

**Keemia lahtine võistlus**  
**Noorem rühm (9. ja 10. klass)**

*Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 5. november 2005. a*

1. Selles ülesandes on tegu muinasjutumaailmaga, kus kristalse valge võluaine erineva protsendilise sisaldusega lahustel on alljärgnevad värvid:

Protsendiline sisaldus	Värvus	Protsendiline sisaldus	Värvus
>1 kuni 6	punane	>37 kuni 39	helesinine
>6 kuni 15	oranž	>39 kuni 45	sinine
>15 kuni 19	kollane	>45 kuni 50	violetne
>19 kuni 37	roheline	>50	värvitu

Võluaine maksimaalse protsendilise sisaldusega lahus on täpselt 50%; olgu kõikide lahuste tihedus  $1,5 \text{ g/cm}^3$ .

**a) i)** Arvutage, mitu grammi võluainet on vaja 5,45 L punase lahuse (5,45%) valmistamiseks. **ii)** Arvutage vee mass, mis võimaldaks punktis **i)** arvutatud võluaine kogusest saada küllastunud lahuse. (2)

**b) 400 ml 47% lahusele lisati 348 g vett. i)** Arvutage võluaine protsendiline sisaldus lõpplahuses ja **ii)** kirjutage, millised värvid esinesid kirjeldatud lahendamisel. (2)

**c) 15% võluaine lahus seisis avatuna pikka aega päikese käes. Eeldades, et päikesekiirgus lahuse värvi ei muuda, põhjendage, miks ja millist värvi oli võluaine lahus peale pikaajalist seismist päikese käes. (2)**

**d) Kunstnik valas kokku 540 ml 5% lahust 435 g 42% lahusega.**

**i)** Arvutage saadud lahuses võluaine protsendiline sisaldus.

**ii)** Kirjutage, millist värvi olid võluaine lähtelahused ja saadud lahus.

**iii)** Milline värv tekiks, kui sama värvi reaalsed lahused kokku valada? Eeldage, et reaktsiooni ei toimu ja värvus ei sõltu reaalsete ainete protsendilisest sisaldusest (2) **8 p**

2. Organismis edasikantud hapnikust on osa füüsikaliselt lahustunud vereplasmas, osa aga keemiliselt seotud hemoglobiiniga verelibledes. Hemoglobiinis on 54,6550% elementi **X**, 20,9383% elementi **Y**, 16,4012% elementi **Z**, 7,2852% elementi **Q**, 0,3850% elementi **A**; lisaks neile sisaldub hemoglobiini molekulis VIIIB rühma metalli **B** aatomeid. Element **X** sisaldub kõikides orgaanilistes ühendites. Elemendid **Y** ja **Q** moodustavad ühendi  $\text{Q}_2\text{Y}$ , milleta oleks elu võimatu. Element **Z** moodustab kaheaatomiliste molekulidena põhimise osa atmosfäärist. Ühes hemoglobiini molekulis on 780 elemendi **Z** aatomit. Elemendi **A** aatommass on kaks korda suurem elemendi **Y** aatommassist. Hemoglobiini on veres 140 g/liitris. Üks molekul hemoglobiini võib siduda kuni 4 molekuli hapnikku.

**a)** Kirjutage elementide **X**, **Y**, **Z** ja **Q** sümbolid ja nimetused. (2)

**b)** Arvutage hemoglobiini molaarmass. (1,5)

**c) i)** Arvutage elementide **A** ja **B** molaarmass; **ii)** kirjutage nende sümbolid ja nimetused (3)

**d)** Arvutage hemoglobiini empiiriline valem (aatommassid võtke maksimaalse täpsusega) (3)

**e)** Arvutage hapniku maksimaalne ruumala, mis kantakse edasi ühe liitri (täpselt) vere poolt. Eeldage, et ühes liitris vereplasmas lahustub 2 ml hapnikku ja hapniku molaarruumala inimkeha temperatuuril on  $25,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$ . Vereplasma ruumala võrdub vere ruumalaga. (2,5) **12 p**

3. Metaan on maagaasi peamine komponent. Seda võib saada ka alumiiniumkarbiidi reageerimisel veega. Metaani põlemise saadusaineteks on oksiidid **A** ja **B**, mis pole võimelised edasi oksüdeeruma. Metaani reageerimisel kõrgel temperatuuril oksiidiga **A** moodustub vesinik ja sõltuvalt temperatuurist ning lähteainete vahekorrast kas oksiid **D**

või oksiid **B**. Metaani kuumutamisel katalüsaatori juuresolekul moodustub samuti vesinik ning lihtaine **G**. Lihtaine **G** põlemisel moodustub oksiid **B**, mis hõõguva lihtaine **G** toimel redutseerub oksiidiks **D**. Oksiid **D** on väga mürgine redutseerivate omadustega gaas, mida kasutatakse metallide saamiseks. Ka lihtainet **G** kasutatakse metallide saamiseks, kus lihtaine **G** suure ülehulga tõttu võib moodustada nii oksiid **B** kui **D**. Oksiidist **D** ja vesinikust sünteesitakse kõrgel temperatuuril ja rõhul katalüsaatori juuresolekul metanooli.

