

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOI

H.LAANPERE

KROOM, MANGAAN  
JA  
RAUD

TARTU 1961



A-23641

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOI  
ANORGAANILISE KEEMIA KATEEDER

H. LAANPEKE

KROOM, MANGAAN  
JA  
KAUD

TARTU 1961

✓  
Тартуский государственный университет  
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 18  
Х. Лаанпере  
ХРОМ, МАНГАН И ЖЕЛЕЗО  
На эстонском языке

N  
Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu  
62518

Vastutav toimetaja R. Tani  
Korrektor E. Võhandu

=====  
TRÜ Rotaprint 1961. Trükipoognaid 2.  
Tir. 200 eks. MB 00708. Tell.nr.461.

Hind 6 kop.

## E E S S Õ N A .

Abimaterjalid teemal "Kroom, mangaan ja raud" võimaldavad üliõpilastel ette valmistada praktilisi töid anorgaanilises keemias. Iga teema on varustatud lühikese teoreetilise sisesejuhatusega, mis on antud enne praktiliste tööde eeskirju.

Enamiku tööde kirjeldamisel on rakendatud poolmikrometodit. Teema lõpus on toodud kasutatavate töövahendite ja reaktiivide nimestik ning ülesanded.

Abimaterjalid on mõeldud kasutamiseks keemia- ja teiste osakondade üliõpilastele anorgaanilise keemia praktikumil.

## I. K R O O M .

Kroomi alarühm asetseb elementide perioodilisuse süsteemi VI rühmas, kus ta moodustab kõrvalalarühma. Alarühm koosneb kolmest elemendist: kroom (Cr), molübdeen (Mo) ja volfram (W). Uraan (U) kuulub aktiniidide hulka.

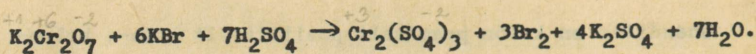
Kõigil kroomi alarühma elementidel on metalne iseloom. Kroomi ja molübdeeni välises elektronkihis on üks elektron, volframil kaks elektroni. Kõik kolm elementi esinevad ühendites peamiselt positiivselt kuuevalentsetena. On tuntud ka madalama valentsiga ühendid. Mõned nendest on küllaltki stabiilsed (näiteks  $\text{Cr}^{+++}$  ühendid).

Looduses leiduvad ainult ühenditena. Tuntuim kroomi mineraal on kroomrauamaak -  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ . Keemiline aktiivsus langeb reas Cr - Mo - W. Kroom reageerib hapetega võrdlemisi kergesti, volfram on aga küllaltki vastupidav.

Kroomi alarühma elementidel on kõrged sulamis- ja keemistemperatuurid. Volfram on kõige kõrgema sulamistemperatuuriga metall ( $3340^\circ\text{C}$ ).

Et kroom on kõva, vee ja õhu suhtes vastupidav, siis kasutatakse teda metallide katmiseks korrosiooni vältimiseks. Protsessi nimetatakse kromeerimiseks ja viiakse läbi elektroolüütiliselt. Peamiselt kasutatakse kroomi väga mitmesuguste sulamite koostises (kroomnikkelterased jne.).





## P R A K T I L I S E D T Ö Ö D .

- ✓ Töö nr. 1. Metalse kroomi saamine aluminotermilisel meetodil.

10 cm kõrgusesse šamott-tiiglisse puistatakse algul 5g kaltsiumfluoriidi. Lisatakse juurde segu, mis koosneb 17,5g kroom(III)oksüüdist, 12,5g kaaliumdikromaadist ning 10g alumiiniumi pulbrist. Komponentid segatakse enne hoolikalt omavahel. Segu kaetakse õhukese süütesegu kihiga. Viimane koosneb 2,5g alumiiniumist ja 7,5g baariumperoksüüdist. Tiigel asetatakse liivaga täidetud nõusse (näiteks liivavanni). Lähedusest eemaldada kergesti süttivad ained ja kergesti purunevad esemed (umbes poole meetri raadiuses)!

Süütamiseks kasutatakse magneesiumilinti (enne oksüüdikihist puhastada!) või selle puudumisel 10-protsendilise kaaliumnitraadi lahusega immutatud ja hästi kuivatatud filterpaberist "süütenõõri".

Kui süütamine kohe ei õnnestu, siis lisatakse juurde süütesegu ja operatsiooni korratakse. Kasutatavad ained peavad olema täiesti kuivad.

Töö teostatakse tõmbekapis. Silmade kaitseks tingimata kasutada kaitseprille.

Reaktsioon kulgeb väga tormiliselt.

Pärast jahtumist purustatakse tiigel (tavaliselt tiigel puruneb reaktsiooni käigus) ja eraldatakse kroomi koorik šlakist.

- ✓ Töö nr. 2. Metalse kroomi omadused.

Väikesele kroomi tükikesele lisatakse 1-2 ml lahjendatud soolhapet. Teostada analoogiline katse, kuid lahjendatud soolhappe asemel kasutada kontsentreeritud hapet.

Samal viisil uurida kroomi suhtumist ka väävel- ning lämmastikhappesse.

Kui reaktsioon külmalt ei toimu, siis kuumutatakse.  
Kirjutada reaktsiooni võrrandid.

Töö nr. 3. Kroom(II)ühendite saamine ja omadused.

Väikesele kroomitükikesele lisatakse 2-3 ml lahjendatud soolhapet. Reaktsioonil tekib  $\text{CrCl}_2$ . Lahus valatakse kiiresti teise katseklaasi, lisatakse leelise lahjendatud lahust esialgu tilkhaaval, pärast liias. Mis toimub?

Kas sade lahustub lahjendatud soolhappega?  
Kirjutada reaktsiooni võrrandid.

Töö nr. 4. Kroom(III)oksüüdi moodustumine.

✓ a. Väikesse portselantiiglisse kaalutakse ca 0,1g hästi peenendatud ja kuiva ammooniumdikromaati. Tiigel asetatakse kolmnurgale ja kuumutatakse põleti leegis. Kui algab soola lagunemine, siis eemaldatakse põleti. Reaktsioon kulgeb edasi reaktsioonis tekkiva soojuse mõjul.

Tekkinud aine kogutakse.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

— b. Väikses portselantiiglis segatakse 0,1g peenestatud kaaliumdikromaati 0,02g väävliga. Segu kuumutatakse põleti leegis. Kui segu süttib, siis eemaldatakse põleti. Peale peenestamist (uhmris) saadud massi töödeldakse veega. Mitmelahustuv osa eraldatakse tsentrifuugimisel. Kroom(III)-oksüüd kuivatatakse eksikaatoris kontsentreeritud väävelhappe kohal.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

✓ Töö nr. 5. Kroom(III)oksüüdi omadused.

Teha katseliselt kindlaks, kas  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  lahustub a) vees, b) happes (HCl), c) leelises (NaOH).

Kasutada teie poolt valmistatud kroom(III)oksüüdi (töö nr. 4).

✓ Töö nr. 6. Kroom(III)hüdrosüüdi saamine ja omadused.

