

1998/99 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorü ülesanded
9. klass

1. Väävel moodustab nii dioksiidi (SO_2) kui ka trioksiidi (SO_3). Üks nendest oksiididest annab kondenseerumisel kergestilenduva vedeliku, mis keeb $44,8^\circ\text{C}$ juures. Vedelik koosneb kuusnurksetest sümmeetrilise tsükliga molekulidest, kus kuusnurga tippudes olevate aatomite mass on 144 amü. Tsüklilises molekulis on erinimeliste aatomite summade suhe 1,5 ning väävli oksiidi ja tsüklilise molekuli molaarmasside suhe $1/3$. Eeldame, et hapnik annab kaks sidet (=) ja oksiidides on hapniku-, väävli- ja hapnikuaatomi vaheline nurk 120° .

- a) Joonistada **i)** SO_2 , **ii)** SO_3 ja **iii)** tsüklilise ühendi struktuurivalem.
- b) **i)** Kirjutada tsüklilise ühendi üldvalem (brutovalem) ja **ii)** arvutada tema molaarmass [$\text{Ar}(\text{O})=16$; $\text{Ar}(\text{S})=32$].
- c) Arvutada **i)** tsükli kuusnurga moodustanud aatomite mass; **ii)** tsükli molekulis olevate erinimeliste aatomite summade suhe ning **iii)** vastava väävli oksiidi ning tsüklilise ühendi molaarmasside suhe.
- d) Arvutada tsüklilise ühendi ühe molekuli mass grammides.
- e) **i)** Kirjutada reaktsioonivõrrand ja **ii)** arvutada moodustunud lahuses tekkinud happe protsendiline sisaldus, kui 1 mol tsüklilist ühendit reageerib 270 g veega. **12 p**

2. Lohed suudavad tuld sülitada, sest nende sooltes ja kopsudes elavad bakterid, mille elutegevuse käigus tekib kergestisüttivaid gaase. Kui lohe surub järsult kopsudes oleva õhu välja, siis hingetoru seinte ja õhu omavahelisel hõõrdumisel võib gaas süttida. Kuna lohesid on mitut liiki, on erinevad ka neis parasiteeruvad bakterid. Nii sisaldab mustade lohede hingeõhus 25 mooliprotsenti vesinikku, punaste lohede oma 30% metaani (CH_4) ja kuldsete lohede oma 20% divesiniksulfiidi. Kõikide lohede väljahingatavas õhus on 15 mooliprotsenti hapnikku. Lohede keskmine kopsu maht on $5,1\text{m}^3$ ja gaasi molaarruumala on seal valitseva suurema rõhu tõttu $15\text{dm}^3/\text{mol}$.

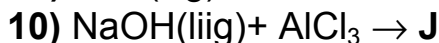
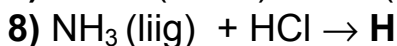
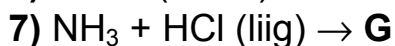
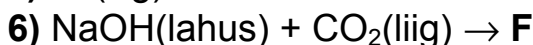
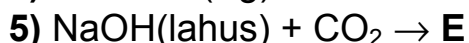
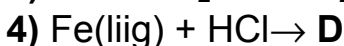
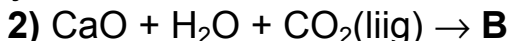
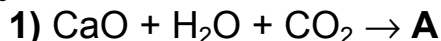
- a) Arvutada lohe kopsudes sisalduva **i)** kogu gaasi hulk (Σ_n) ja **ii)** hapniku hulk moolides.
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrand, mis kajastab hingeõhu põlemist: **i)** mustadel; **ii)** punastel; **iii)** kuldsetel lohedel.
- c) Mitu mooli lisahapnikku kulub ühe kopsu mahu gaaside põlemiseks **i)** mustadel; **ii)** punastel; **iii)** kuldsetel lohedel.
- d) Arvutada ühe kopsu täie gaasi põlemisel eralduv energia: **i)** mustadel; **ii)** punastel; **iii)** kuldsetel lohedel, kui põlemisenergia $\Delta H(\text{H}_2) = -240\text{ kJ/mol}$; $\Delta H(\text{CH}_4) = -800\text{ kJ/mol}$; ja $\Delta H(\text{H}_2\text{S}) = -520\text{ kJ/mol}$. **10 p**

3. Täpselt 250 cm^3 keevas vees (958 kg/m^3) lahustati 0,500 mooli NaHCO_3 . Katse teostati püstjahutiga seadmes, mis välistab vee lendumise.

