

2007/2008 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

9. klass

1. a) Kas happe lahjendamisel tuleb kallata vett happesse või hapet vette?(0,5)
 b) Toatemperatuuril stabiilse gaasi tihedus on 134 mg/dm^3 (nt). Arvutage gaasi molaarmass. Mis on gaasi molekulvalem? (2)
 c) Reastage tiheduse kasvamise järjekorras: H_2O (tahke), CO_2 (nt), O_2 (nt), vedel vesi (nt), söögisool ja elavhõbe. (2)
 d) Kirjutage Al, S^{2-} , Br ja Cd^{2+} elektronskeemid. (2)
 e) Mitmes g Na_2SO_4 on sama palju aatomeid kui 5,3 g CO_2 ? (1,5) **8 p**

2. Ühend **A** koosneb massi järgi 43,2 % hapnikust, 2,7 % vesinikust ja 54,1 % metallist **X**, mille 8,0 g reageerimisel veega tekib 0,20 mooli ainet **A**.
 a) Leidke arvutustega ainete **A** ja **X** valemid. Kirjutage nende nimetused.(3)
 b) Metall **X** päevane norm on 1,5 g. Mitu g ühendit **A** vastab sellele kogusele? (2)
 c) Kirjutage järgnevate muundumiste reaktsioonivõrrandid arvestades, et igas muundumises osaleb lähteaine või saadusena gaasiline aine:
 i) $\text{X} \rightarrow \text{A}$, ii) $\text{X} \rightarrow \text{XO} \rightarrow \text{XC}_2 \rightarrow \text{A}$, iii) $\text{A} + \text{Cl}_2 \rightarrow$ desinfitseerivaine.(5) **10 p**

3. Suletud kolb sisaldab $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, vett, kruusa, vesinikku, metanooli ja tolueni (kt 111°C , $0,87 \text{ g/cm}^3$). Segu lahutamiseks võib kasutada destillatsiooniseadet ja jaotusletrit. Teada on, et alkoholid ja soolad lahustuvad hästi vees, samas toluen on tuntud orgaaniline mittepolaarne lahusti.
 a) Kirjeldage kolvis olevate faaside (kihtide) koostisi ja olekut (tahke, vedel, gaasiline) põhjast korgi suunas. (4)
 b) i) Milline faas eraldub peale kolvi avamist esimesena? ii) Kuidas ja millises järjekorras eraldada ülejäänud faasid? iii) Mismoodi eraldada mitmest ainest koosnevad faasid koostisosadeks? (3)
 c) Mis juhtub $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ sisaldava faasi koostisosadeks lahutamise käigus? (1) **8 p**

4. Merevesi sisaldab peamiselt kuut iooni (vt tabel, tabelis on antud iooni protsendiline sisaldus lahustunud aines). Piirkondades, kus merevesi ($1,03 \text{ kg/dm}^3$) on saastunud, tuleb merevee-akvaariumite vesi valmistada kunstlikult lahustades vees sooli.
 a) Merevees on 35,0 g sooli 1,00 kg merevee kohta. Arvutage $10,0 \text{ m}^3$ merevees olevate soolade kogumass. (2)
 b) Arvutage $10,0 \text{ m}^3$ merevees sisalduvate ionide massid.(3)
 c) Kunstmerevee tootmisel kasutatakse KCl, MgCl_2 , CaCl_2 , Na_2SO_4 ja NaCl. Arvutage $10,0 \text{ m}^3$ kunstmerevee valmistamiseks vajalike soolade massid. Alustage soolast, mille ioone sisaldub merevees kõige vähem st KCl, siis CaCl_2 jne. (5) **10 p**

ioon	%
Cl^-	55,3
Na^+	30,6
SO_4^{2-}	7,8
Mg^{2+}	3,7
Ca^{2+}	1,2
K^+	1,1

5. Laboris on $450,0 \text{ cm}^3$ 50,00% H_2SO_4 lahuse (**lahus X**) valmistamiseks palju võimalusi.

a) Joonistage H_2SO_4 lahuse tiheduse sõltuvus lahuse koostisest. x-telg (0...100 %): 1 cm vastab 10 %; y-telg (1...1,9 g/cm^3): 1 cm vastab 0,1 g/cm^3 . Tabelis on tiheduse sõltuvus H_2SO_4 %-lisest sisaldusest. (1)

