

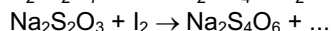
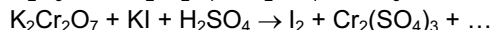
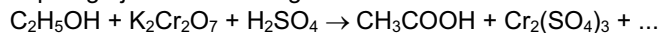
KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Vanem rühm (11. ja 12. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 8. november 2008

1. Keemik Taavil tekkis küsimus vanaisa poolt tehtud õunabrändi etanoolisisalduse kohta. Nimelt huvitas teda, kui täpselt suudab vanaisa maitse järgi määrata etanooli kontsentratsiooni lahuses. Seega otsustas ta selle laboratoorselt järgi uurida. Selleks võttis Taavi kodust kaasa pudeli vanaisa õunabrändit ning läks keemialaborisse katset tegema. Ta otsustas määrata alkoholi kontsentratsiooni brändis etanooli redokstiitrimise meetodil. Selleks võttis ta 10,00 cm³ (ρ = 0,923 g/cm³) vanaisa brändit, destilleeris sellest välja etanooli ning kandis etanooli kvantitatiivselt 100,00 cm³ mõõtkolbi, mille täitis destilleeritud veega märgini. Siis võttis ta kolvist 10,00 cm³ proovi ja lisas sellele 18,00 cm³ 0,6720 M K₂Cr₂O₇ väävelhappega hapestatud lahust ning jättis selle üleöö sooja seisma. Järgmisel hommikul, kui reaktsioon oli lõpuni läinud, lisas Taavi lahusele KI. Eraldunud joodi määramiseks kasutas ta tärglist ning tiitrimiseks kulus 37,52 cm³ 0,652 M Na₂S₂O₃ lahust.

a) Lõpetage ja tasakaalustage reaktsioonivõrrandid:



b) Arvutage brändis etanooli massiprotsendiline sisaldus. (10)

2. Binaarne ühend **A**, mis sisaldab 62,5% elementi **X**, reageerib veega, moodustades gaasi **B** (gaasi tihedus õhu suhtes on 0,90) ja hüdroksiidi **C**. Aine **A** kuumutamisel gaasilise lihtainega **D** tekib tahke lihtaine ja aine **E** (%**X**) = 50,0), mille hüdrolüüsil moodustub gaas **F** ja valge tahke aine **G** (%**X**) = 40,0). Aine **G** reaktsioonil happega eraldub gaas **H**. Aine **H** reaktsiooni ainega **F** kasutatakse väetisena tarvitatava ühendi **I** tootmiseks. Aine **I** kuumutamisel eraldub gaas **F** ja tekib kergesti lenduv ühend **J**.

a) Kirjutage ainete **A–J** valemid ning elemendi **X** sümbol.

b) Kirjutage ja tasakaalustage järgmised reaktsioonivõrrandid: i) $A + H_2O \xrightarrow{t^\circ} B + C$, ii) $A + D \xrightarrow{t^\circ} E + \dots$, iii) $E + H_2O \xrightarrow{t^\circ} F + G$, iv) $G + H^+ \xrightarrow{t^\circ} H + H_2O + \dots$, v) $H + F \xrightarrow{t^\circ} I + H_2O$; vi) $I \xrightarrow{t^\circ} J + F$. (12)

3. Radoon on looduslik radioaktiivne gaas, mis võib inimese tervisele olla nii kasulik kui ka ohtlik (suures hulgas). Seoses radooni riskiga inimese tervisele on väga aktuaalne radooni kontsentratsiooni kindlaks tegemine pinnases, elumajades, tööpaikades jne. Kõige levinuma radooni isotoobi

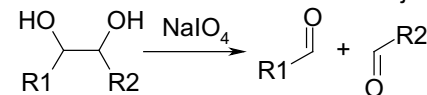
²²²Rn ($T_{1/2} = 3,8$ päeva) radioaktiivse lagunemise kiirust võib väljendada ühikutes mache ja bekrell kuupmeetri kohta:

$$1 \text{ ME} = 13500 \text{ Bq/m}^3 = 13500 \text{ lagunemist/(s} \cdot \text{m}^3).$$

$T_{1/2}$ on poolestusaeg, so aeg, mille jooksul isotoobi hulk väheneb poole võrra. Radioaktiivne lagunemine on esimest järku reaktsioon, mille kiirus on avaldatav $v = kN$ ($N = N_0 e^{-kt}$, $k = \ln 2 / T_{1/2}$).

