

2005/2006 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorü ülesanded
11. klass

1. Konstantsel rõhul (1,00 atm) ja temperatuuril (50 °C) viidi läbi kolvis reaktsioon $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g})$. Enne reaktsiooni olid SO_2 ja O_2 hulgid võrdsed (0,0300 mol). Gaaside SO_2 ja SO_3 tekkeentalpiateks nimetatud tingimustel võtta vastavalt -296 kJ/mol ja -395 kJ/mol . Eeldage, et kõik gaasid käituvad ideaalsetena, reaktsioon käivitub alles peale katalüsaatori lisamist ja kulgeb lõpuni.

- a) i) Arvutage kolvis oleva gaasisegu ruumala (dm^3) enne reaktsiooni.
 ii) Kirjutage, milline aine on limiteerivaks reagentiks. (1,5)
- b) Arvutage kolvis oleva gaasi ruumala pärast reaktsiooni lõppu. (2,5)
- c) i) Arvutage paisumistöö konstantsel temperatuuril. ii) Kirjutage, kas tööd tehti süsteemi poolt või süsteemi suhtes. $w = -p \cdot \Delta V$ (3)
- d) i) Arvutage reaktsioonientalpia (ΔH_r) ja ii) kirjutage, kas soojus lahkub või siseneb süsteemi. (2)

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T; R = 0,08205 \text{ ja } R = 8,314; 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa.}$$

Tähelepanu: Kaasajal defineeritakse soojusefekt ja töö süsteemi suhtes. Kui süsteemi energia väheneb, siis on nii siseenergiamuut ΔU kui selle arvelt tehtud töö (w) väiksem nullist. **9 p**

2. On õnnestunud sünteesida kolm kergestilenduvat vedelikku: alfa, beeta ja gamma. Nende ainete kohta käivad andmed on toodud tabelis:

	Alfa	Beeta	Gamma
Molekulmass	197,39	147,37	480,74
Koostis	P, S, X, Y, Z	H, C, X, Y, Z	O, P, S, Y
Y sisaldus	17,96%	24,06%	44,24%
O sisaldus	-	-	16,64%

X, Y, Z on halogeenid

- a) Leidke arvutustega elemendid X, Y ja Z. (3)
- b) Leidke arvutustega ainete i) alfa (a), ii) beeta (b) ja iii) gamma (g) brutovalemid. (4)
- c) Lähtudes elementide tüüpilisest valentsist kirjutage ühendite i) alfa, ii) beeta ja iii) gamma tasapinnalised struktuurivalemid ning iv) kirjutage aine beeta nimetus. (4) **11 p**

3. Süsiniku radioaktiivne isotoop massiarvuga 14 laguneb poolestusajaga 5715 aastat emiteerides beetakiirgust. Süsinik-14 tekib atmosfääris, kui kosmilise kiirguse toimel tekkinud vabad neutronid pörkuvad lämmastiku aatomitega. Süsinikdioksiidi koosseisus pääseb see isotoop elusorganismidesse, kus see läheb orgaaniliste ainete koosseisu. Tänu pidevale ainevahetusele on süsinik C-14 osakaal kogu organismis olevast süsinikust organismi eluajal muutumatu. Peale surma organism enam uut süsinikku ei omanda ja radioaktiivse lagunemise tõttu hakkab süsinik-14 osakaal vähenema. Süsinik-14 meetod elusorganismi

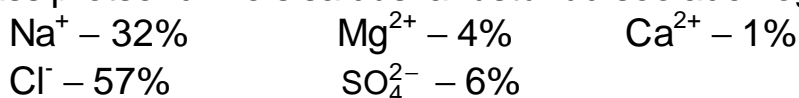
jäänuste vanuse kindlaksmääramiseks põhineb eeldusel, et süsinik-14 sisaldus atmosfääris on olnud sama läbi ajastute.

- a) Kirjutage tuumareaktsiooni võrrandid i) lämmastik-14 aatomi pörkumisest neutroniga ja ii) süsinik-14 lagunemisest (eraldub elektron). Osakeste sümbolite juurde märkida korrektselt massiarv ja osakese laeng. (2)
- b) Arvutage süsinik-14 lagunemise kiiruskonstant ühikuga 1/h. Arvutuseks võtke, et aastas on keskmiselt 8766 tundi. (2)
- c) Surnumere lähedalt leitud pärgamendist saadud süsinikuproovis mõõdeti 20 tunni jooksul 14000 süsinik-14-le vastavat beetalagunemist 1 g süsiniku kohta. Kaasaegsest organismist pärinev süsinikuproov andis vastavalt 18400 lagunemist 20 tunni jooksul. Arvutage, kui palju aastaid tagasi elasid lambad, kelle nahkadest pärgament valmistati. $k \cdot t = \ln N_0/N_t$ (4) 8 p

