

2001/2002 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
11. klass

1. 0,500 liitrile 5,00% naatriummetanaadi (68,0 g/mol) lahusele (1,012 g/cm³) lisati 1,20 liitrit 1,00% soolhappe lahust (1,003 g/cm³). Orgaanilise happe dissotsiatsioonikonstandiks võtke $1,80 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³.

a) Arvutage lähtelahustes olevate ainete **i**) hulk ja **ii**) molaarne kontsentratsioon(3)

b) Arvutage lõpplahuses lahustunud ainete hulgad. (1)

c) Kirjutage nõrga elektrolüüdi **i**) dissotsiatsiooni võrrand ja **ii**) avaldage dissotsiatsioonikonstant K_a . (1)

d) **i**) Avaldage ja **ii**) arvutage saadud lahuses vesinikioonide tasakaaluline kontsentratsioon. Asendage $[anioon] = c_{sool}$ ja $[hape] = c_{hape}$. (2)

e) Arvutage saadud lahuse pH väärtus. (1) **8 p**

2. Gaas **A** saadi 75,0 cm³ 30,0% soolhappe (1,150 g/cm³) reageerimisel MnO₂ liiaga. Happelises keskkonnas redutseerus mangaan oksüdatsiooniastmeni II ja reaktsiooni saagis oli 80,0%. Moodustunud gaas **A** juhiti ühendi **B** 5,00% vesilahusesse. Ühend **B** on kaaliumi binaarne sool. Reaktsioonil eraldus pruun gaas, mis kondenseerus pruuniks vedelikuks **C**. Gaasi **A** ja ühendit **B** oli ekvivalentses koguses ja need reageerisid täielikult.

a) **i**) Kirjutage soolhappe ja mangaandioksiidi vahelise reaktsiooni võrrand.

ii) Arvutage eraldunud gaasi **A** hulk. (2)

b) **i**) Kirjutage ühendi **B** ja gaasi **A** vahelise reaktsiooni võrrand; **ii**) andke ainete **A**, **B**, **C** valemid ja nimetused. (2)

c) Arvutage **i**) vedeliku **C** ja **ii**) ühendi **B** hulk. (2)

d) Arvutage ühendi **B** lahuses olnud vee mass. (2)

Gaas **A** reageerib veega andes kaks uut ühendit.

e) **i**) Kirjutage vee ja gaasi **A** vahelise reaktsiooni võrrand. **ii**) Andke vee ja gaasi **A** vahelise reaktsiooni saadusainete valemid ja nimetused. (1)

f) Arvutage lahustunud ainete summaarne protsendiline sisaldus gaasi **A** lahustumisel puhtas vees, kui antud tingimustel lahustub 0,015 mol gaasi **A** 100 grammis vees. (3) **12 p**

3. Orgaanilises ühendis **A** on süsiniku ja hapniku aatomeid võrdselt ning nende summa võrdub vesiniku aatomite arvuga. Ühendis **A** on kaks hüdroksüülrühma ja üks kaksikside. Ühend **A** reageerib naatriumhüdrosiidiga moolivahekorras 1 : 1. Molekulid **A** võivad dimeriseeruda (kondenseeruda), andes ühendi **B** ja eraldades kaks molekuli ainet **D**. Viimane on oksiid ja käitub amfolüüdina. Molekulis **B** (C₆H₈O₄) on heterotsükkel ja kaks kaksiksidet. Molekuli **B** võib vaadelda ühendina, kus on kaks estrile tüüpilist funktsionaalset rühma. Ühendi **B** redutseerimisel heterotsükli skeleti ehitus ei muutu, kuid ühendi molekulmass suureneb nelja ühiku võrra.

a) Joonistage ühendi **A** **i**) lihtsustatud ja **ii**) tasapinnaline struktuurivalem ja andke selle nomenklatuurne nimetus. (2)

b) Kirjutage ühendist **A** ühendi **B** saamise reaktsioonivõrrand. Lähteainete molekulid joonistage üksteise suhtes selliselt nagu need asuvad saadusaines **B** (2,5)

- c) Näidake (kastiga) ühendis **B** estritele vastavad funktsionaalsed rühmad. (1)
 d) Kirjutage ühendi **B** redutseerimise reaktsiooni võrrand. (2)
 e) Kirjutage ühendi **D** dissotsiatsiooni võrrand. (0,5) **8 p**

4. Vask(II)sulfaadi (160 g/mol) lahus on temperatuuril **A** küllastunud. Temperatuuri tõstmisel lahustati täiendavalt 2,00 g CuSO_4 . Lahus jahutati temperatuurini **A**. Tasakaal saabus siis, kui välja oli kristalliseerunud 3,82 g vasevitrioli ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 250 g/mol). Temperatuuril **B** on CuSO_4 lahustuvus (täpselt 100 g vees) 17,5 g.

