

55. Viie kooli kohtumise keemiaülesanded

Nõo Reaalgümnaasium, 9.–10. jaanuar 2020 a

1. Tähtede sõdade ajal toodeti Geonosis-il XCl sulami elektrolüüsil elementi X ja kloori. Sool XCl saadi vesilahusest ($\rho = 1,18 \text{ g/cm}^3$, $w(XCl) = 30,0\%$). Kauges galaktikas $V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$, $F = 96485 \text{ A}\cdot\text{s/mol}$, $M(\text{Li}) = 6,94 \text{ g/mol}$, $M(\text{Na}) = 22,99 \text{ g/mol}$, $M(\text{K}) = 39,10 \text{ g/mol}$, $M(\text{Rb}) = 85,47 \text{ g/mol}$, $M(\text{Ag}) = 107,87 \text{ g/mol}$ ja $M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g/mol}$.

- Tuvasta arvutustega element X , kui XCl sisaldab massi järgi kloori 83,6%. (1)
- Kirjuta katoodil ja anoodil toimuvate reaktsioonide võrrandid ning elektrolüüsi summaarne võrrand. (1)
- Arvuta, mitu dm^3 XCl küllastunud vesilahust läheb vaja normaaltingimustel 10 m^3 kloori tootmiseks. (2)
- Arvuta, mitu sekundit kuluks 10 m^3 Cl_2 saamiseks 5,0 kA voolutugevuse juures. (2)
- Arvuta, mitu lahingdroidi saab valmistada samal ajal saadud X -st, kui üks droid sisaldab oma vooluallikas 2,0 kg X . (1) **7 p**

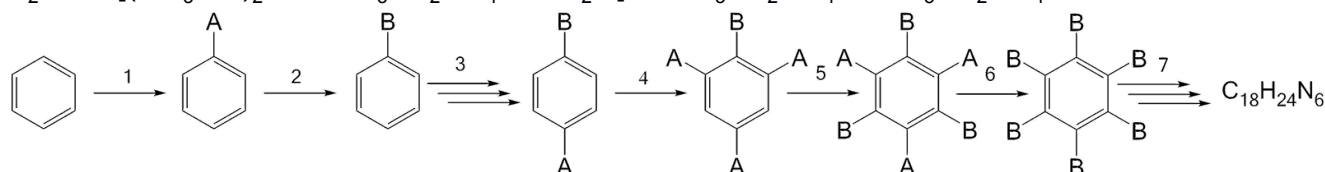
2. Keemik Berth sai analüüsiks ajaloomuuseumist "Paksu Bertha" kahuri relvatoru tükikese, mis koosnes raua-molübdeeni sulamist. 0,2020 g saadud sulami lahustas ta lahjendatud lämmastikhappes. Kui NO gaasi eraldumine lõppes, viis ta lahuse ruumala $100,00 \text{ cm}^3$ -ni. Seejärel mõõtis ta analüüsiks $10,00 \text{ cm}^3$ lahust mõõtpipetiga, viis selle Erlenmeyeri kolbi ning lisas puhverlahust, et saavutada sobiv pH. Titrandi valmistamiseks kaalus Berth mõõtkolbi 1,200 g $\text{Na}_2\text{EDTA}\cdot\text{H}_2\text{O}$ (372,24 g/mol), lahustas selle vees ning viis lahuse ruumala $100,00 \text{ cm}^3$ -ni. Analüüsi tulemusena sai Berth, et proovi tiitrimiseks kulus keskmiselt $11,20 \text{ cm}^3$ titrandi. $M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g/mol}$, $M(\text{Mo}) = 95,95 \text{ g/mol}$.

- Kirjuta ja tasakaalusta sulami lahustamisel lahjendatud lämmastikhappes toimuvate reaktsioonide võrrandid, eeldades, et tekkisid $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ja H_2MoO_4 (molübdeenhape). (2)
- Arvuta saadud titrandi EDTA lahuse kontsentratsioon (mol/dm^3). (1)
- Arvuta $n(\text{Fe}):n(\text{Mo})$ suhe sulamis, eeldades, et sulam koosneb ainult kahest metallistist. Tiitrimisel reageerib EDTA metallikatioonidega suhtes 1:1. (2)

Sõjatehnika korrosiooni kaitseks kasutatakse laialt kroomimist. Selle protsessi käigus töödeldakse tsingiga kaetud detail dikroomhappe soola lahusega.

- Joonista molübdeenhape ja dikroomhappe struktuurivalemid. (2)
- Arvuta, mitu grammi tsinki ($\rho = 7,14 \text{ g/cm}^3$) kulub "Paksu Bertha" relvatoru katmiseks 2,0 mm kihiga, kui toru pikkus on 5,0 m ja sisemine diameeter on 42 cm. (2) **9 p**

3. Alltoodud sünteesiskeemil on tähtedega märgistatud tuntud funktsionaalrühmad ning numbritega järgmised reagentid: $[\text{ClCH}_2\text{COCl}, \text{NaOEt}, \text{BH}_3/\text{THF}]$; $\text{C}_2\text{H}_2\text{N}_3\text{-NH}_2$; Na/NH_3 ; $\text{H}_2/\text{kat.}$; $[(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}, \text{HNO}_3+\text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}^+/\text{H}_2\text{O}]$; $\text{HNO}_3+\text{H}_2\text{SO}_4$; $\text{HNO}_3+\text{H}_2\text{SO}_4$.



