

2003/2004 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

9. klass

1. Osakestel **A**, **B**, **C**, **D** ja **E** on elektronide arv sama. Osakesed **A** ja **C** reageerivad omavahel, andes ühendi **X**. Osake **B** ei reageeri peaaegu millegagi. Ainet **B** kasutatakse isoleeriva keskkonna loomiseks nii valgusallikates kui metallide keevitamisel. Ühendi **X** põlemisel hapniku liias tekib õhust ~2,21 korda raskem terava lõhnaga gaas **Y** ja ühend **Z**, mille molaarmass on 56,1 g/mol. Osakese **D** aatomnumber on osakese **A** aatomnumbrist ühe võrra suurem ja osakese **E** aatomnumbrist kahe võrra väiksem. Osakesi **C** ja **D** sisaldavale lahusele sooda lisamisel moodustub valge sade **Q**. [M(õhk) = 29,0 g/mol]

- a) Kirjutage **i)** osakeste **A**, **B**, **C**, **D** ja **E** tähised, nimetused ja elektronide arv ning **ii)** vastavate elementide sümbolid, aatomnumbrid ja nimetused. (2,5)
- b) Kirjutage ülalloeletud osakeste ühinemisel moodustunud binaarsete ühendite (sisaldavad kahte elementi) valemid ja nimetused ning märkige, kas nende ühendite vesilahused on happelised, aluselised või neutraalsed. (1,5)
- c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid **i)** moodustub ühend **X**, **ii)** moodustub ühend **Q**, **iii)** põleb ühend **X**. (3)
- d) Arvutage ühendite **Y** ja **Z** molaarmassid ja võrrelge neid ülesandes toodud andmetega. (3) **10p**

2. Paekivi sisaldab 90% CaCO_3 . **I** protsessis töödeldi 1,00 kg paekivi termiliselt ja saadi 277 g süsinikdioksiidi. **II** protsessis töödeldi 1,00 kg paekivi 171,6 cm^3 28% HCl lahusega (1,139 g/cm^3), mille tulemusena saadi 13,44 dm^3 süsinikdioksiidi.

- a) Kirjutage protsessidele **I** ja **II** vastavad reaktsioonivõrrandid eeldusel, et vesiniksoola ei teki. (2)
- b) Arvutage lähteandmete järgi protsessil **I** eralduv maksimaalne süsihappegaasi mass ja protsesil **II** maksimaalne süsihappegaasi ruumala. (2+2,5)
- c) Arvutage protsessidele **I** ja **II** vastav CO_2 saagis protsentides. (2)
- d) Kirjutage kolm reaktsioonivõrrandit, mille tulemusena tekib süsinikdioksiid. Lähteained peavad kuuluma erinevatesse aineklassidesse ega tohi olla karbonaadid (1,5)
- Tähelepanu:** Nõutud vastustes andke õige tüvenumbrite arv. **10p**

3. Kolm pörsakest, kes olid hundi kiusamisest tüdinud, ehtasid põlevkivituha plokkidest maja ja tegid sinna ka põlevkivist ahju. Hunt oli liha marineerimiseks varunud igasuguseid happeid ja kui tal ei õnnestunud maja ümber puhuda, siis otsustas happega söövitada maja seina augu. Kõigepealt proovis kriimsilm väävelhappega, kuid peagi moodustus lahustumatu sade ja reaktsioon ei tahtnud jätkuda. Ka soolhappega ei reageerinud kogu tahke aine ära. Lõpuks peale soolhappega töötlemist lisas hundu vesinikfluoriidhapet ning kõik reageeris ära. Saanud pörsad kätte, sidus hunt nad kinni ja viis välja jahtuma. Seejärel süütas ahjus puud ja viskas ise pisikeseks uinakuks ahju peale pikali.