- a) Kirjutada reaktsioonivõrrand.
- b) Arvutada saadud lahuse protsendiline sisaldus.
- c) Milline on saadud lahuses sisalduva vee ruumala $+4^\circ\text{C}$ juures? **8 p**

4. Kõikides järgnevates reaktsioonides on moodustunud ained (A – I) tahkes agregaatolekus. Sama aine võib olla tähistatud erinevate tähtedega.

a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid **1)–10)** ja anda saadusainete **A–J** nimetused:



b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid **1'– 8'**, kui ained **A–H** peaksid kuumutamisel lagunema. **9 p**

5. Lahus sisaldab soolhapet, lämmastikhapet ja väävelhapet. Selle lahuse neutraliseerimiseks kulus 44,0 g 30,0% NaOH lahust. Lahus jagati peale neutraliseerimist täpselt pooleks. Esimesele poolele lisati ülehulgas BaCl₂ lahust. Eraldus 3,50 g sadet. Teisele poolele lisati ülehulgas AgNO₃ lahust. Eraldus 5,00 g sadet.

a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid, kui NaOH reageerib **i)** soolhappega, **ii)** lämmastikhappega, **iii)** väävelhappega.

b) **i)** Kirjutada reaktsioonivõrrand lahuse reageerimisel baariumkloriidiga ja **ii)** arvutada vastava happe hulk esialgses lahuses.

c) **i)** Kirjutada reaktsioonivõrrand lahuse reageerimisel hõbenitraadiga ja **ii)** arvutada vastava happe hulk esialgses lahuses.

d) Arvutada esialgses lahuses olnud kolmanda happe hulk. **10 p**

6. Kaks täpselt sama ruumalaga anumad on omavahel ühendatud kraaniga. Üks nendest on täidetud veega ja teine vesinikkloriidi ja lämmastiku seguga moolivahekorras 4:1. Anumate temperatuur on 4 °C ja gaasisegu rõhk on 5,00 atm. Kraani avamisel HCl lahustub täielikult, lämmastiku lahustumine jätta tähelepanuta. Gaasi molaaruumala nendes tingimustes on 4,55 dm³/mol.

a) Avaldada vesinikkloriidi **i)** hulk ja **ii)** mass anuma ruumala V_a järgi.

b) Avaldada lahuse mass anuma ruumala järgi.

c) Arvutada saadud lahuses vesinikkloriidi massiprotsendiline sisaldus. **11 p**

1998/99 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded
10. klass

1. Keemiliste elementide **Z**, **Y** ja **X** oksiidides on nende elementide protsendiline sisaldus massi järgi ühesugune (erinevus on alla 0,5%). Elementide **Z**, **Y** ja **X** oksüdatsioonastmed oksiidides suhtuvad nagu 1:0,5:0,25. Element **X** on perioodilisussüsteemi esimene metall.

a) Milline metall on element **X**?

b) Kirjutada elementide **Z**, **Y** ja **X** oksiidide valemid ja märkida elementide oksüdatsioonaste.

c) Arvutada elementide i) **Y** ja ii) **Z** aatommassid ja kirjutada nende elementide nimetused.

d) Leida hapniku protsendiline sisaldus elementide i) **X**; ii) **Y** ja iii) **Z** oksiidides. Aatommassid võtta tabelist. Vastus anda kolme tüvenumbriga. **9 p**

2. Lihtaine **A** põlemisel saadi gaas **B**, mille molekul on hapniku molekulist kaks korda raskem. Gaasi **B** absorbeerumisel $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lahuses saadi aine **C** läbipaistev lahus. Sellele lahusele lisati Na_2S lahust, mille tulemusena tekkis sade **D**. Lahusest ei kao sade, kui lisada kontsentreeritud väävelhappe või kontsentreeritud lämmastikhappe lahust. Kui töödelda 6,00 g aine **D** sadet soolhappe lahusega, siis eraldub gaasina **B**, mida on $1,12 \text{ dm}^3$, kogu keemiline element **A**, mida on sademe **D** molekulis ainult üks aatom.

a) Kirjutada reaktsioonivõrrand: i) **A** → **B**, ii) **B** → **C**.

b) Leida aine **D** i) molaarmass; ii) anda tema valem ja nimetus.

c) Kirjutada reaktsiooni skeem (lähteaine ja saadusaine), kui sadet **D** töödelda i) kontsentreeritud väävelhappe lahusega; ii) kontsentreeritud lämmastikhappe lahusega.

d) Kirjutada reaktsioonivõrrand: aine **C** + Na_2S → **8 p**

3. Lämmastikhape ja kõik tema soolad lahustuvad vees väga hästi. Ometi on võimalik, et lämmastikhappe lisamisel vesilahusele tekib sade.

a) Miks $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ lahusesse tekib sade, kui lisada i) HCl lahust; ii) HNO_3 lahust? Kirjutada reaktsioonivõrrandid.

b) Kui lisada ammoniaaki AgCl sademele, siis moodustub lahustuv $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$. Kirjutada reaktsioonivõrrand, miks tekib uuesti sade, kui lisada HNO_3 lahust.

c) Na_2S lahusele soolhappe lisamisel sadet ei teki, küll aga tekib sade HNO_3 lahuse lisamisel. Moodustunud sade lahustub kontsentreeritud lämmastikhappe lahusega keetmisel. Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $\text{Na}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow$;
ii) moodustunud sade + $\text{HNO}_3 \rightarrow$; iii) $\text{Na}_2\text{S} + \text{HCl} \rightarrow$ **8 p**

