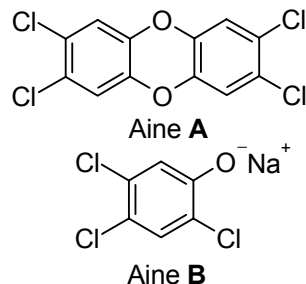


2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

9. klass

Dioksiinid meie ümber

1. Dioksiinid on hüdrofoobsed ained, mis on alates 19. saj. tööstusrevolutsioonist olnud ökoloogidele suureks mureks. Dioksiinisaastatus on üks levinumaid ka kaasajal. Inimorganismis kogunevad dioksiinid rasvkoesse, kus võivad talletuda pikemat aega. Eriti ohtlikud on nn polüklooreritud dibensodioksiinid (aine **A**), mida saab laboris valmistada kahest aine **B** molekulist.



- a) Aine **A** struktuuri põhjal otsustage, miks nimetatakse selliseid ühendeid dioksiinideks. Miks kogunevad dioksiinid rasvkoesse, mitte ei viida kehavedelikega organismist välja? (2)
- b) Kirjutage aine **A** tekkereaktsiooni võrrand aine**B** (kõrvalsaadusena tekib reaktsiooni käigus üldtuntud anorgaaniline sool). (1)
- c) Milline süsinikuühend (aine **X**) tekib aine **A** täielikul oksüdeerimisel? Mitu molekuli ainet **X** tekib ühe molekuli **A** oksüdeerimisel? (3)
- Hiljuti avastati Saksamaal 3000 t dioksiiniga saastatud loomasööta, milles aine **A** kontsentratsioon ületas 77 korda lubatud piirnormi (0,5 ng ainet **A** 1 kg söötme kohta). Dioksiini saab lagundada oksüdeerimise kaudu, kuid see reaktsioon vajab väga kõrget temperatuuri ja kalleid katalüsaatoreid.
- d) Mitu liitrit (n.t) ainet **X** saab maksimaalselt tekkida dioksiini kogusest, mis sisaldub Saksamaal saastatud loomasöödas? (4) **10 p**

Vesi akvaariumis

2. Ühel keemiatudengil oli ühiselamus akvaarium mahuga 100 dm³ ja põhja pindalaga 25 dm², milles vee pH oli 7,00. Mõnede vetikate kasvukeskkonna pH peab olema 6,00. Saavutamaks akvaariumis vastavat pH-d otsustas ta vette lisada 0,500% soolhapet.

Soolhappe lahuse tihedus sõltub lineaarselt soolhappe massiprotsendilisest sisaldusest lahuses $\rho = 1,00 + 0,500 \cdot w / 100$, kus ρ on tihedus (g/cm³) ja w – aine massiprotsendiline (%) sisaldus lahuses.

- a) Arvutage 0,500% soolhappe lahuse tihedus. Kas lahuse tiheduse muutust on vaja võtta arvesse edasistes arvutustes? (1)
- b) Arvutage 0,500% soolhappe lahuse ruumala, mis tuleb lisada akvaariumi veele soovitud pH saavutamiseks. (3)
- Suveks kolis tudeng koju, kuid jättis akvaariumi ühiselamusse. Suvi oli soe ja iga päev aurustus 500 cm³ vett 1 m² akvaariumi veepinna kohta.
- c) Kui palju muutus akvaariumis pH kahe suve kuu jooksul (62 päeva), kui akvaariumi-misse i) ei lisatud hapet (pH = 7) ja ii) lisati hapet (pH = 6). (4)

8 p

Lihtsad orgaanilised molekulid

3. 2001. aastal põhjustas üle poolesaja inimese surma kogemata ainet **A** tarvitamine piirituse (aine **B**) asemel. Lisaks põhjustas see paljude pimedaksjäämise. Ained **A** ja **B** on kõige lihtsamad alkoholid. Ainet **C** kasutatakse hoidiste konserveerimisel. Aine **C** on karboksüülhape, mida rahvapäraselt nimetatakse äädikaks. Et ilus välja näha, lakivad naised oma küüsi, aga et vana lakk maha saada, kasutatakse selleks atsetooni (aine **D**). Hapule mahlale saab magustamiseks juurde lisada suhkrut (aine **E**), mille molekul saadakse ühest aine **F** ja ühest aine **G** molekulist, millel mõlemal on sama brutovalem C₆H₁₂O₆. Suhkru molekuli tekkel, see tähendab molekulide **F** ja **G** liitumisel (reaktsioon 1), eraldub reaktsiooni käigus oksiid **H**, mis on eluks asendamatu. Veini kääritamisel tekib aine**F** pärmseente elutegevuse käigus ühend **B** ja süsiniku oksiid **I** (reaktsioon 2), mida tekib ka põlemisel ja hingamisel.

