

A MINŐSÉGI CHEMIAI ANALIZIS MÓDSZEREI.

IRTA

DR. SCHEITZ PÁL

MŰEGYETEMI ADJUNKTUS.

A MAGYAR CHEMIAI FOLYÓIRAT XVI. ÉVFOLYAMÁNAK
MELLÉKLETE.

13 ÁBRÁVAL ÉS EGY SZÍNKÉP TÁBLÁVAL.



BUDAPEST.

A KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT KIADÁSA.

(Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16.)

1911.

A MINŐSÉGI CHEMIAI
ANALÍZIS MÓDSZEREI

DR. GYÖRGI MÁTYÁS

ELŐSZÓ.

A magyar chemiai irodalom a „Természettudományi Társulat“ páratlan áldozatkészsége folytán az utóbbi években oly rohamosan fejlődött, hogy ma már majdnem teljes magyar chemiai szakkönyvtárral rendelkezünk.

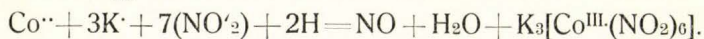
A chemia egyes ágai közül azonban a minőségi chemiai analízist irodalmunkban csak kisebb terjedelmű munkák tárgyalják és így az analitikai chemiával tüzetesebben foglalkozók a külföldi irodalomra vannak utalva. Ezen a hiányon akartam segíteni és sok évi laboratoriumi tapasztalat indított arra, hogy a chemiai analízis módszereit és mai állását részletelesebb munkában állítsam össze.

A chemiai analízis az utóbbi években sokat fejlődött és fejlődését első sorban is néhány kémszernek köszöni, melyek új irányba terelték. Ilyen kémszerek pl. a hydroxylaminchlorhydrát, hydrazinsulfát, hydrazinchlorid, hydrogénperoxyd stb. Ezeket a készítményeket rég ismerik ugyan, minthogy azonban megszerzésök nehéz volt, hatásaikat is csak néhány év óta tanulmányozták.

A munka beosztása a következő: Rövid bevezetés után a chemiai hatásokat, a cserebomlást, az oxidációt és a redukciót ismertetem részletesen, számos példával és lehetőleg sokféle eshetőségre kiterjeszkedve. A hydrolites bomlás szintén a chemiai hatások közé tartozik, ezt azonban czélszerűbbnek láttam rövid elméleti fejtegetés után, külön fejezetben tárgyalni.

Az ionelmélet alapján a chemiai analízis számos reakcióját kielégítően magyarázhatjuk; ezért az ionelméletnek idetartozó fejezeteit röviden leírtam. Munkámban azonban az ionegyenleteket teljesen mellőztem, mert az ionegyenletek egymagokban nem adnak hű képet a reakció lefolyásáról; például a $Mn^{..} + 2(OH') = Mn(OH)_2$ és $Mn^{..} + 2(OH') \rightleftharpoons Mn(OH)_2$

egyenletekből nem tűnik ki, hogy az első esetben miért válik le tökéletesen a mangánhydroxid és hogy a második esetben miért megfordítható a reakció. Az ionegyenletek gyakran bonyolultak; például a 121-ik oldalon leírt reakciót a kobaltnitrát és káliumnitrit között, salétromsav jelenlétében ionegyenlettel a következő módon kell felírunk:



A mint e két esetből is kitűnik, az ionegyenletek csak akkor tanulmányosak, ha párhuzamosan, mind a két rendszerű egyenlettel fejezzük ki a reakciót. Ez a kettős írásmód azonban sokszorosán túllépte volna azt a keretet, mely munkám terjedelmét megszabta. Az egyenletek felírásánál tehát megmaradtam a még ma is általánosan használt írásmód mellett, mert fontos, hogy a kezdő a reakciónál keletkező melléktermékekről is tudomást szerezzon. Minthogy az ionegyenletek felírásának módját, az ionreakció fejezetében leírtam, az ionreakció felírása legtöbb esetben nehézséget okozni nem fog.

A kationok és anionok reakcióinál lehetőleg az összes könnyen elvégezhető reakciókat leírtam és hogy az áttekintést megkönnyítsem, a jellemző és fontos reakciókat csillaggal jelöltem. A legtöbb elemnél a fontosabb reakciók érzékenységet is megállapítottam.

A kationok beosztásánál azt a sorrendet követtem, a mely sorrendben őket az elemzés menetében elválasztjuk. A kationok reakcióinak tárgyalása után a kation elválasztását is leírtam, hogy ilyen módon alkalma legyen a kezdőnek az ugyanazon osztályba tartozó kationok elválasztását a különböző módszerek szerint már akkor megismerni, a mikor a kationok reakcióira még élénken emlékszik.

A kationok elválasztásánál kiterjeszkedtem az összes használható módszerekre. Felvettem a második osztály kationjainak elválasztásánál a Knoevenagel és Ebler hydroxylaminchlorhydrátos eljárását is, mely nemcsak pontos, de megbízható is. Továbbá a Wortmann-féle eljárást, mely sikeresen oldja meg a hidrogénsulfid kiküszöbölését. A harmadik osztály kationjainak elválasztásánál a kevésbbé ismert hidrogénperoxidos eljárásra is kiterjeszkedtem, mely pontosság tekintetében az összes módszereket felülmulja. A negyedik és ötödik osztály kationjainak kimutatása a kezdőnek a legtöbb nehézséget okozza, ezért ezen két osztályt részletesen tárgyaltam és lehetőleg minden eshetőségre figyelemmel voltam.

A savakat négy csoportba osztottam be; az első csoportba tartoznak a báriumchloriddal leválasztható savak, a második csoportba tartoznak azok a savak, melyek csak ezüstnitráttal válnak le, a harmadik csoportba tartoznak azok, a melyek se báriumchloriddal, se ezüstnitráttal nem válnak le; a negyedik osztályba a ritkábban előforduló tűzálló savak tartoznak.

Az analitikai műveletekre (szűrés, párologtatás, lecsapás stb.) nem terjeszkedtem ki, mert ezeknek gyakorlati elsajátítására a laboratóriumban bőségesen kínálkozik alkalom. A száraz úton végzendő elővizsgálat módszereit szintén mellőztem. Az előzetes vizsgálat ugyanis, ha az anyag egynemű, szépen sikerül száraz úton is, míg ellenben keverékeknél még gyakorlott analitikus is nehezen igazolódik el a sokféle szín, verődék és szálladék között. Még bonyolultabbak a forrasztócsővel végzett elővizsgálati kísérletek, a hol fémgolyócskát kell előállítani és megvizsgálni, hogy nyújtható-e vagy nem, továbbá oxidálható-e vagy nem; azonkívül a különböző színekre is tekintettel kell lennünk. A viszonyok a keverékeknél annyira megváltoznak, hogy helyes következtetést az észlelésből alig lehet vonni. Az eljárás különben is annyira hosszadalmas, hogy az elővizsgálatra fordított idő alatt majdnem az egész elemzés elvégezhető nedves úton is. A használható száraz elemzési eljárásokat azonban egyes esetekben leírtam. A savak felkeresésénél az elővizsgálatra is kiterjeszkedtem, mert az ott szerzett tapasztalatok nagyban támogathatják a savaknak amugy is nehézkes felkeresését.

A kémszerek készítését tárgyaló fejezetbe egy téves adat csúszott be, melyet kötelességem helyreigazítani: Az a gondolat, hogy a kémszereket ne tetszőleges töménységűre, hanem a stöchiometriai viszonyoknak megfelelően készítsük, nem Blochmann-tól ered; néhai Than Károly ugyanis már a „Magyar Gyógyszerkönyv“-nek 1888-ban megjelent II-ik kiadásában előírja, hogy a kémszereket ötször és egyszer normális töménységűre készítsük.

E munkát a *M. kir. József-műegyetem általános-chemiai laboratóriumában* folyó tanítás szellemében írtam és az ott követett rendszert és tanítást vettem alapul. Hálás köszönettel tartozom tehát főnökömnek, dr. Illosvay Lajos műegyetemi tanár úrnak, ki e szerény munka megírásánál mindenben támogatót és mint a „Magyar Chemiai Folyóirat“ szerkesztője, munkámat nyomtatásra is előkészítette.

A reakciók kipróbálásánál és az ábrák rajzolásánál SÓLYOM Barna Zoltán okl. vegyész mérnök úr volt szíves segíteni; fogadja e helyen hálás köszönetemet.

Segédforrásul munkám megírásához Autenrieth, Biltz, Böttger, Classen, Knoevenagel, Miller és Kiliáni, Than és Treadwell munkáit használtam, továbbá az irodalmat és végre a laboratóriumban szerzett sok évi tapasztalataimat is.

Budapest, 1911. február havában.

Scheitz Pál.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Oldal
Előszó	III
Tartalomjegyzék	VII
Sajtóhibák	XI
Első rész.	
Bevezetés	1
Chemiai hatás	5
Cserebomlás 5. — Oxidáció 6. — Redukció 14.	
Az elméleti chemia alkalmazása a chemiai analízisben	21
Az oldatok szerkezete 21. — A komplex vegyületek 22. — Az ionreakció 24. — A megfordítható reakció 24. — A tökéletes chemiai folyamat 26. — A disszociáció változása 28. — A víz hatása 29.	
Kolloid oldatok	31
Kémszerek	32
Kétszer normális kémszerek 34. — Normális kémszerek 34. — Félszer normális kémszerek 34. — Normális oldatok oxidációhoz 34. — Telített oldatok 34. — Könnyen bomló kémszerek 34. — Használatkor készíthető kémszerek 35. — Különleges kémszerek 36. — Oldószer 37. — Szilárd kémszerek 37. — Kémlelő papirosok 37. — Festőanyagok 38. — A platinaedény használatáról 38. — A Bunsen-féle lámpa alkalmazása 38. — A kémszerek érzékenységének megállapítása 39.	
Az elemek beosztása a chemiai analízis szempontjából	39
A bázist létesítő elemek 40. — A savat létesítő elemek 41.	
Második rész. A kationok reakció.	
Első osztály	43
Ezüst 43. — Ólom 45. — Az ólom elválasztása az ezüستől 48. — Hígany 48. — A mercurhigany reakciói 49. — A mercurhigany elválasztása az ólomtól 51. — A mercurhigany elválasztás az ezüستől 51. — A mercurhigany elválasztása az ólomtól és ezüستől 51. — Wolfram 51. — Thallium 52.	
Második osztály. A) csoport	52
Árzen 53. — Az arzénessav reakciói 53. — Az arzénsav reakciói 55. — Reakciók, melyekkel mind az arzénessav, mind az arzénsav kimutatható 57. — Antimon 59. — Az antimonossav reakciói 60. — Az antimonsav reakciói 61. — Reakciók, melyekkel mind az anti-	

monossav, mind az ántimonsav kimutathatók 63. — Az ántimon elválasztása az arzéntől 65. — Ón 65. — A stannovegyületek reakciói 66. — Az α -stannivegyületek reakciói 69. — A β -stannivegyületek reakciói 70. — Az ón elválasztása az ántimontól 71. — Az ón elválasztása az arzéntől 71. — Az ón elválasztása az ántimontól és arzéntől 71. — Szelén 71. — A szelénessav reakciói 72. — A szelénsav reakciói 72. — Tellur 73. — A tellurossav reakciói 73. — A tellursav reakciói 74.

Második osztály. B) csoport 74

Higany^{II} 74. — Bizmut 76. — A bizmut elválasztása a higanytól 79. — Réz 80. — A réz elválasztása a bizmuttól 83. — A réz elválasztása a higanytól 83. — A réz elválasztása a bizmuttól és higanytól 84. — Cadmium 84. — A cadmium elválasztása a réztől 85. — A cadmium elválasztása a bizmuttól 86. — A cadmium elválasztása a higanytól 86. — A cadmium elválasztása a réztől, bizmuttól, higanytól 86. — Palladium 86. — Platina 86.

Második osztály. C) csoport 87

Arany 87. — Molibdén 89.

Harmadik osztály 91

Aluminium 91. — Zink 93. — A zink elválasztása az alumíniumtól 96. — Mangán 96. — A mangánvegyületek reakciói 96. — A mangánvegyületek oxidációja manganáttá és permanganáttá 98. — A mangánvegyületek oxidációja mangánperoxiddá 99. — A mangán elválasztása a zinktől 100. — A mangán elválasztása az alumíniumtól 100. — A mangán elválasztása az alumíniumtól és zinktől 101. — Urán 101. — Vas 103. — A ferrovegyületek reakciói 103. — A ferrovegyületek oxidációi ferrivegyületté 105. — A ferrivegyületek reakciói 106. — A ferrivegyületek redukálása ferrovegyületté 108. — A vas komplex-vegyületeinek feltárása 108. — A vas elválasztása a mangántól 109. — A vas elválasztása a zinktől 109. — A vas elválasztása az alumíniumtól 110. — A vas elválasztása a mangántól, zinktől, alumíniumtól 110. — Chróm 110. — A chromivegyületek reakciói 111. — A chromivegyületek oxidációja chromsavvá 112. — A chromsav reakciói 113. — A chromsav redukciója chromivegyületté 115. — A chróm elválasztása a vastól 116. — A chróm elválasztása a mangántól 116. — A chróm elválasztása a zinktől 117. — A chróm elválasztása az alumíniumtól 117. — A chróm elválasztása a mangántól, vastól, zlnktől, alumíniumtól 117. — Cobalt 117. — A cobalt elválasztása a chrómtól 122. — A cobalt elválasztása a vastól 122. — A cobalt elválasztása a mangántól 122. — A cobalt elválasztása a zinktől 123. — A cobalt elválasztása az alumíniumtól 123. — A cobalt elválasztása a chrómtól, vastól, mangántól, zinktől, alumíniumtól 123. — Nikkel 123. — A nikkel elválasztása a cobalttól 127. — Titán 127. — Thorium 129. — Cerium 129.

Negyedik osztály 130

Bárium 130. — Stroncium 133. — A stroncium elválasztása a báriumtól 134. — Calcium 134. — A calcium elválasztása a stronciumtól 136. — A calcium elválasztása a báriumtól 136. — A calcium elválasztása stronciumtól és báriumtól 137.

Ötödik osztály 137

Kálium 137. — Nátrium 139. — A nátrium kimutatása a kálium

mellett 140. — Lithium 140. — A lithium elválasztása a nátriumtól 141. — A lithium elválasztása a káliumtól 141. — A lithium elválasztása a nátriumtól és a káliumtól 141. — Rubidium 141. — Caesium 141. — Magnézium 142. — A magnézium elválasztása az alkálifémektől 144. — Ammonium 144. — Az ammonium kimutatása és elválasztása az alkálifém ionoktól 145.

Harmadik rész. A savak reakciói.

Első csoport. Első osztály	146
Kénsav 146. — Hydrogénfluorid 147. — Hydrogenszilicofluorid 147	
Második osztály	148
Kénessav 149. — Szénsav 151. — Jódsav 152. — Brómsav 153. — Bórsav 154. — Molibdénsav 156. — Szelénessav 156. — Szelénsav 156. — Tellurossav 156. — Tellursav 156. — Oxálsav 157. — Phosphorossav 157. — Pyrophosphorsav 159. — Metaphosphorsav 159. — Kovasav 160. — Vízben oldható silikátok 161. — Vízben oldhatlan silikátok 161.	
Harmadik osztály	162
Thiokénsav 163. — Perjódsav 164. — Orthophosphorsav 164. — Árzénessav 166. — Árzénsav 166. — Chromsav 166.	
Második csoport. Első osztály	166
Hydrogénchlorid 167. — Hydrogénjodid 168. — Hydrogénbromid 170. — Hidrogénycánid 170. — Hydrogénferrocyanid 172. — Hydrogénferricyánid 173. — Hidrogénsulfocyanid 173. — Hypochlórossav 175.	
Második osztály	176
Hydrogensulfid 176. — Salétromossav 177. — Cyánsav 180. — Hypophosphorossav (Hydrogénhypophosphit) 180. — Ecetsav 181.	
Harmadik csoport	181
Salétromsav 181. — Chlórsav 183. — Perchlórsav 184. — Mangánsav 184.	
Negyedik csoport	185
Titánsav 185. — Wolfrámsav 185. — Tántálsav 185. — Zirkonsav 185.	

Negyedik rész. Az elemek reakciói.

 Hydrogén 186. — Chlór 187. — Bróm 188. — Jód 189. — Oxigén 189. — Ózon 190. — Kén 190. — Nitrogén 191. — Phosphor 191. — Szén 192.

Ötödik rész. A fémek elválasztása.

 Az anyag előkészítése az elemzéshez. Oldás 194. — Feltárás 196. — A feltárások módszerei 197. — Az oldat előkészítése az elemzéshez. 199. — A kémiai vizsgálat rendje 200. — Az első osztály elválasztása 201. — A második osztály elválasztása 202. — A sulfidok elválasztása ammoniumsulfiddal 204. — A) csoport. Árzén, antimon és ón elválasztása 204. — Az arzén, antimon és ón elválasztása a réztől 206. — B) csoport. Hígany, ólom, réz, bizmut, cadmium elválasztása 207. — Ólom, bizmut, réz és cadmium elválasztása ammoniumpersulfáttal 209. — Az ammoniumsulfidos eljárás hátrányai 210. — A második osztály elválasztása nátriumhydroxid jelenlétében hidrazinsulfáddal 211. — Az arzén, antimon és ón vegyértékének megállapítása 212. — A harmadik osztály

elválasztása 213. — A cobalt és nikkelt elválasztása 215. — A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása nátriumhydroxiddal 216. — A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása bariumcarbonáttal 218. — A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása nátriumacetáttal 220. — A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, cobalt, nikkelt elválasztása hydrogénperoxiddal Ebler szerint 222. — A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása phosphorsav jelenlétében 223. — A phosphorsav leválasztása ónnal 224. — A phosphorsav leválasztása ferrichloriddal 225. — A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása oxálsav jelenlétében 226. — A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása phosphorsav és oxálsav jelenlétében 226. — A harmadik osztály csapadékának vizsgálata kovasav, bórsav, hydrogénfluorid és titán jelenlétében 227. — Negyedik osztály 228. — I. elválasztás 229. — II. elválasztás 230. — III. elválasztás 231. — Ötödik osztály 232. — Az alkálifémek kimutatása 233. — Az ammónium kimutatása 235. — A kationok elválasztása hydrogénsulfid és ammoniumsulfid nélkül 235.

Hatodik rész. A savak kimutatása.

Elővizsgálat 239. — A gyakrabban előforduló savak elválasztása 242. — A salétromsav kimutatása salétromossav mellett 242. — A salétromsav kimutatása hydrogénbromid, hydrogénjodid, bromát, jodát vagy chromát jelenlétében 243. — A salétromsav kimutatása chromsav vagy permangánsav jelenlétében 243. — A salétromossav kimutatása chlór-sav mellett 243. — A hydrogénchlorid, hydrogénbromid és hydrogénjodid kimutatása egymás mellett 243. — A hydrogénchlorid, hydrogénbromid és hydrogénjodid kimutatása hydrogén-cyanid, hydrogénsulfocyanid, hydrogénferro és -ferricyánid jelenlétében 244. — A hydrogénferro- és hydrogénferricyánid felismerése egymás mellett 244. — A chromsav felismerése permangánsav mellett 244. — A kénsav felismerése chromsav és permangánsav mellett 244. — A sulfit kimutatása thiosulfát mellett 245. — A sulfát felismerése sulfit és thiosulfát mellett 245. — A szén-sav kimutatása sulfit és thiosulfát jelenlétében 245. — Az oxálsav kimutatása a kénessav mellett 245. — Az arzén-sav kimutatása arzén-sav mellett 245. — A hypochlórossav kimutatása chlór mellett 245. — A sósav, chlórsav és salétromsav kimutatása 245.

Táblák 247—253

Színkép tábla.

Sajtóhibák.

4. oldalon	20. sorban	asztály	helyett	osztály.
15.	"	25.	"	ammoniumsulfát helyett ammoniumnitrát.
17.	"	18.	"	stannochlorid helyett stannichlorid.
21.	"	33.	"	Hg', Cu' helyett Hg'', Cu''.
21.	"	34.	"	PO ₄ ' helyett PO ₄ ''.
22.	"	16.	"	Fe' és SO ₄ ' helyett Fe'' és SO ₄ ''.
22.	"	17.	"	Fe' helyett Fe''.
22.	"	19.	"	Fe' helyett Fe''.
22.	"	20.	"	Cu'- és SO ₄ ' helyett Cu''- és SO ₄ ''.
22.	"	21.	"	Cu'- helyett Cu''-.
22.	"	22.	"	Cu'- helyett Cu''-.
22.	"	27.	"	ezüstchlorid helyett ezüstchloridot.
23.	"	5.	"	[Ag(CN) ₂]' helyett [Ag(CN) ₂]'.
23.	"	27.	"	[Ag(H ₃ N) ₂] helyett [Ag(H ₃ N) ₂]'.
23.	"	30.	"	[HgJ ₄]' helyett [HgJ ₄]'.
23.	"	38.	"	Al' helyett Al''.
23.	"	38.	"	SO ₄ ' helyett SO ₄ ''.
23.	"	38.	"	Fe' helyett Fe''.
27.	"	3.	"	Ba'- és SO ₄ '- helyett Ba''- és SO ₄ ''-.
27.	"	8.	"	Ba' + SO ₄ ' helyett Ba'' + SO ₄ ''.
27.	"	10.	"	Ba' helyett Ba''.
27.	"	11.	"	Ba' helyett Ba''.
28.	"	12.	"	HN ₄ ' helyett H ₄ N'.
28.	"	13.	"	HN ₄ ' helyett H ₄ N'.
28.	"	15.	"	HN ₄ ' helyett H ₄ N'.
36.	"	3.	"	Hydroxylaminchlorhydrátból helyett Hydroxylaminchlorhydrátból 10 ^{0/0} -os oldatot.
45.	"	18.	"	Ag(SCN) ₂ helyett AgSCN.
45.	"	31.	"	nitrogénoxid helyett nitrogéndioxid.
62.	"	24.	"	káliumhydroxidban helyett káliumhydroxidban.
63.	"	16.	"	= helyett \rightleftharpoons .
70.	"	18.	"	sósavval perczig helyett sósavval 10 perczig.
70.	"	34.	"	β-ónvasat helyett β-ónsavat.
71.	"	13.	"	stannisulfidból helyett antimonsulfidból.
102.	"	22.	"	[UO ₂ (CO) ₃] [H ₄ N] ₄ helyett [UO ₂ (CO) ₃] [H ₄ N] ₄ .
118.	"	22.	"	Co(OH) ₃ helyett Co(OH) ₂ .
120.	"	27.	"	De Koninch helyett De Koninck.

122. oldalon 13. sorban oldalból helyett oldatból.
124. " 16. " $Ni[(NH_3)_6(NO_3)_2]$ helyett $[Ni(NH_3)_6](NO_3)_2$.
143. " " a 8, 9 és 10-ik sor, a 4-ik sor után következik.
147. " 34. " széntele helyett szintelen.
149. " 25. " ezüstsulfidot helyett ezüstsulfitot.
159. " 12. 13. " pyrophosphorsa vfölöslegében helyett pyrophosphor-
sav fölöslegében.
175. " 16. " lecsapolt helyett lecsapott.
176. " 28. " fehér színű helyett fehér vagy színes.
215. " 33. " kimosott csapadékot helyett kimosott sulfid csapadékot.
-

ELSŐ RÉSZ.

Bevezetés. Chemiai hatás. Az elméleti chemia alkalmazása a chemiai analízisben. Kolloid oldatok. Kémszerek. Az elemek beosztása a chemiai analízis szempontjából.

Bevezetés.

A chemiai tudás alapja a chemiai analízis, mely nem támaszkodik elméletekre, nincs szüksége bonyolult összetételű képletekre, mert a chemiai analízis csak a testeken végbemenő változásokat figyeli meg és ebből következtet az anyag minőségére. Feladata a testek alkotórészeinek megállapítása. Hogy feladatát sikeresen megoldhassa, arra törekszik, — hogy az anyagon chemiai folyamatokkal olyan változásokat idézzon elő, a melyeket érzékeinkkel megfigyelhetünk és a melyek az anyagra jellemzőek.

Valamely anyagot némelykor már egyszerű módon is felismerhetünk. A nátriumvegyületeket például felismerhetjük arról, hogy a borszesz, vagy a gázlámpa szintelen lángját élénken sárgára festik. A ként felismerhetjük arról, hogy kéndioxiddá ég el, melynek szaga jellemző. A testeket ilyen egyszerű módon azonban csak kivételesen ismerhetjük fel. Legtöbb esetben kémszerek segítségével idézzük elő a chemiai folyamatokat, hogy egyes alkotórészeknek jelenlétét biztosan megállapíthassuk. A kémszerek ismeretes összetételű vegyületek (savak, lúgok, vagy sók), melyeknek oldata a vizsgálandó anyag oldatával vagy csapadékot ad, vagy gázt fejleszt, vagy színváltozást idéz elő. Minden csapadékra jellemző vagy a színe, vagy az alakja. Az antimonvegyületek hidrogénsulfiddal narancs-sárga színű csapadékot létesítenek, a ferrichlorid oldatából a nátrium-hydroxid barnás-vörös színű csapadék alakjában választja le a ferrihydroxidot. A leválasztott csapadék lehet, kristályos, túrós, kocsonyás, pelyhes, porszerű, opalizáló stb. Az ezüstchlorid például túrós csapadék alakjában válik le; az ólomchlorid túalakú kristályokban, az alumíniumhydroxid pelyhes — a kovasav kocsonyás csapadék alakjában.

ban. Egy és ugyanazon csapadék alakja különböző is lehet a szerint, hogy milyen töménységű oldatból, mennyi idő alatt vált le.

A kémszerek által előidézett színváltozások szintén jellemzőek. A chromsavas sók, melyek sárga vagy vörös színűek, kéndioxidoldat hatására zöld színű vegyületté alakulnak át.

Ha a kémszerek hatása gázfejlesztésben nyilvánul, akkor meg kell figyelni a gáz színét, szagát, továbbá azt, hogy ég-e a gáz, vagy az égést táplálja-e? A szénsavas sókból savak hatására pezsegve száll el a széndioxid; az ammoniumsók lúggal melegítve, ammoniát fejlesztenek.

A kémszerek megválasztásakor fontos, hogy az a vizsgálandó anyagra jellemző is, de meg érzékeny is legyen. Jellemző az a kémszer, a mely csak egy bizonyos testen tud szín- vagy alakbeli változást előidézni.

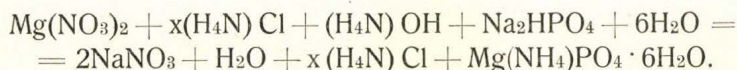
A ferrivasat vegyületeiben nagyon sok kémszerrel ismerhetjük fel, de igazán jellemző kémszere csak a káliumsulfocyanid, mert az általa előidézett vörös színt, más pozitív alkotórészszel nem észlelhetjük.

Érzékeny az a kémszer, mely a vizsgálandó anyag nagyon kis mennyiségével is már gyorsan létesít csapadékot, vagy színváltozást. A sósavnak nagyon kis mennyisége is biztosan kimutatható ezüstnitráttal. A ferrivegyületek kimutatására a káliumsulfocyanid nemcsak jellemző, de egyszersmind érzékeny kémszer is. A jellemző reakció azonban nem mindig érzékeny és az érzékeny reakció nem okvetlen jellemző. A hidrogénsulfid az ólomnak elég érzékeny kémszere, de egyáltalában nem jellemző, mert hidrogénsulfiddal nemcsak az ólom, hanem sok más fémes gyök is fekete színű csapadékot ad.

A csapadékokat jellemzi oldhatóságuk. Gyakran a csapadék a kémszer feleslegében oldódik; így például az alumíniumszulfáttól káliumhydroxid hatására kiváló alumíniumhydroxid káliumhydroxidban igen jól oldódik. A csapadéknak a kémszer feleslegében való oldhatóságával aránylag ritkán találkozunk; gyakoribb azonban az az eset, hogy a csapadék vízben, híg, vagy tömény savakban, vagy lúgokban oldódik; s miután a csapadék oldhatósága jellemző tulajdonság, ezért az oldhatósági viszonyok pontos tanulmányozása fölötte fontos. A kénsav, sósav jelenlétében is kimutatható báriumchloriddal, mert a keletkezett bárium-sulfát sósavban nem oldódik; ellenben az oxálsav sósav jelenlétében báriumchloriddal nem mutatható ki, mert a keletkezett báriumoxalátot a jelenlévő sósav azonnal oldja. A kémlelésnél tehát figyelni kell arra a körülményre is, hogy a várt reakció milyen kémhatású oldatban sikerül legjobban s hogy vajjon lúgos, vagy savanyú kémhatású oldatban egyáltalában létrejöhet-e. A kémlelésnél fontos az is, hogy vajjon a használt kémszer csak a keresett testet, vagy pedig még más esetleg jelenlévő testet is leválaszthat.

Egy bárium-, stroncium- és calciumvegyületet tartalmazó oldatban, a báriumot káliumbichromáttal kimutathatjuk, mert csak a bárium ad kálium-

bichromáttal jellemző csapadékot; ellenben az ezüstöt, mercurio- és ólomtartalmú oldatból sósavval nem mutathatjuk ki, mert mind a három alkotórész, sósavval, fehér színű, oldhatlan csapadék alakjában válik le. Gyakran több kémszert is használunk egyidejűleg, vagy azért hogy a hatást gyorsítsuk, vagy pedig azért, hogy a reakciót bizonyos irányba tereljük. A káliumchlorid hydrochloroplatináttal sárga színű csapadékot ad; minthogy azonban a csapadék vízben némileg oldódik, alkoholt is elegyítünk hozzá, miáltal már híg oldatból is, gyorsan, csapadékot kapunk. A mágnézium kimutatásához három kémszert használunk úgymint, ammoniumchloridot, ammoniát és dinátriumhydrophosphátot. A hatást a következő egyenlet érzékíti:



Az egyenlet szerint az ammonia és a dinátriumhydrophosphát részt vett a mágnéziumammoniumphosphát létesítésében, de az ammoniumchlorid nem s hogy mégis használtuk, az az oka, hogy a reakciót irányítani akartuk. Ha a mágnéziumchloridhoz ammoniát elegyítünk, akkor a következő egyenlet értelmében azonnal mágnéziumhydroxid keletkezik: $\text{MgCl}_2 + 2(\text{H}_4\text{N})\text{OH} = 2(\text{H}_4\text{N})\text{Cl} + \text{Mg}(\text{OH})_2$, mely csapadék alakjában válik le. Ha azonban a mágnéziumchlorid oldatához előzőleg ammoniumchloridoldatot öntünk és csak azután ammoniát, akkor a mágnéziumhydroxid nem válhat le és így elértük célunkat, hogy ammoniás közegben kémleljünk dinátriumhydrophospháttal a mágnéziumra.

Ha valamely kémszer a vizsgálandó oldatban semmiféle változást sem idéz elő, ez annak jele, hogy a keresett test nincsen jelen; ez a negativ eredmény szintén fontos. Ha egy oldatban kénsavat keresünk és báriumchloriddal se csapadékot, se zavarodást nem kapunk, biztosan állíthatjuk, hogy a vizsgált oldat kénsavat nem tartalmaz. A kémzés sikere a használt kémszer mennyiségétől is függ. A mágnézium kimutatásához aránylag sok dinátriumhydrophosphátot kell alkalmazni, míg az ezüstöt valamely sójának oldatában már egy csepp sósavval is kimutathatjuk.

A kémszereket nem szabad nagy fölöslegben alkalmazni, mert ezáltal a reakció sokat veszít élességéből, sőt az is megtörténhetik, hogy a várt reakció nem is áll elő. Ha híg mercurichloridoldathoz sok káliumjodidoldatot öntünk, csapadék nem létesülhet, mert a keletkezett mercurijodid a fölöslegben használt kémszerben oldódik; ha ellenben a káliumjodidot cseppenként elegyítjük hozzá, szépen észlelhetjük a csapadék keletkezését s végre annak eltűnését is.

Ha az egyes alkotórészek vízben, vagy savakban oldható vegyületeit különböző kémszerekkel vizsgáljuk, tapasztalni fogjuk, hogy némely kém-

szerrel szemben több alkotórész vegyülete viselkedik egyformán; az ilyen kémszert *általános kémszernek* nevezzük. Az ezüst-, ólom- és mercurovegyületek oldatából a sósav fehér csapadék alakjában választja le mind a három ionnak a chloridját. A sósav tehát, mely ezekkel az alkotórészekkel szemben egyértelemben hat, általános kémszeröknek tekinthető. Ha már most a fehér csapadékban jelenlevő egyes alkotórészeket kívánjuk kimutatni, olyan kémszereket keresünk, a melyek e különböző alkotórészek chloridjai irányában eltérően viselkednek, minek következtében azokat egymástól megkülönböztethetjük. Az ilyen kémszereket *jellemző*, vagy *különleges kémszereknek* nevezzük. Ez esetben a jellemző kémszer a víz és az ammonia lesz. Ugyanis ha a csapadékot forró vízzel forraljuk, az ólomchlorid oldódik és ha ezen oldathoz káliumbichromátot elegyítünk, akkor ólom jelenlétében, sárga színű, ólomchromátból álló csapadék keletkezik. Ha a vízben oldhatlan csapadékhoz ammoniát öntünk, az ezüstchlorid teljesen oldódik; a mercurochlorid pedig az ammonia hatására fekete színt ölt, de nem oldódik. Az ezüstöt ammoniás oldatából salétromsavval mutatjuk ki; a mercurovegyületre annak megfeketedése annyira jellemző, hogy ezt tovább vizsgálni nem is szükséges. Az általános kémszeren kívül meg kell különböztetnünk az úgynevezett *osztály-*, vagy *csoport-kémszert* is, mert az *általános kémszer* nem minden esetben *osztály-* vagy *csoport-kémszer* is.

A sósav a fenti példában általános és egyszersmind csoport-kémszer is, ellenben a káliumhydroxid egyáltalában nem az, a hydrogénsulfid pedig csak bizonyos feltétel mellett. A pozitív alkotórészek, vagy kationok osztályba (csoportba) sorozhatók s minden osztálynak megvan a maga kémszere, melylyel csak az ugyanazon osztályba tartozó pozitív alkotórészeket lehet leválasztani, míg a következő osztályok tagjait nem. Ilyen osztály-kémszer a *sósav*, *hydrogénsulfid*, *ammoniumsulfid* és *ammoniumcarbonát*. A chemiai analízis feladata tehát megismertetni a különböző jellemű alkotórészek reakcióját és megismertetni minden alkotórész jellemző reakcióját; feladata továbbá megismertetni azokat az eljárásokat, a melyekkel az egyes alkotórészeket (néha elemi testeket) egymástól elválaszthatjuk.

Chemiai hatás.

A chemiai átalakulásoknak és a chemiai hatásoknak a chemiai analízis céljaira fontos esetei: a *cserebomlás*, *oxidáció*, *redukció* és a *hidrolízis bomlás*.

Cserebomlás.

A legegyszerűbb és a leggyakoribb eset az egyszerű cserebomlás.

Ha báriumchloridoldatot kénsavval elegyítünk, azonnal fehér, poralakú báriumsulfátot kapunk:

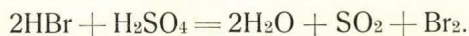


A cserebomlás a fenti egyenlet értelmében folyik le és a keletkezett báriumsulfát semmi további változást nem szenved. Gyakran azonban csak látszólag folyik le a cserebomlás simán, az egyenlet értelmében, valóságban azonban a várt és a keletkezett termék még mélyebbreható változást szenved.

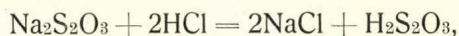
a) Ha káliumbromidot tömény kénsavval öntünk le, azonnal nagymennyiségű hidrogénbromid fejlődik:



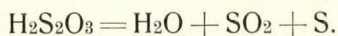
Néhány percz, vagy másodpercz mulva azonban nehéz vörösbarna színű gőzök távoznak el és ennek mennyisége mindinkább szaporodik. Ugyanis a fejlődő hidrogénbromid és a jelenlevő kénsav közt a következő hatás megy végbe:



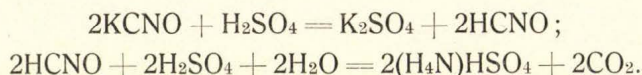
b) Ha nátriumthiosulfátoldatot nagyon híg sósavval elegyítünk, akkor a következő egyenlet szerint történik a hatás:



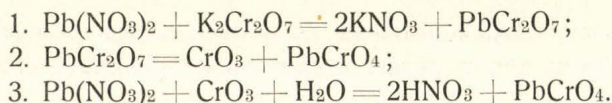
tehát thiokénssav és nátriumchlorid keletkezik s miután ezek vízben jól oldódnak, semmi változást nem látunk az oldaton; egy-két percz mulva azonban az oldat zavaros lesz, ez fokozódik — végre sárga csapadék keletkezik és egyidejűleg kéndioxidgáz is távozik el. A thiokénssav ugyanis könnyen bomló vegyület s lesz:



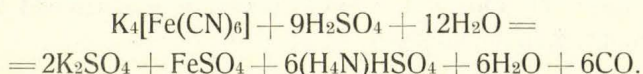
c) Híg kénsav a káliumcyánátból cyánsavat választ le, ez azonban azonnal bomlik és széndioxid fejlődés észlelhető:



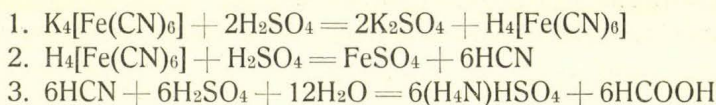
d) Káliumbichromát az ólomnitrát oldatából nem ólombichromátot, hanem ólomchromátot választ le:



e) Fölötte bonyolult és mélyreható a reakció például, ha káliumferrocyanidot tömény kénsavval melegítünk:



A reakciót, illetőleg a szénoxid fejlődését a következőképpen magyarázhatjuk:

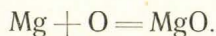


a hangyasavból a jelenlévő fölösleges kénsav elvonja a víz elemeit és szénoxid szabadul fel:

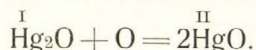


Oxidáció.

Oxidáción tulajdonképpen a testeknek oxigénnel való egyesülését értjük. A mágnezium a levegőn hevítve oxidálódik és mágnezium-oxiddá ég el:



Ha az oxigéntartalmú vegyület még köthet meg oxigént, akkor is az oxidáció tüneteményével találkozunk. Pl. a fekete színű mercuriooxid hevítve, megvörösödik és átalakul mercurioxiddá:

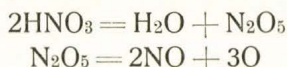


Tágabb értelemben, oxidáción értjük, az alacsonyabb vegyértékű alkotórésznek átalakulását magasabb vegyértékű alkotórészszé; példa erre a fennemlített mercuriovegyületben a mercurioxyöknök mercurigyökké változása, midőn mercuriooxidból mercurioxid keletkezik. Az oxidáció folyamata azonban nem követeli meg, hogy szabad oxigén legyen jelen.

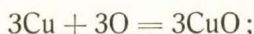
Ha például a vasat sósavban oldjuk azzal a vigyázattal, hogy levegő hozzá ne kerüljön, akkor csaknem szintelen ferrochloridot tartalmazó oldat keletkezik; a ferroglyök ebben az oldatban, chlór hatására oxidálódik, átalakul ferriglyökké, melynek chloridja sárga színű oldatot létesít.

A leggyakrabban használt oxidáló szerek a következők: 1. *Salétromsav*. 2. *Káliumpermanganát*. 3. *Káliumbichromát*. 4. *Hydrogénperoxid*. 5. *Halogén elemek*. 6. *Nátriumhypochlorit*. 7. *Ólomperoxid*. 8. *Káliumchlorát*. 9. *Káliumjodát*. 10. *Káliumnitrát*. 11. *Káliumferricyánid*. 12. *Levegő*. 13. *Cuprioxid*. Ezek a vegyületek alkalmas körülmények közt mind könnyen adnak át oxigént és valamely vegyület mennél könnyebben ad át oxigént, annál erősebben oxidál is. A szabad oxigén oxidációra ritkán alkalmas, de némely esetekben a levegő oxigénjét is felhasználhatjuk oxidálásra.

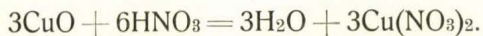
1. **Salétromsav.** A salétromsav oxidációs folyamatoknál fokozatosan átadhatja összes oxigénjét; keletkezik minden esetben N_2O_5 és ez tovább bomlik és keletkezhetik NO_2 , N_2O_3 , NO , N_2O sőt egészen nitrogénig is mehet bomlása. Az, hogy a salétromsav mennyi oxigént ad át és hogy a fennemlített nitrogénoxidok közül melyik keletkezik, függ a sav töménységétől, a hőfoktól és végre attól is, hogy az oxidálandó anyag könnyen, vagy nehezen egyesül-e oxigénnel. A leggyakoribb eset a következő:



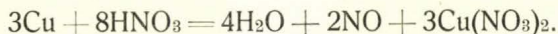
a) Ha rezet salétromsavban oldunk, illetőleg a rezet salétromsavval oxidáljuk, a következő vegyfolyamatok jönnek létre: Két molekula salétromsavból felszabadul három atóm oxigén és ez három atóm rezet oxidál:



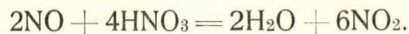
a keletkezett cuprioxid azonban a salétromsav fölöslegében oldódik:



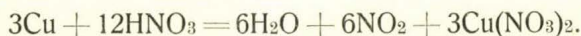
A négy egyenletet összevonva, a következőképpen írhatjuk fel a folyamatot:



A nitrogénoxid azonban a fölöslegben jelenlevő salétromsav hatására nitrogéndioxiddá oxidálódik:

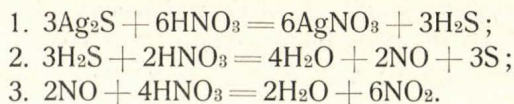


A reakciót tehát egy egyenlettel a következőképpen érzékíthetjük:



b) A salétromsav a fémekkel szemben különbözőképpen viselkedik, így pl. az őnt fehér színű β -ónsavvá oxidálja, mely a sav fölöslegében nem oldódik. Az aranyat, platinát egyáltalán nem oxidálja.

