

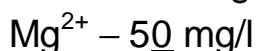
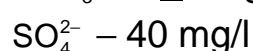
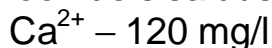
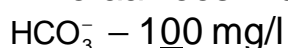
2002/2003 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded

9. klass

1. Nagu raud, nii ka koobalt ja nikkel võivad käituda magnetina. Asetsedes perioodilisuse süsteemis samas rühmas ja samas perioodis on neil teisi sarnaseid omadusi, kuid on ka erinevusi. Koobaltil on olemas ainult üks isotoop massiarvuga 59. Niklil on viis stabiilset isotoopi massiarvudega 58 (68,1%), 60 (26,2%), 61 (1,14%), 62 (3,63%) ja 64 (0,926%). Sulgudes on antud vastava isotoobi sisaldus mooliprotsentides (näitab, millise osa moodustavad vastava isotoobi aatomid kõikidest nikli aatomitest).

- a) Millisesse rühma ja millisesse perioodi kuuluvad koobalt ja nikkel? (1)
- b) Kirjutage **i)** koobalti ja **ii)** nikli isotoobid sümbolitega. Sümboli ette kirjutage järjenumbriga alumise ja massiarvu ülemise indeksina. (3)
- c) Arvutage **i)** koobalti ja **ii)** nikli keskmised aatommassid. Iga isotoobi aatommass olgu 0,1 võrra väiksem kui vastava isotoobi massiarv. (3)
- d) Põhjendage, kumb vaadeldavatest elementidest peab olema perioodilisussüsteemis eespool. (1)
- e) Metallides **A** ja **B** on ühepalju aatomeid, kuid metalli **B** mass on väiksem. Põhjendage, kumb metallidest on koobalt, kumb nikkel. (1) **9 p**

2. Mineraalvees "Värskas" on ionide sisaldus järgmine:



- a) Arvutage kõikide ionide hulk täpselt ühes liitris vees eeldusel, et mineraalvee koostises on korraka ainult Na^+ ioonid või K^+ ioonid. (4)
- b) Arvutage, milline on mineraalvees sisalduv lahustunud aine mass (mg/l) eeldusel, et Na^+ ja K^+ hulk on võrdne. (4)
- c) Arvutage täpselt 1 liitri vee kuivaksaurutamisel saadud kuivaine mass (mg), kui vee keetmisel vesinikkarbonaatioonidest moodustuvad karbonaatioonid, vesi ja süsihappegaas. (3) **11 p**

3. Element **A** on väga suure aktiivsusega, mistõttu seda leidub looduses ainult ühendites. Ühendis **AB** on aatomite vahel üksikside ja ühend on hädavajalik toidu valmistamisel. Element **A** moodustab hapnikuga ühendi **C**, kus hapnikku on 25,8%. Samuti annab element **A** peroksüühendi **D**, milles on kaks hapniku aatomit ja elementi **A** on 59%. Ühend **D** reageerib süsihappegaasiga, moodustades karbonaadi **E** ja elutegevuseks hädavajaliku gaasi **F**. Element **B** moodustab vesinikuga ühendi **G**, milles on vesinikku 2,76%.

- a) **i)** Kirjutage, milline on aatomite suhe ühendites **C** ja **G**; **ii)** leidke elementide **A** ja **B** aatommassid. (2,5)
- b) Arvutage elemendi **A** aatomite arv ühendis **D**. (1)
- c) Kirjutage elementide ja ühendite **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** ja **G** valemid ja nimetused. (3,5)

d) Kirjutage ainetevahelised reaktsioonivõrrandid: **i) $A + B \rightarrow AB$; ii) $A + O_2 \rightarrow C$; iii) $D + CO_2 \rightarrow E + F$; iv) $B + H_2 \rightarrow G$.** (3) 10 p