%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	96
ρ (g/cm^3)	0,999	1,069	1,143	1,221	1,307	1,399	1,503	1,615	1,732	1,820	1,860

b) Mitu cm^3 vett ja 96,00 % H_2SO_4 tuleb segada **lahuse X** valmistamiseks? (3)

c) Vee ja kontsentreeritud H_2SO_4 segamisel eraldub palju soojust, mille tõttu võib lahus keema minna. Selle vältimiseks võib kasutada vee asemel 36,00 % H_2SO_4 lahust. i) Leidke jooniselt 36,00 % H_2SO_4 lahuse tihedus. ii) Mitu g 36,00 % ja 96,00 % H_2SO_4 tuleb segada **lahuse X** valmistamiseks? (5)

d) Mitu dm^3 gaasilist SO_3 tuleb juhtida vette **lahuse X** valmistamiseks? (2) **11 p**

6. Aine **A** on tugev oksüdeerija ja koosneb samadest elementidest kui vesi, kuid aines **A** on üks elementidest ebatüüpilise oksüdatsiooniastmega. Apteegist ostetud aine **A** vesilahuse täpse kontsentratsiooni määramiseks lisati 5,10 g aine **A** lahusele liias KI lahust. Tekkis lihtaine **B**, mis värvib tärklis siniseks, ja leelis **D**. Reaktsiooni tulemusena saadud lahus jagati täpselt pooleks ning tehti kaks katset. Katses (I) reageeris üks pool lahusest $14,3 \text{ cm}^3$ 0,526 M HCl lahusega (happega reageerib ainult aine **D**). Katses (II) reageeris teine pool lahusest $16,0 \text{ cm}^3$ 0,472 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ lahusega (sellega reageerib ainult aine **B**). Tekkisid sool **E** (sisaldab KI-ga sama aniooni) ja sool **F** ($M_r = 270,2$; % (Na) = 17,0, % (S) = 47,5, % (O) = 35,5).

a) Kirjutage ühendite **A-E** valemid ja nimetused ja leidke aine **F** brutovalem. (5)

b) Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid: i) $\text{A} + \text{KI} \rightarrow \text{B} + \text{D}$, ii) katse (I) jaoks, iii) katse (II) jaoks. (3)

c) Arvutage reaktsioonis (I) osalenud aluse **D** hulk ja sellele vastav **A** hulk. (1,5)

d) Arvutage reaktsioonis (II) osalenud aine **B** hulk ja sellele vastav **A** hulk. (2)

e) Katsete tulemustest valida see, kus arvatud aine **A** hulk on suurem, ning leida aine **A** massiprotsendiline sisaldus apteegist ostetud lahuses. (1,5) **13 p**

2007/2008 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

10. klass

1. a) Kirjutage molübdeeni elektronvalem. (1)
 b) Mis tüüpi sidemed esinevad ainetes: **i)** HClO₄, **ii)** NaClO₄, **iii)** Cs? (1,5)
 c) Joonistage H₂S₂O₃ struktuurivalem ja leidke kõikide aatomite oa-d. (1,5)
 d) Arvutage 6,00 % HCl lahuse (1,028 g/cm³) **i)** molaarsus, **ii)** molaalsus. (3)
 e) Mitu gaasi molekuli on 1 cm³ ruumalas tingimustel 1 Torr, 20 °C? 1 atm = 760 Torr. (3) **10 p**

2. Paljude liikumisvõimeliste bakterite edasiviivaks jõuks on molekulaarne mootor (prootonturbiin), mille paneb liikuma rakust väljuvate H⁺ voog. Füsioloogilistes tingimustes annab prootonturbiin bakterirakule energiat ca 20 kJ ühe mooli rakust välja juhitud prootonite kohta.

- a) Inimese seedetraktis elutseb 10⁹ isendist koosnev bakterikoloonia. Arvutage, millise koguse energiat toodab koloonia liikumisel ühe minuti jooksul, kui iga bakter väljutab rakust selle aja vältel 10⁷ prootonit. (1,5)
 b) Millise pH muutuse tooks kaasa sellise hulga prootonite jaotumine inimese keha ruumalas (70 dm³), kui algselt pH = 7 ja puhversüsteemid jätta arvestamata? (3)
 c) Kui inimene oleks suuteline prootonturbiini energiat enda heaks tööle panema, mitu minutit töötaks tavaline 100 W lambipirn, kasutades kütusena 1 dm³ kontsentreeritud väävelhapet (17,5 M). (1 J = 1 W · 1 s) (2,5) **7 p**

3. Metanooli (oktaaniarv 113) kasutatakse võidusõiduautode kõrgefektiivsetes sise põlemismootorites. Usin tudeng tahtis mõista, miks põletatakse bensiini asemel metanooli. Selleks arvutas ta välja mõlema aine põlemisentalpiid grammi kohta. Eeldage, et bensiin koosneb isooktaanist (oktaaniarv 100).

