

2000/2001 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded

9. klass

1. Noor keemiahuviline soovis teada saada veetilga ruumala. Selgus, et büretist $3,00 \text{ cm}^3$ vee väljalaskmisel moodustus 110 tilka. Teatmiku järgi on ühe veemolekuli keskmiseks pikkuseks $1,50 \text{ \AA}$ (ongströmi) ja $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$. Vee tiheduseks võtta $1,00 \text{ g/cm}^3$; Avogadro arv on $6,02 \cdot 10^{23}$ molekuli/mol.

a) Arvutada ühe veetilga **i)** ruumala, **ii)** mass ja selles sisalduv **iii)** vee hulk (moolide arv) ning **iv)** vee molekulide arv. (4)

b) Kasutades andmeid, mis iseloomustavad ühte veetilka [punktis **a)**], arvutada vee molaarne kontsentratsioon. (3)

c) Arvutada, kui pika ahela moodustaksid ühes veetilgas olevad vee molekulid, kui nad asetada üksteise kõrvale. (Võrdluseks: kaugus Maast Päikeseni on 150 miljonit kilomeetrit.) (2) 9 p

2. Must (suitsuga) püssirohi on india salpeetri ($\text{KNO}_3 - 75\%$), väävli (10%) ja söe (15%) mehhaaniline segu. Püssirohu plahvatamisel moodustuvad ainult lähtesegu komponentidest reaktsiooni saadusainetena kaaliumsulfiid (K_2S), süsihappegaas ja lämmastik. Puhast süsinikku (tahma) saadakse maagaasi (CH_4) termilisel töötlemisel. Puidusöes on peale süsiniku 20% lisandeid tuha ja niiskusega.

a) Arvutada süsiniku **i)** mass ja **ii)** protsendiline sisaldus 45 grammis püssirohus, mis on valmistatud puidusöest (20% lisandeid). (2)

b) Kirjutada püssirohu plahvatamise reaktsiooni võrrand. (1)

c) Arvutada, kas 100 grammi püssirohu (valmistamiseks kasutati tahma) plahvatamisel kogu **i)** süsinik ja **ii)** väävel muutus saadusaineks. (Kas lähtekomponentides oli hapnikku ja kaaliumi piisavalt?) (6) 9 p

3. Element **Q** on ühenditena looduses laialt levinud, kuid lihtainena esineb seda harva. Elemendil **Q** puuduvad allotroopsed teisendid. Hapnikuga moodustab see ühendi **A** ja ühendi **B**, millel on erinev kvantitatiivne koostis.

Ühend **A** on neutraalne, millel puuduvad selgeltväljendunud redutseerivad või oksüdeerivad omadused. Ühendi **A** reageerimisel binaarsete ühenditega saadakse nii aluseid kui ka happeid. Toimuvad reaktsioonid ei ole redoksreaktsioonid.

Ühendit **B** võib vaadelda nii redutseerijana kui oksüdeerijana. Tugeva oksüdeerija, nagu KMnO_4 , toimel happelises keskkonnas käitub ühend **B** nagu redutseerija, oksüdeerudes lihtaineks **Y**. Soojendamisel MnO_2 juuresolekul ühend **B** disproportsioneerub (sama element on nii oksüdeerija kui ka redutseerija) lihtaineks **Y** ja ühendiks **A**. Ühendi **A** redutseerimisel aktiivsete metallidega saadakse element **Q** lihtainena **X** ja ühend **D**, mis reageerib nii hapete kui happeliste oksiididega, andes ühendi **A**. Ühend **B** on kaaliumjodiidi (redutseerija) suhtes oksüdeerija. Moodustub lihtaine **Z** (kaheaatomiline) ja hüdroksiid **C**.

a) **i)** Identifitseerida element **Q** ja **ii)** kirjutada eraldi välja ainete **A**, **B**, **C**, **D**, **X**, **Y** ja **Z** valemid ning nimetused. (4)

b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: **i)** moodustub **A**, **ii)** $\text{A} \rightarrow$ alus, **iii)** $\text{A} \rightarrow$ hape, **iv)** $\text{D} +$ hape \rightarrow , **v)** $\text{D} +$ happeline oksiid. (5)

c) Kirjutada redoksreaktsioonide võrrandid, märkides redoksmuundumises osalevate elementide oksüdatsiooniastmed: i) $B \xrightarrow{MnO_2} Y + A$, ii) $A \rightarrow X$, iii) $B \rightarrow Z + C$.

(3) 12 p

4. Nimetus klorofüll ei ole seotud keemilise elemendiga kloor, vaid tuleneb sõnadest *chloros* (rohekas) ja *phyllon* (leht). Ühe mooli klorofüllil (892 g/mol) täielikuks põlemiseks kulub täiendavalt 71 mooli hapnikku. Põlemisel moodustub 2420 g gaasi **A**, mis põhjustab limonaadi kihisemise; 648 g ainet **B**, mida on limonaadis kõige rohkem; 44,8 dm³ gaasi **C**, mida on atmosfääris kõige rohkem ja 40,3 g kaheaatomilistoksiidi **D**.

a) Anda iga aine (**A**, **B**, **C** ja **D**) valem ja nimetus. (4)

b) Leida iga keemilise elemendi hulk, mis sisaldub ühes moolis klorofüllis. (4)

c) Kasutades arvutustes saadud elementide hulki, teadaolevat molaarmassi ja kulunud hapniku hulka, leida klorofüllil molekuli brutovalem. (4)

Aatommassid võtta kümnendikkoha täpsusega. 11 p

5. Keemilist elementi **X** toodetakse oksiidist. Oksiidil on polümorfseid teisendid **A** ja **B** (sama kvalitatiivne ja kvantitatiivne koostis, kuid erinev kristallstruktuur). Teisendid **A** ja **B** on järsult erinevate omadustega. Teisend **B**, mis saadakse keemiliste elementide ühinemisel (kõrge temperatuur) on tugev ja hapete ning aluste suhtes passiivne. Elemendi **X** kloriidist **C** saadakse sadestamise teel ühend **D**, mille ettevaatlikul kuumutamisel tekib oksidi polümorfne teisend **A**. Nii ühend **D** kui ka teisend **A** võivad reageerida aluste ja hapetega. Ühend **E**, kus elementi **X** on 12,9%, sisaldab molekulis veel 3 aatomit keedusoolas leiduvat keemilist elementi ja 6 aatomit kõige aktiivsemat mittemetalli.

a) Leida ühendit **E** iseloomustavate suuruste järgi elemendi **X** molaarmass ja identifitseerida element **X**. (4)

b) Millise meetodiga toodetakse elementi **X**? (1)

c) i) Kuidas nimetatakse polümorfset teisendit **B** ja ii) milleks seda kasutatakse? (1)

d) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) saadakse **B**, ii) asendusreaktsioonil saadakse **C**, iii) $C \rightarrow D$, iv) $D \rightarrow A$. (4)

e) Kirjutada eraldi välja **A**, **C**, **D** ja **E** valemid ning anda ainete **A**, **C** ja **D** nimetused. (2) 12 p

6. Tahke või vedela aine maksimaalset massi, mis antud temperatuuril lahustub täpselt 100 g lahustis, nimetatakse selle aine lahustuvuseks *L*.

$$L(KNO_3, 10^\circ C) = 20,9 \text{ g}$$

200,0 g 15,0% KNO_3 lahusele lisati 50,0 g KNO_3 . Lahuse temperatuur oli 10 °C.

a) Leida segamisel moodustunud lahuses KNO_3 protsendiline sisaldus. (4)

b) Leida moodustunud lahuse mass. (3) 7 p