ei ole alus ega hape).

a) Millised peamised saadusained moodustuvad üldjuhul täieliku põlemise tulemusena? (1)

b) Arvutage **i)** ühendite **X**, **Y** ja **Z** molekulis sisalduv vesiniku aatomite arv ja **ii)** nende ühendite molekulmass. (2)

c) Leidke: **i)** aine **A** valem ja nimetus; **ii)** millise nimetatud aine põlemisel moodustub aine **A**. (2)

d) **i)** Arvutage, millistest gaasidest koosneb segu, mille tihedus on 1,6 g/dm³. **ii)** Leidke, milliste ülalnimetatud ainete (**X**, **Y** või **Z**) põlemisel moodustuvad gaasid, mille tihedus on 1,6 g/dm³. (3)

e) Kirjutage ainete **X**, **Y** ja **Z** valemid ja andke nende nimetused. (2) **10 p**

6. Taigna kergituspulber sisaldab 40,0% tärklisi, 35,0% soola **A** ja 25,0% soola **B**. Soolad **A** ja **B** on ekvivalentses suhtes (mõlemat on nendevahelise reaktsiooni jaoks täpselt vajalik kogus). **A** ja **B** on vesiniksoolad, milles üheks elemendiks on naatrium. Soola **A** kuumutamisel tekib normaalsool, eraldub vesi ja gaas. Nii soolast **A** kui ka sellest tekkinud normaalsoolast saab happelise keskkonna toimel kergesti gaasi.

20,0 grammi kergituspulbri toimel suurenes taigna ruumala 200 cm³ võrra. Eeldatakse, et 90,0% gaasist haihtus ja taigna kerkimise tingimustel (toatemperatuur) on gaasi molaarruumala 24,0 dm³/mol.

a) Kirjutage reaktsioonivõrrand **A** ® normaalsool. (1)

b) **i)** Miks eraldub gaas, kui kergituspulber segatakse taignasse? **ii)** Anda eraldunud gaasi valem ja nimetus. (2)

c) Arvutage ülesande andmete põhjal **i)** aine **A** molaarmass; **ii)** aine **B** molaarmass ja andke nende ainete valemid ning nimetused. (3)

d) Kirjutage taignas toimuva reaktsiooni võrrand, kus ained **A** ja **B** on antud **i)** valemitega; **ii)** ioonidena (ioonvõrrand). (2)

e) **i)** Miks reaktsioon **d)** toimub alles taignas? **ii)** Milline tärklise omadus säilitab kergituspulbri kvaliteedi? (1) **9 p**

2001/2002 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
11. klass

1. 0,500 liitrile 5,00% naatriummetanaadi (68,0 g/mol) lahusele (1,012 g/cm³) lisati 1,20 liitrit 1,00% soolhappe lahust (1,003 g/cm³). Orgaanilise happe dissotsiatsioonikonstandiks võtke $1,80 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³.

a) Arvutage lähtelahustes olevate ainete **i**) hulk ja **ii**) molaarne kontsentratsioon(3)

b) Arvutage lõpplahuses lahustunud ainete hulgad. (1)

c) Kirjutage nõrga elektrolüüdi **i**) dissotsiatsiooni võrrand ja **ii**) avaldage dissotsiatsioonikonstant K_a . (1)

d) **i**) Avaldage ja **ii**) arvutage saadud lahuses vesinikioonide tasakaaluline kontsentratsioon. Asendage $[anioon] = c_{sool}$ ja $[hape] = c_{hape}$. (2)

e) Arvutage saadud lahuse pH väärtus. (1) **8 p**

2. Gaas **A** saadi 75,0 cm³ 30,0% soolhappe (1,150 g/cm³) reageerimisel MnO₂ liiaga. Happelises keskkonnas redutseerus mangaan oksüdatsiooniastmeni II ja reaktsiooni saagis oli 80,0%. Moodustunud gaas **A** juhiti ühendi **B** 5,00% vesilahusesse. Ühend **B** on kaaliumi binaarne sool. Reaktsioonil eraldus pruun gaas, mis kondenseerus pruuniks vedelikuks **C**. Gaasi **A** ja ühendit **B** oli ekvivalentses koguses ja need reageerisid täielikult.