- a) Kirjutage isooktaani struktuurivalem ja süstemaatiline nimetus. (1)
 b) Kirjutage metanooli ja isooktaani täieliku põlemise võrrandid ning arvutage nende standardsed põlemisentalpiid mooli ja grammi kohta. (6)
 c) Võrreldes põlemisentalpiaid ei mõistnud tudeng, miks eelistatakse metanooli. Selgitage, miks kasutatakse kütusena metanooli. Vihje: oktaaniarv, reaktsioonivõrrandid. (2) **9 p**

Aine	$\Delta_{\text{tekke}}H^{\circ}$ (kJ/mol)
H ₂ O (v)	-285.8
CO ₂ (g)	-393.5
CH ₃ OH (v)	-238.4
C ₈ H ₁₈ (v)	-259.3

4. Eraldi nummerdatud purkides on seitse puhast metalli: Fe, Hg, Na, Al, Ca, Au ja Sn. Lahjendatud HCl lahusest ei tõrju vesinikku välja purkides 1 ja 3 olevad metallid. Metallid 1 ja 3 kokku lasta, sest nende vahel moodustub kergesti sulam. Metallid 4 ja 6 reageerivad tormiliselt veega. Leelise vesilahusega astuvad reaktsiooni metallid 2 (kuumutamisel), 4, 5 ja

6. Metall 7 on väiksema tihedusega kui metall 3, kuid sulab sellest kõrgemal temperatuuril. Metall 2 on metallist 7 väiksema tihedusega ning sulab metallist 3 madalamal temperatuuril. 1000 °C juures on vedelad 2, 4 ja 5 metall; tahkeid ja gaasilisi on võrdselt.

- a) Milline metall kannab millist numbrit? Järjestada nimetatud metallid **i)** tiheduse ja **ii)** sulamistemperatuuri kasvamise järjekorras. (5,5)
 b) Kirjutada metallide reaktsioonid **i)** lahjendatud soolhappes ja **ii)** leelise vesilahusega. Andke tekkivatele kompleksühenditele nimetused. (6)
 c) Kuidas nimetatakse metalli 1 sulameid teiste metallidega? (0,5) **12 p**

5. Osad inimesed peavad kõrge vererõhu tõttu sööma väiksema naatriumisaldusega toitu. Firma LoSalt müüb soola, mis sisaldab umbes 66,6 % KCl ja 33,4 % NaCl. Tudengile pakkus huvi segu täpne koostis. Selleks kaalus ta 1,00 g kuumutatud soola, mille kandis 100,0 cm³ kolbi ja lahjendas destilleeritud veega märgini. 10,00 cm³ selle lahuse tiitrimiseks kulus 29,60 cm³ 0,05000 M AgNO₃ lahust. Indikaatorina kasutati kaaliumkromaati.

- a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid **i)** kloriidiooni ja AgNO₃ vahel ning **ii)** hõbeiooni ja kaaliumkromaadi vahel. Mis juhtub lahuse ületitrimisel? (3)
 b) Leidke poesoolas KCl protsendiline sisaldus. (5,5)
 c) Mitu protsenti erineb tegelik KCl sisaldus paki peale kirjutatust? (0,5) **9 p**

6. Segades soolade **A** ja **B** vesilahuseid võib kodustes tingimustes valmistada helepunase pigmendi **C** pulbrit. Soola **B** kasutatakse klaasi ja seebi tootmises ning seda võiks saada söögisooda kuumutamisel. Sool **A** on hügrokoopne binaarne ühend (%**X**) = 54,6), mida võib saada rauatriaadi metalli **Y** ja gaasilise halogeeni **X₂** reageerimisel. Pigmenti **C** võib saada ka soola **A**, **D** või **E** lahuse (soolad sisaldavad sama metalli) ja ühendi **F** kooskuumutamisel. Sool **D** sisaldab üht kuningvee koostises olevat aniooni. Soola **E** anioon pärineb äädikhapest. Ühend **F** oli esimene anorgaanilistest ainetest valmistatud orgaaniline aine. Ainet **F** saadakse tööstuslikult NH₃ ja CO₂ vahelisel reaktsioonil.