1-2 ml tugevasti lahjendatud kaaliumkroommaarjase lahusele lisatakse lahjendatud leelise lahust kuni sademe tekkimiseni. Millise värvusega on sade?

Edasi lisada leelist sademe lahustumiseni.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

Lahust kuumutatakse keemiseni. Millised protsessid toimuvad?

Töö nr. 7. Kroom(III)soolade saamine ja omadused.

— a.  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  saadakse katses nr. 6 kirjeldatud viisil selle erinevusega, et nüüd kasutatakse ammooniumhüdrosüüdi. Sade eraldatakse lahusest tsentrifuugimisel ja lahustatakse soolhappes.

Millise värvusega on lahus?

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

— b. Mõni kristallike kroom(III)nitraati lahustatakse külmas vees. Milline on lahuse värvus? Lahust kuumutatakse keemiseni. Millest on tingitud lahuse värvuse muutus?

✓ c. Milline on kroom(III)nitraadi vesilahuse reaktsioon lakmuse suhtes? Anda selgitus ja kirjutada reaktsiooni võrrand.

✓ d. 1-2 ml kroom(III)nitraadi lahusele lisatakse ca 1-ml ammooniumsulfiidi lahust. Milline aine sadeneb? Kirjutada reaktsiooni võrrand.

2 ✓ Töö nr. 8. Kaaliumkroommaarjase valmistamine.

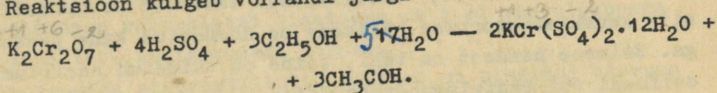
5g kaaliumdikromaati lahustatakse keeduklaasis 50 ml vees. Lahusele valatakse 1,5-kordne hulk kontsentreeritud väävelhapet (teoreetiliselt vajalikuga võrreldes). Segu jahutatakse toatemperatuurini. Jahutades klaasi vee ja jää segu lisatakse tilkhaaval alkoholi ning segatakse. Jälgida, et temperatuur ei tõuseks üle  $40^{\circ}\text{C}$ .

Alkoholi lisatakse reaktsiooni võrrandi järgi arvutatud

hulgast 30% rohkem.

Peale alkoholi lisamist jahutatakse segu ja jäetakse kristalliseeruma järgmise päevani. Kristallid eraldatakse vedelikust ja kuivatatakse filterpaberi vahel.

Reaktsioon kulgeb võrrandi järgi



— Töö nr. 9.  $CrCl_3 \cdot 6H_2O$  helerohelise isomeeri valmistamine.

Töö teostada tömbekapis.

10g kroom(VI)oksüüdi segatakse 40 ml kontsentreeritud soolhappega ja kuumutatakse portselankausis vesivannil umbes tund aega. Lahus aurutatakse kokku kloorvesiniku atmosfääris. Parem on lahusesse sisse juhtida kloorvesinikku.

Peale mõnetunnist seismist pestakse tardunud hallikasmust produkt vähese hulga jäätükke sisaldava veega ja lahustatakse võrdses kaalulises hulgas vees. Saadud lahust küllastatakse kloorvesinikuga. 4-5 tunni pärast eraldunud kristallid kuivatatakse eksikaatoris 1-2 päeva vältel kontsentreeritud vävelhappe kohal. Soolhappe jälgede eemaldamiseks pestakse kristalle atsetooniga.

Produkt kaalutakse ja arvutatakse saagise protsent. Millise võrrandi järgi kulgeb reaktsioon?

— Töö nr. 10. Veevaba kroom(III)kloriidi saamine.

Töö teostatakse tömbekapis.

Veevaba kroom(III)kloriidi saadakse kroom(III)oksüüdi kloreerimisel söe juuresolekul.

5g kroom(III)oksüüdi ja sama hulk tahma segatakse dekstriiniga. Viimase asemel võib kasutada ka želatiini või tärklist. Saadud massist valmistatakse 3-5 mm diameetriga kuulikesed. Kuulikesed esmalt kuivatatakse, asetatakse portselan-tiiglisse, kaetakse söe kihiga ja kuumutatakse tugevasti puhkpöletil.

Nüüd asetatakse kuulikesed portselanlaevukesse, viimane aga portselan- või kvartstorusse.

Koostatakse kloreerimise aparaat. See koosneb kloori saamise seadisest. Kloor juhitakse algul kuivatamiseks läbi kahe kontsentreeritud väävelhappega täidetud pesupudeli ja siis kuumutamistorusse. Viimane on ühendatud kahe pesupudeli-ga. Esimene nendest on tühi, teine on täidetud naatriumtio-sulfaadi või naatriumhüdrosüüdiga.

Mispärast on need pesupudelid vajalikud?

Enne kloreerimise algust tõrjutakse süsteemist süsihap-pegaasi abil õhk välja. Ka  $\text{CO}_2$  juhitakse algul gaasi kuiva-tamiseks läbi kahe kontsentreeritud väävelhappega täidetud pesupudeli. Siis juhitakse torusse kloori. Üheaegselt kloo-ri läbijuhtimisega kuumutatakse toru laevukese kohalt tempe-ratuurini  $1000-1050^\circ\text{C}$ .

Kroom(III)kloriid sublimeerub ja sadestub toru jahedas osas. Sealt eemaldatakse ta pärast süsteemi jahtumist klaas-pulga abil nõrgas kloori voolus.

Produkt kaalutakse.

Kuumutamine viiakse läbi puhkpõletitega või toruahjus.

✓ Töö nr. 11. Kroomhappe soolade saamine ja omadused.

✓ a. Kroom(III)ühendite oksüdeerumine kroom(VI)ühenditeks.

3-5 tilgale kaaliumkroommaarjase lahusele lisatak-se tilkhaaval kaaliumhüdrosüüdi lahust algul tekkiva sademe lahustumiseni. Saadud lahusele lisatakse 5-6 tilka broomvett. Segu kuumutatakse kuni lahuse värvus muutub kollaseks.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

b. Üleminek dikromaat  $\rightleftharpoons$  kromaat.

1-2 ml kaaliumdikromaadi lahusele lisatakse 3-5 tilka kaaliumhüdrosüüdi lahust. Esialgne oranž värvus muutub kollaseks.

Teises katseklaasis lisatakse 1-2 ml kaaliumkromaadi la-husele mõned tilgad lahjendatud väävelhapet. Kollane värvus muutub oranžiks. Millest on tingitud värvuse muutus?

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

c.  $K_2Cr_2O_7$  oksüdeerivad omadused.

Ühte katseklaasi valatakse ca 1 ml kaaliumjodiidi lahust, teise sama hulk naatriumsulfiiti lahust.

Mõlemasse katseklaasi lisatakse ca 1 ml väävelhappega hapustatud kaaliumdikromaadi lahust.

Soojendada ettevaatlikult. Millest on tingitud värvuse muutus?

Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

d. Raskesti lahustuvad kromaadid.

