

2009/2010 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

10. klass

1. a) Looduslik broom sisaldab kahte isotoopi: ^{79}Br (78,918 amü) ja ^{81}Br (80,916 amü). Leidke loodusliku broomi protsendiline koostis, kui keskmine aatommass on 79,904 amü (andke vastus 3 tüvenumbriga). (3)
- b) Millises ruumalavahekorras peab segama 0,01 M ja 0,1 M lahust, et saada 0,02 M lahus, eeldusel et kõigi lahuste tihedused on võrdsed? (3)
- c) Mitu grammi 10,0% Na_2CO_3 lahust ja tahket $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ tuleb segada, et saada 350 g 15,0% Na_2CO_3 lahust? (3)
- d) Põhjendage, kumb lahustub paremini vees, kas baariumsulfit (lahustuvuskorrutis $5,0 \cdot 10^{-10}$) või baariumkarbonaat ($2,6 \cdot 10^{-9}$). (1) **10 p**
2. Andres arvas, et ortoränihappe brutovalem H_4SiO_4 vastab paremini hüdroksiidi $\text{Si}(\text{OH})_4$ valemile ja gaasi silaan (SiH_4) valem on sarnane happe valemile (H_4Si). Seejärel üritas ta viia läbi nende kahe aine vahel neutralisatsioonireaktsiooni, juhtides silaani üle ortoränihappe kristallide (1). Reaktsiooni lõpus tuvastas ta kristallidel lõhkenud gaasimullide jälgi, mida ta tõlgendas kui veeauru eraldumist. Et tahke saaduse õigsust kontrollida, juhtis ta üle selle kõrge temperatuurini kuumutatud fluori (2). Eraldunud gaasid juhtis ta H_2F_2 vesilahusesse (3), mille pinnal võis jälgida põlemisreaktsiooni (4 – F_2 jääkide reaktsiooni veega). Saadud vesilahust spektroskoopiliselt analüüsidis leidis Andres sealt H_2SiF_6 jälgi.
- a) Kirjutage toimunud reaktsioonide võrrandid (1-4) Andrese arusaamade järgi. (4)
- Tegelikult moodustus esimeses reaktsioonis keeruline ainete segu. Kõik tekkinud saadused kuulusid ühte ja samasse ühendite klassi: lihtsaimas ühendis on räni sisaldus 46,7% ja kahel pisut keerulisemal 36,0% ja 32,2%.
- b) Tõestage arvutusega tegelikult tekkinud ühendite valemid ja kirjutage selle ühendite klassi esindajate üldvalem. (4)
- c) Selgitage selliste ühendite moodustumist i) looduses ja ii) uuritud reaktsioonis (esimeses reaktsioonis eraldus tegelikult vesinik). (1)
- d) Selgitage, mida tõlgendas Andres valesti teises (2) etapis. (1) **10 p**
3. Ained **A** ja **B** on vees lahustuvad soolad. Tugeval happel **C** on soola **A**-ga sama anioon. Soola **A** anioonist ja soola **B** katioonist saab kokku merevees kõige levinuma ja kodumajapidamises maitsestamiseks kasutatava soola **D**. Aine **A** kation hüdroolüüsib vees I astmes moodustadesiooni **E**, mille molaarmass on 82,4 g/mol. Aine **B** anioon hüdroolüüsib vees I astmes moodustadesiooni **F** ja vähesel määral II astmes moodustadesiooni **G**, mis tekib ka limonaadide gaseerimisel.
- a) Kirjutage **A-G** valemid ja nimetused. (3,5)

1 dm³ vees lahustati 0,2 mooli ainet **A** ja 0,3 mooli ainet **B**.

