

Keemia lahtine võistlus

Noorem rühm (9. ja 10. klass)

Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Kohtla-Järve

18. november 2000. a

1. Aine **X** on värvitu ja lõhnatu õhust kergem gaas. Teda kasutatakse metallurgias oksiidide redutseerimiseks. Igapäevaelus võib selle gaasiga kokku puutuda ahjuküttega majades; pikem kokkupuude võib aga saada saatuslikuks, kuna aine **X** seondub tugevasti hemoglobiiniga, takistades hapniku transporti ja põhjustades seega lämbumise.

Aine **Q** on värviline ja õhust raskem gaas. Teda kasutatakse nii keemiatööstuses kui laborites; vee steriliseerimisel on tema osatähtsus vähenenud. Aine **Q** on silmi ja hingamisteid ärritava toimega, suuremas koguses põhjustab nahaärritust ja kopsuhaigusi.

Ainete **Q** ja **X** segu kiiritamisel nende molekulid ühinevad, andes ainult ühendi **Z**, mis on kopitanud lõhnaga värvitu gaas. Ühend **Z** on väärtuslik reagent orgaanilises sünteesis. Mürgise toime tõttu kasutati teda keemilise ründaainena. **Z**-mürgituse tunnuseks on hingamisraskused ja vahune köha, ulatusliku kopsuturse tagajärjeks on lämbumine. Kuna mürgitusnähud ilmnevad tavaliselt alles paari tunni pärast, tasuks selle gaasiga olla eriti ettevaatlik.

- a) Kirjutada gaasidele **X**, **Q** ja **Z** vastavad valemid. Mis on gaaside **Z** ja **X** triviaalnimetused? (3)
- b) Kas gaas **Z** on õhust kergem või raskem? Vastust põhjendada. (1)
- c) Joonistada **Z** struktuurivalem eeldades, et kõik elemendid on oma tavapärestes valentsides. (1)
- d) Kirjutada raud(III)oksiidi reaktsioon **X**-ga. Milline element redutseerub, milline oksüdeerub? (1,5)
- e) Kirjutada gaasi **Q** ja vee vahelise reaktsiooni võrrand. (1,5)
- f) Miks gaasi **Z** peetakse anorgaaniliseks ühendiks? (1) **9 p**

2. Õpilasele anti määrata soolhappe lahuse kontsentratsioon booraksi ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) lahusega tiitrimise teel. Õpilane sooritas mõned arvutused ja otsustas valmistada 0,100 mol/l booraksi lahuse. Selleks kaalus ta analüütilistel kaaludel 2,012 g booraksit, lahustas selle ja lahjendas mõõtkolvis 100 milliliitri. 10,00 ml booraksilahuse tiitrimiseks kulus õpilasel keskmiselt 8,30 ml soolhapet.

Soolhappe kontsentratsiooni arvutamiseks kasutas õpilane õiget vastavust $1\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \leftrightarrow 2\text{HCl}$. Ometi ei tahtnud õpetaja esitatud tulemusega nõustuda.

- a) Tasakaalustada reaktsiooniskeem: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NaCl}$ (2)
- b) Arvutada soolhappe kontsentratsioon õpilase poolt kavandatud 0,100 mol/l booraksilahuse järgi. (2)
- c) Millise vea tegi õpilane booraksilahuse valmistamisel? (2)
- d) Kas tiitrimise tulemustest on võimalik õige tulemus välja arvutada või tuleb õpilasel tiitrimine uuesti sooritada? Leida tegelik soolhappe kontsentratsioon, kui see on võimalik. Vastasel juhul kirjutada, mida peaks õpilane järgmisel korral teisiti tegema (3) **9 p**

3. Viies katseklaasis on lahused, milles esinevad järgmised ioonid:

Ba^{2+} , Ag^+ , Al^{3+} , Pb^{2+} , NO_3^- , SO_4^{2-} , I^- , S^{2-} . 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 kationide järgi)? Anda nende süstemaatilised nimetused. (2)
- b) Millised soolad on katseklaasides nr. 1–5? Kirjutada reaktsioonivõrrandid NaOH

lahusega.