a) **i**) Kirjutage soolhappe ja mangaandioksiidi vahelise reaktsiooni võrrand.

ii) Arvutage eraldunud gaasi **A** hulk. (2)

b) **i**) Kirjutage ühendi **B** ja gaasi **A** vahelise reaktsiooni võrrand; **ii**) andke ainete **A**, **B**, **C** valemid ja nimetused. (2)

c) Arvutage **i**) vedeliku **C** ja **ii**) ühendi **B** hulk. (2)

d) Arvutage ühendi **B** lahuses olnud vee mass. (2)

 Gaas **A** reageerib veega andes kaks uut ühendit.

e) **i**) Kirjutage vee ja gaasi **A** vahelise reaktsiooni võrrand. **ii**) Andke vee ja gaasi **A** vahelise reaktsiooni saadusainete valemid ja nimetused. (1)

f) Arvutage lahustunud ainete summaarne protsendiline sisaldus gaasi **A** lahustumisel puhtas vees, kui antud tingimustel lahustub 0,015 mol gaasi **A** 100 grammis vees. (3) **12 p**

3. Orgaanilises ühendis **A** on süsiniku ja hapniku aatomeid võrdselt ning nende summa võrdub vesiniku aatomite arvuga. Ühendis **A** on kaks hüdroksüülrühma ja üks kaksikside. Ühend **A** reageerib naatriumhüdrosiidiga moolivahekorras 1 : 1. Molekulid **A** võivad dimeriseeruda (kondenseeruda), andes ühendi **B** ja eraldades kaks molekuli ainet **D**. Viimane on oksiid ja käitub amfolüüdina. Molekulis **B** (C₆H₈O₄) on heterotsükkel ja kaks kaksiksidet. Molekuli **B** võib vaadelda ühendina, kus on kaks estrile tüüpilist funktsionaalset rühma. Ühendi **B** redutseerimisel heterotsükli skeleti ehitus ei muutu, kuid ühendi molekulmass suureneb nelja ühiku võrra.

a) Joonistage ühendi **A** **i**) lihtsustatud ja **ii**) tasapinnaline struktuurivalem ja andke selle nomenklatuurne nimetus. (2)

b) Kirjutage ühendist **A** ühendi **B** saamise reaktsioonivõrrand. Lähteainete molekulid joonistage üksteise suhtes selliselt nagu need asuvad saadusaines **B** (2,5)

- c) Näidake (kastiga) ühendis **B** estritele vastavad funktsionaalsed rühmad. (1)
 d) Kirjutage ühendi **B** redutseerimise reaktsiooni võrrand. (2)
 e) Kirjutage ühendi **D** dissotsiatsiooni võrrand. (0,5) **8 p**

4. Vask(II)sulfaadi (160 g/mol) lahus on temperatuuril **A** küllastunud. Temperatuuri tõstmisel lahustati täiendavalt 2,00 g CuSO_4 . Lahus jahutati temperatuurini **A**. Tasakaal saabus siis, kui välja oli kristalliseerunud 3,82 g vasevitrioli ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 250 g/mol). Temperatuuril **B** on CuSO_4 lahustuvus (täpselt 100 g vees) 17,5 g.

- a) Arvutage temperatuuril **A** väljakristalliseerunud vasevitriolis sisalduv
 i) CuSO_4 mass ja ii) H_2O mass. (2)
 b) Arvutage CuSO_4 lahustuvus temperatuuril **A**. (2)
 c) Arvutage, mitu grammi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tuleb lahustada 75,0 g 10,0% CuSO_4 lahuses, et saada küllastunud lahus temperatuuril **B**. (4) **8 p**