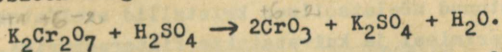
Kolme katseklaasi valatakse ca 1 ml kaaliumkromaadi lahust. Esimesse katseklaasi lisatakse veidi baariumkloriidi, teise pliatsetaadi, kolmandasse hõbenitraadi lahust.

Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

~~nr~~ Töö nr. 12. Kroom(VI)oksüüdi saamine ja omadused.

Lahustatakse 4g  $K_2Cr_2O_7$  12 ml vees. Lahus filtreeritakse portselankaussi. Tilklehtrist lisatakse peene joana teoreetilisest 8-10 korda suurem hulk kontsentreeritud väävelhapet. Sadeneb punane kroom(VI)oksüüd. Peale jahtumist eraldatakse sade lahusest filtreerimisel läbi asbest- või klaasvati.  $CrO_3$  kuivatatakse savitaldrikul, hiljem eksikaatoris kontsentreeritud väävelhappe kohal. Aine kaalutakse ja arvutatakse saagise protsent.

Reaktsioon kulgeb võrrandi järgi:



Portselantiigli kaanel mõnele  $CrO_3$  kristallikesele tilgutatakse pipetist 2-3 tilka etüülalkoholi. Alkohol süttib ja põleb. Üheaegselt moodustub roheline värvusega kroom(III)oksüüd ja on tunda atseetaldehüüdi lõhna.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

Uurida  $CrO_3$  vesilahuse reaktsiooni lakmusele. Tulemused.

— Töö nr. 13. Kromüülkloriidi valmistamine.

Töö teostatakse tõmbekapis.

a. Kuivas tsentrifuugiklaasis segatakse 0,05g keedusoola sama hulga kaaliumkromaadiga ja lisatakse mõni tilk kontsentreeritud väävelhapet. Klaas suletakse korgiga, mida läbib gaasi ärajuhtiv toru. Viimase teine ots asetatakse kuiva tsentrifuugiklaasi (kogujasse), mis asetseb lumest ja soolast valmistatud jahutussegus. Koguja suletakse vatitropiga.

Tsentrifuugiklaasi keedusoola, kaaliumdikromaadi ja väävelhappe segu kuumutatakse.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

b. Lahusele, mis sisaldab 2,5g kroom(VI)oksüüdi 8,5 ml-s kontsentreeritud soolhappes, lisatakse 1 milliliitriste portsjonide kaupa 5 ml jääga jahutatud kontsentreeritud väävelhapet. Segu valatakse jaotuslehtrisse. Umbes 20 minuti pärast eraldatakse alumine kiht klaaskorgiga pudelisse. See ongi reaktsioonil tekkinud kromüülkloriid.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

— Töö nr. 14.  $K[CrO_3Cl]$  valmistamine.

1g kaaliumkromaadi kohta võetakse 2,3g 25% soolhapet. Kuum soolhape lisatakse pulbristatud kaaliumkromaadile ja segatakse  $K_2CrO_4$  täieliku lahustumiseni. Kergelt kuumutatakse, sest tugeval kuumutamisel võib kroomhape taanduda.

Lahus jäetakse seisma järgmise päevani.

Moodustunud nõelataolised kristallid eraldatakse lahusest filtreerimisel ja kuivatatakse filterpaberiga.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

✓ Töö nr. 15. Kroomi peroksüühendid.

3-5 tilgale kaaliumdikromaadi lahusele lisada 3-4 tilka lahjendatud väävelhapet, 4-5 tilka eetrit ja 2-3 tilka vesinikperoksüüdi. Milline aine tekib? Mispärast on vajalik eetri lisamine?

Kirjutada reaktsiooni võrrandid.

# Reaktiivid ja töövahendid.<sup>1</sup>

## Töö nr. 1.

Tahked ained: alumiiniumipulber,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  
 $\text{BaO}_2$ , magneesiumilint.

Töövahendid: samott-tiigel, liivavann.

## Töö nr. 2.

Tahked ained: metalne kroom (tükikestena).

Lahused:  $\text{HCl}$  (2 N ja knts.),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (2 N ja knts.),  
 $\text{HNO}_3$  (2 N ja knts.).

## Töö nr. 3.

Tahked ained: metalne kroom (tükikestena).

Lahused:  $\text{HCl}$  (2 N),  $\text{NaOH}$  (10%).

## Töö nr. 4.

Tahked ained:  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , väävel,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

Töövahendid: väike portselantiigel, kolmnurk, uhmer ja  
uhmrinui, tsentrifuug, eksikaator knts.  
väävelhappega.

## Töö nr. 5.

Tahked ained:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Lahused:  $\text{HCl}$  (2 N ja knts.),  $\text{NaOH}$  (10% ja knts.).

## Töö nr. 6.

Lahused:  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$  (tugevasti lahjendatud),  $\text{NaOH}$  (10%).

## Töö nr. 7.

Tahked ained:  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ .

Lahused:  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$  (tugevasti lahjendatud),  $\text{NH}_4\text{OH}$  (28%),  
 $\text{HCl}$  (2 N),  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3^2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .

Töövahendid: tsentrifuug.

---

<sup>1</sup> Siin pole loetletud sellised tavalised töövahendid, nagu katseklaasid, keeduklaasid, põletid, statiivid jne.

<sup>2</sup> Kui kontsentratsiooni ei ole märgitud, siis kasutada laboratooriumis olevaid lahuseid.

Töö nr. 8.

Tahked ained:  $K_2Cr_2O_7$ .

Lahused:  $H_2SO_4$  (konts.), etüülalkohol (96%).

Töövahendid: termomeeter.

Töö nr. 9.

Tahked ained:  $CrO_3$ , NaCl.

Lahused: HCl(konts.),  $H_2SO_4$ (konts.), atsetoon.

Töövahendid: kloorvesiniku saamise seadis, eksikaator konts. väävelhappega, klaasfilter, imipudel.

Töö nr. 10.

Tahked ained:  $Cr_2O_3$ , tahm, dekstriin võiitärklis, söepulber,  $MnO_2$ .

Lahused: HCl (konts.).

Töövahendid: suurem portselantiigel, puhkpõleti, portselan- või kvartsetoru, Kippi aparaat süsihappegaasi saamiseks, kloori saamise seadis, kaks pesupudelit konts. väävelhappega, pesupudel naatriumtiosulfaadi- või naatriumhüdrosüüdiga, tühi pesupudel, portselanlaevuke.

Töö nr. 11.

Lahused:  $KCr(SO_4)_2$ , KOH (10%), broomvesi,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $K_2CrO_4$ ,  $H_2SO_4$  (2 N), KJ,  $Na_2SO_3$ ,  $H_2SO_4$  (2 N),  $BaCl_2$ ,  $Pb(CH_3COO)_2$ ,  $AgNO_3$ .

Töö nr. 12.

Tahked ained:  $K_2Cr_2O_7$ .

Lahused:  $H_2SO_4$ (konts.), etüülalkohol.

