

KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 10. november 2012

- Viiu Vikerkaar otsustas sünteesida oma värviliste ühendite kogu täiendamiseks musta CuO , kollase PbI_2 ja roheline Cr_2O_3 .
 - Kuidas sünteesida Cr_2O_3 , kasutades NH_3 ja dikroomhapet? Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid.
 - Kuidas sünteesida CuO , kasutades Cu , lahj. HNO_3 ja NaOH lahust? Ühes mainitud sünteesi etapis eraldub kergesti oksüdeeritav kaheaatomiline gaas. Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid.
 - Kuidas sünteesida PbI_2 , kasutades PbCO_3 , I_2 , lahj. HNO_3 ja NaOH lahust? Sünteesis osaleva lihtaine jaoks toimub ühes sünteesietapis disproportsioneerumine: sama lähtelemendi oksüdatsioonaste nii suureneb viie võrra kui ka väheneb ühe võrra. Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid.
 - Kuna Viiu ei ole eriti hoolas inimene, siis läks tal varsti pärast PbI_2 sünteesi see mõnede teiste kollaste ühenditega – CdS , Ag_2CO_3 ning K_2CrO_4 – sassi. Neid ühendeid on aga lihtne eristada vesilahusega, mis sisaldab ühele aineklassile iseloomulikke katioone X^+ .
 - Millised ioonid on X^+ ?
 - Kuidas saab antud aineid eristada? Kirjuta vastavadioonvõrrandid ning too ära reaktsiooni toimumise tunnused. (12)
- Üliõpilane valmistas kaks lahust. Lahus **A** on 5%-line $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ lahus ($m = 100$ g), lahus **B** on 12%-line K_2CrO_4 lahus ($V = 80$ ml, $\rho = 1,1$ g/cm³). Lahus **A** on happeline, seetõttu on kroom dikromaadi vormis. Lahuste kokkuvalamisel tekib lahus **C**, milles säilib happelisus ja kogu K_2CrO_4 lahusest **B** läheb samuti üle dikromaadiks (seega lahuses **C** enam CrO_4^{2-} ioone ei ole): $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 - Leia $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ionide massiprotsent lahuses **C**.
 - Lahusele **C** lisatakse liias Cu^{2+} lahust, tekib sade: $\text{CuCr}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Arvutage tekkinud sademe mass. (8)
- Sool **A** sisaldab 31,90 % kaaliumit, 28,93 % elementi **X** ja 39,17 % elementi **Y**. Soola **A** saab valmistada kaheaatomilise lihtaine X_2 ja aluse **B** reageerimisel; lisasaadustena tekib sool **C** (elementi **X** 47,56 %) ja vesi (reaktsioon I). Lihtainet X_2 saab valmistada mangaan(IV)oksiidi ja vesinikkloriidhappe reageerimisel (reaktsioon II). Soola **A** kuumutamisel tekib esmalt sool **D** (28,21% kaaliumi, 25,59 % elementi **X** ja 46,20 % elementi **Y**) ja sool **C** (reaktsioon III). Edasisel kuumutamisel tekib samuti sool **C** ja eraldub eraldub kaheaatomiline lihtaine **E**, mis on vajalik eluks maal (reaktsioon IV). Kui soola **A** kuumutada katalüsaatori (MnO_2) juuresolekul, tekivad kohe ühendid **C** ja **E** (reaktsioon V).

- a) Näidake arvutustega, millised on elemendid **X** ja **Y** ning mis on soola **A** valem. Andke soolale nimetus.
- b) Identifitseerige ained (valem + nimetus) **B - E**.
- c) Kirjutage reaktsioonide **I - V** tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid. Määrake soolades **A, C** ja **D** elemendi **X** oksüdatsiooniaste. **(10)**

4. Etüleenglükool ($C_2H_6O_2$) on lõhnata ja värvuseta magusa maitsega mürgine vedelik, mida kasutatakse antifriisina. Seda on võimalik saada epoksüetaani (C_2H_4O) reageerimisel veega. Etüleenglükool tekib umbes 90% saagisega ning lisaks moodustuvad ka etüleenglükooli oligomeerid dietüleenglükool ($M_r = 106,1$ g/mol) ja trietüleenglükool (150,2 g/mol), mille struktuurides on eetersidemed ja hüdroksüülrühmad. Kõrgema saagisega (>99%) saab etüleenglükooli toota OMEGA protsessis, kus epoksüetaan reageerib esmalt süsinikdioksiidiga. Tekib etüleenglükooli süsihappeester etüleenkarbonaat ($C_3H_4O_3$), mis hüdrolüüsitakse etüleenglükooliks. Eralduvat süsihappegaasi saab aga uuesti kasutada sünteesi lähteainena.