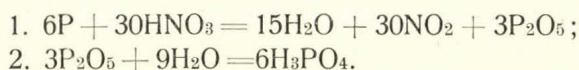
c) A salétromsav hatását valamely sulfidra p. o. az ezüstsulfidra a következő egyenletek érzékelik:



Az egyenleteket összevonva, a vegyefolyamatot a következő egyenlet fejezi ki, ha azt mellőzzük, hogy a kén is oxidálódhatik:



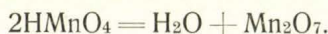
d) A phosphort a salétromsav orthophosphorsavvá oxidálja:



2. **Káliumpermanganát.** A káliumpermanganát úgy savanyú, mint lúgos közegben erélyes oxidáló szer. Savanyú közegben az oxidációt a következő egyenletekkel fejezhetjük ki:



a permangansav azonban bomlik és permangansav-anhydrid és víz keletkezik:

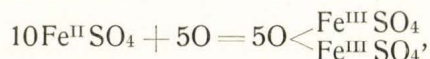


A permangansav-anhydrid azonban szintén bomlik:

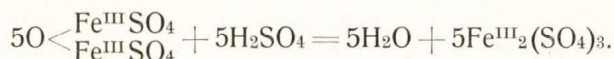


Két molekula káliumpermanganát tehát savanyú közegben öt atom oxigénnel oxidál.

a) Ha kénsavval savanyított ferrosulfát oldathoz káliumpermanganátot csepegtetünk, akkor a ferrosulfát ferrisulfáttá oxidálódik és a káliumpermanganát vörös színe mindaddig eltűnik, míg az összes ferrosulfát ferrisulfáttá oxidálódott. A káliumpermanganátból felszabaduló öt atom oxigén a következő egyenlet szerint végzi a hatást:



a ferrosulfát oxiferrisulfáttá oxidálódik és ez, miután felesleges kénsav van jelen, mint ferrisulfát oldódik:

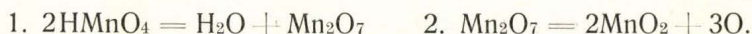


Az öt atóm oxigén helyett két molekula káliumpermanganátot véve, az egyenlet a következőképpen módosul:

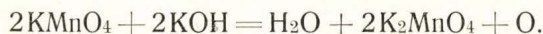


Az oxidációkat a káliumpermanganáttal mindig felesleges kénsav jelenlétében végezzük (sósavat a káliumpermanganát chlór fejlődés mellett oxidálja); ha azonban sósavas közeget kell használnunk, akkor, hogy kikerüljünk a sósav oxidációját, illetőleg a káliumpermanganát redukcióját, az oldathoz mangánosulfátot elegyítünk.

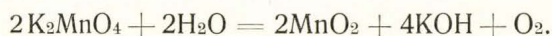
b) Lúgos közegben a káliumpermanganát csak *három* atóm oxigénnel oxidál:



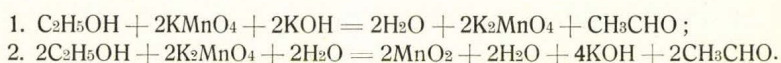
Ha egy-két csepp káliumpermanganátot *tömény* káliumhydroxiddal forralunk, akkor zöld színű oldatot kapunk; a káliumpermanganát káliummanganáttá redukálódik és felszabadul *egy* atóm oxigén:



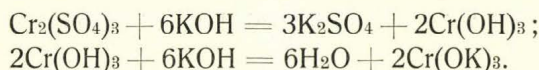
A káliummanganát azonban könnyen oxidálható anyagok jelenlétében tovább bomlik és még *két* atóm oxigén szabadul fel:



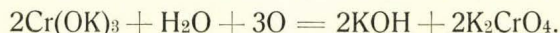
Aethylalkoholt a káliumpermanganát lúgos közegben acetaldehyddé és eczetsavvá oxidálja. Ha káliumpermanganátot káliumhydroxiddal elegyítünk és kevés aethylalkoholt öntünk hozzá, azonnal zöldes színű oldatot kapunk; ha az oldatot melegítjük — az oldat elszíntelenedik és mangánperoxidból álló csapadék keletkezik. A reakciót a következő egyenletek érzékelik:



c) Ha chromisulfátoldatot fölös káliumhydroxidoldattal elegyítünk, akkor a kezdetben keletkező chromihydroxid a kémszer fölöslegében oldódik és zöld színű káliumchromit keletkezik:

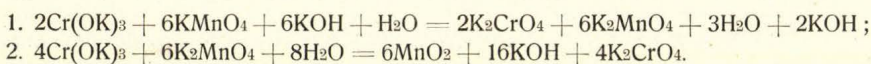


A két molekula káliumchromit oxidációjához, lúgos közegben, *három* atóm oxigén szükséges:

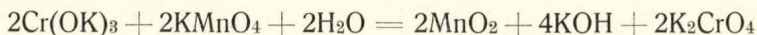


Ha a halványzöld káliumchromitoldatot sok vízzel elegyítjük és az oldatot óvatosan híg káliumpermanganáttal elegyítjük, az oldat kezdetben élénk zöld színű lesz és néhány másodperc múlva sárga színt ölt;

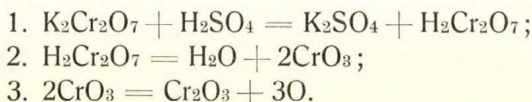
tömény oldat azonnal sárga színű lesz és egyidejűleg barna színű mangánperoxid válik le. A reakziót a következő egyenletekkel fejezhetjük ki:



A hatást egy egyenletben a következő módon írhatjuk fel:



3. Káliumbichromát. A káliumbichromátban *három* atóm oxidációra alkalmas oxigén van és ezekkel kénsav jelenlétében könnyen oxidál:



A káliumbichromát az oxálsavat széndioxiddá és vízzé oxidálja:

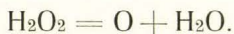


Ezeket az egyenleteket összevonhatjuk, midőn lesz:

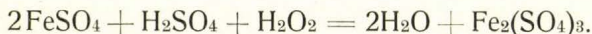


Az oxidáció lefolyását az oldat színe is elárulja; ugyanis a bichromát narancssárga színe a képződött chromisulfáttól zöld színű lesz. A kénsav mennyiségét az egyenletben itten is a kálium és a chrom mennyisége szabja meg; a kénsavat főlegben alkalmazzuk.

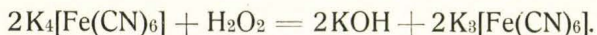
4. Hidrogénperoxid. A hidrogénperoxid igen becses és gyakran használt oxidáló szer. Hatása azon alapszik, hogy úgy savanyú, mint lúgos közegben könnyen bomlik oxigénre és vízre:



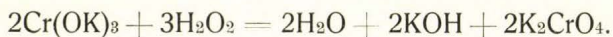
a) Ferrosulfátot kénsav jelenlétében ferrisulfáttá oxidálja:



b) Ferrocyanávkáliumot ferricyanávkáliummá oxidálja; az oldat sárga színű lesz:



c) Káliumchromit hidrogénperoxiddal melegítve, káliumchromáttá oxidálódik:



5. Halogén-elemek. A halogén-elemek közül oxidációra a chlórt, brómot és jódot használjuk. Hatásuk rendszeresen abban nyilvánul, hogy

az alacsonyabb vegyértékű alkotórészt magasabb vegyértékűvé változtatja.

a) A stannochloridoldat bróm hatására stannichloriddá oxidálódik:



a stannochloridba csepegtetett bróm elszíntelenedik.

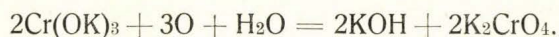
b) A brómot lúgos közegben is használjuk mint oxidáló szert; hatása a következő egyenletekből érthető meg:



a káliumoxibromid bomlik és oxigén szabadul fel:



Ha káliumchromit oldatát brómmal elegyítjük és forraljuk, a chromit chromáttá oxidálódik és az oldat sárga színt ölt:



Az egyenletbe oxigén helyett káliumoxybromidot véve lesz:



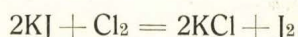
c) A chlór vizes oldata a következőképpen bomlik:



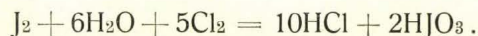
A chlóros víz oxidálható anyagok jelenlétében gyorsan bomlik és valószínűleg átmenetileg hypochlorossav keletkezik:



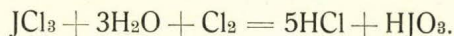
Ha káliumjodidoldathoz óvatosan chlóros vizet csepegtetünk, jód válik le:



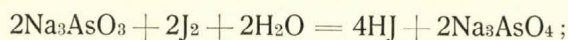
több chlóros víz hatására a sárga szín eltűnik, mert a chlór a jódot jódsavvá oxidálta:



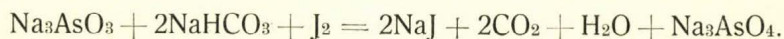
A reakció lefolyását úgy is értelmezhetjük, hogy fölösleges chlór hatására először jódtrichlorid keletkezik: $\text{J} + 3\text{Cl} = \text{JCl}_3$ és ez a fölöslegben jelenlévő chlór hatására jódsavvá oxidálódik:



d) Jódoldat az arzénessavat arzénsavvá oxidálja:



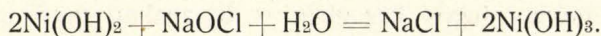
a reakció azonban csak nátriumhydrocarbonát jelenlétében tökéletes:



6. **Nátriumhypochlorit.** A nátriumhypochlorit erélyes oxidáló szer. Nikkelsókból a nátriumhydroxid almazöldszínű nikkeloxydát választ le:

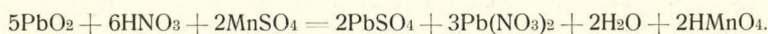


ha a csapadékot nátriumhypochloritoldattal elegyítjük, a zöldszínű nikkeloxydát, fekete színű nikkelihydroxyddá oxidálódik:



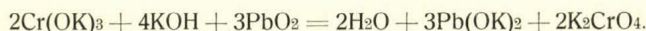
7. **Ólomperoxid.** Az ólomperoxidot oxidációra savanyú, vagy lúgos közegben használjuk.

a) Ha ólomperoxidot salétromsavval elegyítünk és azután egy-két csepp mangánosulfátoldatot csepegtetünk hozzá és forraljuk, a mangánosulfát permangánsavvá oxidálódik:



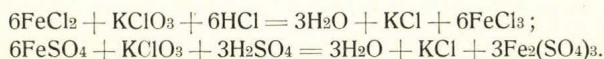
Az ólomperoxidban jelen lévő 10 atóm oxigénből, az egyenlet szerint 8 atóm a mangán vegyületet, két atóm pedig a salétromsavban lévő hidrogént oxidálja. Az ólomperoxidot legcélszerűbben előállíthatjuk, ha a vörös ólomoxidot (Pb_3O_4) salétromsavval főzzük.

b) Ha káliumchromitot ólomperoxiddal főzünk, a chromit chromáttá oxidálódik:



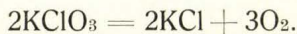
8. **Káliumchlorát.** A káliumchlorát oldata magában nem oxidál, ellenben sósav, vagy kénsav jelenlétében igen erélyesen oxidál.

a) A ferrochloridot, vagy a ferrosulfátot ferrichloriddá és ferrisulfáttá oxidálja:



Az utóbbi reakciónál melegíteni kell az oldatot.

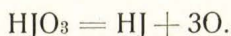
b) A káliumchlorát nemcsak oldatban, hanem szilárd állapotban is erélyesen oxidál, ha az oxidálandó anyaggal magas hőmérsékletre hevítjük; az oxidációt a magas hőmérsékleten fejlődő oxigén végzi:



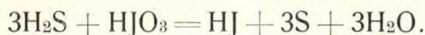
Ha mangánosulfátot kevés káliumchloráttal és káliumhydroxyddal platinalamezen hevítünk, akkor jellemző zöld színű, káliummanganáttól álló olvadékot kapunk:



9. **Káliumjodát.** A káliumjodát savanyú közegben, három atóm oxigént ad át és ő maga hydrogénjodiddá redukálódik:



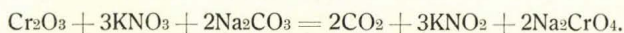
A hidrogénsulfidot kénkiválás közben vízzé oxidálja:



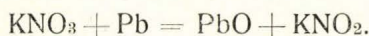
A reakció alkalmával minden esetben jódkiválás is észlelhető; ugyanis a hidrogénjodid a fölöslegben lévő jódsavat redukálja:



10. **Káliumnitrát.** A káliumnitrát magas hőmérsékletre hevítve, bomlik: $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$ és ezért használhatjuk fel oxidációkra. Ha valamely chromivegyületet káliumnitráttal és szódával keverve, platinalemezen magas hőmérsékletre hevítünk, a chromivegyület chromáttá oxidálódik és sárga színű olvadékot kapunk:



Ha káliumnitrátot ólommal hevítünk, akkor az ólom ólomoxiddá oxidálódik és a káliumnitrát káliumnitritté redukálódik:

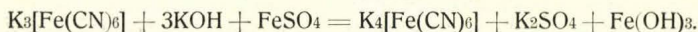


11. **Káliumferricyánid.** A káliumferricyánid kálium- vagy nátrium-hydroxid jelenlétében szintén erélyes oxidáló szer.

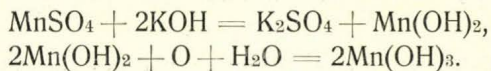
a) Ha ólomnitrátoldatot fölösleges káliumhydroxiddal elegyítünk, a leváló ólomhydroxid a kémszer fölöslegében feloldódik és káliumplumbit keletkezik. Ha ezt az oldatot káliumferricyániddal főzzük, akkor barna színű ólomperoxid válik le. A hatást a következő egyenletek érzéktik:

1. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} = 2\text{KNO}_3 + \text{Pb}(\text{OH})_2,$
2. $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{KOH} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{Pb}(\text{OK})_2,$
3. $\text{Pb}(\text{OK})_2 + 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = 2\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{PbO}_2.$

b) Ha káliumferricyánidot fölösleges káliumhydroxiddal és azután ferrosulfátoldattal elegyítünk, barnászörös színű, ferrihydroxidból álló csapadékot kapunk:



12. **Levegő.** A levegő oxigénjével is idézhetünk elő oxidációkat. A fehér színű mangánhydroxid a levegőn barna színű lesz és magányhydroxiddá oxidálódik:

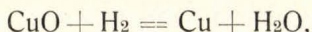


A frissen leválasztott vas-, zink-, nikkelsulfid a levegőn állva sulfáttá oxidálódik.

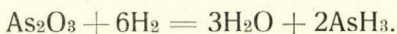
13. **Cuprioxid.** A cuprioxidot organikus anyagok oxidálására, illetőleg elégetésére használják. A cuprioxid csak fehér izzáson veszíti el oxigénjét, ellenben organikus anyag jelenlétében már 400° körül bomlik. A levált oxigén az organikus anyagban levő szenet széndioxiddá, a hidrogént vízzé oxidálja és réz válik ki.

Redukció.

Redukción vagy színtésen tulajdonképpen az oxigénnek egészen, vagy részben való elvonását értjük:

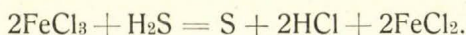


Ha azonban valamely vegyületből az oxigént elvonjuk és helyét hidrogénnel pótoljuk, akkor is redukáltunk:



Vagy ha valamely vegyület negatív alkotórészét hidrogénnel, vagy más alkotórészszel részben, vagy egészben eltávolítjuk, akkor is redukálunk.

Tágabb értelemben redukción értjük a magasabb vegyértékű egyszerű, vagy összetett alkotórészeknek alacsonyabb vegyértékű alkotórészekké való változtatását. Így a ferrivegyületeket hidrogénsulfiddal ferrovegyületekké redukálhatjuk:

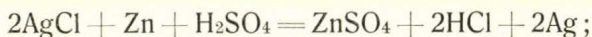


A redukció az oxidációnak ellentéte. A gyakrabban használatos redukáló anyagok a következők:

1. *Zink savanyú, vagy lúgos közegben* (általában a hidrogén keletkezése pillanatában). 2. *Hidrogénsulfid.* 3. *Kénessav.* 4. *Stannochlorid.* 5. *Hidrogénjodid.* 6. *Ferrosulfát.* 7. *Hydroxylaminchlorhydrát, vagy hidrazinsulfát.* 8. *Phosphorossav.* 9. *Hidrogénperoxid.* 10. *Szén.* 11. *Káliumcyánid.*

1. **Zink.** A zink redukáló hatása azon alapszik, hogy úgy savanyú, mint lúgos közegben hidrogént fejleszt és ez a keletkezése pillanatában levő hidrogén, fejt ki erőlyes hatást.

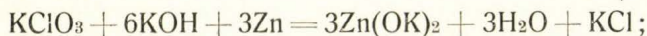
a) Az ezüstchlorid zink és kénsav jelenlétében ezüstté redukálódik:



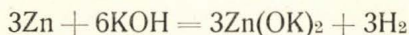
ugyanis: $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ és $2\text{AgCl} + \text{H}_2 = 2\text{HCl} + 2\text{Ag}.$

b) Stannochloridból vagy antimontrichloridból ónt vagy antimont választ le.

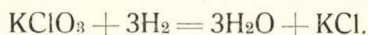
c) Ha káliumchlorátoldatot zink- és káliumhydroxiddal melegítünk a chlorát chloriddá redukálódik:



ugyanis a zink és káliumhydroxid hatására szintén hidrogén fejlődik:

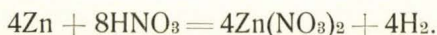


és ez a hidrogén redukálja a chlorátot:



Hogy a reakció tényleg végbement, arról a következő módon győződhetünk meg. A káliumchlorát ezüstnitráttal *nem* ad csapadékot, de a káliumchlorid fehér színű, túrós, chlőrezüstből álló csapadékot ad. Ha az ezüstoxid- és ezüstchloridból álló csapadékhoz salétromsavat öntünk, az ezüstoxid oldódik, ellenben az ezüstchlorid oldhatlanul marad vissza. Az ezüstoxid a káliumhydroxid és ezüstnitrát egymásra hatására keletkezik.

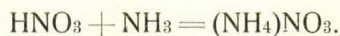
d) A keletkezési pillanatában levő hidrogén hatására jellemző példa a salétromsav redukciója. Fémek, melyek kénsavval hidrogént fejlesztenek, salétromsavval nem fejlesztenek hidrogént, mert a keletkező hidrogén a salétromsav redukálására fordítódik. A salétromsav bomlása alkalmával keletkező termékekről már volt szó. Alkalmos körülmények között azonban a salétromsav *ammoniává* is redukálódhatik. Így ha zink 4—6%-os salétromsavval huzamosabb ideig érintkezik, a keletkezés pillanatában levő hidrogén a salétromsavat ammoniává redukálja. A reakciót a következő egyenletek érzéktik:



A hidrogén azonban a fölöslegben jelenlevő salétromsavat redukálja:

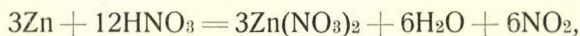


az ammonia pedig a jelenlevő salétromsavval ammoniumsulfátot létesít:



A zinkhez hasonlóan viselkednek: a cadmium, a vas és az ón.

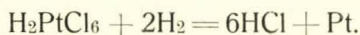
Ha tehát a zinkre *tömény* salétromsav hat, a hatást a következő egyenlet érzékíti:



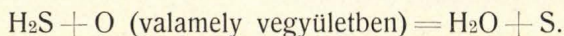
míg ha zinkre *híg*, 4—6%-os sav hat, a hatás a következő egyenlet értelmében történik:



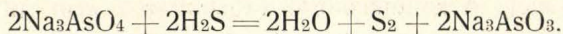
e) A szabad állapotban lévő hidrogén szintén redukálható. Ha pl. a hydrochloroplatinát forró oldatába hidrogént hajtunk be, platina válik le:



2. **Hydrogénsulfid.** A hidrogénsulfid könnyen felbomlik H_2 -re és S-re és a felszabaduló hidrogén könnyen von el oxigént, melylyel vízzé egyesül, miközben kén válik le:



A hidrogénsulfid az árzénsavat, savanyú közegben, árzénessavvá redukálja:



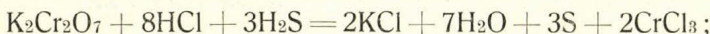
Ha árzénsavasnátrium savanyú oldatát hidrogénsulfiddal telítjük, jó ideig semmiféle hatást sem veszünk észre; ha azonban az oldatot felmelegítjük és a gázt huzamosabb ideig hajtjuk bele, végre sárga csapadék keletkezik. A hidrogénsulfid ugyanis előbb az árzénsavat árzénessavvá redukálta és a milyen mértékben halad elő a redukció, olyan mértékben válik le az árzéntrisulfid.

A hidrogénsulfid redukáló hatásának ismerete nagyon fontos a kémiai analizisben. Ugyanis vannak alkotórészek, melyeket vegyületeiből a hidrogénsulfid nem választ le, de alacsonyabb vegyértékűvé változtatja, azaz redukálja és e közben sok kén válik le. Hidrogénsulfiddal könnyen redukálható vegyületek a ferrisók, chromsav, permangansav stb.

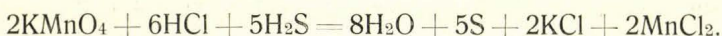
A redukciókat a következő egyenletek érzékelik:



a ferrichlorid sárga színe eltűnik.

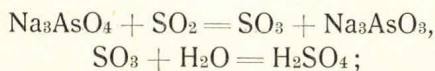


zöld oldat keletkezik.



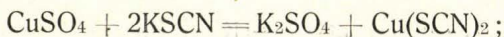
3. **Kénessav** (kéndioxid vizes oldata). A kénessav redukáló hatása azon alapszik, hogy az SO_2 könnyen SO_3 -á oxidálódik és a szükséges oxigént, az oxigéntartalmú vegyületekből is elvonhatja. A SO_3 a mindig jelen lévő vízzel kénsavvá egyesül.

a) Árzénsavat árzénessavvá redukálja:

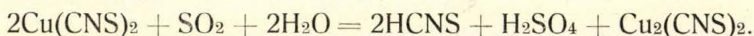


a redukált oldatból hidrogénsulfid azonnal sárga színű sulfidot választ le.

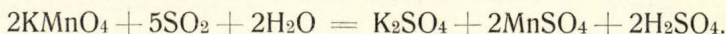
b) Ha cuprisulfátot káliumsulfocyanánnal elegyítünk, akkor fekete színű cuprisulfocyanidból álló csapadékot kapunk:



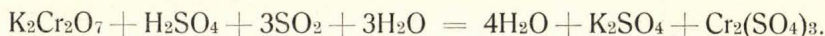
ha most kénessavoldatot öntünk hozzá, a fekete csapadék néhány másodperc múlva megfehéredik; a cuprisulfocyanidot a kénessav cuprosulfocyaniddá redukálja:



c) Káliumpermanganátot elszínteleníti;



d) A káliumbichromát narancs-vörös színe zöld színt ölt:



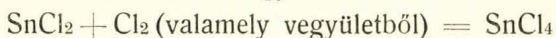
e) A mercurichlorid kéndioxidoldattal melegítve, mercurochloriddá redukálódik és fehér színű csapadék keletkezik:



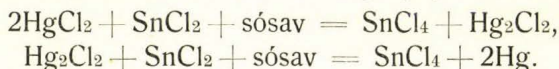
a mercurochlorid azonban még tovább redukálódhatik és fekete színű, higanyból álló csapadék keletkezik:



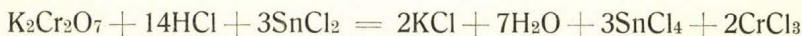
4. **Stannochlorid.** A stannochlorid savanyú (sósavas), vagy lúgos közegben is végez redukziót. Hatása abban nyilvánul, hogy könnyen von el chlort és stannochloriddá egyesül:



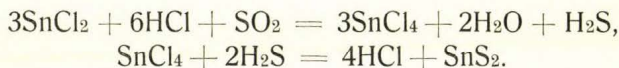
a) Mercurichloridot mercurochloriddá és ezt, ha a kémszert főlősgben alkalmazzuk, fekete színű, fémes higanynyá redukálja:



b) Káliumbichromátot chromichloriddá redukálja:



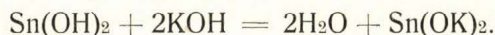
c) Ha stannochloridot sósav jelenlétében kénessavval melegítünk, akkor a kénessav hidrogénsulfiddá redukálódik és ez a stannochloridból sárga színű stannisulfidot választ le:



d) A stannochlorid lúgos közegben is redukál; bizmutnitrátoldatból például bizmutot, vagy bizmutoxidult választ le fekete csapadék alakjában. A vegyfolyamatok a következők: Ha stannochloridoldatot óvatosan káliumhidroxidoldattal elegyítünk, fehér színű stannohydroxid válik le:



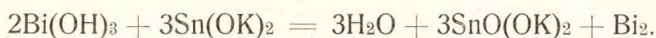
mely a kémszer főlősgében, mint káliumstannit oldódik:



Ha ehhez az oldathoz bizmutnitrátot csepegtetünk, akkor először is a következő egyenlet értelmében:



bismuthydroxid válik le és ezt a káliumstannit bizmuttá redukálja:



Ha azonban a redukáló szer kevés, bizmutoxidul is keletkezik.

5. Hydrogénjodid. A hydrogénjodid könnyen felbomlik hidrogénre és jódra, midőn a hidrogén redukál.

a) Ha kénsavval savanyított ferrisulfátot káliumjodiddal hevítünk, hydrogénjodid létesül:



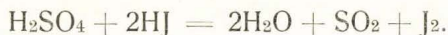
mely a ferrisulfátot ferrosulfáttá redukálja:



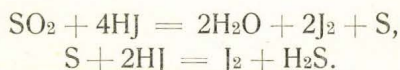
b) Káliumjodid és tömény kénsavból hydrogénjodid fejlődik:



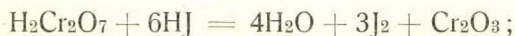
a hydrogénjodid azonban már rövid idő múlva a kénsavat redukálja:



Hő hatására a redukció még tovább megy — kén és végre hydrogénsulfid keletkezik:



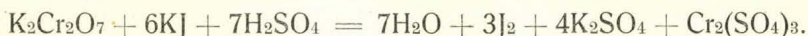
c) Káliumjodid kénsav jelenlétében a káliumbichromátot chromisulfáttá redukálja. A káliumjodidból kénsav hatására hydrogénjodid, a káliumbichromátból pedig kénsav hatására chromsav keletkezik. A hydrogénjodid és chromsav egymásra hatása a következő:



miután azonban kénsav van jelen, a Cr_2O_3 azonnal chromisulfáttá oldódik:



Az egyenleteket összevonva a hatást következőképpen fejezhetjük ki:



6. Ferrosulfát. A ferrosulfát könnyen oxidálódik ferrisulfáttá, tehát könnyen von el oxigént.

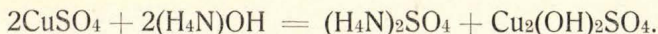
a) Aranychloridból fémes aranyat választ le:



b) Káliumpermanganátot és káliumchromátot redukálja.

7. Hydroxylaminchlorhydrát, vagy hidrazinsulfát.

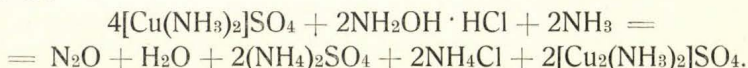
a) Cupriammoniumvegyületet cuproammoniumvegyületté redukálja. Ha cuprisulfátoldatot ammoniumhydroxiddal elegyítünk, kék színű csapadék keletkezik:



A csapadék ammoniumhydroxid fölöslegében kék színnel oldódik:



Ha a kék színű oldatba kevés szilárd hydroxylaminchlorhydrátot teszünk, az oldat elszíntelenedik és a cuprivegyület cuprovegyületté alakul át:

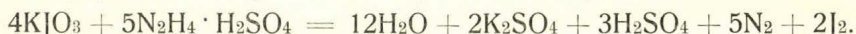


A színtelen oldat a levegőn oxidálódik és kék színű lesz.

b) Ha káliumhydroxid és hydroxylaminchlorhydrát elegyéhez cuprivegyületet (cuprinitrátot) csepegtetünk, sárga színű cuprohydroxidot kapunk, mely melegítve vörös színű cuprooxidá alakul át; ha a redukciót hidrazinsulfáttal végezzük, akkor a réz fémes állapotban válik le.

c) Mercurivegyületekből káliumhydroxid, vagy ammoniumhydroxid jelenlétében fémes higany válik le.

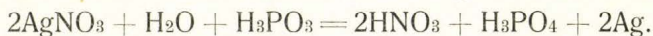
d) Jódsavat a hidrazinsulfát jóddá redukálja:



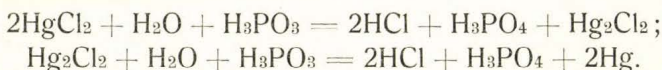
e) Chromsavat, permangánsavat és ferrivegyületeket a hidrazinsulfát szintén redukálja. Az első esetben zöld színű chromisulfát, a második esetben színtelen oldat és a harmadik esetben, hő hatására, színtelen oldat keletkezik.

8. **Phosphorossav.** A phosphorossav könnyen von el oxigént — tehát redukál és ő maga orthophosphorsavvá oxidálódik.

a) Ezüstnitrátból ezüstöt választ le, melegítés a hatást elősegíti:

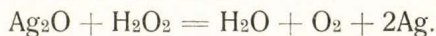


b) Mercurichloridot mercurochloriddá és ezt fekete színű fémes higanynyá redukálja:

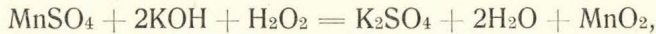


9. **Hydrogénperoxid.** A hydrogénperoxid nemcsak oxidálhat, hanem redukálhat is. Különösen olyan oxidokat és peroxidokat redukál, a melyekben az oxigén csak lazán van megkötve. A redukció alkalmával oxigén fejlődik.

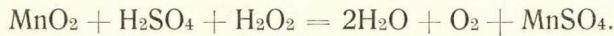
a) Ezüstoxidot ezüstté redukálja:



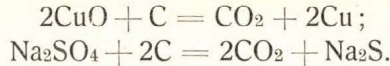
b) Lúgos közegben a mangánosulfátot mangánperoxiddá oxidálja:



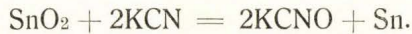
savanyú közegben pedig a mangánperoxidot mangánoxiddá redukálja, mely sulfáttá változik:



10. **Szén.** A szén magas hőmérsékleten igen sok oxidot és sulfátot redukál:



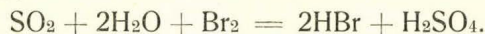
11. **Káliumcyánid.** A káliumcyánid magas hőmérsékleten szintén sok oxidot redukál. Egymagában ritkán, többnyire szénnel együtt használják. Az ónoxid szénnel nehezen redukálható; ellenben kevés káliumcyánid jelenlétében a redukció könnyen sikerül:



Az oxidáló és redukálóanyagok száma az itt felsoroltakkal egyáltalában nincsen kimerítve és éles határt nem lehet vonni, hogy melyik az oxidáló anyag és melyik a redukáló anyag. Ugyanis ha figyelemmel kísérjük az oxidáció és a redukció alkalmával lefolyó változásokat, azt találjuk, hogy mindkettő párhuzamosan történik egymás mellett. Ha például a ferrosulfátot káliumbichromáttal oxidáljuk, kapunk ferrisulfátot, de ugyanakkor a káliumbichromátot redukáltuk is; tehát ha azt mondjuk, hogy a káliumbichromát oxidáló anyag, akkor joggal mondhatjuk, hogy a ferrosulfát redukáló anyag. A káliumjodid és tömény kénsav egymásra hatásakor jód kiválás mellett kéndioxid fejlődik; a fejlődő hidrogénjodid ugyanis a kénsavat redukálja, de mondhatjuk azt is, hogy a kénsav a hidrogénjodidot oxidálja. A salétromsav erélyes oxidáló anyag, de miután az oxidációknál ő maga redukálódik, — azokat az anyagokat, a melyeket oxidálhat — a salétromsavval szemben redukáló anyagoknak tekinthetjük. A salétromsav a kénessavat kénsavvá oxidálja, — azaz a kénessav a salétromsavat nitrogénoxiddá redukálja.

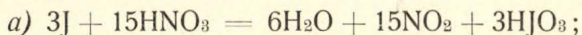
Mennél könnyebben redukálható valamely anyag, annál erélyesebben oxidál és mennél könnyebben oxidálható, annál erélyesebben redukál.

A kéndioxid mint hatásos redukáló szer ismeretes; ha kénessavat brómvízzel elegyítünk, az oldat elszíntelenedik és hidrogénbromid és kénsav keletkezik:



A kénessav a brómot hidrogénbromiddá redukálta, de miután a bróm erős oxidáló anyag, éppen olyan joggal mondhatjuk, hogy a bróm a kénessavat kénsavvá oxidálja.

Egy és ugyanazon anyag erős oxidáló szert redukál és erős redukáló szert oxidál. Például a jód salétromsavval és stannochloriddal szemben következőképpen viselkedik:



a jód tehát jódsavvá oxidálódik és a salétromsav nitrogéndioxiddá és vízzé redukálódik.



A jód tehát hidrogénjodiddá redukálódik, a stannochlorid pedig stannichloriddá oxidálódik.

Az elméleti chemia alkalmazása a chemiai analízisben.

Az oldatok szerkezete.

Arrhenius szerint az elektrolitek (tehát anyagok, melyeknek vizes oldata az áramot vezeti) vízben oldva, atómokra és pedig olyan atómokra esnek szét, a melyeknek elektromos töltésük van és folytonos mozgásban vannak. A molekula szétesését oldatban, elektrolites *disszociáció*nak, a mozgásban levő és elektromos töltéssel bíró atómkat pedig *ionoknak* nevezik. Ha tehát nátriumchloridot vízben oldunk, akkor az oldatban nincs többé a nátriumchlorid — NaCl — mint molekula jelen, mert a molekula disszociál elektropozitív töltésű Na⁺ és elektronegatív töltésű Cl⁻-ionokra, még pedig úgy, hogy mindkét ionból egyenlő számú részecske van jelen. Ha viszont cukrot oldunk vízben, minthogy ez nem elektrolit, nincsen disszociálva.

Valamely molekulának szétesése ionokra, függ az anyagtól, de függ az oldószertől is. A legnagyobb disszociáló tehetsége van a víznek. A nátriumchloridhoz hasonlóan viselkednek az anorgánikus savak, lúgok és sók. Orgánikus anyagok, a sókat, lúgokat és savakat kivéve, nem disszociálnak.

A molekula disszociációja következtében keletkező atómok más tulajdonságaik mint a rendes atómok és ezért az előbbieket *ionoknak* nevezzük. Az ionok részben pozitív, részben negatív elektromos töltésűek; a pozitív töltésűeket *kationoknak*, a negatív töltésűeket *anionoknak* nevezzük. Kationok például a H⁺, Ag⁺, Hg⁺, Cu⁺, stb.; anionok a (OH)⁻, Cl⁻, Br⁻, J⁻, PO₄⁻, ClO₃⁻ stb.

A különböző anyagok disszociációfoka az anyag minősége szerint különböző és mennél hígabb az oldat, annál tökéletesebb a disszociáció. Az erős savak és bázisok disszociációja sokkal tökéletesebb, mint a gyenge savaké és gyenge bázisoké és ez utóbbiaknál még nagyon híg oldatban is sok a változatlan molekula. A salétromsav és sósav erős

sav, ellenben az eczetsav gyenge sav és ez nemcsak a kémiai hatásokban nyilvánul, megállapítható ez a disszociáció fokából is. A kémiai hatás szorosan összefügg a disszociáció fokával s míg az erős hatású $\frac{1}{10}$ n, sósav vagy salétromsav disszociációfoka körülbelül 90%, addig a gyengébb hatású eczetsavé 1·3%, a szénsavé 0·12%, a hidrogén-cyánidé 0·01%. Hasonló, sőt még szembetűnőbb jelenséget tapasztalunk a lúgnál; az $\frac{1}{10}$ n. káliumhydroxid disszociációfoka 87%, az ammoniumhydroxidé pedig 1·3%. Az ammoniumchlorid disszociációfoka 94%.

A komplex vegyületek.

A kémiai elemzésben gyakran találkozunk ezüst-, réz-, higany-, cobalt-, stb. tartalmú vegyületekkel, a melyek cyánnal, vagy ammoniával (NH_3), vagy hydroxyltartalmú orgánikus anyagokkal olyan vegyületeket létesítenek, a melyekben az ion a szokott kémszerekkel nem ismerhető fel, ellenben könnyen kimutatható akkor, ha az ion chlorid, nitrát vagy sulfát alakjában jelenik meg. A ferrosulfát FeSO_4 Fe^{2+} - és SO_4^{2-} -ionokból áll és ammoniumsulfiddal az Fe^{2+} -ion leválasztható; ellenben a káliumferrocyanidból $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ a vas ammoniumsulfiddal nem választható le mert a káliumferrocyanid, dacára annak, hogy vastartalmú, Fe^{2+} -iont nem tartalmaz. A cuprisulfát CuSO_4 Cu^{2+} - és SO_4^{2-} -ionokból áll és hidrogénsulfiddal a Cu^{2+} -ion leválasztható; ellenben a káliumcuprocyanidból $\text{K}_6[\text{Cu}_2(\text{CN})_8]$ a réz hidrogénsulfiddal nem választható le, mert Cu^{2+} -iont nem tartalmaz. Ha ezüstnitrátot nátriumchloriddal elegyítünk, fehér színű ezüstchloridból álló csapadék válik ki; ha ezüstnitrátot káliumcyániddal elegyítünk, szintén fehér színű csapadék képződik, mely a káliumcyánid fölöslegében oldódik és káliumezüstcyánid $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ keletkezik; ebből az oldatból a nátriumchlorid nem választ le ezüstchlorid.

Hogy a káliumferrocyanidban, káliumcuprocyanidban és a káliumezüstcyánidban, a vas-, réz- és az ezüst-ionokat az említett kémszerekkel nem mutathatjuk ki, az az oka, hogy az említett alkotórészek, illetőleg ionok, a cyánionnal egyesültek és mint ilyenek *önálló ionok*. Az olyan ionokat, a melyek több ion egyesülése következtében keletkeztek, — *komplex-ionoknak*, vegyületeiket pedig *komplex vegyületeknek* nevezik. A káliumferrocyanid tehát komplex vegyület, mely híg oldatban 4K^+ és $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ionokra disszociál. A komplexionokban az egyes ionok erősebben, vagy lazábban fűződnek egymáshoz. A káliumferrocyanidban, vagy a káliumferricyánidban például a Fe^{2+} - és $(\text{CN})_6^{4-}$ -ionok kapcsolása nagyon szoros és a vasat, vagy cyánt a komplexion szétroncsolása nélkül kimutatni nem lehet. Hasonlóképpen állandó a káliumcuprocyanidban lévő $[\text{Cu}_2(\text{CN})_8]^{6-}$ komplexion; a rézionat ugyanis káliumhydroxiddal, hidrogénsulfiddal, ammo-

niumsulfiddal nem választhatjuk le. A legtöbb komplexionban azonban az egyes ionok kapcsolása nagyon laza, illetőleg a komplexion maga is többé-kevésbé disszocziál.

A káliumezüstcýánid az $[\text{Ag}(\text{CN})_2]'$ komplexiont tartalmazza és a mint láttuk, nátriumchloriddal az ezüstion nem mutatható ki; káliumhydroxiddal sem választható le, ellenben hydrogénsulfiddal fekete csapadék (ezüstsulfid) alakjában válik le. Az $[\text{Ag}(\text{CN})_2]'$ komplexion tehát részben disszocziál Ag' - és $(\text{CN})_2'$ -ionokra. Annak magyarázatával, hogy az $[\text{Ag}(\text{CN})_2]'$ komplexionból az ezüst nátriumchloriddal, vagy káliumhydroxiddal nem válik le, de hydrogénsulfiddal leválik, későbbben találkozunk.