- a) Kirjutage ainete **A-I** valemid ja süstemaatilised nimetused. (9)
- b) Kirjutage reaktsioonid 1 ja 2. (2) **11 p**

Amfoteerne metall

4. A rühma metalli **X** saadakse maagi **A** kuumutamisel söega (**I**) ja sellega kaetakse metalle, et kaitsta neid korrosiooni eest. Metall **X** reageerib hapnikuga ainult kuumutamisel (**II**). Metall **X** reageerimisel HCl happega (**III**) tekib ühend **B**, **X** reageerimisel NaOH vesilahusega (**IV**) tekib Na₂[**X**(OH)₄]. Mõlemal juhul on üheks saaduseks ka gaas. Ühendi **B** abil saab valmistada Cassiuse kuldpurpuri, mida kasutakse keraamika ja klaasi lillaks värvimisel. Cassiuse kuldpurpuri saamiseks ühend **B** reageerib AuCl₃-ga (**V**) ning tulemuseks tekivad metalli **Z** osakesed ning metalli **X** ühend **C**. Puhas **C** on värvusetu vedelik ning see saadakse **X** reageerimisel klooriga (**VI**). Kui **C** reageerib HF-ga, tekib metalli **X** ühend **D** (**VII**). **C** reageerimisel LiAlH₄-ga tekib ühend **E**, milles metalli **X** massiprotsent on 96,72% ning ühend **F**, milles Al massiprotsent on 15,35% (**VIII**).

Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid **I-VIII** ning **A-F**, **X**, **Z** valemid ja nimetused. **8 p**

Tundmatu aineklass

5. 1790. a täheldas Humboldt, et oksiid **A** hakkab kuumutades neelama hapnikku ja tekib aine **B**, mis kuulus sel hetkel veel mitte tuntud ühendite klassi. Teada on, et 2,000 g oksiidist **A** on võimalik saada 2,209 g ainet **B**. Soolhappe toimel ainesse **B** saadakse huvitav ühend **C**, milles hapniku sisaldus on 94%. See aine võib sõltuvalt tingimustest käituda nii oksüdeerijana kui ka redutseerijana. Näiteks on aine **C** võimeline lihtsasti oksüdeerima fosforihapet H₃PO₃ ja pliiisulfiidi PbS – fosfor ja väävel lähevad selle käigus oma suurimasse o.a-sse. Samas käitub aine **C** hapestatud kaaliumpermanganaadi KMnO₄ lahuses redutseerijana – tekivad

MnSO₄ ja teised saadused. Peale selle laguneb aine **C** kergesti kuumutamisel. Kaudu arvati, et aine **C** mürgisuse tõttu seda organismis ei esine. Kuid 19. saj. avastati selle sisaldus nahas, sülgas, taimemahlades ja paljudes teistes bioloogilistes objektides. Määramaks väga väikest aine **C** sisaldust kasutatakse hapestatud kaaliumjodiidi KI lahust tärglisega.

- a) Millisesse ühendite klassi kuulub aine **B**? (0,5)
b) Leidke arvutustega ained **A** ja **B** ning kirjutage aine **C** valem. (5)
c) Lõpetage allpool toodud seitsme reaktsiooni võrrandid.
 $2A + O_2 = 2B$ $PbS + 4C \rightarrow \dots$ $C + 2KI + H_2SO_4 \rightarrow \dots$
 $B + 2HCl \rightarrow C + \dots$ $2KMnO_4 + 5C + 3H_2SO_4 = 2MnSO_4 + \dots$
 $H_3PO_3 + C \rightarrow \dots$ $2C \rightarrow \dots$ (6,5) **12 p**