4. Kuri kolmepealine hüdra, kelle 5,00 cm paksune soomus koosneb peamiselt KMnO_4 kristallidest, röövis imeilusa printsessi Kleopatra Andette Vassilissa. Surmapõlgav rüütel Roland de Kastore paneb selga esiisade 3,00 mm paksuse terasrüü, võtab kätte Na_2SO_3 kristallidega kaetud mõõga ning läheb hüdraga võitlema. Et hüdra tappa, peab

ta purustama $5,00 \text{ cm}^2$ suuruse KMnO_4 kristalli hüdra rinnal (KMnO_4 kontsentratsioon kristallis on $0,0127 \text{ mol/cm}^3$). Ühe löögiga satub soomusele $1,50 \text{ mmol Na}_2\text{SO}_3$, mis väävelhappelise limaga kaetud soomusel reageerib täielikult. Hüdradel on loomupoolest üsna kõrge elualalhoiuinstinkt ning seepärast sülitab iga hüdra pea igale rüütli löögile vastu $50 \text{ cm}^3 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ M HNO}_3$ lahust (st hüdra sülg). Seega hüdra iga vasturünnak koosneb kolmest sülitamisest. Rüütel kaotab, kui tema kiivrisse söövitub vähemalt 10 cm^2 suurune auk. Hüdra tabab 60% , Roland 70% oma löökidest. Raua tihedus on $7,8 \text{ g/cm}^3$. Mn oksüdatsiooniate muutub viie, lämmastiku oksüdatsiooniate kaheksa, vääveli oksüdatsiooniate kahe ja raua oksüdatsiooniate kolme ühiku võrra. Hüdra rünnaku toimele tekib kaks soola.

- a) Kirjutada reaktsioonivõrrand: **i)** kristallmõök + hüdra soomus; **ii)** hüdra sülg + rüütli raudrüü.
- b) Mitme löögiga võidaks rüütel?
- c) Mitme vasturünnakuga võidaks hüdra?
- d) Kes lahingu võitis, mitu lööki (vasturünnakut) jäi kaotajal võitmiseks sooritamata? **12p**

5. Vedelgaasi balloonis on $21,0 \text{ kg}$ butaani (C_4H_{10}). Maagaasis on mahu järgi $97,7\%$ metaani, $0,9\%$ etaani, $0,3\%$ propaani ja 1% lämmastikku. Arvutuste lihtsustamiseks eeldame, et maagaas koosneb mahuliselt $99,0\%$ metaanist (CH_4) ja $1,0\%$ lämmastikust. Vesiniku, süsiniku, metaani ja butaani põlemisenergiad on vastavalt -242 kJ/mol ; -394 kJ/mol ; -802 kJ/mol ; -2655 kJ/mol . Toodud väärtuste korral ei ole vesi kondenseerunud.

- a) **i)** Kirjutada butaani põlemisreaktsiooni võrrand ja **ii)** arvutada $21,0 \text{ kg}$ butaani põlemisel eraldunud energia.
- b) **i)** Kirjutada metaani põlemisreaktsiooni võrrand. Arvutada maagaasi ruumala **ii)** talvel (-20°C) ja **iii)** suvel ($+20^\circ\text{C}$), mis vastaks ühe ballooni butaani põlemisel eraldunud energiale. Gaasi soojusmahtuvust mitte arvestada.
- c) **i)** Kirjutada metaani tekkereaktsiooni võrrand ja **ii)** arvutada metaani tekkeenergia, mis on lähteainete ja saadusainete põlemisenergiate vahe. **11 p**

6. $1,0000 \text{ g}$ veevaba KNO_3 , NaNO_3 ja $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ segu kuumutamisel vähenes selle mass $0,7106 \text{ gramm}$ ini. Saadud jääk lahustati NH_4Cl ja HCl lahuste segu liias. Lahus aurutati kokku ja jääk kuivatati konstantse massini. Saadud soolade segu mass oli $0,7195 \text{ g}$.

- a) Kirjutada soolade termilise lagunemise reaktsioonivõrrandid.
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid ja kirjeldada protsesse, mis toimuvad kuumutusjäägi töötlemisel NH_4Cl ja HCl lahuste seguga ning sellele järgneval kuivaksaurutamisel ja kuivatamisel.
- c) Tähistades $m(\text{KNO}_3) = x$; $m(\text{NaNO}_3) = y$; $m[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2] = z$ ja vajalikud molaarmassid näiteks $M(\text{KNO}_3)$ jne., koostada kolm võrrandit, mille abil on võimalik avaldada x , y ja z . **12 p**

1998/99 õa keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded
11. klass

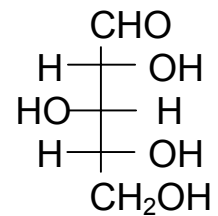
1. Anestesiinil (p-aminobensoehappeetülester) on valutunnet kõrvaldavad omadused. Teda kasutatakse meditsiinis kokaiini asemel.

a) Lähtudes tolueenist kirjutada sünteesi skeemid koos reagentidega:

- i) paranitrotolueeni saamine; ii) bensoehappe saamine;
iii) bensoehappeetülestri saamine.

b) Lähtudes tolueenist kirjutada anestesiini sünteesiskeem koos reagentidega ja anestesiini valem. 6 p

2. D-ksüloos (puidusuhkur) on süsivesik, mida saadakse kasepuidust. D-ksüloosi (nõrgal) töötlemisel saadakse magusaine ksülitool, mis on tuntud oma kaariesevastaste omaduste poolest.