A nikkelokáliumcýánid $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ a $[\text{Ni}(\text{CN})_4]''$ komplexaniont tartalmazza és ebből a nikkeliion se ammoniumsulfiddal, se nátriumhydroxiddal nem választható le, ellenben oxidáló szerekkal, — mint Cl vagy Br -al lúgos közegben a nikkeliion, mint fekete színű nikkelihydroxid leválasztható. A cobaltokáliumcýánidban $\text{K}_4[\text{Co}(\text{CN})_6]$ lévő $[\text{Co}(\text{CN})_6]''''$ komplexanion még sokkal állandóbb, mint az előbbi komplexion, mert ez oxidáló szerekkal cobaltikáliumcýániddá $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$ alakul át.

Ha mercurichloridot főlöszleges káliumjodiddal elegyítünk, akkor a kezdetben levált, vörös színű csapadék oldódik és színtelen káliummercurijodid $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$ keletkezik, mely a $[\text{HgJ}_4]''$ komplex aniont tartalmazza. Ezen oldatból káliumhydroxiddal a higanyion nem választható le, ellenben hydrogénsulfiddal, vagy ammoniumsulfiddal fekete színű mercurisulfid válik le.

Ha ezüstnitrátot ammoniával elegyítünk, barna színű ezüstoxid válik le, mely az ammonia főlöszlegében oldódik és színtelen ezüstammonianitrát $[\text{Ag}(\text{H}_3\text{N})_2]\text{NO}_3$ keletkezik, mely a $[\text{Ag}(\text{H}_3\text{N})_2]$ komplex kationt tartalmazza; ezen oldatból káliumhydroxid nem választja le az ezüstiont, ellenben nátriumchloriddal vagy hydrogénsulfiddal leválasztható.

Komplexanionok: $[\text{Ag}(\text{CN})_2]'$, $[\text{HgJ}_4]''$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]''''$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]''''$, $[\text{Co}(\text{CN})_6]''''$, $[\text{ClO}_3]'$, $[\text{PtCl}_6]''$.

Komplekxkationok: $[\text{Ag}(\text{H}_3\text{N})_n]'$, $[\text{Cu}(\text{H}_3\text{N})_n]''$, $[\text{Zn}(\text{H}_3\text{N})_n]''$, $[\text{Ni}(\text{H}_3\text{N})_n]''$, $[\text{Co}(\text{H}_3\text{N})_n]''$.

A kompleksók és kettössók között, habár éles határt vonni nem lehet, — mégis lényeges különbség van. A kettössók szerkezete ugyanis más; ezek sokkal tökéletesebben disszocziálnak. Így például a káliumaluminiumsulfátban $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ vagy a ferroammoniumsulfátban $\text{Fe}(\text{H}_4\text{N})_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a K' , Al' , SO_4' vagy a Fe' , $\text{H}_4\text{N}'$ ionok könnyen kimutathatók, míg ellenben a fent felsorolt kompleksókban a komplex iont csak kis mértékben találjuk disszocziálva és ezért a komplexion alkotórészei, csak érzékeny kémszerekkel ismerhetők fel. A kettössók tehát éppen olyan tökéletesen disszocziálnak mint az egyszerű sók, míg

ellenben a komplexsókban foglalt komplexion vagy egyáltalában nincsen disszociálva, vagy csak fokozatosan kis mértékben, úgy hogy bizonyos átmenet észlelhető.

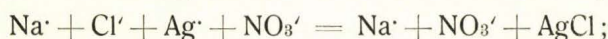
Az ionreakció.

Az ionok nemcsak az elektromos áramot vezetik, hanem egyszerűs-mind a kémiai hatást is irányítják és a kémszerekkel végzett kémlelések túlnyomó része az ionok reakcióján alapszik. Az elektrolitek vizes oldatában tehát nem az elemekre, hanem az ionokra kémlelünk. A NaCl-oldatban nem Na-fémre, hanem Na⁺-ionra kémlelünk; hasonlóképpen nem a nátriumchloridra van speciális kémszerünk, hanem a Na⁺- és Cl⁻-ionokra. Az előbbire káliumhydropyroantimoniáttal, az utóbbira pedig ezüstnitráttal kémlelünk; és az ezüstnitrát csak olyan chlortartalmú vegyületekből választja le a chlort, a melyekben Cl⁻-ion van. Így például a káliumchlorát KClO₃ ezüstnitráttal nem ad csapadékot, mert a káliumchlorát Cl⁻-iont nem tartalmaz; itt a ClO₃⁻-ion van jelen; ha azonban az oldatot kéndioxidoldattal elegyítve, olyan új ion-csoportosulást idézünk elő, hogy az oldat Cl⁻-iont tartalmazzon, akkor ezüstnitráttal a chlorion jelenlétét kimutathatjuk.

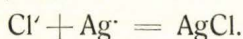
A nátriumchlorid és ezüstnitrát egymásra hatásakor lefolyó vegy-folyamatot:



minthogy ionok hatnak egymásra, — a következőképpen fejezhetjük ki:



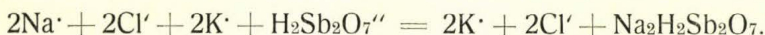
az egyenletet egyszerűsítve, lesz:



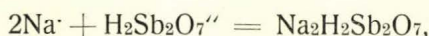
A nátriumchlorid és káliumpyroantimoniát között a következő egyenlet érzékíti a hatást:



az egyenletet az ion elmélet értelmében a következőképpen írhatjuk:



Az egyenletet egyszerűsítve:

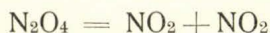


a nátriumion a pyroantimonsav H₂Sb₂O₇'' két vegyértékű anionjával fehér színű, nátriumpyroantimoniáttól álló csapadékot ad.

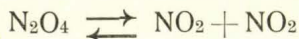
A megfordítható reakció.

Az elektrolites disszociáció alkalmával a molekula ionokra esik szét. Hasonlóképpen sok anyag molekulája, ha magas hőmérsékletre hevítjük,

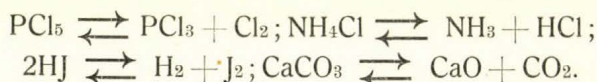
szétesik — de nem ionokra, hanem molekulákra és ha a szétesett molekulák hőmérsékletét csökkentjük, a molekulák egyesülnek és az eredeti anyagot megkapjuk. Ezt a tüneményt is *disszociáció*nak, még pedig hőokozta disszociációnak, nevezik. A nitrogéndioxid (NO_2) -20° -ra lehűtve fehér kristályos tömeg és összetétele N_2O_4 ; ha a kristályokat megolvasztjuk, sötét oldatot kapunk s ha forrásig hevítjük, barna színű gáz keletkezik, melynek összetétele a gőzsűrűségi meghatározás szerint részben már NO_2 ; ha folytatjuk a hevítést, akkor 160° -on sötétbarna színű gázt kapunk, melynek összetétele a gőzsűrűségi meghatározás szerint NO_2 ; a -20° -on N_2O_4 összetételű vegyület magas hőmérsékletre hevítve NO_2 -re disszociált és ez megint lehűtve N_2O_4 alakul át, lesz tehát:



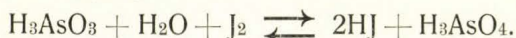
Minden disszociációnál lesz azonban egy közbeneső állapot, a hol a változatlan molekulák és a szétesett molekulák egyensúlyi helyzetben lesznek; az olyan kémiai folyamatot, a melyben a reakciótermékek szintén hatnak egymásra, — mi által megint a kiindulási anyaghoz érünk — *megfordítható reakciónak* nevezik. A fenti hatást tehát, hogy a reakció megfordíthatóságát kifejezzük, a következőképpen írjuk:



A megfordítható reakciók száma rendkívül nagy:

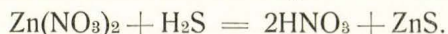


Megfordítható reakciók oldott anyagok egymáshatásakor is keletkezhetnek. A jóddoldat az arzénessavat arzénsavvá oxidálja, de minthogy a kémiai folyamatban hidrogénjodid is keletkezik, ez viszont az arzén-savat redukálja; a vegyfolyamat a következő:

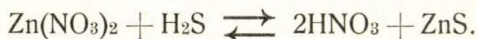


Ha azt akarjuk, hogy a reakció tökéletesen balról jobbra folyjék le, akkor a hidrogénjodidot nátriumhydrocarbonáttal le kell kössük. (L. a 11-ik oldalt.)

Ha zinknitrát semleges oldatát hidrogénsulfiddal telítjük, a következő egyenlet értelmében, fehér színű zinksulfid válik le; továbbá salétromsav is képződik és az oldat kémhatása savanyú:



A zinksulfid azonban jól oldható salétromsavban, tehát a leválás nem tökéletes, mert a reakció megfordítható:



Ha azt akarjuk, hogy a reakció balról jobbra tökéletesen menjen végbe, akkor a zinksulfidot nátriumacetát jelenlétében választjuk le, mely a salétromsav hatását ellensúlyozza.

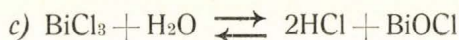
Ha bizmuttrichlorid oldatát sok vízbe öntjük, fehér színű csapadék keletkezik; a reakciót a következő egyenlet érzékíti:



ha azonban az egyenlet jobb oldalán lévő sósav mennyiségét szaporítjuk, akkor a csapadék oldódik:



Az *a)* alatt felírt hatás tehát megfordítható és ha bizmuttrichloridot vízzel elegyítünk, akkor az *a)* és *b)* alatt felírt hatások közt egyensúlyi helyzet áll elő, melyet így fejezhetünk ki:



Sok sav és sok víz jelenlétében a bizmutoxichlorid válik le.

A tökéletes kémiai folyamat.

A kémiai elemzésben a reakcióknak csak kis része megfordítható, a legnagyobb része egyirányú. Valamely reakció kivételénél mindig arra kell törekedni, hogy az lehetőleg tökéletes legyen; ez pedig csak akkor érhető el, ha a reakciótermék halmazállapota más, mint az eredeti anyagok halmazállapota. Tökéletes lesz tehát valamely reakció, ha az oldott anyagok egymásra hatásakor csapadék válik le, vagy ha gáznemű termékek létesülnek, melyek vagy önként eltávoznak, vagy pedig melegítésre kiűzhetők. „Általában mondhatjuk, hogy a reakciók azon esetekben közelítőleg teljesek, mikor a keletkező termékek közül legalább az egyik a közegből eltávozik és így koncentrációja elenyészik, minél fogva a visszaalakulás természetesen lehetetlen.“ (Than. A kísérleti chem. elemei I. 392. l.)

Ha például, valamely savat nátriumhydroxiddal telítünk, tökéletes kémiai folyamatot végeztünk, dacára annak hogy halmazállapotváltozást nem észlelünk:

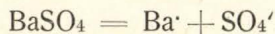


Ugyanis, a cserebomlás által a savból a H⁺-iont, a nátriumhydroxidből pedig a (OH)⁻-iont elvontuk, — ezek vízzé egyesültek és miután a víz csak alig disszociál, tehát a H⁺- és (OH)⁻-ionok víz alakjában kötve vannak s miután a visszaalakulás nem lehetséges, az átalakulás teljes.

A tömeghatás törvénye értelmében a csapadék leválása akkor teljes, ha a kémszert fölöslegben alkalmazzuk. A kénsavat báriumchloriddal mutatjuk ki és a hatást a következő egyenlet érzékíti:



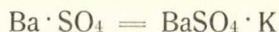
a hatás tehát abban áll, hogy a híg oldatban disszocziált Ba^- és SO_4^- -ionok egyesülnek és az oldhatlan BaSO_4 az oldatból kiválik; azonban teljesen oldhatlan anyag nincs és ezért a csapadék fölött levő oldat telítve lesz bárium-sulfáttal, mely részben változatlan, részben pedig disszocziált állapotban van:



Ha már most az oldatot még több báriumchloriddal elegyítjük, akkor növeljük a Ba^- -ionok koncentrációját és hogy az egyensúly fenn maradjon, bizonyos számú Ba^- -ion az SO_4^- -ionnal egyesül s mint-hogy a BaSO_4 a telített oldatban nem oldható, csapadék alakjában leválik. Tehát valamely vegyületnek oldhatóságát csökkenthetjük azért, hogy az illető vegyület valamelyik ionjának koncentrációját növeljük, azaz *a kémszert fölöslegben alkalmazzuk*.

A tömeghatás törvénye értelmében a disszocziált vegyület ionkoncentrációjának szorzata — ab — egyenlő a nem disszocziált vegyület koncentrációjának c és az egyensúlyi együtthatónak K -nak szorzatával: $ab = CK$.

Az egyenletet a fenti példára alkalmazva egyensúlykor lesz:



A K ugyanazon hőfokon ugyanazon anyagra nézve állandó és minthogy az oldat BaSO_4 mennyisége is állandó, — tehát a $\text{Ba}^- \cdot \text{SO}_4^-$ szorzat is állandó. Ostwald szerint az a és b , azaz a Ba és SO_4 szorzatát — az ionkoncentráció szorzatát, *oldékonysági szorzatnak* nevezik.

Valamely vegyület oldékonyságát csökkenthetjük, hogy ha a vegyületben foglalt egyik ion koncentrációját növeljük; *tehát a lecsapást mindig a kémszer kis fölöslegével kell végezni*. A leválasztott csapadék kevésbé oldódik olyan vízben, melyben a csapadék valamely ionja jelen van; így az ólomion mennyiségi meghatározásakor a leválasztott ólomsulfátot kénsav tartalmú vízzel, a magnéziumammoniumphosphátot pedig ammoniás vízzel mossuk ki.

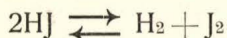
Ha általánosan mondhatjuk is, hogy a kémszert mindig fölöslegben kell alkalmazni, mindazonáltal a kivételeket is figyelembe kell venni. A Ba^- -ion leválasztásához elég kevés kénsav fölöslege is; ellenben a Pb^- -ion leválasztásához a kénsavat már nagyobb fölöslegben kell használni.

Az ezüst- és ólomionokat sósavval, — ezüst- és ólomchlorid alakjában választjuk le. Az ezüstchlorid kivált forró vízben meglehetősen oldódik, ha azonban a sósav kis fölöslege van jelen, akkor teljesen oldhatlan, ellenben több sósav jelenlétében már megint jobban oldódik.

Az ólomchlorid vízben, vagy nagyon savas vízben oldódik, ellenben csak kevés sósavat tartalmazó oldatból elég tökéletesen leválik.

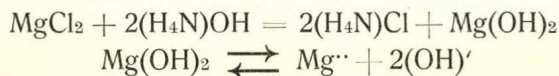
A disszociáció változása.

Az elektrolitek disszociációjára az ionok hatást gyakorolnak és ez a körülmény a kémiai elemzésben felette fontos. Ha hidrogénjodidot magas hőmérsékletre hevítünk, disszociál:



Ha a kísérletet nitrogén jelenlétében végezzük, ennek jelenléte a disszociációra semmiféle hatást sem gyakorol; ha ellenben a kísérletet olyan gáz jelenlétében végezzük, a mely a disszociálendő vegyületnek egyik alkotórésze, (például hidrogén jelenlétében), akkor a disszociáció csökkenni fog. Ugyanez áll az elektrolitek disszociációjára nézve is.

Az ammoniumhydroxid kis mértékben disszociál HN_4^+ - és OH' -ionokra; az ammoniumchlorid ellenben erősen disszociál HN_4^+ - és Cl' -ionokra. Ha az ammonia oldatához vízben, sok ammoniumchloridot, tehát egy közös iont (HN_4) tartalmazó vegyületet elegyítünk, akkor az ammoniumhydroxid disszociációját annyira leszoríthatjuk, hogy kémhatása alig lúgos. Ez esetben tehát az elektrolit telített oldatában feloldottunk egy másik elektrolitot, melynek az előbbivel közös ionja van; ezáltal növeltük a közös ion koncentrációját. A közös ion koncentrációjának növelése azonban az ionok egyesülését eredményezi, a minek következménye a szét nem esett molekulák növekedése és a lúgos hatás csökkenése. E jelenségnek fontos gyakorlati alkalmazása van a kémiai elemzésben a fémek elválasztásakor. Ugyanis a Co-, Ni-, Mn-, Zn- és Mg-ionok ammoniumchlorid jelenlétében ammoniumhydroxiddal nem választatók le, ellenben a Fe-, Al-, Cr-ionok még sok ammoniumchlorid jelenlétében is leválnak ammoniumhydroxidtól. Az ionoknak ezt a különböző magaviseletét az említett kémszerekkel szemben, tüzetesen Lowén* tanulmányozta s ő a következő módon magyarázza: A Fe, Al, Cr hydroxidjai vízben teljesen oldhatlanok, míg ellenben a többi ionok hydroxidjai többé vagy kevésbé oldhatók és az oldatban a hydroxidok disszociálnak. A magnéziumhydroxidnál például lesz:



Ha már most a magnéziumchlorid oldatához először ammoniumchloridot és azután ammoniumhydroxidot öntünk, akkor az erősen disszociált ammoniumchlorid megakadályozza, illetőleg csökkenti az ammoniumhydroxid disszociációját és ennek következtében oly kevés $(\text{OH})'$ -ion lesz az oldatban, — hogy az ebből keletkező kevés $\text{Mg}(\text{OH})_2$, miután ez némileg oldható, — fel is oldódik — és így csapadék nem létesül.

Hasonló az eset a Co-, Ni-, Mn- és Zn-ionnál, ellenben a Fe-, Al- és Cr-ionok, melyeknek hydroxidjai vízben nem oldhatók, még kevés

* Zeitschr. f. anorg. Chemie XI. 404.

ammoniumhydroxid és sok ammoniumchlorid jelenlétében is leválnak. Ez esetben az alig disszociált ammoniumhydroxid kevés számú $(OH)^-$ -ionja a fém-ionokkal oldhatlan vegyületté egyesülnek és azonnal leválnak.

A cobalt-, nikkell- és vasionok, eczetsav jelenlétében hydrogénsulfiddal nem választhatók le, ha azonban sok nátriumacetátot öntünk az oldathoz, sulfid alakjában leválaszthatók.

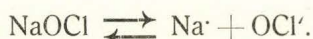
Ha káliumnitrit és káliumjodid elegyéhez egy-két csepp eczetsavat cseppentünk, akkor erős jódkiválás észlelhető; ellenben ha a káliumnitrit és káliumjodid elegyéhez sok nátriumacetátot öntünk és azután eczetsavat, jódkiválás alig észlelhető. Az eczetsav keveset disszociál, míg ellenben a nátriumacetát erősen disszociál, tehát a bőségesen jelenlévő acetátionok a különben is keveset disszociált eczetsav disszociációját még jobban leszorítja. A cobalt- és nikkell-ionok tehát eczetsavas közegből nátriumacetát jelenlétében hydrogénsulfiddal leválaszthatók.

A kationok hydrogénsulfiddal szemben eltérően viselkednek; savanyú közegből például a Cu-, Cd-, Bi-, Pb- stb. kationok hydrogénsulfidtól sulfid alakjában válnak le; ellenben a Co-, Ni-, Fe- stb. kationok savanyú közegből hydrogénsulfiddal nem választhatók le. A hydrogénsulfid vizes oldatban alig disszociál, tehát igen kevés S^{--} -ion van jelen; ha most például HCl-at elegyítve az oldathoz, szaporítjuk a H^+ -ionok mennyiségét, ugyanakkor a H_2S disszociációját csökkentjük. A Cu-, Cd-, Bi-, Pb- stb. kationok már kevés S^{--} és még aránylag sok H^+ -ion jelenlétében is leválnak, míg ellenben a Co-, Ni-, Fe- stb. kationok sok S^{--} -ion jelenlétében is csak akkor válnak le, ha H^+ -ion nincsen jelen.

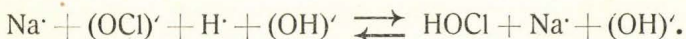
A víz hatása.

A víz a különböző testeket különböző mértékben oldja és valamely anyag oldhatósága függ az anyag természetén kívül még a hőfoktól és a nyomástól is. Ha valamely anyagból csak nagyon kis mennyiség oldódik, akkor azt mondjuk, hogy a gyakorlat tekintetében az anyag oldhatlan. A konyhasó vízben nagyon jól oldódik; ha telített oldatot készítünk, rövid idő múlva a konyhasó változatlanul kikristályosodik, olyan mértékben, a milyenben a víz elpárolog; az oldás itt tisztán fizikai jelenség volt. Némely vegyület azonban a vízben való oldásnál vizet vehet föl és ha a vízből kiválik, akkor kristályvizével együtt jelenik meg. A víztől mentes cuprisulfát fehér színű por, ha vízben oldjuk, kék színt ölt és ha kikristályosodik, akkor öt molekula kristályvizet tartalmaz; a színváltozás annyira érzékeny, hogy felhasználhatjuk a víz jelenlétének kimutatására. Az oldás és hidrat keletkezésén kívül még más nevezetes tümenyt is idézhet elő a víz. A víz nagyon sok vegyületet elbont. Az olyan hatásokat, a melyeknél a vízben oldott vegyület a víz ionjaival egyesül,

hidrolízisnek nevezzük. A víz csak kis mértékben disszociál, de mégis olyan mértékben, hogy a disszociált víz ionjai bizonyos vegyületekre hatást gyakorolhatnak. A hidrolízis főképpen olyan vegyületeknél észlelhető, a melyeknél vagy az egyik alkotórész, vagy mind a két alkotórész határozatlan jellemű; tehát oly sóknál következhetik be hidrolízis, a melyeknek alkotórészei: 1. *Gyenge sav, erős bázis.* 2. *Erős sav, gyenge bázis.* 3. *Gyenge sav és gyenge bázis.* Azokon a sókon, a melyeknek alkotórészei erős sav és erős bázis, mint például a NaCl, NaOH, — a hidrolízis nem észlelhető. A hidrolízis segítségével az analitikai chemia számos érdekes reakciójának lefolyását magyarázhatjuk meg. A nátriumhypochlorit NaOCl gyenge savat és erős bázist tartalmaz és vizes oldatban disszociál:

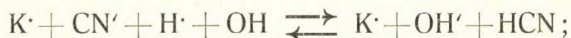


Azonban a víz is disszociál H⁻ és (OH)[']-ionokra és a H⁻-ion az OCl[']-ionnal hypochlorosavvá HOCl egyesül, mely alig disszociál. A H⁻-ion tehát kis mértékben disszociált vegyület alkotórészévé válik; ezzel szemben az (OH)[']-ion mint erősen disszociált Na⁺ + (OH)['] lesz az oldatban:



Az eredmény tehát az, hogy a nátriumhypochlorit oldatában erősen disszociált NaOH és alig disszociált HOCl keletkezik, az oldat lúgos kémhatású, de egyszersmind a HOCl szaga is érezhető.

A káliumcyánid vizes oldata hasonlóképpen szétesik erősen disszociált káliumhydroxidra, és alig disszociált hydrogénycyanidra:



az oldat lúgos kémhatású, de egyidejűleg a HCN jellemző szaga is érezhető.

A carbonátok, borátok vizes oldatban szintén hidrolizálva vannak.

A bizmutnitrát erős savat és gyenge bázist tartalmaz; ha ennek oldatát sok vízzel elegyítjük, a hidrolízis következtében a bizmut leválik mint bázisos bizmutnitrát és az oldat erősen disszociált salétromsavat tartalmaz.

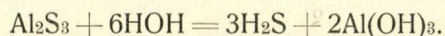
Aluminiumvegyületből a nátriumcarbonát aluminiumcarbonátot választ le ugyan, de ez azonnal hidrolitesen bomlik, úgy hogy mindig aluminiumhydroxid keletkezik és válik le:



A cupri-, ferri-, chromi- és aluminiumsók vizes oldatban savanyú kémhatást mutatnak.

A chrom- és aluminiumvegyületekből ammoniumsulfiddal nem sulfid, hanem hydroxid alakjában válnak le a chrom- és aluminium-ionok.

Ugyanis a keletkező sulfid mint gyenge bázist és gyenge savat tartalmazó vegyület a víz hatására azonnal hidrolitesen bomlik, hidrogén-sulfid száll el és az ionok hydroxid alakban válnak le:



A hidrolízis legtökéletesebb akkor, ha az egyik termék akár mint csapadék válik le, akár mint gáz eltávozik; a legkönnyebben hidrolizálhatók a gyenge savat és gyenge bázist tartalmazó vegyületek.

A kolloid oldatok.

Nagyon sok anyag, mely vízben oldhatlan, bizonyos körülmények között vízben oldhatóvá válik, az ilyen anyagot *kolloid* anyagnak és az oldatot *kolloid*-oldatnak nevezik. Ha például arzénessavat vízben oldunk és az oldatot hidrogénsulfiddal telítjük, sárga színű oldatot kapunk, melyből csapadék még akkor sem válik le, ha az oldatot huzamos ideig telítjük hidrogénsulfiddal. Ez esetben kolloid arzéntrisulfid keletkezett. A kolloid anyagok száma fölülte nagy és nem csak a vegyületek, hanem az elemek is juthatnak kolloid állapotba. A kovasav, molybdánsav, alumíniumhydroxid, ferrihydroxid, sok kénvegyület, továbbá az arany, ezüst, platina, réz, bizmut és higany kolloid oldataival az analitikai chemiában is találkozunk. Minden kolloidnak két alakja van: az oldható alakjában *hydrosol*-nak és az oldhatlan alakjában *hydrogel*-nak nevezik. A hydrosolnak jellemző tulajdonsága, hogy bizonyos anyagok hatására a hydrogel alakba megy át; ezek az anyagok elektrolitek és a hydrogel képződését elősegítik a nélkül, hogy ők magok valamelyes chemiai reakciót idéznének elő. Ha a fent előállított arzéntrisulfid oldatához egy csepp sósavat, vagy kénsavat, vagy ammoniumchloridot elegyítünk, az arzéntrisulfid hydrosol alakja azonnal a hydrogel módosulatba megy át és mint sárga színű csapadék válik ki. A hydrosol gyakran már forralás közben is hydrogellé változik, azonban gyakoriabbak az olyan esetek, a mikor valamely só hozzáelegyítése idézi elő a hydrogel alakot. Az alumínium-ion például ammoniumhydroxiddal csak ammoniumchlorid jelenlétében választható le tökéletesen. Vannak kolloid anyagok, melyek ha egyszer a hydrogel módosulatba mentek át, a hydrosol alakot többé nem veszik fel, ezeket *irreversibilis* kolloidoknak nevezzük; ellenben azok a kolloidok, a melyek leválasztás után megint kolloid alakot ölthetnek, *reversibilis* kolloidok. Kolloid vegyületekkel az analitikai chemiában sokszor találkozunk és különösen a sulfidok létesítenek könnyen kolloid-oldatot, de nem csak akkor, ha hidrogénsulfiddal, vagy ammoniumsulfiddal választjuk le őket, hanem akkor is, ha a sulfidcsapadékot szűrjük és mossuk;

ekkor természetesen a szüredék nem tiszta. Ha a kolloidvegyület létrejövését meg akarjuk akadályozni és a vegyületet tökéletesen akarjuk leválasztani, a vizsgálandó oldatot valamely közömbös savval vagy só-oldattal elegyítjük a leválasztáskor. A rézion például közömbös, vagy csak kissé savanyú oldatból hidrogénsulfidtól mint fekete színű, kolloid cuprisulfid válik le, mely a szűrés alkalmával zavaros szüredéket eredményez. Ha azonban a leválasztást több sósav jelenlétében végezzük, akkor a hydrosol hydrogellé alakul át és a cuprisulfid tökéletesen leválik. Ha a nikkelosulfid leválasztásakor nincsen elegendő ammoniumchlorid jelen, kolloid nikkelosulfid keletkezik, melyről szennyesbarna színű szüredék távolítható el. A szüredékből a nikkelosulfid utólag csak ecetsavval való forralás által választható le. A hydrogel keletkezését hatásosan elősegíti, ha a leválasztás alkalmával az oldatot melegítjük. A zinksulfid például, ha forró oldatból ammoniumchlorid jelenlétében választjuk le, azonnal hydrogel alakban válik le, míg ellenben hideg oldatban hydrosol létesül, mely rosszul szűrhető. A csapadékok, de különösen a sulfidcsapadékok kimosásakor könnyen létesülhet hydrosol, mikor is a csapadékról lefolyó mosóvíz zavaros. A csapadék kimosásakor a hydrosol keletkezését elkerülhetjük, ha a csapadékot közömbös só-oldattal mossuk ki. A zinksulfidot ajánlatos ammoniumchloriddal mosni. Az ammoniumchloridon kívül nátriumacetátot, hidrogénsulfiddal telített vizet és ammoniumacetátot használunk a csapadékok kimosására, hogy a hydrosol keletkezését megakadályozzuk.

A kémszerek.

A kémszereket vízben oldva, vagy szilárd állapotban használjuk.* A kémszereket régebben különböző töménységben készítették s minden laboratóriumnak meg volt a maga töménységű kémszere és leggyakrabban 10⁰/₀-os oldatokat használtak. Blochmann már 1890-ben ajánlotta, hogy a kémszereket ne tetszőleges töménységűre, hanem a stöchiometriai viszonyoknak megfelelően készítsük, mert az ilyen kémszerekkel a vizsgálandó anyag mennyisége felől is tájékozódhatunk. A kémszerek töménysége kétszer normális, normális, félszer normális vagy tized normális. Természetesen mennél érzékenyebb valamely kémszer, annál hígabb oldatot használhatunk belőle.

Normális oldatot úgy készítünk, hogy a vegyület grammegyenérték-súlyából készítünk egy liter vizes oldatot. A kétszer, félszer és $\frac{1}{10}$ normális oldatok készítéséhez az egyenértéksúly kétszeresét, felét vagy egytizedét oldjuk egy literre.

* Krauch: Die Prüfung der chem. Reagentien auf Reinheit.

A sósav egyenértéksúlya ... HCl = 36·45

A kénsav egyenértéksúlya ... $\frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{2} = \frac{98\cdot06}{2} = 49\cdot03$

A phosphorsav egyenértéksúlya ... $\frac{\text{H}_3\text{PO}_4}{3} = \frac{98}{3} = 32\cdot66$

A dinátriumhydrophosphát egyenértéksúlya a phosphorsavra számítva: $\frac{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}}{3} = \frac{358\cdot10}{3} = 119\cdot36$

Ha ezekből az anyagokból lemérjük a kiszámított egyenértéksúlyokat grammokban és ismét úgy készítünk oldatot, hogy kémszer és víz együtt egy liter legyen, akkor normális oldatot kapunk.

A vegyületek egyenértéksúlyának kiszámításakor azt a hatógyököt kell ismerni, mely a cserebomlásokban résztvesz. Ha valamely vegyület cserebomláson kívül még oxidáló hatást is végezhet, ismernünk kell az oxigénre vonatkoztatott egyenértéksúlyát is. A normális káliumbichromátnak cserebomlásakor résztvevő egyenértéksúlya $\frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{2} = \frac{294\cdot5}{2} = 147\cdot25$ g.,

ha azonban mint oxidáló vegyületnek egyenértéksúlyát akarjuk kiszámítani, tekintve azt, hogy egy molekulásúly káliumbichromát hat egyenértéksúly oxigénnel oxidál, egyenértéksúlya egyenlő a molekulásúly hatodrésszével: $\frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{6} = \frac{294\cdot5}{6} = 49\cdot08$ g.

Szabályos oldatokat használni azért jobb, mert egyrészt az elhasznált kémszer mennyisége körülbelül tájékoztat a vizsgálandó anyag mennyiségéről, másrészt pedig a reakció érzékenységét is ellenőrizhetjük.

A gyakrabban előforduló kémszerek töménysége a következő:

Tömény savak.

	fs.	%
1. Ecetsav	1·058	99
2. Kénsav	1·840	95·9
3. Kénsav, füstölő	1·925	80
4. Salétromsav	1·41	68
5. Salétromsav, füstölő	1·52	99
6. Sósav	1·19	37

Hígított savak.

	fs.	%
1. Ecetsav	1·017	12 (2 × norm.)
2. Kénsav	1·067	9·8 (2 × norm.)
3. Salétromsav	1·073	12·6 (2 × norm.)
4. Sósav	1·035	7·3 (2 × norm.)

Tömény lúgok.

	fs.	%
1. Ammoniumhydroxid	0·910	24·9 (15 × norm.)
2. Káliumhydroxid	1·200	22·4 (4 × norm.)
3. Nátriumhydroxid	1·274	24·4 (6 × norm.)

Hígított lúgok.

	fs.	%
1. Ammoniumhydroxid	0·972	6·8 (4 × norm.)
2. Káliumhydroxid	1·098	11·2 (2 × norm.)
3. Nátriumhydroxid	1·091	8 (2 × norm.)

Kétszer normális kémszerek.*

Egy liter vizes oldatban: Ammoniumchlorid 107 g.

Ammoniumcarbonát. 80 g. kereskedésbeli ammoniumcarbonátot, liter-lombikban, 300 cm³ 0·910 fajsúlyú ammoniumhydroxiddal elegyítünk és az oldatot vízzel felhigítjuk egy literre. Nátriumcarbonát (vízmentes) 106 g. Káliumcarbonát 138.

Normális kémszerek.

Egy liter vizes oldatban: Báriumchlorid 122 g. Báriumnitrát 130 g. Calciumchlorid 109 g. Káliumferrocyanid 105 g. Káliumchromát 97 g. Káliumnitrit 85 g. Mangánchlorid 99 g. Nátriumacetát 136 g. Dinátriumhydrophosphát 119 g. Nátriumchlorid 58 g.

Félszer normális kémszerek.

Egy liter vizes oldatban: Ammoniumoxalát 35 g. Bizmutnitrát 81 g. Cuprisulfát 62 g. Káliumcyanid 32 g. Káliumjodid 83 g. Káliumbromid 59 g. Káliumsulfocyanid 48 g. Mercurichlorid 67 g. Nátriumthiosulfát 124 g. Ólomacetát 94 g. Ezüstnitrát 85 g. Uranylitrát 126 g. Káliumbichromát 73 g.

Normális oldatok oxidációhoz.

Egy liter vizes oldatban: Káliumpermanganát 31 g. Káliumbichromát 49 g.

Telített oldatok.

Báriumhydroxid 3·5 0/0-os. Calciumhydroxid 0·7 0/0-os. Calciumsulfát 0·2 0/0-os.

Könnyen bomló kémszerek.

1. **Mercuronitrát.** 10 g. mercuronitrátot feloldunk kevés salétromsav segítségével 100 cm³ vízben. A kémszer kevés fémes higany jelenlétében sokáig eltartható.

2. **Nátriumhypochlorit.** 10 g. nátriumhydroxidot feloldunk 100 cm³ vízben; az edényt hideg vízbe állítjuk és lassú áramban chlorgázzal telítjük.

3. **Chlóros víz.** Vízet chlorgázzal telítünk. A chlóros víz sötét helyen tartandó. 0·7 0/0-os.

4. **Brómos víz.** Vízhez cseppenként és folytonos kavarással közben annyi brómot elegyítünk, a mennyit a víz felold. 3·2 0/0-os.

5. **Kénessav-oldat.** Vízet kéndioxidgázzal telítünk; körülbelül 5·3 0/0-os.

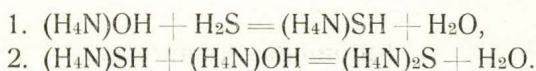
6. **Hydrogénsulfidos víz.** Vízet hydrogénsulfidgázzal telítünk; körülbelül 0·4 0/0-os.

* A súlyok kiszámításánál a tizedeseket mellőztem.

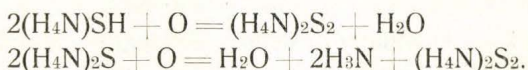
7. **Ammoniumsulfid.** A kémlelésekhez kétféle ammoniumsulfidot használunk: A *színtelen* ammoniumsulfidot $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}$ és a *sárga* ammoniumsulfidot $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}_2 - (\text{H}_4\text{N})_2\text{S}_5$, tehát általánosan $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}_x$.

A színtelen ammoniumsulfid úgy készül, hogy 10⁰/₀-os ammonium-hydroxidot hydrogénsulfiddal telítünk, addig, míg mágnéziumsulfáttal csapadékot nem ad.

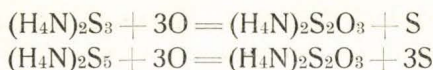
Az ammoniumsulfid keletkezését a következő egyenletek érzékitik:



Az ammoniumsulfid színtelen oldat, melyből sósav hatására hydrogénsulfid fejlődik, de kén nem válik le. Az ammoniumsulfid azonban levegővel érintkezve oxidálódik és *polysulfiddá* alakul át. Az átalakulást kénkiválás kíséri, ez azonban a még változatlan ammoniumsulfidban oldódik és az oldat sárga színt ölt:



Az oxidáció azonban nem áll meg, folytatódik és magasabb rendű polysulfidok $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}_3$, $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}_5$ és végre kénkiválás mellett ammoniumthiosulfát keletkezik és az oldat sárga színe eltűnik:



Tehát a színtelen készítmény is néhány nap alatt megsárgul; rendszeren előállítjuk oly módon, hogy a színtelen ammoniumsulfidot kénvirággal pállítjuk. A sárga ammoniumsulfidból, ha sósavval megsavanyítjuk, kén válik ki.

Használatkor készítendő kémszerek.

1. *Ammoniummolibdénát.* Hidegen telített oldat.
2. *Káliumhydroxyproántimoniát.* A forrón telített vizes oldatot kihülés után megszűrjük.
3. *Stannochlorid.* Őnport forró, tömény sósavban oldunk, a sav fölöslegét elűzzük és az oldatot kevés vízzel hígítjuk. A stannochlorid mindig sósavtartalmú és ezt a reakciónál tekintetbe kell venni.
4. *Ferrosulfát.* Hidegen telített oldat.
5. *Keményítő-oldat.* Kevés keményítőt vízzel szétörzsolünk és a híg pépből néhány cseppet forró vízbe öntve felforraljuk, azután leüle-pítés közben lehűtjük. A folyadék tisztáját használjuk.
6. *Ammoniás ezüstnitrát.* 5⁰/₀-os ezüstnitrát-oldatot annyi tömény ammoniumhydroxyddal elegyítünk, a mennyi elég, hogy a keletkezett csapadék feloldódjék.

7. *Nitroprussidnátrium*. 5 g.-ot 100 cm³ hideg vízben oldunk.
8. *Hydroxylaminchlorhydrátból* és *hydrázinsulfátból* hidegen telített oldatot készítünk.
9. *Királyvíz*. Körülbelül három tf. tömény sósav és egy tf. tömény salétromsav elegye.
10. *Báriumcarbonát*. Kevés báriumcarbonátot mozsárban vízzel összedörzsölünk, hogy híg pép keletkezzék. A báriumcarbonát vízben nem oldódik.

Különleges kémszerek.

1. **Mágnézia mixtura**. 110 g. mágnéziumchloridot és 140 g. ammoniumchloridot feloldunk 1300 g. vízben és 700 g. 0·96 fajsúlyú ammoniumhydroxiddal elegyítjük.
2. **Fehling-oldat**. Két oldatot készítünk. *a)* 3·4 g. cuprisulfátot oldunk 50 cm³ vízben. *b)* 17·3 g. káliumnátriumtartarátot oldunk 40 cm³ vízben és ezt 10 cm³ 5⁰/₀-os nátriumhydroxid-oldattal elegyítjük. Használathoz az *a)* és *b)* oldatból egyenlő térfogatot mérünk le.
3. **Nessler-féle oldat**.* 2 g. káliumjodidot oldunk 5 cm³ vízben, az oldatot fölmelegítjük és 3 g. mercurijodidot teszünk hozzá. A lehűlt oldatot 20 cm³ vízzel hígítjuk és várunk, míg a keletkezett csapadék leülepedett. Azután az oldatot szűrjük és belőle 20 cm³-t 30 cm³ 20⁰/₀-os káliumhydroxiddal elegyítünk. A kémszert tartjuk sötét helyen és használathoz a szükséges mennyiséget pipettával vegyük ki.
4. **Hydrochloroplatinat** (platinachlorid) 10⁰/₀-os oldat.
5. **Nátriumcobaltinitrit**. 5 g. cobaltinitrátot, meg 10 g. nátriumnitritet feloldunk külön 25—25 cm³ vízben; a két oldatot összeöntjük és 2 g. tömény ecetsavat öntünk hozzá. 24 órás állás után az oldatot gondosan megsűrjük.
6. **Ammoniumcarbonát**. A kereskedelmi ammoniumcarbonát ammoniumhydrocarbonátot és carbaminsavasammoniat is tartalmaz. A tiszta kémszert úgy állítjuk elő, hogy ammoniumhydroxidot széndioxiddal telítünk és azután még ugyanannyi ammoniumhydroxiddal elegyítjük.
7. **Káliumsulfid**. Kétszer normál káliumhydroxidot hydrogénsulfiddal telítünk és azután még ugyanannyi káliumhydroxiddal elegyítünk.
8. **Káliumhydroxid, nátriumhydroxid**. A kereskedelmi kémszerek mindig tisztátalanok, sokszor sulfátot, chloridot, kovasavat és aluminiumot tartalmaznak. Ezekről mentes kémszert következőleg állíthatunk elő:** Lapos porcellántálba (lásd az 1-ső rajzot) nikkelcsészét állítunk és a csésze felébe nikkelszövetből készült és alant elzárt tölcseért helyezünk el úgy, hogy hegye a csésze peremétől csak egy-két centiméternyi távolságra

* Illosvay. Pótfüzetek a Termtud. Közönl. XVIII. 82.

