

KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Vanem rühm (11. ja 12. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 10. november 2007

1. *Karbonaatse segu koostis.* 75,0 g teadmata niiskusesisaldusega NaHCO_3 ja K_2CO_3 segu reageeris HCl lahusega, mille tulemusena tekkis 19,7 l CO_2 (1,00 atm, 25° C). Lahuse kuivaksaurutamisel saadi 56,72 g tahket jääki.
- Kirjutage NaHCO_3 , K_2CO_3 , HCl ja CO_2 süstemaatilised ja rahvapärased nimetused ning toimunud reaktsioonide võrrandid.
 - Mis värv on tahke jääk?
 - Arvutage, i) mitu mooli CO_2 tekkis ja ii) NaHCO_3 ja K_2CO_3 massivahe-kord segus. iii) Milline oli algse segu niiskuse sisaldus?
 - Millises massivahekorras tuleb kokku segada kuiva NaHCO_3 ja K_2CO_3 , et samal viisil saadud tahke jäägi mass oleks võrdne lähtesegu massiga.

(14)

2. *Bensokinoon.* 1,4-dihüdrobensokinoon on vees lahustuv orgaaniline aine, mis koosneb C, H ja O aatomitest ning sisaldab aromaatsset tsükli. Aine mõlema fenoolse hüdroksüülrühma oksüdeerumisel moodustub 1,4-bensokinoon, mille kollased kristallid lahustuvad hästi orgaanilistes lahustites. Ühe dihydrobensokinooni molekuli oksüdeerumisel loovutatakse kaks prootonit ning tekib üks molekul bensokinooni.

- Kirjutage anoodil toimuva reaktsiooni võrrand (reaktsioonis mitteosalevat 1,4-dihydrobensokinooni osa tähistada DHB).
- 100 cm³ 1,4-dihydrobensokinooni 55,0 mM lahust elektrolüüsi täpselt 1 h jooksul 206 mA juures. Tulemusena sadestus anoodiruumi 415 mg kollast tahkist. Leidke saaduse molaarmass. $F = 96485 \text{ C/mol}$.
- Kirjutage lähteaine ja saaduse tasapinnalised struktuurivalemid.
- Sünteesis saadakse 1,4-bensokinooni ja 1,4-dihydrobensokinooni segu. Nimetage kaks meetodit, millega saab neid aineid teineteisest lahutada.

(9)

3. *Vana professori mõistatus.* Vana professor demonstreeris oma kolleegidele-keemikutele trikki. Ta täitis neli kolbi värvitu vedelikuga – „nõiaveega“, mis kujutas endast tugeva binaarse anorgaanilise happe **A** vesilahust. Esimese kolvi jättis professor päikese valguse kätte. **A** lahuse oksüdeerumisel õhuhapniku toimel algas kristalse lihtaine **B** sadenemine ning kõik nägid, et esimeses kolvis muutus „vesi“ kiiresti kollakaks ja poole tunni pärast muutus see pruuniks. See oli tingitud aine **B** ja happe **A** vahelise lahustuva kompleksi (1:1) tekkest, mis andis lahusele pruuni värvuse. Teise kolvi valas professor algul mustjas-violetseid kristalle **B**, mis kutsus esile kompleksi **C** moodustumise. Seejärel valas professor pruunile **C** lahusele ettevaatlikult punast lihtaine **D** pulbrit. Selle reaktsiooni tulemusel

moodustusid suhteliselt tugevad happed **A** ja **E** ning lahus muutus värvituks. Kolmandasse kolbi puistas professor Ag pulbrit ja kolvis käivitus äge reaktsioon. Esimesel etapil hõbe lahustus, moodustus kollane soola **F** sade ja eraldus gaas **G**, mis süttib põleva tiku leegis. Teisel etapil toimus sademe lahustumine: hape **A** seob soola **F** lahustuvaks kompleksiks **H** (suhtega 1:1). Neljandasse kolbi valati tugeva anorgaanilise happe **I** kontsentreeritud lahust. Kolvist hakkas seejärel eralduma binaarne punakas-pruun gaas **J** (46,01 g/mol, %O) = 69,55) ja moodustus tugev üheprotoniline hapnikhape **K**. Happed **A** ja **I** reageerivad suhtega 1:6.