- a) Milleks kasutatakse antifriise?
- b) Kirjutada etüleenglükooli, epoksüetaani, dietüleenglükooli, trietüleenglükooli ja etüleenkarbonaadi struktuurvalemid. Üheski ühendis pole hargnenud süsinikskeletti ega süsinik-süsinik kaksiksidet.
- c) Millise struktuuriga ühend tekib etüleenglükooli esterdamisel kahe ekvivalendi etaanhappega (CH_3COOH)?
- d) Esterdati võrdsed molaarsed hulgad etüleenglükooli ja etaanhapet. Milliste struktuuridega saadused ja millises vahekorras tekivad, kui reaktsioon kulgeb lõpuni ja hüdroksüülrühmade reaktsioonivõimed on ühesugused? **(10)**

5. Inimorganismi „ehitusüksusteks“ on rakud. Tüüpiline inimrakk on kuju poolest ligikaudu kera, mille läbimõõt on 20 μm . Rakud moodustuvad omakorda väiksematest koostisosadest, nn organellidest. Üks olulisimaid organelle on tsentrosoom, mis on ka kerakujuline, läbimõõduga kõigest 200 nm. Tsentrosoom ise moodustub põhiliselt valkudest. Keskmise valgu molekulmass on 50 000 amü. Valgumolekuli kuju võib olla väga erinev, aga levinuim vorm on samuti kera, kuid läbimõõduga 50 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$).

- a) Arvutage: **i)** tsentrosoomi ruumala, **ii)** keskmise valgumolekuli ruumala ning **iii)** leidke, mitu keskmise suurusega valgumolekuli on tsentrosoomis, eeldades, et valgud hõlmavad 75% tsentrosoomi ruumalast. Kera ruumala arvutamiseks kasutage järgmist valemit:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

(R on kera raadius).

- b) Oletame, et teatud valk paikneb rakus ainult tsentrosoomis, mis koosneb ainult selle valgu molekulidest. Arvutage: **i)** selle valgu lokaalne (st tsentrosomaalne) molaarne kontsentratsioon ja **ii)** selle valgu keskmine hulk raku ruumala kohta (mol/l).

- c) Rakkude uurimisel kasutatakse sageli meetodit, kus rakumembraani (st ümbritsevat „seina“) keemiliselt lõhutakse ning rakusisu paiskub lahusesse. Meetodi korralikuks tööks on vajalik umbes miljoni raku olemasolu, kusjuures lõpplahuse ruumala on 100 korda suurem rakkude ruumalast. Arvutage, milline on eelmises alapunktis mainitud valgu kontsentratsioon lõpplahuses.
- d) Valkude kontsentratsiooni määramiseks kasutatakse sageli nn Bradfordin meetodit, mille korral vähim määratav kontsentratsioon on suurusjärgus 0,05 mg/ml. Hinnake, kas Bradfordin meetodi abil on võimalik määrata valgu kontsentratsiooni eelmises alapunktis mainitud lõpplahuses. **(10)**
6. Viies katseklaasis on lahused, milles esinevad järgmised ioonid: **Ba²⁺**, **Ag⁺**, **Al³⁺**, **Pb²⁺**, **NO₃⁻**, **SO₄²⁻**, **I⁻**, **S²⁻**. Igas katseklaasis on ainult ühe soola lahus. Katseklaasides olevatele lahustele NaOH lahuse lisamisel toimusid järgmised muutused: nr **2**. – tekkis pruun sade; nr **3** ja **5** – tekkis valge sade; nr **1** ja **4** – muutuseta.
- a) Millised lahustuvad soolad võisid moodustuda loetletud ionidest (grupeerige katioonide järgi)? Anda nende süstemaatilised nimetused.
- b) Millised soolad on katseklaasides nr **1–5**? Kirjutada reaktsioonivõrrandid NaOH lahusega.
- c) Kirjutada reaktsioonivõrrandid, mis kirjeldavad katseklaasides nr **3** ja **5** asetleidvat sademe lahustumist leelise liias. Kuidas seda nähtust nimetatakse? **(10)**