- a) Arvutage temperatuuril **A** väljakristalliseerunud vasevitriolis sisalduv
 i) CuSO_4 mass ja ii) H_2O mass. (2)
 b) Arvutage CuSO_4 lahustuvus temperatuuril **A**. (2)
 c) Arvutage, mitu grammi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tuleb lahustada 75,0 g 10,0% CuSO_4 lahuses, et saada küllastunud lahus temperatuuril **B**. (4) **8 p**

5. Süsiniku kuumutamisel metalliga **X** saadakse ühend **A**, mille valem on X_4C_3 . Ühendi **A** töötlemisel veega moodustub gaas **B** ja ühend **D**. Ühend **D** annab lahustuvaid sooli nii tugeva happe kui ka tugeva aluse vesilahustega reageerimisel. Gaas **B** on kõige väiksema molekulmassiga orgaaniline ühend. Selle pürolüüsil võib moodustuda gaas **E**, mille tihedus on gaasi **B** tihedusest 1,625 korda suurem. Gaasi **E** hüdrogeenimisel moodustuvad gaasid **F** ja **G**, mille molaarmassid on gaasi **E** molaarmassist vastavalt 2 ja 4 grammi võrra suuremad. Gaasi **E** hüdraatimisel võib saada aldehüüdi, gaasi **F** hüdraatimisel aga alkoholi. Gaasi **E** trimerisatsioonil moodustub areen **I**.

- a) i) Identifitseerige ained **X**, **A**, **B**, **D**, **E**, **F**, **G**, **I** ja andke nende nimetused.
 ii) Näidake aatomite vahelised sidemed ühendis **A**. (5)
 b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $\text{X} \textcircled{R} \text{A}$; ii) $\text{A} \textcircled{R} \text{B} + \text{D}$; iii) $\text{D} + \text{HCl} \rightarrow$;
 iv) $\text{D} + \text{NaOH} \rightarrow$; v) $\text{B} \textcircled{R} \text{E}$; vi) $\text{E} \textcircled{R} \text{F}$; vii) $\text{E} \textcircled{R} \text{G}$; viii) $\text{E} \textcircled{R}$ aldehüüd (nimetus);
 ix) $\text{F} \rightarrow$ alkohol (nimetus); x) $\text{E} \rightarrow$ areen. (5)
 c) Andke (arvutage ülesandes toodud andmetest) gaaside **B**, **E**, **F** ja **G** molaarmassid. (2) **12 p**

6. Gay-Lussac uuris üheprootonilise happe (**HA**) omadusi. Ta sai selle happe Hg(II) ja Ag soolad **X** ja **Y**. Kuumutades nende soolade ühesugust massi eraldi nõudes sai ta 2,00 untsi elavhõbedat ja 2,03 untsi hõbedat. Mõlemal juhul eraldus tundmatu gaas **B**, mille ta juhtis läbi NaOH lahuse. Moodustus kaks soola **E** ja **F**, mille molekulmassid erinesid 16 ühiku võrra. Eraldunud gaas on süsihappegaasist 1,182 korda raskem ja sellel on sama kvalitatiivne koostis kui anioonil **A**.

- a) Arvutage metallide masside järgi aniooni **A** valemass (molekulmass). [$A_r(\text{Hg}) - 200,6$; $A_r(\text{Ag}) - 107,9$. Eksperimendi väikese täpsuse tõttu tuleb sellest arvutatud aniooni **A** valemass ligikaudu poole ühiku võrra suurem.] (5)
 b) Kirjutage i) happe **HA** ja ii) gaasi **B** valem ja nimetus. (2)
 c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid i) $\text{X} \xrightarrow{\text{ot}}$; ii) $\text{Y} \xrightarrow{\text{ot}}$; iii) $\text{B} \textcircled{R} \text{E} + \text{F}$ (3)
 d) Kirjutage reaktsioonivõrrand mingi teise gaasiga, mis analoogiliselt punktiga c) iii) annab naatriumhüdroksiidi lahusega kaks soola, mille molaarmassid erinevad 16 ühiku võrra. (2) **12 p**