

2000/2001 õa keemiaolümpiaadi lõppvoor ülesanded

10. klass

1. 380,0 g 18,5% K_2SO_4 (174 g/mol) lahusele lisati ekvivalentne (reaktsiooniks vajaminev) kogus tahket $Ba(NO_3)_2$. Suspensiooni segati, soojendati ja filtreeriti 60 °C juures. Filtraat jahutati 10 °C-ni ja jäeti sellel temperatuuril välja kristalluma.

KNO_3 (101 g/mol) lahustuvus täpselt 100 g vees on 10 °C ja 100 °C juures vastavalt 20,9 g ja 246 g. Arvutustel eeldada, et kõik protsessid toimuvad kvantitatiivselt.

- a) i) Kirjutada toimuva reaktsiooni võrrand. ii) Miks filtreeriti 60 °C juures? (1,5)
b) i) Millist ainet ja ii) mitu grammi eraldati filtreerimisel? (2)
c) Mitu grammi ainet oli lahuses i) enne ja ii) pärast väljakristalliseerumist? (3)
d) i) Mitu grammi ainet kristalliseerus välja ja ii) kui suur oli lahuse mass enne väljakristalliseerumist? (1,5) **8 p**

2. Kolmes ühesuguses katseklaasis oli võrdne ruumala (1,00 cm³) vedelikke: **A** (1,00 g/cm³; 0,0556 mol), **B** (0,0240 mol) ja **C** (0,0672 mol). Vedelikud **A** ja **B** on värvusetud, vedelik **C** – hõbevalge. Vedelikud **A** ja **C** ei reageeri omavahel ning vedelik **A** jääb vedeliku **C** pinnale. Ka vedelikud **B** ja **C** ei segune ega reageeri (märgatavalt) omavahel. Vedelik **B** jääb vedeliku **C** pinnale. Vedelikud **A** ja **B** reageerivad omavahel tormiliselt, moodustades aine **D** 80,5% lahuse. Kõigi kolme vedeliku üheaegsel kokkuvalamisel toimub tormiline reaktsioon, mille lõppedes vedeliku **A** ruumala võrdub tema esialgse ruumalaga, vedeliku **C** ruumala moodustab 64,3% tema esialgsest ruumalast. Reaktsioonil moodustuvad võrdsed hulgad soola **E** ja gaasi **F**, mis kokku annavad vedeliku **B** esialgse hulga. Sool **E** on mittelahustuv. Vedelikul **B** ning gaasil **F** on ühesugune kvalitatiivne koostis, kuid gaasis **F** on ühe elemendi oksüdatsiooniastme väärtus kahe võrra väiksem.

Lahendamisel eeldada, et reaktsioonid toimuvad kvantitatiivselt ja kadudeta.

- a) Kirjutada eraldi välja ainete **A**, **B**, **C**, **D**, **E** ja **F** valemid ja anda nende ainete nimetused. (3)
b) i) Kirjutada reaktsioonivõrrand $A + B \rightarrow$. ii) Leida aine **D** protsendiline sisaldus moodustunud lahuses. (3)
c) i) Leida aine **C** ärareageerinud hulk. ii) Kirjutada aine **C** reageerimisega seotud reaktsioonide võrrandid. (3)
d) Näidata arvutustega, et aine **A** hulk enne ja pärast reaktsiooni jääb samaks. (1,5)
e) Põhjendada: i) miks ainete **A**, **B** ja **C** kokkuvalamisel reaktsioon toimub ja ii) miks kahest võimalikust soolast moodustus sool **E**. (1,5) **12 p**

3. 1960. aastal avastati ja kirjeldati Poolas uut helekollast mineraali. See mineraal koosneb täielikult ionidest. Üks ionidest esineb kujul, millisena ta eksisteerib vesilahuses. Ta on binaarne nelja-aatomiline ühelaenguline kation. Igal elemendil selles mineraalis on ainult üks oksüdatsiooniaste, mis on sellele elemendile tüüpiline. Mineraali elementanalüüsi andmed on järgmised: 34,85% Fe, 13,34% S, 1,89% H ja 49,92% O.

