

2006/2007 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

8. klass

1. a) Teisendage ühikuid: i) 235 kg = ... t, ii) 0,2 l = ... dm³,
iii) 1500 kg/m³ = ... g/cm³ ja iv) 6 h = ... min. (2)
- b) Reastage ained N₂, CO₂, H₂, HBr molekulmassi kasvu järjekorras. (1,5)
- c) Millise meetodiga on võimalik eraldada i) vett kruusast, ii) keedusoola lahusest keedusoola, iii) viinast etanooli ja iv) vee ja õli segust õli. (2)
- d) Milliste paaride - vesi ja hapnik, vingugaas ja vesi, teemant ja grafiit - korral on ained i) allotroobid, ii) lihtained, iii) liitained? (1,5)
- 7 p**

2. Õpetaja kirjutab tahvlile järgmised reaktsioonivõrrandid:

- | | |
|--|---|
| i) ...CO + ...O ₂ = ...CO ₂ | vi) A + O ₂ = CO ₂ |
| ii) ...FeSO ₄ + ...H ₂ O = ...FeSO ₄ ·7H ₂ O | vii) Na ₂ O + B = Na ₂ CO ₃ |
| iii) ...Ca(OH) ₂ + ...H ₃ PO ₄ = ...Ca ₃ (PO ₄) ₂ + ...H ₂ O | viii) 2Na + 2H ₂ O = 2NaOH + C↑ |
| iv) ...Na ₂ O + ...H ₂ O = ...NaOH | ix) CuSO ₄ + 5H ₂ O = D |
| v) ...K ₂ Cr ₂ O ₇ = ...K ₂ CrO ₄ + ...Cr ₂ O ₃ + ...O ₂ ↑ | x) 2E + CO ₂ = K ₂ CO ₃ + H ₂ O |
- a) Tasakaalustage reaktsioonivõrrandid i)-v). (5)
- b) Millised kolm võrrandites i)-v) toodud ainetest on toatemperatuuril gaasilised? (1,5)
- c) Leidke võrrandites vi)-x) ainete A-E valemid. (2,5)
- 9 p**

3. Mardil oli ülesanne uurida söögisoola (NaCl) lahustuvust vees. Ta leidis katseliselt, et 20 °C juures lahustub 35,9 g ja 100 °C juures 39,8 g/100 g vees.
- a) Mardi õde külmetas end ja arst palus Mardil kurgu loputamiseks valmistada küllastunud NaCl lahust 250 cm³ veest (1,00 g/cm³, 20 °C). Mitu lusikatäit NaCl peab lahustama vees, kui üks lusikatäis soola kaalub 6,0 g? (3)
- b) Mart kuumutab punktis a) valmitatud lahust 100 °C. i) Mitu grammi vett peab aurustama, et see lahust muutuks küllastunuks (100 °C)? ii) Kuidas veel on võimalik muuta seda lahust küllastunuks NaCl suhtes (100 °C)? (3)
- c) Mitu grammi soola sadeneb välja, kui punktis b) i) saadud 100 °C juures küllastunud lahust jahutada 20 °C? (2)
- d) Arvutage küllastunud lahuses NaCl protsendiline sisaldus 20 °C juures. (2)
- 10 p**

4. Ühe molekuli ühendi A lagunemisel tekivad hapnikku sisaldavad ühendid B ja C (mõlemat 1 molekuli), mis mõlemad koosnevad kahest elemendist. B on gaas (1,96 g/dm³) ja selles sisaldub kahe hapniku aatomi kohta üks elemendi X aatom. Ühend C sisaldab 71,5 massiprotsenti elemendi Y, kusjuures Y aatomite arv moodustab 50 % kõigist C sisalduvatest aatomeist.
- a) Teades, et 22,4 dm³ (n.t.) suvalist gaasi sisaldab 6,02·10²³ molekuli ja 1 amü = 0,166·10⁻²³ g, leidke B molekulmass ja tuvastage arvutustega element X. (5)
- b) Leidke C molekulmass ja tuvastage arvutustega element Y. (3)
- c) Kirjutage aine A lagunemise reaktsioonivõrrand. (1)
- d) Kirjutage A, B ja C valemid. (3)
- 12 p**
5. Merre visatakse klaasitäis (250 cm³) suhkrut. Mõne aja möödudes on kogu vettevisatud suhkur lahustunud ja maailmameres ühtlaselt jaotunud. Arvutage, mitu suhkrumolekuli sattuks klaasi, kui võtta merest klaasitäis vett. Eeldage, et mere vesi sisaldab ainult sinna visatud suhkrut ja suhkur aja jooksul ei lagune. Suhkur koosneb sahharoosist (C₁₂H₂₂O₁₁), mille tihedus on 850 kg/m³. Maailmamere keskmine sügavus on 4,0 km (l) ja katab 70 % maakera pinnast. Maakera raadius on 6400 km (r).
- a) Arvutage klaasitäie suhkru mass. (3)
- b) Arvutage C₁₂H₂₂O₁₁ molekulmass, ühe C₁₂H₂₂O₁₁ molekuli mass (1 amü = 0,166·10⁻²³ g) ja klaasitäie suhkru molekulide arv. (3)
- c) Leidke maailmamere ruumala kuupmeetrites (V), kui V ≈ 4·π·r²·l·0,7. (2)
- d) Leidke sahharoosi molekulide arv ühes kuupmeetris ja klaasitäies merevees. (3)
- 11 p**
6. Värska mineraalvesi sisaldab mitmeid organismile vajalikke sooli. Soolad on mineraalvees jagunenud positiivselt (katioonid) ja negatiivselt (anioonid) laetud ioonideks. Värska sisaldab Cl⁻, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻ ja PO₄³⁻ ioone.
- a) Mitu prootonit, neutronit ja elektroni on ioonides Mg²⁺ (A_r = 24) ja Cl⁻ (A_r = 35)? (3)
- b) Kirjutage ioonide Cl⁻, Na⁺ ja Mg²⁺ elektronskeemid. (3)
- c) Soolas on anioonide ja katioonide laengute summa null. Ca₃(PO₄)₂ (laeng 0) sisaldab kolme Ca²⁺ iooni (laeng 3·(+2)=+6) ja kahte PO₄³⁻ iooni (laeng -6). Kirjutage soolade valemid, mida annavad Na⁺- ja Mg²⁺-ioonid värska mineraalvees sisalduvate ioonidega. (3)
- d) Arvutage, mitu Na⁺ iooni on elektriliselt neutraalses lahuses, mis sisaldab 4 miljonit iooni K⁺ ja 25 miljonit iooni Cl⁻. (2)
- 11 p**

