

2003/2004 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded
11. klass

1. Gaaside **A** ja **B** võrdsete ruumalade segu plahvatab väik-valguse toimel, tekib aine **C**. Gaas **A** süttib iseenesest gaasi **D** atmosfääris ka pimedas, moodustades aine **E**, mis reageerib ränidioksiidiga moolivahekorras 6 : 1, andes ühendi **F**. Lihtaine **G**, mille molaarmass on 124 g/mol, põleb gaasi **B** atmosfääris, moodustades binaarsed ühendid **H** ja **I**. Ühendi **H** molaarmass moodustab 66% ühendi **I** molaarmassist. Metall **J** puru süttib gaasi **B** atmosfääris, moodustades ühendi **K**, mille molekulis, nagu ka ühendi **I** molekulis on 6 aatomit. Elemendid **G** ja **J** asuvad perioodilisustabeli samas rühmas ja elemendi **G** tuumas olev prootonite arv moodustab 29,4% elemendi **J** tuumas olevatest prootonite arvust. Ühendi **I** reageerimisel veega moodustub aine **C** ja kolmeprootoniline hape **L**.

a) Kirjutage ainete **A – L** valemid ja nimetused. (4)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $A + B \rightarrow$; ii) $A + D \rightarrow$; iii) $E + SiO_2 \rightarrow$;

iv) $G + B \rightarrow H$; v) $G + B \rightarrow I$; vi) $J + B \rightarrow$; vii) $I + H_2O \rightarrow C + L$. (6) 10p

2. Aine **X** on suhteliselt stabiilne läbipaistvate kristallidega sool, kuid tugeva löögi või kuumutamise korral laguneb plahvatusena, eraldades gaasi **A**. Seda aine **X** omadust kasutatakse auto turvapatjadega. Sool **X** on detonaatorite valmistamise lähteaine. Ainest **A** ja vesinikust saadakse katalüsaatori juuresolekul kõrgel rõhul ja temperatuuril aine **B**. Kahe molekuli aine **B** oksüdeerimisel ühe molekuli naatriumhüpokloritiga saadakse kuueaatomiline aine **C**, NaCl ja vesi. Aine **C** reageerimisel elemendi **A** redutseerunud hapnikhappega **D** moodustub hape **E**, mille soolaks ongi aine **X**. Ainest **X** on võimalik saada ka ühendi **B** reageerimisel naatriumiga, mille tulemusena tekib soolasarnane aine **F** ja eraldub gaas **G**. Aine **F** reageerimisel naerugaasiga moodustub sool **X**. Ainete **B**, **E**, **F** ja **X** molekulides on aatomite arv sama.

a) Kirjutage ainete **A – G** ja **X** valemid ja nimetused. (3)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $A + H_2 \rightarrow$; ii) $B \rightarrow C$; iii) $C + D \rightarrow$;

iv) $B + Na \rightarrow$; v) $F \rightarrow X$; vi) $E + Na \rightarrow X$. (6) 9p

3. Elusorganismides on energia peamiseks allikaks tärklise ja sahharoosi hüdrolyüsil moodustunud monosahhariidide oksüdeerumise protsess. Seda energiat kasutatakse energiakandja ATP (adenosiintrifosfaat) moodustamiseks. ATP kasutatakse organismis mitmetes protsessides, näiteks peptiidsidemete moodustamiseks.

$RCH(NH_2)COOH + RCH(NH_2)COOH = RCH(NH_2)CONHCH(R)COOH \quad \Delta H^0 = +17,0 \text{ kJ}$
 ΔH^0 tähistab reaktsioonientalpiat, ΔH_f^0 – tekkeentalpiat ja ΔH_c^0 – põlemisentalpiat.

Ülaltoodud muundumise reaktsioonientalpiat võime pidada ühe mooli peptiidsidemete moodustumise entalpiaks. $\Delta H(\text{peptiidside}) = +17,0 \text{ kJ/mol}$. Eeldame, et inimese kehatemperatuuril ΔH ja ΔS ei erine standardväärtustest.

