

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)** $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, **ii)** $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (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 (ΔH_r) on samaaegselt tekkeentalpia (ΔH_f – aine moodustumise entalpia stabiilsetest lihtainetest) ja põlemisentalpia (ΔH_c – aine täieliku põlemise entalpia). (3)

e) 13,5 kg aine ruumala on $0,00125\text{ m}^3$. Leidke selle aine tihedus ühikutes 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 $10,0\text{ g}$ kristallhüdraadi **A** lahustamisel $50,0\text{ g}$ vees, **iii)** mitu grammi vett kulub $10,0\text{ g}$ 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 X_2Y 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 **X₂Y** põleb kahvatuvioletse leegiga gaasis **A₂**, 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 **X₂Y** vaheline reaktsioon toimub järgmise reaktsiooniskeemi kohaselt: $EX + X_2Y \rightarrow EYX + \dots$

a) Kirjutage **i**) lihtaine **A₂**, **ii**) elementide **X** ja **Y** ning **iii**) ühendite **X₂Y**, **XA** valemid (sümbolid) ja nimetused. (2,5)

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

$$M_r(\mathbf{XA}) = 20; \%(\mathbf{A}, \text{ühendis } \mathbf{XA}) = 95 \text{ ja } \%(\mathbf{Y}, \text{ühendis } \mathbf{X_2Y}) \approx 89. \quad (2)$$

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

d) Kuidas nimetatakse molekulidevahelist sidet ühendis **X₂Y**? (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 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 (CH_4), hüdrasiin (N_2H_4) või vesinik (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 (ΔH_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 (ΔH), 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**