

Keemia lahtine võistlus

Vanem rühm (11. ja 12. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Kohtla-Järve 10. november 2001. a.

1. Kalifornia ülikooli teadlased avaldasid 1998.a. ajakirjas *Nature* järgmise uurimistöö tulemused. Aine **X** saamiseks tekitatakse grafiitelektroodide vahel heeliumi atmosfääris 100 A voolutugevusega kaarlahendust. 10 minuti vältel sadeneb 10 cm kaugusele paigutatud inertsele metallplaadile 10 µm paksune ainekiht. Selle aine mass-spektromeetrilisel analüüsil saadi kaks sama intensiivsusega piiki, millele vastasid osakeste massid 432 amü (aine **X_I**) ja 720 amü (aine **X_{II}**). Lisaks nendele oli kolmas piik, mille intensiivsus oli 10 korda nõrgem. Sellele piigile vastava aine (**X_{III}**) osakeste mass oli 840 amü.

a) Kirjutada ainete **X_I**, **X_{II}** ja **X_{III}** valemid. (3)

b) Anda nende ainete ühine nimetus. (0,5)

c) Mida järeldate piikide intensiivsusest aine hulkade kohta? (1,5)

d) Eeldades, et inertse plaadi pindala on 10cm x 10cm ja segust koosneva sademe keskmine tihedus on 2,3 g/cm³, leida ainete **X_I**, **X_{II}** ja **X_{III}** massid grammides. (3) **8 p**

2. Esitage arvutus, kuidas saada 490 grammist 2,00 mooliprotsendilise H₂SO₄ (98,0 g/mol) lahusest 1,00 mooliprotsendiline lahus. **6 p**

3. Kollast peenestatud sulamit töödeldi kontsentreeritud lämmastikhappega. Saadud lahus **L** eraldati kollasest jäägist **A**. Jääki **A** töödeldi kuningveega. Eraldus vesi, kaheaatomiline gaas **B** ja kuueaatomiline kolmest elemendist koosnev ühend **C**. Lahus **L** neutraliseeriti ja lisati NaCl lahust. Eraldus aine **D** sade ja jäi järele filtraat **J**. Sade **D** lahustub kontsentreeritud HCl lahuse suures ülehulgas, andes nelja-aatomilise kompleksühendina happe **E**. Filtraadile **J** lisati ülehulgas kontsentreeritud NH₃·H₂O-lahust. Saadud lahus muutus tetraammiinkatiooni sisalduva ühendi **F** moodustumise tõttu tumesiniseks.

a) Identifitseerida ained **A**, **B**, **C**, **D**, **E** ja **F** ning anda nende nimetused. (3)

b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid i) sulam + HNO₃ → (eeldada, et lämmastiku oksüdatsiooniaste väheneb ühe ühiku võrra); ii) lahus **L** → **D**, iii) **D** → **E**; iv) lahus **J** → **F**; v) **A** → H₂O + **B** + **C**. (6) **9 p**

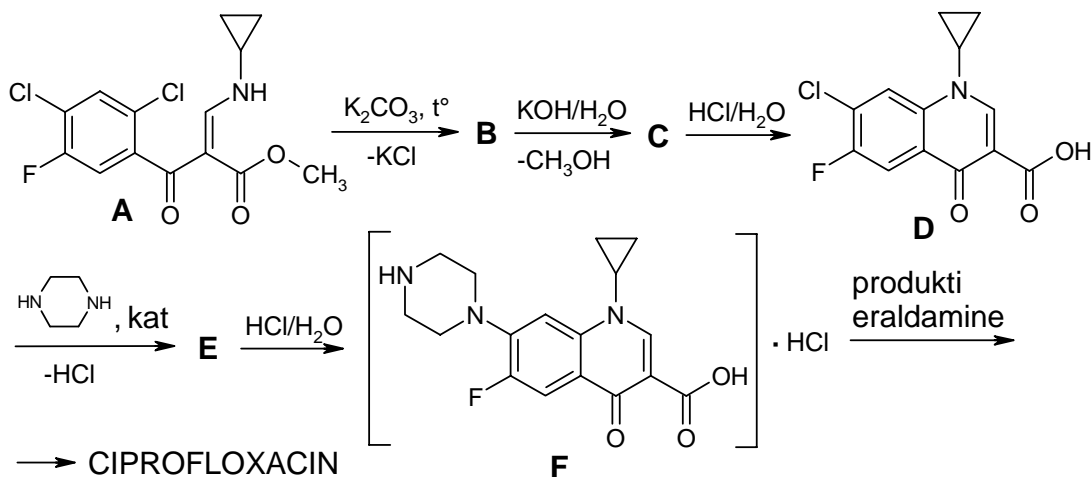
4. 26. aprillil 1986.a. paiskus Tšernobõli katastroofis reaktorist ümbritsevasse keskkonda radioaktiivne isotoop ¹³⁷Cs. Vahetult katastroofi toimumise järel oli radioaktiivsest tseesiumist (poolestusaeg 30,17 aastat) põhjustatud kiirgus 3,8·10¹⁶ Bq (bekerell, 1 lagunemine sekundis). $k \cdot t = \ln c_0/c_t$ ja $v_0 = k \cdot c_0$