4. Kolm gaasi, millega on täidetud normaaltingimustel 1000 cm³ ballooni, sisaldavad kahte keemilist elementi. Nende omavahelistest ühenditest ei ole võimalik saada tugevat hapet. Peale süütamist on esialgsel tingimustel mõõdetud gaaside ruumala lähteruumalast 100 cm³ võrra väiksem. Reaktsioonil tekkinud gaaside täielikul neeldumisel NaOH lahuses suurenes selle mass 1,375 grammi võrra.

a) i) Milline aine on neeldunud gaas? ii) Arvutage selle gaasi ruumala. (2)

b) Millistest gaasidest koosneb lähtesegu? (2)

c) i) Kirjutage plahvatusreaktsiooni võrrand ja ii) arvutage reaktsioonis kulunud lähteainete ruumala. (2)

d) Arvutage kaks võimalikku i) lähtegaaside ja ii) saadusgaaside ruumala. (4) 10 p

5. Element **X** avastati juhuslikult. Ühe versiooni järgi aitas selles nimekat teadlast kass, kes ajas ümber nõu väävelhappega, mis voolas merevetikatest saadud tuha peale. Ühend **A**, mida oli tuhas 3,32 g, reageeris väävelhappega. Reaktsioonil eraldus gaaside **B** ja **C** segu ning 2,72 g vesiniksoola **D** ja vesi. Gaasisegu sattumisel jahedale pinnale moodustus gaasist **B** tume kondensaat. Normaaltingimustel on gaasi **C** ruumala 224 cm³ ja selle tihedus vesiniku suhtes on 32. Lihtaine **B** aurude ruumala vastab 0,01 moolile ja aurude tihedus lämmastiku suhtes on 9,07. Gaasi **C** on võimalik oksüdeerida gaasiks **E**, millel on sama kvalitatiivne koostis kui gaasil **C**. Gaasi **E** juhtimisel KOH vesilahusesse moodustub algul normaalsool **F**, millest seejärel moodustub vesiniksool **D**.

a) Arvutage gaaside **B** ja **C** molaarmass. (1,5)

b) Kirjutage i) elemendi **X** sümbol ja nimetus ning ii) ainete **A**, **B**, **C**, **D**, **E** ja **F** valemid ja nimetused. (3,5)

c) Arvutage ühendite i) **A**, ii) **C** ja iii) **D** hulgad. (3)

d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $A \textcircled{R} B + C + D + H_2O$; ii) $C \textcircled{R} E$; iii) $E + KOH \rightarrow F$; iv) $F \textcircled{R} D$. (4) 12 p

6. Keskkonna säästlikkuse ja mugavuse seisukohast lähtudes on paljud katlamajad viidud gaasiküttele.

a) i) Kirjutage metaani põlemisreaktsiooni võrrand; ii) arvutage metaani ja kasutatud õhu (sisaldab 21 mahuprotsenti hapnikku) ruumalade suhe ning iii) nimetage keskkonna seisukohalt vaadatuna kaks eelist, mis on gaasi põletamisel kivisöe põletamise ees. (4)

b) Arvutage, mitme kuupmeetri gaasi (CH₄) põlemisel eraldub 1 GJ (1 GJ = 10⁹ J) energiat, kui metaani põlemisenergia on -890 kJ/mol. Miinusmärki kasutatakse seetõttu, et gaas kaotab põlemisel energiat. (2)

c) Arvutage, mitu kuupmeetrit metaani annab sama koguse energiat, kui üks kilogramm kvaliteetset kivisütt (23000 kJ). (2) 8 p