Töövahendid: tilklehter, asbestvatt (klaasvatt), savitaldrik, eksikaator konts. väävelhappega, portselanist tiigli kaas.

Töö nr. 13.

Tahked ained: NaCl,  $K_2Cr_2O_7$ .

Lahused:  $H_2SO_4$  (konts.), HCl (konts.).

Töövahendid: painutatud klaastoru, jaotuslehter, klaas-  
korgiga pudel või purk.

Töö nr. 14.

Tahked ained:  $K_2CrO_4$ .

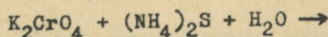
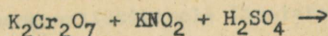
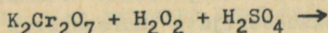
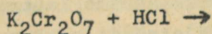
Lahused: HCl (konts.).

Töö nr. 15.

Lahused:  $K_2Cr_2O_7$ ,  $H_2SO_4$  (2 N), eeter,  $H_2O_2$  (30%).

Ülesanded.

1. Kirjutada kroomi aatomi elektronvalem.
2. Mispärast ei ole võimalik valmistada kroom(III)sulfiidi, kroom(III)nitraadi ja ammooniumsulfiidi lahuste reageerimisel? Kuidas saab valmistada kroom(III)sulfiidi?
3. Kus kasutatakse kroom(III)oksüüdi?
4. Kirjutada  $CrO_5$  struktuurvalem.
5. Kroom(III)kloriidi lahusele lisatakse kaaliumhüdroksüüdi lahust liias ja broomvett. Kirjutada reaktsiooni võrrandid.
6. Mida nimetatakse "kroomseguks" ja kus teda kasutatakse?
7. Lõpetada reaktsioonide võrrandid ja leida kordajad:



## II . M A N G A A N .

Mangaan (Mn) asetseb elementide perioodilisuse süsteemi VII rühmas, mangaani alarühmas. Mangaani välises elektronkihis on kaks elektroni. Mangaan esineb ühendites positiivselt kahe-, kolme-, nelja-, kuue- ja seitsmevalentsena.

Looduses leidub ühenditena. Tähtsamad on pürolusiit ( $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), hausmanniit ( $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ) ja brauniit ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ).

Kompaktsena kattub mangaan õhus õhukese oksüüdikihiga, mis kaitseb teda edasise oksüdatsiooni eest. Pulbriline mangaan on küllaltki reaktsioonivõimeline.

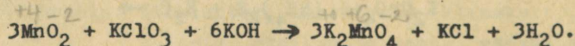
Suurem osa toodetud metalsest mangaanist kasutatakse sulamite valmistamisel.

Mangaan(II)oksüüd saadakse kaudselt. MnO on vees lahustumatu rohelise värvusega ühend. Reageerimisel hapetega tekitavad  $\text{Mn}^{++}$  soolad. Viimased on suuremalt osalt õrnroosa värvusega ja lahustuvad vees hästi. Mangaan(II)hüdroksüüd on aluselistel omadustega.

Mangaan(III)oksüüd on musta värvusega tahke aine. Pruunikasmust mangaan(III)hüdroksüüd on vees praktiliselt lahustumatu väga nõrk alus. Tema soolad on vähe püsivad ega oma olulist tähtsust.

Kõige stabiilsem oksüüd tavalistes tingimustes on musta värvusega vees lahustumatu  $\text{MnO}_2$ . Mangaan(IV)oksüüd ja tema hüdraadid on amfoteersed. Happelisele funktsioonile vastavaid soolasid nimetatakse manganitideks.  $\text{MnO}_2$  on oksüdeerivate omadustega. Seda asjaolu kasutatakse laboratoorses praktikas kloori saamisel. Mangaan(IV)oksüüdi kokkusulatatamisel leeliste tugevamate oksüdeerijate juuresolekul  $\text{Mn}^{4+}$  oksüdeerub  $\text{Mn}^{6+}$ .

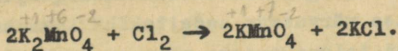
Näiteks:



Rohelise värvusega ühendit  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  nimetatakse kaaliummangaanaadiks. Manganaadid ( $\text{H}_2\text{MnO}_4$ -soolad) on püsivad vaid tugevalt leelises keskkonnas. Hapet, kui ka vastavat osa anhüd-

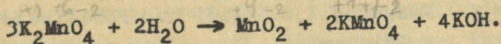
riidi ( $MnO_3$ ) ei ole vabana eraldatud.

Kõik  $Mn^{6+}$ -ühendid on tugevad oksüdeerijad. Tugevamate oksüdeerijate juuresolekul muutuvad manganaadid permanganaatideks.



Vastav hape ( $HMnO_4$ ) on tuntud vaid vesilahuses.  $MnO_4^-$  on violetse värvusega. Tuntuim sool -  $KMnO_4$ .

Permanganaadid on väga tugevad oksüdeerijad. Redutseerumisproduktiks happelises keskkonnas on  $Mn^{2+}$ -soolad, neutraalses keskkonnas  $MnO_2$ , aluselises keskkonnas tekivad algul manganaadid, mis hiljem lagunevad, näiteks:



#### P R A K T I L I S E D T Ö Ü D .

- Töö nr. 1. Metalse mangaani saamine aluminotermilisel meetodil.

Töö teostada tömbekapis.

Lähteainena metalse mangaani saamisel kasutatakse  $Mn_3O_4$ . Viimast saadakse mangaan(IV)oksüüdi kuumutamisel portselan-tiiglis temperatuuril  $1000-1100^\circ C$ .

Valmistatakse segu, mis koosneb  $10,4g Mn_3O_4$ ,  $2,8g$  alumiiniumtolmust ja  $1,8g$  kaltsiumoksüüdist. Komponendid segatakse hästi läbi ja puistatakse tiiglisse ning kaetakse süütesuga. (vt. Metalse kroomi saamine...).

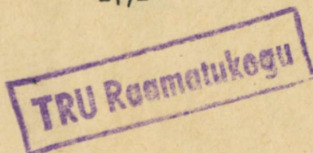
Segu süüdatakse. Silmas pidada ettevaatusabinõusid.

- Töö nr. 2. Metalse mangaani omadused.

Väikesele mangaanitükikesele lisatakse 1-2 ml lahjendatud soolhapet.

Teostada analoogiline katse, kuid lahjendatud soolhappe asemel kasutada kontsentreeritud hapet.

Uurida samal viisil mangaani suhtumist väävel- ning lämmastikhappesse.



Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

✓ Töö nr. 3. Mangaan(II)hüdrosüüdi saamine ja omadused.

1-2 ml Mn<sup>++</sup>-soola lahusele lisatakse lahjendatud leelise lahust. Millise värvusega sade tekib? Loksutada katseklaasi. Mispärast toimus sademe värvuse muutus? Kirjutada reaktsiooni võrrandid.

Mangaan(II)hüdrosüüdi sade saadakse uuesti. Sade jagatakse koos vedelikuga kahte katseklaasi. Ühele osale lisatakse juurde soolhapet, teisele leelise lahust liias. Kirjeldada tulemusi. Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

— Töö nr. 4. Mangaan(II)sulfiidi helerohelise isomeeri valmistamine.