Vedelgaas

6. Vedelgaas on alkaanide propaani ja butaani segu (massi järgi sisaldus vastavalt 80,0% ja 20,0%). Propaan on õhust raskem 1,5 ja butaan 2 korda (õhu molekulmass 29). Mõlemad gaasid on keskkonnasõbralikud, kuna nende täielikul põlemisel eraldub vaid veeaur ja süsihappegaas. Vedelgaasiballoon, mis sisaldab 11,0 kg vedelgaasi, on täidetud 80% ulatuses ballooni mahust, sest ballooni ülaossa jäetakse „gaasipadi“, mis jätab vedelgaasile selle paisudes ruumi (n.t on veeldatud propaani tihedus 600 kg/m³ ja butaani tihedus 580 kg/m³). Vedelgaas on väga tõhus energiaallikas - 1 kg vedelgaasi annab 12,8 kWh energiat (1 J = 1 W·s).
- a) Arvutage propaani ja butaani molaarmassid ja kirjutage nende summaarsed struktuurivalemid. (3)
b) Kirjutage propaani ja butaani täielike põlemisreaktsioonide võrrandid. (2)
c) Mitu m³ gaase arvatuna n.t eraldub ühe ballooni täie vedelgaasi ära põlemisel?(2,5)
d) Kui suur peab olema ballooni ruumala (cm³), mis sisaldab 11 kg vedelgaasi? (2)
e) Mitu gaasiballooni peab ostma ja kui palju selleks kulub raha, et saada 5500 MJ energiat? Ühe gaasiballooni hind on 20 eurot. (1,5) **11 p**

2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

10. klass

Ideaalse gaasi olekuvõrrand

1. Olümpiaadiks ettevalmistamisel palus Isak oma vanaisal end aidata. Vanaisa ei olnud keemiat veel päris unustanud, kuid mäletas ainult ideaalse gaasi olekuvõrrandi ($pV = nRT$) kasutamist. Isak vastas olümpiaadil kõikidele küsimustele õigesti. Kas sinu ettevalmistus kulges sama hästi?
- a) Arvutage gaasikonstandi R väärtus, kui 1,00 mol gaasi täidab 22,4 dm³ normaaltingimusel (1,00 atm ja 273 K (0 °C)). (2)
- b) Arvutage gaasikonstandi R väärtus ühikutes dm³·atm/(mol·K) ja cm³·atm/(mol·K). (2)
- c) Arvutage 1,00 mol H₂O ruumala 1,00 atm rõhul ja temperatuuril 25 °C. (2)
- d) Võrrelge 6,8 mol N₂ ja 6,8 mol H₂ ruumalaid normaaltingimustel. Selgitage saadud vastust. (1)
- e) Võrrelge 6,8 g N₂ ja 6,8 g H₂ ruumalaid normaaltingimustel. Selgitage saadud vastust. (1) **8 p**