- i) Leidke arvutustega gaasi **J** valem ja ii) kirjutage ainete **A** – **K** valemid.
- Kirjutage järgmiste reaktsioonide võrrandid: i) $\text{A} + \text{O}_2 \rightarrow$, ii) $\text{A} + \text{B} \rightarrow$, iii) $\text{C} + \text{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$, iv) $\text{A} + \text{Ag} \rightarrow$, v) $\text{F} + \text{A} \rightarrow$ ja vi) $\text{A} + \text{I} \rightarrow$.

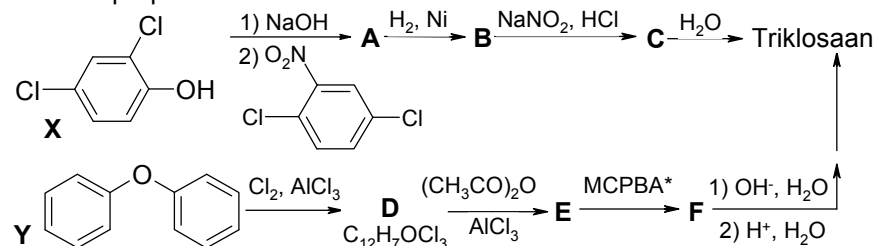
(14)

4. *Energeetika eluslooduses.* Paljud organismid kasutavad energia saamiseks glükoosi oksüdatsiooni: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ($\Delta G = -2823,2 \text{ kJ/mol}$). Ühe molekuli glükoosi põletamisel saadud energia salvestatakse 38 molekuli ATP anhüdriidsidemetes (ATP – adenosindifosfaat, P_i – fosfaat): $\text{ADP} + \text{P}_i = \text{ATP} + \text{H}_2\text{O}$ ($\Delta G = 50 \text{ kJ/mol}$). Protsess, mis ühendab endas mõlemat reaktsiooni kannab nimetust oksüdeeriv fosforüleerimine. ΔG väärtused on antud rakusiseste tingimuste kohta.

- Kirjutage oksüdeeriva fosforüleerimise reaktsiooni summaarne võrrand.
- Palju energiat kulutatakse 38 mooli ATP moodustumiseks?
- Milline on oksüdeeriva fosforüleerimise reaktsiooni ΔG väärtus?
- Milline on selle protsessi efektiivsus, st milline osa glükoosi oksüdatsiooni energiast protsentides salvestub keemilistes sidemetes?

(5)

5. *Bakteritevastase preparaadi süntees.* Triklosaan (massi järgi 49,78 % C, 2,44 % H, 11,05 % O ja 36,73 % Cl) on meditsiinis hästi tuntud bakteritevastane preparaat. Seda toimeainet sünteesitakse kahel meetodil:



*MCPBA on tugev oksüdeerija

- Arvutage triklosaani brutovalem. Kirjutage ühendite **X** ja **Y** nimetused.
- Joonistage ühendite **A-F** ja triklosaani tasapinnalised struktuurivalemid. Ainest **X** ja kloroetaanhapest võib valmistada ühe enim kasutatud herbitsiidi – 2,4-D, mis sisaldab kahte Cl aatomit ja ühte happelist prootonit.
- Joonistage 2,4-D tasapinnaline struktuurivalem.

(8)

6. *Happevihmad*. Kuuldes koolis, et happevihmad on pahad loodusele, tekkis Peetril tahtmine arvutada, kui hapu vihmavesi on. Keemiaõpetaja käest sai ta teada, et vihmavee happelisuse põhiliseks allikaks on vees lahustunud CO_2 . Raamatud ütlesid, et õhus on CO_2 0,0355 mahuprotsenti ja selle lahustumist vees kirjeldab Henry seadus ($c(\text{CO}_2)_v = k_H \cdot p(\text{CO}_2)$), kus c tähistab molaarset kontsentratsiooni, p osarõhku ja $k_H = 3,38 \cdot 10^{-2} \text{ M/atm}$.
- a) Aidake Peetril arvutada i) $p(\text{CO}_2)$ õhus, teades et gaasidesegu komponentide osarõhkude summa on võrdne kogurõhuga ja ii) vees lahustunud CO_2 kontsentratsioon, kui õhurõhk oli 1,0 atm.
- b) Kirjutage i) H_2CO_3 moodustumise võrrand vees lahustunud CO_2 -st, ii) H_2CO_3 dissotsiatsiooni võrrand (I aste) ja vastav happe dissotsiatsiooni tasakaalukonstandi avaldis K_a . iii) Arvutage vesinikiooni kontsentratsioon ja pH väärtus puhtas vihmavees, kui $K_a = 4,45 \cdot 10^{-7}$.
- c) Arvutage süsihappe dissotsiatsioonimäär (I aste). (10)