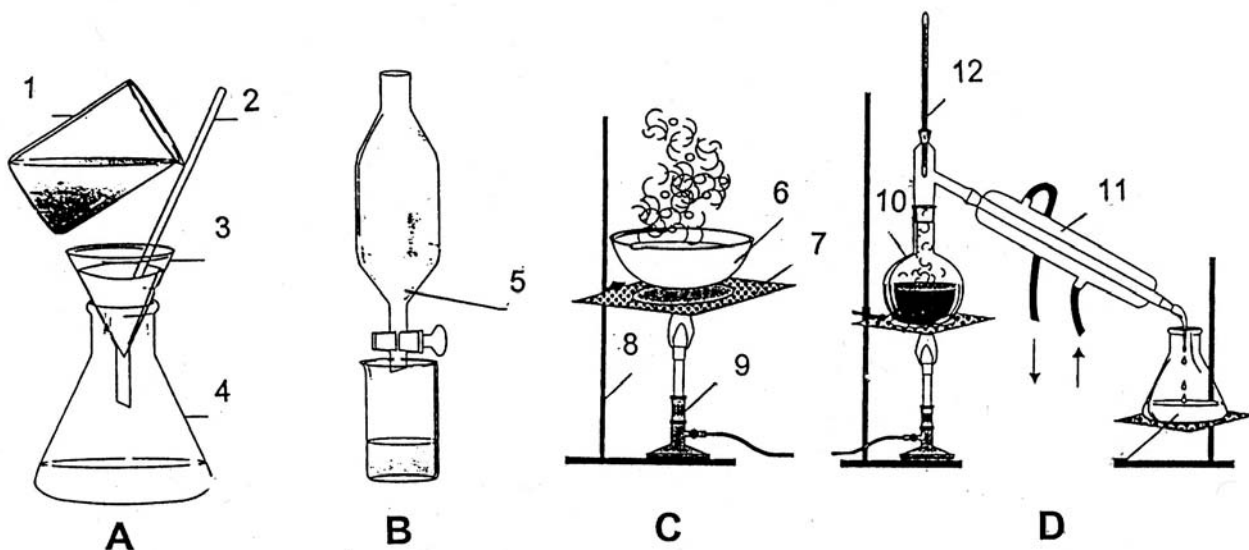


**2004/2005 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
8. klass**

1. a) Teisendage ühikud: i) 50 m = km; ii) 32 L = cL (sentiliiter);
iii) 1000 kg/m³ = kg/dm³. Tüvenumbrid! (3)
- b) Kas molekulide koostis muutub või ei muutu i) keemiliste nähtuste korral;
ii) füüsikaliste nähtuste korral? (2)
- c) Antud temperatuuril on küllastunud lahuses lahustunud ainet 20,0%. Arvutage
samal temperatuuril aine lahustuvus. (3)
- d) Kolme ühesugusesse veega täidetud mõõtsilindrisse sukeldati sama
massiga kuulid [hõbedast (10,5 g/cm³), alumiiniumist (2,7 g/cm³) ja rauast (7,9 g/cm³)].
Millise kuuli sukeldamisel vee tase tõuseb kõige vähem ja kõige rohkem? (1) **9 p**
2. Kaaliumi, lämmastikku ja fosforit sisaldavaid ühendeid kasutatakse väetistena. Väetise **A** molekulmass on 74,6 ja selle molekul koosneb kahest aatomist, millest üks on kaalium. Väetise **B** molekulis on hapniku aatomitele lisaks veel üks naatriumi ja üks lämmastiku aatom, kusjuures naatriumi mass moodustab 27% molekuli massist. Väetise **C** molekul koosneb hapnikust ja võrdsest arvust Ca, H ja P aatomitest. Molekulis sisalduv hapniku aatomite arv moodustab ligikaudu 57% molekulis sisalduvate aatomite üldarvust.
- a) Leidke ja arvutage väetises **A** sisalduvate elementide aatommassid ja kirjutage väetise **A** molekuli valem. (3)
- b) Arvutage i) väetise **B** molekulmass; ii) molekulis sisalduv hapniku aatomite arv ja kirjutage väetise **B** molekuli valem. (3)
- c) Arvutage väetise **C** molekulis sisalduv hapniku aatomite arv ja kirjutage väetise **C** molekuli valem. (3) **9 p**
3. a) Andke laborinõude ja vahendite **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12** nimetused. (5,5)
- b) Seadmed **A, B, C, D** võimaldavad aineid üksteisest eraldada. Kirjutage iga seadme kohta: i) meetodi nimetus, ii) millistes olekutes (tahke, vedel, lahustunud, mittesegunenud) aineid saab selle meetodiga eraldada, iii) millisel aine füüsikalisel omadusel (lahustuvus, ρ , t°_{sul} , ja t°_{keem}) eraldamine põhineb. (6)
- c) i) Milleks kasutatakse laboriseadet **C**, kui seal puuduks laborinõu **6** ja ii) mis otstarve on laborivahendil **7**? (1,5) **13 p**