- a) Tuhaplokk sisaldab kaltsiumkarbonaati, hapetega reageerivat alumiiniumoksiidi ja ränidioksiidi. Kuidas reageerisid need ained **i)** väävelhappega, **ii)** soolhappega ja **iii)** vesinikfluoriidhappega? Kirjutage reaktsioonivõrrandid. (8)
- b) Mis juhtus ahjuga? Kirjutage reaktsioonivõrrand. (1) **9p**

4. I Reaktiivide kapis olid ained **A**, **B** ja **C**. Kõikide ainete purkidel oli olnud kolm silti: valem, rahvapärane nimetus ja kasutusala. Kahjuks olid sildid purkidelt lahti kuivanud ja langenud kapi põhja segamini. Valemitega sildid olid AgNO_3 , KNO_3 ja NaNO_3 . Rahvapärased nimetused: india salpeeter, põrgukivi ja tšiili salpeeter. Kasutusalad: fotograafia–meditsiin, musta püssirohu põhikomponent, põllumajandus. Ainete **A** ja **B** vesilahused on neutraalsed, kuid aine **C** vesilahus annab happelise keskkonna. Aine **A** koostisesse kuuluv metall on mittemetallilisem, kui aine **B** koostisesse kuuluv metall.

II Metallide **X** ja **Y** nitraate kasutatakse kangaste värvimisel. Leelismuldmetall **Z** nitraati kasutatakse ilutulestikus. Metall **X** on ferromagneetik. Metallil **Y** on väike tihedus, hea elektrijuhtivus ja see on maakooses kõige levinum metall. Metallid **X** ja **Y** ei reageeri külma kontsentreeritud väävel- ega kontsentreeritud lämmastikhappega. Metallil **Z** aatomnumber ja metalli **X** aatommass on võrdsed.

a) Kirjutage ainete **A**, **B** ja **C** valemid, rahvapärased nimetused ja kasutusalad. (3)

b) Kirjutage metallide **X**, **Y** ja **Z** sümbolid, aatomnumbrid, aatommassid (täisarvuna) ja nimetused. (1,5)

c) Kirjutage reaktsioonivõrrand, kui väävelhappe lahja lahus reageerib i) metalliga **X** ja ii) metalliga **Y**. (3)

d) Miks ei reageeri metallid **X** ja **Y** kontsentreeritud väävelhappega ja kontsentreeritud lämmastikhappega? (0,5) 8p

5. Kaaliumpermanganaadi kuumutamisel moodustub lihtaine **A**, mangaandioksiid ja ühend **X**, millel on kaaliumpermanganaadiga analoogiline anioon, kuid mille laeng on -2. Tsingi reageerimisel soolhappega eraldub gaas **B**. Lihtainet **B** on võimalik saada ka väga kõrgele temperatuurile kuumutatud lihtaine **Y** reageerimisel hõõguva rauaga. Selles reaktsioonis lähte- ja saadusaineteks olevad ühendid **Y** ja **Z** kuuluvad samasse aineklassi, kuid aatomite arv nendes molekulides erineb üle kahe korra. Lihtainete **A** ja **B** segu moolivahekorras 1 : 2 annab plahvatades ühe varemmainitud ühendi. Ühend **D**, mis on Maa globaalse soojenemise üheks põhjustajaks, moodustub lihtaine **A** ja lihtaine **Q** reageerimisel. Ühenditel **Y** ja **D** on molekulides sama arv aatomeid ja need moodustuvad vastavalt protsessides, kus vask(II)oksiidist saadakse metall lihtaine **B** abil ja ühendist **Z** saadakse raud oksiidi **E** abil.

a) Kirjutage ainete **A**, **B**, **D**, **E** ja **X**, **Y**, **Z**, **Q** valemid ja nimetused. (4)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $\text{KMnO}_4 \xrightarrow{0t}$; ii) $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow$; iii) $\text{Fe} + \text{Y} \rightarrow$; iv) $\text{A} + \text{B} \rightarrow$; v) $\text{A} + \text{Q} \rightarrow$; vi) $\text{CuO} + \text{B} \rightarrow$; ja vii) $\text{Z} + \text{E} \rightarrow$. (7) 11p

6. I Lahustuvus (L) näitab aine maksimaalset grammide arvu, mis antud temperatuuril lahustub täpselt 100 grammis lahustis. Tabelis on toodud küllastunud KNO_3 lahustiseloostumustavad andmed erinevatel temperatuuridel.

t, °C	%(KNO_3)	Lahustuvus (g)	m(KNO_3) (g)	m(H_2O), (g)	m(lahus), g
10		21,5			
20	24,1				
30			115	250	
40			25,8		65,8
50				400	744

Esitage iga temperatuuri jaoks i) %(KNO_3) ja ii) L(KNO_3) arvutus. (8)

II Ümberkristalliseerimisel lahustatakse puhastatav aine suurema lahustuvuse temperatuuril. Jahtumisel lahustuvus väheneb ja välja kristalliseeruvad aine puhtad kristallid.