D-ksüloos

i) Kas D-ksüloos on tüüpiline oksüdeerija või redutseerija? ii) Milline funktsionaalne rühm seda põhjustab? iii) Kirjutada D-ksüloosiga vastava oksüdeerumise või redutseerumise reaktsiooni skeem.

b) Kirjutada D-ksüloosist ksülitooli saamise reaktsiooni skeem teades, et selles süsivesikus on ainult ühte tüüpi funktsionaalsed rühmad.

c) Anda ksülitooli süstemaatiline nimetus, arvestamata optilist isomeeriat. 6 p

3. Aine **A** molekulis on kaheksa aatomit. Ta reageerib moolivahekorras 1:1 naatriumhüdrosiidiga moodustades soola **B**. Soola **B** kuumutamisel naatriumhüdrosiidiga tekib viieaatomiline küllastatud orgaaniline ühend **D** ja kuueaatomiline anorgaaniline sool **E**. Aine **A** vesilahuse elektrolüüsil moodustub anoodil aine **F**, mis on homoloogilises reas ühendist **D** järgmine liige. Anoodil eraldub veel ühend **G**, mis reageerides naatriumhüdrosiidiga annab soola **E**. Sool **E** ei lagune kuumutamisel, kuid aine **A** toimel eraldub temast ühend **G**, vesi ja moodustub sool **B**.

a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $\text{A} + \text{NaOH} \rightarrow$; ii) $\text{B} + \text{NaOH} \rightarrow$; iii) $\text{G} + \text{NaOH} \rightarrow$; iv) $\text{A} + \text{E} \rightarrow$ ja anda ühendite **A**, **B**, **D** ja **E** nimetused.

b) Kirjutada aine **A** vesilahuse elektrolüüsi i) katoodreaktsiooni võrrand; ii) anoodreaktsiooni võrrand.

c) Kirjutada reaktsioniskeem, kuidas ainest **F** saada aine **A**. Anda kõikide ainete nimetused.

d) Arvutada, mitu tundi peaks kestma aine **A** vesilahuse elektrolüüs 10,0 A voolutugevusega, et eralduks summaarselt 1,00 mooli gaase. 12 p

4. Kosmoselendudeks kasutatakse järgmisi kütuseid. Raketi viimiseks atmosfääri ülakihtidesse on kasutusel Al-pulbri, ammooniumperkloraadi ja raud(III)oksiidi segu (kütus No 1). Raketi II astmes on kasutusel veeldatud vesinik ja veeldatud hapnik (kütus No 2). Apollo kuumoodulis oli kasutusel dimetüülhüdriasiin $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$ ja oksüdeerijana lämmastikdioksiidi veeldatud dimeer (kütus No 3).

a) Kirjutada kütusega No 1 toimuva reaktsiooni võrrand, kui tekib 4 uut ainet **A**, **B**, **C** ja **E**. Kõik need ained koosnevad kahest elemendist. Kolm nendest ainetest on

oksiidid. Ained **A** ja **B** on tahked ja aine **C** on gaas, mis õhu käes kergesti oksüdeerub. Fe_2O_3 on selles reaktsioonis katalüsaator ja $M(\text{B}) > M(\text{A})$. Anda ainete **A**, **B**, **C** ja **E** nimetused.

- b) Arvutada raketi teise astme mootoris eralduv energia, kui vedelat vesinikku ($0,070 \text{ g/cm}^3$) on $1,4 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ ja $\Delta H(\text{H}_2\text{O}) = -241 \text{ kJ/mol}$.
- c) Mitme vedelgaasi balloonis sisalduva (21,0 kg) butaani (58,1 g/mol) põlemis-energiale ($-2,88 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol}$) vastab raketi II astme kütuse põlemisel eralduv energia?
- d) Kirjutada reaktsioonivõrrand: dimetüülhüdrasiin (struktuurivalem) + lämmastikdioksiidi dimeer, kui saadusaineteks on kaks stabiilset oksiidi ja üks lihtaine.
- e) Mitu mooli dimetüülhüdrasiini (DMH) on vaja, et kütuse No 3 põlemisel tekiks 18 mooli lihtainet? 12 p