Töö teostatakse tõmbekapis.

100 ml vees lahustatakse 10g mangaan(II)kloriidi. Lisatakse juurde umbes 0,1g kaaliumoksalaati ja kuumutatakse lahust keemiseni. Siis lisatakse ammoniumhüdrosüüdi ning kuumalt küllastatakse lahust väävelvesinikuga. Esialgu eraldub mangaan(II)sulfiidi roheline ja punase modifikatsioonide segu. Edasisel kuumutamisel muutub punane modifikatsioon püsivamaks roheliseks modifikatsiooniks.

Väevli eraldamiseks keedetakse saadud produkti kolm korda värskelt valmistatud värvusetu ammoniumsulfiidiga.

Filtreeritakse, pestakse väävelvesiniku veega, siis etüülalkoholiga ja lõpuks eetriga. Kuivatatakse eksikaatoris kontsentreeritud väävelhappe kohal.

— Töö nr. 5. MnSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O valmistamine.

Töö teostatakse tõmbekapis.

25g hästi peenestatud pürolusiiti segatakse 25g 50% väävelhappega, kuumutatakse temperatuurini 300°C ja lisatakse veel 12,5g väävelhapet. Segatakse ja kuumutatakse 750°C-ni.

Saadud mass valatakse 50 ml vette. Kuumutatakse (kogu aeg segada!) umbes pool tundi. Lastakse seista, dekanteeritakse destilleeritud veega seni, kuni kõik mangaan(II)sul-

faat on välja pestud.

Lahused ühendatakse, kuumutatakse ja küllastatakse vase eraldamiseks väävelvesinikuga. Filtreeritakse, filtraati hapustatakse lahjendatud väävelhappega ja lahust aurutatakse kuni erikaaluni 1,48 - 1,54.

Lahusel lastakse jahedas kohas seista üks ööpäev. Kristallid eraldatakse filtreerimisel Büchneri letriga ja pestakse külma destilleeritud veega.

✓ Töö nr. 6. Kaaliummanganaadi saamine ja omadused.

Kuiva katseklaasi asetatakse 4-5 kaaliumkloraadi kristallikest ja herneterasuurune tükike kaaliumhüdrosüüdi. Segu kuumutatakse sulamiseni. Siis visatakse katseklaasi 2-3 mangaan(IV)oksüüdi väikest tükikest ja kuumutatakse veel 3-5 minutit. Tekib rohelise värvusega suland.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

Kahte katseklaasi tilgutatakse 3-5 tilka kaaliummanganaadi lahust. Esimesse katseklaasi lisatakse 1-2 tilka lahjendatud väävelhapet. Nüüd lisatakse mõlemasse katseklaasi 2-3 naatriumsulfiti kristallikest ja kuumutatakse kergelt.

Esimeses katseklaasis muutub lahus värvusetuks, teises tekib sade. Mispärast?

Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

✓ Töö nr. 7. Kaaliumpermanganaadi saamine.

Osale eelmises katses saadud kaaliummanganaadi lahusele lisatakse mõni tilk kloorvett. Lahuse värvus muutub violetseks.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

✓ Töö nr. 8. Kaaliumpermanganaadi omadused.

Igasse kolmest katseklaasist valatakse 3-5 tilka  $KMnO_4$  lahust. Nüüd lisatakse esimesse katseklaasi 2-3 tilka lahjendatud väävelhapet, teise destilleeritud vett, kolmandasse kaaliumhüdrosüüdi lahust.

Lõpuks lisatakse igasse katseklaasi tilkhaaval naatrium-sulfiti lahust. Jälgida kaitseklaasis oleva lahuse värvuse muutust.

Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

Töö nr. 9. Kaaliumpermanganaadi lagunemine kuumutamisel.

Raskesti sulavast klaasist katseklaasi asetatakse 4-5 kaaliumpermanganaadi kristallikest. Katseklaasi kuumutatakse tugevasti. Milline gaas eraldub?

Kuumutamist teostatakse kuni kogu  $\text{KMnO}_4$  on lagunenu. Pärast jahtumist töödeldakse jääki veega. Millise värvusega on tekkinud lahus?

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

Töö nr. 10. Mangaan(VII)oksüüdi saamine ja omadused.

Mõnele portselantiiglis olevale kaaliumpermanganaadi kristallikesele lisatakse pipetist 2-3 tilka kontsentreeritud väävelhapet. Toimub tormiline reaktsioon. Tekkiv  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  laguneb kohe ja moodustuv pruun  $\text{MnO}_2$  lendab helvestena laiali.

Reaktiivid ja töövahendid.

Töö nr. 1.

Tahked ained: alumiiniumipulber,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}_2$ , magneesiumilint.

Töövahendid: portselantiigel, puhkpõlet, liivavann.

Töö nr. 2.

Tahked ained: metalne mangaan (tükikestena).

Lahused:  $\text{HCl}$  (2 N ja kots.),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (2 N ja kots.),  $\text{HNO}_3$  (2 N ja kots.).

Töö nr. 3.

Lahused:  $\text{MnSO}_4$  või  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$  (10%),  $\text{HCl}$  (2 N).

Töö nr. 4.

Tahked ained:  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .

Lahused:  $\text{NH}_4\text{OH}$  (28%), värskelt valmistatud värvusetu  
 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , etüülalkohol, eeter,  $\text{H}_2\text{S}$ -vesi.

Töövahendid: Kippi aparaat väävelvesiniku saamiseks,  
eksikaator kontsentreeritud väävelhappega,  
Büchneri lehter, imipudel.

Töö nr. 5.

Tahked ained:  $\text{MnO}_2$ .

Lahused:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (50%),  $\text{BaCl}_2$ .

Töövahendid: uhmer ja uhmrinui, termomeeter, termopaar,  
Kippi aparaat väävelvesiniku saamiseks,  
Büchneri lehter, imipudel, vesivann.

Töö nr. 6.

Tahked ained:  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

Lahused:  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (2 N).

Töö nr. 7.

Lahused:  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ , kloorvesi.

Töö nr. 8.

Lahused:  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (2 N),  $\text{KOH}$  (10%),  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

Töö nr. 9.

Tahked ained:  $\text{KMnO}_4$ .

Töövahendid: raskesti sulavast klaasist katseklaas.

Töö nr. 10.

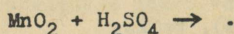
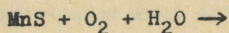
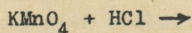
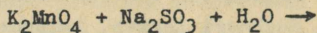
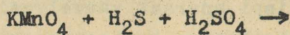
Tahked ained:  $\text{KMnO}_4$ .

Lahused:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.).

Ülesanded.

1. Kirjutada mangaani elektronvalem.

2. Kuidas kasutatakse kaaliumpermanganaati?
3. Kuidas võib saada mangaannitraati?
4. Millise ühendina võib vaadelda  $Mn_3O_4$ ?
5. Lõpetada reaktsioonide võrrandid ja leida kordajad.