Arvutage, mitu grammi ümberkristalliseeritud KNO_3 saadakse 100 g KNO_3 ümberkristalliseerimisel, kui kuuma lahuse temperatuur on 60°C ja jaheda lahuse temperatuur on 10°C . $L(\text{KNO}_3, 60^\circ\text{C}) = 110$ g

(4) **12p**

2003/2004 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorülesanded
10. klass

1. Ühendid **A** ja **X** kuuluvad orgaaniliste ühendite hulka. Ühend **A** on kõige väiksema süsiniku aatomite arvuga alkohol, mida võib saada mürgise gaasi **B** ja kõige kergema gaasi **C** reageerimisel kõrgel rõhul katalüsaatori juuresolekul. Ühend **X** on monosahhariid, milles aatomite koguarv on võrdne süsiniku kahekordse aatommassiga. Ühend **X** tekib taimedes fotosünteesi käigus ja selle vesilahuse käärimisel tekib ühendiga **A** samasse klassi kuuluv ühend **D** ning gaas **E**, mis põhjustab kasvuhooneefekti. Kui kahekordistada ühendi **X** brutovalemit kõik indeksid ning lahutada saadud molekulist üks molekul vett, siis saame disahhariidi **Y** brutovalemi. Ühendist **Y** on võimalik saada monosahhariidid **X** ja **Z**. Gaasi **E** on võimalik saada gaasi **B** oksüdeerimisel. Gaasi **C** põlemisel tekib kõigile tuttav ühend **F**, mis spetsiaalsetes tingimustes ühinedes gaasiga **E** neelab suure hulga energiat ja moodustab monosahhariidi **X**.

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

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $B + C \rightarrow A$; ii) $C \textcircled{R} F$; iii) $B \textcircled{R} E$;

iv) $E + F \textcircled{R} X$; v) $X \textcircled{R} D + E$; vi) $Y \textcircled{R} X + Z$. (3) 6p

2. Orgaanilises ühendis olev lämmastik määratakse nn Kjeldali meetodiga, kus lämmastik muudetakse ammooniumiooniks ja viimane määratakse happe/alus tiitrimisel.

Laboris sünteesiti seriin [$H_2N-CH(CH_2OH)-COOH$], mis on aminohape ja kuulub valkude koostisesse. Lisandeid sisaldav sünteesitud aine, mida kaaluti 0,500 grammi, lagundati 5 cm^3 kuuma kontsentreeritud väävelhappega. Moodustus $(NH_4)_2SO_4$, SO_2 , CO_2 ja H_2O . Reaktsioonisegu jahutati ja lisati 10 cm^3 10-molaarset KOH lahust. Seejärel reaktsioonisegu vedelik destilleeriti soolhappe lahusesse **A**, mida alguses oli $50,0\text{ cm}^3$. Destillatsiooni lõppedes viidi soolhappe lahuse ruumala $100,0\text{ cm}^3$ -ni ja saadi lahus **B**. Lahus **B** tiitriti tagasi NaOH lahusega.

a) Kirjutage seriini ja H_2SO_4 vahelise reaktsiooni võrrand. (3)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $(NH_4)_2SO_4 + KOH \rightarrow$ saadusaine I;

ii) saadusaine I $\xrightarrow{0_t}$ saadusaine II; iii) saadusaine II + HCl \rightarrow . (1,5)

c) Arvutage lahuse **A** molaarne kontsentratsioon, kui $10,0\text{ cm}^3$ tiitrimiseks kulus $10,0\text{ cm}^3$ 0,400% NaOH lahust ($1,00\text{ g/cm}^3$). (2)

d) Arvutage lahuse **B** molaarne kontsentratsioon, kui $50,0\text{ cm}^3$ tagasitiitrimiseks kulus $12,0\text{ cm}^3$ 0,400% NaOH lahust ($1,00\text{ g/cm}^3$). (1)

e) Arvutage seriini protsendiline sisaldus proovis. (2,5) 10p

3. Kolmandas perioodis on mittemetallid **X** ja **Y**, mille vesinikühenditel **A** ja **B** on sama molekulmass. Ühendite **A** ja **B** reageerimisel kontsentreeritud lämmastikhappega redutseerub viimane lämmastikmonooksiidiks ja moodustuvad vastavalt ühendid **C** ja **D**, kus elementidel **X** ja **Y** on maksimaalne oksüdatsiooniaste. Ühendeid **C** ja **D** on võimalik saada ka vastavate oksiidide **E** ja **F** reageerimisel veega. Oksiidis **E** sisalduv aatomite arv ületab 3,5 korda oksiidis **F** sisalduvate aatomite arvu.