2002/2003 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded
10. klass

1. Notsul oli viiest õhupallist kolm täidetud planeetide Veenuse (**A**), Saturni (**B**) ja Merkuuri (**C**) atmosfääri peamiste komponentidega. Kaks ülejäänud õhupalli olid täidetud ainetega, mis moodustavad Veenusel (**D**) ja Saturnil (**E**) pilved. Õhupall, mis oli täidetud ainega **A**, langes põrandale. Ainetega **B** ja **E** täidetud õhupallid tõusevad lakke. Ained **C** ja **D** ei ole toatingimustel gaasilises olekus ja seetõttu jäävad need õhupallid täis puhumata. Aine **D** on raske õlijas vedelik, mis hävitas õhupalli ja hakkas söestama põrandat. Ainet **C** võib noaga lõigata. See ujub vee peal. Reageerimisel veega moodustub gaas **B** ja aine **F** lahus. Suurema tükina võib aine **C** vee pinnal süttida, põledes kollase leegiga. Aine **F** peatab aine **D** sööbiva toime, moodustades normaalsoola **J**. Gaasi **A** juhtimisel läbi aine **F** lahuse moodustub aine **G**, mida kasutatakse kergitusainena küpsetamisel. Aine **G** peatab aine **D** sööbiva toime, moodustades soola **J**, lisaks eraldub gaas **A**. Aine **E** on terava lõhnaga. Vesiniksool **H** moodustub ainete **A** ja **E** juhtimisel vette. Ainet ? kasutatakse ka küpsetuspulbrina ja see peatab aine **D** sööbiva toime, moodustades normaalsoola **I**, mida kasutatakse väetisena.

- a) i) Millised ained on planeetide Veenuse, Saturni ja Merkuuri atmosfääri peamisteks komponentideks? ii) Millised ained moodustavad Veenuse ja Saturni pilved? Kirjutage valemid ja nimetused. (2,5)
- b) Millist täispuhutud õhupalli on Notsul kõige ohutum kinkida oma sõbrale liiahhile? Miks teised õhupallid on ohtlikud? (1)
- c) Miks i) ainega **A** täidetud õhupall langeb põrandale ning ii) ainetega **B** ja ? täidetud õhupallid tõusevad lakke? (2)
- d) Kirjutage ainete **F**, **G**, **H**, **I** ja **J** valemid ja nimetused. (2,5)
- e) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $C + H_2O \rightarrow$; ii) $F + D \rightarrow$; iii) $F + A \rightarrow$; iv) $G + D \rightarrow$; v) $A + E + H_2O \rightarrow$; vi) $H + D \rightarrow$. (4) 12 p

2. Kromatograafi utiliseerimisel joodeti välja 139,88 g kullaga kaetud kontakte. Nende kontaktide töötlemisel kontsentreeritud lämmastikhappega lahustus alusmaterjaliks olnud vask. Protsessi käigus eraldus NO_2 ja saadi 32,61 g lahustumatut sadet. Sellest sademest hallika metatintahappe-monohüdraadi ärauhumisel saadi 5,08 g kulla fooliumi tükikesi. Muhvelahjus õhu atmosfääris sulatati need tükikesed kokku. Saadud kulla sulam sisaldas 5,56% vaske ja tiiglis oli veel 0,636 g vask(II)oksiidi.

- a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $Cu + HNO_3$ konts. \rightarrow ; ii) $Sn + HNO_3$ konts. \rightarrow . (3)
- b) Milline tina ühend on sama kvantitatiivse ja kvalitatiivse koostisega nagu ühend, mis saadakse reaktsioonil a) ii)? (1)
- c) Arvutage tina protsendiline sisaldus väljajoodetud kontaktides. (2)
- d) Arvutage kulla protsendiline sisaldus kullafooliumis. (3) 9 p

3. Eesti põlevkivi koosneb orgaanilisest osast ehk kerogeenist ja mineraalsest osast. Viimase koostises olevatest ainetest lagunevad nii termiliselt kui ka soolhappe toimel põhiliselt karbonaadid. 100,0 g põlevkivitolmu põletamisel saadi 53,0 grammi tuhka. Sama koguse põlevkivi reaktsioonil soolhappega moodustus 6,74 liitrit süsinikdioksiidi. 100,0 g põlevkivi utmisel 500 °C juures moodustus 1,9 g vett, 5,6 g gaase, põlevkiviõli ja tahke jääk.