2006/2007 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

9. klass

1. a) Leidke kõikide elementide oksüdatsiooniastmed (o.a): **i)** NH_4TcO_4 , **ii)** H_2SiF_6 , **iii)** $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ja **iv)** $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, kui H o.a. on I ja O o.a. on –II. (2)
- b) Leidke ühendite: H_2S , S, H_2SO_4 , H_2 ja O_2 seast **i)** ainult oksüdeerijad (2 tk), **ii)** ainult redutseerijad (2 tk) ja **iii)** aine, mis võib käituda nii oksüdeerija kui ka redutseerijana. (1,5)
- c) Sulatati kokku 5 g Au ja 95 g Ag. Leidke Ag protsendiline sisaldus sulamis. (1)
- d) Kirjutada kaks reaktsioonivõrrandit, kus süsiniku o.a. ühendis muutub järgmiselt **i)** $\text{C}(\text{O}) \rightarrow \text{C}(\text{II})$ ja **ii)** $\text{C}(\text{II}) \rightarrow \text{C}(\text{IV})$. (2)
- e) Leidke 1 mooli liivaterakeste (keskmine ruumala 1 mm^3) ruumala kuupkilomeetrites. (2,5) **9 p**
2. Laborisse toodi analüüsiks raualatt, mis sisaldas lisandina vaske. Laborant viilis latti, kuni sai 762,3 mg viilmeid. Ta puistas proovi $100,00 \text{ cm}^3$ kolbi, millesse oli eelnevalt kallatud $23,00 \text{ cm}^3$ ($1,066 \text{ g/cm}^3$) $10,00\%$ väävelhapet. Kolb jäeti mõneks ajaks seisma, kuni oli näha, et proovi jäägid edasi ei reageeri (Fe o.a. muutus kahe võrra). Seejärel lahjendati proov 100 cm^3 -ni, võeti kolvist $10,00 \text{ cm}^3$ lahust, mille neutraliseerimiseks kulus $23,23 \text{ cm}^3$ NaOH lahust ($1,00 \text{ g/cm}^3$). NaOH lahus oli saadud $0,412 \text{ g}$ NaOH lahustamisel $100,0 \text{ cm}^3$ vees ($1,00 \text{ g/cm}^3$).
- a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid **i)** $\text{Fe} + \text{lahj. H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ja}$ **ii)** $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$. (2)
- b) Arvutage valmistatud lahuses NaOH protsendiline sisaldus. (1)
- c) Arvutage H_2SO_4 moolide arv **i)** enne ja **ii)** peale prooviga reageerimist. (5)
- d) Leidke lisandi protsendiline sisaldus proovis. (2) **10 p**
3. Metalli **A** (kasutatakse muuhulgas sulamis magneesiumiga lennukikerede valmistamiseks) hõbedane pulber segati lihtaine **B** kollase pulbriga. Saadud segu süüdati põleti leegis. Segu põles õhus intensiivse, valge, sädemeidpilduva leegiga, eraldus terava lõhnaga gaas **C** ja järele jäi hallikas kohev segu, mis koosnes ainetest **D** ja **E**. Hallikast segust eraldus niiskuse toimel mädamuna haisuga gaas **F** ja tekkis hüdroksiid **G**. Gaasi **F** põlemisel tekib samuti gaas **C** ja lisaks ka vesi. Gaasi **C** edasisel oksüdeerimisel Pt-katalüsaatoril saadakse aine **H**, mis veega reageerimisel annab tuntud tugeva happe **I**, mille kontsentreeritud lahus söestab suhkru.
- a) Kirjutage ainete **A-I** valemid ja nimetused. (4,5)
- b) Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{D}$, **ii)** $\text{A} + \text{O}_2 \rightarrow \text{E}$, **iii)** $\text{B} + \text{O}_2 \rightarrow \text{C}$, **iv)** $\text{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{F} + \text{G}$, **v)** $\text{F} + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + \text{H}_2\text{O}$, **vi)** $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Pt}} \text{H}$ ja **vii)** $\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}$. (7,5) **12 p**

