

2006/2007 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded
10. klass

valmistamiseks rohkem, kui kasutatakse 96,2 %vol etanooli asemel puhast etanooli. (8)

Värviliste ainete mitmekesisus (12 p)

1. Metall **X** annab 3 oksiidi: **A**, **B** ja **C**. Aine **B** on rohelist värvi ja seda kasutatakse õlivärvi saamiseks. Elemendi **X** oksüdatsiooniaste hüdroksiidis **D** ja oksiidis **B** on sama. Aine **D** lahustamisel soolhappes saadakse aine **E**. **D** lahustamisel kaaliumhüdroksiidis tekib smaragdroheline aine **F**. Kollast värvi ainet **G** on võimalik saada broomi reageerimisel ainega **F** aluselises keskkonnas, aga ka aine **B** kokkusulatamisel $KClO_3$ ja kaaliumhüdroksiidiga. Mõlemas reaktsioonis tekib lisaks ainele **G** vastava halogeeni kaaliumi sool. Aine **G** lahuse hapestamisel muutub selle värvus oranžiks ja tekib ühend **H**. Kontsentreeritud väävelhappe lisamisel aine **H** kontsentreeritud lahusele sadenevad välja tumepunased nõeljad aine **C** kristallid.

Elemendi **X** soolade lahustel, kus selle oksüdatsiooniaste on samasugune nagu oksiidis **B**, on tavaliselt sinakasvioletne värvus, mis kuumutamisel muutub rohelisteks. Seda seletatakse soolade isomeersetete hüdraatide tekkega. Kompleksühendit $XCl_3 \cdot 6H_2O$ on õnnestunud saada kolmes vormis: **I** – sinakasvioletsed, **K** – tumerohelised, **L** – helerohelised kristallid. Hõbenitraadi lahuse ja värskest valmistatud **I** lahuse reageerimisel sadeneb välja kogu kloor, **K** lahusega reageerimisel 2/3 kloori, ja **L** – 1/3 kloori.

- a) Tuvastage element **X** ja ained **A-H**. (4,5)
b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** $D + HCl \rightarrow$, **ii)** $D + KOH \rightarrow$, **iii)** $F + Br_2 + KOH \rightarrow$, **iv)** $B + KOH + KClO_3 \rightarrow$, **v)** $G \rightarrow H$, **vi)** $H + \text{konts. } H_2SO_4 \rightarrow$. (6)
c) Pakkuge välja **I**, **K** ja **L** valemid lähtudes faktist, et ühenditel **I**, **K** ja **L** on ühesugune kvantitatiivne koostis, kuid nad reageerivad erinevalt hõbenitraadi lahusega ja elemendi **X** koordinatsiooniarv on 6. (1,5)

Etanooli lahjendamine (9 p)

2. Etanooli lahuse koostist väljendatakse ruumalaprotsentides (%vol). Täpselt 20 °C juures on lahuste valmistamiseks kasutatavate vedelike tihedused järgmised: H_2O – 0,99820 g/cm³, etanool - 0,78924 g/cm³ ja 40,0 %vol etanooli vesilahus – 0,94805 g/cm³.

- a) Arvutage, mitmes liitris 96,2 %vol etanooli lahuses (0,80608 g/cm³) sisaldub täpselt 4000 dm³ etanooli. (1)
b) Arvutage, mitu liitrit vett on vaja 15000 dm³ 40,0 %vol etanooli lahuse valmistamiseks **i)** puhtast etanoolist, **ii)** 96,2 %vol etanoolist. **iii)** Arvutage, kui palju vett liitrites ja protsentides kulub 40,0 %vol etanooli lahuse

Ainete puhtus (8 p)

3. Keemiliste katsete läbiviimisel on oluline ainete puhtus ning lisandite koostis. Thomas vajab sünteesiks vähemalt 95,0 % puhtusega KBr. Selleks, et aine puhtust kontrollida, kaalus Thomas 0,8230 g proovi ja lahustas selle vees. Seejärel lisas ta lahusele 31,20 cm³ 0,2180 M $AgNO_3$ lahust. $AgNO_3$ ülehulga tagasititrimiseks kulus 19,30 cm³ 0,04480 M NH_4SCN lahust.

- a) Kirjutage toimunud reaktsioonide ioonvõrrandid. (2)
b) Arvutage **i)** lahusesse jäänud $AgNO_3$ hulk, **ii)** KBr mass lahuses, **iii)** KBr protsentuaalne sisaldus proovis. (5)
c) Kas sellise puhtusega aine sobib sünteesi läbiviimiseks? (1)
Eeldada, et tehnilises kaaliumbromiidis sisalduvad lisandid, ei ole halogeniidid.

