

2005/2006 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorü ülesanded
10. klass

1. Molekulid **X**, **Y** ja **Z** hooplesid, et näidata oma paremust. **X** väitis, et teda on kerge sünteesida, kui vajalik metall lahustada ühes tuntud happes. **Y** pidas ennast kõige tugevamaks, kuna eelpoolmainitud happe juuresolekul ta võib väga kergesti oksüdeerida molekuli **X**. **Y** mainis veel, et ta on võimeline oksüdeerima naatriumsulfitit ka neutraalses ja leeliselises keskkonnas. Molekul **X** vastas seepeale, et tema tuvastamiseks piisab ainult kahest mitteredoksreaktsioonist. Reagentideks on nendel juhtudel BaCl_2 ja $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Lõpuks väitis molekul **Z**, et teda leidub looduses väga suurtes kogustes, moodustades silmapiirini ulatuvaid välju. Veega ta ei reageeri, hapetest reageerib ainult 6 molekuli vesinikfluoriidiga, moodustades kaheprootonilise happe ja vee. Leeliste lahustega reageerib ta väga aeglaselt, kuid kokkusulatamisel leelismetallide hüdroksiididega moodustab ta vees lahustuva soola, mida nimetatakse vesiklaasiks. Aine **Z** kokkusulatamisel söe ja kaltsiumfosfaadiga saadakse valge fosfor (P_4), süsinikmonooksiid ja kaltsiumi sool.

a) Kirjutage ainete **X**, **Y** ja **Z** valemid ja nimetused. (3)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{X} + \text{Y} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; **ii)** $\text{Y} + \text{naatriumsulfit} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; **iii)** $\text{Y} + \text{naatriumsulfit} + ?\text{OH} \rightarrow$; **iv)** $\text{X} + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{sade}$; **v)** $\text{X} + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{sinine lahus}$ (kirjutage ainult saadusained!); **vi)** $\text{Z} + \text{HF} \rightarrow$; **vii)** $\text{Z} + \text{NaOH} \rightarrow$;

viii) $\text{Z} + \text{kaltsiumfosfaat} + \text{C} \rightarrow$. (8) 11 p

2. 19. sajandil saadi Saksamaal uue aine **X** värvitud hügroskoopsed kristallid. Selle aine valem on NH_2OH , kuid see ise ei dissotsieeru. Aine **X** protolüüsil (veest saadud vesinikiooni liitmisel) moodustub aluseline keskkond. HCl toimel moodustab aine **X** seitsmeatomilise soola, mida nimetatakse hüdroksüülammooniumkloriidiks. Aine **X** sünteesijal jätkus ettevaatamatust saadud kristalle katseklaasis kuumutada. Toimus plahvatus ja õhus oli tugev ammoniaagi lõhn. See oli disproportsioneerimise reaktsioon, kus sama element on nii oksüdeerija kui redutseerija. Aine **X** kristallide puistamisel väävelvesiniku vesilahusesse moodustus valge sade ja jälle oli tunda ammoniaagi lõhna. Lahtiselt õhu kätte jäetud aine **X** vesilahuses avastati mõne päeva möödudes lämmastikushape. Aine **X** vesilahusest SO_2 läbijuhkimisel avastati vesiniksoola koostises ammooniumkatioonid. Kõige hämmastavam oli see, et äädikhappega hapustatud aine **X** vesilahuses redutseerus lihtaine I_2 jodiidiooniks ja moodustus lihtaine lämmastik, aga kontsentreeritud soolhappes oksüdeeris aine **X** jodiidiooni lihtaineks, moodustades ise ammooniumkatiooni.

a) Andke NH_2OH nimetus. (0,5)

b) Määrake lämmastiku oksüdatsiooniaste ühendites **i)** NH_2OH ; **ii)** hüdroksüülammooniumkloriid; **iii)** NH_3 ja **iv)** ammooniumkatioon. (2)

c) Kirjutage aine **X** protolüüsireaktsiooni võrrand. (0,5)

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** moodustub hüdroksüülammooniumkloriid; **ii)** aine **X** plahvatus; **iii)** $\text{X} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$; **iv)** $\text{X} + \dots \rightarrow \text{lämmastikushape}$; **v)** $\text{X} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;

vi) $\text{X} + \text{I}_2 \xrightarrow{\text{äädikhape}} \dots$; **vii)** $\text{X} + \text{KI} + \text{HCl} \rightarrow$. (7) 10 p

3. 100 g 10,0% BaCl_2 (208 g/mol) lahust valati kokku 100 g 10,0% Na_2SO_4 (142 g/mol) lahusega.

a) Kirjutage reaktsioonivõrrand. (1)

b) Arvutage **i)** lähteainete ja **ii)** saadusainete ja järgi jäänud lähteainete hulgad. (5)

c) Arvutage lõpplahuses olevate soolade protsendiline sisaldus. (3) 9 p

4. Oksiidides võib elemendi **X** oksüdatsiooniaste olla I kuni V. Oksiid **A** moodustub lihtainetest nende juhtimisel läbi elektrikaare. Oksiid **A** on värvitu, happeid ja sooli mittemoodustav ühend, mis väga kergesti ühineb hapnikuga. Moodustub aine **B**, mis eksotermilise protsessi tulemusena on tasakaalus ainega **C**. Aine **B** on pruun, aine **C** värvitu. Oksiidid **A** ja **B** moodustavad oksiidi **D**, mis on üheprootonilise hapnikhappe **E** anhüdriidiks. Ained **D** ja **E** võivad olla nii oksüdeerijad kui redutseerijad. Osoon oksüdeerib oksiidi **B** oksiidiks **F** ja vabaneb hapnik. Oksiid **F** ja sellele vastav hape **G** saavad olla ainult oksüdeerijaks. Hapet **G** toodetakse oksiidist **B** hapniku ja vee abil. Elemendi **X** kõige kõrgema protsendilise sisaldusega oksiid **H** ergutab närvisüsteemi, millisest omadusest tuleneb ka selle triviaalnimetus. Kuumutamisel oksiid **H** laguneb lihtaineteks.