** Küster. Zeitschr. f. anorg. Chemie 41. 474.

legyen. A tölcserít fényes felületű nátriummal töltjük meg. A lapos tálba néhány darab üvegcsövet helyezünk és most a tölcser és nikkelcsésze fölé egy üvegharangot, vagy hengerüveget helyezünk el úgy, hogy az az üvegdarabokon álljon. A lapos csészébe most annyi vizet töltünk, hogy levegő a belső térbe ne juthasson. A nátrium a vízgőz hatására, rövid idő múlva már hydroxiddá változik és a lúg a nikkelcsészébe csurog. A nátrium szennyezései a tölcseren maradnak. Az elpárolgó vizet időközönként pótoljuk. A lúgot nikkel- vagy ezüstpalaczkban tartjuk el.

9. **Hydrogénperoxid.** A kereskedésben kapható hydrogénperoxid 3%-os = 10 térf. %-kal.

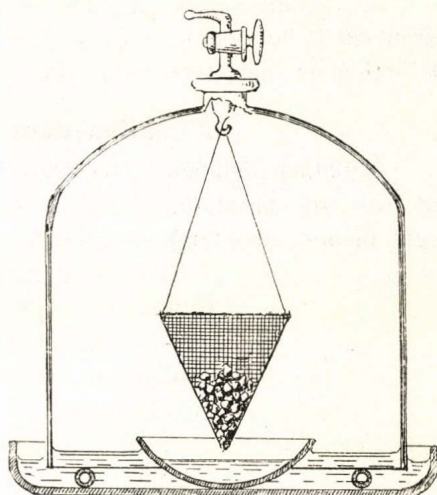
10. **Hypophosphorossav.** A kereskedésben kapható készítményt használjuk.

11. **Alkoholos jódoldat.**

10 g. jódot 100 cm³ alkoholban oldunk.

12. **Káliumjodidos jódoldat.** 2 g. jódot és 3 g. káliumjodidot 100 cm³ vízben oldunk.

13. **Borkősav.** Hidegen telített oldat.



1. rajz.

Oldószerek.

Alkohol. Aether. Chloroform. Széndisulfid.

Szilárd kémszerek.

Nátriumcarbonát. Káliumnitrát. Káliumnátriumcarbonát. Káliumchlorát. Nátriumammoniumhydrophosphát (phosphorsó). Borax. Káliumcyánid. Káliumhydroxid. Zink. Vörösréz. Aluminium. *Ólomperoxid.* Ha vörös ólomoxidot (Pb₃O₄) salétromsavval főzünk, akkor ólomperoxid keletkezik. Káliumhydrosulfát.

Kémlelő papirosok.

1. *Kurkumapapiros.* 2. *Lakmuspapiros.* 3. *Ólompapiros.*

Az ólompapiros úgy készül, hogy 1—2 cm. széles szűrőpapirosszalagot ólomacetátoldatba mártunk és megszáritjuk.

4. *Káliumjodid-keményítőpapiros.* Keményítőoldatban kevés káliumjodidot oldunk és az oldatba keskeny szűrőpapirosszalagot mártunk.

5. *Thalliumpapiros*. Thallosulfátot báriumhydroxiddal elegyítünk és a keletkező thallohydroxidba szűrőpapiros-szalagot mártunk be és gyorsan megszáritjuk.

Festőanyagok.

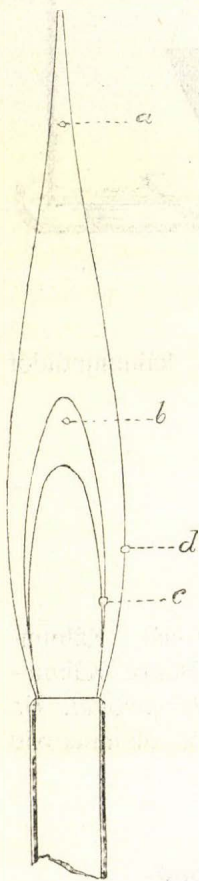
1. *Lakmuszoldat*. 2. *Indigóoldat*; 1 g. finoman porított indigót apránként és folytonos hűtés közben 6 g. füstölgő kénsavval elegyítünk; 48 órai állás után 100 cm³ vízbe öntjük és leszűrjük.

A platinaedény használatáról.

A platinaedényben szén-, phosphor-, árszen-, antimon-, ezüst-, ólom-, ón-, réz- stb. tartalmú, általában könnyen redukálható vegyületeket és végre olvadó alkálifémhydroxidokat hevíteni nem szabad.

Platinaedényben tárjuk fel a szilikátokat nátriumcarbonáttal vagy hydrogenfluoriddal. Kavasavat, vas- és aluminiumhydroxidot, calciumcarbonátot, calciumoxalátot és bárium-sulfátot szabad platinaedényben hevíteni.

A platinaedényt káliumhydro-sulfáttal tisztítjuk oly módon, hogy az edénybe kevés káliumhydro-sulfátot téve, gyenge vörös izzásig hevítjük. A platinaedényt esetleg finom tengerihomokkal is tisztíthatjuk.*



2. rajz.

A Bunsen-féle lámpa alkalmazása.

Ha a világítógázt a Bunsen-féle lámpában (elegendő levegőt vezetve hozzá) meggyújtjuk, akkor a lángban levő és a fényt előidéző izzó szén elég és színtelen, nem világító lángot kapunk. (L. a 2-ik rajzot.) A színtelen láng belsejében a világítógáz szénhydrogénjei az oxigén hiánya miatt nem égnek el tökéletesen. A láng belseje felé eső részt redukáló hatásokra használhatjuk fel. Különben alsó *c* és felső *b* redukáló tért különböztetünk meg. De a színtelen lángban csak az alsó redukáló rész áll rendelkezésünkre. Ha ebbe valami oxidot tartunk, a jelenlevő szén, esetleg szénhydrogén redukálja. A Bunsen-féle lámpa teljesen színtelen lángjával erőyes redukáló hatásokat nem végezhetünk; hogy ezt előidézhesük, 4—5 cm. hosszúságú lángot állítunk elő és a lámpa légnyílását úgy szabályozzuk, hogy a láng csúcsa alatt kis világító kúp keletkezzék. A világító kúp közepén az izzó szén

* Classen Spec. Methoden der anal. Chemie. I. 261.

erélyesen redukál. A szintelen láng külső részében az égés tökéletes s minthogy itten levegő bőven van, a lángban tartott anyagot a levegő oxigénje oxidálja. A láng ezen részét *oxidáló térnek* nevezzük. Oxidáló tér is kettő van, *a* felső oxidáló tér, hol a hatás erélyesebb, *d* alsó oxidáló tér gyengébb hatással. A vizsgálandó anyagot platinadróton vagy ázbeszt-szálon tartjuk a lángba. Ha nagyon magas hőmérsékleten akarunk oxidáló, különösen pedig redukáló hatásokat előidézni, akkor a forrasztólámpához fordulunk. A kísérleteket a forrasztólámpával jól kiégetett szénlemezen végezzük. A szénlemezbe kis gödröt vájunk és ebben helyezük el az anyagot szódával vagy káliumcyániddal keverve. Czélszerű az összekevert anyagot néhány csepp vízzel megnedvesíteni. Ha a kísérlet célja az, hogy valamely oxidot fémmé redukáljunk, akkor a hatás befejezése után az olvadékot kikaparjuk, mozsárban szétdörzsöljük és vízzel iszapoljuk. A redukált fém nagyobb fajsúlyánál fogva pikkely, por, vagy golyó alakjában a mozsárban visszamarad.

A kémszerek érzékenységének megállapítása.

Érzékeny az a kémszer, a melylyel valamely anyagból még föltte kis mennyiségeket is kimutathatunk. A reakció érzékenységének megállapítása céljából a vizsgálandó anyagból készítünk 1, 0·75, 0·5, 0·25; 0·1, 0·075, 0·05, 0·025; 0·01, 0·0075, 0·005, 0·0025; és 0·001 százalékos oldatokat és a vizsgálathoz 5 cm³ oldatot használunk. Az 1%-os oldaton kezdve, a különböző töménységű oldatokkal végezve kémleléseket, megfigyeljük, hogy a kémszerrel melyik töménységű oldatból válik le azonnal, vagy 1—2 percnyi állás után csapadék; vagy hogy melyik töménységű oldatban áll elő valamely színváltozás és végre megfigyeljük, hogy melyik töménységű oldatból nem válik le egyáltalában csapadék. Valamely vegyületben foglalt elem kimutatásának határértéke a két meghatározás közt fekszik. A káliumion például az 1%-os káliumchloridoldatból hydrochloroplatináttal, alkohol jelenlétében, azonnal kimutatható; 0·1%-os oldatból már nem mutatható ki, ellenben 0·5%-os oldatból még kimutatható. Ez a reakció nem érzékeny.

Az elemek beosztása a chemiai analízis szempontjából.

Miként az általános chemia a rokon elemeket egy csoportba foglalja, azonképpen az analitikai chemia is a rokon, illetőleg bizonyos kémszerekkel szemben egyforma magatartású egyszerű, vagy összetett alkotórészeket egy csoportba foglalja össze. Ezen az alapon az egyszerű alkotórészeket két csoportba oszthatjuk. Az első csoportba tartoznak a

bázist létesítő elemi alkotórészek vagy *kationok*; a másodikba a savakat létesítő alkotórészek vagy *anionok*. Az elválasztás természetesen itt sem vihető keresztül szigorúan, sőt mondhatjuk, az egyes elemek helyzete még ingadozóbb lesz. Az analitikai chemia ugyanis a különböző vegyületeknek lúgokkal és savakkal szemben tanúsított magatartását is lépten-nyomon figyelemmel kíséri s megvizsgálja, hogy valamely vegyület bázisos vagy savtermészetű-e s nagyon gyakran egy és ugyanazon vegyület vizsgálatakor mind a két tulajdonságot megállapítja. Azokat az elemi alkotórészeket, a melyek mind bázis-, mind savtermészetű vegyületeket alkotnak, mind a két csoportba felveszi és a kationok meg az anionok között is tárgyalja; ilyenek: az arzén, szelén, tellur, chróm, mangán, molibdén, titán stb. Azokat az elemi alkotórészeket, a melyeknek vegyületei csak csekély ingadozást mutatnak, csak egy — és pedig azon csoportba sorozza, a melyre a legjellemzőbb reakciót adják; ilyen kationok: az ón, ántimon; ezek az analitikai chemia szempontjából kationoknak tekinthetők.

A bázist létesítő elemek. (Kationok.)

A kationokat a különböző kémszerekkel szemben tanúsított magaviseletök szerint öt osztályba sorozzák.

I. Az első osztályba tartoznak azok a kationok, melyek sósavval csapadékot adnak, ide tartoznak: Ag, Pb, Hg¹, Tl, W.

II. A második osztályba tartoznak azok a kationok, melyek savanyú közegben hidrogénsulfiddal leválnak, ide tartoznak: Pb, Hg, Cu, Cd, Bi, As, Sb, Sn, Se, Te, Mo, Au, Pt, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Ge.

III. A harmadik osztályba tartoznak azok, a melyek közömbös, vagy lúgos közegben, ammoniumsulfiddal leválnak, ide tartoznak: Co, Ni, Zn, Al, U, Mn, Fe, Cr, Be, Y, Ga, Ti, Zr, Nb, Ta, Ce, La, Pr, Nd, In, Th.

IV. A negyedik osztályba tartoznak azok, a melyek közömbös vagy lúgos közegben ammoniumchlorid jelenlétében ammoniumcarbonáttal csapadékot adnak, ide tartoznak: Ba, Sr, Ca.

V. Az ötödik osztályba tartoznak azok, a melyek sósavval, hidrogénsulfiddal, ammoniumsulfiddal, ammoniumcarbonáttal ammoniumchlorid jelenlétében, csapadékot nem adnak, ide tartoznak: Mg, K, Na, Li, Rb, Cs (NH₄).

A thalliumot, wolfrámot és vanadiumot az irodalomban különböző osztályba találjuk sorozva.

A thallium és wolfrám a reakciók alapján az első osztályba sorozandó, míg a vanadium egy osztályba sem sorozható.

Az elemi alkotórészek beosztása az analitikai chemiában eltér az általános chemiában megszokott beosztástól, mert az analitikai chemia nem azt vizsgálja, hogy valamely elem pozitív-e vagy negatív, hanem első sorban azt, hogy létesít-e kénnel vegyületet s ha igen, milyen körülmények között; savanyú vagy lúgos közegben válik-e ki. Az arzén határozottan negatív jellemű, az antimon és ón átmenő sajátságú elem és daczára ennek, az analitikai chemia mind a három elemet a kationok közé sorolja; és általában mindazon elemeket a kationok közé iktatja, a melyek közömbös, vagy savanyú közegben hidrogénsulfiddal, vagy lúgos közegben ammoniumsulfiddal akár sulfid, akár hydroxid alakban válnak le és végre természetesen még azokat az elemeket is, a melyek vízben oldható, de el nem bomló sulfidokat létesítenek (alkálifémek és alkáliföldfémek). Az analitikai chemia tehát az elemeket tisztán gyakorlati szempontból osztályozza.

A savat létesítő elemek. (Anionok.)

A savat létesítő elemek beosztása az analitikai chemia szempontjából bonyolultabb, mint a bázist létesítő elemeké. Ugyanis az egyes elemek többféle savat létesíthetnek, melyek vizes oldatban egyszerű ionokra, vagy összetett ionokra disszociálnak és minthogy az egyszerű ionok más reakziót adnak, mint az összetett ionok, sőt az összetett ionok összetétele szerint a reakciók is változnak, ennél fogva egy és ugyanazon savat létesítő elemet egy közös kémszerrel nem is mutathatunk ki. Egy általános kémszer, a melylyel például a chlórt a különböző vegyületeiből kimutathatnók, nincsen. A sósavban a Cl' -ion, a chlór-savban a ClO'_3 -ion a perchlórsavban a ClO'_4 -ion fordul elő. A Cl' -iont ezüstnitráttal kimutathatjuk, de a ClO'_3 - és ClO'_4 -ionok ezüstnitráttal nem adnak csapadékot. A hidrogénsulfid vizes oldata H' - és SH' -ionokra disszociál, míg ellenben sóiban, a sulfidokban az SH' -ion mellett S'' -ionok is fordulnak elő; az S'' ionok ugyanazon kémszerrel szemben másképpen viselkednek, mint az SH' -ionok; így például a nitroprussid-nátrium az S'' -iont tartalmazó nátriumsulfidoldatban vörös színeződést idéz elő, ellenben az SH' -iont tartalmazó, hidrogénsulfidoldatban nem idéz elő vörös színeződést. A kénnek többi vegyületei is, a kénsav H_2SO_4 , kénessav H_2SO_3 , thiokénsav $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, daczára annak, hogy mind kéntartalmúak, mégis más és más reakciókkal ismerhetők fel, mert különböző összetett ionokra disszociálnak. *Az analitikai chemia tehát nem a savat létesítő elemeket osztályozza, hanem a savakat és nemcsak a savat létesítő elemeket mutatja ki, hanem azokat a savakat, illetőleg savmaradékokat is, a melyeket létesíthet.*

A savakat négy csoportba oszthatjuk:

I. Az *első csoportba tartoznak azok a savak, a melyek báriumchloriddal csapadékot létesítenek.*

Az első csoportban három osztályt különböztetünk meg:

1. Az *első osztályba tartozó savak báriumchloriddal fehér színű csapadékot létesítenek, mely híg salétromsavban nem oldódik. Ezüstnitráttal nem adnak csapadékot. Ide tartoznak: Kénsav, hidrogénfluorid, hidrogénsilicofluorid.*

2. A *második osztályba tartozó savak báriumchloriddal fehér színű csapadékot adnak, mely vízben nehezen, de híg salétromsavban jól oldódik. Ezüstnitráttal fehér színű csapadékot adnak, mely salétromsavban oldódik. Ide tartoznak: Kénessav, szénsav, jódsav, brómsav, bórsav, molibdénsav, szelénessav, szelénsav, tellurossav, tellursav, oxálsav, phosphorossav, pyrophosphorsav, metaphosphorsav, kovasav.*

3. A *harmadik osztályba tartozó savak báriumchloriddal fehér színű csapadékot adnak, mely vízben nehezen, de híg salétromsavban jól oldódik. Ezüstnitráttal színes csapadékot adnak, mely híg salétromsavban jól oldódik. Ide tartoznak: Thiokénsav, perjódsav, orthophosphorsav, arzénessav, arzénsav, chrómsav.*

II. A *második csoportba tartoznak azok a savak, melyek báriumchloriddal nem adnak csapadékot, de ezüstnitráttal csapadékot adnak.*

A második csoportban két osztályt különböztethetünk meg.

1. Az *első osztályba tartozó savak ezüstnitráttal, fehér vagy kevésbé színes csapadékot adnak, mely salétromsavban nem oldódik. Ide tartoznak: Hidrogénchlorid, hidrogénbromid, hidrogénjodid, hidrogénecyánid, hidrogénferrocyanid, hidrogénferricyánid, hidrogénsulfocyanid, hypochlorossav.*

2. A *második osztályba tartozó savak ezüstnitráttal fehér vagy színes csapadékot adnak, mely híg salétromsavban oldható. Ide tartoznak: Hidrogénsulfid, salétromossav, cyánsav, hidrogénhypophosphit, eczetsav.*

III. A *harmadik csoportba tartoznak azok a savak, a melyek báriumchloriddal és ezüstnitráttal csapadékot nem adnak. Ide tartoznak: Salétromsav, chlórsav, perchlórsav, permangánsav.*

IV. A *negyedik csoportba tűzállóságok tartoznak. Magas hőmérsékletre hevítve oxidok keletkeznek, melyek savakban nem oldhatók. Alkáliakkal összeolvasztva vízben oldható sók keletkeznek. Ide tartoznak: Titánsav, wolfrámsav, tantalsav, cirkonsav. A kovasavat is ide lehetne sorozni, de ez jobban beillik az I. csoport 2-ik osztályába.*

MÁSODIK RÉSZ.

A kationok reakciói.

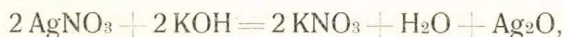
Első osztály.

Az első osztály kationjai sósavval vízben oldhatlan chlorid alakjában válnak le. Ide tartoznak: Ezüst, ólom, higany (mercurio), wolfrám, thallium.

Ezüst.

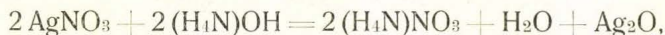
Az ezüstion egyféle vegyületsorozatot létesít. Ammoniumhydroxiddal, cyánnal állandó komplexvegyületeket alkot.

*1. **Kálium-** vagy **nátriumhydroxid** barna színű *ezüstoxidból* álló csapadékot ad:

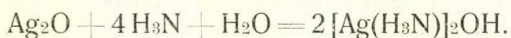


mely a kémszer fölöslegében nem oldódik, ellenben könnyen oldódik ammoniumhydroxidban és salétromsavban.

*2. **Ammoniumhydroxid** barna színű *ezüstoxidot* választ le:



mely a kémszer fölöslegében mint komplexvegyület oldódik:

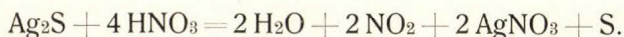


Az ezüstoxid leválása, a fenti egyenlet szerint nem tökéletes, mert a keletkezett ammoniumnitrát az ezüstion egy részével komplexvegyületté alakul s mint ilyen oldódik; sok salétromsav jelenlétében pedig egyáltalában nem is származik csapadék, mert ekkor a fölöslegben keletkezett ammoniumnitráttal az ezüstion összes mennyisége oldható komplex *ezüstammoniumnitráttá* $[\text{Ag}(\text{H}_3\text{N})_2]\text{NO}_3$ alakul át.

*3. **Hydrogénsulfid** közömbös, savanyú, vagy ammoniás közegből feketeszínű *ezüstsulfidot* választ le:



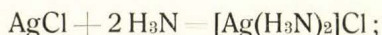
A csapadék ammoniumhydroxidban, ammoniumsulfidban, híg káliumcyánidban nem oldódik; híg salétromsavval melegítve kénkiválással oldódik:



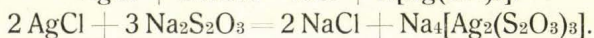
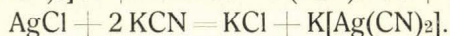
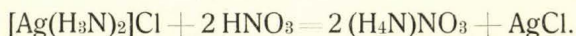
*4. **Sósav** és vízben oldható **chloridok** fehér színű ezüstchloridból álló csapadékot adnak:



Melegítés a csapadék tömörülését elősegíti; híg oldatban csak fehér opalizálás mutatkozik. Az ezüstchlorid a fény hatására ibolya és végre barna színt ölt. Az ezüstchlorid vízben és híg salétromsavban nem oldódik, ellenben jól oldódik, komplexvegyület képződéssel, ammoniumhydroxidban, káliumcyánidban és nátriumthiosulfátban:



ebből az oldatból salétromsavval megsavanyítva megint ezüstchlorid válik le:



Oldódik továbbá sósavban is; ha például tömény sósavhoz ezüstnitrátot csepegtetünk, csapadék nem is származik, ha azonban az oldatot sok vízzel hígítjuk, ezüstchlorid válik le.

A reakció érzékenységeinek határa:

0.01%-os nátriumchloridoldatban erős opalizálás,

0.001%-os nátriumchloridoldatban alig észrevehető opalizálás látszik.

5. **Káliumcyánid** fehér színű, túrós csapadékot létesít; ez *ezüstcyánid*:



a kémszer fölöslegében mint komplexvegyület oldódik, mely oldatból híg salétromsavval hidrogénycyánidfejlődés mellett, *ezüstcyánid* válik ki:



6. **Káliumchromát** vörösbarna színű, alaktalan *ezüstchromátot* választ le:



a csapadék ammoniumhydroxidban könnyen, salétromsavban nehezen oldódik.

7. **Káliumbichromát** sötétvörös színű *ezüstbichromátból* álló csapadékot létesít:



a csapadék ammoniumhydroxidban könnyen, salétromsavban nehezen oldódik.

8. **Káliumjodid** világossárga, túrós csapadékot: *ezüstjodidot* létesít, mely vízben és salétromsavban nem oldódik; tömény ammoniumhydroxidban alig oldódik, káliumcyánidban jól, — nátriumthiosulfátban nehezen oldódik.

9. **Káliumbromid** világossárga színű, túrós csapadékot: *ezüstbromidot* létesít: oldhatósága körülbelől olyan, mint az ezüstjodidé, de ammoniumhydroxidban valamivel jobban oldódik, nátriumthiosulfátban pedig jól oldódik.

Az ezüstchlorid, — bromid és — jodid oldhatósága ammoniumhydroxidban tehát a következő: ezüstchlorid *jól*, ezüstbromid *nehezen* és az ezüstjodid *alig* oldódik.

*10. **Hydroxylaminchlorhydrát** vagy **hydrazinsulfát** salétromsavas oldatból nem választ le csapadékot, nátronlúgos vagy ammoniumhydroxidok közegből *fémes ezüst* válik le.

11. **Káliumsulfocyanid** fehér színű $\text{Ag}(\text{SCN})_2$ *ezüstsulfocyanid* csapadékot létesít, mely salétromsavban nem, ellenben ammoniumhydroxidban oldható.

12. **Nátriumcarbonát** sárgásfehér színű *ezüstcarbonát* csapadékot létesít:



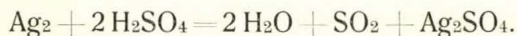
A csapadék vízzel forralva bomlik:



13. **Ezüst kimutatása száraz úton.** Az ezüstvegyületek szénlemezzen, víztől mentes szódával keverve és a forrasztócső redukáló lángjával hevítve, könnyen redukálódnak és fehér színű fémes ezüst keletkezik:



14. **Oldhatóság.** Az ezüst oldható tömény salétromsavban; nitrogénoxid eltávozása közben nitrát keletkezik; tömény kénsav is oldja, mikor kéndioxid fejlődik:



Az ezüstsók szintelenek, közömbös kémhatásúak és a nitrátot kivéve, vízben nehezen oldódnak.

Ólom.

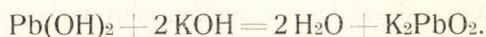
As ólom két és négy vegyértékű; oxigénnel öt vegyületet létesít: *ólomoxid* PbO , *ólomsuboxid* Pb_2O , *ólomsesquioxid* Pb_2O_3 , *vörösólomoxid* Pb_3O_4 és *ólomperoxid* (ólomdioxid) PbO_2 . Az ólomoxid és a vele kapcsolatos ólomhydroxid bázisos tulajdonságú; de gyenge savi hatása is

van, a mennyiben káliumhydroxidban oldható sókat, úgynevezett *plumbitokat* alkot. Az ólomperoxid savi jellegű, káliumhydroxidban oldható és a *káliummetaplumbátot* K_2PbO_3 létesíti. Vele összefüggő savak az *orthoólomsav* H_4PbO_4 , és a *metaólomsav*, de közülök csak az utóbbi ismeretes. A vörösólomoxid Pb_3O_4 , az orthosavnak ólomsójaképpen fogható fel: $Pb_2(PbO_4)$ *ólomorthoplumbát*; míg az ólomsesquioxid Pb_2O_3 , a metaólomsav sója gyanánt tekinthető: $Pb(PbO_3)$ *ólommetaplumbát*. Az ólom komplexvegyületei közül csak a borkősavval létesített vegyület fontos.

*1. **Kálium-** vagy **nátriumhydroxid** fehér színű pelyhes *ólomhydroxidot* választ le:



mely a kémszer fölöslegében gyengén melegítve, mint *káliumplumbit* oldódik:

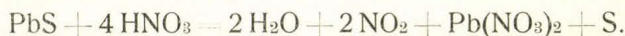


*2. **Ammoniumhydroxid** fehér színű *ólomhydroxidot* választ le, mely a kémszer fölöslegében *nem* oldódik.

*3. **Hydrogénsulfid** savanyú, vagy lúgos közegből fekete színű *ólomsulfidot* választ le:



Kevés sósavval savanyított ólomnitrátoldatból, kevés hydrogénsulfid sötét vörösbarna színű, Pb_2SCl_2 összetételű vegyületet választ le, mely azonban több hydrogénsulfid hatására bomlik és fekete színű sulfiddá alakul át; nagyon savanyú oldatból az ólom *nem* válik le tökéletesen. Az ólomsulfid, híg salétromsavval melegítve kénkiválással oldódik:

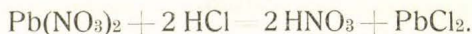


Töményebb savval az oxidálás még tovább halad, ugyanis a kén egy része kénsavvá oxidálódik és ez az ólommal egyesülve, ólomsulfáttá alakul, mely fehér színű csapadék:



Az ólomsulfid oldható tömény sósavban is; ammoniumsulfidban *nem* oldódik.

*4. **Sósav** vagy vízben oldható **chloridok**, fehér színű *ólomchloridból* álló csapadékot adnak:



A csapadék hideg vízben nehezen, de forró vízben könnyen oldódik és a telített oldatból jellemző túalakú kristályokban válik ki. Híg sósavban nehezen, tömény savban jobban oldódik.

A reakció érzékenységének határa:

1⁰/₀-os ólomnitrátoldatból azonnal csapadék válik le;

0·5⁰/₀-os ólomnitrátoldatból állás után kevés csapadék válik le;

0·1⁰/₀-os ólomnitrátoldatból csapadék nem válik le.

5. **Káliumjodid** sárga színű *ólmjodidot* PbJ₂ választ le, mely forró vízben nehezen oldódik; a telített oldatból az ólomjodid sárga színű lemezek alakjában válik le.

6. **Káliumcyánid** fehér színű Pb(CN)₂ *ólmcyánidot* választ le, mely a kémszer fölöslegében nem oldódik.

7. **Káliumchromát** sárga színű kristályos *ólmchromátot* létesít:



A csapadék vízben és eczetsavban alig, káliumhydroxidban könnyen oldható:



Ebből az oldatból eczetsavval megint a chromát válik ki:



*8. **Káliumbichromát** sárga színű, kristályos *ólmchromátot* választ le. A reakciót lásd a 6-ik oldalon.

*9. **Kénsav** vagy vízben oldható **sulfátok**, fehér színű, porszerű *ólmulfátot* választanak ki:



A csapadék vízben nehezen oldódik; oldhatósága közönséges hőmérsékleten 1:22800. A csapadék tökéletes leválását kevés alkohol elősegíti. Az ólmulfát oldható forró tömény kénsavban és valószínűleg ólmhydroulfát Pb[HSO₄]₂ keletkezik; ha az oldatot vízzel hígítjuk, megint ólmulfát válik ki. A sulfát tömény sósavban és forró káliumhydroxidban jól oldódik; végre oldható még sok ammoniumhydroxid jelenlétében borkősavasammoniumban is mint komplex *ólmorkősavasammonium* (H₄N)₂(C₄H₂PbO₆). Nátriumcarbonát oldattal főzve, a sulfát carbonáttá alakul át.

A reakció érzékenységének határa:

0·1⁰/₀-os ólomnitrátoldatból azonnal csapadék válik le;

0·05⁰/₀-os ólomnitrátoldatból csapadék nem válik le, csak jól felismerhető gyenge zavarodást észlelünk;

0·01⁰/₀-os ólomnitrátoldatból az ólom már nem mutatható ki.

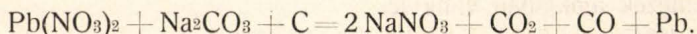
*10. **Hydroxylaminchlorhydrát** vagy **hydrazinsulfát** se lúgos, se savanyú közegben nem redukálja az ólomsót.

11. **Káliumsulfocyanid** fehér színű kristályos *ólmulfocyanidot* választ le:



12. **Nátriumcarbonát** fehér színű, alaktalan, változó összetételű *bázisos ólomcarbonátot* választ le.

13. **Az ólom kimutatása száraz úton.** Ólomvegyületek szénlemezen, víztől mentes szódával keverve és a forrasztócső redukáló lángjával hevítve, redukálódnak, fémes ólom és egyúttal sárga verődék is keletkezik:



14. **Oldhatóság** A fémes ólom sósavban és kénsavban nehezen oldódik, mert a keletkezett ólomchlorid és ólomsulfát a fémeket a sav tovább hatása ellen védelmezi. Nagyon tömény salétromsavban szintén nehezen oldódik; ellenben kissé hígított savban könnyen oldható. Az ólomsók részben színesek, részben színtelenek és túlnyomóan savanyú kémhatásúak. Az ólomsók vízben nehezen oldhatók, vagy egyáltalában nem oldhatók.

Az ólom elválasztása az ezüstitől.

Ólom- és ezüstitnitrátoldatot főlegesen híg sósavval elegyítünk. A csapadékot vízzel forraljuk, mikor is az ólomchlorid oldódik. A maradékot ammoniumhydroxidban oldjuk. A vizes oldatból az ólmot káliumbichromáttal, az ammoniumhydroxid oldatból az ezüstöt salétromsavval mutatjuk ki.

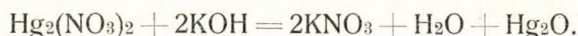
Higany.

A higany két vegyületsorozatot alkot: a *mercurio* Hg_2R_2 és *mercuri* HgR_2 vegyületeket. Oxidjai a mercuriooxid Hg_2O és mercurioxid HgO bázisos tulajdonságúak. Hydroxidjai ismeretlenek; ezek azonnal vizet veszítenek és oxiddá válnak. Kálium- vagy nátriumhydroxiddal tehát mindig csak oxid keletkezik. A mercuriovegyületek nem állandók és aránylag könnyen mercurivegyületté alakulnak át.

A mercuriooxid és mercuriochlorid hevítve mercurivegyületté alakulnak át. A mercuronitrát vizes oldata lassanként mercurinitráttá változik. Mindkét vegyületsorozatba tartozó sók vízzel, hidrolitesen bomlanak. A mercuronitrát víz hatására könnyen átalakul sárga színű $\text{Hg}_2(\text{OH})\text{NO}_3$ összetételű bázisos vegyületté. A komplexvegyületek közül a káliumjodiddal létesített vegyület fontos. A mercurio- és mercurivegyületek reakcióit, alkalmazkodva a kémiai analízis szempontjából megállapított beosztáshoz, külön-külön kell tárgyalnunk. A mercuriovegyületek ugyanis sósavval leválaszthatók, tehát az első osztályba tartoznak, míg a mercurivegyületek sósavval nem választhatók le, csak hydrogénsulfiddal válnak le savanyú közegben. A gyakorlatban mercuriovegyületekkel, minthogy ezek könnyen mercurivegyületté oxidálódnak, csak ritkán találkozunk.

A mercurohigany reakciói.

*1. **Kálium-** vagy **nátriumhydroxid** feketeszínű alaktalan *mercurio-oxidot* választ le:



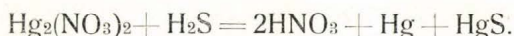
A csapadék a kémszer fölöslegében nem oldódik.

*2. **Ammoniumhydroxid** fekete színű és változó összetételű *mercurio-amido*-vegyületet választ le; a hatás valószínűleg a következő egyenlet értelmében történik:

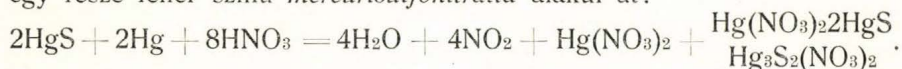


A csapadék ammoniumsókban oldható s ezért ammoniumsók jelenlétében a leválás nem tökéletes. Nagyon savanyú, vagy sok ammoniumsót tartalmazó oldatból nem is válik ki csapadék.

*3. **Hydrogénsulfid** fekete színű *mercurisulfid* és fémes *higanyból* álló csapadékot ad:

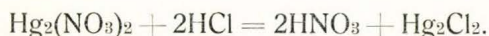


A csapadék, tömény salétromsavval melegítve, csak részben oldódik; egy része fehér színű *mercurisulfonitráttá* alakul át:

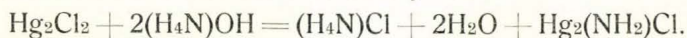


Káliumsulfidban csak a csapadék egy része oldódik és a higany változatlanul marad vissza; ammoniumsulfidban a mercurisulfid nem oldható.

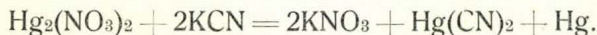
*4. **Sósav** és vízben oldható **chloridok** fehér színű *mercuriochloridot* választanak ki:



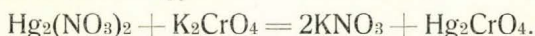
A csapadék vízben és híg savakban nem oldódik; tömény salétromsavban, királyvízben, továbbá kénsavban oldható. Ammoniumhydroxid fekete színű *mercurioamidochloriddá* alakítja át:



5. **Káliumcyánid** szürke színű, *fémes higanyból* álló csapadékot választ ki:

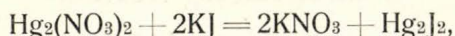


6. **Káliumchromát** hideg oldatban sárgás-vörös színű, változó összetételű *bázisos mercuriochromátot* választ le; ha a csapadékot forraljuk, a bázisos vegyület átalakul vörös színű mercuriochromáttá. Forró oldatban tehát a reakció egyszerű cserebomlás:

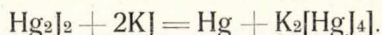


* Treadwell szerint a $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)\text{NH}_2\text{O}$ összetételű vegyület és fémes higany keletkezik.

7. **Káliumjodid** zöld színű *mercurojodidot* választ ki:

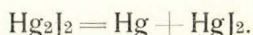


mely a kémszer fölöslegében szürke színű higanykiválással, mint *kálium-mercurijodid* oldódik:

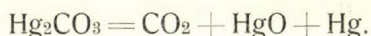


A mercurojodid színe az oldatok töménysége szerint változó. Ha tömény oldatok hatnak egymásra, akkor a csapadék színe sötétzöld; ellenben ha tömény mercurooldathoz *híg* káliumjodidot öntünk, akkor világoszöld színű csapadék keletkezik.

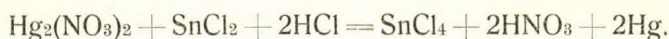
Ha kevés mercuriosót tartalmazó oldathoz sok és tömény káliumjodidot elegyítünk, azonnal szürke színű fémes higany csapódik ki. Ha a mercurojodidot vízzel melegítjük, szürke színű higany mellett, vörös színű *mercurijodid* keletkezik:



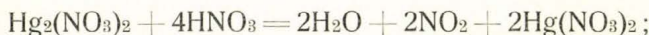
8. **Nátriumcarbonát** világossárga színű *mercurocarbonátot* választ le. A csapadék már hidegen is bomlik, forralva a bomlás gyors és a csapadék széndioxid fejlődése mellett szürke színt ölt:



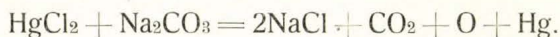
9. **Stannochlorid** meleg oldatból szürke színű, *fémes higanyból* álló csapadékot keletkeztet:



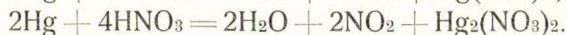
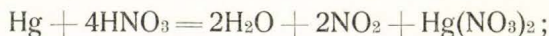
10. **Salétromsav**, vagy **királyvíz** a mercurovegyületeket mercurivegyületté oxidálja:



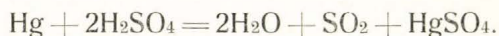
11. **A higany kimutatása száraz úton.** Ha valamely higanyvegyületet szódával keverve, nehezen olvadó üvegcsőben izzítunk, a cső hidegebb részén szürke színű higanytűkőr jelenik meg:



12. **A higany oldhatósága.** A higany tömény, forró salétromsavban mint mercurinitrát oldódik; híg és hideg salétromsav, fölösleges higany jelenlétében, mercuronitrátot létesít:



Tömény és forró kénsav kéndioxidfejlődéssel mercurisulfátot keletkeztet:



Híg kénsavban és sósavban nem oldható. A szabályos sók színtelenek, a víz hatására keletkezett lúgos sók sárgaszínűek; a vizes oldat savanyú kémhatású.

A mercurohigany elválasztása az ólomtól.

Mercuro- és ólomnitrát-oldatot főlsleges híg sósavval elegyítjük. A csapadékot vízzel forraljuk és a leszűrt oldatban káliumbichromáttal ólomra kémlelünk. A vízben oldhatlan részre ammoniumhydroxidot öntünk. A csapadék megfeketedése mercurohigany jelenlétére vall.

A mercurohigany elválasztása az ezüstitől.

Mercuro- és ezüstitnitrátoldatot híg sósavval elegyítjük. A leszűrt csapadékot ammoniumhydroxiddal jól összerázzuk; ha a csapadék megfeketedik, mercurohigany van jelen. A fekete színű oldatot megsűrjük és a szüredékben, salétromsavval, ezüstre kémlelünk.

A mercurohigany elválasztása az ólomtól és ezüstitől.

Mercuro-, ólom- és ezüstitnitrátoldatot híg sósavval elegyítjük. A csapadékot vízzel forraljuk és a szüredékben kaliumchromáttal ólomra kémlelünk. A vízben oldhatlan részt ammoniumhydroxiddal jól összerázzuk és úgy járunk el, mint fentebb.

Wolfmám.

A wolfrámnak sok vegyülete ismeretes, de ezek közül csak azok az állandóbbak, a melyekben hat vegyértékű. A chemiai analízis szempontjából a wolfrámtrioxid WO_3 vagy *wolfrámsavanhydrid* fontos. Az anhydrid oldható káliumhydroxidban és ekkor *wolfrámát* keletkezik; a legczélszerűbb azonban a trioxidot nátriumcarbonáttal olvasztani össze:



Ha a nátriumwolfrámát vizes oldatát sósavval megsavanyítjuk, akkor a wolfrámsav pelyhes csapadék alakjában válik le.

A wolfrámsav sok polysavat létesít és ezeknek sóiból a nátriumpolywolfrámátokból egész sorozat ismeretes. A wolfrám reakciójához nátriumwolfrámátoldatot használunk, mely lúgos hatású.

1. **Báriumchlorid** fehér színű *báriumwolfrámátból* álló csapadékot ad, mely melegítve megsárgul. A csapadék híg savakban oldhatatlan.

2. **Ezüstitnitrát** sárgásfehér színű, *ezüstitwolfrámát*-csapadékot ad, mely salétromsav hatására fehér színt ölt és melegítve megsárgul. A csapadék híg savakban oldhatatlan.

*3. **Sósav**, vagy **salétromsav** fehér színű *wolfrámsavat* $H_2WO_4 \cdot H_2O$ választ le, mely forralva vizet veszít és megsárgul.

4. **Hydrogénsulfid**, lúgos közegben, nem ad csapadékot; ha az oldatot megsavanyítjuk, wolfrámsav válik le.

5. **Ammoniumsulfid** vízben oldható *sulfosavsót* $(\text{H}_4\text{N})_2\text{WS}_4$ létesít. Ha az oldatot sósavval megsavanyítjuk, zöld színt ölt; fölösleges sav jelenlétében szennyesárga színű *wolfrámsulfidból* WS_3 álló csapadék származik, mely néhány perc múlva sötétebb színt ölt.

6. **Stannochlorid** sárga színű csapadékot ad, mely melegítve kék színt ölt.

*7. **Zink sósav jelenlétében.** Ha híg nátriumwolfrámatoldatba zinket teszünk és az oldatot fölmelegítve, sósavval megsavanyítjuk, *kék* színű oldat keletkezik. A reakció nagyon érzékeny.

