

**1998/99 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorü ülesanded**  
**12. klass**

1. Heterotsükliilise kahetuimalise ühendi lähteaineteks on aniliin ja propenaal.

a) Kirjutada aniliini sünteesi kaheetapiline skeem lähtudes benseenist.

b) Kirjutada propenaali sünteesi kolmeetapiline skeem lähtudes propeenist.

c) Kirjutada aniliini ja propenaali vahelise reaktsiooni skeem; märkida kaks vahesaadust ja moodustunud heterotsükliilise kahetuimalise ühendi valem. **8 p**

2. Mingil kindlal temperatuuril ja rõhul oli süsteemis  $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3$  gaaside tasakaalulised kontsentratsioonid järgmised ( $\text{cmol/dm}^3$  - sentimooli ühes kuupdetsimeetris):  $[\text{NO}_2]=0,100$ ;  $[\text{SO}_2]=0,300$ ;  $[\text{NO}]=2,000$ ;  $[\text{SO}_3]=0,600$ .

a) Arvutada süsteemi tasakaalukonstant.

b) Lähtudes  $1 \text{ dm}^3$  segust arvutada süsteemi ruumala peale  $0,500$  sentimooli  $\text{SO}_2$  lisamist. Eeldatakse, et rõhk ja temperatuur jäävad konstantseks.

c) Tähistades moolide arvu muutuse sümboliga  $x$ , kirjutada võrrand  $x$  leidmiseks.

d) Avaldada eelnevast võrrandist uued tasakaalulised kontsentratsioonid.

e) Arvutada püstitunud tasakaalulised kontsentratsioonid.

**Märkus:** Punkt e) näitab arvutamisoskust, mistõttu tehke seda siis, kui aega on piisavalt. **8 p**

3. On teada järgmised standardpotentsiaalid:

$$E^\circ (\text{2Hg}^{2+}/\text{Hg}_2^{2+}) = +0,920\text{V};$$

$$E^\circ (\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}) = +0,27\text{V ja}$$

$$E^\circ (\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = +0,15\text{V}$$

Tina ja elavhõbeda ühetuumaliste kationidega kloriidid on vees lahustuvad. Kahetuimaliste kationidega kloriidid ei lahustu.

a) Kirjutada standardpotentsiaalidele vastavate elektroodreaktsioonide võrrandid.

b) Kirjutada  $\text{SnCl}_2$  ja  $\text{HgCl}_2$  vahelise reaktsiooni võrrandid; kirjeldada moodustunud saadusaineid (gaas, lahus, tahke, värvus) ja märkida reaktsioonis osalevate ainete hulgad

i) kui  $90 \text{ cm}^3$   $0,1 \text{ M SnCl}_2$  valada  $10 \text{ cm}^3$   $0,1 \text{ M HgCl}_2$  lahusesse;

ii) kui  $10 \text{ cm}^3$   $0,1 \text{ M SnCl}_2$  valada  $90 \text{ cm}^3$   $0,1 \text{ M HgCl}_2$  lahusesse.

c) Põhjendada hulga ja standardpotentsiaalidega, miks punktis b) on erinev visuaalne efekt.

d) Seletada, miks kummalgi juhul kogu ühendis olev elavhõbe täielikult ei redutseeru. **8 p**

4. Aine **A**, mille molaarmass on  $78 \text{ g/mol}$ , osoneerimisel liitub temaga kolm osoni molekuli. Tekib niinimetatud triosoniid **B**, mille molekul koosneb ühest 9-aatomilisest tsüklist ja kolmest viieaatomilisest tsüklist. Vee toimel kõik tsükliidid avanevad, kusjuures suurimast tsüklist eraldub hapnik. Moodustub kolm molekuli glüoksaali **X**. Aine **X** mõõdukal oksüdeerimisel moodustub dihape **D**, mille molaarmass on  $90 \text{ g/mol}$ . Kuumutamisel aine **D** laguneb oksiidideks. Lahuses aine **D** kontsentratsiooni määramiseks lahjendati  $10,00 \text{ cm}^3$  lahust  $100,0$  kuupsentimeetrit, mõõdeti sellest  $10,00 \text{ cm}^3$  ja tiitriti väävelhappelises keskkonnas  $0,02000 \text{ M KMnO}_4$  lahusega, mida kulus  $13,20 \text{ cm}^3$ . Tiitrimisel dihape oksüdeerub maksimaalselt.

a) Kirjutada i) ühendi **A**; ii) ühendi **B**; iii) ühendi **X** struktuurivalemid.