a) Arvutada ¹³⁷Cs lagunemisreaktsiooni kiiruskonstant ühikutes: i) aasta⁻¹ ja ii) sekund⁻¹. (3)

b) Arvutada aasta täpsusega, milliseks aastaks on katastroofi alguses olnud kiirgus vähenenud 99,9%. (3)

c) Arvutada reaktorist ümbritsevasse keskkonda paisatud ^{137}Cs mass kilogrammides. (3) 9 p

5. 2001. a. oktoobris sai üks keemik posti teel ümbriku, mis sisaldas kahtlast valget pulbrit. Tuttav mikrobioloog väitis, et tegu oli kellegi rumala naljaga, mitte aga bioterrorismiga. Vaatamata sellele hakkas keemik tundma huvi siberi katku ravivate ühendite vastu. Kirjanduse andmetel kasutatakse selleks CIPROFLOXACIN-tüüpi antibiootikume. Teadvustades siberi katku epideemia võimalust, otsustas keemik endale igaks juhuks ise selle kalli ravimi valmistada. Selle sünteesi viimased etapid on toodud allpool skeemil:



- a) Seletage, miks on eraldamisel saadud aine molaarmass 386 g/mol. (1,5)
- b) Kuidas on HCl seotud CIPROFLOXACINI molekulis? (millise aatomiga ja miks just sellega)? (2)
- c) Määrake ühendite **B**, **C**, **E** struktuurivalemid. (6)
- d) Ühend **D** on termiliselt ebapüsiv ning selle tugeval kuumutamisel tekib gaas **G** (tihedus N_2 järgi on 1,57) ning ühend **H**. Määrake **G** ja **H** valemid. (2,5) 12 p

6. Holmes ja doktor Watson uurivad keemiahoones öösel toimunud intsidenti, kus puudub laip, kuid on sündmust näinud valvur. Viimane räägib segast juttu mingist peegelprillidega ja helendavast tulnukast ja ühest teisest kujust. Nemad olevat süüdanud mingi kepikesega mitu piirituslampi ja visanud midagi HCl-i lahusesse, tekitades selle kohale paugatusega leegi. Seejärel tuli veel keegi ning tekkis esimese kahe vahel võitlus, kus üksteist kägistades tekkis tulnuka kaelale sinine veri ja teise isiku kael värvus verest punaseks. Järsku viskas tulnukas midagi maha, mis tegi paugu ja ajas valget suitsu, seejärel ta süütas kolm vulkaani ning kõik kolm kogu põgenesid. Valvur üritanud ruumi siseneda, kuid jalgade all hakkas põrand paukuma ja lillat tossu välja ajama, mispeale valvur kutsus politsei.

Keemiahoone läbiotsimisel peeti kinni tudengid: Juhan, Kaarel ja Peeter. Nende taskutes oli: pudelike raud(III)kloriidi lahusega, ampull magneesiumsiltsiidiga, purgikesed KClO_3 ja punase fosforiga. Kaarli käed olid koos kaaliumtiotsüanaadiga ja Peetri käed kaaliumheksatsüanaanferraat(II)-ga. Juhani käed hakkasid luminooliga

töötlemisel helenduma. Põrandalt leiti fosforhappe ja joodi jälgi. Vulkaani "tuhk" koosnes kroom(III)oksiidist. "Selge", ütles Holmes peale materjalidega tutvumist.

a) Põhjendage, kes tudengitest õppis bioloogiat ja kes "mängis" tulnukat. (3)

b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid, kuidas **i)** valmistas tulnukas peegelprillid;

ii) süttisid kepikesega piirituselambid; **iii)** tekkis HCl lahuse kohale leek;

iv) moodustus "sinine veri", **v)** moodustus "punane veri"; **vi)** moodustus pauguga

valge suits, **vii)** moodustus pauguga lilla toss; **viii)** põles vulkaan. (13) **16 p**