Thallium.

A thallium két vegyületsorozatot létesít: *thallo* Tl^{I} és *thalli* Tl^{III} . A thallohydroxid $\text{Tl}(\text{OH})$ erős bázis. A thallivegyületek a thallovegyületek oxidációja következtében keletkeznek és megint redukálhatók; a thallohydroxid gyenge bázis. A thalliumvegyületek rendszeren a thallo-sorozatba tartoznak. A reakciókhoz thallosulfátot használunk.

1. **Sósav** fehér színű, TlCl *thallochloridból* álló csapadékot ad, mely vízben és ammoniumhydroxidban nehezen oldható.

2. **Hydrogénsulfid** közömbös és híg oldatból kevés, selyemfényű *thallosulfidot* Tl_2S választ le. Egy csepp nátriumacetát jelenlétében, dús fekete csapadék válik le, mely *ecetsavban nagyon jól oldódik*.

3. **Ammoniumsulfid** fekete színű sulfidot választ le.

*4. **Káliumjodid** sárga színű thallojodidot TlJ létesít, mely a kémszer fölöslegében és nátriumthiosulfátban nem oldható. A reakció nagyon érzékeny.

5. **Lángfestés.** A thalliumvegyületek a lángot *smaragdzöld* színűre festik; színe egyetlen jellemző zöld vonal. Ha a nátrium vonala az 50-ik osztásrészre esik, akkor a thallium α -vonala a 66-ik osztásrészen tűnik fel.

Második osztály.

A második osztály ionjai savanyú közegből hydrogénsulfiddal sulfid alakban válnak le. E sulfidokat felosztjuk **A)**, **B)** és **C)** csoportra.

Az **A)** csoportba tartozó sulfidok ammoniumsulfidban *jól oldódnak*; ide tartoznak: *arzén, antimon, ón, selen, tellur, germánium és irídium*.

A **B)** csoportba tartozó sulfidok ammoniumsulfidban *nem oldhatók*; ide tartoznak: II *higany, bizmut, réz, cadmium platina, palládium, osmium, ruthenium*.

A **C)** csoportba tartozó sulfidok ammoniumsulfidban *nehezen oldhatók*; ide tartoznak: *arany, molibdén*.

A) csoport.

Az A) csoportba tartozó sulfidok ammoniumsulfidban jól oldódnak; ide tartoznak: arzén, antimon, ón, szelén, tellur.

Árzén.

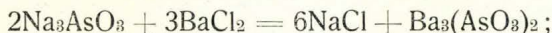
Az arzén három és öt vegyértékű; ezzel összefügg az a tulajdonsága, hogy kétféle vegyületsorozatot létesít, melyeknek általános képlete: AsR_3 és AsR_5 . Oxidjai: az arzéntrioxid As_2O_3 és arzénpentoxid As_2O_5 . Mindkettő savi jellegű s úgy tekinthetők, mint savanhydridek. Az arzéntrioxiddal kapcsolatos az *ortho*arzénessav (vagy arzénessav) H_3AsO_3 , csak vizes oldatban ismeretes, ellenben sói: az *arzénitek*, jól ismert vegyületek. A *meta*arzénessav $HAsO_2$ az *ortho*arzénessavból egy molekula víz elvonása által vezethető le. A sav nem ismeretes, csak a sói: a *meta*arzénitek. Ha két molekula *ortho*arzénessavból egy molekula vizet elvonunk, a *pyro*arzénessav $H_4As_2O_5$ képletéhez jutunk. Ez nem ismeretes, csak néhány sója. Az arzéntrioxid alkáliákban oldódik és *ortho*- meg *meta*arzénessavsók keletkeznek. Az *ortho*arzénessavval hasonlítható *sulfo*arzénessav H_3AsS_3 szabad állapotban nem ismeretes, ellenben kálium-, nátrium- és ammoniumsója igen.

Az *arzénpentoxiddal* összefügg az *ortho*arzénsav H_3AsO_4 , mely szabad állapotban is ismeretes. Ha az *ortho*arzénsavat 180° -ra hevítjük, *pyro*arzénsav $H_4As_2O_7$, ha még magasabb hőfokra hevítjük, akkor a *meta*arzénsav $HAsO_3$ keletkezik. Mind a két sav szabad állapotban is ismeretes, de úgy a szabad savak, mint sóik is, vizes oldatban könnyen orthovegyületté alakulnak át. Az *ortho*arzénsavhoz hasonlítható *sulfo*arzénsav szabad állapotban nem ismeretes, ellenben kálium-, nátrium- és ammoniumsója igen.

A kémiai analízis szempontjából mind az arzénessav, mind az arzénsav reakciói fontosak.

Az arzénessav reakciói.

1. **Báriumchlorid** fehér színű *báriumarzénit*ből álló csapadékot ad:



a csapadék híg salétromsavban oldható.

2. **Ezüstnitrát** közömbös, vagy gyengén lúgos oldatból sárga színű, túrós, *ezüstarzénit*ből álló csapadékot ad:



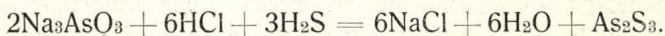
a csapadék oldható salétromsavban és ammoniumsók jelenlétében ammoniumhydroxidban is, mint *ezüstammoniumnitrát* és *ammoniumarzénit*. Ha az oldatot huzamos ideig forraljuk és időközönként ammonium-

hydroxidot elegyítünk hozzá, *fémes ezüst* válik le, — az arzénessav arzénsavvá oxidálódik és mint *ammoniumárvénát* lesz az oldatban.

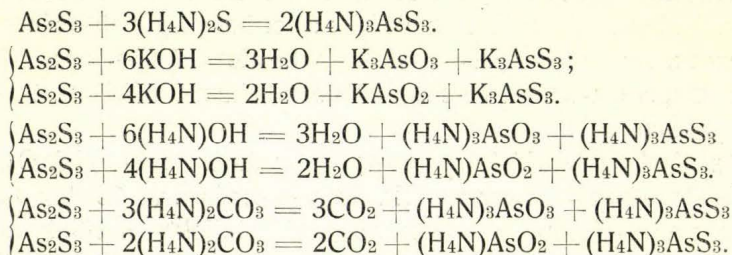
*3. **Hydrogénsulfid** közömbös oldatban sárga, kolloid arzéntrisulfidból álló oldatot létesít; ha az oldathoz sósavat, vagy ammoniumchloridot elegyítünk, sárga színű, *arzéntrisulfidból* álló csapadék keletkezik. Sok ammoniumchlorid jelenlétében a csapadék nehezen ülepedik le. Közömbös oldatban csapadék nem létesül; ennek a kolloidoldat keletkezésén kívül az is lehet oka, hogy a hydrogénsulfid hatására, vízben oldható *sulfoárvénessavas* vegyület származik:



Az arzéntrisulfid tehát csak akkor válik le tökéletesen, ha a sósavval savanyított oldatot hosszabb ideig hydrogénsulfiddal telítjük:



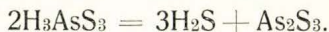
Az arzéntrisulfid oldható ammoniumsulfidban, kálium- vagy nátriumhydroxidban, ammoniumhydroxidban és ammoniumcarbonátban:



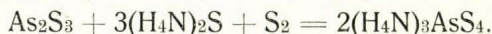
Ha ezeket a *sulfoárvénit*-oldatokat sósavval, vagy kénsavval megsavanyítjuk, *sulfoárvénessav* válik ki:



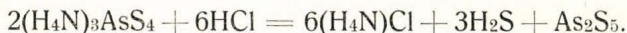
ez azonban nem állandó, azonnal elbomlik és hydrogénsulfidfejlődés mellett arzéntrisulfid válik le:



Ha az arzéntrisulfidot ammoniumpolysulfidban oldjuk, *ammoniumsulfoárvénát* keletkezik:

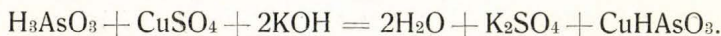


Ebből az oldatból sósav arzénpentasulfidot választ le:

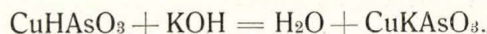


Salétromsav, vagy királyvíz az arzéntrisulfidot arzénsavvá oxidálja. *Sósavban* az arzéntrisulfid *nem* oldható.

*4. **Cuprisulfát** közömbös, vagy *gyengén lúgos* közegből sárgászöld színű *cuprihydroárvénitet* választ le (savanyú oldathoz előzőleg néhány csepp káliumhydroxidot elegyítünk):



A csapadék káliumhydroxidban mint kék színű *cuprikáliumárszénit* oldódik:



Ha a kék színű oldatot forraljuk, vörös színű *cuprooxid* válik le és az árszénessav árszénsavvá oxidálódik.

*5. **Fehling-oldatot** az árszénessav *redukál*; vörös színű cuprooxid válik le és az árszénessav árszénsavvá oxidálódik. A kísérletnél az oldatot forralni kell.

6. **Jódoldat** az árszénessavat árszénsavvá oxidálja és a jódoldat elszíntelenedik. A hatás csak akkor tökéletes, ha a keletkezett hidrogénjodidot nátriumhydrocarbonáttal lekötjük. (A reakciókat lásd a 11-ik oldalon.)

*7. **Mágnézia mixtura** híg árszénessavoldatból *nem* választ le csapadékot.

Az árszénsav reakciói.

1. **Báriumchlorid** fehér színű *báriumárszénáttól* álló csapadékot ad:



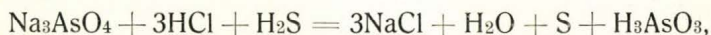
A csapadék híg salétromsavban oldható.

2. **Ezüstnitrát** közömbös oldatból csokoládébarna színű, *ezüstárszénáttól* álló csapadékot ad:

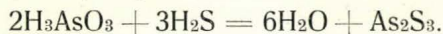


A csapadék salétromsavban és ammoniumsók jelenlétében ammoniumhydroxidban oldható. Ha az oldatot forraljuk, *ezüst nem* válik ki.

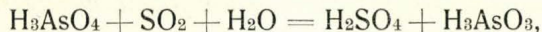
*3. **Hydrogénsulfid** savanyú közegben sem ad csapadékot; ha azonban az árszénsavoldatot felmelegítjük 60—70^o-ra s huzamosan hajtunk az oldatba hidrogénsulfidot, akkor sárga színű *árszéntrisulfid* és kén válik le. A hidrogénsulfid hatására ugyanis az árszénsav árszénessavvá redukálódik:



és az árszénessavból a hidrogénsulfid hatására leválik a trisulfid:

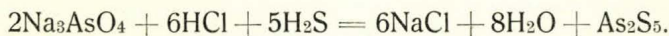


A csapadék trisulfid mellett pentasulfidot is tartalmaz. Ha az árszén-savat előzőleg néhány csepp kénessavval redukáljuk:

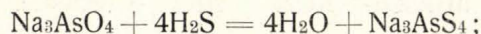


hidrogénsulfid hatására azonnal leválik a sulfid.

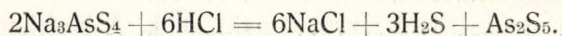
Ha az árszénsavhoz sok sósavat elegyítünk és a hidrogénsulfidot a *hideg oldatba*, gyors áramban hajtjuk, sárga színű *árszénpentasulfid* válik le:



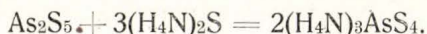
Ha közömbös arzénsavas sót hidrogénsulfiddal telítünk, akkor vízben oldható sulfosavsó keletkezik:



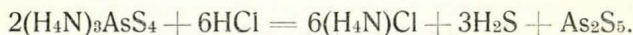
ha az oldatot sósavval, vagy kénsavval megsavanyítjuk, akkor *árzénpentasulfid* válik le:



Az arzénpentasulfid oldható ammoniumsulfidban, káliumhydroxidban, ammoniumcarbonátban, káliumsulfidban és ekkor *sulfoárzénátok* keletkeznek:



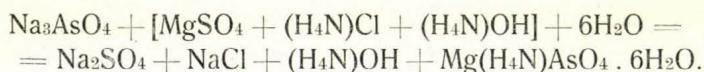
Ha az oldatot sósavval megsavanyítjuk, hidrogénsulfidfejlődés mellett, *árzénpentasulfid* válik le:



Az arzénpentasulfid *sósavban nem oldható*. Salétromsav arzénsavvá oxidálja.

*4. **Cuprisulfát** közömbös oldatból kékes-zöld színű *cuprihydroárzénátot* CuHAsO_4 választ le. A csapadék oldható káliumhydroxidban: ha az oldatot forraljuk, cuprioxid *nem* válik le.

*5. **Mágnézia mixtura** fehér színű kristályos, *mágnéziumammoniumárzénátból* álló csapadékot idéz elő:



A csapadék vízben nehezen, ammoniás vízben egyáltalán nem oldható. Savakban könnyen oldható s az oldatból hidrogénsulfid sárga csapadékot választ le.

6. **Káliumjodid** sósav jelenlétében az arzénsavat, jódkiválás mellett, *árzénessavvá* redukálja:



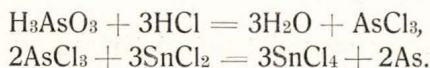
A reakció hideg oldatban lassan, melegítve azonban gyorsan megy végbe.

7. **Hydrazinsulfát**, ammoniumhydroxid, vagy nátriumhydroxid jelenlétében csak nagyon hosszú ideig (6 óra) tartó melegítés után redukálja az arzénsavat arzénessavvá. *Hydroxylaminchlorhydrát* se savanyú, se lúgos közegben nem redukálja.

8. **Az arzén oldhatósága.** Az arzén híg sósavban és kénsavban nem oldható. Tömény salétromsav, vagy királyvíz arzénsavvá oxidálja. Higított salétromsav arzénessavvá oxidálja.

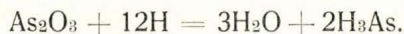
Reakciók, melyekkel mind az arzénessav, mind az arzénsav kimutatható.

1. **Bettendorf-féle reakció.** Ha stannochloridot tömény sósavval s azután arzénessavsóoldattal elegyítünk, akkor barna színű oldatot kapunk s idővel fekete színű *arzénből* álló csapadék válik ki:



Az arzénsav hideg oldatban nehezen redukálódik, melegítve is csak hosszú idő múlva.

2. **Gutzeit-féle reakció.** Kémcsőbe tiszta zinkre öntsünk kevés higított kénsavat s azután cseppentsünk bele egy csepp arzénsóoldatot, vagy tegyünk bele valamely arzénvegyületből parányi részt s a kémcső nyílását dugjuk be lazán vattával. Ha a kémcső nyílása felébe *tömény* ezüstnitrátba mártott papiroscsíkot tartunk, akkor a papiroson fekete szegélyű, citromsárga folt keletkezik. Ha az ezüstnitrát nem tömény, akkor csak fekete folt keletkezik. Czélszerű a kísérletet úgy végezni, hogy a vattával lazán elzárt kémcsőre szűrőpapirost borítunk és erre kis darab szilárd ezüstnitrátot téve, ezt egy csepp vízzel lecseppentjük. A kémcsőben a zink és kénsav hatására hidrogén fejlődik, mely keletkezése pillanatában az arzénvegyületet redukálja és *arzénhidrogént* létesít. Ha a kísérlethez arzéntrioxidot használunk: a következő egyenlettel érzékelhetjük a hatást:



A fejlődő arzénhidrogén az ezüstnitráttal sárga színű *ezüstarzénidből* és *ezüstnitrátból* álló vegyületet alkot:



Ha a sárga foltra vizet öntünk, ez a kiváló ezüsttől megfeketedik:



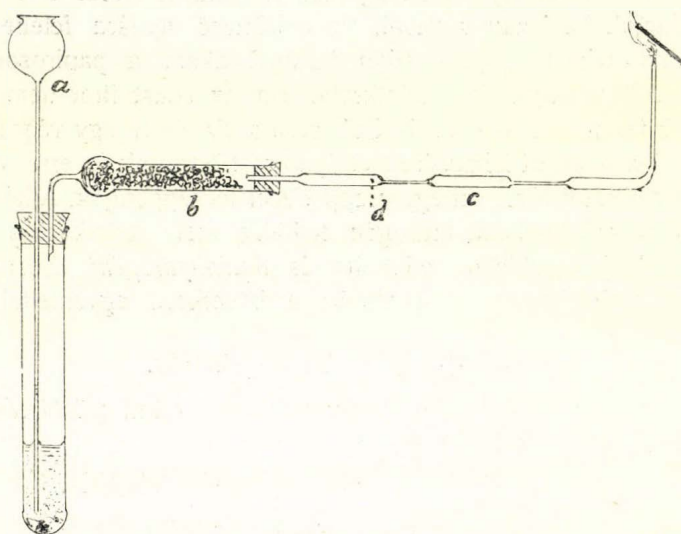
A reakció érzékeny, de *nem jellemző*, mert a phosphorhidrogén és az antimonhidrogén is hasonló reakciót ad. Hidrogénsulfid fekete színű foltot idéz elő; kénessav szintén zavar, ezt ugyanis a hidrogén, hidrogénsulfiddá redukálja.

3. **Flückiger-Lehmann-féle reakció.** A kísérletet az előbbihez hasonló módon végezzük, csak ezüstnitrát helyett mercurichlorid alkoholos oldatába mártott papiroscsíkot használunk kémszerűl. Az arzénhidrogén hatására a papiroscsíkon sárga, vagy vörösbarna folt keletkezik. A reakció nem jellemző.

*4. **Marsch-féle reakció.** Kismennyiségű arzén kimutatására a Marsch-féle készüléket használjuk. (Lásd a 3. rajzot.) Nagyobb kémcsövet

felszerelünk biztosító csővel *a* és calciumchlóros csővel *b* és ezt összekötjük nehezen olvadó üvegcsővel *c*, mely az ábrán látható módon két helyen össze van szűkítve. A cső végét felhajtjuk és összeejtjük, hogy csak kis nyílás maradjon. A kémcsőbe zinket és hígított kénsavat teszünk, azután egy-két csepp arzénessavsóoldatot csepegtetünk bele. A készülékben arzénhydrogén keletkezik s ezzel a következő kísérleteket végezhetjük:

1. A kiáramló gáz meggyújtva fakó lánggal ég.
2. Ha a lángba lejtősen kis porcellánlemez tartunk, a lemez felületén barnásfekete színű, fényes felületű *arzénfolt* keletkezik, mely *nátriumhypochloritoldatban* oldható:



3. rajz.

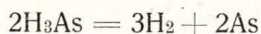
Az arzénfolt oldható salétromsavban is. Ha a foltra pár csepp tömény salétromsavat csepegtetünk és óvatosan melegítve, a sav fölöslegét elűzzük, azután a maradékra egy csepp ezüstnitrátot téve a kémszerüvegből ammoniagázt fúvunk reá: *sárga*, vagy *vörösarna* színű arzénessavas, vagy arzénsavas ezüstből álló folt keletkezik.

3. Ha a gázvezető csövet lefelé hajtjuk és a fejlődő gázt ezüstnitrátoldatba bocsátjuk, redukciófolyamat következtében, az arzénhydrogén mennyisége szerint, sötét színű oldat, vagy fekete színű, fémes ezüstből álló csapadék keletkezik és az arzén arzénsavvá oxidálódik:



Ha a fejlődő gázt mercurichloridoldatba bocsátjuk, *sárga* színű csapadék válik le.

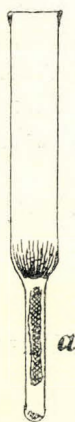
4. Ha a nehezen olvadó üvegcsövet *d*-nél vörös izzásig hevítjük, az arzénhydrogén elbomlik:



és a cső hidegebb részén mint fekete színű, *fényes* arzéntükrök rakódnak le; ha az arzéntükröt melegítjük, a nélkül hogy megolvadna, könnyen elillan s a cső hidegebb részén megint lerakódik.

5. Ha az üvegcsövet közvetlenül ott, a hol a tükrök kezdődik, elvágjuk s kissé lejtősen tartva, óvatosan melegítjük, az arzén részben oxidálódik s jellemző foghagymaszag érezhető.

Mielőtt a készüléket arzén kimutatására használnók, meg kell győződni, hogy vajjon a használt zink és kénsav arzéntől mentesek-e? E czélból elvégezzük a fenti reakciókat s csak akkor öntjük a vizsgálandó oldatot a kémcsőbe, ha a használt anyagok arzéntől mentesek. A vizsgálandó oldat oxidáló anyagokat, nevezetesen salétromsavat ne tartalmazzon. Ha arzén-sulfiddal akarjuk a vizsgálatot végezni, akkor azt salétromsavval oxidáljuk s e sav nyomait is legmondosabban eltávolítjuk azáltal, hogy néhány csepp kénsavval melegítjük. Ügyelni kell továbbá arra is, hogy a készülék nagyon fel ne melegedjék. A készülékből kiáramló gázt csak akkor szabad meggyújtani, ha előzőleg meggyőződünk, hogy a levegő a készülékből teljesen ki van űzve.



4. rajz.

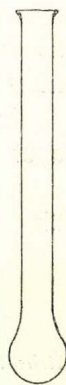
Az arzén kimutatása száraz úton. A kísérletet a 4-ik rajzon látható, egyik végén megszőkített üvegcsőben végezzük. Az üvegcsőbe kevés arzéntrioxidot teszünk s felébe tolunk kis faszénzilánkot *a*. Az üvegcsövet óvatosan melegítjük úgy, hogy először a faszén váljék izzóvá, azután az arzéntrioxidot melegítjük. Az arzéntrioxid elpárolog, gőze az izzó szénnel érintkezve redukálódik és az arzén a cső hidegebb részén mint barnásfekete tükrök jelenik meg. Az arzénsavsók ilyen módon nem redukálhatók, ezeket először sulfiddá alakítjuk át s a sulfidot káliumcyaniddal keverve, az 5-ik rajzon látható kis üvegcsőben, melynek végére golyót fujunk, hevítjük:



Az arzén a cső hidegebb részén tükrök alakjában jelenik meg.

Ántimon.

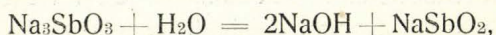
Az ántimon három és öt vegyértékű s kétféle vegyületsorozatot létesít, a következő minta szerint: SbR_3 és SbR_5 ; oxidjai közül az



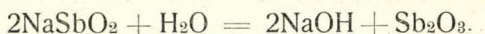
5. rajz.

ántimontrioxid Sb_2O_3 és ántimonpentoxid Sb_2O_5 , fontosabbak. Az ántimontrioxid erős savakkal szemben úgy viselkedik mint gyöngé bázis; tömény sósavban, kénsavban oldható, de a keletkező sók nem állandók, és víz jelenlétében hidrolitesen bomlanak.

Erős lúgokkal szemben úgy viselkedik mint savanhydrid. Az ántimontrioxiddal három hydrát függ össze, de ezek közül csak az *orthoántimonossav* H_3SbO_3 és a *pyroántimonossav* $\text{H}_4\text{Sb}_2\text{O}_5$ ismeretesek; a *metaántimonossav* HSbO_2 csak vegyületeiben ismeretes. Az ortho- és pyroántimonossav, mint a trioxid, erős savakkal szemben úgy viselkedik, mint gyenge bázis s erős lúgokkal szemben pedig, mint gyenge sav; ennek értelmében a fenti képleteket így is írhatjuk: $\text{Sb}(\text{OH})_3$ és $\text{Sb}_2\text{O}(\text{OH})_4$. Csak a metaántimonossav sói ismeretesek; az orthosavnak sója is lehetséges és valószínűleg ez keletkezik, ha ántimontrioxidot tömény lúgban oldunk, de ez hidrolites bomlás következtében metavegyületté alakul át:



mely vízzel főzve tovább bomlik s ántimontrioxid válik ki:



Az ántimonpentoxid inkább savi jellegű; hydrátjai közül ismeretesek az *orthoántimonsav* H_3SbO_4 , *metaántimonsav* HSbO_3 és *pyroántimonsav* $\text{H}_4\text{Sb}_2\text{O}_7$. A sók közül csak a meta- és pyrosav sóit tanulmányozták jobban. Az ántimonpentoxid erős savakkal szemben gyenge bázisként is viselkedik. A sósav hatására keletkező ántimonpentachlorid nem állandó; könnyen chlórra, ántimontrichloridra bomlik s ezért az ántimonpentachloridot gyakran használják, mint chlórt átadó anyagot. Az ántimonpentachlorid víz hatására még könnyebben bomlik mint a trichlorid.

Az orthoántimonsavhoz hasonló összetételű, *sulfoántimonsav* szabad állapotban nem ismeretes, csak ammoniumsója.

Sok ántimonvegyületben előfordul az $(\text{SbO})^I$ összetételű *ántimonylgyök*, mely úgy szerepel, mint egyvegyértékű fém.

Az ántimonossav reakciói.

*1. **Káliumhydroxid** fehér színű, alaktalan *ántimonossavból*, vagy *ántimonhydroxidből* álló csapadékot keletkeztet:



mely a kémszer fölöslegében, mint *káliumántimonit* oldódik:



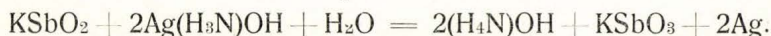
A káliumántimonit azonban víz hatására bomlik s így tulajdonképpen *káliummetaántimonit* lesz az oldatban:



Az oldási folyamatot tehát így fejezhetjük ki helyesen:



Ha a káliummetaántimonit forró oldatához kevés ammoniás ezüst-nitrátot öntünk, azonnal fekete színű, *fémes ezüsből* álló csapadék keletkezik; híg oldatban csak barna színeződés áll elő. Lúgos közegben a metaántimonit az ezüstnitrátot redukálja s az *ántimonit ántimonáttá* oxidálódik:

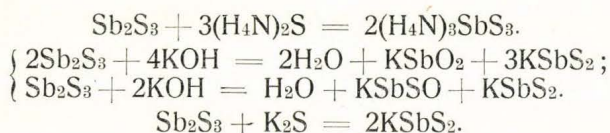


*2. **Ammoniumhydroxid** szintén fehér színű *ántimonhydroxidot* választ le, mely a kémszer fölöslegében *nem* oldható.

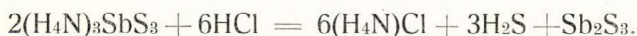
*3. **Hydrogénsulfid** savanyú oldatból narancssárga színű *ántimontrisulfidból* álló csapadékot választ le:



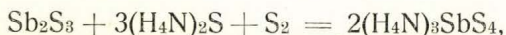
A csapadék sósavban *oldható* és ezért a leválasztás csak híg oldatból sikerül tökéletesen. Miután a reakció folyamata alatt az egyenlet értelmében folyton keletkezik sósav, nem is szükséges a leválasztandó oldatot nagyon megsavanyítani. Az ántimontrisulfid oldható ammoniumsulfidban, kálium-, vagy nátriumhydroxidban és káliumsulfidban:



Ha ezen sulfoántimonitoldatokat sósavval, vagy kénsavval megsavanyítjuk, sulfoántimonossav válik le, mely azonban azonnal elbomlik hydrogénsulfidra és ántimontrisulfidra:



Az ántimontrisulfid ammoniumpolysulfidban, mint *ammoniumsulfoántimonát* oldódik:



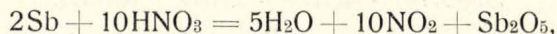
ebből az oldatból a sósav *ántimonpentasulfidot* választ le. Az ántimontrisulfid oldódik tömény sósavban, ellenben ammoniumhydroxidban, ammoniumcarbonátban nem oldódik.

*4. **Káliumjodid.** Ha ántimontrichloridot sósav jelenlétében káliumjodiddal elegyítünk, jódkiválást *nem* észlelhetünk.

Az ántimonsav reakciói.

*1. **Tömény salétromsav.** Ha fémes ántimonport tömény salétromsavval, huzamosabb ideig melegítünk, az ántimon fehérszínű *ántimonpentoxidá* alakul át; átmenetileg orthoántimonsav és metaántimonsav

keletkezik; ezek azonban vizet veszítenek s a végső termék ántimonpentoxid:



mely vízben és salétromsavban nem oldódik; ellenben káliumhydroxidban mint *káliummetaántimonát* oldódik:

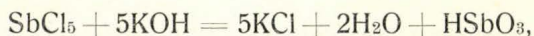


A metaántimonsav tömény sósavban mint ántimonpentachlorid oldódik:



Az ily módon létesített ántimonpentachloridot felhasználhatjuk az *ántimonsav* reakcióihoz.

*2. **Káliumhydroxid** fehér színű, alaktalan *metaántimonsavból* álló csapadékot idéz elő:



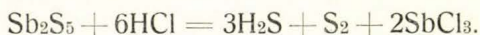
mely melegítve, a kémszer fölöslegében mint *káliummetaántimonát* oldódik. A meleg oldat az ammoniás ezüstnitrátot *nem* redukálja.

3. **Ammoniumhydroxid** szintén *metaántimonsavat* választ le, mely a kémszer fölöslegében *nem* oldható.

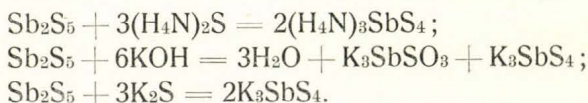
*4. **Hydrogénsulfid** savanyú oldatból narancs-sárga színű, alaktalan *ántimonpentasulfidot* választ le:



A csapadék tömény sósavban, kénkiválás mellett, oldható:

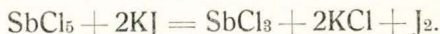


A csapadék oldható ammoniumsulfidban, káliumhydroxidban és káliumsulfidban mint *sulfoántimonát*:



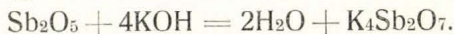
A sulfoántimonátoldatokból sósav, vagy kénsav sulfoántimonsavat választ le, mely azonnal hydrogénsulfidra és ántimonpentasulfidra bomlik. Salétromsavval melegítve, a sulfid átalakul fehér színű ántimontrioxiddá és pentoxiddá.

*5. **Káliumjodid** sósav jelenlétében *jódot* választ le:

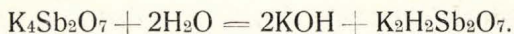


Melegítés elősegíti a jódleválást. Ha a barna színű oldatot chloroformmal összerázzuk, a jód ibolyaszínnel oldódik.

6. **Ha ántimonpentoxidot** káliumhydroxiddal, ezüstcsészében, összeolvasztunk, *káliumpyroántimonát* keletkezik:



Ha az olvadékot vízzel rövid ideig melegítjük, akkor a pyroántimonát átalakult *káliumhidropyroántimonáttá*:

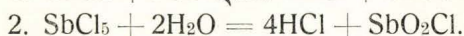
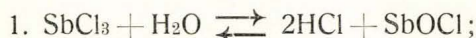


Ebből az oldatból a sósav fehér színű, alaktalan pyroántimonsavat választ le, mely sok sósavban mint ántimonpentachlorid oldódik.

7. Az ántimon oldhatósága. Sósavban nem oldható. Királyvízben, ennek töménysége szerint, mint trichlorid, vagy pentachlorid oldódik. Híg salétromsav trioxiddá, tömény salétromsav pentoxiddá oxidálja. Tömény kénsav ántimonsulfátot létesít. Az ántimonsók színtelenek.

Reakciók, melyekkel mind az ántimonossav, mind az ántimonsav kimutathatók.

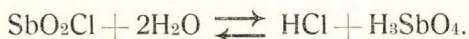
*1. **Víz.** Ha ántimontrichloridot, vagy pentachloridot sok vízbe öntünk, fehér, alaktalan *ántimonoxichloridból* álló csapadék létesül:



Sok víz jelenlétében az első esetben az oxichlorid mellett még *oxid* is keletkezik:



A második esetben pedig, kivált melegítésre, *ántimonsav* létesül:



Borkősav jelenlétében csapadék egyik esetben sem válik ki.

*2. **Zink,** vagy **ón** fekete színű, alaktalan, fémes ántimont választ le. A kísérletet a következőképpen hajtjuk végre: Egy csepp ántimontrichloridot csepegtetünk fényes felületű platinalemezre és kis darab zinket teszünk bele. A platinalemezen azonnal fekete színű folt keletkezik, mely annyira jól tapad, hogy *nedves szűrőpapirossal dörzsölve sem távolítható el.*

Az ántimonfolttal a következő kísérleteket végezhetjük:

1. Tömény, hideg sósavban nem oldódik; királyvízben mint pentachlorid oldódik.

2. Salétromsav fehér színű ántimontrioxiddá és pentoxiddá oxidálja, mely borkősavval melegítve, feloldódik.

3. Ha a fehér foltról a savat óvatosan lemoszuk kémcsőbe és egy-két csepp ammoniás ezüstnitrátot csepegtetve reá, gyengén melegítjük, akkor fekete színű fémes ezüst válik ki. Kevés ántimon jelenlétében csak barna színeződés áll elő. E kísérlet sikerének feltétele, hogy az ántimonfoltot salétromsavval csak gyengén melegítsük, mert

ellenkező esetben csakis antimonpentoxid keletkezik és ez az ezüst-nitrátot nem redukálja.

3. **Bettendorf-féle reakcióval** az antimont kimutatni nem lehet. A stannochlorid az antimon chloridjait nem redukálja.

4. **Gutzeit-féle reakció.** Vízben, vagy savakban oldható antimonvegyületeket a keletkezési pillanatában levő hidrogén redukálja. Az antimonhydrogén a Gutzeit-féle eljárással kimutatható. Ha a fejlődő gáz fölé ezüstnitrátba mártott papiroscsikót tartunk, a papiros felületén fekete folt jelenik meg. Elv és kivétel ugyanaz, mint az arzénnél.

*5. **Marsch-féle reakció.** Ha az arzénnél leírt Marsch-féle készülékbe zinket, híg kénsavat és egy csepp antimontrichloridot csepegtetünk, antimonhydrogén (hydrogénantimonid — H_3Sb) keletkezik és ezzel a következő kísérleteket végezhetjük:

1. A kiáramló gáz meggyújtva, zöldes lánggal ég.
2. Ha a lángba lejtősen porcellánlemez tartunk, a lemez felületén fekete színű kormos, homályos antimonfolt keletkezik, a mely *nátriumhypochlorit-oldatban nem* oldódik. Ha az antimonfoltot egy-két csepp salétromsavval óvatosan oxidáljuk és a sav fölöslegét elűzzük, fehér folt marad hátra, mely ammoniumhydroxidus ezüstnitrátoldatból fekete színű ezüstöt választ le.

3. Ha a gázvezető-csővet lefelé hajtjuk és az antimonhydrogént ezüstnitrátoldatba bocsátjuk, fekete színű *antimonezüstből* álló csapadék keletkezik:



Ha a csapadékot sósavval és tömény borkősavval forraljuk és a megszárt oldatba hydrogénsulfidot hajtunk be, narancs-sárga színű antimontrisulfid válik le.

4. Ha a nehezen olvadó üvegcsövet *d*-nél (Lásd a 3. rajzot.) vörös izzásig hevítjük, az antimonhydrogén elbomlik és majdnem közvetlenül a hevítés helyén antimontükrök keletkezik; sőt miután az antimonhydrogén könnyen bomlik, a lángtól jobbra is, balra is tükrök keletkezik. Ha az antimontükröt melegítjük, először megolvad és csak azután illan el és rakódik le a cső hidegebb részén.

5. Ha az üvegcsövet közvetlenül ott, a hol a tükrök megjelent, elvágjuk és óvatosan melegítjük, foghagyma szag nem érezhető.

6. Az antimon kimutatása száraz úton.

1. Az antimonvegyületből szénlemezen, víztől mentes szódával és káliumcyaniddal keverve és a forrasztólámpa redukáló lángjával hevítve, fémes antimon válik ki. Ha az olvadékot összetörjük és iszapoljuk, apró fémgolyócskákat kapunk s miután az antimon egy része oxidálódik is, egyidejűleg fehér füst száll el és fehér antimonoxidból álló verődék is jelentkezik.

2. Ha valamely ántimonvegyületet, például sulfidot, ázbesztszálon a Bunsen-féle lámpa lángjának redukáló részében hevítünk s a lángba porcellánlemezlet tartunk, fekete színű, homályos verődéket kapunk. Ezzel a verődékekkel elvégezhetjük az ántimontükörnél közölt reakciókat.

Az ántimon elválasztása az árzéntől.

Nátriumárzénit és ántimontrichlorid sósavval savanyított forró oldatába addig hajtunk be hidrogénsulfidot, míg a sulfidok teljesen leváltak. A leszűrt csapadékot tömény sósavval addig melegítjük, míg a hidrogénsulfidfejlődés megszűnt. Az ántimontrisulfid oldódik, ellenben az árzéntrisulfid nem. Az oldatot kevés vízzel elegyítve leszűrjük. A szűredéket, a főlölesleges sav elpárologtatása végett, lehetőleg kis térfogatra párologtatjuk be. Ha ebből az oldatból egy-két cseppet fényes felületű platinalemezre teszünk és kis darab zinket helyezünk rá, akkor a platinalemezén az ántimonra jellemző, fekete színű folt keletkezik, mely a lemezről nem dörzsölhető le. A sósavban oldhatlan árzénsulfid oldható ammoniumcarbonátban és az oldatból sósavval megint leválasztható. Ha a száraz árzénsulfidot víztőlmentes szódával és káliumcyániddal keverve, kis tüvegcsőben hevítjük, akkor a cső hidegebb részein fekete színű, fényes felületű árzéntükör keletkezik, mely nátriumhypochloritoldatban oldható.

Ón.

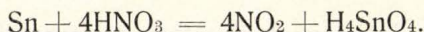
Az ón négy vegyértékű és két vegyületsorozatot létesít SnR_2 és SnR_4 képlet szerint. Amazok a *stanno-*, ezek a *stanni-*vegyületek. Oxidjai a stannoxid SnO és stannioxid SnO_2 , valamint az ezekkel kapcsolatos hidroxidok is ismeretesek. A stannoxid és stannohydroxid erős savakkal szemben úgy viselkednek, mint gyenge bázisok. Tömény sósavban, mint stannochlorid oldódnak; ez víz hatására hidrolitesen bomlik. A stannohydroxid gyenge savként is szerepel, ugyanis tömény lúgban káliumstannitté oldódik.

A stannioxiddal összefüggő stannihydroxid sav és bázis is, de savi tulajdonsága sokkal szembetűnőbb. A stannioxiddal két hydrát kapcsolatos, úgymint az *orthoónsav* H_4SnO_4 és *metaónsav* H_2SnO_3 . Ha stannichloridot káliumhydroxiddal elegyítünk, a következő egyenlet értelmében



orthoónsav keletkezik; ez azonban kénsav felett szárítva, egy molekula vizet veszít s átalakul *metaónsavvá*: $\text{H}_4\text{SnO}_4 - \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SnO}_3$. Ha az *orthoónsavat* főlölesleges káliumhydroxiddal elegyítjük, feloldódik, de nem az *orthoónsav*, hanem a *metaónsav* káliumsója keletkezik: $\text{H}_4\text{SnO}_4 + 2\text{KOH} = 3\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SnO}_3$. Az *orthoónsav* H_4SnO_4 létezése tehát kétséges, ille-

tőleg nagyon gyorsan metaónsavra bomlik s ezért elhagyva az ortho és meta elnevezést, ónsavon vagy a H_4SnO_4 , vagy a H_2SnO_3 összetételű vegyületet értik. Az ónsavnak azonban még egy módosulata ismeretes: Ha ónport tömény salétromsavval melegítünk, a salétromsav az ónt oxidálja s fehér pornemű csapadék keletkezik:



Az ilyen módon előállított ónsavat *meta- vagy β -ónsavnak*, az előbbit pedig *közönséges vagy α -ónsavnak* nevezik. A meta elnevezés itten nem az összetételbeli különbségre, hanem más — chemiai tulajdonságra vonatkozik. Ha a metaónsavat kénsav felett szárítjuk, ugyanazon százalékos összetételű H_2SnO_3 vegyületet kapunk mint fent.

A metaónsav vagy β -ónsav azonban Frémy* és Engel** vizsgálatai szerint a közönséges vagy α -ónsavnak polimerje s összetétele léghijjas térben szárítva, $[\text{H}_2\text{SnO}_3]_5 = \text{Sn}_5\text{O}_5(\text{OH})_{10}$. Az α - és β -ónsav nemcsak összetételben, hanem reakcióban is különbözik egymástól.

A stannihydroxid gyenge bázis is, ugyanis tömény sósavban, mint stannichlorid SnCl_4 oldódik; a stannichlorid két molekula sósavval egyesülve komplex *hydrogénchlorostannátot* $\text{H}_2[\text{SnCl}_6]$ létesít. Az ónsav H_2SnO_3 összetételéhez hasonló sulfoónsav szabad állapotban nem ismeretes, csak ammoniumsója.

Az chemiai analízis szempontjából fontosak a *stannovegyületek*, az α -stanni (α -ónsav) és a β -stanni (β -ónsav) vegyületek reakciói.

A stannovegyületek reakciói.

A reakciókhoz frissen készített stannochloridot használunk. Ónport tömény sósavban oldunk, a sav fölöslegét elűzzük és az oldatot kevés vízzel hígítjuk.