(6)

- c) Kirjutada reaktsioonivõrrandid, mis kirjeldavad katseklaasides nr. 3 ja 5 asetleidvat sademe lahustumist leelise liias. Kuidas seda nähtust nimetatakse? (2) 10 p

4. Naatriumhüdroksiidi lahust oli 10,00 cm³. Selle kontsentratsiooni määramiseks kanti see kvantitatiivselt üle 100,0 cm³ mahuga mõõtekolbi ja täideti veega märgini. Saadud lahusest mõõdeti 10,00 cm³ ja tiitriti HCl lahusega, mille kontsentratsioon oli 9,800·10⁻³ mol/dm³. Kolmel tiitrimisel kulunud HCl lahuse keskmine ruumala oli 10,20 cm³.

a) Arvutada naatriumhüdroksiidi lahuse molaarne kontsentratsioon. (2)

b) Milline oli punktis a) arvutatud tulemuse viga

i) kui lahendamisel täideti mõõtekolb 3 tilga võrra üle (1 tilga ruumal on 0,03 cm³)? (2)

ii) kui tiitrimiseks kasutatud koonilisse kolbi jääb loputamise tulemusena 2 cm³ vett? (0,5)

iii) kui tiitritakse HCl lahuse 2 tilgaga üle? (2)

iv) kui mõõtekolvis oleva lahuse segamise lõpus pääseb kolvist välja 2 cm³ lahust? (0,5)

v) kui büreti otsas oli tiitrimise alguses õhu mull (1 cm³), mis tiitrimise käigus eemaldus? (3) 10 p

5. Aine A esineb tumevioletsete kristallidena, mis vees lahustades annavad lilla värviga lahuse. Aine A, mis sisaldab elementi X, on tugev oksüdeerija. Aine A redutseerumisel happelises keskkonnas väheneb elemendi X oksüdatsiooniaste 5 ühiku võrra. Aine A reageerimisel H₂SO₄ keskkonnas oleva Na₂SO₃ lahusega moodustuvad ained B, C, D ja vedelas olekus olev aine E.

Aine A reageerimisel Na₂SO₃-ga neutraalses keskkonnas vähenes elemendi X oksüdatsiooniaste 3 võrra ja moodustus kahest keemilisest elemendist koosnev ühend F, mis ei lahustu vees ja on tumepruuni värviga. Lisaks moodustuvad ühendid B ja G. Tugeva leelise G keskkonnas ainete A ja Na₂SO₃ vahelisel reaktsioonil moodustuvad ained B ja E ning rohekas aine H, kus elemendi X oksüdatsiooniaste on võrreldes ainega A ühe võrra väiksem. Ainetes H ja A on sama koostisega anioon, kuid nende laeng on erinev. Aine G lahuse reageerimisel aine D lahusega moodustub valge sade J. Sademe J kuumutamisel ta reageerib õhuga ja moodustuvad ained E ja F. Alumiiniumpulbri ja aine F segu süütamisel tekib metall X ja aine L. Metall X oksüdatsiooniaste ühendis A on VII.

a) Kirjutada reaktsiooniskeemid - kõik lähteained ja kõik saadused (tasakaalustamist pole vaja teha):

i) $A + H_2SO_4 + Na_2SO_3 \rightarrow$; ii) $A + H_2O + Na_2SO_3 \rightarrow$; iii) $A + G + Na_2SO_3 \rightarrow$ (4,5)

b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: i) $G + D \rightarrow$; ii) $J + \text{õhk} \xrightarrow{t^\circ}$; iii) $F + Al \rightarrow$ (3)

c) Kirjutada ainete A, B, C, D, E, F, G, H, J, X ja L valemid ja nimetused. (4,5) 12 p

6. Mitu cm³ NaOH 18,0% lahust (1,197 g/cm³) tuleb lisada 135 cm³ NaOH 42,0% lahusele (1,449 g/cm³), et saada 30,0% lahus?

Märkus. Proovige leida antud lähteandmete jaoks väiksema töömahuga lahendustee. Põhjendage seda. 10 p