- Tuvasta funktsionaalrühmad **A** ja **B**. (2)
- Tuvasta reagentid 1–7. (5)
- Joonista 7. etappi kahe vahe- ja lõpp-produkti ($\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{N}_6$) struktuurivalemid. (3) **10 p**

4. Fosfaate leidub reovees, karastusjookides, looduslikes ja kunstlikes puhversüsteemides. Vee fosforisisalduse kirjeldamiseks kasutatakse mõistet fosfaat-fosfor ($\text{PO}_4\text{-P}$), mis kirjeldab, mitu mg/dm^3 fosforit (30,97 g/mol) sisaldub vees olevates fosfaationides. Vesinikioonide kontsentratsiooni ($[\text{H}^+]$, mol/dm^3) kirjeldamiseks kasutatakse

selle negatiivset logaritmi ($\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$). $[\text{H}^+]$ on seotud läbi Henderson–Hasselbalchi võrrandi happe $[\text{HA}]$ ja konjugeeritud aluse $[\text{A}^-]$ kontsentratsioonidega kui $K = [\text{A}^-][\text{H}^+]/[\text{HA}]$. Naatriumfosfaatpuhver on lahus, mida kasutatakse bioloogilistes uuringutes, kuna selle osmolaarsus on võrdne inimkehale iseloomuliku väärtusega. Keemik Berth valmistas naatriumfosfaatpuhvri lahustades 2,68 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (268,07 g/mol) ja 0,24 g KH_2PO_4 (136,09 g/mol) deioniseeritud vees, lisades NaCl ja KCl ning viies lahuse ruumala täpselt ühe liitrini. $K_1(\text{H}_3\text{PO}_4/\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 6,9 \cdot 10^{-3}$, $K_2(\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}) = 6,2 \cdot 10^{-8}$.

- a) Arvuta, mitu grammi NaCl ja KCl lisas Berth, kui valmistatud lahuses on $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Cl}^-] = 301 \text{ mmol/dm}^3$ ja $[\text{Na}^+] = 157 \text{ mmol/dm}^3$. (4)
- b) Arvuta naatriumfosfaatpuhvri pH ja $\text{PO}_4\text{-P}$. (2)
- c) Arvuta $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]$ puhastatud reovees, mille pH = 7,50 ja $\text{PO}_4\text{-P} = 0,5 \text{ mg/dm}^3$. (2)
- d) Arvuta $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]$ karastusjoogis, mille pH = 2,37 ja $\text{PO}_4\text{-P} = 170 \text{ mg/dm}^3$. (2)
- e) Märki tabelisse, missugused tingimused soodustavad kirjeldatud nähtusi. (2) **12 p**

	pH < 5	pH > 9	PO4-P < 0,5	PO4-P > 10
Terase korrosioon				
Hammaste demineraliseerumine				
Rakkude kasvatamine				

5. Lahendage mõistatus kasutades kõrvalolevaid vihjeid. Tühjades lahtrites on fosfaan, hõbe, lämmastikdioksiid, valge fosfor, vask, vesi (kaks korda) ja vääveldioksiid. X_nY_m tähistab ühendit, mis koosneb n X elemendi ja m Y elemendi aatomitest.

- a) Kirjuta ja tasakaalusta reaktsioonide 1–8 võrrandid. (8)
- b) Kirjuta ja tasakaalusta reaktsioonide 9–12 võrrandid. (4) **12 p**

Elemendi A nimi pärineb vanakreeka keelest ($\varphi\omega\sigma\varphi\acute{o}\rho\omicron\varsigma$, valguse kandja).

Elemendi B nimi pärineb vanakreeka keelest ($\acute{o}\xi\acute{\upsilon}\varsigma$, terav).

C. W. Scheele kutsus elementi C "rüvetunud õhuks". A. Lavoisier poolt pakutud nimi pärineb vanagreeka keelest ($\acute{\alpha}\zeta\omega\tau\omicron\varsigma$, elutu).

Lihtaine D_8 on tähtsaks osaks musta püssirohu koostises.

Elemendi E nimi pärineb vanakreeka keelest ($\acute{\iota}\acute{\omega}\delta\eta\varsigma$, lillakas).

10. reaktsioonis $n(\text{H}_3\text{AB}_3):n(\text{H}_3\text{AB}_4) = 1:1$.

5
 A_4B_6

6
 Cu_2B

↓

11
 AgCD_3

12
 AH_4E

+

9
 CuDB_4

10
 A_4

11
 H_2B

12
 H_3AB_3

+

1
 H_3AB_3

2
 AgC_3

3
 H_2DB_4

4
 H_2B_2

+

5
 H_3AB_4

6
 A_4B_{10}

7
 CB

8
 E_2

+

9
 H_2DB_4

10
 H_3AB_3

11
 H_3AB_4

12
 H_3AB_4

+

1
 H_3AB_4

2
 B_2