*1. **Káliumhydroxid** fehér, kocsonyás *stannohydroxidből* álló csapadékot létesít:



mely a kémszer fölöslegében mint *káliumstannit* oldódik:



Ha az oldáshoz tömény káliumhydroxidot használunk és az oldatot melegítjük, fekete színű ón, vagy stannooxidből álló csapadék keletkezik:



A káliumstannit lúgos közegben könnyen káliumstanáttá oxidálódik

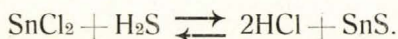
* Frémy, P. A. 55. 519.

** Engel, C. r. 124, 765. 125, 464. 651, 709. Chem.-Zeitung. 1897. 309, 859.

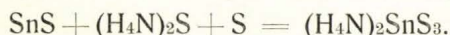
és ezért gyakran használják, mint redukáló anyagot. A stannohydroxid sósavban is könnyen oldódik.

2. **Ammoniumhydroxid** szintén fehér színű, *stannohydroxidot* választ le, mely a kémszer fölöslegében nem oldódik.

*3. **Hydrogénsulfid** közömbös vagy savanyú oldatból barna színű *stannosulfidot* választ le:



A reakció megfordítható és ennek következtében a sulfid csak *híg* és *nem nagyon savanyú* oldatból válik le tökéletesen. Melegítés a leválást elősegíti. A csapadék oldható tömény sósavban, továbbá ammonium-sulfosulfidban, mint *ammoniumsulfostannát*:



A stannosulfid SnS a kén hatására stannisulfiddá SnS₂ alakul át és ez mint sulfosavanhydrid ammoniumsulfidban oldódik.

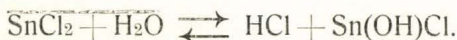
Ha az oldatot híg sósavval, vagy kénsavval megsavanyítjuk sulfo-ónsav keletkezik, mely azonban hydrogénsulfidra és sárga színű stannisulfidra bomlik:



A stannosulfid oldható káliumhydroxidban is és ebből az oldatból sósav stannisulfidot választ le.

A stannosulfid nem oldódik ammoniumhydroxidban, ammonium-carbonátban és közönséges vagy szintelen ammoniumsulfidban.

4. **Víz.** A kristályos stannochlorid kevés vízben oldódik, sok víz azonban fehér színű *oxichloridot* választ le:



*5. **Brómvíz** a stannochloridot *stannichloriddá* oxidálja:



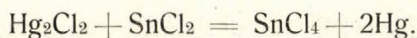
A brómvizet cseppenként és folytonos rázás közben addig elegyítjük az oldathoz, míg a bróm sárga színe már nem tűnik el.

*6. **Mercurichlorid.** A stannochlorid és mercurichlorid egymásra hatására a szerint, hogy melyik vegyület van nagyobb mennyiségben jelen, fehér színű *mercurochlorid* vagy szürke színű, fémes *higany* válik le.

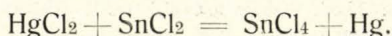
Ha a mercurichloridhoz néhány csepp stannochloridot elegyítünk, a mercurichlorid *mercurochloriddá* redukálódik és az oldatból fehér színű csapadék válik ki:



Ha a csapadékhoz fölösleges stannochloridot elegyítünk, a reakció tovább halad és szürke színű higany válik le:



Ha stannochloridhoz néhány csepp mercurichloridot elegyítünk, azonnal szürke színű higany válik le:



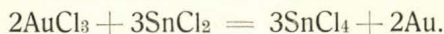
A reakció érzékeny; nagyon híg stannochloridoldat vizsgálatánál azonban a kiváló mercurichlorid finom eloszlásánál fogva nem figyelhető jól meg, ezért a mercurichloridot nem öntjük a vizsgálandó oldathoz, hanem kis kémcsőben, óvatosan felébe rétegezzük. A két oldat érintkezése helyén, kis mennyiségű ón jelenlétében is, fehér színű gyűrű jelenik meg.

A reakció érzékenységének határa, 1 g. ón oldva 100 cm³ sósavban:

0·01 %-os oldatban mercurichloriddal erős csapadék keletkezik.

0·001 %-os „ „ gyenge zavarodás látszik.

7. Aurichlorid-oldatot a stannochlorid szintén redukálja és barna színű, *fémes arany* válik le. Ha a kísérletet úgy végezzük, hogy híg stannochloridoldathoz néhány csepp aurichloridoldatot csepegtetünk, csak vöröses színű oldat keletkezik:



A reakció nagyon érzékeny. A kísérlethez mindig híg kémszer használandó és mennél hígabb a vizsgálandó oldat, annál hígabbnak kell lennie a kémszernek is, hogy saját színével ne fedje el a reakciót; legcélszerűbb alig észrevehetően sárga kémszert használni. Az oldatok rétegezése által a reakció érzékenységét fokozhatjuk.

A reakció érzékenységének határa, 1 g. ón 100 cm³ sósavban oldva:

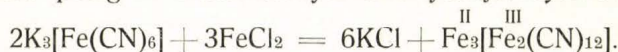
0·01 %-os oldatban határozott bíbor színeződés látszik.

0·001 %-os „ még észrevehető a bíbor színeződés.

***8. Káliumferricyánid és ferrichlorid.** Ha káliumferricyánid és ferrichlorid elegyét egy-két csepp stannochloriddal elegyítjük, azonnal kék színű *ferroferricyánid* keletkezik. A stannochlorid a ferrichloridot *ferrochloriddá* redukálja:



a ferrochlorid pedig a káliumferricyániddal *ferroferricyániddá* egyesül:



A reakció nagyon érzékeny, de csak akkor jellemző, ha más redukáló anyag nincsen jelen.

A reakció érzékenységének határa, 1 g. ón 100 cm³ sósavban oldva:

Káliumferricyánidból és ferrichloridból igen híg oldatot készítünk és ezt három részre osztjuk, kettővel kémlelünk, a harmadik összehasonlításra való.

Az elsőben 0·01⁰/₀-os stannochloridoldattal erős kék színeződés áll elő.

A másodikban 0·001⁰/₀-os stannochloridoldattal gyenge kék színeződés észlelhető, mely a harmadik kémcsőben levő eredeti zöld színű oldattal összehasonlítva, jól megfigyelhető.

9. A **Bettendorf-féle reakziót** lásd az árzénnél. (57-ik oldal.)

*10. **Zink** fekete színű, porszerű, vagy szivacsos ónt választ le. Ha fényes felületű platinalemezre néhány csepp stannochloridot csepegtetünk és kis darab zinket teszünk rá, az ón részben a zinken, részben a platinalemezre válik ki. Az ón azonban a platinalemezre *nem tapad* és könnyen ledörzsölhető. A levált ón oldható tömény sósavban; salétromsav fehér színű β -ónsavvá oxidálja, mely borkősavban *nem* oldható.

11. **Az ón kimutatása száraz úton.** Ha ónvegyületet szénlemezen víztőlmentes szódával és káliumcyániddal keverve, a forrasztócső redukáló lángjával hevítünk, fémes ón válik le és egyidejűleg a szénre fehér színű ónoxidverődék rakódik le.

12. **Az ón oldhatósága.** Az ón sósavban mint stannochlorid, kénsavban mint stannosulfát oldódik. Tömény salétromsav β -ónsavvá oxidálja. Királyvízben mint stannichlorid oldódik. Az ónsók színtelenek és savanyú kémhatásúak.

Az α -stannivegyületek reakciói.

A stannichlorid színtelen, levegőn füstölő folyadék. Vízzel kristályos hidratokat létesít, melyek vízben oldhatók. Ha a vizes oldatot forraljuk, fehér színű β -ónsav válik le.

A reakciókhoz frissen készített stannichloridot használunk: ónport királyvízben oldunk, a savat vízfürdőn elűzzük és a pépes maradékot vízben oldva megsűrjük.

*1. **Káliumhydroxid** fehér színű kocsonyás *stannihydroxidot* (α -ónsavat) választ le:



mely a kémszer fölöslegében mint α -káliumstannát oldódik:

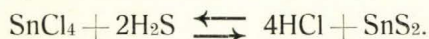


a csapadék oldódik sósavban, vagy salétromsavban is.

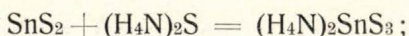
*2. **Ammoniumhydroxid** fehér színű α -ónsavat választ le, mely a kémszer fölöslegében nehezen oldható. Borkősav jelenlétében nem képződik csapadék.

3. **Hígított kénsav** se híg, se tömény oldatban nem idéz elő csapadékot, forralva azonban α -ónsav válik le.

*4. **Hydrogénsulfid** közömbös, vagy savanyú oldatból narancs-sárga színű *stannisulfidot* választ le:



A reakció megfordítható és ezért a sulfid csak *híg* és *nem nagyon savanyú* oldatból válik le tökéletesen; melegítés a kiválást elősegíti. A csapadék oldható tömény sósavban, továbbá káliumhydroxidban mint *káliumstannát* és *káliumsulfostannát* és ammoniumsulfidban, mint *ammoniumsulfostannát*:



ha az oldatot híg sósavval, vagy kénsavval megsavanyítjuk, hidrogén-sulfid fejlődik és sárga színű stannisulfid válik le.

A stannisulfid *nem oldódik* ammoniumhydroxidban és ammonium-carbonátban. A sulfid tömény salétromsavval melegítve β -ónsavvá (meta-ónsavvá) alakul át.

A β -stannivegyületek reakciói.

A kísérlethez β -stannichloridot használunk, melyet a következő módon állítunk elő: ónport tömény salétromsavval huzamosabb deig (negyed óráig) melegítünk; ha a β -ónsav leülepedett, a salétromsavat leöntjük és a maradékot vízzel néhányszor kimossuk és szűrjük. A szűrőn maradt csapadékot porcelláncsészébe teszszük és tömény sósavval perczig gyengén melegítjük. A β -ónsav átalakul az $\text{Sn}_5\text{O}_5\text{Cl}_4(\text{OH})_6$ összetételű vegyületté, mely vegyület, ha a sósavat leöntjük és sok vízzel elegyítjük, átalakul β -stannichloriddá (metaónchloriddá, polimetaónchloriddá) $\text{Sn}_5\text{O}_5\text{Cl}_2(\text{OH})_8$. A β -stannichlorid, ha az átalakítások tökéletesek voltak, vízben jól oldódik. Legcélszerűbb ha a mindig zavaros oldatot néhány napig ülepítjük és azután szűrjük. A β -stannichloridoldat gyengén opalizáló oldat.

*1. **Káliumhydroxid** fehér színű, kocsonyás β -ónsavból álló csapadékot létesít, mely káliumhydroxidban, ha azt óvatosan és *nem nagy fölöslegben használjuk, oldódik*; ha az oldathoz még több tömény káliumhydroxidot elegyítünk, β -káliumstannát válik le. A β -ónsav híg sósavban, vagy salétromsavban oldható.

*2. **Ammoniumhydroxid** szintén β -ónsavat választ le, még *bor-kősav jelenlétében is*.

3. **Hígított kénsav** azonnal fehér színű β -ónsavat választ le.

*4. **Káliumcarbonát** β -ónvasat választ le, mely a kémszer fölöslegében *nem* oldható.

5. **Hidrogén-sulfid** és **zink** a β -stannichloriddal szemben, az α -stannichloridhoz hasonlóan viselkedik.

6. **Az α -stannichlorid** idővel átalakul β -vegyületté; az átalakulás gyors, ha az oldatot forraljuk; ha azonban az oldatot sokáig forraljuk, β -ónsav válik le.

Az ón elválasztása az antimontól.

Stannoehlorid és antimontrichlorid sósavas oldatába egy-két darab zinket teszünk be. Élénk hidrogénfejlődés mellett az oldatban levő fémek redukálódnak és az antimon és ón részben a zinkre tapadva, részben a hengerüveg fenekére ülepedve szivacsos alakban válnak ki. A zinkdarabokat néhány percnyi hatás után kiveszszük, a rátapadt antimont és ónt lemoszuk, azután leszűrjük és forró vízzel kimossuk. A leszűrt antimont és ónt tömény sósavval gyengén melegítjük; az ón oldódik, ellenben az antimon nem. Az oldatból az ónt mercurichloriddal mutatjuk ki. A sósavban oldhatlan antimont kevés királyvízben oldjuk és a fölösleges sav elpárologtatása után kevés vízzel hígítjuk; ha ebbe az oldatba hidrogénsulfidot hajtunk be, narancs-sárga színű stannisulfidból álló csapadék válik ki.

Az ón elválasztása az arzéntől.

Stannoehlorid és nátriumarzenit sósavval savanyított forró oldatába addig hajtunk be hidrogénsulfidot, míg a fémek teljesen leváltak sulfid alakjában. A leszűrt csapadékot tömény sósavval addig melegítjük, míg a hidrogénsulfid fejlődése megszűnt. Az ón sulfidja oldódik, ellenben az arzén sulfidja nem; az oldatot kevés vízzel elegyítve, leszűrjük. A szüredéket a fölösleges sav elpárologtatása végett lehetőleg kis térfogatra párologtatjuk be. Az oldatból az ónt mercurichloriddal mutatjuk ki. Az arzén kimutatását lásd a 65-ik oldalon.

Az ón elválasztása az antimontól és az arzéntől.

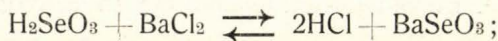
A stannoehlorid, antimontrichlorid és nátriumarzenit sósavval savanyított oldatát a fent leirt eljárás szerint hidrogénsulfiddal telítjük és a levált sulfidokat tömény sósavval melegítjük. Az ón és antimon sulfidjai oldódnak, az arzén sulfidja nem oldik. Az oldatot kis térfogatra párologtatjuk be és az antimon, meg az ón kimutatása céljából, a sósavas oldatba néhány darab zinket teszünk (lásd fent). A redukált antimont és ónt leszűrjük, forró vízzel kimossuk és azután tömény sósavval melegítjük; az ón oldódik; oldatából mercurichloriddal mutatható ki. A sósavban nem oldható antimon kimutatását lásd fent. Az arzén kimutatást lásd a 65-ik oldalon.

Szelén.

A szelénnek oxigénnel csak egy vegyülete ismeretes, a szeléndioxid vagy szelénessavanhydrid SeO_2 ; ha ezt vízbe oldjuk *szelénessav* H_2SeO_3 keletkezik; ha szelénessavoldatba chlórt hajtunk, *szelénsav* keletkezik. A szelén-savanhydrid nem ismert. Mindkét sav szilárd, kristályos állapotban is ismeretes.

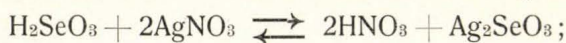
A szelénessav reakciói.

1. **Báriumchlorid** közömbös oldatból fehérszínű *báriumszelénit*-ből álló csapadékot választ le:



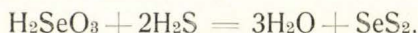
a csapadék sósavban és salétromsavban oldható.

2. **Ezüstnitrát** fehérszínű *ezüstszelénit*-ből álló csapadékot idéz elő:



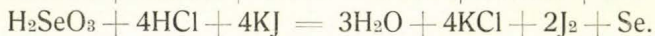
a csapadék híg salétromsavban oldható.

*3. **Hydrogénsulfid** savanyú oldatból citromsárga színű, *változó összetételű sulfidot és kén* választ le:



A csapadék ammoniumsulfidban vörös színnel oldható. Egy-két csepp ammoniumsulfid hatására a csapadék téglavörös színű lesz, további ammoniumsulfid hatására élénkebb színt ölt a csapadék és melegítve, kén kiválás mellett oldódik.

*4. **Stannochlorid, kénessavoldat, káliumjodid, nátriumthio-sulfát** sósav jelenlétében redukálják és vörös színű szín *szelént* választanak ki:



E reakció alkalmával jód is válik le, mely chloroformmal kioldható.

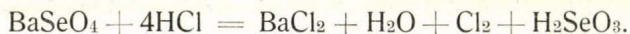
*5. **Cuprisulfát** közömbös oldatból zöldes színű $\text{CuSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ összetételű, kristályos csapadékot választ le.

*6. **Hydroxylaminchlorhydrát** a sósavval savanyított oldattal melegítve, *vörös színű, színszelént* választ le, mely huzamos ideig melegítve *fekete* színt ölt.

7. **Tömény salétromsav** a színszelént *szelénessavvá* oxidálja.

A szelénsav reakciói.

1. **Báriumchlorid** fehér színű *báriumszelénátt*-ből álló csapadékot idéz elő, mely híg salétromsavban *nehezen* oldódik. Sósavval melegítve chlorfejlődés mellett oldódik és a szelénsav *szelénessavvá* redukálódik:



2. **Ezüstnitrát** fehér színű *ezüstszelénátt*-ből álló csapadékot ad, mely salétromsavban oldódik.

*3. **Hydrogénsulfid** savanyú és hideg oldatból csak nagyon hosszú idő múlva választ le *citromsárga* csapadékot; ha azonban a sósavval savanyított oldatot forraljuk, akkor a sósav a szelénsavat *szelénessavvá* redukálja és ebből hydrogénsulfid azonnal citromsárga színű csapadékot választ le.

*4. **Stannochlorid** a szelénsavat nem redukálja; ha azonban az oldatot sósavval forraljuk, akkor szelénessav keletkezik, melyből a stannochlorid színszelént választ le.

*5. **Cuprisulfát** *nem* idéz elő csapadékot.

6. **Kimutatás száraz úton.** Ha szelénvegyületet szénlemezen a forrasztólámpánál hevítünk, akkor jellemző kellemetlen *reték*-szag érezhető. Ha szelénes- vagy szelénessavsót ázbesztzálon a Bunsen-féle lámpa lángjának felső redukáló részébe tartunk és felébe kevés vizet tartalmazó kémcsövet helyezünk, a kémcső aljára vörös színű *szelénből* álló verődék rakódik le. Öntsünk most egy tágabb kémcsőbe 1 cm³ füstölő kénsavat és oldjuk fel ebben a szelénverődéket: zöld színű *szelénsulfoxidból* SeSO₃ álló oldat keletkezik, melyből vízzel való felhígításkor vörös színű *szelén* válik ki:*



Tellur.

A tellurnak oxigénnel két vegyülete ismeretes: a *tellurdioxid* vagy tellurossavanhydrid TeO₂ és a *tellurtrioxid* vagy tellursavanhydrid TeO₃. A velök kapcsolatos hidratok: a tellurossav H₂TeO₃ és a tellursav H₂TeO₄ szintén ismeretesek.

A tellurossav reakciói.

1. **Báriumchlorid** fehér színű *báriumtelluritot* választ le:



A csapadék híg salétromsavban oldható.

2. **Ezüstnitrát** szennyes fehér színű *ezüsttelluritot* választ le, mely híg salétromsavban oldható.

*3. **Hydrogénsulfid** savanyú oldatból barna színű *tellurosulfidot* TeS₂ választ le, mely ammoniumsulfidban oldható. A sulfidot tökéletesen csak úgy lehet leválasztani, ha a forró oldatba huzamos ideig hajtunk be hydrogénsulfidot.

4. **Stannochlorid**, vagy **kénessavoldat**, ha az oldat nem nagyon savanyú, fekete színű *színtellurt* választ le.

*5. **Káliumjodid**. Ha meleg tellurossavoldatot, sósav jelenlétében, kevés káliumjodiddal elegyítünk, azonnal fekete színű *színtellur* válik le.

*6. **Hydroxylaminchlorhydrát** sósav jelenlétében *nem* választ le *színtellurt*.

7. **Tömény salétromsav** a *színtellurt tellurossavvá* oxidálja.

* A kémcsövet úgy kell tartani, hogy mikor a vizet beleöntjük, a forró kénsav valakire rá ne freccsenhessen.

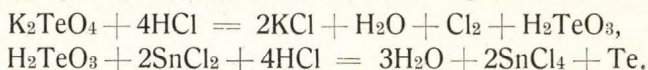
A tellursav reakciói.

1. **Báriumchlorid** fehér színű *báriumtellurátot* választ le, mely híg salétromsavban oldható.

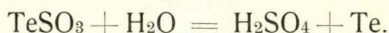
2. **Ezüstnitrát** fehér színű *ezüsttellurátot* választ le, mely híg salétromsavban oldható.

*3. **Hydrogénsulfid** savanyú közegben nem idéz elő csapadékot, még akkor sem, ha a hydrogénsulfidot huzamos ideig hajtjuk az oldatba.

*4. **Stannochlorid** sósavas oldatban a tellursavat nem redukálja azonnal, csak néhány másodperc múlva. Melegítés a hatást elősegíti:



5. **Kimutatás száraz úton.** Ha tellurvegyületből kémcső aljára a szelénnél leirt eljárással tellurszáladékot állítunk elő és azt füstölgő kén-savban oldjuk, karminvörös színű *tellursulfoxidot* TeSO_3 tartalmazó oldat keletkezik, melyből vízzel való hígításkor fekete színű *tellur* válik ki:

**B) csoport.**

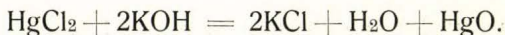
A **B) csoportba** tartozó *sulfidok ammoniumsulfidban nem oldhatók; ide tartoznak:*

Higany^{II}, bizmut, réz, cadmium, palladium, platina.

Higany^{II}.

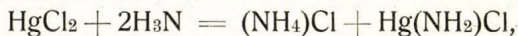
A mercurihigany vegyületei közül a mercurichlorid és mercuricyánid bizonyos kémszerekkel, melyekkel a mercurinitrát csapadékot létesít, nem adnak csapadékot. Ez a két vegyület tehát kevesebb hajlandóságot tanúsít némely reakcióra, mint a mercurinitrát, mit azzal igyekeznek magyarázni, hogy a mercurichlorid és a mercuricyánid csak csekély mértékben disszociál. Ez a két vegyület tehát csak akkor létesít valamely kémszerrel csapadékot, ha a keletkezett új mercurivegyület oldhatósága csekély, tehát ha az új mercurivegyület Hg-ionjainak koncentrációja még kisebb lesz, mint az alig disszociált mercurichloridé- vagy cyánidé.

*1. **Káliumhydroxid** sárga színű, alaktalan *mercurioxidből* álló csapadékot létesít:



Kevés kémszer jelenlétében vörösbarna színű, bázisos vegyület keletkezik, mely több kémszertől bomlik és mercurioxid válik le.

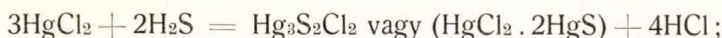
*2. **Ammoniumhydroxid** fehér színű alaktalan *mercuriamidochloridból* álló csapadékot ad:



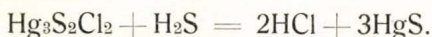
mely ammoniumchloridban nehezen oldódik mint *mercuridiammoniumchlorid*.

3. **Nátriumcarbonát** vörösbarna színű *bázisos mercuricarbonátból* $\text{HgCO}_3 \cdot 3\text{HgO}$ álló csapadékot létesít. Kezdetben csak színeződés áll elő; rázás elősegíti a hatást, fölösleges kémszert nem szabad használni. A csapadék vízzel forralva, mercurioxiddá alakul át. *Nátriumhydrocarbonát* mercurichloriddal *nem* ad csapadékot, ellenben mercurinitráttal szintén bázisos carbonát válik le.

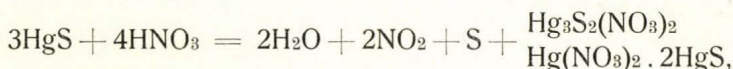
*4. **Hydrogénsulfid.** A mercurisók és a hydrogénsulfid egymásra hatásakor, a reakciókban résztvevő anyagok mennyisége és hőfoka szerint különböző összetételű vegyületek keletkeznek. Ha a mercurichlorid közömbös, vagy sósavval savanyított oldatához *kevés és nagyon híg* hydrogénsulfidos vizet öntünk, fehér színű *mercurisulfchloridból* álló csapadék keletkezik:



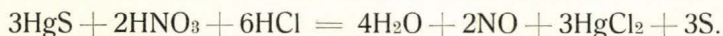
ha több hydrogénsulfidos vizet elegyítünk hozzá, vagy ha hydrogénsulfidgázt hajtunk be és az oldatot melegítjük, sárga, narancs, vörösbarna és végre fekete színű csapadék keletkezik:



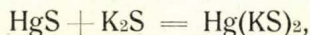
A mercurisulfid leválasztásakor tehát forró oldatba, huzamos ideig kell a hydrogénsulfidot hajtani. A mercurisulfid ammoniumsulfidban, káliumhydroxidban, híg sósavban, vagy salétromsavban nem oldható. Tömény salétromsavval melegítve, fehér színű *mercurisulfonitráttá* alakul át:



mely salétromsavban nehezen oldódik és hydrogénsulfidos vízzel leöntve fekete színt ölt. A mercurisulfid királyvízben kénkiválás mellett oldódik:



Káliumsulfidban jól oldódik:



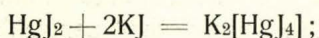
és az oldatból ammoniumchlorid *mercurisulfidot* választ le.

5. **Káliumbichromát** a mercurichloriddal *nem* létesít csapadékot, mercurinitráttal ellenben sárgászörös színű, *mercurichromátból* álló csapadékot idéz elő.

*6. **Káliumjodid** vörös színű, *mercurijodidból* álló csapadékot keletkeztet:



mely a kémszer fölöslegében, mint komplex *káliummercurijodid* oldódik:



ebből az oldatból káliumhydroxid nem választ le csapadékot, ammonium-sulfid azonban mercurisulfidot választ le.

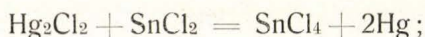
7. **Káliumcyánid** nem létesít csapadékot.

*8. **Stannochlorid, kénessav, phosphorossav** a mercurivegyületeket fehér színű *mercurovegyületekké*, vagy fekete színű *fémes higanynyá* redukálja.

a) **Stannochlorid**, a mercurichloridot mercurochloriddá redukálja:



fölös kémszer jelenlétében a redukció tovább halad és fekete színű *higany* válik le:



b) **Kénessav** oldattal forralva:



c) **Phosphorossav** melegítve gyorsan redukál:



9. **Hydroxylaminchlorhydrát**, vagy **hydrazinsulfát** ammoniás közegben, vagy nátriumhydroxid jelenlétében, *fémes higanyt* választ le. A kísérletet úgy végezzük, hogy a mercurisóoldatot a kémszerek egyikével elegyítjük és azután ammoniumhydroxidot, vagy nátriumhydroxidot elegyítünk hozzá. Ha ammoniumhydroxidot használunk, akkor ammóniumsó keletkezik és ez megakadályozza a mercuriamidovegyület kiválását; az oldat tehát mitsem változik; ha azonban melegítjük, fémes higany válik le. Nátriumhydroxiddal már hidegen is szürkésfekete színű csapadékot kapunk; melegítésre a higany teljesen leválik. Savanyú közegben *nem* válik le higany.

10. **Réz** vagy **zink** higanyt választ le. Ha fényes felületű réz-lemezre egy csepp mercurichloridot csepegtetünk, fémes higany válik le, szürkés fekete folt alakjában; ha ezt posztóval dörzsöljük, szép fényes felületet látunk.

11. **A higany kimutatását száraz úton** lásd az 50-ik oldalon.

12. **A higany oldhatóságát** lásd az 50-ik oldalon.

Bizmut.

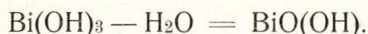
A bizmut oxigénvegyületei közül kettő fontos, a *bizmuttrioxid* Bi_2O_3 és a *bizmutpentoxid* vagy *bizmutsavanhydrid* Bi_2O_5 . A chemiai analízisben a bázisos jellemű Bi_2O_3 fontos; ez savakban könnyen oldódik és jól kristályosodó sókat létesít, mely sók víz hatására hidrolitesen bomlanak és bázisos sókká alakulnak át. A bizmutpentoxid gyengén savi jellegű, a savhydrátja, a metabizmutsav mint sötétbarna por ismeretes; sósavban oldható és ekkor nem pentachlorid, hanem trichlorid

keletkezik. A bizmutvegyületekben gyakran előforduló egy vegyértékű (BiO)⁺ gyököt *bizmutyl*nek nevezik.

*1. **Káliumhydroxid** fehér színű, alaktalan *bizmuthydroxid*ot választ le:



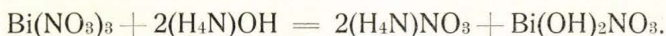
mely fölös kémszerben *nem* oldható; a csapadék 100^o-on szárítva vizet veszít és sárga színt ölt:



Ha a bizmuthydroxidhoz tömény káliumhydroxidot elegyítünk, azután felfőzzük és gyors áramban chlörgázt hajtunk be (vagy nátriumhypochlorittal elegyítjük), a metabizmutsav káliumsója keletkezik és a csapadék vörös színt ölt:



*2. **Ammoniumhydroxid** változó összetételű *bázisos bizmutnitrát*ot választ le, mely a kémszer fölöslegében *nem* oldható:



3. **Nátriumcarbonát** változó összetételű *bázisos bizmutcarbonát*ot választ le.

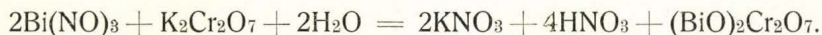
*4. **Hydrogénsulfid** közömbös, vagy savanyú oldatból feketés-barna színű *bizmutrisulfid*ot választ le:



a csapadék híg salétromsavban kénkiválással oldódik:



5. **Káliumbichromát** narancs-sárga színű, kristályos *bizmutylbichromát*ot választ le:



A kémszert czélszerű fölöslegben venni. A csapadék oldhatlan vízben, káliumhydroxidban; savakban könnyen oldható.

6. **Káliumjodid** nagyon híg bizmutnitrátoldatban narancs-sárga színeződést idéz elő; néhány percz múlva az oldat zöld színt ölt és idővel barnásfekete színű *bizmuttrijodid* válik le. Tömény oldatból azonnal barnásfekete színű csapadék válik le:



a csapadék a kémszer fölöslegében mint komplex *káliumbizmutjodid* $\text{K}[\text{BiJ}_4]$, sárga színnel oldódik.

7. **Káliumcyanid** fehér színű *bizmuthydroxid*ot választ le; először bizmutcyanid keletkezik, a mely azonban azonnal hidrolitesen bomlik.

*8. **Káliumstannit** fekete színű *fémes bizmutból* álló csapadékot idéz elő.* A reakciót a következő módon végezzük:** Frissen készített stannochloridoldathoz addig elegyítünk káliumhydroxidot, míg a kezdetben látható fehér színű csapadék feloldódik. Az oldatban *káliumstannit* van. Ha ehhez az oldathoz híg bizmutsóoldatot öntünk, akkor fekete színű, fémes bizmutból álló csapadék származik. A reakció két szakaszban folyik le; először ugyanis *bismuthydroxid* keletkezik és ebből a káliumstannit redukáló hatására *fémes bizmut* válik le és káliumstannát keletkezik. (A reakciót lásd 17-ik oldalon.) A kísérlethez ne vegyünk sok káliumhydroxidot és mindig *hideg* oldattal dolgozzunk, mert sok káliumhydroxid jelenlétében, vagy ha az oldatot melegítjük, már a stannioldatból is fekete színű, ónból álló csapadék válik le.

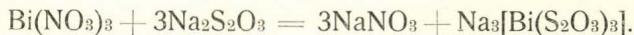
A reakció érzékenységének határa: 1 g. bizmut 100 cm³ salétromsavban oldva.

0.1%-os oldatból erős csapadék válik le.

0.01%-os oldat határozott fekete színeződést idéz elő.

0.001%-os oldat még észrevehetőleg, gyengén barna színűvé válik.

*9. **Nátriumthiosulfát és káliumchlorid.***** Ha néhány csepp közömbös bizmutnitrátot és nátriumthiosulfátot elegyítünk, sárgaszínű *nátriumbizmutthiosulfát*-ot tartalmazó oldatot kapunk, a melyből alkohol hozzáelegyítésére sem válik le csapadék:



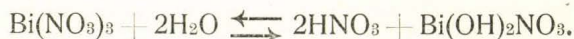
Ha az oldatot 10—15 cm³ alkohollal és azután káliumchloridoldattal elegyítjük, sárgaszínű komplex *káliumbizmutthiosulfátból* álló csapadék keletkezik:



Ez a reakció a káliumion kimutatására is használható.

10. **Hydroxylaminchlorhydrát, vagy hidrazinsulfát** a bizmutsóoldattal, savanyú közegben, nem idéz elő csapadékot. Ha a bizmutsóoldatot a fenti kémszerek egyikével elegyítjük és azután ammoniumhydroxidot öntünk az oldathoz, csak fehér színű *bázisos*, illetőleg *bismuthydroxidból* álló csapadékot kapunk, a bizmutvegyület *nem* redukálódik.

*11. **Viz.** Ha bizmutnitrát oldatához sok forró vizet öntünk, hidrolites bomlás következtében fehér színű, *bázisos bizmutnitrátból* álló csapadék keletkezik:

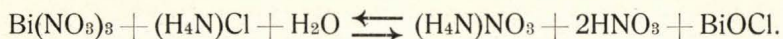


* Petrovits és Schneider vizsgálata szerint Bi₂O₃ válik le; Vanino és Treubert szerint fémes Bi és Bi₂O₃ válik le.

** Treadwell. Anal. Chemie. IV-ik kiadás 163.

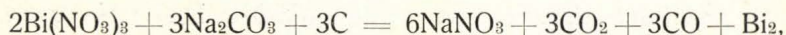
*** Treadwell. Anal. Chemie. IV-ik kiadás 45. Carnot. Z. anal. Chemie. 1897. 512.

Szabad sav jelenlétében a csapadék csak hosszabb állás után látható és ha nagyon savanyú az oldat, csapadék nem is mutatkozik. Sokkal szebben sikerül a kísérlet, ha a bizmutnitrát oldatát előzőleg kevés ammoniumchloriddal elegyítjük; a csapadék ekkor *bizmutoxichlorid* lesz:



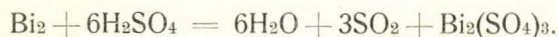
A bizmutoxichlorid borkősavban nem oldható.

12. **A bizmut kimutatása száraz úton.** Ha bizmutvegyületet szénlemezen szódával keverve, a forrasztócső redukáló lángjával hevítünk, fehér színű, fémes bizmutot kapunk:



egyidejűleg a bizmut oxidációja révén, sárga színű bizmutoxidból verődék is látható a szénen. A bizmutverődéket felhasználhatjuk a bizmutnak száraz úton való kimutatására. Ázbesztiszálat megnedvesítünk, hogy a vizsgálandó vegyület jól rátapadjon, azután beletartjuk a *Bunsen*-féle lámpa lángjának felső redukáló részébe és felébe tartunk egy kívül is mázzal bevont, kis porcelláncsészét, melybe kevés vizet öntünk. Az először redukált és azután megint oxidált verődék a csésze aljára tapad. Ha a verődéket nátriumstannitoldattal lesepentjük, fekete színű bizmut válik le. Ha porcelláncsészébe pár csepp alkoholos jódoldatot öntünk és ezt meggyújtva, a bizmutverődéket felébe tartjuk, akkor az oxid jódvegyületté alakul át, mely sokféle színárnyalatot mutat: vörösbarna, kékesbarna stb; jellemző színe a vörös. Ha ammoniagőzt fúvunk rá, sárga színt ölt.

13. **A bizmut oldhatósága.** Sósavban és híg kénsavban nem oldható. Tömény és forró kénsavban kéndioxidfejlesztéssel oldódik:



Salétromsavban mint nitrát, királyvízben mint chlorid oldódik. A bizmutsóok színtelenek és savanyú kémhatásúak.

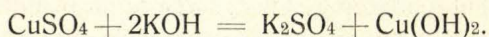
A bizmut elválasztása a higanytól.

Bizmutnitrát és mercurinitrát sósavval savanyított forró oldatába addig hajtunk be hidrogénsulfidot, míg a fémek teljesen leváltak sulfid alakjában. A leszűrt csapadékot híg salétromsavval melegítjük. A bizmut-sulfid oldódik és a leszűrt oldatból a káliumstannit reakcióval mutatható ki. A salétromsavban nem oldható mercurisulfidot királyvízben oldjuk, és a fölösleges sav elpárologtatása után, a kevés vízzel hígított (és megsűrt) oldatban káliumjodiddal, higanyra kémlelünk.

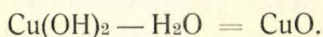
Réz.

A réznek két vegyületsorozata van: *cupro* Cu_2R_2 és *cupri* CuR_2 ; az oxigénvegyületei a *cuprooxid* Cu_2O és a *cuprioxid* CuO bázisanhydridek. A hidratok a $\text{Cu}_2(\text{OH})_2$ és a $\text{Cu}(\text{OH})_2$, csak alacsony hőmérsékleten állandók; vízzel főzve, részben a megfelelő oxid keletkezik. Az oxidok sósavban könnyen oldhatók és cupro- és cuprichloridot létesítenek. A cuprosorozatba tartozó oxisavsók nem ismeretesek. A cuprovegyületek nem állandók és már a levegő hatására is gyorsan cuprivegyületté oxidálódnak. Ugy a cupro- mint a cupriion cýánnal, ammoniával, vagy szerves vegyületekkel, komplex vegyületeket létesítenek.

*1. **Káliumhydroxid** kék színű alaktalan kocsonyás *cuprihydroxidből* álló csapadékot keletkeztet:



A csapadék forralva vizet veszít és fekete színű *cuprioxid*dá alakul át:

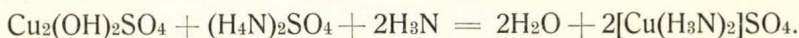


Ha a cuprisulfátot előzőleg káliumnátriumtartaráttal elegyítjük és azután elegyítjük káliumhydroxidoldattal, sötétkék oldat keletkezik, de csapadék nem; ha ezt az oldatot szőlőcukoroldattal melegítjük, vörös színű cuprooxid válik le.

*2. **Ammoniumhydroxid** kék színű *cuprihydroxid*ot választ le, mely azonban gyorsan bázisos vegyületté alakul át:



A csapadék a kémszer fölöslegében, mint komplex *cupriammoniumsulfát*, sötétkék színnel oldható:



A reakció nagyon érzékeny.

A reakció érzékenységének határa:

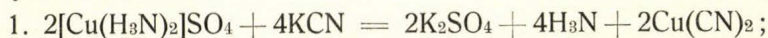
0·1⁰/₀-os cuprisulfátoldat alig észrevehetően színes; a réz biztosan kimutatható.

0·05⁰/₀-os cuprisulfátoldat színtelen; a réz még biztosan kimutatható.

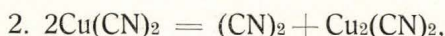
0·01⁰/₀-os cuprisulfátoldatban a réz már nem mutatható ki biztosan.

Ha a cupriammoniumsulfátot fölösleges káliumcýániddal elegyítjük, *színtelen* oldatot kapunk és komplex *káliumcuprocýánid* keletkezik. A hatás négy szakaszban folyik le:

Az első szakaszban a cupriammoniumsulfát és káliumcýánid hatására cupricýánid keletkezik:



a cupricyánid azonban cyánfejlődés mellett azonnal *cuprocyániddá* redukálódik:



és a cuprocyánid a jelenlévő káliumcyánid fölöslegében, mint komplex *káliumcuprocyánid* oldódik:



és egyidejűleg a 2. alatt szabaddá lett cyánt a jelenlévő ammonium-hydroxid, *ammoniumcyánid* és *cyánsavasammonium* alakjában megköti:



úgy hogy cyán nem is fejlődik. A színtelen káliumcuprocyánid-oldatból káliumhydroxid, vagy hydrogénsulfid *nem* választ le csapadékot.*

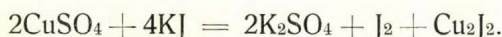
3. **Nátriumcarbonát** kék színű, pelyhes, *bázisos rézcarbonátot* $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ választ le.

*4. **Hydrogénsulfid** közömbös, vagy savanyú közegből, fekete színű *cuprisulfidot* választ le:

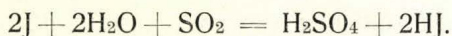


Ha a réziont közömbös és hideg oldatból választjuk le, nagyon könnyen barna színű, kolloidoldat keletkezik. A kolloidoldat keletkezését elkerülhetjük, ha az oldatba híg sósavat öntünk és ha forró oldatból, hydrogénsulfidgázzal választjuk le a sulfidot. A cuprisulfid káliumcyánidban mint színtelen komplex *káliumcuprocyánid* oldódik; ebből az oldatból hydrogénsulfid *nem* választ le cuprisulfidot. A sulfid némileg ammoniumsulfidban is oldható. Nem oldható híg kénsavban és színtelen káliumsulfidban. Nedves levegőn a sulfid cuprisulfáttá oxidálódik.

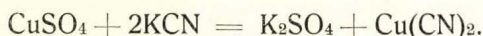
5. **Káliumjodid** jódkiválás mellett, fehér színű *cuprojodidot* választ le; először cuprijodid létesül, de ez jódkiválás mellett azonnal cuprogyületté redukálódik:



A kiváló jódtól az oldat színe barna. Hogy a cuprojodidot jódtól mentesen kapjuk, az oldatot előzőleg kéndioxidoldattal elegyítjük, mely a jódot színtelen hydrogénjodiddá redukálja:

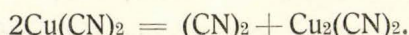


*6. **Káliumcyánid.** Ha cuprisóoldatba káliumcyánidot csepegtetünk, sárgás, később szennyes zöld színű, *cupricyánidból* álló csapadék keletkezik:



* Treadwell. Anal. Chem. IV-ik kiadás 169.