4. Ained **A**, **B**, **C** ja **D** on igale õpilasele tuntud ained. Ained **C** ja **D** on lihtained ning ained **A** ja **B** on oksiidid (vastava elemendi ühend hapnikuga), kus molekulis erinevate aatomite suhe on sama 1 : 2. Toatemperatuuril on kaks nimetatud ainetest vedelikud ja kaks tahked. Ükski nendest ainetest ei põle, need ei lahustu üksteises ega reageeri toatemperatuuril omavahel. Aine **B** tihedus on aine **A** tihedusest suurem 2,65 korda ja aine **C** tihedus aine **B** tihedusest 1,86 korda ning aine **D** tihedus aine **A** tihedusest 13,5 korda. Kuumutamisel kaks ainet aurustuvad ja aine **C** sublimeerub (aurustub, ilma et sulaks). Aine **B** sulab aine **A** 1700 °C kõrgemal temperatuuril. Aine **B** on ehitusmaterjalide üks põhimine koostisosa. Vedelate ainete sulamistemperatuuride erinevus on pisut vähem kui 40 °C ja keemistemperatuuride erinevus on peaaegu 240 °C.

- Kirjutage ainete **A**, **B**, **C** ja **D** valemid ja nimetused. (2)
- Leidke ainete **A**, **B** ja **C** tihedused, kui aine **D** tihedus on 13,5 g/cm³. (3)
- Leidke vedelike ligikaudsed sulamis- ja keemistemperatuurid. (2)
- Pakkuge otstarbekaim meetod ainete **A**, **B**, **C** ja **D** üksteisest eraldamiseks. (3) **10 p**

5. Keemilised elemendid **X**, **Y**, **Z** ja **Q** kuuluvad perioodilisustabeli kolme erinevasse perioodi. Nende aatomites on kokku 26 prootonit. Elementide **X**, **Y**, **Z** ja **Q** rühmanumbrite summa annab elemendi **Z** aatommassi. Kõigil kolmel alljärgneval juhul erinevad kirjeldatud väärtused ühe ja sama arvu (10) võrra:

- summaarne prootonite arv ja elemendi **X** aatommass;
 - elemendi **Y** elektronide arv ja elemendi **Q** elektronide arv;
 - elemendi **X** aatommass ja elemendi **Z** järjenumbr;
- Milline seos on elemendi järjenumbr, aatomis olevate prootonite arvu ja elektronide arvu vahel? (1,5)
 - Millised elemendid on **i) X**, **ii) Y**, **iii) Z** ja **iv) Q**? Kirjutage vastav järjenumbr, tabeli rühmanumber (rooma numbritega) ja aatommass (täisarvuna). (6)
 - Näidake, kuidas neid elemente iseloomustavad suurused on kooskõlas ülesande tingimustega [prootonite summa, rühmanumbrite summa ja tingimused **1), 2), 3)**] (2,5) **10p**

6. Ükskõik, millise massi määramine tähendab võrdlust kokkuleppelise massiühikuga. Mikromaailma massiühikuks ("kaaluvihiks") on 1 amü, mille mass on $1,66 \cdot 10^{-24}$ g. Selliste, 1 amü massiga "kaaluvihide" hulka ("tükide" arvu), mille kogumass on täpselt 1 gramm, nimetatakse Avogadro arvuks.

Ühes moolis on Avogadro arv vaadeldavat osakest – meie juhul Avogadro arv "kaaluvihiti", mille mass on $1,66 \cdot 10^{-24}$ g.

- Arvutage toodud andmetest Avogadro arv. (3)
- Arvutage, mitu grammi on Avogadro arvu hapniku molekulide (O₂) mass. (3)
- Arvutage ühe molekuli NaCl mass grammides. (3) **9 p**

2004/2005 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

9. klass

1. a) Kirjutage punktiiri asemele õige märk: <, >, =. Kirjutage, millist füüsikalist suurust toodud mõõtühikutega mõõdetakse. Näiteks: $6,00 \cdot 10^{23}$ molekuli < 1 mool; hulka.

- i) $100 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ m}^2$ iii) $86400 \text{ s} \dots\dots\dots 1 \text{ ööpäev}$
 ii) $1 \text{ kg/dm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{ g/cm}^3$ iv) $10000 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{ L}$ (2)

b) Leidke reaktsiooniskeemide kordajad ja kirjutage, kas toatemperatuuril hakkab antud reaktsioon iseeneslikult toimuma

- i) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$; ii) $\text{NaOH (lahus)} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 iii) $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$; iv) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ (2)

c) Kirjutage järgnevatele skeemidele vastavad elektronide ülemineku võrrandid ja märkige, kas toimub redutseerumine või oksüdeerumine.

- i) $\text{O}(-\text{II}) \rightarrow \text{O}_2$; iii) $\text{S}(-\text{II}) \rightarrow \text{S}(\text{VI})$
 ii) $\text{O}_2 \rightarrow \text{O}(-\text{II})$ iv) $\text{N}(\text{V}) \rightarrow \text{N}(-\text{III})$ (2)

d) SiO_2 , SO_2 , Na_2O , NaCl , AlCl_3 , Na_2CO_3 puistatakse vette. Kirjutage, millise reaktsiooniga (neutraalne, happeline või aluseline) on saadud lahus. Põhjendage. (3)

9 p

2. Pärlide koostises on 90% ainet **A**. Aine **A** kuumutamisel moodustub gaasiline mittemetalli oksiid **B**, mis sisaldab 72,7% hapnikku, ja metallioksiid **D**, mis sisaldab 28,5% hapnikku. Need oksiidid reageerivad omavahel vesikeskkonnas, moodustades lõpuks uuesti aine **A**.