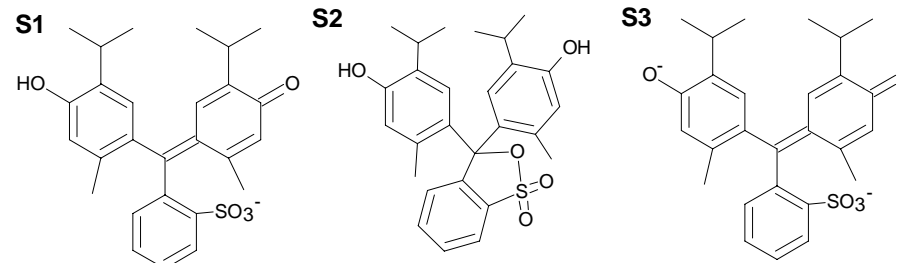
Piraajalahus

2. Kahe vedeliku **A** ja **B** kokkusegamisel saadud lahust nimetatakse selle agressiivsuse tõttu piraajalahuseks. Vedelik **A** on tugevalt happeline. Seda saab valmistada, segades kokku kaht toatemperatuuril vedelat oksiidi, millest üks on tahkel kujul veest väiksema tihedusega, teist aga on võimalik saada elemendi **X** täielikul oksüdeerimisel. Element **X** leidub looduses ka ehedal kujul. Toatemperatuuril on **X** hele tahke aine, sulatamisel tekib sellest pruun vedelik, mille kiirel allajahutamisel moodustub tume kummitaoline mass. Vedelik **B** võib käituda nii oksüdeerija kui ka redutseerijana. Näiteks **B** lisamisel KMnO₄ lahusele kaob viimase värvus ja eraldub lõhnatu ja värvusetu mittemürgine gaas; kaaliumjodiidi lahusest aga eraldub **B** toimel vaba jood. **B** molekul koosneb samadest elementidest, mis üks **A** valmistamiseks kasutatud oksiididest. **A** ja **B** omavahelisel reaktsioonil vabaneb monohapnik, mis tugeva oksüdeerijana on võimeline „lahustama“ isegi süsinikku, seetõttu kasutatakse piraajalahust näiteks klaaspindade puhastamiseks orgaanika jääkidest. Selle toiminguga peab olema ettevaatlik- lisaks tugevalt sööbivale toimele on piraajalahus ka plahvatusohtlik!

- a) Mis ained on **A**, **B** ja **X**? (3)
- b) Kuidas nimetatakse tekkinud tumedat kummitaolist massi? (1)
- c) Kirjutage reaktsioonid ja tingimused, mis on vajalikud elemendist **X** happe **A** saamiseks. (3)
- d) Lõpetage ja tasakaalustage reaktsioonivõrrandid ning märkige, kummas reaktsioonis käitub **B** oksüdeerijana ja kummas redutseerijana:
 $\text{KMnO}_4 + \text{B} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots + \dots + \text{MnSO}_4$
 $\text{KI} + \text{B} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \dots$ (4) **11 p**

pH-indikaator

3. Tümoosinine on pH-indikaator, mis happelises keskkonnas on punast värvi, neutraalses keskkonnas kollane ja aluselises sinine. Meil on 10,0 cm³ kollast värvi indikaatorilahust (pH = 7,0) ning me soovime sellele järjest lisada kaks lahust (**L1** ja **L2**), mõlemat 2,0 cm³, nii et pärast esimest lisamist värvuks lahus punakaks (pH = 2,0) ja pärast teist lisamist siniseks (pH = 12). Kõigi lahuste tihedused võtta võrdseks vee tihedusega, temperatuur on 25°C.



- a) Arvutage vesinik- ja hüdroksiidioonide molaarne kontsentratsioon alglahuses, pärast lahuse **L1** ja pärast lahuse **L2** lisamist. (3)
- b) Millise molaarse kontsentratsiooniga tugeva ühes astmes dissotsieeruva happe või leelise lahuseid peaksime kasutama lahustena **L1** ja **L2**? (4)
- c) Joonisel on esitatud tümoosinise struktuurid erinevatel pH-del. Milline struktuuridest **S1**, **S2** ja **S3** on lahuses punase, kollase ja sinise värvusega? (3) **10 p**

Kurvameelsuse ravim

4. Sherlock Holmes andis oma sõbrale doktor Watsonile tööks valmistada täpselt veerand untsi pulbrit **A**, mille kuumutamisel tekkivate aurude sissehingamine aitavat kurvameelsuse vastu, suuremas koguses aga kammitsevat meeli. Selleks käskis ta Watsonil võtta kusiainet, lisada sellele soolhappe lahust ja kuumutada, kuni segu mullitamise lõpetab. Segule lisada lahustatud pörgukivi (AgNO₃) ja eraldada tekkiv valge sade **B** (neid viimaseid operatsioone on soovitatav läbi viia pimedas). Edasi tuleb lahusefaas ettevaatlikult kokku aurutada valge tahke jäägini, mis ongi ihaldatud saaduseks.

- a) Aidake Watsonil meelde tuletada, milline on kusiaine (CH₄N₂O) struktuurivalem ja kuidas kusiainet veel nimetatakse. (2)
- b) Aidake Watsonil välja nuputada, milline on pulbri **A** valem ja nimetus. Sherlocki andmetel sisaldavat see massi järgi 35% lämmastikku, 60% hapnikku ja vesinikku. (3)
- c) Aidake Watsonil välja mõelda, milliseid ühendeid sisaldavad pulbri **A** kuumutamisel moodustunud aurud, kui nendeks on kaks ühesuguse

aatomite arvuga binaarset ühendit. Kirjutage nende ühendite valemid ja rahvakeelsed nimetused. (1)

d) Aidake Watsonil kirja panna reaktsioonivõrrandid: (3)

kusiaine + soolhappe lahus \rightarrow ... \rightarrow **A + B** **A** $\xrightarrow{t^\circ}$...