- a) Arvutage (protsentides) i) kerogeeni sisaldus ja ii) mineraalsete ainete sisaldus põlevkivis eeldusel, et põlevkivi põletamisel karbonaadid lagunevad täielikult. (4)
- b) Arvutage põlevkiviõli saagise protsent põlevkivist, kui õli saagis kerogeenist on 66%. (2)

c) Utmisel moodustub teatud osast kerogeenist poolkoks (grafiit). Arvutage, milline protsent **i)** põlevkivist ja **ii)** kerogeenist muutub utmisel poolkoksiks. (3) **9 p**

4. Kindla koguse vase-, raua- ja alumiiniumipulbrite segu reageerimiseks kulus ühel juhul 40,0 grammi NaOH (moodustus nelja hüdroksüülrühmaga kompleksühend); teisel juhul 37,4 dm³ Cl₂; kolmandal juhul 1035 cm³ 10,0% HCl lahust (1,10 g/cm³).

a) Kirjutage reaktsioonide võrrandid, mis kajastavad segu komponentide reageerimist **i)** naatriumhüdroksiidiga, **ii)** klooriga ja **iii)** soolhappega. (3)

b) Arvutage **i)** Al, **ii)** Fe ja **iii)** Cu mass lähtesegus. Vastused andke õige arvu tüvenumbritega. (6) **9 p**

5. Elamurajoonide heitvete puhastamiseks kasutatakse oksüdeerijaid **A**, **B** ja **C**, millede iseloomulikud andmed on toodud tabelis.

	Hapniku sisaldus	Reakts. võime	Ohtlikkus	Kaubanduslik kuju	Reageerib		
					A	B	C
A	94,1%	1	2	35–50% vesilahus		+	+
B	0%	2	4 (toksiline)	Balloonis rõhu all	+		–
C	40,5%	2	3 (tolmu hingamine on ohtlik)	Tumedavärviline kristalne aine	+	–	

Need oksüdeerijad eemaldavad heitvete ebameeldiva lõhna, oksüdeerides divesiniksulfiidi. Aine **B** oksüdeerib väävelvesiniku maksimaalselt, kusjuures moodustub kaks hapet. Sama palju oksüdeerub sulfidioon ka oksüdeerija **C** toimel neutraalses keskkonnas, kus oksüdeeriva elemendi oksüdatsiooniaste väheneb kolme võrra. Happelises keskkonnas moodustub väävelvesinikust oksüdeerijate **A** ja **C** toimel vees lahustumatu kahvatukollane sade.

a) **i)** Määrake ained **A**, **B** ja **C** (valem ja nimetus) ning **ii)** kontrollige nendes ainetes hapniku sisalduse vastavust tabeli andmetele. (3,5)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** **A** + **B** ® lihtaine ja **ii)** **A** + **C** + H₂SO₄ ® lihtaine, kus aines **C** oksüdeeriva elemendi oksüdatsiooniaste väheneb viie võrra. (2,5)

c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** H₂S + H₂O + **B** →; **ii)** S²⁻ + **C** + H₂O →; **iii)** H₂S + **A** →; **iv)** H₂S + H₂SO₄ + **C** →. (4)

d) Arvutage, mitu mooli NaOH kulub lahuse neutraliseerimiseks, kui H₂S oksüdeerimiseks kulub 1 mool ainet **B**. (1,5)

e) Kirjutage reaktsioonivõrrandid, mis seletavad leelise lahuse ülekulu oksüdeerija **B** üledoseerimisel. (1,5) **13 p**

6. Kui toitained oksüdeeruksid meie organismis kiiresti ja täielikult, siis juba mõne suhkrutüki söömisel toimuks meie organismi lubamatu ülekuumenemine. Suhkru oksüdeerumine toimub meie organismis keerulise biokeemilise mehhanismi järgi, mis on ajas pikaks venitatud. Et reaktsiooni energeetiline efekt sõltub Hessi seaduse järgi ainult alg- ja lõppolekust, siis saame termodünaamiliste suuruste abil seda arvutada.