a) Arvutage i) mittemetalli ja ii) metalli aatommass. iii) Kirjutage oksiidide **B** ja **D** valemid ning nimetused. (3)

b) Kirjutage i) aine **A** termilise lagunemise reaktsiooni võrrand ja ii) kolm reaktsioonivõrrandit vesilahuses oksiididest moodustuvate vaheühendite ja aine **A** tekkimise kohta. (2)

Et säilitada oma igavest noorust, valmistas Vana-Egiptuse imeilus valitsejanna Kleopatra võlujooki, lahustades pärleid äädikhappes (CH_3COOH). On teada, et ühend **A** ja äädikhape reageerivad moolsuhtes 1 : 2, kusjuures reaktsioonil eraldub gaas **B**, tekivad vesi ja sool **Q**.

c) Kirjutage aine **A** ja äädikhappe vahelise reaktsiooni võrrand. (1)

d) Arvutage soolas **Q** metalli protsendiline sisaldus täisarvuna. (1,5)

e) Arvutage aine **A** mass, mis sisaldub pärlis, mille diameeter on täpselt 5 mm, kui $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ja loodusliku pärli tihedus on $2,68 \text{ g/cm}^3$. (2,5) **10 p**

3. Gaasipliidi kütmiseks kasutati propaani (C_3H_8). Enne pliidi süütamist oli köögis (30 m^3) oleva õhu tihedus $1,29 \text{ g/dm}^3$ ning selles sisaldus massi järgi 76% lämmastikku ja 24% hapnikku. Pliidi kütmiseks kulus $0,50 \text{ kg}$ gaasi.

a) Kirjutage propaani täieliku põlemise reaktsioonivõrrand. (1)

b) Arvutage, mitu grammi i) hapnikku kulus, ii) süsinikdioksiidi ja iii) vett tekkis $0,50 \text{ kg}$ propaani põlemisel. (3)

c) Arvutage süsinikdioksiidi massiprotsendiline sisaldus köögi õhus pärast gaasipliidi kütmise lõpetamist. Eeldage, et köögis õhuvahetus puudub ja moodustunud vesi on kondenseerunud. (2)

d) Arvutage punkt c)-ga samadel tingimustel köögi õhus CO_2 mahuprotsendiline sisaldus. (4) **10 p**

4. Kolmeatomilise ühendi **A** koostisesse kuulub kaks vesinikuaatomit ja üks elemendi **X** aatom. Kolmeatomilise ühendi **B** koostisesse kuulub kaks vesinikuaatomit ja üks elemendi **Y** aatom. Elemendid **X** ja **Y** asuvad perioodilisustabeli samas rühmas. Ühendi **A** reageerimisel naatriumiga moodustub hüdroksiid ja eraldub gaas **Q**. Ühendi **B** reageerimisel naatriumhüdroksiidiga moodustuvad ühend **A** ja sool **C**. Lihtaine **X** reageerimisel magneesiumiga moodustub oksiid, lihtaine **Y** reageerimisel magneesiumiga aga sool **D**. Elemendi **Y** aatommass on elemendi **X** aatommassist kaks korda suurem.

- a) Kirjutage ainete **A**, **B**, **C**, **D** ja **Q** valemid ja nimetused ning elementide **X** ja **Y** sümbolid ja nimetused. (3,5)
- b) Iseloomustage aineid **A** ja **B** (happeline, neutraalne, aluseline; lõhn, mürgisus, lenduvus). (1,5)
- c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $A + Na \rightarrow$; ii) $B + NaOH \rightarrow$; iii) lihtaine $X + Mg \rightarrow$; iv) $Y + Mg \rightarrow$. (4) 9 p

5. Looduses harva esineva vääriskivi smaragdi tihedus on $2,75 \text{ g/cm}^3$ ja selle mass on 3,00 ct (karaat, 1 ct = 0,200 g). Lisandina sisaldab looduslik smaragd gaasi **A** mullikesi ja tahke aine **B** osakesi. Massi järgi on nende lisandite sisaldus vastavalt 0,45% ja 0,95%. Mõlemad lisandid on kolmeatomilised binaarsed ühendid. Ühendites **A** ja **B** asub üks elementidest perioodilisustabeli samas rühmas. Ühendi **A** molekulmass on 44 ja ühendi **B** molekulmass on 120. Ühend **B** on püriidimaagi põhikomponent.

- a) i) Arvutage, mitu kuupsentimeetrit ainet **A** ja ii) mitu mooli ainet **B** sisaldab kirjeldatud smaragd. (3)
- Aine **B** põlemisel tekib 5-aatomiline binaarne ühend **C** ja kolmeatomiline binaarne gaasiline ühend **D**. Gaas **D** ei reageeri gaasiga **A**, kuid katalüsaatori juuresolekul oksüdeerub gaasiks **E**, millest valmistatakse väävelhapet. Aine **C** reageerimisel lämmastikhappega saadakse sool **Z**, mis sisaldab 23,1% rauda.
- b) Kirjutage ainete **A**, **C**, **D**, **E** ja **Z** valemid ja nimetused ning ühendi **B** valem. (3)
- c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $D \rightarrow E$, ii) $E \rightarrow$ väävelhape ja iii) $C \rightarrow Z$. (1,5)
- d) Arvutage soolas **Z** raua protsendiline sisaldus. (1)
- e) Arvutage i) raua protsendiline sisaldus smaragdis ja ii) smaragdi ruumala (2,5) 11 p