e) Aidake Watsonil rehkendada, mitu untsi kusiainet peab vajaliku koguse pulbri **A** valmistamiseks võtma, kui sünteesi saagis on 40,0%. (1 unts = 28,35 g, vastus anda kolme tüvenumbri täpsusega). (1)

f) Kas doktor Watson saab kasutada oma tavalist tinasulamist katelt? (1)

g) Miks tuleb osa operatsioone läbi viia pimedas? (1) **12 p**

Klatraadid

5. Klatraathüdraadid on kristallilised tahkised, milles väikeste mittepolaarsete molekulide (harilikult gaaside) ümber paiknevad omavahel vesiniksidemetega seotud vee molekulid. Klatraadid on stabiilsed madalatel temperatuuridel ja kõrgetel rõhkudel. Suurem osa Maa metaanivarudest on salvestatud klatraatidena igikeltsas ja merepõhja setetes. On välja pakutud, et tulevikus võiks metaani klatraate kasutada metaani tootmiseks. Teine metaani klatraatide hüpoteetiline rakendus seisneb metaani transpordi hõlbustamises – klatraadid sisaldavad suures koguses metaani, kuid võrreldes veeldatud metaaniga on neid võimalik säilitada kõrgemal temperatuuril. Merepõhja setetes esineb metaani klatraat **struktuur I** kujul, mille ühikrakk (väikseim korduv osa struktuuris) sisaldab 46 vee molekuli, mille vahel asetsevad 8 puurilaadset tühimikku. Kusjuures igas tühimikus võib paikneda üks metaani molekuli. ($\Delta_f H^0(\text{CH}_4) = -74,8 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^0(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$)

a) Järjestage toodud ained kütteväärtuse (põlemisel massiühiku kohta saadav soojushulk) kasvu järjekorras: CO , CH_4 , CH_3OH , CH_2O . (2)

b) Kirjutage metaani põlemise reaktsioonivõrrand ja arvutage metaani standardne põlemisentalpia. (2)

c) Arvutage, kui suur soojushulk saadakse 1,00 kilogrammi **struktuur I** tüüpi klatraadi lagunemisel saadud metaani põletamisel, kui klatraadis on 96% tühimikest metaani molekulidega täidetud. (3)

d) Miks propaan või butaan ei saa erinevalt metaanist või etaanist moodustada **struktuur I** tüüpi klatraati? (1)

e) Milline on peamine põhjus, miks polaaralade soojenemisega kaasnedes võib metaani klatraatide lagunemine olla ohtlik keskkonnale? (1) **9 p**

Mitmekülgised kompleksühendid

6. Ühend **A** on elemendi **X** bromiid, mis sisaldab 26,94% elementi **X**. Vee keskkonnas ammoniaagi ja hapniku juuresolekul reageerib ühend **A** ammooniumbromiidiga andes ühendi **B** molaarmassiga 401,8 g/mol. Ühendi **B** soojendamisel tekib ühend **C** molaarmassiga 383,8 g/mol. 1 mooli

ühendiga **C** reageerib 2 mooli hõbenitraati ja 1 mooli ühendiga **B** 3 mooli hõbenitraati. Ühendi **C** reageerimisel hõbesulfaadiga tekib ühend **D**. 1 mooli ühendiga **D** reageerib 1 mool baariumkloriidi.

X^{2+} soolade vesilahuste oksüdeerimisel saadakse ühendi **E** juuresolekul oktaeedrilise struktuuriga komplekskatioon Y^{3+} . Y^{3+} sisaldab ainult elementi **X** ja süsinikku, vesinikku ning lämmastikku. Ühend **E** koosneb süsinikust (40,0%), lämmastikust (46,6%) ja vesinikust ning selle molaarmass on 60,1 g/mol. Ühend **E** sisaldab süsinik-süsinik sidet, kusjuures sama elemendi eri aatomite oksüdatsiooniastmed molekulis on võrdsed.