5. Kahe mooli gaasi **A**, ühe mooli gaasi **B** ja ühe mooli aine **C** reageerimisel on ainukeseks saadusaineks mool soola **D**. Sool **D** dissotsieerub vesilahuses kolmeks iooniks. Gaaside **A** ja **B** sama suhte korral võib moodustuda üks mool ainet **E**, mis dissotsieerub vesilahuses kaheks iooniks. Ainst **E** võib eralduda üks mool ainet **C**, mille tulemusena moodustub aine **G**. Aine **G** on mitteelektrolüüt. 6,00 g aine **G** lahustumisel 100 g vees külmub saadud lahus $-1,86 \text{ }^\circ\text{C}$ juures. Aine **G** molekul koosneb neljast elemendist, kusjuures elementide aatomite arvu suhe on 1:1:2:4. Aine **C** molekul koosneb kolmest aatomist, mis on ka aine **G** molekulis. Sool **D** ja ained **E** ning **G** on sama happe derivaadid. $K_{\text{krüoskoopiline}}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- a) i) Arvutada aine **G** molaarmass, ii) kirjutada tema struktuurivalem ja anda tema mitternomenklatuurne nimetus.
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $\text{A} + \text{B} + \text{C} \rightarrow \text{D}$; ii) $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{E}$; iii) $\text{E} \rightarrow \text{G}$.
- c) Kirjutada i) soola **D** ja ii) aine **E** dissotsiatsioonitasakaalu avaldis.
- d) Kirjutada ainete **A**, **B**, **C** ja **D** valem ning nimetused. 12 p

6. 0,7878 g SiO_2 (60,09 g/mol) ja B_2O_3 (69,62 g/mol) segu kuumutati autoklaavis 0,03500 mooli Cl_2 atmosfääris söega $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ juures. Reaktsiooni lõppedes jahutati reaktsioonisaadused toatemperatuurini. Järele jäänud gaasilisi aineid töödeldi katalüsaatori juuresolekul ultraviolettkiirgusega. Moodustus kolmest elemendist koosnev neljaatomiline süsihappe derivaat fosgeen. Fosgeen absorbeeriti $30,00 \text{ cm}^3$ 1,000 M NaOH lahuses. Selle reaktsiooni üheks saadusaineks oli naatriumkarbonaat. Na_2CO_3 ja mittereageerinud NaOH tiitrimiseks (indikaatorina kasutati metüüloranži) kulus 0,02200 mooli HCl. Eeldada, et kõik reaktsioonid kulgevad kvantitatiivselt ja mingit kõrvalreaktsiooni ei toimu.

- a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid i) $\text{SiO}_2 + \text{C} + \text{Cl}_2 \rightarrow$; ii) $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{C} + \text{Cl}_2 \rightarrow$;
iii) gaasilised ained $\xrightarrow{h\nu}$; iv) fosgeen + NaOH \rightarrow .
- b) Koostada võrrand, mis seob HCl hulga, NaOH esialgse hulga ja fosgeeni hulga.
- c) Arvutada: i) fosgeeni hulk; ii) Cl_2 hulk, mis kulus SiO_2 ja B_2O_3 muundamiseks; iii) oksiidide segus nende massiprotsendiline sisaldus. 12 p

1998/99 õa keemiaolümpiaadi lõppvoorü ülesanded
12. klass

1. Heterotsükliilise kahetuimalise ühendi lähteaineteks on aniliin ja propenaal.

a) Kirjutada aniliini sünteesi kaheetapiline skeem lähtudes benseenist.

b) Kirjutada propenaali sünteesi kolmeetapiline skeem lähtudes propeenist.

c) Kirjutada aniliini ja propenaali vahelise reaktsiooni skeem; märkida kaks vahesaadust ja moodustunud heterotsükliilise kahetuimalise ühendi valem. **8 p**

2. Mingil kindlal temperatuuril ja rõhul oli süsteemis $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3$ gaaside tasakaalulised kontsentratsioonid järgmised (cmol/dm^3 - sentimooli ühes kuupdetsimeetris): $[\text{NO}_2]=0,100$; $[\text{SO}_2]=0,300$; $[\text{NO}]=2,000$; $[\text{SO}_3]=0,600$.

a) Arvutada süsteemi tasakaalukonstant.

b) Lähtudes 1 dm^3 segust arvutada süsteemi ruumala peale $0,500$ sentimooli SO_2 lisamist. Eeldatakse, et rõhk ja temperatuur jäävad konstantseks.

c) Tähistades moolide arvu muutuse sümboliga x , kirjutada võrrand x leidmiseks.

d) Avaldada eelnevast võrrandist uued tasakaalulised kontsentratsioonid.

e) Arvutada püstitunud tasakaalulised kontsentratsioonid.