6. Ühe mooli metalli **A** reageerimisel soolhappega moodustub üks mool vesinikku ja sool **B**. Sool **B** sisaldab 52,02% kloori. Soola **B** ja hõbeda soola **X** lahuste kokkuvalamisel saadakse soola **C** lahus ja aine **Y** sade. Lahuse **C** reageerimisel kaaliumhüdroksiidiga moodustub amfoteerse aine **D** sade, mis lahustub lämmastikhappes, moodustades lahustuva soola **C**. Tuntud gaasi **E** läbijuhtimisel aine **D** sültja sademega suspensioonist moodustub sade **F**. Nii aine **F** kui ka aine **D** kuumutamisel moodustub oksiid **G**. Tahke oksiidi **G** redutseerimisel süsinikuga saadakse metall **A** ja gaas **H**. Gaasi **H** ainukeseks põlemissaaduseks on gaas **E**. Soolad **X** ja **C** sisaldavad sama aniooni.

- a) i) Arvutage metalli **A** aatommass ja ii) kirjutage metalli **A** sümbol ning nimetus. (2)
- b) Kirjutage ainete **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**, **X**, **Y** valemid ja nimetused. (4,5)
- c) Kirjutage järgmiste reaktsioonide võrrandid: I) $A + HCl \rightarrow$; ii) $X + B \rightarrow$; iii) $C + KOH \rightarrow$; iv) $D + HNO_3 \rightarrow$; v) $D + E \rightarrow$; vi) $D \xrightarrow{0t^0t}$; vii) $F \xrightarrow{0t^0t}$; viii) $G +$ süsinik \rightarrow ; ix) $H \rightarrow E$. (4,5) 11 p

2004/2005 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
10. klass

1. a) Arvestades elementide omadusi (asukohta perioodilisustabelis) kirjutage toodud brutovalemile vastava aine valem ja nimetus ning märkige, millisesse aineklassi see kuulub: **i)** BH_3O_3 , **ii)** AlH_3O_3 , **iii)** Na_2O_2 ja **iv)** HLi . (2)

b) Kirjutage toodud mõõtühikute paarid selliselt, et nende vahele võiks panna võrdusmärgi (näiteks 1 L = 100 cL): **i)** mm ja km; **ii)** mL ja L; **iii)** kg/dm^3 ja g/cm^3 ; **iv)** g ja amü. (2)

c) Kirjutage, millised järgmistest hapetest HI , H_2S , H_2SO_3 , H_2SO_4 , H_2SiO_3 , HNO_3 , HNO_2 , H_2CO_3 on **i)** tugevad ja millised **ii)** nõrgad. (2)

d) Arvutage, i) mitu grammi vaske kulub ja ii) mitu grammi juveelikulda (proov 583) saab valmistada 14,00 grammist puhtast kullast. (2)

e) Määrake ühendis NH_4NO_3 kumbagi lämmastikuaatomi oksüdatsiooniaste. (2) **10 p**

2. Definitsiooni kohaselt langeb massiarv ja aatommass täpselt kokku ainult aatomil $^{12}_6\text{C}$. Ülejäänud aatomitel on aatommass täisarvust pisut erinev.

Meie planeedil on klooril kahte liiki aatomeid: $A_r(^{35}_{17}\text{Cl}) = 34,97$ ja $A_r(^{37}_{17}\text{Cl}) = 36,97$. Perioodilisustabelis on toodud $A_r(\text{Cl})$ väärtuseks 35,45.

a) Arvutage kloori isotoopide mooliprotsendiline sisaldus. (4)

b) Arvutage kloori isotoopide massiprotsendiline sisaldus. (3)

c) Arvutage kloori (Cl_2) tihedus ühikutes kg/m^3 . (2) **9 p**

3. Rauamaagis, milles raud esines ainult magnetiidina ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$), sooviti määrata raua sisaldust. Proov, mille mass oli 0,8040 grammi, lahustati happes. Seejärel redutseeriti raua ionid raud(II)ioonideks. Saadud lahuse tiitrimiseks kulus 47,22 mL 0,02242 M väävelhappega hapestatud KMnO_4 lahust. Permanganaatioonis olev mangaan redutseerub happelises lahuses 5 oksüdatsiooniastme ühiku võrra.

a) Kirjutage reaktsioonivõrrand $\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow$. (3)

b) Arvutage raua protsendiline sisaldus proovis. (4)

c) Arvutage magnetiidi protsendiline sisaldus proovis. (3) **10 p**

4. Suletud kapillaar sisaldab 25 miljardit molekuli dietüüleetri, hapniku ja lämmastiku segu. Hapnik ja eeter on segus ekvivalentses vahekorras ja pärast plahvatust, kui anum on 27 miljardit molekuli, neid kumbagi segus ei ole.

a) Kirjutage dietüüleetri ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$) täieliku põlemise reaktsiooni võrrand. (2)

b) Leidke segu koostises olevate ainete mooliprotsendiline sisaldus

i) enne ja ii) pärast plahvatust. (9)

Vihje: Reaktsioonis osalevate ainete hulka saab avaldada eetri hulga järgi.

