

2017/2018. õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

9. klass

1. a) Milliste loetelus toodud ainete lisamisel vette tekib **i)** happeline, ja milliste lisamisel **ii)** aluseline keskkond?  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Kui märgite aine, mille puhul keskkond jääb neutraalseks, kaotate punkte. (2)
- b) Joonistage järgnevate ainete struktuurivalemid:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{NH}_3$ . (3)
- c) Kui suur ruumala ( $\text{cm}^3$ ) järgnevaid lihtaineid kuluks Maa ja Kuu vahelise (keskmise distants 384400 km) keti moodustamiseks, milles aatomid paiknevad ühekaupa üksteise kõrval sirges reas? **i)** Vask (tihedus  $8,96 \text{ g/cm}^3$  ja aatomiraadius  $1,28 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ), **ii)** vesinik (normaalingimustel, aatomiraadius  $5,30 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ ). (4) **11 p**

2. a) Eraldi katseklaasides on vette lisatud  $\text{BaO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{SO}_3$ , ning  $\text{CuSO}_4$ . Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonide võrrandid, mis toimuvad saadud katseklaasi sisude paarikaupa kokkuvalamisel. Kui kirjutate mittetoimiva reaktsiooni võrrandi, kaotate punkte. (5)
- b) Eraldi katseklaasides (**A–C**) on  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CuSO}_4$  ja  $\text{BaCl}_2$  vesilahused. Katseklaasis **A** on sinine lahus, mille valamisel katseklaasi **B** tekib valge sade. Katseklaasis **C** olev lahus ei reageeri teiste lahustega. Millises katseklaasis on milline lahus? (2)
- c) Eraldi katseklaasides lahustati kolm soola, milles esinevad järgnevad ioonid:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Iga ioon esineb vaid ühes katseklaasis ja kõik soolad lahustuvad täielikult. Kirjutage soolade valemid. (3) **10 p**

3. Silveril on hõbesõrmus prooviga 830. Sõrmuse pinnale oli tekkinud aja jooksul musta värvi ühendi **A<sub>2</sub>B** kiht. Ta otsustas eemaldada kihi elektrokeemilisel teel. Selleks valmistab ta keedusoola lahuse, kuhu pani tüki fooliumit (**C**) ja asetab sellele oma sõrmuse. Reaktsioonis eraldus ka ühendit **H<sub>2</sub>B**, mis on värvitu mädamura lõhnaga gaas.

- a) Kirjutage keemiliste elementide **A**, **B** ja **C** tähised. (3)
- b) **i)** Milline element oli redoksreaktsioonis oksüdeerijaks ning milline redutseerijaks? **ii)** Kirjutage poolreaktsioonide võrrandid, kus näitate ära elektronide liikumise. (4)

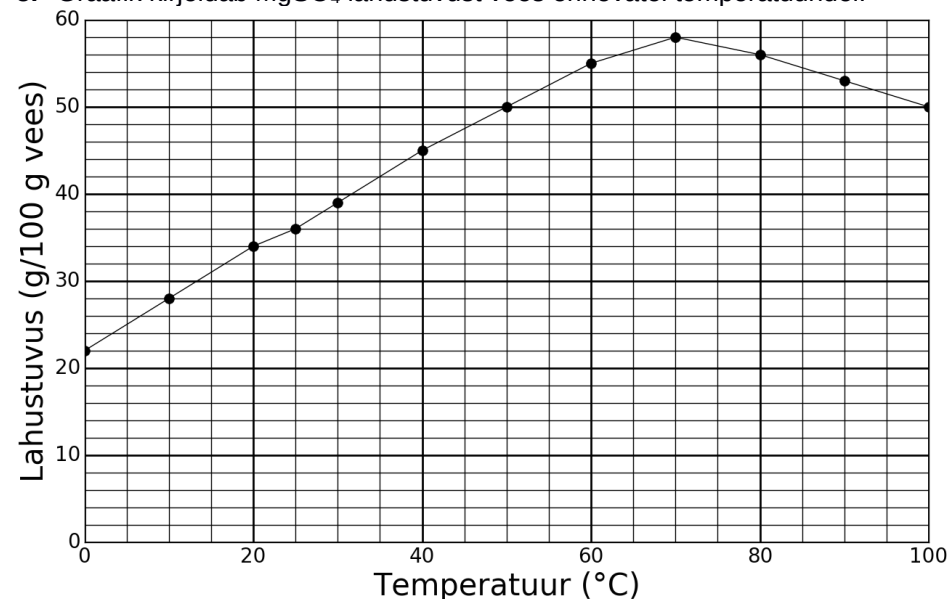
Proovi number ehk promill (‰) näitab, mitu osa tuhandest on ehtes hõbedat. Hõbeda sisalduse väljendamiseks kasutatakse ka suurust karaat (ct), mis näitab mitu osa 24-st on ehtes hõbedat.