a) Kirjutage elementide **X** ja **Y** ning ainete **A – F** valemid (sümbolid) ja nimetused (2,5)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $A + HNO_3 \rightarrow$; ii) $B + HNO_3 \rightarrow$; iii) $E \textcircled{R} C$;
iv) $F \textcircled{R} D$. (6)

c) Arvutage eraldunud NO ruumala, kui täpselt 1 liiter 64,0% HNO_3 lahust ($1,387\text{ g/cm}^3$) reageerib aine **B** ekvivalentse hulgaga. (2,5) 11p

4. Glükoosi oksüdatsioonil saadav energia rahuldab pool inimorganismi energiavajadusest. Glükoosi, süsinikdioksiidi ja vedelas olekus oleva vee tekkeentalpiad (ΔH_f) on vastavalt -1268 kJ/mol; -393,5 kJ/mol ja -285,8 kJ/mol.

a) Kirjutage glükoosi täielikule oksüdatsioonile vastava reaktsiooni võrrand. (1)

b) Arvutage glükoosi põlemisentalpia (ΔH_c). (3)

c) Arvutage aasta jooksul (365 päeva) südame tööhoidmiseks vajalik glükoosi mass, kui inimese süda lööb täpselt 70 korda minutis ja üks südamelöök tarbib 1,00 J energiat. (4)

d) Arvutage, mitu korda peab inimene aasta jooksul hingama, et hoida ainult süda töös. Eeldame, et hingetõmme on pool liitrit. Tarvitatud hapniku ruumala moodustab 5 mahuprotsenti sissehingatavast õhust. Inimkeha temperatuuril on gaasi molaarruumala 25,4 dm³/mol. (2) 10p

5. Tumevioletsetele kristallidele **A** valati kontsentreeritud hapet **B**, mille tulemusena eraldus kollakasroheline gaas **C**, mis juhiti läbi 70–80 °C kuumutatud kontsentreeritud KOH lahuse. Lahus jahutati temperatuurini 1 °C. Selle tulemusena tekkis 25,80 g kaaliumkloriidi ja kaaliumkloriidi kristallide segu **Q** ja 65,90 g emalahust **Z**. Segu **Q** ettevaatlikul kuumutamisel MnO₂ juuresolekul vähenes selle mass 22,43 grammini.

a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) **A** + **B** →; ii) gaas **C** + kuum KOH →;

iii) segu **Q** $\xrightarrow{\text{MnO}_2, \text{ } ^\circ\text{t}}$. (4)

b) Leidke segus **Q** sisalduv i) kaaliumkloriidi ja ii) kaaliumkloriidi mass. (2)

c) Leidke lahuses **Z** sisalduv kaaliumkloriidi mass, kui hõbenitraadi lahuse lisamisel moodustus 27,35 g sadet. (2)

d) Leidke reaktsioonil moodustunud kaaliumkloriidi mass ja lahuses **Z** sisalduv kaaliumkloriidi mass. (2)

e) Leidke i) kaaliumkloriidi ja ii) kaaliumkloriidi lahustuvus täpselt 100 grammis vees 1 °C juures. Eeldage, et teise aine lahustumine vaadeldava aine lahustuvust ei muuda. (2) 12p

6. Keemiatööstuse õhus sisaldusid ained **A**, **B** ja **C**. Gaas **A** põhjustab kasvuhoone efekti. Ained **B** ja **C** on mürgised ja lahustudes vees annab esimene väga tugeva happe ja teine väga nõrga happe. Aine **B** molekulis on 4 aatomit ja suure aururõhu tõttu esineb see õhus gaaasina. Gaasi **C** molekulis on kolm aatomit ning ainetes **B** ja **C** on üks elementidest sama. 10,0 m³ õhku, milles olid ained **A**, **B** ja **C**, juhiti läbi KOH lahuse. Pärast ainete absorbeerumist jagati lahus kolmeks võrdseks osaks. Esimest töödeldi MgCl₂ lahusega, mille tulemusena sadenes 11,24 g ainet **X**, mis pärines gaasist **A**. Teist osa töödeldi BaCl₂ lahusega, mille tulemusena sadenes 119,9 g segu ainetest **Y** ja **Z**, mis pärinesid vastavalt ainetest **A** ja **B**. Kolmandat osa töödeldi Pb(NO₃)₂ lahusega, mille tulemusena sadenes 171,2 g segu ainetest **P**, **Q** ja **R**, mis tulenesid vastavalt ainetest **A**, **B** ja **C**.