a) Kirjutage sahharoosi täieliku oksüdeerumisreaktsiooni võrrand. (1)

b) Arvutage selle reaktsiooni energeetiline efekt, kui reaktsioonis osalevate ainete tekkeentalpiad ΔH(tekke) on järgmised: C₁₂H₂₂O₁₁(t) = -2222,0 kJ/mol; CO₂(g) = -393,5 kJ/mol; H₂O(v) = -285,8 kJ/mol, O₂ = 0 kJ/mol. (3)

c) Arvutage, mitu grammi suhkrut annab oksüdeerudes nii palju energiat, mis on vajalik täpselt ühe liitri vee aurustamiseks. ΔH(tekke) (H₂O(g)) = -241,8 kJ/mol. (4) **8 p**

2002/2003 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded
11. klass

1. Eesti põlevkivi ehk kukersiidi kuumutamisel õhu juurdepääsuta destilleerub põlevkiviõli, mis sisaldab üle 1000 ühendi keskmise molekulmassiga 240. Saadavas õlis on ligikaudu 6,9% hapnikku, 82% süsinikku ja 11% vesinikku. Utmisgaaside kondenseerumisel veeldub ka veeaur, milles lahustuvad mõned polaarsed ained nagu kaheprootonilised fenoolid – resortsiinid, milles on hüdroksüülrühmad meta-asendis.

- a) Arvutage põlevkiviõli lihtsaim molekuli valem. Arvutustes eeldage, et elementide protsendilised sisaldused on täpsed. (2)
- b) Ümardage aatomite arvud põlevkiviõli valemis täisarvudeks ja kirjutage süsiniku arvule vastava küllastunud ühendi bruttovalem i) ketoonina; ii) alkoholina. (2)
- c) Kirjutage põlevkivi uttevees lahustunud i) 5-metüülresortsiooni, ii) 5-etüülresortsiooni ja iii) 2,5-dimetüülresortsiooni graafilised struktuurivalemid. (3)
- d) Kirjutage põlevkiviõlis sisalduvate i) dekaani, ii) 2-dekanooni, iii) pentüülsükloheksaani, iv) 1,7-oktadieeni, v) 3-metüülfenooli ja vi) heptaandihappe graafilised struktuurivalemid. (6) **13 p**

2. Happed **A**, **B**, **C** ja **D** sisaldavad peale vesiniku vaid kahte mittemetalli **X** ja **Y**. Nende hapete dehüdraatumisel tekivad gaasid **E**, **F** või viieaatomiline vedelik **G**, mis sisaldab 47,0% elementi **Y**. Ühendite **E**, **F** ja **G** kvalitatiivne koostis on ühesugune. Hape **A** eksisteerib ainult väga lahjas lahuses, mille kontsentreerimisel eraldub happest **A** vesi. Hapete **B** ja **C** dehüdraatumine toimub H_2SO_4 -ga kuumutamisel. Kuumutamisel P_4O_{10} -ga eraldub ühest molekulist happest **D** kaks molekuli vett ja tekib aine **G**. 2080 mg happe **D** neutraliseerimiseks kulub täpselt 0,04 mooli NaOH. Ühendil **E** üldiselt ei ole happelisi omadusi, kuid kõrgel temperatuuril see reageerib naatriumhüdroksiidiga, moodustades happe **B** soola **I**. Soola **I** kahest molekulist tekib kuumutamisel $400\ ^\circ C$ juures happe **C** naatriumisool ja eraldub vesinik. Aine **G** molekul annab kahe molekuli metanooliga reageerimisel happe **D** metüülestri.