11 p

5. Nii joogi- kui tehniline vesi tuleb vabastada vees sisalduvast hõljumist. Selleks kasutatakse alumiiniumsulfaati. Viimast toodetakse kristallhüdraadina, milles soola ja kristallvee moolivahekord on 1 : 18. Joogivesi peab olema bakteritevaba, mis saavutatakse vee kloreerimise või osoneerimisega. Tehnilisest veest peab olema eemaldatud karedus, mille põhjustajaks on Ca- ja Mg-soolad.

- a)** Kirjutage reaktsioonivõrrand, mis kajastab vee mööduva kareduse eemaldamist. (1)
- b)** Vee üldkareduse eemaldamiseks töödeldakse vett algul lubjaga ja seejärel soodaga. Kirjutage vastava meetodi kolm reaktsioonivõrrandit (mööduva ja püsiva kareduse eemaldamine). (3)
- c)** Milline ühine vahesaadus hävitab bakterid nii kloori kui osooniga töötlemisel? (1)
- d)** Kirjutage reaktsioonivõrrand $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, kui eraldub CO_2 . (2)
- e)** Miks seob üks moodustunud ainetest vees oleva hõljumi? (1)
- f)** Arvutage, mitu kilogrammi kristallhüdraati kulub 100 m^3 ($1,02 \text{ g/cm}^3$) $1,00 \cdot 10^{-3}\%$ alumiiniumsulfaadi lahuse saamiseks? (2) **10 p**

6. Täpselt $20 \text{ }^\circ\text{C}$ juures on vaadeldavate vedelike tihedused järgmised: H_2O – $0,99823 \text{ g/cm}^3$; etanool: 100% – $0,78927 \text{ g/cm}^3$, 96,2%vol – $0,80608 \text{ g/cm}^3$; 40%vol – $0,9480 \text{ g/cm}^3$. Vedelike koostist väljendavad arvud on täpsed.

Arvutage kontraktsioon (segatavate vedelike ruumala vähenemine) kuupsentimeetrites, kui valmistatakse täpselt 1 liiter täpselt 40%vol etanooli lahust:

- a)** 100% etanoolist ja veest. (5)
- b)** 96,2%vol etanooli lahusest ja veest. (5) **10 p**

2004/2005 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
11. klass

1. a) Leidke täpselt 1 cm³ osmiumis (22600 kg/m³) sisalduv elektronide arv moolides (2)
 b) Kas konstantsel ruumalal reaktsiooni $\text{Xe(g)} + 2\text{F}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{XeF}_4(\text{t})$ tasakaal jääb samaks, nihkub saaduste või lähteainete suunas, kui lisada i) Xe; ii) F₂; iii) XeF₄? (1,5)
 c) Leidke järgmistes ühendites süsiniku individuaalne ja summaarne oksüdatsiooniaste i) propüünis; ii) buta-1,3-dieenis; iii) etaanhappes. (3)
 d) Mitu A·s (Faraday arvudes F) kulub: sulatatud NaCl elektrolüüsil i) 23 g Na; ii) 1 mooli Cl₂ saamiseks ja iii) NaOH vesilahuse elektrolüüsil 32 g O₂ saamiseks? (1,5)
 e) Kirjutage valem (sümbol) ja nimetus sublimeeruvast i) lihtainest; ii) oksiidist ja iii) soolast. (1,5)
 f) Rb ja leelismetalli **A** segu (sulami) mass on 4,60 g. Selle reageerimisel veega eraldus 0,100 mooli H₂. Tõestage arutlusega, milline element saab olla leelismetall **A**. (1,5) **11p**

2. Küttena on maagaasi kasutamine üks keskkonnasõbralikumaid. 10 °C juures on maagaasi tihedus 0,705 kg/m³ ja selle koostises on massi järgi 95,0% metaani ning 2,0% etaani, ülejäänud 3% moodustavad niiskus ja mittepõlevad lisandid. Ülesandes kasutatavate ainete standardsed tekkeentalpiad (ΔH_f^0) on järgmised:

Aine	ΔH_f^0 , kJ/mol	Aine	ΔH_f^0 , kJ/mol
CO ₂ (g)	-393,5	CH ₄ (g)	-74,6
H ₂ O(g)	-241,8	C ₂ H ₆ (g)	-84,0

- a) Kirjutage i) metaani ja ii) etaani täieliku põlemise reaktsiooni võrrandid. (2)
 b) Arvutage i) metaani ja ii) etaani põlemisentalpia ΔH_c^0 , kui moodustub veeaur. (2)
 c) Arvutage täpselt 1 m³ maagaasi põlemisel eraldunud energia, kui moodustub veeaur. (2)
 d) Arvutage, mitu kuupmeetrit maagaasi kulub ühe toa (22,1 m² x 2,5 m) õhu soojendamiseks 5 °C → 25 °C standardrõhul, kui õhu keskmine soojusmahtuvus $C_p = 29,16 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ eeldusel, et kadusid ja õhurõhu kasvu ei arvesta. (4) **10 p**

3. Väävelhape on keemiatööstuse aluseks. Väävelhappe tootmise esimeseks etapiks on värvitu, vees hästi lahustuva gaasi **A** saamine. Gaasi **A** saadakse püriidi särdamisel. Püriidi põhikomponendiks on binaarne ühend **B**, kus raua sisaldus on 46,55%. Püriidi puudumisel võib gaasi **A** saada kipsi (CaSO₄·2H₂O) kuumutamisel koos tolmpeene koksiga. Mõnesaja kraadi juures kaotab kips algul 15,7% oma massist, moodustades aine **X** ja seejärel 20,9% algmassist, moodustades aine **Y**. 900 °C juures moodustub sool **C** ja eraldub süsinikdioksiid. 1200 °C juures reageerib sool **C** veevaba kipsiga, moodustades gaasi **A** ja tugevale alusele vastava oksidi **D**.