### III . R A U D .

Raud (Fe), koobalt (Co) ja nikkel (Ni) asetsevad elementide perioodilisuse süsteemi VIII rühmas, kus moodustavad ühe triaadi - raua triaadi. Nende elementide välises elektronkihis on 2 elektroni, eelviimases vastavalt 14, 15 ja 16 elektroni. Ühendites esinevad peamiselt positiivselt kahe- ja kolmevalentsetena. Raual on tüüpiline valents III, seevastu koobaltil, eriti aga niklil II.

Looduses esinevad need elemendid peamiselt ühenditena. Suurem osa maakera ülemistes kihtides sisalduvast rauast esineb hapnikuühenditena. Nendest on tähtsamad:

- a) punane rauamaak -  $Fe_2O_3$ ,
- b) magnetrauamaak (magnetiit) -  $Fe_3O_4$ ,
- c) pruun rauamaak -  $Fe_2O_3 \cdot 2Fe(OH)_3$ .

Rauda leidub looduses veel sideriidina ( $FeCO_3$ ) ja püriidina ( $FeS_2$ ). NSV Liidu rikkalikumad rauamaagi leiukohad on Uraalis, Krivoi-Rogis, Kertsis jm. Rauavarude poolest on NSVL

maailmas esikohal.

Metallne raud on hallika värvusega metall. Erikaal 7,8. Kui vas õhus süsihappegaasi puudumisel säilib üsna hästi. Niiskuse, süsihappegaasi ja mõningate elektrolüütide juuresolekul korrodeerub kergesti. Moodustuv rooste koosneb peamiselt Fe(III)oksüüdi hüdraadist.

Hapete suhtes ei ole raud kuigi vastupidav, väljaarvatud kontsentreeritud väävelhape ja lämmastikhape.

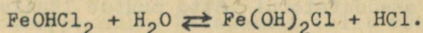
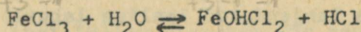
Raud(II)oksüüd on musta värvusega, vees ja leelistes lahustumatu ühend. Lahustub hästi hapetes. Valge raud(II)-hüdrosüüd on aluseliste omadustega. Õhus seismisel oksüdeerub väga kergesti. Seetõttu on puhast Fe(OH)<sub>2</sub> äärmiselt raske valmistada, kohe tekivad mitmesugused üleminekuvormid, mis on määratud pruuni värvusega. Fe<sup>2+</sup> ioon on helesinise värvusega. Sooladest on tähtsamad FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O - rauavitriol ja FeSO<sub>4</sub>·(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O - Mohri sool.

FeS on musta värvusega, lahustub lahjendatud soolhappes.

Fe(III)oksüüd on punakaspruuni värvusega. Vees ei lahustu.

Fe(III)hüdrosüüdil on peale aluseliste omaduste ka nõrgad happelised omadused. Värskest valmistatud Fe(OH)<sub>3</sub> lahustub kuumades kontsentreeritud leeliste lahustes. Happelisele funktsioonile (happele HFeO<sub>2</sub>) vastavaid soolasid nimetatakse ferrititeks.

Fe<sup>3+</sup>ioon on värvusetu. Raud(III)soolade vesilahuste kollane värvus on tingitud hüdrolüüsist.



Kõrgemal temperatuuril võib raud(III)kloriidist valmistada Fe(OH)<sub>3</sub> kolloidlahuse.

Kuuevalentsed raua ühendid saadakse erilistes tingimustes. On tuntud ferraadid - H<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub> soolad. Praktilist tähtsust neil ei ole. On tugevate oksüdeerivate omadustega ja

lagunevad kergesti.

Raud moodustab palju kompleksühendeid, näiteks kollane veresool -  $K_4 [Fe(CN)_6]$ , punane veresool -  $K_3 [Fe(CN)_6]$  jt.

## P R A K T I L I S E D T Ö Ö D .

### Töö nr. 1. Metalse raua omadused.

Väikesele rauatükikesele lisatakse 1-2 ml lahjendatud soolhapet. Teises katseklaasis lisatakse rauatükikesele kontsentreeritud soolhapet. Teostada katse ka väävel- ning lämmastikhaptega.

Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

### Töö nr. 2. Raua korrosioon kontaktis tsingi ja tinaga.

Kirjaklambri vahele paigutatakse tükike metalset tsinki, teise klambri vahele tükike tina. Klambriid koos metalliga asetatakse erinevatesse katseklaasidesse. Mõlemasse katseklaasi valatakse niipalju destilleeritud vett, et klambriid oleksid üleni vees, lisatakse 2-3 tilka lahjendatud väävelhapet ja sama arv tilku punast veresoola. Lahuseid segatakse klaaspulgaga.

Mõne aja pärast tekib ühes katseklaasis sinine värvus. Millest on see tingitud?

Selgitada nähtust.

### Töö nr. 3. Raud(II)hüdrosüüdi saamine ja omadused.

3-5 tilgale värskelt valmistatud rauavitrioli lahusele lisatakse 1-2 tilka lahjendatud leelise lahust. Sadestub valge  $Fe(OH)_2$ , mis oksüdatsiooni tõttu muutub lõpuks punakaspruuniks.

Kirjutada raud(II)hüdrosüüdi saamise ja oksüdatsiooni-reaktsiooni võrrandid.

Rauavitrioli lahust on otstarbekas valmistada kohe enne katset. Selleks keeta mõne tilga lahjendatud väävelhaptega väike hulk hapustatud destilleeritud vett. Selles vees lahuse-

tada mõned rauavitrioli kristallikesed. Hoiduda loksutamisest! Teises katseklaasis keeta naatriumaluse lahust.

Selliselte valmistatud reaktiividega viiaksegi läbi katse.

Teostada analoogiline katse, kasutades laboratooriumis olevat rauavitrioli lahust. Võrrelda tulemusi.

Uurida raud(II)hüdrosüüdi lahustuvust soolhappes ja leelise liias.

Töö nr. 4. Raud(II)soolade reaktsioonid väävelvesiniku ja ammooniumsulfiidiga.

Kahte katseklaasi valatakse 1-2 ml rauavitrioli lahust. Esimesse katseklaasi juhitakse gaasilist väävelvesinikku, teise lisatakse 1-2 ml ammooniumsulfiidi lahust.

Kirjeldada katse tulemusi.

Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

Töö nr. 5. Raud(II)ühendite taandavad omadused.

Kolme katseklaasi valatakse 1-2 ml rauavitrioli lahust. Lahust hapustatakse mõne tilga lahjendatud väävelhappesega. Esimesse katseklaasi lisatakse 2-3 tilka broomvett, teise kaaliumdikromaadi lahust, kolmandasse kaaliumpermanganaadi lahust.

Mis toimub?

Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

Töö nr. 6.  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  valmistamine.

Töö teostada tõmbekapis.

Soolhappes ( $e=1,18$ ) lahustatakse 25g raualaaste. Arvutada vajalik soolhappe hulk. Raualaaste tuleb võtta liias, et vältida raud(II)kloriidi oksüdeerumist.

