

2002/2003 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorü ülesanded
12. klass

1. Anorgaanilised ühendid, mis moodustavad eesti põlevkivi mitteorgaanilise osa, võib jagada liiva-savi koostisesse kuuluvaiks ning karbonaatidena esinevaiks. Liiva-savi komponentideks on Al_2O_3 , K_2O , FeS_2 , Fe_2O_3 , H_2O , SO_2 ja komponent **X**. Viimast on liiva-savi osas ligikaudu 60%. Karbonaatse osa komponentideks on CaO – 48,1%, FeO – 0,2%, CO_2 – 45,1% ja veel komponent **Y**. Põlevkivi tolmpõletamisel saadavat tuhka kasutatakse muldade neutraliseerimiseks ja tsemendi tootmiseks. Põletamisel moodustunud suitsus sisaldub happevihma põhjustav aine, mis pärast reageerimist teiste suitsus sisalduvate põlemissaadustega ja oksüdeerumist hapniku toimel moodustab maapinnale langeva tahke aine, mis on identne kivistunud kipsiga. Kerogeen moodustab põlevkivi orgaanilise osa.

- a)** Andke komponendi **X** valem ja nimetus. (0,5)
b) i) Arvutage komponendi **Y** molaarmass ja **ii)** kirjutage selle valem ning nimetus. (2,5)
c) Millised mullad vajavad põlevkivituhka ja milline aine selliste muldade omadusi parandab? (0,5)
d) Nimetage kaks tsemendi koostisesse kuuluvat põhilist oksiidid. (1)
e) Millistest põlevkivi koostisosadest (kerogeen, savi-liiv, karbonaadid) tekivad kipsi moodustamiseks vajalikud kolm lähteainet? (3)
f) Kirjutage kivistunud kipsi moodustumise järgmised reaktsioonivõrrandid:
i) happevihma moodustumine; **ii)** selle oksüdeerumine; **iii)** kipsi moodustumine (1,5) **9p**

2. Tahke binaarse ühendi **A** kuumutamisel koos tahke lihtainega **B** ja gaasilise lihtainega **C** moodustub kergesti lenduv binaarne viieatomiline vedelik **D** ja värvitu väga mürgine kaheaatomiline ühend **E**. Ühendis **A** on 40% hapnikku ja seda kasutatakse valge värvi pigmendina. Vedelik **D** hüdrolyüsib hästi ja seda kasutatakse tehisudu tekitamiseks. Täieliku hüdrolyüsi korral moodustub aine **A**. Mg reageerib aine **D** aurudega, mille tulemusena saadakse lihtaine **X**. Aine **D** redutseerimisel lihtainega **F** moodustub HCl ja lilla ühend **G** (moolivahekorras 1 : 1). Ühend **G** reageerimisel NaOH lahusega tekib lahustumatu oksiidid monohüdraat **H**. See ei ole redoksreaktsioon. Ühendi **A** kokkusulatamisel leelistega või metallioksiididega moodustuvad nii meta- kui ka orto-soolad.

- a)** Arvutage ühendi **A** molekulmass ja identifitseerige lihtaine **X**. (1,5)
b) Kirjutage ainete **A** – **H** valemid ja nimetused. (4)
c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{A} + \text{B} + \text{C} \rightarrow$; **ii)** $\text{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; **iii)** $\text{D} + \text{Mg} \rightarrow$;
iv) $\text{D} + \text{F} \rightarrow$; **v)** $\text{G} + \text{NaOH} \rightarrow$; **vi)** $\text{A} + \text{CaO} \rightarrow$ metaühend (kirjutage nimetus);
vii) $\text{A} + \text{NaOH} \rightarrow$ ortoühend (kirjutage nimetus). (3,5) **9p**

3. 176,3 mg ainet **X** põletati hapniku atmosfääris. Kuumad põlemissaadused juhiti esmalt läbi hügrokoopse pulbrilise magneesiumperklooraadi ja seejärel absorbeeriti baariumhüdroksiidi lahuse poolt. $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ mass suurenes 216,2 mg võrra ning $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lahusest eraldati 1,973 g valget sadet. Tööstuses saadakse ainet **X** ainete **A** ja **B** vahelisel reaktsioonil happelise katalüsaatori juuresolekul. Mürgine vedelik **A** saadakse süsinikmonooksiidi katalüütilisel redutseerimisel vesinikuga. Ühend **A** annab kontsentreeritud väävelhappega estri **C**, mille brutovalem on $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_4\text{S}$. Ühendi **C** reaktsioonil kaaliumjodiidiga (nukleofiilne asendus) tekib ühend **D**. Ühendi **B** molekul liidab happelises keskkonnas ühe molekuli vett, moodustades ühendi **E**, milles on kolm identset metüülrühma. Ühend **E** reageerib naatriumiga, moodustades soola **F**, kusjuures eraldub vesinik. Ühendite **C** ja **F** vahelisel reaktsioonil moodustuvad aine **X**

ja naatriummetüülsulfaat.