Märkus: Punkt e) näitab arvutamisoskust, mistõttu tehke seda siis, kui aega on piisavalt. **8 p**

3. On teada järgmised standardpotentsiaalid:

$$E^\circ (\text{2Hg}^{2+}/\text{Hg}_2^{2+}) = +0,920\text{V};$$

$$E^\circ (\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}) = +0,27\text{V ja}$$

$$E^\circ (\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = +0,15\text{V}$$

Tina ja elavhõbeda ühetuumaliste kationidega kloriidid on vees lahustuvad. Kahetuimaliste kationidega kloriidid ei lahustu.

a) Kirjutada standardpotentsiaalidele vastavate elektroodreaktsioonide võrrandid.

b) Kirjutada SnCl_2 ja HgCl_2 vahelise reaktsiooni võrrandid; kirjeldada moodustunud saadusaineid (gaas, lahus, tahke, värvus) ja märkida reaktsioonis osalevate ainete hulgad

i) kui 90 cm^3 $0,1 \text{ M SnCl}_2$ valada 10 cm^3 $0,1 \text{ M HgCl}_2$ lahusesse;

ii) kui 10 cm^3 $0,1 \text{ M SnCl}_2$ valada 90 cm^3 $0,1 \text{ M HgCl}_2$ lahusesse.

c) Põhjendada hulga ja standardpotentsiaalidega, miks punktis b) on erinev visuaalne efekt.

d) Seletada, miks kummalgi juhul kogu ühendis olev elavhõbe täielikult ei redutseeru. **8 p**

4. Aine **A**, mille molaarmass on 78 g/mol , osoneerimisel liitub temaga kolm osoni molekuli. Tekib niinimetatud triosoniid **B**, mille molekul koosneb ühest 9-aatomilisest tsüklist ja kolmest viieaatomilisest tsüklist. Vee toimel kõik tsükliidid avanevad, kusjuures suurimast tsüklist eraldub hapnik. Moodustub kolm molekuli glüoksaali **X**. Aine **X** mõõdukal oksüdeerimisel moodustub dihape **D**, mille molaarmass on 90 g/mol . Kuumutamisel aine **D** laguneb oksiidideks. Lahuses aine **D** kontsentratsiooni määramiseks lahjendati $10,00 \text{ cm}^3$ lahust $100,0$ kuupsentimeetriteni, mõõdeti sellest $10,00 \text{ cm}^3$ ja tiitriti väävelhappelises keskkonnas $0,02000 \text{ M KMnO}_4$ lahusega, mida kulus $13,20 \text{ cm}^3$. Tiitrimisel dihape oksüdeerub maksimaalselt.

a) Kirjutada i) ühendi **A**; ii) ühendi **B**; iii) ühendi **X** struktuurivalemid.

- b) Kirjutada reaktsiooniskeem $X \rightarrow D$ ja anda ühendi **D** nimetus.
- c) Kirjutada reaktsioonivõrrandid i) $D + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow$; ii) $D \cdot 2H_2O \xrightarrow{t^o}$
- d) Arvutada: i) lahuses aine **D** molaarne kontsentratsioon; ii) 12,6 g ühendi $D \cdot 2H_2O$ termilisel lagunemisel moodustunud gaaside ruumala 100 °C juures normaalarõhul. **12 p**

5. Metallid **X** ja **Y** moodustavad ühendeid, milles nende oksüdatsiooniaste on II. Metallil **X** on ühendites püsiv, metallil **Y** aga muutuv oksüdatsiooniaste. Nende metallide oksiidide segust võeti kolm võrdset kaalutist massiga 11,00 g. Esimest kaalutist kuumutati pikka aega 300 °C juures, mille vältel mass ei muutunud. Jahtunud segu reageerimisel kontsentreeritud soolhappe lahusega jäi lahustumatuks 1,27 g punaka värvusega ainet **A**. Aine **A** lahustamisel lämmastikhappes eralduvad NO ja NO₂ moolivahekorras 1:1. Aine **A** lahustamisel kontsentreeritud ammoniaakhüdraadis õhu läbijuhtimisel moodustub intensiivne lillakas-sinise värvusega komplekskatiooni lahus, kus kompleksosakeses on ligandideks 4 ammoniaagi molekuli. Teisele kaalutisele lisati lahjendatud väävelhappe lahust. Moodustus sinine lahus ja lahustumatuks jäi taas 1,27 g ainet **A**. Kolmandale kaalutisele lisati õhu juurdepääsuta kontsentreeritud soolhapet. Segu reageerimiseks kulus 22,60 cm³ 38,0% HCl lahust (1,19 g/cm³). Moodustus praktiliselt värvusetu lahus.