a) Leidke arvutustega metall **X**. Kirjutage ühendi **A** valem ja nimetus. (3)

b) Kirjutage ühendite **B**, **C** ja **D** valemid ja nimetused. (3)

c) Kirjutage ühendi **D** sellise isomeeri valem, mis reageerib hõbenitraadiga, aga ei reageeri baariumkloriidiga. (1)

d) Leidke arvutustega ühendi **E** empiiriline valem (eri elementide aatomite arvude omavaheline suhe molekulis) ja joonistage selle struktuurivalem. (2)

e) Joonistage üks võimalik komplekskatiooni Y^{3+} struktuur. (1) **10 p**

2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

11. klass

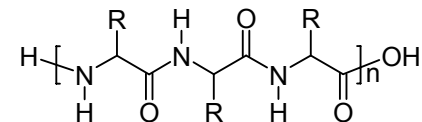
1. Milline vastustest on teie arvates kõige õigem?
- a) Milline loetletud materjalidest ei märgu veega? (1)
A) puit **C)** polütetrafluoroetüleen
B) klaas **D)** polüakrüülhape
- b) Mitu isomeeri on 2,3-dihüdroksü-1,4-butaandihappel? (1)
A) 1 **C)** 3
B) 2 **D)** 4
- c) Milline orbitaal täidub viimasena kaasaegses elementide perioodilisustabelis toodud elemendidel? (1)
A) 4f **C)** 7p
B) 6d **D)** 5f
- d) Millist hape-alus paari ei saa üksteisega tiitrida? (1)
A) H₂SO₄, NaOH **C)** NH₃·H₂O, HCl
B) CH₃COOH, NaOH **D)** NH₃·H₂O, CH₃COOH
- e) Millise elemendi massiprotsendiline sisaldus on inimorganismis suurim? (1)
A) C **C)** N
B) H **D)** O
- f) Millisel loetletud lahustest on suurim elektrijuhtivus? (1)
A) 0,1M HCl **C)** 0,1M K₂SO₄
B) 0,1M KCl **D)** PbSO₄ küllastunud lahus
- g) Milline loetletud gaasidest lahustub kõige paremini vees? (1)
A) CO₂ **C)** Ar
B) H₂ **D)** NH₃ **7 p**

2. Üheks oluliseks vesiniksidemete rakenduseks on polüpeptiidide sekundaarstruktuuride ülesehitus. Nii α-spiraali kui ka β-lehe olemasolu on vesiniksideme keskne. Kui α-spiraali puhul annavad vesiniksidemed ahelale toru kujulise ülesehituse siis β-lehe puhul saavutab sekundaarstruktuur paberilehe laadse ruumilise kuju.

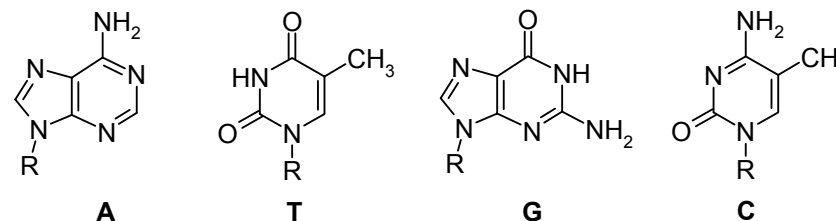
Lisaks biomolekulide struktureerimisele on vesiniksidemed olulised ka meie pärlikkuse informatsiooni edasikandumisel. DNA kaksikahela puhul on Adeniini ja Tümiini nukleotiidid seotud kahe ning Guaniini ja Tsütosiini nukleotiidid seotud kolme vesiniksidemega.

- a) Joonistage β-lehe antiparalleelse ja paralleelse konformatsiooni graafilised struktuurivalemid lähtudes polüpeptiidi üldvalemist (Joonis 1). Märkige vesiniksidemed antud struktuurides punktiiriga. (2)
- b) Tõmmake ring kõikide DNA struktuuris esinevate vesiniku doonorite ümber (Joonis 2). (4)

- c) Joonistage DNA kaksikahelas esinevate paaride struktuurid. Märkige vesiniksidemed antud struktuurides punktiiriga. (2)
- d) Mitmel erineval moel on erinevad lämmastikalused paaris võimalised moodustama vähemalt kaks vesiniksidet? Põhjendage miks just A ja T ning G ja C moodustavad stabiilsed paarid. (4) **12 p**