- a) **i)** Leidke arvutustega metall **Y**. **ii)** Kirjutage ainete **A-F**, **X₂**, **Y** valemid ja nimetused. (6)
 b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: **i)** söögisooda termiline lagunemine, **ii)** **X₂ + Y → A**, **ii)** **A + B → C**, **iii)** **2NH₃ + CO₂ → F + ...** (2)

Kosmeetikas kasutatakse violetset pigmenti **K**, mille katioonse osa koostis on %**(N)** = 19,20, %**(Z)** = 75,28 ja %**(H)** = 5,52. Pigmenti saadakse happe **M**, happelise soola **N** (%**(N)** = 12,18%) ja pruunikas-musta oksiidi **O** (%**(Z)** = 63,19 %) reageerimisel. Sool **N** sisaldab happe **M** aniooni. Hapet **M** lisatakse väikeses koguses tuntud karastusjookidele. Pigmendis **K** on metalli oa III ja fosfori oa maksimaalne.

- c) **i)** Leidke arvutustega metall **Z** ja pigmendi **K** valem, kui aniooni koostises on O ja P. **ii)** Kirjutage ainete **M-O**, **Z** valemid ja nimetused. (5) **13 p**

2007/2008 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

11. klass

1. Laboris jäeti koolivaheajaks keeduklaasi 12,00 g CuSO_4 . Nädala möödudes oli täpselt 1/3 soolast muundunud kristallhüdraadiks ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Peale koolivaheaga kallati labori koristamise käigus keeduklaasi kogemata 90,00 cm^3 vett. Seejärel kanti kogu keeduklaasi sisu üle kolbi, milles oli 300,0 cm^3 0,0400 M NaOH lahus. Sadenenud aine eraldati ja kuumutati, kuni tekkis punase ühend ja mass jäi püsivaks.
- a) Arvutage keeduklaasis oleva soola mass nädala möödudes. (2)
 b) Arvutage tekkinud CuSO_4 lahuse massiprotsendiline koostis. (1)
 c) Kirjutage toimunud reaktsioonide võrrandid ning vaske sisaldavate saaduste nimetused. Arvutage aine mass peale kuumutamist. (7) **10 p**

2. Süsivesinik sisaldab massi järgi 87,27 % süsinikku ja selle tihedus gaasifaasis vesiniku suhtes on väiksem kui 75. Struktuur koosneb ainult sekundaarsetest ja tertsiaarsetest süsiniku aatomitest ja vähemalt kahest kuuelülilisest tsüklist. (5,5)
- a) Leidke arvutustega süsivesiniku brutovalem ja kujutage struktuurivalem.
 b) Mitu erinevat monokloorderivaati tekib selle ühendi mitteselektiivsel kloorimisel valguse käes? (1,5) **7 p**

3. A. Einstein mõtles välja mõistatuse ja oletas, et selle suudavad peast lahendada ainult 2 % inimestest. Järgnev ülesanne on selle keemiaalane analoog: riulil seisab järjest viis purki toiduvärvidega ja tuleb ära arvata, mis aine sisaldub värvitud martsipanis. Teada on järgmised andmed. Indigokarmiin on sinist värvi. *Kurkum* (maitseaine) sisaldab kurkumiini. Riboflaviin sisaldab nelja OH-rühma. Kollakas-oranži värvi ühendist vasakul pool on punast värvi ühend. Punast värvi aine on E-isomeer. *Limonaad* sisaldab ühendit, mis on **sool**. Keskmises purgis on aine, milles on kaks ühesugust molekulisest vesiniksidet. Tomati värvi ühend on **karotinoid**. Lükopeen on vasakult esimene. **Vitamiinide** hulka kuuluv aine on *arbuusis* sisalduva aine kõrval. *Mandlites* sisalduv aine seisab **karotinoidide** hulka kuuluva aine kõrval. **Polüfenoolide** hulka kuuluv ühend sisaldab karbonüülrühma. Lükopeen seisab kollase aine kõrval. Karmoisiin on **asoühend**. **Vitamiini** seisab kümme metüülrühma sisaldava ühendi kõrval. Mõistatusele vastuse leidmiseks täitke tabel. **10 p**
- | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|
| Purgi nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Värvus | | | | | |
| Nimetus | | | | | |
| Struktuur. rühm | | | | | |
| Aineklass | | | | | |
| <i>Toiduaine</i> | | | | | |