4. Raud on palju ühendeid, kus selle oksüdatsiooniaste võib olla II, III ja VI. Peale selle on raud veel omaette kompleksühendite klass, kus raua o.a. võib olla kas -II, 0 või II. Selle klassi esimese ühendi **A** (Fe o.a. on 0) avastas 1895. aastal Mond peendisperse raua reaktsioonil kaheaatomilise gaasiga **B**. Ühend **A** on kollane vedelik, mis valguse käes muutub kristalseks aineks **C** (Fe o.a. = 0, 30,70% Fe). Aine **A** reageerimisel NaOH vesilahusega moodustuvad soolad **D** ja **E** ning vesi. Lisades soolale **D** vesinikkloriidhapet moodustub sool **F** ja hape **G** (32,87% Fe). Vedeliku **A** reageerimisel I₂ moodustub ühend **H** (60,19% I). Raua o.a. ühendites **D** ja **G** on -II, aga ühendis **H** on II. Soolad **E** ja **F** on hästituntud naatriumi soolad. Ühendis **C** on kaks raua aatomit, ülejäänud ühendites on üks raua aatom. Kõikides raua ühendites on raua 3d4s4p orbitaalidel kokku 18 elektroni. Gaas **B** on ligandina elektronpaari doonor, moodustades tsentraalaatomiga ühe sideme.

- a) Kirjutage raua aatomi sidemeid moodustavate orbitaalide elektronvalem. (1)
- b) Lähtudes ühenditest **G** ja **H** ning elektronide arvust (18) leidke gaasi **B** molekulmass, kirjutage selle valem ja nimetus. (4)
- c) Kirjutage ja tõestage ühendite **A**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** ja **H** valemid. (3)
- d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) **A** → **C**; ii) **A** + NaOH →; iii) **D** + HCl →; iv) **A** + I₂ →. (2)
- e) Kirjutage i) molekuli **A** ruumiline struktuurivalem ja ii) molekuli **C** tasapinnaline struktuurivalem (üks side 2 aatomi vahel tähistage kriipsuga, üks side 3 aatomi vahel punktiiriga). (2) 12 p

5. Merevees lahustunud soolade tõttu ei ole selle külmumistemperatuur täpselt 0 °C. Merevee soolsus väljendatakse promillides (‰), mis näitab lahustunud aine grammide arvu täpselt 1 kg merevees. Merevees lahustunud ionide massiprotsendiline sisaldus lahustunud soolade kogumassist on järgmine:



$\Delta T = K_{kr} \cdot m$, kus krüoskoopiline konstant $K_{kr} = 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ ja m on ionid molaalne kontsentratsioon ($\frac{\text{mol}}{\text{kg}(\text{lahusti t})}$):

- a) Arvutage kõikide ionide summaarne molaalne kontsentratsioon, kui merevee soolsus on 34 ‰. (2)

b) Arvutage merevee külmumistemperatuur. (3)

c) Arvutage, mitu grammi keedusoola tuleb lisada 1 kg mereveele, et see külmuks $-5,0^{\circ}\text{C}$ juures. (3) 8 p

6. Keemik Martin otsustas sünteesida narkolepsia ja kontsentreerimisvõime puudulikkuse korral ravimina kasutatavat ainet **A** [2-(N-metüülamino)-1-fenüülpropan; $M_r = 149$]. Lähteaineks valis ta aine **B**, milles on võrreldes ainega **A** fenüülrühma suhtes α -süsiniku juures veel hüdroksüülrühm. Aine **B** hüdroksüülrühm reageerib hästi ainega **C**, moodustades aine **D** [1-atsetüüloksü-1-fenüül-2-(N-metüülamino)propan; $M_r = 207$]. Aine **C** moodustub naatriumatsetaadi ja atsetüülkloriidi vahelisel reaktsioonil, kus teiseks saadusaineks on NaCl. Hüdrogeenides ainet **D** katalüsaator Pt/C juuresolekul metaanhappega või/ja ammoniummetanaadiga moodustuvad hape **E** (60 g/mol) ja aine **A**.

a) i) Kirjutage ainete **A**, **B**, **C**, **D** ja **E** graafilised struktuurivalemid, kus metüülrühm kirjutage välja (CH_3). ii) Kirjutage ainete **B**, **C** ja **E** nimetused. (6)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) naatriumatsetaat + atsetüülkloriid \rightarrow ;

ii) $\text{B} + \text{C} \rightarrow$; iii) skeem $\xrightarrow{\text{Pt/C}}$; (3)

c) Kirjutage aine **A** R,S-isomeerid. (3) 12 p