- a) Leida mineraali empiiriline valem. (3)
b) Leida raua oksüdatsiooniaste. (2)
c) Anda mineraali ionivalem kooskõlas ülesannete tingimustega. (3)

d) Kuidas nimetatakse binaarset nelja-aatomilist ühelaengulist katiooni? (2) 10 p

4. Keemiline element **X** on erakordselt suure aktiivsusega oksüdeerija. Väga paljud reaktsioonid selle elemendi osavõtul toimuvad leegi või plahvatusena. Kokkupuutel paljude metallide ja mittemetallidega algab reaktsioon juba toatemperatuuril. Selle elemendi atmosfääris põlevad sellised stabiilsed ained nagu veeaur ja klaasvatt (põlevaks komponendiks on SiO_2). Mõlemal juhul moodustub lihtaine **Y**. Klaasvati põlemisel tekib veel lihtaine **A**, veeauru põlemisel lihtaine **B**. Lihtained **A** ja **B** moodustuvad ka vastavate lihtainete ühinemisel. $3\text{A} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ortoränihape} + 2\text{C}$. Ühend **C** on kaheprootoniline hape, mis laguneb lihtaineteks **A** ja **B**. Elemendi **X** sisaldus apatiidis $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}]$ on 3,77%.

a) Identifitseerida element **X** arvutuse teel. (2)

b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $\text{X} + \text{H}_2\text{O}$, ii) $\text{X} + \text{SiO}_2$, iii) $\text{X} + \text{lihtaine} \rightarrow \text{A}$, iv) $\text{X} + \text{lihtaine} \rightarrow \text{B}$, v) $3\text{A} \rightarrow \text{C}$, vi) $\text{C} \rightarrow \text{A} + \text{B}$. (6)

c) Kirjutada eraldi välja lihtainete **X** ja **Y** ning ainete **A**, **B** ja **C** valemid ja nimetused. (2) 10 p

5. Kolme värvitu gaasi koguruumala oli normaaltingimustel 1000 cm^3 . Pärast elektrisädemega süütamist tekkis kahe värvitu saadusgaasi segu, mille koguruumala oli samadel tingimustel lähtegaaside koguruumalast 100 cm^3 võrra väiksem. Sõltuvalt lähteseguse olevate gaaside ruumalade suhtest moodustus lõppsegu, mille molaarmass oli kas $40,4 \text{ g/mol}$ või $41,4 \text{ g/mol}$. Saadusgaaside juhtimisel läbi NaOH vesilahuse liia (moodustub ainult üks aine) suurenes lahuse mass $1,375$ grammi võrra.

a) Põhjendada, miks ülesande tingimustega sobib ainult kolm konkreetset gaasi ja identifitseerida need gaasid. (4)

b) Kirjutada gaasisegu i) põlemise ja ii) absorbeerumise reaktsiooni võrrand. (1)

c) Arvutada iga gaasi ruumala: i) lähteseguse ja ii) lõppsegu. (4)

d) Arvutada mõlema lõppsegu molaarmass ja näidata, millisele lähtesegule see vastab. (2) 11 p

6. Tahke aine **A** reageerimisel soolhappega eraldub iseloomuliku vastiku lõhnaga gaas **B**, mis põleb õhu käes, moodustades iseloomuliku terava lõhnaga gaasi **C**. Gaasid **B** ja **C** lahustuvad suhteliselt hästi vees ning nende vesilahuste kokkuvalamisel eraldub lahusest aine **D** sade. Gaaside **B** ja **C** omavaheline reaktsioon on eksotermiline, mistõttu reaktsiooni lõppedes on moodustunud saadusained vastavalt vedelas ja gaasifaasis. Jahtumisel (olenevalt tingimustest) võivad moodustuda tahked ained **E** või **F**. Ained **D**, **E** ja **F** reageerivad kuumutamisel nii vesiniku, hapniku, süsiniku kui ka kõikide metallidega (peale kulla ja plaatina). Ained **D**, **E** ja **F** reageerides metalli **G** pulbriga moodustavad aine **A**. Metallil **G** on ühendites oksüdatsiooniaste II ja III ning $2,00 \text{ g}$ metalli **G** pulbri reageerimisel lahjendatud soolhappega inertses atmosfääris eraldub 803 cm^3 vesinikku.

a) Identifitseerida (nimetus ja valem) ained **D**, **E** ja **F**. (1,5)

b) i) Kirjutada reaktsioonivõrrand $\text{G} + \text{HCl} \rightarrow$, ii) Arvutada metalli **G** molaarmass. (4)

c) Kirjutada reaktsioonivõrrandid ja anda ainete nimetused: i) $\text{A} \rightarrow \text{B}$, ii) $\text{B} \rightarrow \text{C}$, iii) $\text{B} + \text{C} \xrightarrow{\text{vesilahuses}}$, iv) $\text{B} + \text{C} \xrightarrow{\text{gaasifaasis}}$, v) $\text{D} + \text{H}_2 \rightarrow$, vi) $\text{D} + \text{O}_2 \rightarrow$, vii) $\text{D} + \text{süsinik} \rightarrow$. (3,5) 9 p