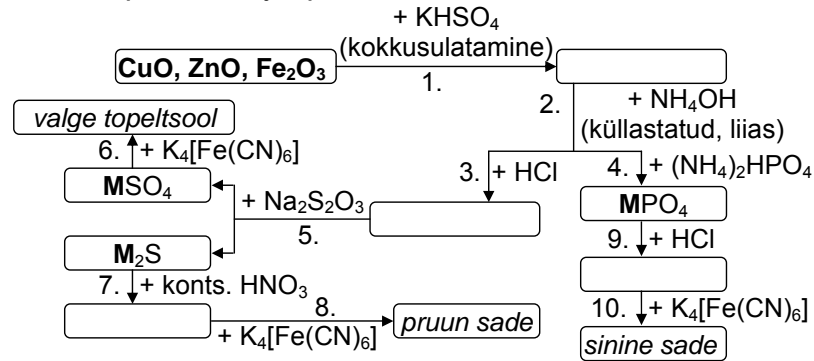
4. Fosforhape on kolmeprootoniline hape, mille $K_1 = 7,6 \cdot 10^{-3}$, $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$, $K_3 = 4,4 \cdot 10^{-13}$.
- a) Joonistage fosforhappe NaOH-ga tiitrimise skemaatiline tiitrimiskõver (arvutusi tegemata) teljestikus pH, V(NaOH). (2)
 50 cm^3 0,010 M H_3PO_4 lahusele lisati nii palju 0,10 M NaOH lahust, et lahuses oli NaH_2PO_4 ja Na_2HPO_4 hulk võrdne.
 b) Arvutage lähtelahuste (NaOH ja H_3PO_4) pH-d enne kokku valamist. (4)
 c) Mis on tekkinud lahuses nõrk hape ja sellele vastav sool? (1)
 d) Arvutage saadud lahuse pH ja lisatud NaOH ruumala ning tähistage see punkt joonisel. (2,5)
 e) Kui palju muutub selle lahuse pH, kui lisada 5,0 mg tahket NaOH. (3,5) **13 p**

5. Happe **A** koostisse kuulub 3 elementi. Kolbi, mis sisaldas 75,0 g 16,4%-list happe **A** vesilahust asetati peenike metalltraat. Selle tulemusel eraldus 0,672 dm^3 (nt) vesinikku ja moodustus soola lahus, millesse AgNO_3 liia lisamisel eraldus 25,81 g valget sadet, mis sisaldas 75,26 massiprotsenti hõbedat. Teostatud reaktsioonide tulemusel traadi mass praktiliselt ei muutunud.
- a) Määrake valge sademe koostis ja arvutage happe **A** valem. (6)
 b) Määrake, millisest metallist oli valmistatud metalltraat. (3)
 c) Kirjutage kõikide toimunud reaktsioonide võrrandid. (2) **11 p**

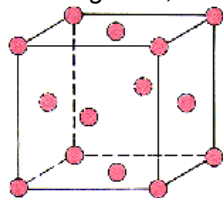
6. Uuritud kopolümeeri koostises on 1398 eteeni (CH_2CH_2), 466 α -metüülstüreeni ($\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2$) ja 699 propeen (CH_3CHCH_2) molekulile vastavat monomeerilüli.
- a) Oletades, et ideaalse polümeeri elementaarlüli esinevad monomeerilülid molekulmassi kasvamise järjekorras **i**) leidke polümeeri molaarmass, **ii**) esitage polümeeri elementaarlüli valem (tähistus: E – eteenist, S – α -metüülstüreenist ja P – propeenist saadud monomeerilüli) ja **iii**) leidke elementaarlülide arv polümeeri molekulis. (3,5)
 Tavaliselt saadakse polümeeride sünteesil segu erineva pikkusega ahelatest, mida iseloomustatakse keskmise molaarmassiga. Arvkeskmine molaarmass M_{arv} saadakse lahjendatud polümeerilahuse osmootse rõhu Π mõõtmise teel. Osmootse rõhu Π (Pa) ja lahuse kontsentratsiooni c (g/m^3) vahel on võrdeline seos: $\Pi = RTc/M_{\text{arv}}$, kus R on gaasi universaalkonstant ja T temperatuur (K). Mõõtmistulemused (25 °C) on esitatud tabelis.
- | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|
| Π (Pa) | 55,68 | 111,4 | 167,0 |
| c (mg/cm^3) | 2 | 4 | 6 |
- b) Joonistage sõltuvus $\Pi/RT \dots c$, leidke selle tõus (ühikuga) ja sellest M_{arv} . Kas keskmine polümeeri molekul on pikem võrreldes ideaalsega? (4)
 c) Mitu süsiniku aatomit on keskmises polümeeri põhiahelas, kui elementaarlüli koostis on sama, mis ideaalses polümeeris? (1,5) **9 p**