Väävelhappe tootmise II etapis juhitakse gaas **A** ja õhk 450 °C juures läbi katalüsaatori. Moodustunud gaas **E** kondenseerub toatemperatuuril läbipaistvaks vedelikuks. Ainet **E** saadakse ka veeauru juhtimisel läbi gaasi **A** ja pruuni gaasi **F** segu. Selles reaktsioonis on veeaur katalüsaatoriks. Protsessi käigus pruun värvus kaob ning tekkinud gaas **E** ja veeaur moodustavad väävelhappe udu, mis absorbeeritakse väävelhappes. Mitteabsorbeerunud gaas kokkupuutes hapnikuga värvub uuesti pruuniks. Gaasi **F** saadakse vasepuru reageerimisel kontsentreeritud lämmastikhappega.

- a) Kirjutage ühendi **B** valem ja selle ühendi põlemise (püriidi särdamise) reaktsiooni võrrand. (3)

- b) Kirjutage ainete **X** ja **Y** valemid ning nende triviaalnimetused. (2)
 c) Kirjutage ainete **A**, **C**, **D**, **E** ja **F** valemid ja nimetused. (3)
 d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i) $\rightarrow \text{C}$** ; **ii) $\text{C} \rightarrow \text{A}$** ; **iii) $\text{A} \rightarrow \text{E}$** ; **iv) $\text{A} + \text{F} \rightarrow$** ;
 v) $\text{Cu} + \text{HNO}_3$ konts. \rightarrow ; **vi) $\text{O}_2 + \dots \rightarrow \text{F}$** . (3) **11 p**

4. Ühend **X** on alifaatne alkeen, mille aurude tihedus õhu (29,0 g/mol) suhtes on 2,42. Ühendi **X** reageerimisel valastub süsiniktetrabromiidis lahustunud Br_2 ja moodustub küllastunud ühend **Y**. Ühendi **X** reageerimisel vesinikbromiidiga moodustub ühend **Z**, mille molaarmass on 151 g/mol.

- a) Leidke ühendi **X** brutovalem. (2)
 b) Kirjutage ühendite **Y** ja **Z** brutovalemid. (1)
 c) Kirjutage graafiliselt ühendi **X** viis võimalikku isomeeri. (2)
 d) Kirjutage graafiliselt ühendi **X** üks võimalik cis–trans isomeeride paar. (1)
 e) Geminaalsed halogeenühendid sisaldavad kahte halogeeni aatomit sama süsiniku aatomi juures. Kirjutage graafiliselt ühendi **Y** kuus geminaalset isomeeri. (3)
 f) Kirjutage graafiliselt ühendile **Z** kõik vastavad **i)** sekundaarsed ja **ii)** tertsiaarsed halogeenühendid. (2) **11 p**

5. Küllastunud mittetsükliiline süsivesinik **A**, mida oli $7,55 \cdot 10^{-3}$ mooli, bromeeriti täielikult. Bromeerimisel eraldunud gaas juhiti AgNO_3 lahusesse. Moodustunud kollane sade **B** filtreeriti ja pärast kuivatamist oli selle mass 19,84 grammi.

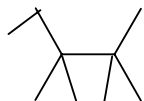
- a) Arvutage süsivesiniku **A** brutovalem. (2,5)
 b) Kirjutage süsivesiniku **A** kõikide mittetsükliiliste isomeeride graafilised valemid. (2,5)
 Metaani bromeerimist saab läbi viia ultraviolettkiirguse kaasabil. Bromeerimise esimeses staadiumis moodustub mürgine gaas **C**. Gaasi **C** kuumutamisel vinüülbromiidiga metallilise Na juuresolekul seotakse mõlemast ühendist broomi aatomid ja saadakse gaasiline alkeen **D**. Happelises keskkonnas alkeen **D** hüdrolüüsub, moodustades sümmeetrilise sekundaarse alkoholi **E**. Alkohol **E** reageerib sulfinüülkloriidiga (SOCl_2) vahekorras 1:1, moodustades sekundaarse ühendi **F**, SO_2 ja HCl . Ühendi **F** kuumutamisel metallilise naatriumiga saadakse dimerisatsiooni tulemusena küllastunud süsivesinik **A**.
 c) Kirjutage **i)** ühendite **B**, **C**, **D** valemid ja nimetused ning **ii)** ühendite **E** ja **F** graafilised struktuurivalemid ja nimetused. (2,5)
 d) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i) $\rightarrow \text{C}$** ; **ii) $\rightarrow \text{D}$** ; **iii) $\text{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{E}$** ; **iv) $\text{E} + \text{SOCl}_2 \rightarrow \text{F} + \text{SO}_2 + \text{HCl}$** ; **v) $\text{F} \rightarrow \text{A}$** . (2,5)
Tähelepanu! Ühendid E, F ja A kirjutage graafiliste struktuurivalemitega. **10 p**