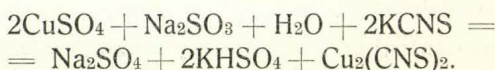
A csapadék nem állandó és már hideg oldatban is cyanfejlődés mellett, fehér színű cuprocyániddá alakul át; melegítve, vagy néhány csepp kéndioxidoldat hozzáelegyítésére a redukció gyorsan megy végbe:



Ha most fölösleges káliumcyánidot öntünk a csapadékra, a cuprocyánid, mint komplex *káliumcuprocyánid* oldódik. Ebből az oldatból hidrogénsulfid *nem* választ le csapadékot.

*7. **Káliumsulfocyánid** tömény cuprisulfátoldatból fekete színű *cuprisulfocyánidot* választ le.

Ha az oldatot kéndioxidos vízzel, vagy nátriumsulfittal elegyítjük, a *cupri*-vegyület rövid idő alatt fehér színű, *cuprosulfocyániddá* redukálódik. Melegítés elősegíti a redukciót. (A reakciókat lásd a 16-ik oldalon.) A hatás sokkal gyorsabban történik, ha az oldatot előbb nátriumsulfittal elegyítjük:



A csapadék vízben és híg savakban nem oldható.

*8. **Káliumferrocyánid** vörösbarna színű, *cupri ferrocyánidból* álló csapadékot létesít:



A csapadék vízben és híg sósavban nem oldható, de ammoniumhydroxidban kék színnel oldódik. Ha a csapadékot káliumhydroxiddal huzamosabb ideig melegítjük, fekete színű *cuprioxid* keletkezik:



*9. **Hydroxylaminchlorhydrát**, vagy **hydrazinsulfát**. Ha a cuprióoldatot e kémszerek egyikével elegyítjük és jól összerázzuk, idővel színtelen oldatot kapunk. Ha az oldatot melegítjük, a redukció gyorsan következik be. A színtelen oldatból nátriumhydroxid sárga színű, *cuprihydroxidot* választ le. Ha káliumhydroxiddal kék színű cuprihydroxidot állítunk elő és ehhez öntjük a kémszerek egyikét: akkor a kék színű cuprivegyület gázfejlődés mellett azonnal sárga színű *cupri*-vegyületté redukálódik.

Ha a cuprióoldatot annyi ammoniumhydroxiddal elegyítjük, hogy a keletkezett csapadék oldódjék és most a sötétkék oldathoz hydroxylaminchlorhydrátot, vagy hydrazinsulfátot fölöslegben öntünk: akkor a *cupri ammonium*-vegyület színtelen *cupri ammonium*-vegyületté redukálódik. A redukció hideg oldatban lassan, melegítve azonban gyorsan megy végbe. (A reakciót lásd a 19-ik oldalon.)

A cupri ammoniumvegyület a levegőn lassan megint cuprivegyületté oxidálódik. Hydrogénperoxid hatására azonnal végbe megy az oxidáció.

A cuproammonium sósavval savanyított oldatából káliumsulfocyanid azonnal fehér színű *cuprosulfocyanidot* választ le.

A hidrazinsulfáttal és hydroxylaminchlorhydráttal készített ammoniás cuprooldat között érdekes különbség van: Ha a meleg oldatokat alkálifém-hydroxidokkal elegyítjük és hevítjük, akkor a hidrazinsulfátos oldatból, *a réz tükör* alakjában válik le; a hydroxylaminchlorhydráttal készített oldatból ellenben nem réztükör, hanem *cuprooxidtartalmú cuprohydroxid* válik le.*

10. **Vas-**lemez a cuprisóoldatokból *fémes rezet* választ le, mely a fényes felületű lemezre rátapad.

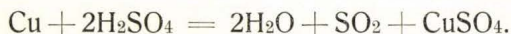
*11. **Hypophosphorossav.** Ha a cuprisulfátot hypophosphorossavval elegyítjük, sárga színű *cuprohydrogénből* álló csapadék keletkezik. Ha a csapadékot forraljuk, akkor réz válik le. Chlor jelenléte a reakciót zavarja.**

12. **A réz kimutatása száraz úton.** Ha rézvegyületet szénlemezen, szódával keverve, a forrasztócső redukáló lángjával hevítünk, a réz pikelyek alakjában válik le.

13. **Lángfestés.** A rézvegyületek a lángot *zöldre* festik.

14. **A borax-,** vagy **phosphorsógyöngyöt** a rézvegyületek az anyag mennyisége szerint kékre, vagy zöldre festik.

15. **A réz oldhatósága.** A réz híg sósavban, vagy kénsavban nem oldódik. Tömény és forró kénsavban kéndioxidfejlődés mellett oldódik:



Salétromsavban jól oldódik. A réz-sók kék, vagy zöld színűek és savanyú kémhatásúak.

A réz elválasztása a bizmuttól.

Cuprinitrát- és bizmutnitrátoldatot *főlösleges* ammoniumhydroxiddal elegyítünk. A bizmut leválik mint hydroxid, fehér színű, pelyhes csapadék alakjában; az egyidejűleg keletkezett kék színű oldat a réz jelenlétére vall.

A réz elválasztása a higanytól.

Cuprinitrát és mercurinitrát sósavval savanyított oldatába addig hajtunk be hydrogénsulfidot, míg a kationok teljesen leváltak sulfid alakjában. A leszűrt csapadékot híg salétromsavval melegítjük; a cuprisulfid kék színnel oldódik és a leszűrt oldatból a főlösleges sav elpárolgatása után, a közölt reakciók segítségével kimutatható. A salétromsavban nem oldható mercurisulfid kimutatását lásd a 79. oldalon.

* Ilosvay. Magyar. Chem. Folyóirat. VI. 113.

** M a w r o w és M u t h m a n n. Zeitschr. f. anorg. Ch. 11. 268.

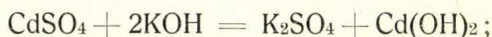
A réz elválasztása a bizmuttól és higanytól.

A cupri-, bizmut- és mercurinitrát sósavval savanyított oldatát, a már fennebb leírt módon hidrogénsulfiddal telítjük. A leszűrt csapadékot híg salétromsavval melegítjük. A cupri- és bizmut-sulfid oldódik. A további eljárást lásd fent. A salétromsavban nem oldható mercurisulfid kimutatását lásd a 79. oldalon.

Cadmium.

A cadmium egyféle vegyületsorozatot létesít; összetétele: CdR_2 . A cadmiumhydroxid bázisos tulajdonságú s mint ilyen káliumhydroxidban nem oldható. Ammoniával és cyánnal komplexvegyületeket alkot.

*1. **Káliumhydroxid** fehér színű, kocsonyás, *cadmiumhydroxidből* álló csapadékot választ ki:



a csapadék a kémszer fölöslegében nem oldható.

*2. **Ammoniumhydroxid** szintén *cadmiumhydroxidot* választ le, mely a kémszer fölöslegében, mint komplex *cadmiumammoniumsulfát* $[\text{Cd}(\text{H}_3\text{N})_4]\text{SO}_4$ oldódik; ha ezt az oldatot sok vízzel forraljuk, megint leválik a hydroxid.

3. **Nátriumcarbonát** fehér színű, pelyhes, változó összetételű *bázisos cadmiumcarbonátból* álló csapadékot létesít.

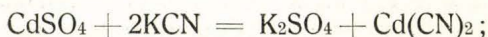
*4. **Hydrogénsulfid** közömbös, vagy savanyú, vagy ammoniás oldatból, sárga színű, *cadmiumsulfidból* álló csapadékot létesít.



A csapadék híg salétromsavval melegítve, kén kiválással oldható; híg és meleg kénsavban szintén *oldható*. Nem oldható ammoniumsulfidban és káliumcyánidban. A cadmiumion leválasztása hidrogénsulfiddal nagyon savanyú és forró oldatból nem mindig sikerül és könnyen sárga színű, kolloidoldat keletkezik; ammoniumchlorid elősegíti a sulfid leválását. A cadmiumsulfid színe nem mindig sárga, gyakran narancs, sőt barna szín is észlelhető.

5. **Káliumjodid** nem létesít csapadékot.

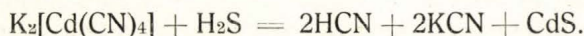
*6. **Káliumcyánid** fehér színű, alakatlan, *cadmiumcyánidból* álló csapadékot keletkeztet:



a csapadék a kémszer fölöslegében mint komplex *káliumcadmiumcyánid* oldható:



Ezen oldatból káliumhydroxid, vagy ammoniumhydroxid nem választanak le csapadékot, *ellenben hydrogénsulfid, sárga színű, cadmiumsulfidot választ le:*



*7. **Hydroxylaminchlorhydrát, vagy hydrazinsulfát.** Ha cadmiumsulfátoldatot a kémszerek egyikével elegyítünk és azután káliumhydroxidot öntünk hozzá, fehér színű, *cadmiumhydroxidból* álló csapadékot kapunk, ha pedig ammoniumhydroxidot öntünk az oldathoz, csapadék egyáltalában *nem* keletkezik; ebből az oldatból a hydrogénsulfid, *cadmiumsulfidot* választ le.

*8. **Hypophosphorossav** a cadmiumvegyületeket *nem* redukálja.

9. **A cadmium kimutatása száraz úton.** Ha cadmiumvegyületet szénlemezen, szódával keverve, a forrasztócső redukáló lángjával hevítünk, fémes cadmiumot nem kapunk, mert a redukált fém elpárolog és elég cadmiumoxiddá, mely a szénlemezen sárgásbarna színű verődék alakjában marad hátra. Igen jellemző cadmiumverődéket állíthatunk elő, ha sima felületű gipszlemezbe kis gödröt vájunk, azt szénporral jól bedörzsöljük, úgy hogy az egész lemez fekete színű legyen. Ha a gödröcskébe kevés cadmiumsulfidot teszünk és most a forrasztócső oxidáló lángjában, rövid ideig, óvatosan hevítjük, kihűlés után a gödröcske körül gazdag színárnyalatú verődék jelentkezik. A színek: barna, vörösbarna, kék, fekete fémfényű s végre fehér. A reakció jellemző és érzékeny.

10. **A cadmium oldhatósága.** A cadmium sósavban, vagy kénsavban nehezen oldódik; salétromsavban, vagy királyvízben könnyen oldható. A cadmiumsók szintelenek és savanyú kémhatásúak.

A cadmium elválasztása a réztől.

1. A cadmium- és cuprinitrátoldatát főlöszleges ammoniumhydroxiddal elegyítjük (míg a képződött csapadék oldódik) és a kék színű oldathoz annyi káliumcyanidot öntünk, míg az teljesen elszintelenedik. Ha az így előkészített oldatba hydrogénsulfidot hajtunk be, a cadmiumion mint sárga színű, cadmiumsulfid válik le, míg a rézion mint káliumcuprocyanid oldatban marad. Az oldat kék színe a rézre jellemző ugyan, mindazonáltal ki is mutathatjuk: Ha a kék színű oldat kis részletét ecetsavval megsavanyítjuk és néhány csepp káliumferrocyaniddal elegyítjük, vörösbarna színű csapadék keletkezik.

2. A cadmium- és cuprisulfátoldatot kevés hypophosphorossavval elegyítjük és néhány perczig forraljuk. A cuprisulfát redukálódik és a réz, fémes alakban, teljesen leválik. Ha a rézről leszűrt oldatba hydrogénsulfidot hajtunk be, a cadmiumion sárga színű csapadék alakjában válik le.

A cadmium elválasztása a bizmuttól.

A bizmut- és cadmiumnitrátoldatot főlöszleges ammoniumhydroxiddal elegyítjük, a bizmut mint hydroxid válik le. A leszűrt oldatba a cadmiumot hydrogénsulfiddal mutatjuk ki.

A cadmium elválasztása a higanytól.

A cadmium- és mercurinitrát sósavval savanyított oldatába addig hajtunk be hydrogénsulfidot, míg a kationok teljesen leváltak sulfid alakjában. A leszűrt csapadékot híg salétromsavval melegítjük; a cadmium-sulfid oldódik. A leszűrt oldatból a főlöszleges savat elpárologtatjuk, a maradékot ammoniumhydroxiddal közömbösítjük és hydrogénsulfiddal kimutatjuk a cadmiumot. A salétromsavban nem oldható mercurisulfid kimutatását lásd a 79-ik oldalon.

A cadmium elválasztása a réztől, bizmuttól és higanytól.

A nitrátok sósavval savanyított oldatát a már leírt módon hydrogénsulfiddal telítjük és a leszűrt csapadékot híg salétromsavval melegítjük, melyben a mercurisulfidot kivéve, az összes sulfidok oldódnak. A leszűrt oldatot a salétromsav elpárologtatása után kevés vízzel hígítjuk és főlöszleges ammoniumhydroxiddal elegyítjük; a bizmut, mint hydroxid válik le. A leszűrt oldatban a réz és cadmium kimutatását lásd fent. A salétromsavban nem oldható mercurisulfid kimutatását lásd a 79-ik oldalon.

Palládium.

A chemiai analízis szempontjából csak a palládo-vegyületek fontosak.

1. **Hydrogénsulfid** közömbös, vagy savanyú közegből fekete színű, *palládosulfidot* PdS választ le, mely ammoniumsulfidban nem oldódik.

*2. **Káliumjodid** fekete színű, *palládojodidból* álló csapadékot idéz elő, mely a kémszer főlöszlegében vörös-barna színnel oldható. *Nagyon érzékeny és jellemző reakció.* A palládojodid ammoniumhydroxidban komplex vegyület alakjában oldható.

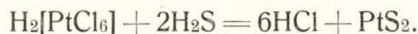
3. **Mercuricyánid** világos sárga színű, alaktalan palládocyánidból Pd(CN)₂ álló csapadékot létesít.

Platina.

A platina két vegyületsorozatot létesít: ú. m. *platino* PtR₂ és *platini* PtR₄. Oxidjai a platinooxid és platinioxid nem állandóak. Ha a platinát királyvízben oldjuk, komplex *hydrogénchloroplatinát* H₂[PtCl₆] keletkezik, mely vegyületet rendszeren platinachloridnak neveznek. A chemiai analízis szempontjából csak a platinivegyület reakciói fontosak.

1. **Nátriumhydroxid** nem idéz elő csapadékot.

*2. **Hydrogénsulfid** közömbös, vagy savanyú oldatból, csak húzamos idő múlva választ le fekete színű *platinisulfidot*; meleg oldatból azonnal csapadék válik le:



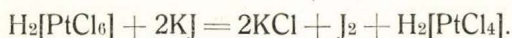
A csapadék ammoniumpolysulfidban nem oldódik,* ellenben kálium-sulfidban könnyen oldódik és ezen oldatból sósavval, vagy kénsavval megint sulfid válik le. Sósavban, salétromsavban nem oldódik, ellenben királyvízben mint $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ oldódik.

*3. **Káliumchlorid** sárga, kristályos *káliumchloroplatinátot* választ le. (Lásd a kálium reakcióját.)

4. **Stannochlorid** a hidrogénchloroplatinátot *hidrogénchloroplatinitté* redukálja és sötét-barna oldat keletkezik:



5. **Káliumjodid** jódkiválás mellett *hidrogénchloroplatinitté* redukálja:



A kivált jód chloroformban ibolya színnel oldódik.

*5. **Ferrosulfát** savanyú közegben nem redukálja, ha azonban az oldathoz nátriumcarbonátot elegyítünk és fölmelegítjük, fémes *platinából* és *ferrihydroxid*-ből álló csapadék keletkezik. A ferrihydroxid sósavban könnyen oldódik míg a platina visszamarad.

*7. **Hydroxylaminchlorhydrát, vagy hidrazinsulfát.** Hydroxylaminchlorhydrát nátronlúgos, vagy savanyú közegben nem létesít csapadékot; ammoniumhydroxidós közegben a leválás nem tökéletes. Hydrazinsulfát nátronlúgos közegben tökéletes leválást idéz elő; ammoniás közegben a leválás nem tökéletes és savanyú közegben egyáltalában nem létesül csapadék.

8. **Oxálsav, kénessav, hidrogénperoxid** nem létesítenek csapadékot.

9. **A platina oldhatósága.** A platina csak királyvízben oldódik.

C) csoport.

A C) csoportba tartozó sulfidok ammoniumsulfidban nehezen oldhatók; ide tartoznak: arany, molibdén.

Arany.

Az arany két vegyületsorozatot létesít; ezek: az *auro* AuR és az *auri* AuR₃. Az aurovegyületek nem állandóak és könnyen auri-

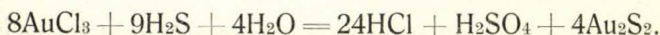
* Riban Bull. de la Soc. chem. 28. 241.

vegyületté oxidálódnak. Ha az aranyat királyvízben oldjuk, aurichlorid AuCl_3 keletkezik. Ha az aurichloridot sósav jelenlétében besűrítjük, kristályos hidrogénchloroaurát HAuCl_4 létesül, melynek kálium- és ammoniumsója is ismeretes. Az aurichlorid 180° -on chlort veszít és átalakul aurovegyületté. Az oxigénnel létesített vegyületei szintén könnyen bomlanak; hevítve már aránylag alacsony hőfokon fémes aranyra redukálódnak. A kémiai analízis szempontjából csak az *auri*-vegyületek reakciói fontosak.

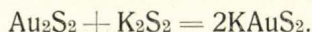
1. **Ammoniumhydroxid** barnás-sárga színű, úgynevezett *durrano aranyból* álló csapadékot ad. A csapadék összetétele *T r e a d w e l l* szerint:

$\left[\text{Au} \begin{matrix} (\text{NH}_3)_2 \\ (\text{OH})_2 \end{matrix} \right] \text{OH}$. A csapadék száraz állapotban ütéstől, vagy dörzsöléstől hevesen robban.

*2. **Hydrogénsulfid**, savanyú és *hideg* oldatból fekete színű, vegyes sulfidot, *auro-aurisulfidot*, vagy *aranydisulfidot* választ le:

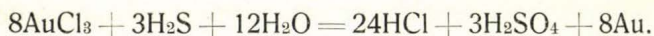


A csapadék ammoniumpolysulfidban nagyon nehezen oldódik, ellenben sárga káliumsulfidban, mint *káliumsulfoaurát*, könnyen oldódik:



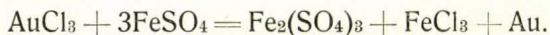
Ezen oldatból sósav, vagy kénsav sárgás-barna színű Au_2S_3 összetételű sulfidot választ le. Az aranydisulfid sósavban, salétromsavban nem oldódik, ellenben királyvízben mint chlorid oldódik. Az aranydisulfid, ha egyidejűleg más fémsulfidok is jelen vannak, ammoniumpolysulfidban jobban oldható.

Az aranychlorid meleg oldatából a hidrogénsulfid barna színű, *fémes aranyat* választ le:

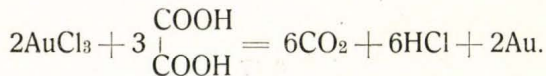


*3. **Redukáló anyagok** az aranychloridból, *fémes aranyat* választanak le. Tömény oldatból barna színű, poralakú csapadék keletkezik, míg ellenben híg oldatban csak színeződés áll elő.

a) *Ferrosulfát* savanyú, vagy közömbös oldatból:



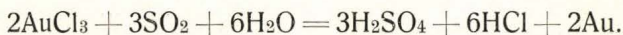
b) *Oxálsav*. Melegítés elősegíti a hatást. Sok sósav hátráltatja a kiválást:



c) *Stannochlorid* tömény oldatból, barnás-fekete színű csapadékot választ le, míg híg oldatból ibolya színű, úgynevezett *Cassius-bibora* származik, mely a stannichlorid bomlása következtében keletkező stanni-

hydroxidból és finom eloszlású aranyból áll. A Cassius-bibora ammoniumhydroxidban vörös színnel oldódik.

d) *Kénessavoldattal* melegítve:



e) *Hydroxylaminchlorhydrát, vagy hydrazinsulfát*. A hydrazinsulfát mind sósavas, mind ammoniumhydroxidos közegben *fémes aranyat* választ le. A hydroxylaminchlorhydrát savanyú közegben nem létesít csapadékot, ammoniumhydroxidos közegben azonban szintén *fémes aranyat* választ le. Nátriumhydroxid jelenlétében, mind a két kémszer fémes aranyat választ le; melegítés elősegíti a hatást.

4. **Az arany oldhatósága.** Az arany csak királyvízben oldódik.

Molibdén.

A molibdénnek négy oxidja ismeretes. A MoO és a Mo₂O₃ gyenge bázisok. A MoO₂ nagyon közömbös, míg a MoO₃ határozottan savanhydrid s egy molekula vízzel molibdénsavat H₂MoO₄ létesít, mely jól ismert vegyület.

A molibdénsavon kívül még bonyolult összetételű molibdénátok is vannak; egy ilyen vegyület például az ammoniummolibdénát, melynek összetételére sok képletet találunk, de a leggyakrabban a következő összetételt: (H₄N)₆Mo₇O₂₄ + 4H₂O. A molibdén reakciójához ezt a vegyületet használjuk, még pedig frissen készített oldatot. Az ammoniummolibdénátból hosszas állás után sárga színű MoO₃ + 2H₂O összetételű vegyület válik le.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriummolibdénátból* álló csapadékot létesít, mely híg salétromsavban oldódik.

2. **Ezüstnitrát** fehér színű, *ezüstmolibdénátból* álló csapadékot létesít, mely híg salétromsavban oldódik.

*3. **Hydrogénsulfid** savanyú közegből, barnás színű *molibdéntrisulfidot* MoS₃ választ le. A molibdéntrisulfid tökéletes leválasztása csak akkor sikerül, ha a meleg oldatot hydrogénsulfiddal telítjük és azután Lintner-palaczkban huzamosabb ideig 100°-on melegítjük. A sulfid ammoniumpolysulfidban nehezen oldódik és az oldatból sósavval meg-savanyítva, megint leválik. Salétromsavval melegítve fehér színű molibdénsav keletkezik. A sulfid kis mértékben tömény sósavban és ammoniumcarbonátban is oldódik. Nagyon híg oldatból kevés hydrogénsulfid, kezdetben nem választ le csapadékot, hanem az oldat töménysége és hőfoka szerint zöld, kék, vagy barna színeződés áll elő.

3. **Sósav** vagy **salétromsav** fehér színű, változó összetételű *polymolibdénsavból* álló csapadékot ad, mely a sav fölöslegében, vagy lúgokban oldódik.

*4. **Dinátriumhydrophosphát.** Ha a molibdénátoldathoz annyi salétomsavat elegyítünk, hogy a levált molibdénsav oldódjék és azután egy-két csepp dinátriumhydrophosphátot cseppentünk bele, *kanárisárga* színű, kristályos, *ammoniumphosphormolibdénátból* álló csapadék létesül (A reakció lefolyását lásd a phosphorsavnál.) Melegítés, úgyszintén a kémcső falának üvegbottal való dörzsölése, a csapadék leválását elősegíti. A csapadék salétomsavban nem oldódik, ellenben ammoniumhydroxidban igen.

5. **Zink.** Ha híg molibdénátoldatot sósavval megsavanyítunk és azután zinkforgácsot teszünk bele, redukció folyamat következtében a *molibdénsequioxid* Mo_2O_3 színes sói keletkeznek. Az oldat színe kezdetben kék, azután zöld és végre barna színű lesz.

Ez a reakció, Illosvay* vizsgálatai szerint kénessav jelenlétében igen érzékeny. A vizsgálandó híg molibdénoldatot 2 cm^3 olyan kéndioxidoldattal elegyítjük, a melyben 0.4% kéndioxid van és az oldatba nagyon kevés zinkforgácsot ejtve, az elegyet összerázzuk. Az oldat azonnal megkékül. Tömény oldatban azonban a kék szín csak néhány másodperczig marad meg, azután átcsap a [sárgába. Ezt a reakciót $1:10,000$ hígítású molibdénsav kimutatására még elég jól használhatjuk.

*6. **Káliumsulfocyanid.** Ha híg molibdénátoldatot sósavval és káliumsulfocyaniddal elegyítünk és azután staniol-lemezt teszünk bele, vérvörös színű *molibdénsulfocyanidból* álló színeződés áll elő, mely éterben oldódik. A reakció igen érzékeny.

*7. **Hydrazinsulfát** káliumhydroxid, vagy ammoniumhydroxid jelenlétében se színváltozást nem mutat, se csapadékot nem ad. Sósavas közegben melegítve, a molibdén és kémszer mennyisége szerint kék, zöld, vagy barna színű oldatot kapunk, a melyből nátriumhydroxid barna csapadékot választ le.

Ha molibdénsavasammoniumot kevés hydrazinsulfáttal gyengén melegítünk, akkor élénk *kék színű* oldat keletkezik. A kék szín csak akkor tűnik el, ha az oldatot sok kémszerrel forraljuk. A reakció nagyon érzékeny. Ha 0.001 g . molibdénsavasammoniumot 5 cm^3 vízben oldunk, a molibdén biztosan kimutatható.

8. **Hydroxylaminchlorhydrát** sósavas közegben melegítve, gyengén kékes-zöld színű oldatot létesít; ha az oldatot nátriumhydroxiddal elegyítjük, akkor először zöld, azután kék színű oldat keletkezik. Káliumhydroxid, vagy ammoniumhydroxid jelenlétében semmi változás sem észlelhető.

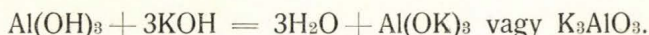
* Mathem. és Természettudományi Értesítő, XXVII. 613.

Harmadik osztály.

A harmadik osztályba tartoznak azok a fémek, a melyek közömbös, vagy lúgos közegben ammoniumsulfiddal leválnak. Ide tartoznak: alumínium, zink, mangán, urán, vas, chrom, cobalt, nikkel, titán, thorium, cerium.

Alumínium.

Az alumínium vegyületeiben három vegyértékű. Az alumíniumhydroxid erős bázisokkal szemben úgy viselkedik, mint gyenge sav. Ugyanis kálium- vagy nátriumhydroxiddal vízben oldható *aluminátokat* létesít:



A savi jellem mellett azonban, lúgos jelleme is van az alumíniumhydroxidnak, mert erős savakkal szintén vízben oldható sókat eredményez. A gyenge savakkal létesített sók nagyon bomlékonyak és vízzel már közönséges hőfokon is bomlanak. Az erős savakkal alkotott sók nem nagyon állandók; ha például alumíniumchloridoldatot bepárologatunk, hidrolites bomlást szenved és alumíniumhydroxid válik ki.

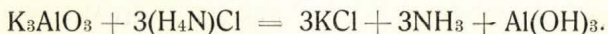
*1. **Káliumhydroxid** fehér színű, kocsonyás, *alumíniumhydroxidből* álló csapadékot létesít:



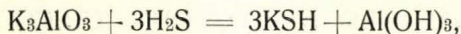
A csapadék jól oldódik savakban, továbbá a kémszer fölöslegében és ekkor *káliumaluminát* keletkezik:



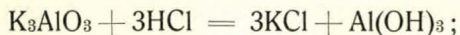
Az oldat forralva nem változik, ha azonban ammoniumchloriddal melegítjük, *alumíniumhydroxid* válik le:



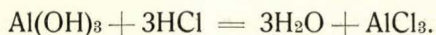
Hasonlóképpen alumíniumhydroxid válik le, ha az oldatot hydrogén-sulfiddal telítjük:



úgyisint, ha az oldatot óvatosan sósavval telítjük:

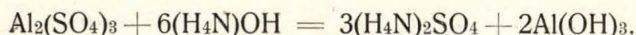


a csapadék azonban sósav fölöslegében oldódik:



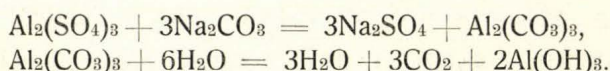
Az alumíniumhydroxid kolloidoldatot keletkeztet, ezért mindig ammoniumchlorid jelenlétében kell leválasztani.

*2. **Ammoniumhydroxid** fehér színű, *aluminiumhydroxidből* álló csapadékot létesít:



A csapadék ammoniumhydroxidban keveset oldódik. Melegítés a csapadék leválását elősegíti. Organikus vegyületek (borkősav, citromsav, oxálsav) jelenlétében se ammoniumhydroxiddal, se káliumhydroxiddal nem létesül csapadék; ekkor oldható komplexvegyületek keletkeznek.

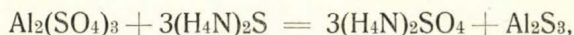
3. **Nátriumcarbonát, ammoniumcarbonát**, melegítve szénsav fejlődése mellett, fehér, kocsonyás *aluminiumhydroxidből* álló csapadékot létesít. Itt először aluminiumcarbonát keletkezik, mely azonnal hidrolitesen bomlik s szénsavfejlődés mellett aluminiumhydroxid válik le:



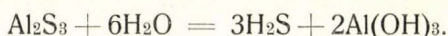
*4. **Báriumcarbonát** *aluminiumhydroxidot* választ le. Ehez a kísérlethez aluminiumsulfát helyett aluminiumchloridot használunk:



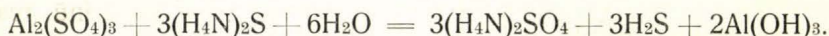
*5. **Ammoniumsulfid** hidrogénsulfidfejlődés mellett fehér *aluminiumhydroxidből* álló csapadékot idéz elő. Először aluminiumsulfid keletkezik:



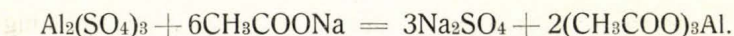
az aluminiumsulfid azonban azonnal hidrolitesen bomlik:



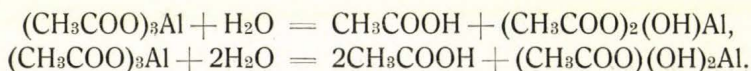
A reakciót egy egyenletben így fejezhetjük ki:



*6. **Nátriumacetát** aluminiumvegyületekkel hideg oldatban nem létesít csapadékot, mert ekkor aluminiumacetát keletkezik:



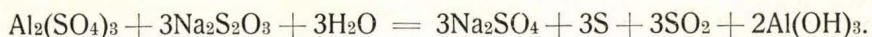
Ha a tiszta oldatot főzzük, hidrolites bomlás következtében *bázisos eczetsavas aluminium* válik le:



A reakció tulajdonképpen megfordítható. A csapadék igen tökéletesen leválik, ha a vizsgálandó oldatot már előzőleg bázisos vegyületté alakítjuk át, tehát ha addig csepegtetünk az oldatba szódaoldatot, míg a keletkező aluminiumhydroxid éppen még oldódik; vagy ha csapadék keletkezett, azt egy-két csepp sósavval feloldjuk. Ha az így előkészített oldatot nátriumacetáttal elegyítjük, a reakció már a második egyenlet

értelmében megy végbe s ha most az oldatot felforraljuk, a harmadik egyenlet értelmében kiválik a bázisos só. A reakció sikerének föltétele a *híg oldat s hogy sok nátriumacetát legyen jelen*, mely a keletkezett eczetsav disszociációját leszorítja. Ha az oldat lehül, a csapadék részben oldódik.

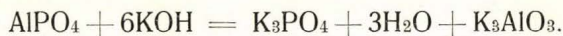
7. Nátriumthiosulfát aluminiúmsókkal főzve, kénkiválás közben *aluminiumhydroxidot* választ le:



8. Dinátriumhydrophosphát fehér, színű, pelyhes *aluminium-phosphátból* álló csapadékot létesít:



a csapadék könnyen oldható ásványos savakban és káliumhydroxidban:



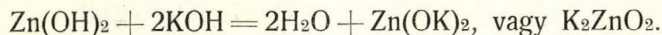
A káliumhydroxidos oldatból ammoniumchlorid hatására aluminium-phosphát és aluminiumhydroxid válik le.

9. Az aluminium oldhatósága. Az aluminium sósavban könnyen oldódik, ellenben kénsavban, vagy salétromsavban nehezen. Kálium- vagy nátriumhydroxidban hydrogénéfejlődéssel oldódik. Az aluminium sói színtelenek és a vizes oldat savanyú kémhatású.

10. Az aluminium kimutatása száraz úton. Az aluminiumvegyületek szénlemezen szódával keverve és a forrasztócső redukáló lángjával hevítve, nem redukálhatók. Ha a faszémen izzított aluminiumvegyületet, nagyon híg cobaltonitrátoldattal megnedvesítjük és újból izzítjuk, kihülés-kor szép kékszínű, aluminiumoxidból és cobaltoxidból álló (Thénard-kék) vegyületet kapunk. Az alkáliföldfémek phosphátjai hasonló színű reakciót létesítenek.

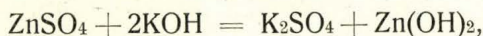
Zink.

A zink vegyületeiben két vegyértékű. A zinkhydroxid erős lúgokkal szemben úgy viselkedik, mint gyenge sav; így például kálium- vagy nátriumhydroxiddal vízben oldható *zinkátokat* létesít:

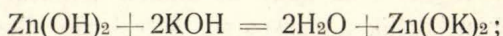


Erős savakkal szemben lúgos jellemű; az erős savakkal alkotott sói állandóak; ellenben gyenge savakkal könnyen bomló sókat keletkeztet. A zinkvegyületek káliumcyániddal és ammoniával komplex vegyületeket létesítenek.

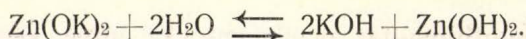
*1. **Káliumhydroxid** fehér színű, kocsonyás, *zinkhydroxidból* álló csapadékot eredményez:



mely nemcsak savakban, hanem a kémszer fölöslegében is oldható:

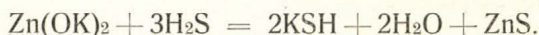


ha ezt az oldatot sok vízzel hígítjuk és forraljuk, hidrolites bomlás következtében zinkhydroxid válik le:

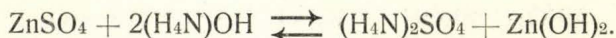


A fölösleges káliumhydroxidot tartalmazó oldatból, forraláskor, nem válik le zinkhydroxid.

Ha az oldatot ammoniumchloriddal melegítjük, *nem* válik le zinkhydroxid; ha az oldatot hydrogénsulfiddal telítjük, *zinksulfid* válik le:



***2. Ammoniumhydroxid** fehér színű, *zinkhydroxidból* álló csapadékot létesít:



A csapadék oldható az ammoniumsóban, mint komplex *zink-ammoniumsulfát* $[\text{Zn}(\text{H}_3\text{N})_6]\text{SO}_4$; *tehát a leválás nem tökéletes.* Ha a csapadékhoz ammoniumsót öntünk, a reakció ellenkező irányban halad és a csapadék eltűnik. Ha előzőleg elegendő ammoniumsót elegyítettünk a zinksulfátoldathoz, csapadék nem is keletkezik. A zinkhydroxid oldható ammoniumhydroxidban is, mint komplex *zinkammoniumhydroxid* $[\text{Zn}(\text{H}_3\text{N})_6](\text{OH})_2$; ha az oldatot forraljuk, megint zinkhydroxid válik le. Ha az oldat sok ammoniumsót tartalmaz: forralásra sem létesül csapadék.

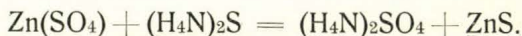
3. Nátriumcarbonát fehér színű, *bázisos carbonátot* választ le, melynek összetétele, az oldatok töménysége és hőfoka szerint különbözik. Forraláskor a carbonát részben hidrolitesen bomlik:



Ammoniumsók jelenlétében csak forraláskor keletkezik csapadék.

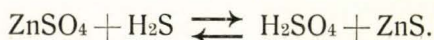
***4. Báriumcarbonát** hideg oldatban (feltéve, hogy nincsen sulfát jelen) *nem ad* csapadékot. Forró oldatban azonban szintén carbonát válik le.

***5. Ammoniumsulfid** fehér színű *zinksulfidot* választ ki:

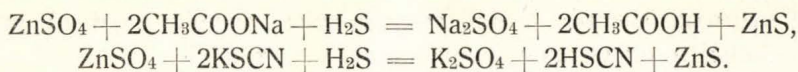


Ha a kísérletet hideg oldatban végezzük, kolloid zinksulfid keletkezik és a csapadékról leszűrt folyadék zavaros; ha azonban az oldatot kevés ammoniumchloriddal elegyítjük, azután fölmelegítjük és most öntünk bele ammoniumsulfidot, a zinksulfid tökéletesen leválik.

***6. Hydrogénsulfid**, közömbös oldatból fehér színű, *zinksulfidot* választ ki:



A zinksulfid ásványsavakban könnyen oldható, tehát a leválás nem is tökéletes. Savanyú oldatban nem keletkezik csapadék; közömbös oldatból a leválás csak akkor tökéletes, ha nátriumacetátot, vagy kálium-sulfocyanidot öntünk az oldatba és ezzel a savat lekötjük:



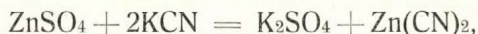
A zinksulfid a levegőn gyorsan zinksulfáttá oxidálódik. Hydrogén-sulfid lúgos közegből is leválasztja a zinket. (Lásd az 1. számú reakciót.)

7. **Nátriumacetát** *nem* ad vele csapadékot.

8. **Dinátriumhydrophosphát** fehér színű, kocsonyás, *zinkphosphátot* választ ki, mely gyorsan kristályos alakot ölt:



9. **Káliumcyanid** fehér színű, *zinkcyanidból* álló csapadékot keletkeztet:

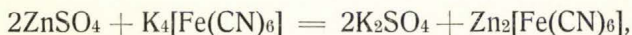


mely a kémszer fölöslegében mint komplex *káliumzinkcyanid* oldódik:



Ebből az oldatból ammoniumhydroxid, káliumhydroxid, hydrogén-sulfid, vagy *színtelen* ammoniumsulfid, nem választ le csapadékot, még melegítésre sem; ha azonban a káliumcyanidos oldatot nátriumacetáttal és eczetsavval elegyítjük és most öntünk hozzá ammoniumsulfidot, *zink-sulfid* válik le.

10. **Káliumferrocyanid** fehér színű, zöldes árnyalatú, kocsonyás csapadékot létesít, melynek összetétele a kémszer mennyiségétől függ: Ha a zinksóoldatot kevés kémszerrel elegyítjük, *zinkferrocyanid* keletkezik:



ha sok kémszert használunk, akkor a keletkezett zinkferrocyanid átalakul *káliumzinkferrocyaniddá* $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_{12}]$. A reakció nagyon érzékeny. A csapadék híg savakban, ammoniumhydroxidban és ammoniumsókban oldhatlan.

11. **A zink kimutatása száraz úton.** Zinkvegyület szénlemezen szódával hevítve, — zinkoxidból álló verődéket létesít, mely melegen sárga, hidegen fehér. Ha faszénnel izzított zinkvegyületet nagyon híg cobalt-nitráttal megnedvesítünk és újból izzítjuk, zöld színű zinkoxidból és cobaltoxidból álló (*Rinman-zöld*) vegyületet kapunk.

12. **A zink oldhatósága.** A zink savakban jól oldódik. Kálium- vagy nátriumhydroxidban hidrogénfejlődéssel oldódik:



A zinksók fehér színűek.

A zink elválasztása az aluminiumtól.

1. Zink- és aluminiumsulfát oldatát ammoniumchloriddal és ammoniumhydroxiddal elegyítjük és gyengén melegítjük. Az aluminium leválik mint hydroxid, ellenben a zink mint komplex vegyület oldatban marad. Az oldatból a zinket ammoniumsulfiddal választjuk le.

2. Zink- és aluminiumchlorid oldatát, porcelláncsészében vízzel szét-dörzsölt báriumcarbonátpéppel elegyítjük és egy óráig állani hagyjuk. Az aluminium leválik, ellenben a zink oldatban marad.

A csapadékot kevés forró, híg sósavban oldjuk és híg kénsavval leválasztjuk az oldatban levő báriumot. A báriumsulfátról leszűrt oldatban aluminiumra kémlelünk. Az oldatból a jelenlévő báriumot szintén kénsavval választjuk le és a báriumsulfátról leszűrt oldatban zinkre kémlelünk.

3. A zink- és aluminiumsulfát oldatát nátriumhydroxiddal elegyítjük. A zink és aluminium, mint zinkát és aluminát oldódnak. Ha ezt az oldatot ammoniumchloriddal elegyítjük és gyengén melegítjük, akkor az aluminium, mint hydroxid, kiválik. A leszűrt oldatot hydrogénsulfiddal telítjük; ekkor a zink, mint sulfid válik ki.

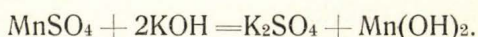
Mangán.

A mangán a következő vegyületeket alkotja: 1. *mangánvegyületek* MnR_2 2. *magánvegyületek* Mn_2R_6 . 3. *Mangánsavanhydrid* MnO_3 , melyből a mangánsav H_2MnO_4 vezethető le; az anhydrid és a sav ismeretlenek, csak sói ismeretesek, melyek azonban nem állandóak, 4. *Permangánsav-anhydrid* Mn_2O_7 , melyből a permangánsav $HMnO_4$ vezethető le; mind az anhydrid, mint a sav bomlékony, ellenben a permangánsavsók állandóak. 5. *Mangánperoxid* MnO_2 ; itt a mangán négy vegyértékű és míg a MnO és Mn_2O_3 bázisos tulajdonságúak és a Mn_2O_7 savi jellemű, — a MnO_2 a kettő között áll.