5. Süsiniku kuumutamisel metalliga **X** saadakse ühend **A**, mille valem on X_4C_3 . Ühendi **A** töötlemisel veega moodustub gaas **B** ja ühend **D**. Ühend **D** annab lahustuvaid sooli nii tugeva happe kui ka tugeva aluse vesilahustega reageerimisel. Gaas **B** on kõige väiksema molekulmassiga orgaaniline ühend. Selle pürolüüsil võib moodustuda gaas **E**, mille tihedus on gaasi **B** tihedusest 1,625 korda suurem. Gaasi **E** hüdrogeenimisel moodustuvad gaasid **F** ja **G**, mille molaarmassid on gaasi **E** molaarmassist vastavalt 2 ja 4 grammi võrra suuremad. Gaasi **E** hüdraatimisel võib saada aldehüüdi, gaasi **F** hüdraatimisel aga alkoholi. Gaasi **E** trimerisatsioonil moodustub areen **I**.

- a) i) Identifitseerige ained **X**, **A**, **B**, **D**, **E**, **F**, **G**, **I** ja andke nende nimetused.
 ii) Näidake aatomite vahelised sidemed ühendis **A**. (5)
 b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $\text{X} \textcircled{R} \text{A}$; ii) $\text{A} \textcircled{R} \text{B} + \text{D}$; iii) $\text{D} + \text{HCl} \rightarrow$;
 iv) $\text{D} + \text{NaOH} \rightarrow$; v) $\text{B} \textcircled{R} \text{E}$; vi) $\text{E} \textcircled{R} \text{F}$; vii) $\text{E} \textcircled{R} \text{G}$; viii) $\text{E} \textcircled{R}$ aldehüüd (nimetus);
 ix) $\text{F} \rightarrow$ alkohol (nimetus); x) $\text{E} \rightarrow$ areen. (5)
 c) Andke (arvutage ülesandes toodud andmetest) gaaside **B**, **E**, **F** ja **G** molaarmassid. (2) **12 p**

6. Gay-Lussac uuris üheprootonilise happe (**HA**) omadusi. Ta sai selle happe Hg(II) ja Ag soolad **X** ja **Y**. Kuumutades nende soolade ühesugust massi eraldi nõudes sai ta 2,00 untsi elavhõbedat ja 2,03 untsi hõbedat. Mõlemal juhul eraldus tundmatu gaas **B**, mille ta juhtis läbi NaOH lahuse. Moodustus kaks soola **E** ja **F**, mille molekulmassid erinesid 16 ühiku võrra. Eraldunud gaas on süsihappegaasist 1,182 korda raskem ja sellel on sama kvalitatiivne koostis kui anioonil **A**.

- a) Arvutage metallide masside järgi aniooni **A** valemass (molekulmass). [$A_r(\text{Hg})$ – 200,6; $A_r(\text{Ag})$ – 107,9. Eksperimendi väikese täpsuse tõttu tuleb sellest arvutatud aniooni **A** valemass ligikaudu poole ühiku võrra suurem.] (5)
 b) Kirjutage i) happe **HA** ja ii) gaasi **B** valem ja nimetus. (2)
 c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid i) $\text{X} \xrightarrow{\text{ot}}$; ii) $\text{Y} \xrightarrow{\text{ot}}$; iii) $\text{B} \textcircled{R} \text{E} + \text{F}$ (3)
 d) Kirjutage reaktsioonivõrrand mingi teise gaasiga, mis analoogiliselt punktiga c) iii) annab naatriumhüdroksiidi lahusega kaks soola, mille molaarmassid erinevad 16 ühiku võrra. (2) **12 p**

2001/2002 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
12. klass

1. Tahkele kaaliumpermanganaadile glütserooli tilgutamisel hakkab segu mõne minuti pärast suitsema ja võib koguni süttida. Reaktsiooni saadusaineteks on kaaliumkarbonaat, mangaan(III)oksiid, süsihappegaas ja vesi.