- a) Arvutage aine **X** lihtsaim brutovalem. (3)
b) Kirjutage ainete **X** ja **A – F** lihtsustatud struktuurivalemid. (3,5)
c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow$; **ii)** $\text{A} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; **iii)** $1\text{C} + 1\text{KI} \rightarrow$;
iv) $1\text{B} + 1\text{H}_2\text{O} \rightarrow$; **v)** $\text{E} + \text{Na} \rightarrow$; **vi)** $\text{C} + \text{F} \rightarrow$ **vii)** $\text{A} + \text{B} \rightarrow$. (7) **13,5 p**

4. 1,71 grammi karboksüülhappe (ei sisalda teisi funktsionaalseid rühmi) neutraliseerimiseks kulus 25,0 ml 1,20 M NaOH lahust. Sama karboksüülhappe kuumutamisel moodustub ühend, milles on massi järgi 50% süsinikku.

- a) Leidke tiitrimise andmetest vastava üheprootonilise karboksüülhappe molaarmass(1)
b) Kirjutage kolme võimaliku karboksüülhapete struktuurivalemid, mis on kooskõlas toodud tiitrimise andmetega. (5)
c) Milline ühend tekib karboksüülhapest vettsiduva aine toimetel? (1)
d) Kirjutage punktis **b)** esitatud suurima molaarmassiga karboksüülhappe kuumutamisel saadud ühendi (sisaldab 50 massiprotsenti süsinikku) tasapinnaline struktuurivalem. (2) **9 p**

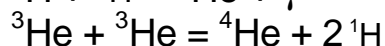
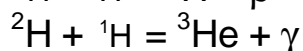
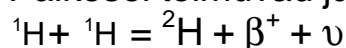
5. Vesinikperoksiidi spontaanse lagunemise reaktsioon on esimest järku. Selle reaktsiooni kulgemist saab jälgida, kui kindlatel ajahetkedel määrata lahuses vesinikperoksiidi hulk. Happelises lahuses reageerib H_2O_2 silmapilkselt KMnO_4 -ga. Praktikas valatakse kindel ruumala H_2O_2 lahust fikseeritud ajahetkel mõõdetud ruumalasse kindla kontsentratsiooniga KMnO_4 lahusesse. Reageerinud KMnO_4 hulk määratakse Fe^{2+} lahusega tagasitiitrimisel. Spontaansel lagunemisel allesjäänud H_2O_2 hulk on võrdeline reaktsiooniks kulunud KMnO_4 hulgaga (toodud tabelis):

Aeg (min)	0	5	10	20	30
$n(\text{KMnO}_4)$ (mmol)	46,1	37,1	29,8	19,3	12,5

$$\ln(c_0/c_t) = k \cdot t$$

- a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** H_2O_2 laguneb \rightarrow ; **ii)** $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow$;
iii) $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow$. (2,5)
b) Arvutage toodud andmetest kiiruskonstandid ja nende keskmine väärtus (3 tüvenumbriga). (2)
c) Arvutage H_2O_2 lagunemisreaktsiooni poolestusaeg. (2)
d) Arvutage, mitu millimooli KMnO_4 kulub allesjäänud H_2O_2 -ga reageerimiseks, kui reaktsiooni algusest on möödunud 50 minutit. (3) **9,5 p**

6. Päikesel toimuvad järgmised protsessid:



β^+ , ν ja γ tähistavad vastavalt positroni, neutriinot ja gamma-kiirgust.

- a) Kirjutage Päikesel toimuva vesiniku “põlemise” reaktsiooni summaarne võrrand. (2)
b) Leidke ühe aatomi ${}^4_2\text{He}$ moodustumise massidefekt. (2)
c) Leidke 5,000 g vesiniku “põlemisel” **i)** asetleidnud massidefekt (kg) ja **ii)** eraldunud energia. (3)
d) Arvutage **i)** 5,0 g vesiniku keemilise põlemise entalpia; **ii)** mitu korda ületab sama koguse vesiniku “põlemine” Päikesel punktis **i)** arvutatud energia. (3)
 $m({}^1_1\text{H}) = 1,00727$ amü; $m({}^4_2\text{He}) = 4,00273$ amü; $m(\beta^+) = 0,0005486$ amü.
 $E = mc^2$; $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s; $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -286$ kJ/mol; neutriino mass on tühine ning gammakiirgusel seisumass puudub. **10 p**