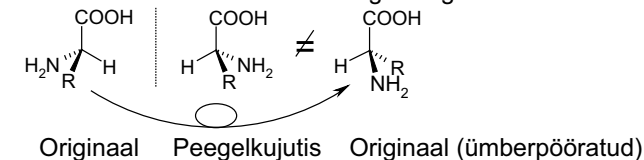
- a) Arvutage ²²²Rn kontsentratsioon ruumi õhus (aatom/m³), kui selle aktiivsus on 10 ME (lubatud piirdoos).
 b) Millise kiirusega peab ²²²Rn eralduma maapinnast ruumi õhku, et selle kontsentratsioon õhus oleks püsiv ja vastaks lubatud piirdoosile?
 c) Millise aja jooksul laguneb enamik (99%) ²²²Rn, kui maapinnast eraldumine lakkab?
 d) Hinnake aega, mille jooksul taastub enamik (99%) ²²²Rn kontsentratsioonist peale kogu radooni ruumist välja tuulutamist. (8)

4. Aine **X** täielikul põletamisel moodustus gaas tihedusega 1,38 g/dm³ (nt). 1 mol aine **X** töötlemisel NaIO₄-ga moodustub 1 mol H₂CO ja 5 mol HCOOH. NaIO₄ on oksüdeerija, mis vesilahuses toimib naaberaatomite juures asuvatele OH rühmadele toodud mehhanismi järgi:



- a) Leidke süsinike ja vesinike $N(C)/N(H)$ suhe aines **X**.
 b) Leidke aine **X** summaarne molekulaarvalem.
 c) Kirjutage aine **X** struktuurivalem stereokeemiliste detailideta lineaarses ja tsükliilises vormis, märkige kiraalsed tsentrid (süsiniku aatomid nelja erineva asendajaga) tärniga ja arvutage võimalike stereoisomeeride arv (2^n , n – kiraalsete tsentrite arv) mõlema struktuuri jaoks.
 d) Selgitage, kuidas võib ainest **X** moodustuda metaanhape. (12)

5. Ristämblük (*Araneus diadematus*) on Eestis üks levinumaid ja tuntumaid võrku kuduvaid ämblikke. Ta ehitab iga päev uue ringikujulise võrgu, mille servas asub varjendpesa. Enne uue pünise kudumist sööb ristämblük vana võrgu ära, sest võrguniidis sisalduval fibroiinil ei saa lasta raisku minna. Fibroiin on valk, mille koostises on rohkesti kahe aminohappe jääke. Nende kohta on teada järgmist: aminohape **A** pole kiraalne ja aminohape **B** molekulmass on 14 võrra suurem kui **A**-l. Aminohape on kiraalne, kui selle peegelkujutist ei ole võimalik ruumis viia kokku originaaliga.



- a) Tehke kindlaks aminohapped **A** ja **B**. Andke süstemaatilised ja biokeemilised nimetused.
- b) Joonistage molekulide ja nende tsvitterioonide tasapinnalised struktuurivalemid. Selgitus: tsvitterioon sisaldab nii anioonset kui ka katioonset tsentrit ja selle tekkimisel summaarne molekulvalem ei muutu.
- c) Mitu erinevat dipeptiidi on võimalik moodustada neist aminohapetest, kui mitte võtta arvesse stereoisomeeriat?
- d) Joonistage ühe võimaliku dipeptiidi tasapinnaline struktuurivalem ning märkige ära peptiidside.

Eeldame, et fibroiin moodustab võrgu massist 75% ning massi järgi on aminohappe **A** sisaldus fibroiinis 20%, aminohappe **B** sisaldus aga 40%.

- e) Kui palju kulub ämblikul aega 0,20 g võrgu kudumiseks, kui aminohappe **A** tootmine on kudumisel kõige aeglasem staadium ($4,27 \cdot 10^{-8}$ mol/s)? **(9)**

6. Jänesel oli kõrge palavik ja hirmus peavalu. Ta pöördus oma hädaga dr. Lõvi poole. "Malaria", mõtles Lõvi, aga otsustas klassikalise džunglimesitsiini seaduste kohaselt võtta siiski väikese degusteeriva vereproovi. Vereproovi säilitamiseks kasutas Lõvi **naatriumtsitraati** – antikoagulant, mille ta valmistas sidrunimahlas leiduva **sidrunhappe** (2-hüdroksüpropaan-1,2,3-trikarboksüülhape) reaktsioonil naatriumhüdroksiidi lahusega. Naatriumtsitraat (Na_3T) sadestab vereplasmast **X**-iooni, mille puudumisel veri ei hüübi. Vereplasma algne **X** sisaldus on 2,40 mM.

- a) Tuvastage, mis iooniga on **X** puhul tegemist, kui tekkiva kompleksi molekulmass on 2,594 korda suurem sidrunhappe molekulmassist.

X-tsitraadi lahustuvus **X**-vabas vereplasmas on $0,095 \text{ g}/100 \text{ cm}^3$.

- b) Kirjutage **X**-tsitraadi lahustumise (dissotsieerumise) võrrand ja lahustuvuskorrutise avaldis ning näidake arvutustega, et lahustuvuskorrutise väärtus on $LK = [\text{X}]^n [\text{T}]^m = 2,67 \cdot 10^{-12}$.

Vereproovi maht oli $10,0 \text{ cm}^3$ ja sellest sadestati Na-tsitraadi abil 90,0% seal olnud ionist **X**.

- c) Arvutage lõpplahuses lahustunud tsitraadi kontsentratsioon ning leidke, kui palju Na-tsitraati (mg) kulus **X** sadestamiseks.
- d) Arvutage, mitu grammi sidrunimahla kulus, kui sidrunimahlas on sidrunhapet 5,0% ja selle eraldamise saagis on 60%. **(9)**