

**2005/2006 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded**  
**10. klass**

1. a) Millest on tingitud tahke aine lahustumisel lahuse **i)** jahtumine, **ii)** soojenemine? (1)

b) Teisendage Celsiuse skaalas antud temperatuur kelviniteks: **i)**  $20^{\circ}\text{C}$ , **ii)**  $-20^{\circ}\text{C}$  (2)

c) Leidke entalpia muutus aine **A** aine **E** tekkimisel. Protsess toimub läbi

vaheetappide:  $\text{A} \xrightarrow{\text{i)}} \text{B} \xrightarrow{\text{ii)}} \text{C} \xrightarrow{\text{iii)}} \text{D} \xrightarrow{\text{iv)}} \text{E}$ , kus  $\Delta H(\text{i}) = -20 \text{ kJ}$ ;  
 $\Delta H(\text{ii}) = -12 \text{ kJ}$ ,  $\Delta H(\text{iii}) = +28 \text{ kJ}$  ja  $\Delta H(\text{iv}) = +16 \text{ kJ}$ . (2)

d) Tooge näide reaktsioonivõrrandist, kus reaktsioonientalpia ( $\Delta H_r$ ) on samaaegselt tekkeentalpia ( $\Delta H_f$  – aine moodustumise entalpia stabiilsetest lihtainetest) ja põlemisentalpia ( $\Delta H_c$  – aine täieliku põlemise entalpia). (3)

e) 13,5 kg aine ruumala on  $0,00125 \text{ m}^3$ . Leidke selle aine tihedus ühikutes  $\text{g/cm}^3$ . (2)  
**10 p**

2. Vaatleme kristallhüdraate **A** – **E** (sulgudes on molekulmassid).

**A** –  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (381)                      **D** –  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (446)

**B** –  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (286)                      **E** –  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (322)

**C** –  $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (484)

a) Arvutage, millises kristallhüdraadis on vee protsendiline sisaldus **i)** kõige suurem, **ii)** kõige väiksem. (4)

b) Arvutage **i)** mitu grammi kristallhüdraati **E** kulub 300 g 10,0% lahuse valmistamiseks, **ii)** mitmeprotsendiline lahus saadakse 10,0 g kristallhüdraadi **A** lahustamisel 50,0 g vees, **iii)** mitu grammi vett kulub 10,0 g kristallhüdraadist **D** 10,0% lahuse valmistamiseks. (6) **10 p**

3. Kõikidest tuntud ühenditest 9/10 sisaldavad elementi **A**. Selle kaks allotroopset teisendit on juba sajandeid tuntud, kuid kaasajal on neid kindlaks tehtud rohkem. Tavaliselt puutume kokku tahke ainega **B**, mis koosneb ainult elemendi **A** aatomitest, kuid ei ole selle allotroopseks teisendiks varieeruva struktuuri tõttu.

Ainet **B** kasutavad päkapikud “kuiva jää” ja jõuluehete valmistamisel. Aine **B** põlemisel tekib aine **X**, mille päkapikud muudavad “kuivaks jääks”. Kuiv jää haihtub, ilma et eelnevalt tekiks vedelik. Selle omaduse tõttu kasutatakse “kuiva jääd” jäätise säilitamisel ja transpordil. Aine **B** pulbri lisamisel sulasse klaasimassi reageerib see metalli **Y** oksiidiga **D**, redutseerides selle madalama oksüdatsiooniastmega oksiidiks **E**, mis annab klaasist jõuluehetele roheka või helesinise varjundi. Oksiidis **D** on metalli oksüdatsiooniaste III ja metalli on ühendis 70%. Oksiidi **D** redutseerimisel moodustub aine **B** oksiid **Z**, mis hapnikuga ühinemisel annab aine **X**.

a) Kirjutage elemendi **A** **i)** sümbol ja nimetus, **ii)** selle kahe allotroopse teisendi nimetused ja **iii)** elemendi **A** aatomitest koosneva aine **B** nimetus. (3)

b) Kirjutage binaarsete ühendite valemid ja nimetused, kus elemendi **A** oksüdatsiooniastmed oleksid vastavalt +IV, +II, -I, -II, -III ja -IV. (3)

c) Arvutage oksiidi **D** valem ja kirjutage selle nimetus. (2,5)

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)**  $\text{B} \rightarrow \text{X}$ , **ii)**  $\text{D} \rightarrow \text{E}$ , **iii)**  $\text{Z} \rightarrow \text{X}$ . (1,5)

e) Kirjutage **i)** kuidas päkapikud said aine **X** kuiva jää, **ii)** kuidas nimetatakse “kuiva jää” haihtumist. (1) **11 p**

4. Aine  $\text{X}_2\text{Y}$  on temperatuuride vahemikus 273 K kuni 373 K värvitu vedelik, mis molekulidevahelise sideme tõttu on anomaalsete omadustega (suur soojusmahtuvus,

kõrge sulamis- ja keemistemperatuur, paisumine tahkumisel). Selle sideme nimetus on tuletatud elemendi **X** järgi.