a) Kirjutage ainete **A**, **C**, **B**; **X**, **Y**, **Z** ja **P**, **Q**, **R** valemid ja nimetused. (3)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) **A** + KOH; ii) **B** + KOH; iii) **C** + KOH;

iv) moodustub **X**; v) moodustub **Y**; vi) moodustub **Z**; vii) moodustub **P**;

viii) moodustub **Q**; ix) moodustub **R**. (3)

c) Arvutage analüüsiks võetud 10,0 m³ õhus sisaldunud gaaside i) **A**; ii) **B** ja iii) **C** ruumalad, kui õhu molaarruumala proovi võtmise tingimustes oli 24,0 dm³/mol. (5) 11p

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 plahvatuslega, eraldades gaasi **A**. Seda aine **X** omadust kasutatakse auto turvapatjades. 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 hüdroolüüsil 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**

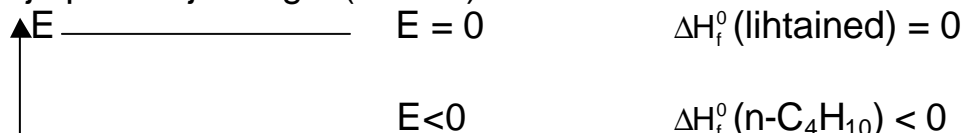
5. 1,6 mooli Br_2 reageerib täielikult n-butaani liiaga. $37,5\%$ mol moodustunud saadusainetest on 1-bromobutaan ja $62,5\%$ mol – 2-bromobutaan. Antud temperatuuril oli selle reaktsiooni standardne reaktsioonientalpia $16,8\text{ kJ}$. Samade lähteainete kogustega, kuid kõrgemal temperatuuril toimunud 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**. Happe **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**

2003/2004 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded
12. klass

1. Karastus- ja alkoholsete jookide transportimisel tuleb arvestada nende võimalikku külmumist, mis võib lõhkuda klaastaara. Lahjade lahuste korral on lahuse külmumistemperatuuri langus lineaarses sõltuvuses lahuse molaalsest kontsentratsioonist. $\Delta T = K_{kr} \cdot m$. Molaalne kontsentratsioon näitab lahustunud aine moolide arvu 1 kg lahusti kohta. Vee krüoskoopiline konstant $K_{kr}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$.

Arvutage, millise temperatuurini ($^{\circ}\text{C}$) ei ole karta õlle $[0,988 \text{ g/cm}^3, \% \text{vol(alc)} = 7,4]$ külmumist, kui $\rho(\text{alc}) = 0,791 \text{ g/cm}^3$. **5 p**

2. Et arvutada automootorite efektiivsust, tuleb teada kütuse põlemisentalpia väärtust kütuse plahvatamise temperatuuril (1000 K). Seda saab arvutada tabelites esitatud standardse põlemisentalpia (ΔH_c°) või standardsete tekkeentalpiate (ΔH_f°), standardsete aurustumisentalpiate (ΔH_a°) ja soojusmahtuvuste C_p järgi. Kirchhoffi võrrandi alusel: $\Delta H^T = \Delta H^{\circ} + \Delta H_a^{\circ} + C_p \cdot (T - 298 \text{ K})$.

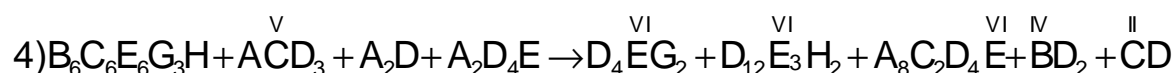
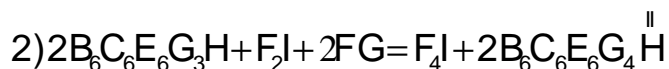
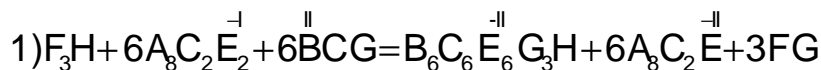
Olgu kütuseks puhas n-oktaan.

	n-oktaan (v)	O ₂ (g)	CO ₂ (g)	H ₂ O (v)
ΔH_f° , kJ/mol	-249,9	0	-393,5	-285,8
ΔH_a° , kJ/mol	41,5	-	-	40,7
C_p^* , J/(mol·K)	187,8	29,4	37,1	75,3

* Gaasilise agregaatoleku soojusmahtuvus.