a) Kirjutage ainete **A** – **H** valemid ja nimetused. (4,5)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) lihtained \rightarrow **A**; ii) $\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}$; iii) $\mathbf{A} + \mathbf{B} \rightarrow \mathbf{D}$; iv) $\text{O}_3 + \mathbf{B} \rightarrow$; v) $\mathbf{D} \rightarrow \mathbf{E}$; vi) $\mathbf{F} \rightarrow \mathbf{G}$; vii) $\mathbf{B} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; viii) $\mathbf{B} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; ix) $\mathbf{H} \rightarrow$ lihtained. (4,5)

c) Kas kõrgematel või madalamatel temperatuuridel on tasakaalu $\mathbf{B} \rightleftharpoons \mathbf{C}$ korral ülekaalus oksiid **B**? (1) 10 p

5. Rasklahustuvate soolade lahustuvust iseloomustatakse lahustuvuskorrutisega (LK), mis on lahustunud rasklahustuva soola täielikul dissotsieerumisel lahuses olevate ionide kontsentratsioonide korrutis. Nii näiteks $\text{LK}(\text{Ag}_2\text{S}) = [\text{Ag}^+]\cdot[\text{Ag}^+]\cdot[\text{S}^{2-}]$. Kui lahuses oleva Ag_2S tasakaaluline kontsentratsioon on $[\text{Ag}_2\text{S}]$, siis $[\text{S}^{2-}] = [\text{Ag}_2\text{S}]$ ja $[\text{Ag}^+] = 2[\text{Ag}_2\text{S}]$ ning $\text{LK}(\text{Ag}_2\text{S}) = (2[\text{Ag}_2\text{S}])^2 \cdot [\text{Ag}_2\text{S}] = 4[\text{Ag}_2\text{S}]^3$.

$$\text{LK}(\text{PbCl}_2) = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^3/\text{l}^3 \text{ ja } \text{LK}(\text{PbBr}_2) = 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^3/\text{l}^3.$$

Teil on 1,5 l PbCl_2 küllastunud lahust, millele lisate hästilahustuvat CaBr_2 . Eeldage, et Cl^- ja Ca^{2+} ionid PbBr_2 lahustuvuskorrutise väärtust ei muuda.

a) Arvutage $[\text{Pb}^{2+}]$ küllastunud PbCl_2 lahuses. (3)

b) Arvutage $[\text{Br}^-]$ PbBr_2 lahustuvuskorrutisest, kui $[\text{Pb}^{2+}]$ võrdub väärtusega, mida Te punktis a) leidsite. (4)

c) Arvutage CaBr_2 maksimaalne hulk, mida võite lisada 1,5 l küllastunud PbCl_2 lahusele, et ei toimuks veel PbBr_2 sadenemist. (2) 9 p

6. Väheaktiivne metall **X** asub pingereas vesinikust paremal, kuid kuumutamisel kontsentreeritud vesinikhalogeniidiga **HY** eraldub H_2 ja moodustub üheprootoniline komplekshape **E**. Komplekshappes **E** on metalli **X** koordinatsiooni arv 2. Vesinikhalogeniidi **HY** pole võimalik vastavast metalli halogeniidist kontsentreeritud väävelhappe abil saada, sest moodustunud **HY** redutseerib väävelhappe vääveldioksiidiks. Ühendit **HY** saadakse fosfori reageerimisel halogeeni Y_2 vesilahusega. Selle reaktsiooni teiseks saadusaineks on metahape **A**. Hape **A** anhüdriid **B** moodustub fosfori vesinikühendi **C** (tüüpiline VA rühmale) põlemisel hapniku liias. Anhüdriidi **B** pikaajalisel keetmisel veega moodustub ortohape **D**. Elementi **X** on ühendis XY_2 28,45% ja vesinikku $[\text{A}_r(\text{H}) = 1,01]$ on ühendis **E** 0,45%.

a) Arvutage elementide i) **X** ja ii) **Y** aatommassid. (1,5)

b) Kirjutage elementide **X** ja **Y** valemid ja nimetused ning ainete **A**, **B**, **C**, **D** ja **E** valemid (3,5)

c) Kirjutage nende vesinikhalogeniidide saamise reaktsioonivõrrandid, mida võib sünteesida leelismetalli vastava halogeniidi reageerimisel kontsentreeritud väävelhappega. (1)

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $\text{NaY} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; ii) $\mathbf{X} + \text{HY} \rightarrow \mathbf{E}$; iii) $\mathbf{C} + \text{O}_2 \rightarrow \mathbf{B}$; iv) $\text{P}_4 + \text{Y}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; v) $\mathbf{B} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \mathbf{D}$. (5) 11 p