4. Õhus on mahuliselt $78,08\%$ N_2 , $20,95\%$ O_2 , $0,935\%$ Ar, $0,035\%$ CO_2 .
- a) Arvutage $1,00 \text{ dm}^3$ õhu mass, kui gaasi molaarruumala (n.t.) $22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$. (3)
- b) Arvutage õhu **i)** molaarmass ja **ii)** tihedus g/l (n.t.) lähtudes 1 l õhu massist. (1)
- c) **i)** Lähtudes CO_2 molaarmassist ja gaasi molaarruumalast arvutage CO_2 tihedus. **ii)** Kuhu koguneb suletud ruumis CO_2 ? Põhjendage vastust. (1)
- Mahu järgi 5% -lise CO_2 sisaldusega õhku loetakse inimese jaoks lämmatavaks. Inimene eraldab õhku $2,0$ minuti jooksul $1,0 \text{ g}$ CO_2 .
- d) Peale varingut jäi geoloog 15 m^3 suurusse koopasse lõksu. Mitu tundi (n.t.) on geoloogi sõpradel aega käiku lahti kaevata? Eeldage, et koopal ei ole õhuvahetust väliskeskkonnaga. (3)
- 8 p**
5. Kui ainetemaailm oleks võlumaa, siis aineklassi **A** kuuluksid krehvti iseloomu ja hapu näoga elegantsed daamid. Nad kannavad imekergeid „käekotte“ (mõnel oleks neid rohkem kui üks), mida nad üritavad teistele sokutada. Klassi **B** moodustaksid tugeva iseloomuga härrad, kes sõidavad uhketel „masinatel“ (mida vastavalt võimalusele võib neil olla rohkem kui üks). Härrad aitavad alati daame „käekoti“ kandmisel, kuid niipea kui „käekott(id)“ satuvad „masina(te)sse“, tekib võluvedelik **C**, ning daamidest ja härradest tekivad väga erineva struktuuri ja värvusega olendid (aineklass) **D**. Veel elaksid sellel maal väiksed tüdrukud **E**, kes võivad olla kas lenduvad või meenutada vedelikku või kivi. Iga tüdruku unistuseks on saada daamiks. Elaksid seal ka tugeva iseloomuga väikesed poisid **F**, kes unistavad härraks saamisest. Et täituksid laste unistused, peavad nad sukelduma vedeliku **C** allikasse.
- a) Kirjutage klasside **A, B, D, E** ja **F** nimed ning **C** valem ja nimetus. Tooge igast aineklassist üks näide valemi ja nimetusega. (8)
- b) Kasutades punkti **a)** näidisühendeid kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{D} + \text{C}$, **ii)** $\text{E} + \text{C} \rightarrow \text{A}$, **iii)** $\text{F} + \text{C} \rightarrow \text{B}$ ja **iv)** $\text{E} + \text{F} \rightarrow \text{D}$. (2)
- * „Käekott“ ja „masin“ on aineklassidele iseloomulikud tunnused.
- 10 p**
6. Jood-glütserooli lahusega desinfitseeritakse limaskesti. Apteekrile esitati tellimus $50,0 \text{ cm}^3$ preparaadi valmistamiseks. Retseptis oli kirjas, et $1,00 \text{ g}$ glütserooli lahuses ($85,0\%$ glütserooli lahus, 1221 kg/m^3) tuleb lahustada 10 mg joodi ja 20 mg kaaliumjodiidi.
- a) Tuleb valmistada $85,0\%$ glütserooli lahus. Arvutage, mitu cm^3 **i)** puhtast glütserooli (1261 kg/m^3) ja vett (1000 kg/m^3), **ii)** $90,0\%$ glütserooli vesilahust (1235 kg/m^3) ja vett peab võtma lahuse valmistamiseks. (5)
- b) Mitu grammi tuleb lahustada 85% glütserooli lahuses **i)** joodi ja **ii)** kaaliumjodiidi? (3)
- c) **i)** Arvutage joodi (I_2) protsendiline sisaldus ravimis. **ii)** Milline on joodi sisaldus, kui kolm tilka ravimit ($1 \text{ tilk} = 0,03 \text{ cm}^3$) lahustada klaasis vees (250 cm^3)? (3)
- 11 p**

2006/2007 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

10. klass

- a) Milline keemiline side on ainetes **i)** O_2 ; **ii)** H_2O ja **iii)** Na_2O ? (1,5)

b) Määrake lämmastiku ja süsiniku aatomite oksüdatsiooniastmed (o.a.-d) ühendites: CO , N_2O_5 , CH_3CHO , NH_4NO_2 . (1,5)

c) Millised järgmistest alustest $Al(OH)_3$, $NaOH$, $Ca(OH)_2$, $NH_3 \cdot H_2O$, $TiOH$, $Mg(OH)_2$ on **i)** tugevad ja millised **ii)** nõrgad? (3)

d) Kumma katiooni raadius on toodud paaris suurem: **i)** Al^{3+} ja Mg^{2+} , **ii)** Mg^{2+} ja Ca^{2+} , **iii)** Fe^{2+} ja Fe^{3+} ja **iv)** Na^+ ja Ca^{2+} ? (2)