- b) Kirjutage toimunud reaktsiooni võrrand ja saadud lahuses olevate ionide valemid. (3,5)
- c) Milline on tekkitud lahuse pH? Põhjendage. (1)
- d) Valige üks uus sool, mis hüdroolüüsib täielikult ja kirjutage selle soola kohta täieliku hüdroolüüsi võrrand. (1) **9 p**
4. Element **A** on pooljuht ning esineb puhtal kujul mitme allotroobina. Ühendites on **A** üldiselt kolmevalentne. Värvitu gaas **B** koosneb elemendist **A** ja ühest puhastusvahendites kasutatavast mittemetallist **X** ning selle molekulvalem on kujul **AX**₃. Kui kuumutada gaasi **B** vesinikuga saadakse lihtainena **A**. Samuti tekib lihtaine **A** jodiidi **AI**₃ termilisel lagunemisel ning oksiidi **A**₂O₃ töötlemisel magneesiumiga. Lihtaine **A** saamisreaktsioonide (3 tk) teiseks saaduseks on vastavalt tugev hape **C**, lihtaine **D** ja oksiid **E**.
- Oksiidi **A**₂O₃ reageerimisel söe ja klooriga kõrgel temperatuuril tekib gaas **B**. Reaktsiooni kõrvalproduktiks on värvitu mürgine gaas **F**. Gaasi **B** edasisel töötlemisel veega tekivad hüdroolüüsi käigus tugev hape **C** ja nõrk hape **G**. Nõrga happe **G** ühe mooli kuumutamisel eraldub üks mool vett ning tekib üks mool hapet **H**, mille edasisel kuumutamisel eraldub vesi ja saadakse tagasi oksiid **A**₂O₃. Kui oksiidi **A**₂O₃ töödelda lämmastikuga söe juuresolekul 1800°C juures tekib heksagonaalne polümeerne ühend **I** ning kõrvalproduktina vabaneb taas värvitu ja mürgine gaas **F**. Ühend **I** on leidnud kasutust temperatuurikindlate keraamikatoodete valmistamisel ning sisaldab võrdset hulgal kahte elementi.
- a) Kirjutage ainete **A-I** valemid. (4,5)
- b) Kirjutage kõigi toimunud reaktsioonide võrrandid (8 tk). (6,5) **11 p**
5. Orgaaniliste ainete põlemine on eksotermiline reaktsioon. Energiat, mis vabaneb antud protsessidel, on võimalik rakendada nii bioorgaaniliste kui ka tööstuses rakendatavate protsesside teostamiseks. Sellepärast on väga oluline osata seda energiat arvutada.
- a) Lähtudes esitatud tekkeentalpiatest, arvutage 1,00 mooli metaani põlemisel keskkonda eralduv energia. ($\Delta_f H^\circ(\text{CH}_4) = -74,82 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$) (2)
- b) Täiskasvanud inimese keskmine ööpäevane võimsus on 110 W (1 W = 1 J/s). Arvutage, mitu grammi glükoosi läheb vaja inimese normaalse elutegevuse säilitamiseks, kui kogu energia saadaks reaktsioonist: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, $\Delta_r H^\circ = -2826 \text{ kJ/mol}$. (3)
- c) Vahtkustutites tekib kustutamiseks vajalik CO₂ ja vesi NaHCO₃ ja H₂SO₄ vahelisel reaktsioonil. Arvutage kustutamisel tekkiva gaasisegu ruumala, kui kustuti täidiseks on 2,0 kg NaHCO₃ ja H₂SO₄ segu moolvahekorras 1:1. Kustutist väljuva gaasisegu temperatuur on 177°C ja rõhk 1235 torr. ($R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 / (\text{K} \cdot \text{mol})$, 760 torr = 1 atm, $pV = nRT$). (3) **8 p**

6. Söekaevanduses koguti analüüsimiseks kivipraost 100 cm^3 gaasilist proovi. 10 cm^3 proovi saadeti spektromeetrilisele analüüsile, mis näitas, et proov koosneb CO_2 , O_2 , CO , CH_4 , H_2 ja N_2 . Protsendilise koostise määramiseks gaasisegus viidi läbi järgmised katsed:

1. 90 cm^3 gaasi juhiti läbi KOH lahuse.
2. Järele jäänud 82 cm^3 juhiti läbi aluselise 1,2,3-trihüdroksübenseeni ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$) lahuse, mis reageerib ainult hapnikuga.
3. Järele jäänud 76 cm^3 juhiti läbi ammoniaagiga küllastatud vask(I)ammiinkloriidi ($\%(\text{Cu}) = 47,7$) lahuse, mis sidus kogu neutraalse oksiidi.
4. Järele jäänud 64 cm^3 gaasisegust võeti 18 cm^3 , mis segati 62 cm^3 õhuga. Peale saadud gaasisegu täielikku põletamist ja vee välja kondenseerimist vähenes gaasisegu maht $9,0 \text{ cm}^3$ võrra. Põletamise käigus tekkis $3,0 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$.

(Kõik gaaside ruumalad on toodud normaaltingimustel.)

- a) Kirjutage etappides 1. ja 4. toimunud reaktsioonide võrrandid. (3)
- b) Joonistage 1,2,3-trihüdroksübenseeeni struktuurivalemi, teades et molekul sisaldab kuueaatomilist süsiniktsükli. (1)
- c) Määrake punktis 3. tekkinud vase kompleksi struktuur ($\%(\text{Cu}) = 35,7$). (2)
- d) Arvutage gaaside lähtesegu ruumalaprotsendiline koostis. Kas seda segu võib sisse hingata? (6) **12 p**