a) Kirjutage oksiidide **A**, **B**, **D** ja lihtaine **G** valemid ja nimetused. (2)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid i) alumiiniumkarbiid + vesi  $\rightarrow$ , ii) metaan +  $O_2 \rightarrow$ , iii) metaan + **A**  $\rightarrow H_2 + D$ , iv) metaan + **A**  $\rightarrow H_2 + B$ , v) metaan  $\xrightarrow{0t^0t} H_2 + G$ , vi) **G** +  $O_2 \rightarrow B$ , vii) **G** + **B**  $\rightarrow D$ , viii)  $Fe_3O_4 + D \rightarrow Fe + \dots$ , ix)  $CuO + G \rightarrow D$ , x)  $\rightarrow$  metanool (5) 7 p

4. Lihtained **A** ja **B** moodustavad oksiide **X**, **Y** ja **Z**. Oksiidi **X** kasutatakse suletud süsteemides väljahingatava õhu regenereerimiseks, kus saadusaineteks on vesiniksool **D** ja lihtaine **B**. Oksiid **X** võib laguneda oksiidiks **Y** ja lihtaineks **B**. Veega reageerimisel annavad oksiidid **X**, **Y** ja **Z** hüdroksiidi **E**, mille molaarmass on 56,1 g/mol. Oksiidide **X** ja **Y** reageerimisel veega moodustub veel oksiid **Q**. Nendes reaktsioonides sama hulga hüdroksiidi **E** tekkimisel moodustub aine **X** saadusainet **Q** kolm korda rohkem, kui seda saadakse aine **Y**. Aine **Q** laguneb nii kuumutamisel kui katalüsaatori toimel. Moodustuvad oksiid **G** ja lihtaine **B**. Oksiidide **X**, **Z** ja **G** molekulis on ühesugune arv aatomeid. **Y** ja **Q** molekulis on aatomeid võrreldes eelmistega ühe võrra rohkem.

a) Kirjutage ainete **A**, **B**, **D**, **E**, **G**, **X**, **Y**, **Z** ja **Q** valemid ja nimetused. (5)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i)  $X + H_2O + CO_2 \rightarrow$ , ii)  $X \rightarrow Y + B$ , iii)  $X + H_2O \rightarrow$ , iv)  $Y + H_2O \rightarrow$ , v)  $Z + H_2O \rightarrow$ , vi)  $Q \rightarrow G + B$ , (6) 11 p

5. Element **Y** moodustab lihtaine **X**. Lihtaine **X** reageerib gaasilise lihtainega **A**, andes gaasilise aine **B**. Lihtaine **X** reageerib veega, moodustades hapete **B** ja **C** lahused. Aine **X** reageerimisel külma KOH lahusega moodustuvad soolad **D** ja **E** ning vesi. Kui nimetatud reaktsioon viia läbi kuuma KOH lahusega, siis soola **E** asemel moodustub sool **F**. Soola **F** molaarmass on soola **E** molaarmassist 32,0 g/mol võrra suurem. Soolades **E** ja **F** molekulis on üks elemendi **Y** aatom ja nendes on vastavalt 39,2% ja 29,0% elementi **Y** (massi järgi).

a) Toodud arvuliste väärtuste järgi arvutage elemendi **Y** molaarmass. (2,5)

b) Arvutage ühendite i) **E** ja ii) **F** molaarmassid. (1)

c) Kirjutage ainete **X**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E** ja **F** valemid ja nimetused. (3,5)

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i)  $X + A \rightarrow$ , ii)  $X + H_2O \rightarrow$ , iii)  $X + KOH$  (külm)  $\rightarrow$ , iv)  $X + KOH$  (kuum)  $\rightarrow$ . (4) 11 p

6. Ühend  $YIO_x$  on valge kristalne aine, mis värvib leegi kollaseks. Selle vesilahus on neutraalne.  $10,35 \text{ cm}^3$  5,00% ( $1,034 \text{ g/cm}^3$ ) ühendi  $YIO_x$  lahust lisati hapestatud KI lahusele, mida oli võetud liias. Lahus muutus tumepruuniks, sest moodustus lihtaine **A**. Moodustunud lihtaine **A** hulk määrati  $Na_2S_2O_3$  0,6500 M lahusega, mida kulus  $30,77 \text{ cm}^3$ . Tiosulfaat oksüdeerub  $S_4O_6^{2-}$ -iooniks. Tiosulfaat ja lihtaine **A** reageerivad moolivahekorras 2 : 1.

a) Kirjutage i) elemendi **Y** sümbol ja ii) lihtaine **A** valem. (1)

b) Kirjutage i) ionide  $IO_x^-$ ,  $I^-$  ja  $H^+$  vahelise reaktsiooni ioonvõrrand ja ii) elektronide ülemineku võrrandid. (4)

c) Kirjutage i) tiosulfaatiooni ja lihtaine **A** vahelise reaktsiooni ioonvõrrand ja ii) vastavad elektronide üleminekuvõrrandid. Märkige ionides oleva väevli oksüdatsiooniastmed. (2)

d) Põhjendage ja arvutage ühendi  $YIO_x$  valem. (4) 11 p