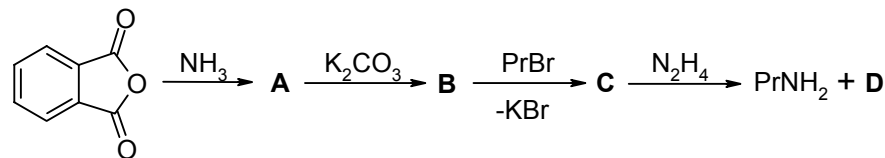


Joonis 1. Polüpeptiidi üldvalem

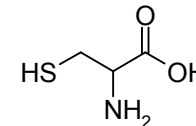


Joonis 2. DNA lämmastikalused

3. Üliõpilasele Andile anti ülesandeks sünteesida propüülamiini. Ta proovis otsese reaktsiooni propüülbromiidi ja amoniaagi vahel, kuid soovitud produkti ei olnud võimalik eraldada. Vanemteadur soovitas kasutada mingi meetodit, mille nimetuse Andi kohe unustas, kuid kirjutas endale skeemi:



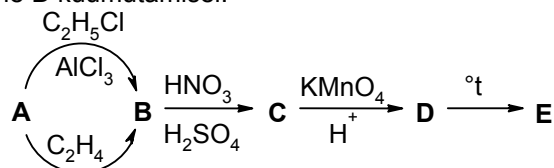
- a) Miks ammoniaagi ja propüülbromiidi reaktsioonis ei saanud Andi soovitud produkti? (2)
- b) Kirjutage ainete A–D struktuurivalemid. (4) **6 p**
4. Valgusisalduse määramiseks juustus viidi 10,00 g juustu kontsentreeritud väävelhappesse ning kuumutati saadud lahust. Toimus reaktsioon, mille tulemusena tekkisid kaks happelist oksiidi ning kogu valgu peptiidsidemete olnud lämmastik jäi lahustuva sulfaadi koosseisus lahusesse.
- a) Kirjutage aminohappe tsüsteiini (joonisel) reaktsioon kontsentreeritud väävelhappega. (2)



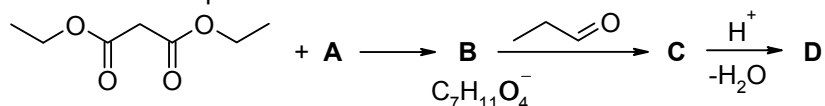
Järgnevalt lisati tekkinud lahusele liias naatriumhüdroksiidi, mille tulemusena eraldus gaasiline ammoniaak, mis koguti kokku ning puhastati. Kogu ammoniaak juhiti seejärel 2,50 dm³ destilleeritud vette, kus see lahustus täielikult ning selle tulemusena pH kasvas 10,60-ni ($pK_a = 4,75$).

- b) Arvutage valgusisaldus juustus massi järgi. Eeldage, et valk on lõpmatu pikkusega polüpeptiid; keskmine aminohappe molaarmass on 128 g/mol; iga aminohape sisaldab ühe lämmastiku aatomi. (6)
- c) Milliste ainete sisaldus juustus peale valgu on suurem kui 10%? Kas nad võivad mõjutada analüüsi tulemusi? (2) **10 p**

5. Aromaatne ühend **A** ($M = 78$ g/mol) ei sisalda heteroaatomeid. Aine **A** reageerib happelises keskkonnas eteeniga moodustades aine **B** ($M = 106$ g/mol). Ainet **B** võib sünteesida aine **A** reaktsioonil kloroetaaniga $AlCl_3$ juuresolekul. Aine **B** annab reaktsioonil nitreeriva seguga monoasendatud orto produkti **C**. Ainet **C** võib oksüdeerida kaaliumpermanganaadiga happelises keskkonnas, mille tulemusel saadakse aine **D**. Lõppühend **E** saadakse aine **D** kuumutamisel.