- a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) muutuse kohta, mis toimub segu kuumutamisel; ii) $A + HNO_3 \rightarrow$; iii) $A + NH_3 \cdot H_2O + O_2 \rightarrow$.
- b) Kirjutada segus oleva metalli **Y** oksiidi reaktsioonivõrrand i) lahjendatud väävelhappe lahusega; ii) kontsentreeritud soolhappe lahusega (moodustub kolmest elemendist ning neljast aatomist koosnev kompleksühend).
- c) Arvutada esialgses segus oleva: i) metalli **Y** oksiidi hulk; ii) metalli **X** oksiidi hulk.
- d) Arvutada metalli **X** molaarmass ja anda metalli **X** nimetus.
- e) Kirjutada metalli **X** reaktsioonivõrrand i) soolhappe lahusega, ii) väävelhappe lahusega. **12 p**

6. Olenevalt tingimustest saadakse halogeeni **X** ja elemendi **Y** otsesel reaktsioonil kas ühend **A** või ühend **B**. Nende ühendite molaarmasside suhe on 1,516. Mõlemad ühendid hüdroolüüsuvad, moodustades tugevalt happelise lahuse. Üks nendest lahustest sisaldab ühendeid **C** ja **D**, teine aga ühendeid **E** ja **D**. Ühend **D** on vees hästilahustuv gaas, ühend **C** aga kolme vesiniku aatomit sisaldav kaheprootoniline hape, mis termiliselt laguneb ühendiks **E** ja iseloomuliku lõhnaga põlevaks gaasiks **G**. Termilise lagunemise saadustes omab element **Y** ühel juhul maksimaalset, teisel juhul aga minimaalset oksüdatsiooniastet. Gaasi **G** põlemissaaduste pikaajalisel kuumutamisel on ainsaks saaduseks ühend **E**.

- a) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $X + Y \rightarrow A$; ii) $X + Y \rightarrow B$ ja iii) määrata saadud ühendite molaarmasside suhe.
- b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $A + \dots \rightarrow C + D$; ii) $B + \dots \rightarrow E + D$ ja anda kõikide reaktsioonis osalevate ainete nimetused.
- c) Kirjutada ühendite i) **C** ja ii) **E** molekulid graafiliselt;
- d) Kirjutada reaktsioonivõrrandid i) $C \xrightarrow{t^o} E + G$ ja määrata nendes ühendites elementide oksüdatsiooniaste; ii) $G + O_2 \rightarrow$; iii) punkti ii) põlemissaadused $\rightarrow E$. **12 p**

Eesti koolinoorte 46. keemiaolümpiaad

Lõppvooru praktiline töö

9. klass

Naatriumkarbonaadi massi määramine

Kolvis olev kontrolllahus viiakse kvantitatiivselt üle 100,0 cm³ mõõtekolbi. Destilleeritud veega viiakse lahuse ruumala kriipsuni. Segatakse hoolikalt kuni kontsentratsioonide ühtlustumiseni. Määramiseks pipeteeritakse sellest 10,00 cm³ lahust koonilisse kolbi ja lisatakse 1-2 tilka indikaatorit (metüüloranž). Büretist, milles lahuse algnivoo on täpselt fikseeritud, lisatakse koonilises kolvis olevale tiitritavale lahusele kindla kontsentratsiooniga vesinikkloriidi lahust kuni roosa värvuse tekkimiseni. Tiitrimise lõpu määrab see tilk, mille lisamisel lahus muutub roosaks ja värvus säilib lahuse segamisel vähemalt 30 sekundit.

Paralleelkatsetes ei tohiks büretist lisatud lahuse ruumala erineda rohkem kui 0,08 cm³. Arvutustes tuleb kasutada kolme paralleelkatse ruumalade keskmist. Vastus anda grammides nelja tüvenumbriga.

Tähelepanu! Iga tiitrimise järel tuleb enne järgneva koguse lahuse pipeteerimist kooniline kolb loputada destilleeritud veega. Nii pipett kui bürett tuleb eelnevalt loputada selle lahusega, millega teda täidetakse. Vedeliku mõõtmisel peab tema nivoo alumine kaar puudutama (mõttelist) mõõtekriipsu. Büreti täitmiseks kasutatud lehter tuleb enne vedeliku nivoo fikseerimist eemaldada. Tühjendamisel peab pipeti ots olema vastu anuma sein ja jääma peale pipeti tühjenemist sellesse asendisse veel 10 sekundiks (vedeliku järeljooksust tekkiva vea vältimiseks). Pipetti ei tohi tühjaks puhuda. Büreti alumisse ossa ei tohi jääda õhumulle.

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106,0 \text{ g/mol}$$

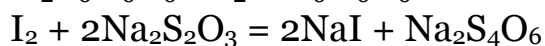
10. klass

Askorbiinhappe massi määramine

Kolvis olev uuritav lahus kantakse kvantitatiivselt üle 100,0 cm³ mõõtekolbi. Lahuse ruumala viia destilleeritud veega mõõtekriipsuni ja segada lahuse kontsentratsiooni ühtlustumiseni. Määramiseks pipeteerida 10,00 cm³ uuritavat lahust tiitrimisnõusse, lahjendada 30 cm³ destilleeritud veega,

lisada 5 cm³ 0,05 M H₂SO₄ lahust ja 25 cm³ 0,025 M I₂ lahust. I₂ liig tiitrida tagasi kindla kontsentratsiooniga Na₂S₂O₃ lahusega. Indikaatoriks on 1% tärkliselahus, mida lisada tiitrimise lõpul 1 cm³ ning tiitrida kuni sinise värvuse kadumiseni.