- a) Kirjutage oktaani täieliku põlemisreaktsiooni võrrand. (1)
 b) Arvutage ΔH_c° (oktaan). (2)
 c) Arvutage $\Delta H_c^{1000 \text{ K}}$ (oktaan). (2,5)
 d) Teades, et $\Delta U = \Delta H - \Delta n(g) \cdot RT$, leidke **i)** ΔU_c° (oktaan) ja **ii)** $\Delta U_c^{1000 \text{ K}}$ (oktaan). (5)
 e) Eeldusel, et oktaani peaaheleas on 6 süsiniku aatomit, joonistage graafiliselt **i)** üks R isomeer, **ii)** üks S isomeer ja **iii)** kolm isomeeri, kus puudub kiraalne süsinik (2,5) **13p**

3. Reaktsioonivõrrandites on elemendid **A-J**, mille aatommassid suurenevad tähestiku järjekorras. Vastavas reaktsioonis muudavad oksüdatsiooniastet need elemendid, millele antud ühendis on oksüdatsiooniaste märgitud. Elemendid **F** ja **J** kuuluvad samasse rühma.



Reaktsioon **1)** on ühendi **X** ($\text{B}_6\text{C}_6\text{E}_6\text{G}_3\text{H}$) moodustumise reaktsioon. Reaktsioon **2)** on ühendi **X** redutseerimise ja reaktsioonid **3)** ja **4)** on ühendi **X** oksüdeerimise reaktsioonid.

- a) Leidke elektronbilansi meetodil elemendi **B** oksüdatsiooniaste ühendis **X** võrrandi **1)** järgi. (0,5)

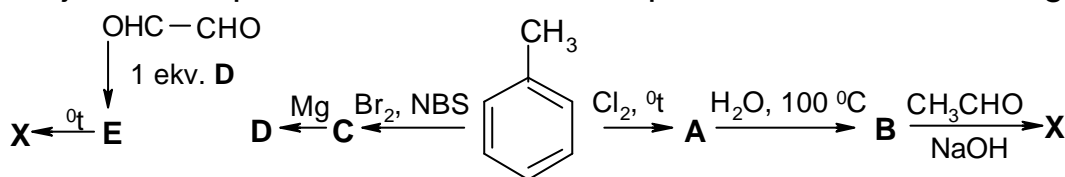
- b)** Kirjutage elementide **A - J** sümbolid. (2,5)
c) Kirjutage valemitega reaktsioonivõrrandid **1) - 3)**. (6)
d) Leidke reaktsioniskeemi **4)** koefitsiendid ja kirjutage valemitega vastav võrrand.(3)
e) Kirjutage **i)** ühendi **X**, **ii)** ühendi $A_8C_2E_2$ ning **iii)** ühendi **X** redutseerunud vormi nimetused ning täielikul dissotsiatsioonil moodustunud katioonid ja anioonid, kui kompleksioon ei lagune. (3) **15p**

4. Tsingi maak koosnes tsinksulfiidist, tsinkkarbonaadist ja ränidioksiidist. 48,00 g maagi kuumutamisel vähenes selle mass 1,32 g võrra. 12,00 g maagi töödeldi soolhappe liiaga. Eraldunud gaasid juhiti läbi 0,9300 M hapestatud kaaliumpermanganaadi lahuse, mida oli 50,09 cm³. Peale absorptsiooni (moodustus lihtaine) kulus lahuse tagasitiitrimiseks 32,46 cm³ 0,5070 M oblikhappe lahust.

a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** maak + soolhape (2 tk); **ii)** eraldunud gaasi oksüdeerimine kaaliumpermanganaadiga; **iii)** reageerimata kaaliumpermanganaadi tagasitiitrimine; **iv)** maagi kuumutamine (2 tk). (3)

b) Arvutage **i)** tsinksulfiidi; **ii)** tsinkkarbonaadi ja **iii)** ränidioksiidi protsendiline sisaldus maagis. (5) **8p**

5. Kaur ja Jasper arutasid orgaanilise sünteesi taktikalist võtmeprobleemi: kuidas moodustub C–C side. Arutlusel oli ühendi **X** moodustumine toluenist. Jasper esitas sünteesiskeemi, mis koosnes kolmest etapist. Kauril oli etappe rohkem, kuid saagis ei olnud seejuures väiksem. Need mõlemad sünteesid on antud ühise skeemina, kusjuures Jasperi skeem on toluenist paremal, Kauri skeem aga vasakul.