e) Teisendage 546 K Celsiuse skaalasse. (0,5)

f) Mitme protsendiline lahus saadakse, kui segatakse 50 g 25 protsendilist ja 75 grammi 50 protsendilist lahust? (1,5) **10 p**
- Glaubrisool leidub looduses mineraali mirabiliidi $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (tihedus $1,49 \text{ g/cm}^3$) kujul. Haruldasem on veevaba naatriumsulfaat – mineraal tenardiit, mis esineb kuiva kliimaga aladel. Naatriumsulfaadi eripäraks on tema maksimaalne lahustuvus vees $32,4^\circ\text{C}$ juures ($49,8 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$ täpselt 100 g vees). Madalamal ja kõrgemal temperatuuril lahustuvus langeb: $4,5 \text{ g}$ 0°C juures ja $42,3 \text{ g}$ 100°C juures. Õpilane leidis geograafiakabinetist mirabiliidi proovi ruumalaga $20,0 \text{ cm}^3$ ($5,00\%$ lisandeid järgi) ja $7,5 \text{ g}$ tenardiidi ($3,5\%$ lisandeid).

a) Mitu grammi puhast $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ sisaldub leitud mirabiliidi proovis? (1)

b) Mitu grammi puhast Na_2SO_4 sisaldub mõlemates mineraalides kokku? (1,5)

c) Arvutage küllastatud naatriumsulfaadi lahuses Na_2SO_4 protsendiline sisaldus **i)** 0°C , **ii)** $32,4^\circ\text{C}$, **iii)** 100°C juures. (1,5)

d) Mitu grammi vett on vaja küllastatud lahuse valmistamiseks leitud **i)** tenardiidist, **ii)** mirabiliidist $32,4^\circ\text{C}$ juures? (4) **8 p**
- Uuritav proov koosnes binaarsete ühendite **A** ja **B** segust. Nii aine **A** kui **B** sisaldasid metalli **X**, mis esineb klorofüllis, ja mõlema aine reageerimisel lahjendatud väävelhappega tekkis aine **C** ($\%(\text{X}) = 20,2$). Elemendi **X** tõestamiseks lisati väävelhappes lahustatud proovile naatriumvesinikfosfaadi, ammoniaakhüdraadi ja ammoniumkloriidi lahust, mille tulemusena sadenes valge kristalne kaksiksool **D** ($\%(\text{X}) = 17,7$) ja lahusesse jäi Na_2SO_4 . Proovi hüdrolüüsil aine **B** lagunes aineks **E** ja hüdroksiidiks **F**. Saadud aine **E** kogus määrati tiitrimisel kaaliumpermanganaadiga väävelhappe juuresolekul, mille käigus tekkisid sulfaadid ja hapnik.

a) **i)** Leidke arvutustega elemendi **X** sümbol. **ii)** Kirjutage ainete **A-F** valemid ja nimetused. (5)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** **B** hüdrolüüs, **ii)** $1\text{C} + 1\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 1\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$, **iii)** $\text{E} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$. (3)

c) Arvutage aine **B** sisaldus $0,2050 \text{ g}$ proovis, kui aine **E** tiitrimiseks kulus $18,2 \text{ cm}^3$ $0,0200 \text{ M}$ (ehk mol/dm^3) kaaliumpermanganaadi lahust. (3) **11 p**

- Baariumkloriidihüdraadi ja kaaliumkloriidi segu massiga $15,74 \text{ g}$ lahustati vees ja elektrolüüsi kuni soolade täieliku lagunemiseni. Saadud lahusele lisati $52,2 \text{ cm}^3$ väävelhappe lahust ($19,6\%$, $1,15 \text{ g/cm}^3$). Tekkinud lahuse täielikuks neutraliseerimiseks kulus $45,7 \text{ cm}^3$ $1,75 \text{ M}$ naatriumhüdroksiidi lahust.

a) Millised gaasid ja millistel elektroodidel tekivad antud lahuse elektrolüüsil?(1)

b) Kirjutage mõlema soola elektrolüüsi üldvõrrandid. (2)

c) Arvutage **i)** elektrolüüsi saadustega reageerinud väävelhappe hulk (mol) ja **ii)** soolade massiprotsendid segus. (5) **8 p**
- Kooliõpetaja otsustas näidata õpilastele katset redoksreaktsioonide teemal, kasutades oksüdeerijat **A** ja suhkrut (katalüsaatoriks oli väävelhape). Tunniks ette valmistudes leidis õpetaja, et oksüdeerija **A** laguneb kontsenteeritud väävelhappe toimel binaarseks soolaks **B** ($\%(\text{halogeen}) = 47,55$) ja gaasiks **C**, mis osaleb hingamises. 500°C juures laguneb aine **A** aga aineks **B** ja soolaks **D** (halogeeni o.a. = VII), mis samal temperatuuril võib laguneda edasi aineks **B** ja gaasiks **C**. Sulatatud sool **A** oksüdeerib isegi lihtaine **E** gaasiks **F**, mis eraldub hingamisel, ja lihtaine **G** gaasiks **H**, mis võib eralduda vulkaanipurske ajal. Binaarsetes saadustes (**F** ja **H**) on elementide **E** ja **G** o.a. IV.