12. klass

1. 1961. a võttis Markus raamatukogust kvalitatiivse keemilise analüüsi õpiku ja koostas kursusekaaslastele ülesande oksiidide segu koostise kindlaks tegemiseks. Analüüsiskeem on toodud joonisel. Tänapäeval kasutatakse samasuguse segu analüüsiks aatomemissioonspektroskoopiat. Kirjutage CuO, ZnO ja Fe₂O₃ koosneva segu analüüsil toimuvate reaktsioonide võrrandid 1-10. Reaktsiooni 2 korral kirjutage võrrandid siis, kui NH₄OH i) ei ole liias ja ii) on liias. **15 p**



2. 1886. a uuris saksa keemik C. Winkler mineraali nimega argürodiit. Selgus, et see sisaldas hõbedat (Ag), väävlit (S) ja ainet, mida polnud võimalik kohe tõestada. Peale nädalatepikkusi uuringuid sai selgeks, et see aine on uus element X, omaduste poolest identne elemendiga, mille olemasolu ja omadusi oli Mendelejev 15 aastat tagasi prognoosinud. 1,00 g argürodiiti põletati õhus SO₂ eraldumise lõppemiseni ja tahke jääk lahustati lämmastikhappes. Ag⁺ ionide määramiseks lisati lahusele 100,0 cm³ 0,100 M kaaliumtiotsüanaati ja liig tiitriti tagasi 9,69 cm³ 0,100 M Fe³⁺ sisaldava lahusega. SO₂ juhiti läbi Ba(OH)₂ lahusest, sadenes 1,156 g ainet. Lämmastikhappes lahustumatu osa A osutus amfoteerseks oksiidiks, mis lahustus nii kontsentrereeritud HCl kui ka NaOH lahuses (tekkisid värvitud ained).
- a) Arvutage i) hõbedat ja ii) väävli massid ja hulgad (moolides). (4,5)
 b) Kirjutage elemendi X sümbol ja tuletage argürodiidi valem. (5,5)
 c) Kirjutage reaktsioonivõrrandid i) A + konts. HCl →, ii) A + NaOH (aq) →. (2) **12 p**

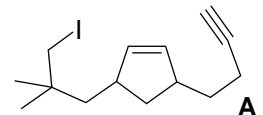


3. Inimese veri on punane, sest hapniku kandjaks on hemoglobiin, mis sisaldab rauda oksüdeeritud kujul. Kaheksajala veri on teist värvi, sest see sisaldab ühe teise elemendi oksüdeeritud vormi. Joonisel on toodud selle elemendi lihtaine kristallvõre ühikrakk. Ühikrakkude kordustest moodustub kristallvõre. Aatom võib kuuluda korraka

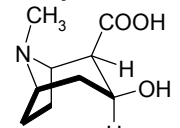
mitmesse ühik-rakku, sellepärast kuulub näiteks ühikraku nurgas olevast aatomist 1/8 ja tahu keskel asuvast aatomist 1/2 sellesse elementaarrakku. Lihtaine tihedus on 8920 kg/m³ ja ühikraku küljepikkus on a = 3,62 · 10⁻⁸ cm.