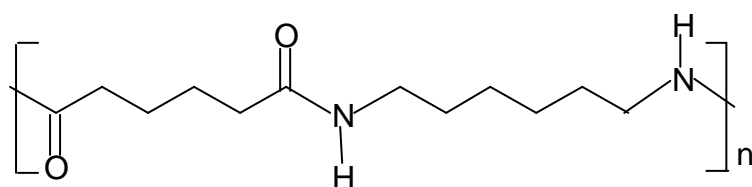


NBS on kõrvalahela bromeerimise reagent, ühend **A** sisaldab kaks kloori aatomit. Ühend **B** on aldehüd, ühend **D** on Grignardi reaktiiv. Ühendi **X** brutovalem on C_9H_8O .

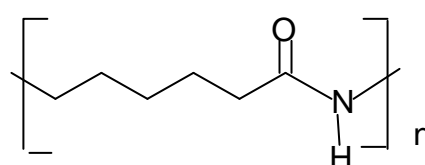
a) Kirjutage **i)** Jasperi skeem ja **ii)** Kauri skeem, kus ained **A–E** ja **X** andke struktuurivalemitega. (6)

b) Tähistage fenüülrühm sümboliga Ph ja kirjutage graafiliselt ühendi **X** cis–trans isomeerid. (1) **7p**

6. Fiibrilistest polümeeridest on kõige levinumad nailonid:

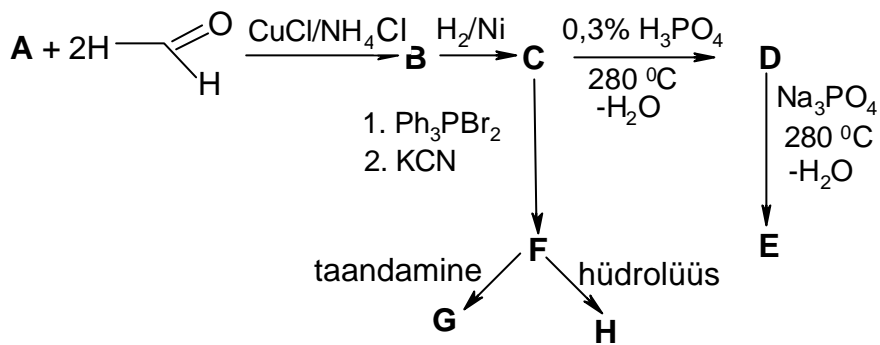


nailon-6,6



nailon-6

Nailon-6,6 sünteesi skeem on järgmine:



Ühendite **G** ja **H** polükondensatsioonil moodustub nailon-6,6. Ühendist **C** on võimalik saada tsüklikiline eeter **D**, mida sageli kasutatakse solvendina. Ühend **E** on sünteetilise kautšuki lähteaineks. On veel teada, et ühendi **A** trimerisatsioonil moodustub benseen. 2,00 g ühendi **C** lahustatakse 100 grammis vees külmub $-0,413\text{ }^\circ\text{C}$ juures [$K_{kr}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$]. Ühendis **C** on 53,3% süsinikku ja 11,2% vesinikku. Ühendis **F** on süsinikku 66,7%. Ph_3PBr_2 on bromeeriv agent.

a) Arvutage ühendi **C** brutovalem. (2)

b) Joonistage ühendite **A** – **G** graafilised valemid. (4)

Nailon-6 võib saada ühendi **J** polümeerisatsioonil. Ühend **J** saadakse tsükloheksanooni töötlemisel hüdroksüülamiiniga, mille tulemusena tekib ühend **I** ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$). Ühendi **I** töötlemisel ooleumis moodustub laktaam **J** ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$).

c) Joonistage ühendite **I** ja **J** graafilised valemid. (2)

d) Joonistage graafilised valemid saadustest, mis tekivad aine **E** reageerimisel Br_2 -ga tetraklorometaanis. (4) 12p