- b) Kirjutada reaktsiooniskeem  $X \rightarrow D$  ja anda ühendi **D** nimetus.
- c) Kirjutada reaktsioonivõrrandid i)  $D + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow$ ; ii)  $D \cdot 2H_2O \xrightarrow{t^o}$
- d) Arvutada: i) lahuses aine **D** molaarne kontsentratsioon; ii) 12,6 g ühendi  $D \cdot 2H_2O$  termilisel lagunemisel moodustunud gaaside ruumala 100 °C juures normaalarõhul. **12 p**

5. Metallid **X** ja **Y** moodustavad ühendeid, milles nende oksüdatsiooniaste on II. Metallil **X** on ühendites püsiv, metallil **Y** aga muutuv oksüdatsiooniaste. Nende metallide oksiidide segust võeti kolm võrdset kaalutist massiga 11,00 g. Esimest kaalutist kuumutati pikka aega 300 °C juures, mille vältel mass ei muutunud. Jahtunud segu reageerimisel kontsentreeritud soolhappe lahusega jäi lahustumatuks 1,27 g punaka värvusega ainet **A**. Aine **A** lahustamisel lämmastikhappes eralduvad NO ja NO<sub>2</sub> moolivahekorras 1:1. Aine **A** lahustamisel kontsentreeritud ammoniaakhüdraadis õhu läbijuhtimisel moodustub intensiivne lillakas-sinise värvusega komplekskatiooni lahus, kus kompleksosakeses on ligandideks 4 ammoniaagi molekuli. Teisele kaalutisele lisati lahjendatud väävelhappe lahust. Moodustus sinine lahus ja lahustumatuks jäi taas 1,27 g ainet **A**. Kolmandale kaalutisele lisati õhu juurdepääsuta kontsentreeritud soolhapet. Segu reageerimiseks kulus 22,60 cm<sup>3</sup> 38,0% HCl lahust (1,19 g/cm<sup>3</sup>). Moodustus praktiliselt värvusetu lahus.

- a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) muutuse kohta, mis toimub segu kuumutamisel; ii)  $A + HNO_3 \rightarrow$ ; iii)  $A + NH_3 \cdot H_2O + O_2 \rightarrow$ .
- b) Kirjutada segus oleva metalli **Y** oksiidi reaktsioonivõrrand i) lahjendatud väävelhappe lahusega; ii) kontsentreeritud soolhappe lahusega (moodustub kolmest elemendist ning neljast aatomist koosnev kompleksühend).
- c) Arvutada esialgses segus oleva: i) metalli **Y** oksiidi hulk; ii) metalli **X** oksiidi hulk.
- d) Arvutada metalli **X** molaarmass ja anda metalli **X** nimetus.
- e) Kirjutada metalli **X** reaktsioonivõrrand i) soolhappe lahusega, ii) väävelhappe lahusega. **12 p**

6. Olenevalt tingimustest saadakse halogeeni **X** ja elemendi **Y** otsesel reaktsioonil kas ühend **A** või ühend **B**. Nende ühendite molaarmasside suhe on 1,516. Mõlemad ühendid hüdroolüüsuvad, moodustades tugevalt happelise lahuse. Üks nendest lahustest sisaldab ühendeid **C** ja **D**, teine aga ühendeid **E** ja **D**. Ühend **D** on vees hästilahustuv gaas, ühend **C** aga kolme vesiniku aatomit sisaldav kaheprootoniline hape, mis termiliselt laguneb ühendiks **E** ja iseloomuliku lõhnaga põlevaks gaasiks **G**. Termilise lagunemise saadustes omab element **Y** ühel juhul maksimaalset, teisel juhul aga minimaalset oksüdatsiooniastet. Gaasi **G** põlemissaaduste pikaajalisel kuumutamisel on ainsaks saaduseks ühend **E**.

- a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i)  $X + Y \rightarrow A$ ; ii)  $X + Y \rightarrow B$  ja iii) määrata saadud ühendite molaarmasside suhe.
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i)  $A + \dots \rightarrow C + D$ ; ii)  $B + \dots \rightarrow E + D$  ja anda kõikide reaktsioonis osalevate ainete nimetused.
- c) Kirjutada ühendite i) **C** ja ii) **E** molekulid graafiliselt;
- d) Kirjutada reaktsioonivõrrandid i)  $C \xrightarrow{t^o} E + G$  ja määrata nendes ühendites elementide oksüdatsiooniaste; ii)  $G + O_2 \rightarrow$ ; iii) punkti ii) põlemissaadused  $\rightarrow E$ . **12 p**