- a) Millised elemendid on **X** ja **Y** ning millised ained on **E** ja **F** (valem ja nimetus)? (1)
- b) Arvutage aine **G** brutovalem ja kirjutage vastav struktuurivalem. (2)
- c) Leidke tiitrimise andmetest happe **D** molaarmass ja tõestage happe **D** struktuurivalem. (2)
- d) Kirjutage hapete **A**, **B** ja **C** struktuurivalemid ning kirjutage nende ja ka happe **D** dehüdraatimise võrrandid. (4)
- e) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $E + NaOH \rightarrow I$; ii) $I \rightarrow H_2$; iii) $G + CH_3OH \rightarrow$. (3) **12 p**

3. Kirde-Eestis on mineraali **A** suured lademed. Selle mineraali kuumutamisel elektriahjus koos liiva ja söega saadakse aine **B**. Aine **B** pikaajalisel kuumutamisel moodustub punane aine **C**. Tahke aine **B** helendab õhus rohekalt ja võib isegi süttida. Peeter, kes oli palju kuulnud keemiast, kuid polnud seda veel ise õppinud, seletas sõpradele aine **B** helendumist eriliste 3p orbitaalidega. Oma väite õigustamiseks tõi ta 5 näidet.

- 1) Aine **B** ei helenda vee all, sest vesi tõenäoliselt lahustab need erilised 3p orbitaalid.
- 2) Kui üks osa sellest vesilahusest lisada võrdsele osale 2M soolhappe lahusele, siis muutub saadud lahuse pH nulliks.
- 3) Kui ainele **B** lisada leelise vesilahust, siis üks molekul ainet **B** reageerib kolme NaOH ja kolme vee molekuliga, mille tulemusena tekib kolm molekuli ainet **D** ja üks molekul gaasi **F**, mis õhus sütib gaasi molekulide külge kleepunud 3p orbitaalide tõttu.
- 4) Ühend **F** lahustub vees, kuid lahuse pH oluliselt ei muutu. Küll aga väheneb perkloorhappe pH, kui sinna juhtida gaasi **F** (3p orbitaalide vastastikmõju tõttu).
- 5) Sarnaselt lämmastiku 2p orbitaalidele võivad taimede kasvu ergutada vabad 3p orbitaalid, mis eraldatai mineraalist **A** väävelhappega.

Märkus: Kui keegi veel pole Peetri ebaõigele väitele pihta saanud, siis orbitaale ei saa aine küljest eraldada, sest tegu on ruumiga, kus elektron tõenäoliselt asub.

a) Kirjutage i) aine **B** saamise reaktsiooni võrrand ja ii) andke ainete **A**, **B**, **C** ja **F** valemid ja nimetused. (2)

b) Kirjutage näidetele 1 – 5 kas vastavad reaktsioonivõrrandid või andke seletus. (5) **7 p**

4. Õpilasele anti järgmine eksperimentaalne töö. Lähtudes vaskvitriolist ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ja veest tuleb valmistada CuSO_4 lahus. Saadud lahusele tuleb ettevaatlikult lisada 1,22 M NaHCO_3 lahus. Seejärel tekkinud suspensiooni pidevalt segades kuumutada 80°C juures, kuni gaasimullide eraldumine lõpeb. Järgnevalt jahutatakse reaktsiooninõu algul õhus ja seejärel veega täidetud kristallisaatoris. Sinakas-roheline sade **A** eraldatakse filtreerimisel, pestakse, kuivatatakse ja kaalutakse. Aine **A** kuumutamisel eraldub gaas **B**, mis läbijuhtimisel lubjaveest moodustab esmalt sademe, kuid gaasi **B** liias sade lahustub. Tugeval kuumutamisel jääb katseklaasi must aine **C**. NH_3 redutseerib kõrgel temperatuuril aine **C** vaseks. Aine **A** kuumutamisel eraldub ka vesi.