Lantanoidide keemia (14 p)

4. Monatsiid (valem - $(Ln,Th)PO_4$) on üks tähtsamaid lantanoidide (Ln) toormineraale. On teada, et nad kõik esinevad ühe hapnikhappe soolana ning maak sisaldab ka ühte aktinoidi(IV) soola. Kaevandatud maagi töötlemine algab purustamisega. Füüsikaliste meetoditega suurendatakse metallide sisaldust kuni 60,0 %-ni saadud Ln ja Th soolade segus (nendest La 20,0 %, Ce 43,0 %, Pr 4,5 %, Nd 16,0 %, lisaks Th 9,0 % ja teised lantanoidid ning ütrium). Kontsentreeritud maagi töödeldakse väävelhappesega (**reaktsioon 1**) ja seejärel mitu tundi $NaOH$ (**reaktsioon 2**) 150 °C juures, kuni moodustub sade. Seejärel töödeldakse sadet HCl -ga (**reaktsioon 3**) 70 °C juures (pH 3-4), mille tagajärjel osa sademest lahustub. Järele jäänud sade eraldatakse filtrides. Sademe kuumutamisel moodustub oksiid, mis sisaldab hapnikku 12,12 % (**reaktsioon 4**). Filtrimisel saadud lahus sisaldab kloriide $Ln(III)$. Lahuse töötlemisel Na_2CO_3 lahusega (**reaktsioon 5**) moodustuvad Ln karbonaatide sade.

- a) Kirjutage **reaktsioonide 1-5** võrrandid Ln ja Th kohta, kui neis reaktsioonides elementide oksüdatsiooniastmed ei muutu. (3,5)
b) Monatsiid sisaldab kõiki lantanoidide, peale ühe. Milline lantanoid ei ole looduses levinud? (0,5)
c) Mitu kg $NaOH$ on vaja 1,00 kg kontsentreeritud monatsiidi maagi töötlemiseks? (4,5)
d) Mitu liitrit HCl lahust (37,0 %, 1,18 g/cm³) on vaja 1,00 kg kontsentreeritud monatsiidi maagist tekkinud sademe lahustamiseks, mis saadi peale naatriumhüdroksiidiga töötlemist? (2)

Monatsiidist saadavat neodüümi kasutatakse püsिमagnetі Nd-Fe-B sulami ja Nd laserite tootmises.

- e) Arvutage, mitu g $\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ saadakse 1,00 kg monatsiidist? (2)
f) Arvutage, mitu cm^3 Nd metalli tihedusega ($7,01 \text{ g/cm}^3$) saadakse 1,00 kg monatsiidist. (1,5)

Vedelgaas (9 p)

5. Väikeses matka gaasiballoonis on 450 g vedelgaasi, mille koostis massi järgi on: 60 % butaani, 30 % propaani ja 10 % isobutaani (isobutaan on butaani isomeer). Butaani põlemisentalpia ΔH_c° on $-2877,6 \text{ kJ/mol}$.

a) Kirjutage i) butaani ja ii) propaani täieliku põlemise reaktsioonivõrrandid. (1)

b) Arvutage i) isobutaani ja ii) propaani põlemisentalpiad tekkeentalpiatest. (2)

c) Leidke standardtingimustel (1 atm, 25°C) ballooni gaasi ruumala liitrites. (4)

d) Leidke balloonis oleva vedelgaasi täielikul põlemisel eralduv soojusthulk. (2)

Aine	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ/mol}$
$\text{H}_2\text{O} (\text{v})$	-285,8
$\text{C}_3\text{H}_8 (\text{g})$	-103,8
$\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})$	-134,2
$\text{CO}_2 (\text{g})$	-393,5

Atmosfääri teke (8 p)

6. Ajal, kui Maal tekkis elu, erines atmosfääri koostis tänapäevasest: domineeris gaas **A**, metaan, ammoniaak ja teised gaasid, lihtaine **B** peaaegu puudus. Tekkinud elusorganismide toimetel hakkas aga gaasi **A** hulk vähenema ja gaasi **B** hulk suurenema. Fotosünteesi tõttu ($n\text{A} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n\text{B} + (\text{CH}_2\text{O})_n$) on gaasi **B** sisaldus Maa atmosfääris tänapäeval suur. Kui merevees lahustunud Fe^{2+} oli oksüdeeritud Fe^{3+} -ks, hakkas tekkinud aine **B** kogunema atmosfääri, kus selle allotroopvormist **C** tekkis gaasiline kiht, mis kaitseb Maad UV kiirguse eest. See aitas kaasa mitmekesise elu arengule Maal!

Teatud tingimustes võis atmosfääris ja elusorganismides moodustuda ühend **D**, mis lagunedes eraldas vananemist põhjustavaid radikaale. Ühend **D** koosneb ainult hapnikust ja vesinikust ning omab nii redutseerivaid kui ka oksüdeerivaid omadusi.

a) Kirjutage ainete **A-D** valemid ja nimetused. (2)

b) Kirjutage lõpuni reaktsioonivõrrandid: i) $n\text{A} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n\text{B} + (\text{CH}_2\text{O})_n$, ii) $\text{D} \rightarrow \text{B}$, iii) $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ja iv) $\text{B} \leftrightarrow \text{C}$. (2)

c) Lähtudes aine **D** redoksomadustest kirjutage redoksvõrrandid, koostage elektronbilanss ning märkige oksüdeerija ja redutseerija:

i) $\text{D} + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ja ii) $\text{D} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$. (4)