Ühend **X<sub>2</sub>Y** põleb kahvatuvioletse leegiga gaasis **A<sub>2</sub>**, mis on kõikidest lihtainetest tugevaim oksüdeerija, järgmise reaktsiooniskeemi kohaselt:  $2X_2Y + 2A_2 \rightarrow 4XA + Y_2$ . Elementid **E** ja **X** on samas alarühmas. Ühend **EX** on soolataoline ühend, kus element **X** on aniooniks. Ühendite **EX** ja **X<sub>2</sub>Y** vaheline reaktsioon toimub järgmise reaktsiooniskeemi kohaselt:  $EX + X_2Y \rightarrow EYX + \dots$

a) Kirjutage **i**) lihtaine **A<sub>2</sub>**, **ii**) elementide **X** ja **Y** ning **iii**) ühendite **X<sub>2</sub>Y**, **XA** valemid (sümbolid) ja nimetused. (2,5)

b) Kontrollige punktis a) esitatud valemite õigsust, lähtudes andmetest:

$$M_r(\text{XA}) = 20; \%(\text{A, ühendis XA}) = 95 \text{ ja } \%(\text{Y, ühendis X}_2\text{Y}) \approx 89. \quad (2)$$

c) Kirjutage ühendite **EX** ja **EYX** valemid ja nimetused, kui  $\%(\text{E, ühendis EYX}) = 57,5$ . (3)

d) Kuidas nimetatakse molekulidevahelist sidet ühendis **X<sub>2</sub>Y**? (0,5) **8 p**

5. Vere vedelat osa nimetatakse plasmaks. Täpselt 1 liiter vereplasmat ( $1,025 \text{ g/cm}^3$ ) sisaldab ligikaudu 910 g vett, lisaks veel glükoosi, karbamiidi, anorgaanilisi ioone ja kõrgmolekulaarseid ühendeid nagu valgud, lipiidid jne. Plasma ligikaudne koostis millimolaarse kontsentratsioonina ( $\text{mM} = 10^{-3} \text{ mol/L}$ ) on järgmine:

$$c(\text{Na}^+) = 133,4$$

$$c(\text{HCO}_3^-) = 28$$

$$c(\text{K}^+) = 3$$

$$c(\text{HPO}_4^{2-}) = 1,5$$

$$c(\text{Ca}^{2+}) = 2,2$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,6$$

$$c(\text{Mg}^{2+}) = 0,7$$

$$c(\text{Cl}^-) = \dots$$

Plasma on elektriliselt neutraalne, st, et summaarne laeng on 0.

a) Arvutage vee massiprotsendiline sisaldus plasmas. (2)

b) Arvutage kloriidioonide millimolaarne kontsentratsioon plasmas. (3,5)

c) Arvutage, mitu kuupsentimeetrit füsioloogilist lahust [ $0,90\% \text{ NaCl}$  lahuse tihedusega  $1,005 \text{ g/cm}^3$ ] peaks lahjendama veega täpselt ühe liitrini, et selles oleks  $\text{Cl}^-$  ionide kontsentratsioon sama, mis vereplasmas. (2)

d) Milline suurus on vereplasmas ja füsioloogilises lahuses ligikaudselt sama? (0,5)

**8 p**

6. Raketi projekteerimise lähtetingimused lubasid kasutatava kütuse (oksüdeerija + redutseerija) kogumassiks täpselt 5 kg. Oksüdeerijaks planeeriti hapnik, redutseerijaks kas metaan ( $\text{CH}_4$ ), hüdrasiin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) või vesinik ( $\text{H}_2$ ). Lihtainete tekkeentalpiad  $\Delta H_f = 0$ ;  $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f(\text{N}_2\text{H}_4) = 51 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$  ja  $\Delta H_f(\text{CH}_4) = -74 \text{ kJ/mol}$ . Raketi kandevõime sõltub kütuse põlemisel saadavast energiast, mistõttu on sobiva kütuse valik väga oluline.

a) Kirjutage **i**) metaani, **ii**) hüdrasiini, **iii**) vesiniku täieliku põlemise võrrandid. (1,5)

b) Arvutage **i**) metaani, **ii**) hüdrasiini, **iii**) vesiniku põlemisentalpiad ( $\Delta H_c$ ). (3)

c) Arvutage hapniku ja redutseerija moolide suhe, kui põleb **i**) metaan, **ii**) hüdrasiin, **iii**) vesinik. (1,5)

d) Arvutage, mitu mooli **i**) metaani, **ii**) hüdrasiini, **iii**) vesinikku osaleb täpselt 5 kg kütuse (oksüdeerija + redutseerija) täielikul põlemisel. (3)

e) Arvutage maksimaalne põlemisentalpia ( $\Delta H$ ), mis eraldub kokku 5,00 kg **i**) hapniku ja metaani, **ii**) hapniku ja hüdrasiini, **iii**) hapniku ja vesiniku reageerimisel ning **iv**) kirjutage, milline kütus (segu) oleks kõige ökonoomsem. (4) **13 p**