Kui reaktsioon on lõppenud, siis kuumutatakse segu keemiseni ja filtreeritakse portselankaussi. Viimane on eelnevalt määrastatud kontsentreeritud soolhappesega. Et vältida oksüdeerumist, tuleb kuumutamine ja filtreerimine läbi viia süsihappesgaasi atmosfääris. Filtraat aurutatakse kokku port-

selankausis vesivannil kristallisatsioonil alguseni. Operatsioon viiakse läbi süsihappegaasi atmosfääris. Selleks asetatakse portselankausi kohale tagurpidi pööratud lehter, mis on kummivooliku abil ühendatud Kippi aparaadi kraaniga.

Eraldunud kristallid kuivatatakse algul filterpaberi tükikeste vahel, edasi 30°C temperatuuril süsihappegaasi atmosfääris.

Kaaluda produkt ja arvutada saagise protsent.

#### Töö nr. 7. FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O valmistamine.

Töö teostada tömbekapis.

20-protsendilise väävelhappega töödeldakse 25g raualaaste. Kuumutatakse kuni rauda enam ei lahustu. Segu kuumutatakse keemiseni ja saadud lahus filtritakse portselankaussi. Viimane on eelnevalt märjastatud väävelhappega. Lahus jäetakse seisma toatemperatuuril. Järgmisel päeval eraldatakse kristallid filtreerimise teel Büchneri lehtriga emalahusest, pestakse algul veega, siis etüülalkoholiga. Kristallid kuivatatakse filterpaberi vahel.

Aine kaaluda ja arvutada saagise protsent.

#### Töö nr. 8. Mohri soola valmistamine.

Kaalutakse 5g ammooniumsulfaati ja sellega ekvivalentne hulk raud(II)sulfaati. Mõlemad ained peenestatakse ja lahustatakse eraldi. Valmistatakse mõlema komponendi küllastatud lahus temperatuuril 70°C.<sup>1</sup>

Lahused peavad olema täiesti läbipaistvad. Vajaduse korral tuleb filtreerida.

Lahused hapustatakse väävelhappega. Kuumutatakse temperatuurini 70°C ja valatakse kokku. Kogu aeg hoolikalt segada! Jäetakse seisma 2 tunniks.

Saadud kristallid eraldada lahusest filtreerimisel Büchneri lehtriga, pestakse väikese hulga külma veega, kuivatatakse filterpaberi abil ja kaalutakse.

Arvutada saagise protsent.

---

<sup>1</sup> Temperatuuril 70°C lahustub 266g FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 100g vees ja 89,6g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100g vees.

Töö nr. 9. Raud(III)hüdrosüüdi saamine ja omadused.

2-3 ml raud(III)kloriidi lahusele lisatakse 1-2 ml naatriumhüdrosüüdi lahust. Moodustuv punakaspruun sade koos lahusega jagatakse kahte ossa. Esimesele osale lisatakse lahjendatud soolhapet, teisele kuuma kontsentreeritud leelise lahust.

Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

Töö nr. 10. Raud(III)ühendite oksüdeerivad omadused.

Kahte katseklaasi valatakse 2-3 ml raud(III)kloriidi lahust. Esimesele lisatakse 1-2 ml väävelvesiniku vett, teisele kaaliumjodiidi lahust.

Mis toimub?

Kirjutada reaktsioonide võrrandid.

Töö nr. 11. Raud(III)soolade hüdroolüüs.

a. Paar raud(III)kloriidi kristallikest lahustatakse 1-2 ml destilleeritud vees.

Milline on saadud lahuse reaktsioon lakmuse suhtes?

Kirjutada raud(III)kloriidi hüdroolüüsireaktsiooni võrrand!

b. Raud(III)kloriidi lahusele lisatakse mõni tilk kontsentreeritud soolhapet. Mispärast muutub lahuse värvus?

c. 1-2 ml raud(III)kloriidi lahusele lisatakse 1-2 ml naatriumkarbonaadi lahust.

Milline aine sadeneb, milline gaas eraldub?

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

Töö nr. 12. Raud(III)sulfaadi teke.

1-2 ml rauavitrioli lahusele lisatakse 1 ml kontsentreeritud väävelhapet ja 1-2 ml kontsentreeritud lämmastikhapet.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

Töö nr. 13. Veevaba raud(III)kloriidi valmistamine.

Würtzi kolbi asetatakse 10g 6-7 cm pikkusi õhukesti rau-

laaste. Kolvi kael suletakse korgiga, mida läbib võimalikult lai klaastoru. Toru ots peab ulatuma raualaastude kihini. Kolb mähitakse asbestriidesse, asetatakse liivavannile ja kuumutatakse. Kolvi külgtoru ühendatakse kahe pesupudelig. Esimene neist on tühi, teine täidetud  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  või  $\text{NaOH}$  lahusega. Kõigepealt täidetakse kolb süsihappegaasiga. Niiskuse kõrvaldamiseks juhitakse  $\text{CO}_2$  läbi kahe kontsentreeritud väävelhappega täidetud pesupudeli.

Siis alustatakse kloori läbijuhtimist. Ka kloor juhitakse enne läbi kontsentreeritud väävelhappega täidetud pesupudeli.

Umbes ühe tunni pärast katkestatakse kuumutamine ja kloori läbijuhtimine. Kui süsihappegaasiga tõrjutakse kolvist kloor välja.

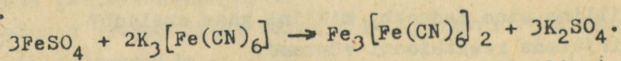
Produkti kättesaamiseks tuleb kolb purustada läikpaberile ning eraldada  $\text{FeCl}_3$  klaasikildudest ja reageerimata raudast.

Aine säilitatakse klaaskorgiga pudelis või purgis.

#### Töö nr. 14. Rauda kompleksühendid.

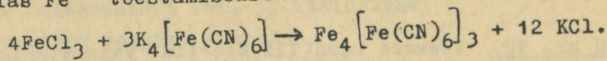
a. 2-3 tilgale värskelt valmistatud rauavitrioli lahusele lisatakse 2-3 tilka punase veresoola lahust. Katseklaasi sisu lahjendatakse destilleeritud veega kolme milliliitriini.

Tekkinud sinist ühendit nimetatakse Turnbulli siniseks. Reaktsiooni kasutatakse analüütilises keemias  $\text{Fe}^{2+}$  tõestamiseks.



b. 2-3 tilgale raud(III)kloriidi lahusele lisatakse sama arv tilku kollase veresoola lahust. Lahjendatakse kolme milliliitriini.

Tekkinud sinist ühendit nimetatakse berliini (ka parisi, viini) siniseks. Reaktsiooni kasutatakse analüütilises keemias  $\text{Fe}^{3+}$  tõestamiseks.



Töö nr. 15.  $K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$  valmistamine.

