

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**