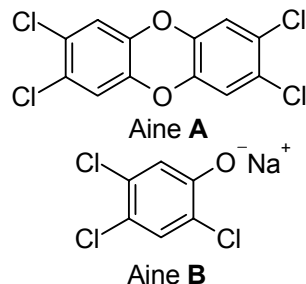


2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesanded

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 polükloreeritud dibensodoksiinid (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 piirnормi (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 rahvapärased 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 kasutatakse 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.
 $2\mathbf{A} + \mathbf{O}_2 = 2\mathbf{B}$ $\mathbf{PbS} + 4\mathbf{C} \rightarrow \dots$ $\mathbf{C} + 2\mathbf{KI} + \mathbf{H}_2\mathbf{SO}_4 \rightarrow \dots$
 $\mathbf{B} + 2\mathbf{HCl} \rightarrow \mathbf{C} + \dots$ $2\mathbf{KMnO}_4 + 5\mathbf{C} + 3\mathbf{H}_2\mathbf{SO}_4 = 2\mathbf{MnSO}_4 + \dots$
 $\mathbf{H}_3\mathbf{PO}_3 + \mathbf{C} \rightarrow \dots$ $2\mathbf{C} \rightarrow \dots$ (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**