a) Kirjutage ainete **A-H** valemid, **A** triviaalnimetus ja **B**, **C**, **E-H** nimetused. (4)

b) Kirjutage soola **A** lagunemisreaktsioonid: **i)** $\text{A} \xrightarrow{\text{konts. H}_2\text{SO}_4} \dots$, **ii)** $\text{A} \xrightarrow{500^\circ\text{C}} \text{D} + \dots$ ja **iii)** $\text{D} \xrightarrow{500^\circ\text{C}} \dots$. (3)

c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid lihtainetega **i)** $\text{A} + \text{E} \rightarrow$ ja **ii)** $\text{A} + \text{G} \rightarrow$ ning **iii)** suhkru ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) põlemisreaktsiooni ja **iv)** **A** toimel suhkru oküdeerumise võrrandid. (4) **11 p**
- Vääriskivid smaragd, akvamariin ning heliodoor on mineraali **A** esindajad, mille värvused erinevad lisandmetallide tõttu. Selle mineraali lihvitud kristalle on kasutatud antiikajal prillide läätsedena ja tema koostises esinevad hapnik, alumiinium, IIA rühma metall **B** ja mittemetall **C**, mis on klaasi üks põhilisi koostiselemente. **B** reageerib veeauruga vaid kõrgel temperatuuril, mille tagajärjel eraldub kerge gaas **D** ning tekib aine **E**, mille molaarmass on $2,775$ korda suurem **B** molaarmassist. Nii **B** kui **C** reageerivad tugeva oksüdeerija gaasilise lihtainega **F**; esimesel juhul tekib sool **G**, teisel – värvusetu binaarne gaas **H** (suhteline tihedus N_2 suhtes on $3,71$). **G** reaktsioonil väävelhappega tekib sool **I** ja eraldub mürgine aine **J**. **H** ning **J** annavad reageerides 9-aatomilise tugeva happe **K**, mis sisaldab elementi **C** ($19,49\%$). Elemendil **C** on ühendes **H** ja **K** maksimaalne võimalik oksüdatsiooniaste.

a) **i)** Tuvastage arvutustega metall **B**. **ii)** Kirjutage ainete **C-K** valemid. (6)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{B} + \text{H}_2\text{O} = \text{D} + \text{E}$, **ii)** $\text{B} + \text{F} = \text{G}$, **iii)** $\text{C} + \text{F} = \text{H}$, **iv)** $\text{G} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I} + \text{J}$ ja **iv)** $\text{H} + \text{J} = \text{K}$. (2,5)

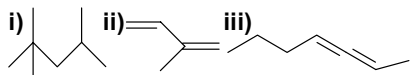
c) Leidke mineraali **A** ($\text{B}_3\text{Al}_2\text{C}_x\text{O}_{18}$) valemis puuduolev indeks, kui igal elemendil on talle kõige iseloomulikum oksüdatsiooniaste. (1)

d) Suurim akvamariin, mis leiti Brasiilias 1910. a, kaalus 110 kg . Oletades, et 2% **Al** aatomitest mineraalis **A** ($\text{B}_3\text{Al}_2\text{C}_x\text{O}_{18}$) on asendunud **Fe** aatomitega, arvutage, mitu **kg** raud(II)sulfiidi oleks võimalik saada 110 kilogrammis akvamariinis sisalduvast rauast. $M(\text{A}) = 538 \text{ g/mol}$. (2,5) **12 p**

2006/2007 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

11. klass

1. a) Joonistage võimalikud süsinikuaatomi valentsolekud orgaanilistes molekulides. (1,5)



- b) Andke ühenditele nimetused: (1,5)
 c) Joonistage kõikide võimalike produktide tasapinnalised struktuurvalemid, mis tekivad reaktsioonil: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{OH} + \text{konts. HCl} \rightarrow$. (1,5)
 d) Milline ühend tekib: **i)** propaani (1 mol) reaktsioonil klooriga (1 mol), **ii)** propeeni reaktsioonil kooriga, **iii)** NaOCH_3 reaktsioonil $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Br}$. (1,5) **6 p**

2. Metall **X** ja mitmet metall **Y** elasid õnnelikult koos binaarses ühendis **A**. Kuid nende õnnelikule elule tuli lõpp, kui **A** puhuti tuulega lahjendatud väävelhappe lahusesse. Metall **X** moodustas lahustuva ioonse ühendi **B** ja mitmet metall **Y** lendus gaasina **C**. Uued naabrid **Y**-le ei meeldinud ja ta oksüdeerus naabruses olevas ahjus õhu hapniku juuresolekul. Jahtudes pääses **Y** sealt välja tahke lihtainena. Metall **X** seikles samal ajal. Väävelhappelisele **B** lahusele tuli külla KMnO_4 oksüdeerides **B** ühendiks **D** ja **X**-i oksüdatsiooniate (o.a.) kasvas ühe võrra. Külla kutsuti KSCN , millega **D** moodustas veripunase aine **E**. Metall **X** otsustas, et soovib sõbraga taas kohtuda ja kaebas muret naaberpurgis olevale naatriumhüdrosiidile. Leides sobiva tuulesuuna oli NaOH varsti lahuses ja reageeris ühendiga **E**, mille tulemusel tekkis pruun sade **F**. Kui noor keemik pillas kolvi maha, siis **X** pääses õelast lahusest. **F**-i koostises hüppas **X** ahju, kus **F** lagunes kaheks oksiidiks. Olles nüüd oksiidi **G** koostises kohtas metall **X** ahjus vana tuttavat CO -d ja palus redutseerida ühendi **G** metallini. Lõpuks nägi ta ahjuservas mitmet metalli **Y**, millega ta moodustas kuumadel kividel rõõmsalt ühendi **A**. Ja edaspidi hoidsid vanad sõbrad hapetest kaugemale!