	$C_{12}H_{22}O_{11} (t)$	O_2	CO_2	$H_2O (v)$
$\Delta H_f^0 \text{ kJ/mol}$	-2222	0	-394	-286
$S^0, \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$	+360	+205	+214	+70

a) Leidke i) sahharoosi põlemisentalpia ΔH_c^0 , ii) reaktsiooni entroopia muutus ΔS^0 ja

iii) reaktsiooni vabaenergia ΔG temperatuuril $36,85\text{ }^\circ\text{C}$. (7)

b) Arvutage peptiidsidemete hulk, mida organism saab sünteesida ühe mooli sahharoosi oksüdeerumisprotsessi vabaenergia arvelt. Eeldage, et kogu vabaenergiast saate nimetatud protsessideks kasutada ainult $40,0\%$. (1) **8p**

4. Enne reaktsiooni oli vesiniku ja buteeni segu tihedus NH_3 suhtes 2,5. Gaaside segu oli kokku 2,0 mooli. Segu kuumutati temperatuuril $320\text{ }^\circ\text{C}$ kinnises $1,0\text{ dm}^3$ mahuga nõus Pt katalüsaatori juuresolekul. Esialgsel tingimustel oli peale reaktsiooni segu rõhk vähenenud 20% võrra.

a) Kirjutage toimunud reaktsiooni võrrand. (1)

b) Leidke esialgses segus olev buteeni ja vesiniku hulk. (3)

c) Leidke segu koostis moolides pärast reaktsiooni ja reaktsiooni saagise protsent (3)

d) Leidke reaktsiooni tasakaalukonstant. (1)

e) Arvutage, mitu protsenti muutub samadel tingimustel segu rõhk, kui algsegu tihedus NH_3 suhtes on 3,0. (4)

f) Joonistage 6 isomeeri, mis vastavad buteeni brutovalemile. (3) **15p**

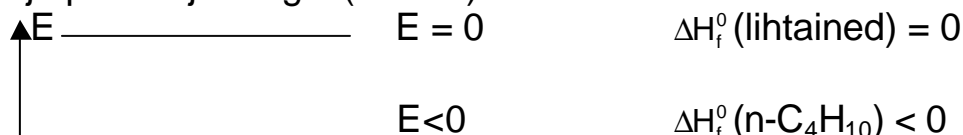
5. 1,6 mooli Br_2 reageerib täielikult n-butaani liiaga. $37,5\%$ mol moodustunud saadusainetest on 1-bromobutaan ja $62,5\%$ mol – 2-bromobutaan. Antud temperatuuril oli selle reaktsiooni standardne reaktsioonientalpia $16,8\text{ kJ}$. Samade lähteainete kogustega, kuid kõrgemal temperatuuril toimunud reaktsiooni entalpia oli $17,2\text{ kJ}$. Mõlema bromobutaani standardne tekkeentalpia oli nullist väiksem, kuid 2-bromobutaan oli võrreldes 1-bromobutaaniga $4,0\text{ kJ/mol}$ energiavaesem.

a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) n-butaan \rightarrow 1-bromobutaan;

ii) n-butaan \rightarrow 2-bromobutaan. (2)

b) Joonistage bromobutaani R,S-isomeerid. (2)

c) Märkige allesitatud energiadiagrammil kriipsjoonega ($\frac{3}{4}$ $\frac{3}{4}$ $\frac{3}{4}$ $\frac{3}{4}$) 1-bromobutaani ja punktiirjoonega (.) 2-bromobutaani asukoht. (1)



d) Arvutage butaanist i) 1 mooli 1-bromobutaani saamise reaktsioonientalpia ja ii) 1 mooli 2-bromobutaani saamise reaktsioonientalpia. (2)

e) Arvutage, mitu protsenti moodustab kõrgemal temperatuuril 1-bromobutaan kogu sünteesitud bromobutaanide hulgast. (2) **9p**

6. Aine **X** aurude tihedus õhu suhtes on 7,93. See ei valasta KMnO_4 lahust ega broomivett ning ei muuda indikaatorlahuse värvust. $2,65\text{ g}$ aine **X** põlemisel moodustub $3,10\text{ liitrit CO}_2$ ja $2,28\text{ g}$ vett. Töötlemisel leelise lahusega moodustub kaks molekuli tertsiaarset alkoholi **A** ja sool **B**, millest happe toimel tekib hargnenud süsinikahelaga hape **C**. Hape **C** kuumutamisel moodustub üks molekul süsinikdioksiidi ja üks molekul propaanhapet.

a) Arvutage aine **X** molaarmass. (1)

b) Leidke aine **X** brutovalem. (2)

c) Põhjendage ja joonistage ainete **C**, **B**, **A** ja **X** graafilised valemid. (6) **9p**