- a)** Joonistage glütserooli molekuli ehitus projektsioonina tasapinnale. (1)
b) Määrake glütserooli **i)** brutovalemis süsiniku oksüdatsiooniaste ja **ii)** iga süsiniku aatomi oksüdatsiooniaste. (2)
c) Leidke ülalkirjeldatud reaktsiooni **i)** elektronide ülemineku võrrandid ja **ii)** reaktsioonivõrrandi koefitsiendid. (3)
d) Mitu kuupsentimeetrit glütserooli ($1,26 \text{ g/cm}^3$; $92,0 \text{ g/mol}$) reageerib $1,00$ grammi kaaliumpermanganaadiga (158 g/mol)? (1,5)
e) Arvutage reaktsioonis (punkt **d**) eraldunud CO_2 ruumala 20°C juures. (1,5) **9 p**

2. Kompleksühendi tsentraalaatomina on Fe^{3+} koordinatsiooni arv 6. Fluoriidkompleksi (värvitu) korral on ligandideks ainult fluoriidioonid. Tiotsüanaatkompleksides võivad ligandideks olla samaväärselt tiotsüanaatioonidega ka neutraalsed vee molekulid. Hõbeda ionidega moodustavad tiotsüanaatioonid nii sademe kui ka lahustuva kompleksühendi (värvitu). Viimases on tsentraalaatomi koordinatsiooni arv 2.

Lahus **A** saadakse raud(III)nitraadi ja kaaliumtiotsüanaadi lahuste kokkuvalamisel.

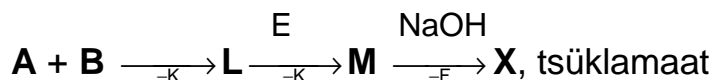
- a) i)** Mis värvi on lahus **A**? **ii)** Kirjutage lahuses **A** sisalduva kuue värvilise osakese valemid (märkige ka osakese laeng). **iii)** Kirjutage üks võimalikest reaktsioonivõrranditest. (5)
b) Lahusele **A** lisatakse **i)** vett; **ii)** kaaliumfluoriidi lahust; **iii)** hõbenitraadi lahust; **iv)** raud(III)kloriidi lahust. Kirjutage iga juhu jaoks, kas lahuse **A** värvuse intensiivsus suureneb või väheneb, põhjendage. Kirjutage ionide vahel toimuvate ionreaktsioonide võrrandid [p. **iii)** korral 2 võrrandit]. (5) **10 p**

3. Sportlane jõi enne sukeldumistreeningut 5 pakki karastusjooki (a' 200 ml ; $1,017 \text{ g/cm}^3$), milles roosuhkru sisaldus oli $3,05\%$. Eeldame, et esmalt toimub suhkru (342 g/mol) hüdroolüüs, seejärel aeroobne glükolüüs kahe molekuli mittekiraalse süsinikuga ühendi **A** moodustumisega ja lõpuks ühendi **A** täielik "põlemine".

Sukeldumisel on hapniku omastamine häiritud ja käivitub anaeroobne glükolüüs (atsitoos). Monosahhariidi molekulis paiknevad aatomid ümber, moodustades kaks kiraalse süsinikuga aine **B** molekuli. Ühendi **B** mõõdukal oksüdeerimisel moodustub ühend **A**. Nii ühend **A** kui **B** on võimelised eraldama prootoni.

- a) i)** Kirjutage roosuhkru hüdroolüüsireaktsiooni võrrand (brutovalemiga) ja andke ainete nimetused. **ii)** Milline erinev funktsionaalne rühm millisele monosahhariidile kuulub? (2)
b) Kirjutage **i)** aeroobse ja **ii)** anaeroobse glükolüüsireaktsioonide võrrandid ning andke saadusainete nimetused. Orgaanilised saadusained andke lihtsustatud struktuurivalemitega. (2)
c) i) Kirjutage roosuhkru täieliku "põlemisreaktsiooni" summaarne võrrand brutovalemiga. **ii)** Arvutage sportlase poolt tarvitatud suhkru ainevahetuslikul "põlemisel" moodustunud gaasi ruumala 20°C juures. (3)
d) Keemia seisukohalt on inimese organism väga heterogeenne ja keeruline süsteem. Tehke lihtsustatud arvutus täielikust anaeroobsest glükolüüsist põhjustatud lahuse pH väärtuse leidmiseks, kui lahuse ruumala on $7,50$ liitrit ja $K_7(\text{B}) = 1,38 \cdot 10^{-4}$. (4) **11 p**