- a) Kirjutage lihtainete **X** ja **Y** ning ühendite **A-G** valemid ja nimetused. (4,5)

- b) Kirjutage reaktsioonide võrrandid: **i)** $\text{A} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{B} + \text{C}$, **ii)** $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{Y} + \dots$, **iii)** $\text{B} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{D} + \dots + \dots + \dots$, **iv)** $\text{D} + \text{KSCN} \rightarrow \text{E} + \dots$, **v)** $\text{E} + \text{NaOH} \rightarrow \text{F} + \dots$, **vi)** $\text{F} \xrightarrow{t} \text{G} + \dots$; **vii)** $\text{G} + \text{CO} \rightarrow \text{X} + \dots$ ja **viii)** $\text{X} + \text{Y} \xrightarrow{t} \text{A}$. (6,5) **11 p**

3. Gaasi **X** saamiseks kasutatakse laboris põhiliselt kahte meetodit. Esimene seisneb ainete **A** või **B** hüdrolüüsis, mille käigus moodustuvad gaasile **X** lisaks vastavalt ühendid **C** või **D**. Ühend **A** on kolmeaatomiline metalli **Y** ühend süsinikuga (%(C) = 40). Ühend **B** on seitsmeaatomiline metalli **Z** ühend süsinikuga (%(C) = 25). **A** ja **B** on kristallilised ained, mis sisaldavad metalli ja süsiniku aatomeid (C o.a. = -IV). Gaasi **X** saamisel teisel meetodil reageerib kaheksa-aatomilise naatriumiühendi **E** ($M_r = 82,0$) NaOH -ga ning moodustuvad gaas **X** ja sooda.

- a) i) Leidke arvutuste teel metallid **Y** ja **Z**, kirjutage nende nimetused. ii) Kirjutage ainete **X**, **A-E** valemid ja nimetused. (5)

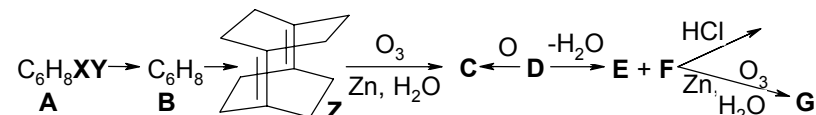
- b) Kirjutage reaktsioonide võrrandid: **i)** $\text{A} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{X} + \text{C}$, **ii)** $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{X} + \text{D}$ ja **iii)** $\text{E} + \text{NaOH} \rightarrow \text{X} + \text{soda}$. (3) **8 p**

4. Hapniku sisaldust vees määratakse jodomeetriliselt Winkleri meetodiga. Veeproovile lisatakse Mn^{2+} , mis oksüdeeritakse lahustunud hapniku toimel leelises lahuses $\text{MnO}(\text{OH})_2$ -ks. Saadud ühend annab happelises lahuses Mn^{2+} ionide liias Mn^{3+} . Seejärel lisatakse jodiidione, mis oksüdeeruvad Mn^{3+} ionide abil joodiks. Tekkinud jood tiitritakse tiosulfaadiga, mille tagajärjel tekivad peroksodisulfaatioonid (S o.a. = 2,5). Üliõpilane võttis Emajöest 150 cm^3 proovi. Winkleri meetodil kulus tiitrimiseks $12,10 \text{ cm}^3$ tiosulfaadi lahust. Standardiseerimiseks tiitriti eelnevalt $10,00 \text{ cm}^3$ naatriumtiosulfaadi hapestatud lahust $11,20 \text{ cm}^3$ KJO_3 ($380,2 \text{ mg/l}$) lahusega, mille käigus tekivad I^- ja $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ioonid.

- a) Kirjutage reaktsioonide ioonvõrrandid: **i)** $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}(\text{OH})_2$, **ii)** $\text{MnO}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mn}^{3+}$, **iii)** $\text{Mn}^{3+} \rightarrow \text{I}_2$, **iv)** $\text{I}_2 + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow$, **v)** $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ standardiseerimine. (5)

- b) Arvutage **i)** $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ lahuse molaarne kontsentratsioon (mmol/dm^3) ja **ii)** Emajõe vees lahustunud hapniku kontsentratsioon (mg/dm^3). (6) **11 p**

5. Ühendi **A** (%(**X**) = 18, %(**Y**) = 41), mis sisaldab kahte ühesuurust tsüklit, elektrokeemilisel redutseerimisel saadakse ühend **B**, milles tsüklite vahel on kaksikside. Ühendil **B** on ainulaadne omadus kondenseeruda toatemperatuuril ühendiks **Z**. **Z**-i osonolüüsil saadakse ühend **C**, mis tekib ka **D** oksüdeerimisel. **D** dehüdraatimisel saadakse kaks isomeeri **E** ja **F**. **F**-i osonolüüsil tekib üks, aga **E** osonolüüsil kaks erinevat orgaanilist ühendit.