17,5g raud(II)sulfaati lahustatakse 50 ml vees, kuumutatakse keemiseni ning lisatakse väikeste portsjonite kaupa 6-8 ml kontsentreeritud lämmastikhapet.  $HNO_3$  lisamine tuleb läbi viia tõmbekapis, kuna eralduvad mürgised lämmastiku oksüüdid. Oksüdatsiooni täielikkust kontrollitakse punase vesesoola abil.

Kui  $Fe^{2+}$  on täielikult oksüdeerunud, siis lahjendatakse lahus 1 liitrini ja lisatakse ammooniumhüdroksüüdi liig (kuni tekib nõrk ammoniaagi lõhn).

Eraldunud raud(III)hüdroksüüdi pestakse 5-6 korda dekanteerimise teel destilleeritud veega, kuni pesuvesi enam ei lõhna ammoniaagi järele. Filtreeritakse läbi kurdfiltril, pestakse kuuma veega seni, kuni pecuveest enam ei saa töestada  $SO_4^{2-}$  (proov baariumkloriidiga).

Niiske  $Fe(OH)_3$  lisatakse portsjonite kaupa 35-40°C kuumutatud kaaliumbioksalaadi ( $KHC_2O_4$ ) lahusesse seni, kuni ta veel lahustub.  $KHC_2O_4$  lahuse valmistamiseks kaalutakse 22g kaaliumbioksalaati ja lahustatakse 50 ml vees.

$Fe(OH)_3$  hüdrogeeli lahustamine ja kõik järgnevad operatsioonid tuleb teostada pimedas või punase tule valgusel, sest moodustuv aine (samuti ka  $KHC_2O_4$ ) on valgustundlik.

Saadud lahus filtreeritakse ja filtraat aurustatakse kokku kristallisatsiooni alguseni ja seejärel jahutatakse. Eraldunud kristallid filtreeritakse Büchneri lehtlil, pestakse algul veega, siis etüülalkoholiga. Kuivatatakse musta paberiga kaetud eksikaatoris.

Säilitatakse tumedas pudelis või musta paberiga kaetud nõus.

Töö nr. 16. Ferraadid.

Töö teostada tõmbekapis.

Katseklaasi, milles on mõni väike tükike karbonaadi- või kaaliumhüdroksüüdi, lisatakse 3-5 tilka raud(III)kloriidilahust ning 2-3 tilka broomi. Segu soojendatakse gaasipõletil.

Katseklaasi sisu värvub punakasvioletseks kaaliumferraa-  
di tekke tõttu.

Kirjutada reaktsiooni võrrand.

Reaktiivid ja töövahendid.

Töö nr. 1.

Tahked ained: metalne raud (laastud).

Lahused: HCl (2 N ja konts.), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2 N ja konts.), HNO<sub>3</sub> (2 N  
ja konts.).

Töö nr. 2.

Tahked ained: metalne tsink, metalne tina.

Lahused: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2 N), K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>].

Töövahendid: kirjaklambrid.

Töö nr. 3.

Tahked ained: FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O.

Lahused: NaOH (10%), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2 N), FeSO<sub>4</sub>.

Töö nr. 4.

Lahused: FeSO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S.

Töövahendid: Kippi aparaat väävelvesiniku saamiseks.

Töö nr. 5.

Lahused: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2 N), FeSO<sub>4</sub>, broomvesi, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, KMnO<sub>4</sub>.

Töö nr. 6.

Tahked ained: metalne raud (laastud).

Lahused: HCl (konts.).

Töövahendid: suur portselankauss, Kippi aparaat süsihappe-  
gaasi saamiseks, vesivann.

Töö nr. 7.

Tahked ained: metalne raud (laastud).

Lahused:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (20%), etüülalkohol (96%).

Töövahendid: suur portselankauss.

Töö nr. 8.

Tahked ained:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

Lahused:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (2 N).

Töövahendid: uhmer ja uhmrinui, termomeeter, Büchneri lehter, imipudel.

Töö nr. 9.

Lahused:  $\text{FeCl}_3$ , NaOH (10% ja konts.), HCl (2 N).

Töö nr. 10.

Lahused:  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ -vesi, KJ.

Töö nr. 11.

Tahked ained:  $\text{FeCl}_3$ .

Lahused:  $\text{FeCl}_3$ , HCl (konts.),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Töö nr. 12.

Lahused:  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.),  $\text{HNO}_3$  (konts.).

Töö nr. 13.

Tahked ained: metalne raud (laastud),  $\text{MnO}_2$ .

Lahused: HCl (konts.).

Töövahendid: Würtzi kolb, liivavann, Kippi aparaat süsihappegaasi saamiseks, seade kloori saamiseks, 2 pesupudelit konts. väävelhappega, tühi pesupudel, pesupudel NaOH või  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ga, läikpaber, vasar.

Töö nr. 14.

Lahused:  $\text{FeSO}_4$  (värskelt valmistatud),  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

Töö nr. 15.

Tahked ained:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

Lahused:  $\text{HNO}_3$  (konts.),  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  (28%),  $\text{BaCl}_2$ ,  
 $\text{KHC}_2\text{O}_4$ , vesivann, Büchneri lehter, imipudel, ekssi-  
kaator, tumedast klaasist pudel.

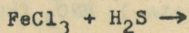
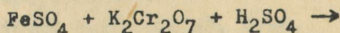
Töö nr. 16.

Tahked ained:  $\text{KOH}$ .

Lahused:  $\text{FeCl}_3$ , broom.

### Ülesanded.

1. Kirjutada raua aatomi elektronvalem.
2. Milliseid ühendeid nimetatakse ferraatideks?
3. Mispärast on  $\text{FeCl}_3$  lahus kollakaspruuni värvusega?
4. Kuidas kaitstakse metallet raua korrosiooni eest?
5. Kuidas saab tõestada kolmevalentset raua?
6. Millise ühendina võib vaadelda  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ?
7. Lõpetada reaktsioonide võrrandid ja leida kordajad.



K I R J A N D U S .

1. Релу, Н., Lehrbuch der anorganischen Chemie , Band II, Leipzig 1959.
2. Каряпин Ю.В., Чистые химические реактивы , ОНТИ, Ленинград, 1936.
3. Ключников Н.Г., Руководство по неорганическому синтезу , Госхимиздат, Москва-Ленинград, 1953.
4. Некрасов Б.В., Курс общей химии , Госхимиздат, Москва, 1955.
5. Немкова О.Г., Бурова Е.И. и др., Руководство к практическим занятиям по неорганической химии , Изд. МГУ, 1959.
6. Руководство по препаративной неорганической химии под редакцией Г. Врауера. Изд. ИЛ Москва, 1956.

## SISUKORD.

E E S S Õ N A . . . . .	lk.
I. K R O O M . . . . .	4
Praktilised tööd . . . . .	6
II. M A N G A A N . . . . .	.16
Praktilised tööd . . . . .	.17
III. R A U D . . . . .	.22
Praktilised tööd . . . . .	.24
K I R J A N D U S . . . . .	.33







Hind 6 kop.

A  
23691

4786747

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00478674 7