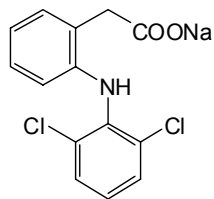
- a) Kirjutage ainete **A-E** struktuurvalemid ja andke nende nimetused. (10)
- b) Kirjutage $A + C_2H_4 + H^+ \rightarrow B$ reaktsiooni mehhanism. (2)
- c) Mis rolli mängib $AlCl_3$ sünteesis? (1)
- d) Kirjutage kõikide võimalike produktide struktuurvalemid, mis tekivad ainest **B** reaktsioonil nitreeriva seguga. (4) **17 p**
6. Orgaanilises keemias on vajaliku produkti saamiseks sageli tarvis kasutada süsinik-süsinik sidemete sünteesi meetodeid. Järgnev maloonestril põhinev süntees on üks tüüpilisemaid näiteid selles vallas.



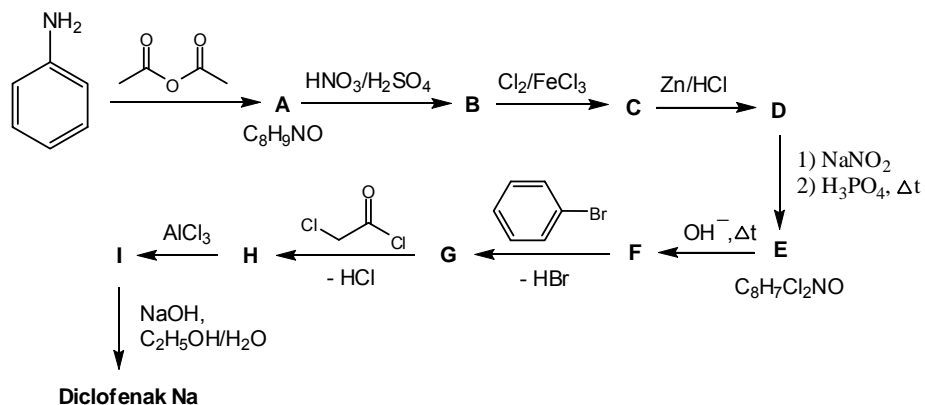
Dietüülmalonaat reageerib propanaaliga aluse **A** juuresolekul. Aine **A** on kuuelüliline heterotsükiline ühend molaarmassiga 85 g/mol, milles on üks lämmastiku aatom. Ühend **C** on ionne. Produkti **D** molaarmass on 200 g/mol.

- a) Joonistage ainete **A-D** struktuurvalemid ja andke aine **A** nimetus. (5)
- b) Märkige ainete **A-C** kõige tugevamad nukleofiilsed tsentrid, mis osalevad reaktsioonides. (3) **8 p**

5. Naatriumdiklofenak on üks tähtsamatest mittesteroidsetest analgeetikumidest. Ta kuulub paljude põletikuvastaste preparaate koostisesse. Allpool oleval pildil on toodud diklofenaki sünteesiskeem aniliinist, mis koosneb 10 etapist. Lisaks on sünteesi kohta teada järgmist:



- **B** on mononitreerimise produkt;
- **F** on tasapinnaline sümmeetriline molekul;
- reaktsioonis **B** → **C** toimub kahe vesiniku aatomi asendamine;
- reaktsioon **H** → **I** on sisemolekulaarne, AlCl_3 on katalüsaator;
- reaktsioonis **E** → **F** ja **I** → naatriumdiklofenak toimuvad sama mehhanismi järgi.



a) Kirjutage ühendite **A–I** struktuurivalemid.

9 p

6. Iisraeli teadlastel õnnestus tõsta kartulipatarei võimsust 10 korda, vahendab mainekas teadusajakiri „Nature“. Selleks keedeti kartuleid enne 1 mm paksuste tsink- ja vaskplaatide (mõõtudega 9 cm×5 cm) vahele asetamist. Nüüd suudavad viis kartulipatarei elementi põlema panna valgusdiodi. Vesinik- ja tsinkelektroodi standardpotentsiaalid on vastavalt 0 V ja $-0,76$ V; tsingi tihedus on $7,1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

- Kirjutage galvaanielemendis toimuv anoodireaktsiooni ja katoodireaktsiooni võrrand. (2)
- Arvutage kartulipatarei teoreetiline energiamahutus ($W\cdot h$) kui reaktsioon kulgeb kuni on lahustunud $5 \mu\text{m}$ paksune tsingikiht. (4)
- Arvutage, kui kaua saaks valgusdiod põlema (2 V , 5 mA). (3)

Vihje: $1 \text{ W} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ V}$, $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$

9 p