- a) i) Tuvastage arvutustega **X** ja **Y**. ii) Kirjutage ainete **A-G** tasapinnalised struktuurvalemid ja ainete **D-F** nimetused. (9)

- b) Kirjutage **F**-i ja HCl reaktsioonil tekkivate asendiisomeeride tasapinnalised struktuurvalemid ja nimetused. (2) **11 p**

6. Tiitrimiskõver on pH ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$) sõltuvus lisatud leelise ruumalast. 10 cm^3 soolhappe tiitrimisel $0,1024 \text{ M}$ NaOH lahusega saadi järgmised tulemused:

$V(\text{NaOH}) / \text{cm}^3$	(i) ...	3,00	7,00	9,50	11,00	11,50	12,00	12,20
pH	0,9024	1,14	1,50	(ii) ...	2,22	2,46	2,98	3,91
$V(\text{NaOH}) / \text{cm}^3$	12,23	12,30	12,50	(iii) ...	13,50	15,00	17,00	20,00
pH	7,00	10,53	11,09	11,54	11,74	12,06	(iv) ...	12,42

- a) i) Arvutage happe molaarne kontsentratsioon. ii) Arvutage $[\text{OH}^-]$, kui $\text{pH} = 7$ ja $K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-14}$. iii) Leidke tabelisse väärtused (i)-(iv). (8,5)

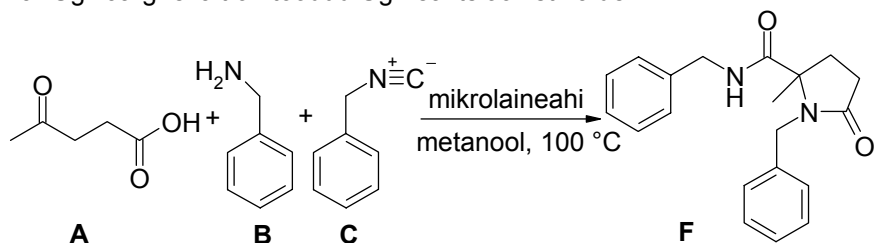
- b) i) Joonistage tiitrimiskõver (mõõtkava: 1 pH ühik - 1 cm, 2 cm^3 - 1 cm). ii) Tähistage joonisel piirkond(punkt), kus keskkond on happeline, aluseline, neutraalne. (4,5)

2006/2007 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

12. klass

- Kuidas nimetatakse aineid, mis sisaldavad i) karboksüülrühma ja aminorühma, ii) aminorühma ketorühmaga sama süsiniku küljes? (1)
 - Millised gaasid eralduvad KOH vesilahuse elektrolüüsil katoodil ja anoodil? Esitage võrrandid. (2)
 - Millise ruumala (n.t.) võtaks enda alla 1,0 dm³ vedelat lämmastikku (0,81 g/cm³), kui see muutuks gaasiliseks? (1,5)
 - 100 kg tooraine niiskusesisaldus kasvas 99,00 protsendilt 99,75 protsendini. Kui palju kaalus tooraine pärast seda? (1)
 - Andke ühendile CH₃CH=CHCHClCH₂OH nimetus ja joonistage kõik võimalikud stereoisomeerid (4 tükki). (2,5) 8 p

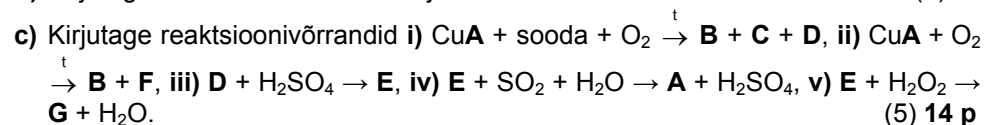
- Üheks efektiivseks meetodiks bioaktiivsete ainete sünteesis on multikomponentsed reaktsioonid, mille avastaja on Saaremaal 1935 a. sündinud Ivar Ugi. Järgnevalt on toodud Ugi reaktsioonist näide:



Esimeses etapis reageerib ühend B ühendi A karbonüülrühmaga. Tekib vesi ja produkt D, mille karboksüülrühm ja iminorühm (>N-R) annavad reaktsioonil ühendiga C ühendi E. Viimane sisaldab kuuelülilist tsükli, mille üks aatomitest on hapnik. Ühendist E moodustub ümbergrupeeringu tulemusel ühend F (katkeb C-O side, tekib C-N side ja kuuelüliline tsükkel muutub viielüliliseks).