4. Tsüklamaat **X** on sünteetiline suhkruasendaja, mis on tavasuhkrust 30(!) korda magusam. Selle sünteesiskeem on järgmine:



Teravalõhnalist vees väga hästi lahustuvat gaasi **A** saadakse tugeva aluse ja soola **D** kuumutamisel. Orgaanilise ühendi **B** molekulis on üks kloori (29,9%) aatom; süsiniku (60,8%) aatomite vahel on ainult σ -sidemed. Ühend **E** on kloroväävelhape, mille aurude tihedus SO_3 (80,07 g/mol) suhtes on 1,455. Ühendis **E** on teada kloori, väävli ja hapniku sisaldused, mis on vastavalt 30,43%; 27,52% ja 41,19%. Ühendit **E** saadakse happe **K** juhtimisel ooleumi. Hape **K** on teine saadusaine nii ühendi **L** kui **M** saamisel. Ühend **F** on teine saadusaine ühendist **M** tsüklamaadi (**X**) saamisel. Ühendi **F** abil on võimalik saada ooleumist väävelhapet. Tsükli sulfoonimist ei toimu.

- a) Arvutage esitatud andmete (massiprotsendiline sisaldus jne) põhjal ühendite **i) B** ja **ii) E** valemid ja andke nende graafilise struktuur. (5)
- b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i) $\text{R} \text{ A}$** ; **ii) $\text{R} \text{ E}$** ; **iii) $\text{R} \text{ L}$** ; **iv) $\text{L} + \text{E} \text{ R}$** ; **v) $\text{M} \text{ R} \text{ X}$** ; **vi) $\text{K} + \text{A} \text{ R} \text{ D}$** ; **vii) $\text{SO}_3 + \text{F} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$** . (5)
- c) Andke ühendite **A**, **D**, **K** ja **F** valemid ja nimetused. (2) **12 p**

5. Arvutage, mitu grammi 10,0% ooleumi ja 60,0% väävelhappe lahust tuleb segada, et saada 480 grammi 90,0% väävelhappe lahust. **6 p**

6. Areenide **B** ja **C** molaarmassid on areeni **A** molaarmassist vastavalt 14 ja 16 grammi võrra suuremad. Vaadeldavad areenid moodustavad arüülmonosulfoonhappeid. Nende saamiseks on vaja areeni **A** töödelda ooleumiga, areenidega **B** ja **C** toimub sulfoonimine väävelhappega, kusjuures reaktsioon areeniga **C** on kiirem. Areeni **A** nitreerimisel lämmatikhappe ja kontsentreeritud väävelhappe seguga saadakse maksimaalselt dinitroühend. Sama nitreerimissegureageerimisel areeniga **B** madalal temperatuuril saadakse mononitroühend, kõrgematel temperatuuridel aga di- ja trinitroühendid. Viimane neist on tuntud trotüülina. Areen **C** annab isegi lahja lämmastikhappega kuumutamisel trinitroühendi – pikriinhappe. Sulfoonimissegule aine **D** lisamisel väheneb ooleumi kontsentratsioon ja keemiku riiete pindala.

- a) Kirjutage aktiivne **i) sulfoneeriv osake**; **ii) nitreeriv osake** ja **iii) märkige**, kumb on aktiivsem. (1,5)
- b) Kirjutage areenide **i) A**; **ii) B**; **iii) C** graafilised valemid ja andke nende nimetused (1,5)
- c) Kirjutage (graafiliselt) areeni **i) A** monosulfoonimise reaktsiooni võrrand ning **ii) B** ja **iii) C** monosulfoonhappe valemid. (3)
- d) Kirjutage **i) areeni A** dinitroühendi ja **ii) areeni B** trinitroühendi graafilised valemid. (2)
- e) **i) Näidake**, kus on areenidel orto-, meta-, para-asendid ja kirjutage, milline(s) asend(id) on eelistatud **ii) areeni B** sulfoonimisel ja **iii) areeni A** dinitroühendi saamisel. (3,5)
- f) Mis aine on **D**? (0,5) **12p**