a) Kirjutage ainete **A**, **B** ja **C** valemid ning nimetused. (1,5)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $\text{CuSO}_4 + \text{NaHCO}_3 \rightarrow$; ii) $\text{A} \xrightarrow{0_t^0_t}$; iii) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{B} \rightarrow$; iv) $\text{B}(\text{liig}) \rightarrow$; v) $\text{C} + \text{NH}_3$. (2,5)

c) Arvutage, mitu i) grammi vaskvitrioli ja ii) mitu kuupsentimeetrit vett on vaja võtta 27,8 g 13,0% CuSO_4 lahuse valmistamiseks. (2)

d) Arvutage, mitu kuupsentimeetrit 1,22 M NaHCO_3 lahust sünteesiks kulub. (1)

e) Arvutage saagise protsent, kui saadi 2,4 g ainet **A**. (1) **8 p**

5. 2500 mg sulamist saadi täpselt 250 ml lahust, milles olid Ag^+ , Cu^{2+} ja Cr^{3+} ionid. Täpselt 1/25 saadud lahusest eraldati esmalt vask ja hõbe ning seejärel oksüdeeriti leelises keskkonnas vesinikperoksiidi abil Cr^{3+} ionid CrO_4^{2-} ionideks. Saadud lahusele lisati 24,00 ml 0,1500 M Fe^{2+} lahust happelises keskkonnas, mille tagasiitiitrimiseks kulus 31,00 ml 0,0195 M KMnO_4 lahust ($5\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow 1\text{KMnO}_4$). 50,00 ml lähtelahuse elektrolüüsil 2,36 A vooluga kulub metallide sadestamiseks 9 min 35 sek.

a) Kirjutage ionidevahelised reaktsioonivõrrandid: i) $\text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^- \rightarrow$; ii) $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow$; iii) $\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow$. (3)

b) Tiitrimiste andmetest arvutage sulamis sisalduv kroomi mass. (2)

c) Kroomi massi ja elektrolüüsil kulunud elektri hulga järgi arvutage Ag mass ja Cu mass sulamis ($F = 96485 \text{ A}\cdot\text{s/mol}$). (5) **10 p**

6. Lahuste kokkuvalamisel saadi järgmised lahused:

A 100 cm^3 0,05 M $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (bensoehape) + 30 cm^3 0,08 M NaOH

B 0,2 dm^3 0,4 M HCl + 0,25 dm^3 0,5 M $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

C 10 cm^3 0,4 M HCl + 12 cm^3 0,4 M NaOH

$K_h(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$; $K_a(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$; $K_v =$ täpselt $10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$ (tasakaalukonstandi taha tavaliselt ühikuid ei kirjutata). Eeldage, et lähteandmete täpsus võimaldab pH väärtuse leida 0,1 ühku täpsusega.

a) Tuletage nõrga happe ja selle soola lahuse segus sisalduvate vesinikioonide tasakaalulise kontsentratsiooni $[\text{H}^+]$ arvutamise valem lähtudes happe dissotsiatsioonikonstandist. (2,5)

b) Lahuste **A**, **B** ja **C** jaoks: i) kirjutage lahustes toimuvate reaktsioonide võrrandid; ii) arvutage iga aine jaoks (väljaarvatud H_2O) alg- ja lõpphulgad; iii) arvutage lõpphulkade järgi lahuse pH. (7,5) **10 p**

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 toimet? (1)
d) Kirjutage punktis **b)** esitatud suurima molaarmassiga karboksüülhappe kuumutamisel saadud ühendi (sisaldab 50 massiprotsenti süsinikku) tasapinnaline struktuurivalem. (2) **9 p**

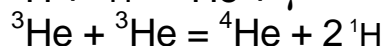
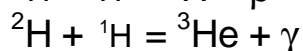
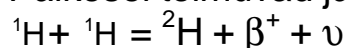
5. Vesinikperoksiidi spontaanse lagunemise reaktsioon on esimest järku. Selle reaktsiooni kulgemist saab jälgida, kui kindlatel ajahetkedel määrata lahuses vesinikperoksiidi hulk. Happelises lahuses reageerib H_2O_2 silmapilkselt KMnO_4 -ga. Praktikas valatakse kindel ruumala H_2O_2 lahust fikseeritud 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; neiutriino mass on tühine ning gammakiirgusel seisumass puudub. **10 p**