- c) Mitu karaati on Silveri sõrmus? (2) **9 p**

4. Juhan oli pidevalt hädas veekeetjasse tekkiva katlakiviga. Keemiatunnis oli ta kuulnud, et koduste vahenditega on võimalik katlakivi kannust eemaldada. Kõõgist leidis ta järgmised tooted: lauaäädikas, söögisooda, sidrunhape, laimimahli, suhkur, keedusool ning Coca-Cola. Eeldage, et katlakivi moodustavad vaid karbonaadid.

- a) Millised loetletud toodetest aitaksid Juhanil keedukannu katlakivist puhastada? (2)
- b) Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid, mis kirjeldavad: **i)** mööduva kareduse eemaldamist keetmisel; **ii)** katlakivi eemaldamist poes müüdava katlakivieemaldajaga, mis sisaldab fosforhapet (reaktsioonil tekivad divesinikfosfaadid). (3)
- 1000 liitri kraanivee keetmisel tekkis 27,68 grammi katlakivi, millest 22% moodustas magneesiumkarbonaat.
- c) Arvutage, mitu grammi katlakivieemaldusvahendit (6,3% fosforhape) kulub katlakivi lahustamiseks. (5)
- d) Arvutage selle kraanivee üldkaredus ( $\text{mmol/dm}^3$ ), teades, et keetmisel sadenevad vaid pooled karedust põhjustavatest ionidest. (2) **12 p**

5. Graafik kirjeldab  $\text{MgSO}_4$  lahustuvust vees erinevatel temperatuuridel.



- a) Laborant lisas  $500 \text{ cm}^3$  veele  $200 \text{ g}$   $\text{MgSO}_4$ . Arvutage, mitu grammi soola jäi lahustumata, kui lõpplahuse temperatuur on  $25 \text{ °C}$ . (1,5)
- b)  $\text{MgSO}_4$  lahustumine on eksotermiline protsess ( $-90,9 \text{ kJ/mol}$ ). Arvutage, kui palju soojust vabaneb  $200 \text{ g}$   $\text{MgSO}_4$  täielikul lahustumisel vees. (2)
- c) Arvutage, kui palju tõuseks punktis **a)** kirjeldatud lahuse temperatuur, kui sool lahustuks täielikult ja soojuskadusid ei esineks. Võtke soolalahuse erisoojusmahtuvuse väärtuseks  $4,0 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ . (2)
- d) Kas eelmises punktis arvatud temperatuuritõusu arvestades lahustub kogu magneesiumsulfaat? (2,5) **8 p**

**NB! 6. ülesanne on lehekülje teisel poolel.**

6. ülesanne on eelmistest mahukam, kuid kogu ülesande lahendamiseks vajalik info on ülesande tekstis olemas. 6. ülesande tulemust **ei võeta** arvesse piirkondliku paremusjärjestuse moodustamisel, aga arvestatakse lõppvooru kutsumisel.

**6. Osa I.** Raud on tööstuslikult enim toodetav metall. Kahjuks selle tootmine on väga energiamahukas protsess, mille käigus paisatakse atmosfääri suurel hulgal süsihappegaasi. Klassikaliselt toodetakse rauda mineraalseid raudoksiide sisaldava maagi töötlemisel kivisöega (1).

a) Kirjutage kõigi võimalike raua kaksikoksiidide summaarsed valemid, kus raud esineb nii oksüdatsiooniastmes II kui ka III (nn raud(II, III)oksiidid), ning milles raua aatomeid on *vähem kui kuus*. (2)