6. Lähtesegus oli leelismuldmetalli **A** sool ACO_3 ja d-elementi **B** sool $\text{B}(\text{NO}_3)_2$. Segu kuumutati, kuni olid täielikult moodustunud nimetatud metallide oksiidid. Oksiidides ja soolades oli vastava metalli oksüdatsiooniaste sama. Kuumutamisel tekkinud gaasidest eemaldati kogu hapnik, mida oli $1,24 \text{ dm}^3$ ($24,8 \text{ dm}^3/\text{mol}$). Ülejäänud gaasid absorbeeriti $4,00 \text{ dm}^3$ 0,100 M $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lahuses. Moodustunud sade **X** eraldati ja filtraat aurutati kuivaks. Filtraadi kuivjäägi kuumutamisel saadi 46,0 g BaO .

Metallide **A** ja **B** sisaldus lähtesegus oli vastavalt 13,94 ja 22,10%.

- a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid **i) $\text{ACO}_3 \xrightarrow{\text{t}^\circ\text{t}}$** ja **ii) $\text{B}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ\text{t}}$** . (1)
 b) Arvutage soola $\text{B}(\text{NO}_3)_2$ hulk lähtesegus moolides. (1)
 c) Kirjutage reaktsiooni võrrandid, kui hapnikust vabastatud gaasid juhtida $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lahusesse. (1,5)
 d) Arvutage soola ACO_3 hulk lähtesegus moolides. (1,5)
 e) Arvutage metallide **A** ja **B** aatommassid ja tehke kindlaks nende sümbolid ja nimetused. (2) **7 p**

2004/2005 õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
12. klass

1. a) Andke süsivesiniku  nimetus. (1)

b) Milline protsess **1**) katood- või anood; **2**) oksüdeerumine või redutseerumine toimub (+)elektroodil **i**) galvaanielemendis; **ii**) elektrolüüseris? (1)

c) Milline elektriühik (F) kulub vee elektrolüüsil 48 grammi hapniku saamiseks? (2)

d) Millise pH-ga lahus saadakse $1 \cdot 10^{-5}$ M HCl lahuse 10000-kordsel lahjendamisel puhta veega? (1)

e) Joonistage α -aminopropaanhappe R ja S isomeerid. (2) **7 p**

2. Elemendid **X**, **Y** ja **Z** kuuluvad perioodilisustabeli samasse rühma. Ühendid \mathbf{YQ}_n ja \mathbf{ZQ}_n olid ammu tuntud, kuid ühend \mathbf{XQ}_n sünteesiti alles hiljuti. Element **Q** on halogeen, ja element **X** asub elementide **Y** ja **Z** vahel. Kõigil nimetatud kolmel molekulil on ühesugune bipüramidaalne struktuur ja kristallid moodustavad ionidest \mathbf{EQ}_{n-1}^+ ja \mathbf{EQ}_{n+1}^- saadud dimeersetest molekulidest $\mathbf{E}_2\mathbf{Q}_{2n}$ poolt. Ioonis \mathbf{YQ}_{n-1}^+ on $\%(\mathbf{Y}) = 17,93$ ja ioonis \mathbf{YQ}_{n+1}^- on $\%(\mathbf{Q}) = 87,29$ ning dimeeris $\mathbf{Z}_2\mathbf{Q}_{2n}$ on $\%(\mathbf{Z}) = 40,72$.

a) Arvutage bipüramidaalses molekulis sisalduva halogeeni **Q** aatomite arv. (3)

b) Arvutage, milline halogeen sobiks elemendiks **Q** ja milline oleks element **Y**. (3)

c) Arvutage, milline element on **Z** ja põhjendage, milline element on **X**. (3) **9 p**

3. EDTA lahuse standardiseerimiseks kasutatakse kas CaCO_3 (100,089 g/mol), oksiidikihist vabastatud metallilist Zn (65,39 g/mol) või püsiva massini kuumutatud $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (287,54 g/mol) saadud ühendit **Q** ($\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). Ühendi **Q** moodustumisel kaotas puhas $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 37,60% oma massist.

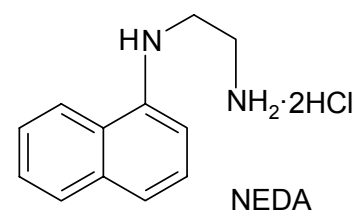
EDTA reageerib nii Ca^{2+} kui ka Zn^{2+} -ioonidega vahekorras 1 : 1. Valmistati lahused **A**, **B** ja **C**, mille igaühe ruumala oli 100,00 ml. Lahuse **A** saamiseks kaaluti 1,0104 g CaCO_3 . Lahuse **B** valmistamiseks kasutati 1,3554 g oksiidist vabastatud Zn graanuleid ja lahuse **C** jaoks 1,8450 g ühendit **Q**. EDTA lahuse standardiseerimiseks võeti iga lahust 10,00 ml ja nende lahuste tiitrimiseks kulus EDTA lahust vastavalt: **A** – 10,44 ml; **B** – 21,44 ml ja **C** – 10,63 ml.

a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid happega: **i**) CaCO_3 -st ja **ii**) oksiidikihiga Zn graanulitest vastavate lahuste **A** ja **B** saamiseks. (2)

b) Arvutage vee molekulide arv ühendis **Q**. (1,5)

c) Arvutage EDTA lahuste molaarne kontsentratsioon c lahuste **i**) **A**, **ii**) **B** ja **iii**) **C** järgi. (4,5) **8 p**

4. Kroom(III) osaleb imetajate ainevahetuses, mistõttu selle määramine inimorganismis ja ravimites on suure tähtsusega. India firma *Pimex International Ltd* ravimis *Aquamín* kasutatakse Cr(III) määramiseks väga tundlikku spektroskoopilist meetodit reagentiga NEDA.