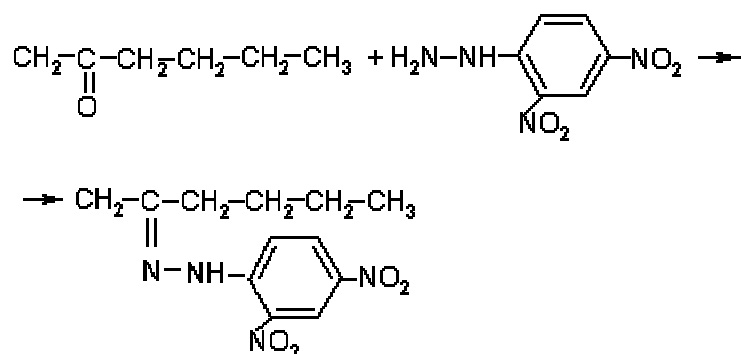
Kokkulangevatest tiitrimistulemustest arvutada keskmine tiitrimiseks kulunud Na₂S₂O₃ lahuse ruumala ja askorbiinhappe mass uuritavas lahuses. Vastus anda grammides nelja tüvenumbriga.



$$M(\text{askorbiinhape}) = 176,1 \text{ g/mol}$$

11. ja 12. klass

Heksanoon-2 2,4-dinitrofenüülhüdrasooni (HDH) süntees



Kasutatavad reaktiivid:

heksanoon-2 (metüülbutüülketoon)
2,4-dinitrofenüülhüdrasiini reagent
etüülalkohol (etanool)

Klaasnõud

kooniline kolb
klaaspulk
klaasfilter
vaakumfiltrimise seade (ühine tõmbkapi all)
Petri tass
mõõtklaas
Pasteuri pipetid

Planaarkromatograafia

voolutusnõu	kaaluklaas
eluent	heksanoon-2 lahus
kromatograafiaplaat (Silufol®)	pintsetid
klaaskapillaarid	pliiats, joonlaud

Sünteesi käik

50 ml kolvis olevale 10 ml 2,4-dinitrofenüülhüdrasiini reagentidele (**Ettevaatust!** kontsentreeritud hape) lisatakse Pasteuri pipeti abil 2 g heksanoon-2, segades klaaspulgaga. Reaktsioonisegu kuumutatakse vesivannil (~60 °C) 5 minutit. Seejärel jahutatakse segu jää-vannil saadusaine sadestamiseks (kuni 15 minutit). Sadestunud kristallid eraldatakse **vaakumfiltrimisel** klaasfiltril. Võimalikult kvantitatiivseks sademe ülekandmiseks võib kolbi loputada vähese koguse (3-4 ml) jääkülma destilleeritud veega, mis valatakse filtril olevale ainele. Ainet pestakse filtri peal 5 ml jääkülma veega ja 5 ml külma etanooliga. Sade filtritakse võimalikult kuivaks.

Sade kantakse klaasfiltrilt klaaspulga abil varemkaalutud Petri tassile ja kuivatatakse õhu käes (klaaspulgaga segades ~30 minutit). Aine kuivamise ajal teostatakse planaarkromatograafia.

Lõpuks kuiv HDH kaalutakse juhendaja kaasabil ja arvutatakse saagise protsent toorsaadusele (arvestades, et 10 ml 2,4-dinitrofenüülhüdrasiini reagentis on 0,30 g 2,4-dinitrofenüülhüdrasiini). Pärast aine kuivamist määratakse sulamistemperatuur juhendaja kaasabil.

Planaarkromatograafia (TLC)

Paar kristalli saadud ainet (ei pea olema veel täiesti kuiv) lahustatakse kaaluklaasis ~0,5 ml eluendis.

Valmistatakse ette kromatograafiaplaat: Joonlaua ja pliiatsi abil märgitakse kromatograafiaplaadile stardijoon (~1 cm kaugusele servast) ja frondijoon (~1 cm kugusele teisest servast). Stardijoonele märgitakse pealekantavate ainete (lähteainete ja saadusaine) asukohad (punktide vahekaugus ~1 cm).

Kromatograafiaplaadi stardijoonele kantakse kapillaariga tilgake **uuritava aine lahust** ja **lähteaine lahust** ja plaadil lastakse kuivada 1 minut. Voolutusnõusse valatakse 0,5 cm paksune kiht eluenti. Plaat asetatakse pintsettidega voolutusnõusse ja voolutusnõu suletakse kaanega. Voolutatakse kuni eluent on jõudnud frondijooneni. Seejärel võetakse plaat voolutusnõust pintsettidega välja ja kuivatatakse õhu käes (1-2 minutit). Produkti laik on määratav visuaalselt. Lähteaine laigu ilmutamine teostatakse juhendaja kaasabil I₂ aurudega küllastunud eksikaatoris. Lähteaine ja produkti laikude piirjooned märgitakse terava pliiatsi abil.