- Kirjutage ühendite A ja B nimetused. (2)
 - Milline ühendi A süsinikest, kas karbonüülne või karboksüülne, on karbonüülseks süsinikuks ühendi F viielülilises tsükliis? (1)
 - Joonistage ühendite D ja E tasapinnalised struktuurvalemid. (4) 7 p
- HIV-i nakatumine on sagedasem Aafrika piirkondades, kus pinnases on madal elemendi A tase. Mittemetall A on tähtis mõnede ensüümide toimimisel. A-d saadakse vase tootmisjäätikest, milles sisaldub CuA. CuA põletamisel hapniku liias koos soodaga moodustub must oksiid B, gaas C (soodustab kasvahoone efekti) ja ühend D, mis on kaheprootonilise oksihappe E sool. Soolas D on tsentraalaatomiks A ja tema oksüdatsiooniaste (o.a) on IV. Elemendi A sisaldus happes E on massi järgi 5,8 % võrra suurem kui CuA-s. CuA põletamisel ilma soodata moodustub oksiid B ja binaarne aine F, mis on happete E vastav oksiid. Hape E tekib soola D töötlemisel H₂SO₄ lahusega. SO₂ läbijuhtimisel E lahusest sadeneb punase pulbrina puhas lihtaine A. Hape E oksüdeerimisel 30% H₂O₂ lahusega tekib tugev kaheprootoniline hape G (A o.a. = VI).
 - Joonistage hape E tasapinnaline struktuurvalem ja ii) leidke arvutuste teel element A. (3)

- Kirjutage ühendite B–G valemid ja nimetused. (6)



- Harry Potter pidi uue aasta auks Sigatüüka lossi suure saali kaunistama “kuld-vihmaga”. Tulles õhtul vangikoobastesse võttis Harry õpilaste laokapist esimese rühma metalli A binaarse soola G (%(A) = 23,5). A värvib põleti leegi violetseks. Teiseks võttis ta metalli C orgaanilist soola H, mis saadi metalli C oksiidi I (%(C) = 92,83) reaktsioonil happe J lahusega (i). Hapet J kasutatakse Sigatüüka köögis. Segades soolade G ja H lahuseid sai noor maag kolvis „kuldvihma“ K (ii). Samal ajal ilmus ruumi Malfoy, kes haaras Harrylt kuldse värvusega lahuse ja pistis jooksu. Ta viskas tagaajavale Potterile jalge alla musta ainega L täidetud plastikkuule, mis kukkudes kivipõrandale tegid kõva pauku. Kuulidest eraldus kaheaatomiline gaas D₂ (tihedus õhu suhtes 0,97) ja aine B₂ violetsed aurud (iii) B₂ lahust müüakse ka apteegis. Laborisse ilmunud Hermione mõistis juhtunut kohe ja haaras Malfoylt kolvi. Ta vehkis võlukepiga, millest väljus kergeltlennuva binaarse vedeliku M juga, tekitades õhku kunstliku udu. Üks osa sellest hüdrolyüs keldri niiskes ruumis moodustades metalli E tahke oksiidi N (%(E) = 59,95) ja kaheaatomilise happe O (iv). Teisele osale suitsust suunas Harry oma võlukepist gaasi P joa, mis on tüüpiline A ja vee reaktsiooni saadus (v). Selle tulemusel moodustus O ja neljaaatomiline violetne aine F (%(E) = 31) (vi). Ühendid M ja F omavad samasugust kvalitatiivset koostist, kuid erinevad E o.a. poolest.

- Leidke võimalusel arvutustega ainete A, B₂, C, D₂, E ning F-P valemid ja kirjutage nende nimetused. (7)

- Kirjutage reaktsioonivõrrandid i)–vi). (6) 13 p

- Parkinsoni haigus on neuromotoorne häire, mida seostatakse dopamiini (DA) vähesusega aju mustaines. DA (4-(2-aminoetüül)benseen-1,2-diool) lähteaineks on aminohape türosiin (Y), millest DA tekib inimorganismis kaheetapilise ensüümkatalüüsitud sünteesiraja kaudu. Esimest etappi katalüüsib ensüüm türosiini hüdroksülaas ja teist katalüüsib DOPA dekarboksülaas.

- Kirjutage skeem: $\text{Y} \xrightarrow{\text{türosiin hüdroksülaas}} \text{L} - \text{DOPA} \xrightarrow{\text{DOPA dekarboksülaas}} \text{DA}$ vastavate struktuurvalemitega ning andke Y ja L-DOPA süstemaatilised nimetused. (5)

- Joonistage kõigi kiraalset tsentrit omavate ainete S-isomeeri stereovalem. (3) 8 p

- Ammooniumvesiniksulfiid on ebapüsiv ühend ja laguneb mõõdukal kuumutamisel: $\text{NH}_4\text{HS}(t) \leftrightarrow \text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{S}(g)$. NH₄HS(t), NH₃(g) ja H₂S(g) tekkeentalpiad on vastavalt: -157,0, -45,9 ja -20,4 kJ/mol.

- Kas tasakaalulises segus NH₄HS osakaal väheneb i) üldrõhu tõstmisel, ii) NH₃ lisamisel? (2)

- i) Leidke reaktsiooni entalpia. ii) Kuidas on võimalik temperatuuri muutes NH₄HS lagunemist tagasi tõrjuda? (2)

- 50,0 g NH₄HS kuumutati (eelnevalt vakumeeritud) suletud 15 l nõus aeglaselt 40 °C-ni. Arvutage nõus tekkinud tasakaalu jaoks i) gaasi üldrõhk ja ii) mittelagunenud tahke soola mass. $K_p = p(\text{NH}_3) \cdot p(\text{H}_2\text{S}) = 6,2 \cdot 10^9 \text{ Pa}^2$
 $pV = nRT$ (R = 8,314 J/(mol·K)) (6) 10 p