I Cr^{3+} oksüdeeritakse eelnevalt leeliselises keskkonnas ekvivalentse koguse KIO_4 abil.

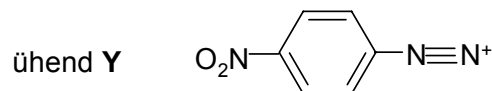
II Happelises keskkonnas moodustub lisatud kaaliumjodiidist oksüdeerijate CrO_4^{2-} ja IO_3^- toimel I_2 , mis eraldatakse.

III Sulfit-ioonide toimel redutseeritakse vaba jood I^- -iooniks, seejärel oksüdeeritakse I^- -ioon broomiga jodaatiooniks.

IV Hüdroksüülamiin oksüdeerub IO_3^- -iooni toimel nitritiooniks ja moodustub I^- -ioon.

V Happelises keskkonnas saadakse nitritioonide toimel p-nitroaniliinist ühend Y.

IV Ühend Y annab reaktiiviga NEDA (1 : 1) spektroskoopiliselt aktiivse ühendi X ($\text{C}_{18}\text{H}_{17}\text{N}_5\text{O}_2 \cdot 2\text{HCl}$).



a) Kirjutage ioonvõrrandid i) $\text{Cr}^{3+} + \text{IO}_4^- \rightarrow$;

ii) $\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}^+ + \text{I}^- \rightarrow$; iii) $\text{IO}_3^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow$; iv) $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;

v) $\text{I}^- + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; i) $\text{IO}_3^- + \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow$; vii) $\text{p-nitroaniliin} + \text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Y}$. (6)

b) Kirjutage Cr^{3+} ja ühendi X hulkade vaheline vastavus. (4)

c) Kirjutage ühendi X graafiline struktuurivalem. (2) 12 p

5. Keemiatudeng Anne otsustas tehnilises kaltsiumkloriidis määrata CaCl_2 protsendilise sisalduse. Ta lahustas 12,00 g tehnilist CaCl_2 vees ja lisas saadud lahusele ülehulgas $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ lahust. Anne pesi moodustunud sademe A, kuivatas selle ja kaalus. Kuiva tahket ainet A oli 14,61 g, mille ta pani BaSO_4 -st valmistatud tiiglisse ja hakkas kuumutama. 135°C juures hakkas eralduma gaas, mis osutus veeks, ja moodustus ühend A₁. 400°C juures hakkas eralduma gaas B ja moodustus ühend A₂. 850°C juures hakkas eralduma gaas C. Kui gaasi eraldumine lakkas, oli tahke jäägi D mass 5,61 g. Korduskatsel 1500°C juures muutus tiigel ise pulbriks.

a) Kirjutage i) reaktsioonivõrrand $\text{CaCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$ ja ii) ainete B, C ja D valemid ning nimetused. (3)

b) Arvutage aine A valem. (3)

c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $\text{A} \rightarrow \text{A}_1$; ii) $\text{A}_1 \rightarrow \text{A}_2$ ja iii) $\text{A}_2 \rightarrow \text{D}$; iv) tiigli lagunemise reaktsioon. (4)

d) Arvutage võetud proovis CaCl_2 protsendiline sisaldus. (1) 11 p

6. 1,2-diklorotsükloheksaani reageerimisel magneesiumiga moodustub ühend A ja MgCl_2 . Ühendi A pürolüüsil saadakse Kekule poolt kirjeldatud struktuuriga ühend B, mille molekulmass on 78. Ühendi A oksüdeerimisel kaaliumpermanganaadiga H_2SO_4 juuresolekul saadakse dihape D, millel on sama süsiniku aatomite arv kui ühendil B. Happe D neutraliseerimisel kaltsiumhüdroksiidiga saadakse sool E, kus $\%(\text{Ca}) = 21,76$. Soola E pürolüüsil moodustub ühend F ja mineraalsool G, mis on katlakivi peamine koostisosa. Ühendi F molaarmass on 100 g/mol võrra kergem kui soola E molaarmass. Ühendi F redutseerimisel vesinikuga katalüsaatori juuresolekul saadakse alkohol I. Alkoholi I dehüdratatsioonil moodustub tsükliiline küllastumata süsivesinik K. Molekulid F, I ja K on ühesuguse skeletiga.

a) Kirjutage ühendite A, B, D, E, F, G, I ja K graafilised struktuurivalemid ja nimetused. (7)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid i) $1,2\text{-diklorotsükloheksaan} \rightarrow \text{A}$; ii) $\text{A} \rightarrow \text{B}$; iii) $\text{A} \rightarrow \text{D}$; iv) $\text{E} \rightarrow \text{F}$; v) $\text{F} \rightarrow \text{I}$; vi) $\text{I} \rightarrow \text{K}$. (6) 13 p