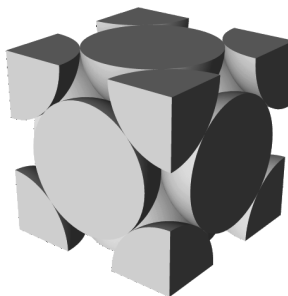
b) Kõrgema oksüdatsiooniastmega raudoksiidid on ebastabiilsed. Siiski on suudetud sünteesida soolaid, kus raua oksüdatsiooniaste on kõrgem kui III:  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{FeO}_4$ ,  $\text{Na}_4\text{FeO}_4$ . Need soolad lagunevad vees raud(III)hüdrosiidiks, naatriumhüdrosiidiks ning üheks lihtaineks. Kirjutage ja tasakaalustage vastavate soolade lagunemisreaktsioonide võrrandid. (3)

Üha enam kasutatakse rauatootmises raudoksiidide asemel raud(II)karbonaati ja kivisütt (2). Muutmaks raua tootmist keskkonnasäästlikumaks, asendatakse reaktsioonis 2 kivisüsi vesinikuga (3). Sel juhul redutseerub ka reaktsioonil 3 tekkiv süsihappegaas vesiniku toimel ja katalüsaatori juuresolekul  $\text{C}_4\text{H}_8$ -ks (4). Reaktsiooniks vajalikku vesinikku toodetakse maagaasi katalüütilisel konversioonil veeauruga (5) ja vee ning vingugaasi (CO) vahelisel reaktsioonil (6). Reaktsioonis 5 tekib lisaks vingugaas ja reaktsioonis 6 süsihappegaas.

c) Kirjutage ja tasakaalustage reaktsioonivõrrandid 1–6. Eeldage, et reaktsioonides kasutatav raudoksiid, on vaid raud(III)oksiid, maagaas koosneb ainult metaanist ning kivisüsi on puhas süsinik. (3)

d) Arvutage, mitu korda rohkem  $\text{CO}_2$ -te eraldub reaktsioonil 2, võrreldes keskkonnasäästlikuma protsessiga, mida kirjeldavad võrrandid 3–6. (1)

**Osa II.** Rauasulamite koostis sõltub lisandite lahustuvusest  $\gamma$ -rauas kõrgetel temperatuuridel.  $\gamma$ -raua kristallvõre on tahktsentreeritud kuubilise struktuuriga. Joonisel on toodud  $\gamma$ -raua ühikrakk. Ühikrakk on "väljalõige" korrapärasest kristallist, millega on võimalik kirjeldada kogu kristalli ehitust. Aatomid paiknevad kuubi igas tipus ning iga tahu keskmel ja need kuuluvad võrdselt naaberühikrakkudele.



a) Mitu aatomit on  $\gamma$ -raua ühikrakus? (1)

b) Roostevabas terases "Core 4622" on  $\gamma$ -raua ühikrakus üks raua aatom asendatud krooni aatomiga. Arvutage Cr massiprotsent antud sulamis. (1)

c) Erinevalt roostevabast terasest, ei asendata terase ja malmi puhul raua aatomeid ühikrakus süsinikuga, vaid süsiniku aatomid täidavad raua aatomite vahelised tühimikud. Eeldage, et süsinikuaatomite maksimaalne lahustuvus  $\gamma$ -rauas saavutatakse, kui üks tühimik ühikrakus täidetakse ühe

süsinikuaatomiga. Arvutage teoreetiline maksimaalne süsiniku massiprotsent *malms*. (1)

d) Eeldage, et terases täidavad süsinikuaatomid igas teises ühikrakus oleva tühimiku. Arvutage maksimaalne süsiniku massiprotsent *teras*es. (1)

e) Tegeliikkuses on süsiniku massiprotsent malms 2,1%–6,7% ja terases kuni 2,1%. Leidke arvutustega, kas 935 kg raud(II, III)oksiidi (milles  $\text{Fe}^{\text{II}}$  ja  $\text{Fe}^{\text{III}}$  suhe on 1:2) redutseerimisel 125 kg süsinikuga moodustub rauasulamina malm või teras. Oletage, et reaktsioonil tekib  $\text{CO}_2$  ning ülehulgas olev süsinik lahustub tekkinud rauas. (5)

f) Magnetiidis on 90% raud(II, III)oksiidi. Arvutage, mitu tonni malmi, mis sisaldab 93% rauda, võib toota täpselt 1 tonnist sellisest magnetiidist. (2) **20 p**