- a) Leidke ühikrakus sisalduvate aatomite arv. (1)
 b) Arvutage ühikraku ruumala ja aatomite poolt hõivatud ruumala ühikrakus. Mitu protsenti ühikrakust on aatomite poolt hõivatud? (V_{keras} = 4/3πr³) (5)
 c) Arvutage, millist elementi sisaldab kaheksajala veri? Mis värvi on kaheksajala veri? (3) **9 p**
4. Eesti aastane elektritarbimine on ligikaudu 10000 GWh. Keskkonnasäästlikud päikese- ja tuuleenergia sõltuvad paraku hooajast ja nende kasutuselevõttuga on vaja energiat kuidagi salvestada. Et salvestada Eesti aastast energiatarbimist:
- a) mitme meetri kõrgusele tuleks tõsta Peipsi järv (25 km³)? (3)
 b) mitme kraadi võrra tuleks Peipsi järve soojendada? (2)
 c) mitu kg H₂ tuleb varuda, et kütuseelemendi abil muundada see elektriks? (2)
 d) mitu kg deuteeriumi ja tritiumi (1:1) segu kulub kui energia saadakse selle muundamisel heeliumiks? (3) **10 p**
- Arvutustes oletada kõikidel juhtudel 100 % kasutegurit. Konstandid: g = 9,8 [m·s⁻² = N·kg⁻¹ = J·m⁻¹·kg⁻¹ = W·s·m⁻¹·kg⁻¹], vee erisoojus 4181 J·kg⁻¹·K⁻¹ ja tekkeentalpia 286,6 kJ·mol⁻¹, valguse kiirus 3,00 · 10⁸ m·s⁻¹, A_r(⁴He) = 4,0026, A_r(²H) = 2,0141, A_r(³H) = 3,0160, A_r(¹n) = 1,0087, G - giga (10⁹).

5. Radikaalide reaktsioonid on orgaanilises keemias levinud. Vaatleme seene *Coriolus consors* mitsellidest eraldatud hirsuteeni sünteesi. Hirsuteen on kolmest viielülilisest tsüklist koosnev süsivesinik, mis sisaldab ühte kaksiksidet. Seda on võimalik saada radikaalreaktsiooniga ainet A. Reaktsiooni initsiaatorina kasutatakse AIBN (2,2'-asobisisobutüronitriil, M_r = 164,2), mis 60 °C juures lagunedes annab radikaali B.
- a) Joonistage hirsuteeni struktuurivalem. (2)
 b) Joonistage AIBN-i ja radikaali B struktuurivalemid. Kirjutage AIBN-i lagunemise tasakaalustatud reaktsioonivõrrand. (3) **5 p**



6. Arstidel pole alati võimalik kasutada üldnarkoosi. Enamasti saab sel juhul läbi viia operatsioone kohaliku tuimestusega. Kohalike anesteetikumide ajalugu algas Lõuna-Ameerika taimest *Erythroxylon coca* eraldatud kokaiinist, mida kasutati 19. sajandi lõpust ja keelustati 20. sajandil kui tugev narkootikum. Kokaiini hüdroolüüsil tekib ekoniin (joonisel) ning kaks suhteliselt lihtsa struktuuriga ühendit: küllastunud alkohol A ja aromaatselt üheprootoniline karboksüülhape B. Kindla koguse alkoholi A oksüdeerimisel võib saada sõltuvalt tingimustest 75,0 g aldehüüdi või 115,0 g hapet. 18,3 g hapet B neutraliseerimiseks kulub 20,0 g 30,0 % naatriumhüdroksiidi.



a) Leidke arvutustega alkoholi **A** ja happe **B** valemid, kirjutage kokaiini struktuurivalem. (5)

Võttes aluseks kokaiini struktuuri üritasid keemikud valmistada sünteetilisi kohalikke tuimasteid, mis ei oleks narkootikumid. Üks esimesi analooge, mida kasutatakse siiani, oli novokaiin. Seda on võimalik saada p-aminobensoehappe reageerimisel aminoalkoholiga $R_2NCH_2CH_2OH$ (%N) = 12, R – küllastunud süsivesinikahel).

b) Leidke arvutustega aminoalkoholi valem ja kirjutage novokaiini struktuurivalem. (3)

Anesteesiofoor on aatomite rühmitus, mis vastutab anesteetikumi tuimestava toime eest.

c) Kokaiini ja novokaiini struktuuri sarnasuse alusel pakkuge välja kokaiinile ja paljudele selle analoogidele iseloomuliku anesteesiofoori üldine struktuurivalem. (1) **9 p**