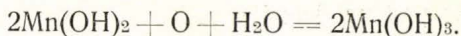
A mangánsók legnagyobb része a mangánosorozatba tartoznak s ezek mind szilárd állapotban, mind oldatban állandóak. A mangán oxidjai sósavban és kénsavban oldva mangánvegyületeket létesítenek. A sokféle mangánvegyület közül a chemiai analízisben fontosak: 1. *A mangánvegyületek reakciói.* 2. *A mangánvegyületek oxidációja mangánáttá és permanganáttá.* 3. *Mangánvegyületek oxidációja mangánperoxidá.*

1. A magánvegyület reakciói.

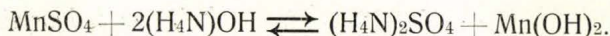
Káliumhydroxid fehér színű pelyhes, *mangánhydroxidből* álló csapadékot létesít:



A csapadék a kémszer feleslegében nem oldható. A csapadék gyorsan megbarnul, mert a levegő oxigénje *mangánhydroxid*dá oxidálja:



*2. **Ammoniumhydroxid** szintén *mangánhydroxid*ot választ le, mely gyorsan oxidálódik:



A leválás azonban nem tökéletes, mert a mangánhydroxid a reakciónál keletkezett ammoniumsóban oldható. Ha pedig már előzőleg ammoniumsót elegyítünk a vizsgálandó oldathoz, csapadék nem is keletkezik.*

Az oldatból idővel a levegő oxigénjének hatására barna színű mangánhydroxid válik le. A mangánhydroxid leválását megakadályozhatjuk, ha a vizsgálandó oldatot előbb kevés hydroxylaminchlorhydráttal elegyítjük és csak azután öntünk hozzá ammoniumhydroxidot. A hydroxylaminchlorhydrát mint redukáló anyag megakadályozza a mangánvegyület oxidációját.

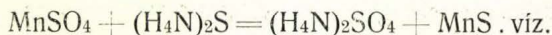
3. **Nátriumcarbonát** fehér színű, pelyhes, *mangánocarbonát*ból álló csapadékot létesít:



Huzamos ideig főzve, a carbonát széndioxidfejlődés mellett, *mangánhydroxid*dá oxidálódik.

4. **Báriumcarbonát** hideg oldatban (feltéve, hogy a mangán nincsen mint sulfát jelen) nem létesít csapadékot. Ezt a reakciót mangánocloriddal végezzük.

*5. **Ammoniumsulfid** az oldat töménysége és hőfoka szerint, különböző színű csapadékot választ le. Nagyon híg és forró oldatból *fehér* színű, tömény és hideg oldatból *testszínű*, tömény és forró oldatból *világos rózsaszínű* csapadékot választ le. 0.1%-os mangánosulfátoldatban sárgásfehér színű csapadék létesül. A csapadék összetétele is különböző, a mennyiben a víz tartalma változó:



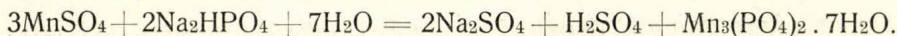
A csapadék kiválását melegítés és ammoniumchlorid jelenléte elősegítik. A csapadék könnyen oldható ásványos savakban és ecetsavban. Vízben nem oldható. Levegőn a sulfid oxidálódik és mangáno-mangánioxid és mangánosulfát keletkezik.

*6. **Hydrogénsulfid** se savanyú, se közömbös oldatban nem idéz elő csapadékot; ecetsav, nátriumacetát vagy káliumsulfocyanid jelenlétében sem válik ki csapadék.

* Herz, Z. anorg. Chem. 22. 279.

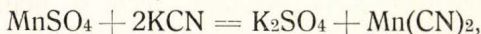
7. **Nátriumacetát** *nem* okoz csapadékot.

8. **Dinátriumhydrophosphát** fehér színű, kristályos, *mangánophosphátból* álló csapadékot létesít:



A csapadék savakban oldható.

9. **Káliumcyánid** szennyessárga színű, *mangánocyánidból* álló csapadékot létesít:



a csapadék a kémszer feleslegében barna színnel némileg oldódik s összetétele valószínűleg $\text{K}_4[\text{Mn}(\text{CN})_6]$; ez a vegyület azonban nem állandó; hígításkor vagy hosszabb állás után, bomlik és kiválik megint a cyánid. Ha az oldatot főzzük, akkor fehér színű mangánhydroxid válik le, mely rázva világosbarna színt ölt.

10. **Boraxgyöngy.** A mangánvegyületek boraxgyöngybe olvasztva és az oxidáló lángba tartva, a boraxgyöngyöt ametiszt színűre festik. A redukáló lángban mangánvegyület keletkezik és a boraxgyöngy elszíntelenedik.

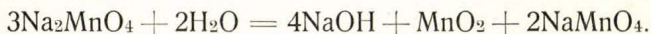
11. **A mangán oldhatósága.** A mangán híg savakban oldható. A mangánsók halvány rózsaszínűek.

A mangánvegyületek oxidációja manganáttá és permanganáttá.

*1. Ha valamely mangánvegyületet, legyen az akár sulfid, oxid vagy valamely só, nátriumcarbonáttal és káliumnitráttal platinalemezen összeolvasztunk, a káliumnitrát a mangánvegyületet oxidálja és zöld színű *mangánsavas nátrium* keletkezik:



ha az oldadékot vízben oldjuk és megszűrjük, a zöld színű oldat hosszabb állás után megvörösödik, mert a mangánsavas vegyület *permanganáttá* oxidálódik:



Az átalakulás gyorsabb, ha az oldatot felforraljuk. Ha az oldatot híg eczetsavval, vagy salétromsavval megsavanyítjuk, azonnal megvörösödik:

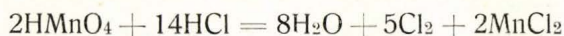
$$3\text{Na}_2\text{MnO}_4 + 4\text{CH}_3\text{COOH} = 4\text{CH}_3\text{COONa} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaMnO}_4.$$

Sokkal érzékenyebb a reakció, ha a mangánvegyületet káliumhydroxiddal és káliumchloráttal olvasztjuk össze; már alig hogy az anyagot összeolvasztjuk, előtünik a zöld színű manganát:



A reakció rendkívül érzékeny, 0'0001 g. mangánchloridban a mangánt *biztosan* ki lehet mutatni.

2. Ha ólomperoxid és tömény salétromsav forró elegyében mangánvegyületet teszünk, permanganát keletkezik. (A reakciót lásd a 12-ik oldalon.) A kísérletet úgy végezzük, hogy kevés ólomperoxidot 3 cm^3 tömény salétromsavval elegyítünk, jól összerázzuk és óvatosan fölmelegítjük. (Kissé már magától is fölmelegszik az elegy.) Ha a csapadék leülepedett, az oldatba egy csepp *híg* mangánosóoldatot csepegtetünk; az oldat megtisztul és azonnal *vörös* színű lesz. A reakció sikerének feltétele, hogy sósav ne legyen jelen, mert a sósav a permanganátot elbontja:



és szintelen mangánchlorid keletkezik. Ha tehát sósav van jelen, akkor az oldatot addig főzzük, míg a keletkezett chlór teljesen eltávozik. Ennek elűzése után a redukált mangánchlorid megint permanganáttá oxidálódik. Mangánchloriddal a reakció nagyon jól sikerül; egy csepp 1%-os oldat még határozott vörös színeződést idéz elő.

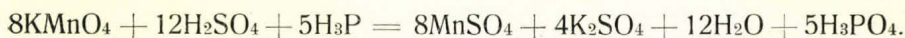
3. Ha *híg* nátriumhypochloritot mangánosóval főzünk és azután egy-két csepp cuprisulfáttal elegyítve, a forralást folytatjuk: a cuprioxid leülepedése után az oldat a jelenlevő mangán mennyisége szerint halványabb, vagy sötétebb ibolyaszínű lesz.

A káliumpermanganát mind savanyú, mind lúgos közegben erélyes oxidáló szer s ha oxidál, ő maga mangánvegyületté redukálódik (lásd a 8-ik oldalt).

A kémiai analízis szempontjából a legfontosabb a hidrogénsulfid hatása a káliumpermanganátra. Savanyú közegben ugyanis a hidrogénsulfid hidrogénjét vízzé oxidálja és erős kénieválás észlelhető (lásd a 16-ik oldalt).

Hydrogénchloridot, hidrogénbromidot és hidrogénjodidot szintén oxidál (lásd fent).

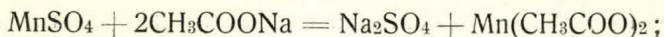
Az arzén-, antimon- és phosphorhydrogént arzén-, antimon- és phosphorsavvá oxidálja:



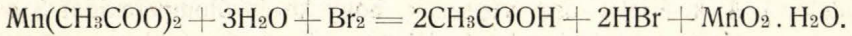
Ezt a reakciót gyakran felhasználjuk teljesen tiszta hidrogén előállítására, a mennyiben a kénsavból zinkkel előállított hydrogént, kénsavval savanyított káliumpermanganáton bocsátjuk keresztül.

A mangánvegyületek oxidációja mangánperoxidá.

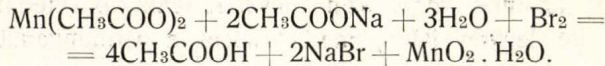
*1. **Chlór vagy bróm, nátriumacetát** jelenlétében, *mangánperoxid-hydrátot* választ le. A kísérletet úgy végezzük, hogy a mangánvegyületet nátriumacetáttal elegyítjük. Ekkor manganoacetát keletkezik:



ha most az oldatot chlórral telítjük, vagy ha brómvízzel melegítjük, kiválk a barna színű *mangánperoxidhydrát*:

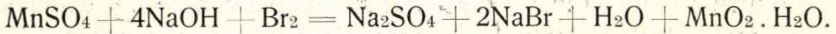


Hydrogénbromid tulajdonképpen nem is fejlődik, mert ezt a feleslegben levő nátriumacetát megköti. Ezért helyesebb az egyenletet így felírni:



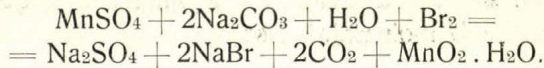
A reakcióval kevés permanganát is létesül.

2. **Brómvíz nátriumhydroxid, vagy nátriumcarbonát** jelenlétében *mangánperoxidhydrátot* választ le:



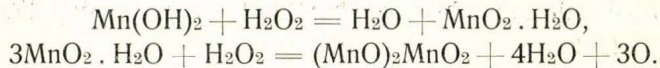
Sok bróm jelenlétében az oxidáció tovább halad és az oldat keletkezett permanganáttól halvány ibolyaszínt ölt.

Nátriumcarbonát jelenlétében a következő egyenlet értelmében történik a hatás:



Nátriumcarbonát jelenlétében még több permanganát keletkezik, mint nátriumhydroxid jelenlétében.

*3. **Hydrogénperoxid és nátriumhydroxid.** Ha mangánosulfát-oldatot kálium- vagy nátriumhydroxiddal elegyítünk, akkor *mangánhydroxid* válik le (lásd a 96-ik oldalt). Ha a csapadékot néhány cm³ hydrogénperoxiddal elegyítjük, barnaszínű *mangánperoxidhydrát* létesül, ez azonban bomlik és egyidejűleg gázfejlődés észlelhető; a gáz *oxigén*:



A mangán elválasztása a zinktől.

1. Mangáno- és zinksulfát oldatát felesleges nátriumhydroxiddal elegyítjük. A zink oldatba marad mint zinkát, a mangán leválk mint hydroxid. Az oldatból a zinket hydrogénsulfiddal választjuk le.

2. A mangáno- és zinksulfátoldatot felmelegítjük, nátriumacetáttal elegyítjük és hydrogénsulfiddal telítjük. A zink leválk, mint sulfid. A csapadékról leszűrt oldatban a mangánt nátriumhydroxiddal mutatjuk ki.

A mangán elválasztása az alumíniumtól.

1. A mangáno- és alumíniumsulfát oldatát felesleges nátriumhydroxiddal elegyítjük; az alumínium oldódik mint alumínát, a mangán

leválik mint hydroxid. Az oldatból az aluminiumot ammoniumchloriddal melegítve, választjuk le.

2. A mangáno- és aluminiumsulfát oldatát ammoniumchloriddal és ammoniumhydroxiddal elegyítjük és a leváló aluminiumhydroxidot *gyorsan* szűrjük. Oldatból a mangánt ammoniumsulfiddal választjuk le. (Lásd a 97-ik oldalon az 5-ik számú reakciót.)

3. A mangánchlorid és aluminiumchlorid oldatát felesleges báriumcarbonátpéppel elegyítjük és egy óráig állani hagyjuk. Az aluminium leválik, ellenben a mangán oldatban marad. A *csapadékot* kevés forró, híg sósavban oldjuk és híg kénsavval leválasztjuk az oldatban lévő báriumot. A báriumsulfátról leszűrt oldatban aluminiumra kémlelünk. Az *oldatból* a báriumot szintén kénsavval választjuk le és a báriumsulfátról leszűrt oldatban mangánra kémlelünk.

A mangán elválasztása az aluminiumtól és zinktől.

1. A sulfátok oldatát ammoniumchloriddal és ammoniumhydroxiddal elegyítjük és a leváló aluminiumhydroxidot *gyorsan* leszűrjük. (Lásd a 97-ik oldalon a 2-ik számú reakciót.) Az oldatból a zinket és mangánt ammoniumsulfiddal választjuk le. A sulfidokat kevés híg sósavban oldjuk és az oldatot nátriumcarbonáttal közömbösítjük. A további eljárást lásd fent.

2. A sulfátok oldatát felesleges nátriumhydroxiddal elegyítjük; az aluminium és zink oldódik, a mangán ellenben leválik mint hydroxid.

A zink és aluminium elválasztására nézve lásd a 96-ik oldalon a 3-ik számú elválasztást.

3. A chloridok oldatát báriumcarbonátpéppel elegyítjük és egy óráig állani hagyjuk. Az aluminium leválik, ellenben a mangán és zink nem válnak le. Az aluminium kimutatására nézve lásd a 96-ik oldalon a 2-ik számú elválasztást. A mangán és zink kimutatása végett a forró oldatból, híg kénsavval leválasztjuk a báriumot és a báriumsulfátról leszűrt oldatot nátriumcarbonáttal közömbösítjük és a kationokat a fent közölt eljárások egyike szerint választjuk el.

Urán.

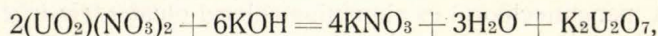
Az urán kétféle vegyületsorozatot alkot: 1. *Uráno* UR_4 . 2. *Uráni* UR_6 . Az uránovegyületek nem állandók s már a levegő hatására uráni vegyületekké oxidálódnak. A gyakrabban előforduló sók az UO_3 -ból vezethetők le, ha ennek egy oxigénjét valamely savgyökkel helyettesítjük. Ugyanis az uránioxidot UO_3 úgy tekinthetjük mint az uránygyöknek (UO_2) vegyületét oxigénnel s minthogy az urányl minden sóban előfordul,

a sókat is uránylóknak nevezzük. Ha urányoxidot sósavban oldunk, uránychlorid keletkezik:



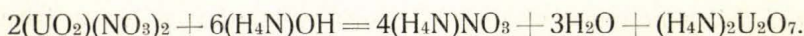
Uránysulfát $(\text{UO}_2)\text{SO}_4$, uráynitrát $(\text{UO}_2)(\text{NO}_3)_2$.

1. **Káliumhydroxid** sárga színű, alaktalan *káliumdiuránátot* választ le:



a csapadék a kémszer feleslegében nem oldható.

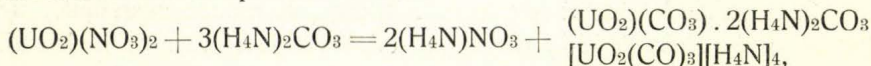
2. **Ammoniumhydroxid** sárga színű, pelyhes, *ammoniumdiuránátból* álló csapadékot létesít:



A csapadék a kémszer feleslegében nem oldható, ellenben ammoniumcarbonátban komplexvegyület keletkezéssel könnyen oldódik. Az ammoniumdiuránát, hydroxylaminchlorhydrátban, komplex hydroxylaminammonia képződéssel könnyen oldható.

3. **Nátriumcarbonát** sárgásszínű, pelyhes *uránylnátriumcarbonátból* álló csapadékot idéz elő. A csapadék vízben elég jól oldható; 1^o/_o-os oldatból csapadék nem válik le.

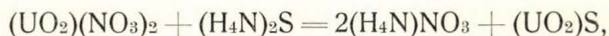
*4. **Ammoniumcarbonát** sárga színű, pelyhes *uránylammoniumcarbonátból* álló csapadékot létesít:



a csapadék a kémszer feleslegében könnyen oldódik.

5. **Báriumcarbonát** már hideg oldatban is *uránylbáriumcarbonátból* álló csapadékot létesít.

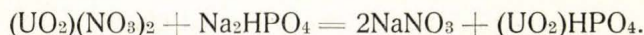
*6. **Ammoniumsulfid** barna színű, *uránysulfidot* választ le:



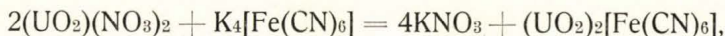
a csapadék oldható híg savakban s ammoniumcarbonátban is mint *uránylammoniumcarbonát*. A csapadék vízzel melegítve kénkiválás mellett bomlik.

Ha az ammoniumdiuránátot hydroxylaminchlorhydrátban feloldjuk (lásd a 2. számú reakciót) és ezt az oldatot elegyítjük felesleges ammoniumsulfiddal, akkor uránysulfid *nem* válik le, csak sötétbarnaszínű oldat keletkezik. Ha töményebb oldatból esetleg csapadék válik le, ez a kémszer fölöslegében oldódik.

7. **Dinátriumhydrophosphát** sárgásfehér színű, *uránylphosphátból* álló csadékokat létesít:



8. **Káliumferrocyanid** barna színű, *urányferrocyanidból* álló csapadékot létesít:



nagyon híg oldatban csak vörös színeződés látható.

9. **A borax- vagy phosphorsó** gyöngyöt az uránvegyületek az oxidáló lángban *sárgára*, a redukáló lángban *zöldre* festik.

10. **Az urán oldhatósága.** Híg sósavban és kénsavban hidrogén-fejlesztéssel oldódik, mint uránvegyület; ez azonban a levegő oxigénjének hatására urányvegyületté alakul át. Salétromsavban mint uránylnitrát oldódik. Az uránsók sárga, vagy zöldessárga színűek.

Vas.

A vas kétféle vegyületsorozatot létesít: 1. *ferro* FeR_2 . 2. *ferri* FeR_3 . A ferrovegyületek kivált oldatban könnyen ferrivegyületté oxidálódnak. A vas cyánnal nagyon állandó komplex vegyületeket létesít; ezekben a *ferrocyan* $[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]^{4-}$, vagy a *ferricyan* $[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_6]^{3-}$ komplexion fordul elő.

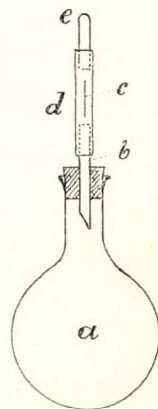
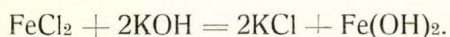
A ferrovegyületek reakciói.

A ferrovas reakcióinak sikeres elvégzésére czélszerű, ha magunk állítunk elő ferrochloridot zongorahúrból, sósavval. Hogy azonban a ferrochloridot az oxidációtól megvédjük, a vas feloldását olyan készülékben végezzük, a melyből a fejlődő hidrogén eltávozhat, de az oldathoz levegő nem hatolhat be.

Egy ilyen készülék a 6-ik rajzon látható: *a*) egy 150 cm^3 űrtartalmú lombik, *b*) rövid üvegcső, *c*) kausukcső, melynek közepén fél centiméter hosszú, *d*) nyílás (szelep) van, *e*) tömör üvegdarab. Az így előkészített lombikba zongorahúrt oldunk fel sósavban. A lombikból a levegő, meg a fejlődő hidrogén eltávozhat a *d* szelepen, de levegő nem hatolhat be, mert mihelyt a gázfejlődés véget ért és a lombik lehül, a külső nyomás a kausukcsövet összenyomja. Még czélszerűbb, ha a gázfejlődés megszüntével az *e* üvegbotot letoljuk az üvegcsővig; ezáltal teljesen elzártuk a kausukcsövön levő szelepet.

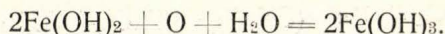
A kissé zöldes színű ferrochloridot azonnal fel kell használni.

1. **Káliumhydroxid** fehér színű, alaktalan, *ferrohydroxidből* álló csapadékot választ ki:

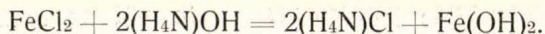


6. rajz.

A ferrohxid a levegőn állva *ferrihydroxid*dá oxidálódik és a csapadék zöld, majd barna színű lesz:



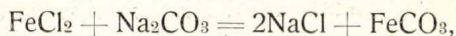
2. **Ammoniumhydroxid** szintén *ferrohxid*ot választ le:



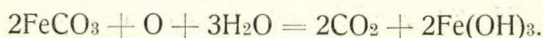
A leválás nem tökéletes, mert a ferrohxid a reakciónál keletkező ammoniumchloridban oldható; ha pedig már előzőleg ammoniumchloridot elegyítünk a ferrochlorid oldatához és a levegőtől tökéletesen elzárjuk, akkor csapadék egyáltalában nem származik.

Ha az oldat levegővel érintkezik, oxidáció következtében barna színű ferrihydroxid keletkezik.

3. **Nátriumcarbonát** fehér színű, *ferrocarbonát*ból álló csapadékot létesít:



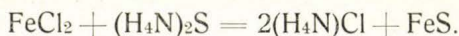
mely a levegő oxigénjének hatására *ferrihydroxid*dá oxidálódik:



4. **Báriumcarbonát** hideg oldatban nem idéz elő csapadékot, (feltéve, hogy sulfát nincs jelen).

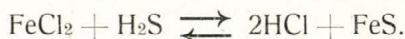
5. **Ammoniumcarbonát** *ferrocarbonát*ból álló csapadékot létesít, mely a kémszer feleslegében oldható.

*6. **Ammoniumsulfid** fekete színű, *ferrosulfid*ből álló csapadékot létesít:

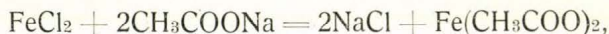


Híg oldatból sok ammoniumsulfid jelenlétében nem válik le a ferrosulfid, hanem zöld színű kolloidális oldat keletkezik. A csapadék gyorsan oxidálódik.

7. **Hydrogénsulfid** savanyú oldatban nem keletkeztet csapadékot, közömbös és híg oldatból is csak részben válik ki fekete *ferrosulfid*:



Legtökéletesebb a leválás akkor, ha az oldathoz sok nátriumacetátot öntünk; ekkor ugyanis ferroacetát keletkezik:

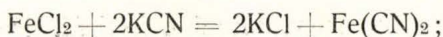


s ha erre most hydrogénsulfid hat:



ferrosulfid és szabad eczetsav keletkezik; a ferrosulfid ugyan oldódik eczetsavban, de ha egyidejűleg sok nátriumacetát van jelen, ez az eczetsav disszociációját leszorítja, úgy hogy a ferrosulfid majdnem tökéletesen leválik. A csapadék szintén gyorsan oxidálódik.

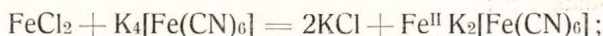
8. **Káliumcyánid** világosbarna színű, *ferrocyánidból* álló csapadékot okoz:



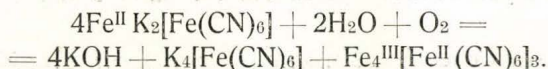
a csapadék a kémszer feleslegében oldódik és *káliumferrocyánid* keletkezik:



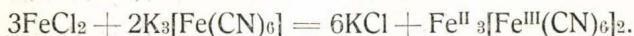
*9. **Káliumferrocyánid** fehér színű, *ferrokáliumferrocyánidból* álló csapadékot keletkeztet:



a csapadék a levegőn gyorsan megkékül s *berlinikék* (ferriferrocyánid) keletkezik:



*10. **Káliumferricyánid** sötétkék, *ferroferricyánidnak* vagy *Turnbull-kéknek* is nevezett csapadékot létesít:

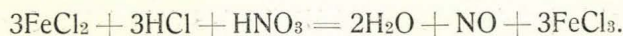


*11. **Káliumsulfocyanid** *nem idéz elő vörös színeződést*; ha azonban az oldat levegővel érintkezik, rövid idő múlva vörös színeződés áll elő. Ezt a kísérletet legczélszerűbb úgy végezni, hogy nagyobb hengerüvegben vizet forralunk s ebbe néhány csepp káliumsulfocyanid s egészen friss ferrochloridoldatot csepegtetünk; ha a víz jól ki volt főzve, nem áll elő vörös színeződés, ha azonban az oldat kihül, pompás vörös szín látható.

A ferrovegyületek oxidációja ferrivegyületté.

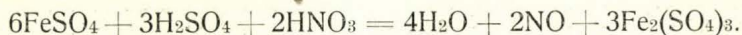
A ferrovegyületek már a levegő oxigénjének hatására is lassan, vagy gyorsabban, ferrivegyületté oxidálódnak. Az oxidációt oxidáló anyagokkal hathatósan elősegíthetjük, úgy hogy az átalakulás, kivált ha még a hőt is segítségül vesszük, rövid idő alatt végbemegy. A leggyakrabban használt oxidáló szerek a következők:

*1. **Salétromsav**. Ha a ferrochlorid savanyú oldatát salétromsavval elegyítjük, a következő egyenlet értelmében megy végbe az átalakulás:



A salétromsav hozzáöntésekor az oldat gyakran sötétbarna színt ölt; ez onnan származik, hogy a fejlődő nitrogénoxid a ferrovegyülettel barnaszínű vegyületet létesít; ha az oldatot melegítjük, a barna szín eltűnik.

A ferrosulfát oxidációját a következő egyenlet érzékíti:



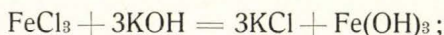
*2. **Káliumchlorát**. Ha a ferrochlorid savanyú oldatába egy-két káliumchlorátkristályt teszünk s az oldatot melegítjük, a ferrovegyület ferri-

vegyületté oxidálódik és az oldat sárga színű lesz. A reakciót lásd a 12-ik oldalon.

3. **Ammonias hydroxylaminchlorhydrát.** Ha forró ammonias hydroxylaminchlorhydrát oldatába néhány csepp ferrosóoldatot csepegtetünk, azonnal *ferrihydroxid* válik le.

A ferrivegyületek reakciói.

*1. **Káliumhydroxid**, vagy **ammoniumhydroxid** barna színű, *ferrihydroxidot* választ le:



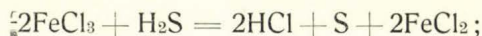
a csapadék könnyen oldható savakban. Vízben és a kémszer feleslegében oldhatatlan.

2. **Nátriumcarbonát** szénsavfejlődéssel *ferrihydroxidot* választ le:



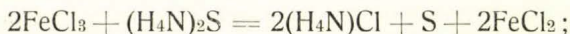
3. **Báriumcarbonát** hideg oldatban is *ferrihydroxidot* választ le.

*4. **Hydrogénsulfid** a ferrivegyületet *kénkiválással ferrovegyületté* redukálja:



csapadék, illetőleg a ferrosulfid nem válhat le, mert egyidejűleg sósav is keletkezik.

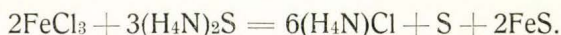
*5. **Ammoniumsulfid** a ferrivegyületet először redukálja *ferrovegyületté*:



a ferrovegyületből a feleslegben jelenlevő ammoniumsulfid *ferrosulfidot* választ le:



A hatást egy egyenletben így fejezhetjük ki:



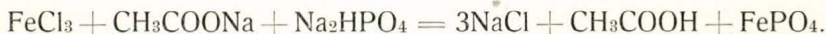
A csapadék savakban könnyen oldható.

*6. **Dinátriumhydrophosphát** sárgásfehér színű, *ferriphosphátból* álló csapadékot létesít:



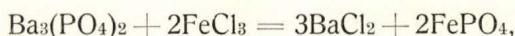
a csapadék sósavban oldható, ellenben eczetsavban nem.

Savanyú közegből tehát a vasat csak akkor választhatjuk le tökéletesen, ha sok nátriumacetátot elegyítünk az oldathoz; ekkor azonban a phosphorsav összes mennyisége a vashoz kötve válik le:



Ez a reakció nagyon fontos és gyakran alkalmazzuk elemzés alkalmával, ha az alkáliföldfémek phosphátjaiból a phosphorsavat el

akarjuk távolítani. Az oldatot ekkor sok nátriumacetáttal elegyítjük és annyi ferrichloridot öntünk hozzá, hogy az elegendő legyen a jelenlevő összes phosphorsav lekötésére. Ekkor a következő egyenlet szerint:



oldható báriumchlorid és oldhatlan ferriphosphát keletkezik. Ha az oldatot felfelemelegítjük, akkor a feleslegben alkalmazott ferrichlorid a szintén feleslegben jelenlevő nátriumacetát hatására mint bázisos acetát (lásd alant) szintén leválik és az oldatban se phosphorsavat, se vasat nem mutathatunk ki; ellenben az alkáliföldfém most már mint chlorid lesz az oldatban. Ezen igen fontos reakciónak részletes kivitelét lásd a III-ik osztály elválasztásánál.

*7. **Nátriumacetát** és **ferrichlorid** hatására *ferriacetát* létesül, mely sötétbarna színnel oldódik:



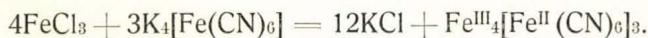
Ha az oldatot felfőzzük, a ferriacetát átalakul *bázisos ferriacetáttá* és ez mint vörösbarna csapadék válik le:



A leválás csak akkor tökéletes, ha a csapadékot híg oldatból választjuk ki, ha sok nátriumacetátot használunk és ha a vasvegyületet előzőleg már néhány csepp nátriumcarbonáttal bázisos vegyületté alakítottuk át.

Az alumíniumnál (lásd a 92-ik oldalt) ugyanezt láttuk, de a míg az alumíniumvegyületeknél nem okvetlen szükséges, hogy már előzőleg is bázisos vegyületté legyen átalakítva, addig a vasvegyületeknél a leválás csak akkor tökéletes, ha már előzőleg bázisos vegyületté alakítottuk át.

*8. **Káliumferrocyanid** még nagyon híg oldatból is sötétkék színű *ferriferrocyanidból (berlinikék)* álló csapadékot létesít:



Ha a ferrivegyület nyomokban van jelen, csak zöld színű oldatot kapunk. Káliumhydroxid a csapadékot elbontja:



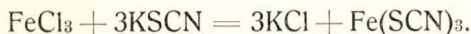
A reakció érzékenységének határa:

0.005% vasat tartalmazó oldatban még erős kék színeződés áll elő.

0.0005% vasat tartalmazó oldatban a színeződés alig vehető észre.

9. **Káliumferricyanid** csapadékot nem létesít, csak barna színeződést.

*10. **Káliumsulfocyanid** *ferrisulfocyanidot* keletkeztet, mely vízben vérvörös színnel oldódik:



A reakció, ha a kémszert feleslegben alkalmazzuk, nagyon érzékeny; sósav jelenléte elősegíti a reakciót, ellenben orgánikus savak gátolják. Nátriumacetát jelenlétében csak akkor áll elő vörös szín, ha az oldatot sósavval megsavanyítjuk.

A ferrisulfocyanid nagyon jól oldódik éterben is. Salétromsav és káliumsulfocyanid egymásra hatására szintén vörös színeződés áll elő, mely azonban eltűnik, ha az oldatot alkohollal forraljuk.

0.005% vasat tartalmazó oldat erős vörös színeződést idéz elő.

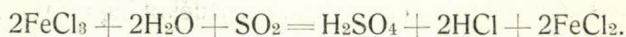
11. **Borax-** vagy **phosphorsógyöngyöt** a vasvegyületek az oxidáló lángban sárgára vagy vörösre festik; a redukáló lángban ellenben a gyöngy zöld színt ölt.

12. **A vas oldhatósága.** Híg sósav, vagy kénsav a vasat hidrogénfejlődéssel oldja és ferrovegyület keletkezik, mely azonban a levegő hatására gyorsan ferrivegyületté oxidálódik. Salétromsav azonnal ferrivegyületté alakítja át.

A ferrivegyületek redukálása ferrovegyületté.

*1. **Hydrogénsulfid** savanyú közegben. (Lásd a 106-ik oldalt.)

2. **Kénessavoldat** forralva:



*3. **Zink és tömény sósav:** $2\text{FeCl}_3 + \text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{HCl} + 2\text{FeCl}_2.$

*4. **Stannochlorid:** $2\text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 = \text{SnCl}_4 + 2\text{FeCl}_2.$

5. **Nátriumthiosulfát:**



A kísérletet közömbös oldatban kell végezni. (Lásd a thiokénsav 2-ik számú reakcióját.)

6. **Hydroxylaminchlorhydrát** a ferrivegyületet ferrovegyületté redukálja:



Ha az oldatot forraljuk, a redukció gyorsan végbe megy.

A vas komplex-vegyületeinek feltárása.

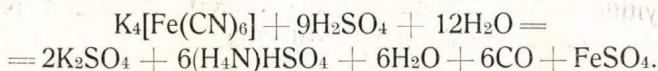
Azon vastartalmú vegyületekben, a melyekben a vas mint komplexion fordul elő, mint például a káliumferrocyanidban $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, a vas jelenlétét az ismertett kémszerekkel nem mutathatjuk ki, az ilyen vegyületeket szét kell roncsoljuk, illetőleg egy olyan új atomkapcsolást kell létesíteni, a melyben a vasat az ismertett kémszerekkel is kimutathatjuk. Ilyen új atomkapcsolást létesíthetünk, ha a vizsgálandó anyagot száraz káliumcarbonáttal, vagy tömény kénsavval hevítjük.

1. **Káliumcarbonát.** Ha káliumferrocyanidot porcellántégelyben káliumcarbonáttal olvasztunk össze, akkor a következő egyenlet szerint történik az átalakulás:



ha most az olvadékot vízzel kilúgozzuk és a maradékot tömény sósavban oldjuk, a vas mint ferrichlorid oldódik, mely vegyületéből könnyen kimutatható.

2. **Tömény kénsav** a káliumferrocyanidra a következőképpen hat:



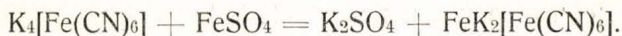
A reakció részletes lefolyását lásd a 6-ik oldalon.

A kísérletet porcellánacsészében végezhetjük és ha a kénsavat teljesen elűztük, a maradékot sósavas vízben oldjuk.

Hígított kénsavval a feltárást nem végezhetjük, keletkezik ugyan híg kénsav hatására is a következő egyenlet értelmében ferrosulfát:



de ez a káliumferrocyaniddal azonnal *ferrokáliumferrocyaniddá* egyesül:



A vas elválasztása a mangántól.

1. Ferri- és mangánchloridoldatot ammoniumchloriddal elegyítjük, felfőzzük és ammoniumhydroxiddal leválasztjuk a vasat mint hydroxidot (lásd a 97-ik oldalon a 2-ik számú reakciót). A *gyorsan* leszűrt oldatban ammoniumsulfiddal mangánra kémlelünk.

2. A ferri- és mangánchloridoldatot báriumcarbonátpéppel elegyítjük, és egy óráig állni hagyjuk. A *csapadékot*, a mely a vasat és felesleges báriumcarbonátot tartalmazza kevés forró sósavban oldjuk és híg kénsavval leválasztjuk a báriumot; a báriumsulfátról leszűrt oldatban vasra kémlelünk. Az *oldatot*, mely a mangánt tartalmazza felmelegítjük, és híg kénsavval leválasztjuk a jelenlevő báriumot; a báriumsulfátról leszűrt oldatban mangánra kémlelünk.

A vas elválasztása a zinktől.

1. Ferrichlorid és zinksulfát oldatát felesleges nátriumhydroxiddal elegyítjük; a vas leválik mint hydroxid, a zink oldódik mint zinkát. Az oldatból a zinket hydrogénsulfiddal választjuk le.

2. A ferrichlorid- és zinksulfátoldatot ammoniumchloriddal és ammoniumhydroxiddal elegyítjük; a vas leválik mint hydroxid. Az oldatból a zinket ammoniumsulfiddal választjuk le.

3. A ferri- és zinkchloridoldatot báriumcarbonátpéppel elegyítjük és egy óráig állani hagyjuk. A vas leválik, a zink nem válik le. Mind a csapadékból, mind az oldatból a már közölt eljárással (lásd a 96-ik oldalon a 2-ik számú elválasztást) leválasztjuk a báriumot és azután kémlelünk vasra és zinkre.

A vas elválasztása az alumíniumtól.

1. A ferrichlorid és alumíniumsulfátoldatát felesleges nátriumhydroxiddal elegyítjük. A vas leválik mind hydroxid, a leszűrt oldatban az alumíniumra ammoniumchloriddal kémlelünk.

A vas elválasztása a mangántól, zinktől és alumíniumtól.

1. A ferrichlorid, mangánchlorid, zinsulfát és alumíniumsulfát oldatát felesleges nátriumhydroxiddal elegyítjük. *Csapadéokban* lesznek a vas és mangán. *Oldatban* a zink és alumínium. A zink és alumínium elválasztását lásd a 96-ik oldalon a 3-ik számú elválasztást. *A csapadékot* kevés híg sósavban oldjuk és nátriumcarbonáttal közömbösítjük; a kationok elválasztását lásd a 109-ik oldalon.

2. A fenti oldatot ammoniumchloriddal elegyítjük, felfőzzük és ammoniumhydroxiddal elegyítjük. Leválnak a vas és alumínium. A csapadékot gyorsan szűrjük. A leszűrt oldatban van a mangán és zink (lásd a 97-ik oldalon a 2-ik számú reakciót). *A csapadékot* kevés sósavban oldjuk; a további eljárást lásd fent. *Az oldatból* a mangánt és zinket ammoniumsulfiddal választjuk le és a sulfidokat híg sósavban oldjuk. A további eljárást lásd a 100-ik oldalon.

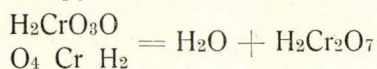
3. A vas, mangán, zink és alumíniumchlorid vagy nitrát oldatát báriumcarbonátpéppel elegyítjük és egy óráig állani hagyjuk. Leválik a vas és alumínium, oldva marad a mangán és zink. Mind a csapadékból, mind az oldatból a már közölt eljárással (lásd a 96-ik oldalon a 2-ik számú elválasztást) mindenekelőtt leválasztjuk a báriumot. A vas és alumínium elválasztását lásd fent. A zink és mangán elválasztását lásd a 100-ik oldalon.

Chróm.

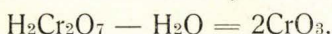
A chróm a következő vegyületeket alkotja:

Chrómo CrR_2 , *chrómi* CrR_3 és a *chrómsav-anhydridet* CrO_3 . A chrómo-vegyületek bomlékonyak és könnyen chrómivegyületté oxidálódnak. A chrómivegyületek állandók. A chrómsavanhydridnek megfelelő sav, a chrómsav H_2CrO_4 nem ismeretes, csak sói, a *chromátok* ismeretesek. Ha a chromátból valamely savval leválasztjuk a chrómsavat, akkor ez

azonnal bomlik, még pedig úgy, hogy két molekula chrómsavból egy molekula víz válik ki és *pyrochrómát* $H_2Cr_2O_7$ keletkezik:



Ha a pyrochrómsav oldatát bepárolgatjuk, eltávozik még egy molekula víz és az oldatból *chrómsavanhydrid* válik ki:



A chrómovegyületek cyánnal és ammoniával, a chrómivegyületek ammoniával komplexvegyületet létesítenek. A chrómihydroxid erős savakkal szemben mint gyenge bázis, erős bázisokkal szemben pedig mint gyenge sav viselkedik.

A chrómihydroxid kálium- vagy nátriumhydroxidban oldódik és *chromitok* keletkeznek. (Lásd alant.)

A chrómivegyületek reakciói.

*1. **Káliumhydroxid** zöld színű, kocsonyás, *chrómihydroxidból* álló csapadékot létesít:



A kísérlethez sok kémszert nem szabad használni, mert a csapadék a kémszer feleslegében zöld színnel oldható és *káliumchromit* létesül:



Ha a chromitoldatot sok vízzel forraljuk, akkor hidrolites bomlás következtében megint *chrómihydroxid* válik le (sok káliumhydroxidnak nem szabad jelen lennie). A reakció tehát megfordítható.

Ha az oldatba hydrogénsulfidot hajtunk be, vagy ha az oldatot sósavval óvatosan megsavanyítjuk, végre ha az oldatot ammoniumchloriddal főzzük, akkor mindegyik esetben *chrómihydroxid* válik le. (Lásd az aluminium hasonló reakcióját.)

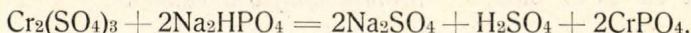
2. **Ammoniumhydroxid** zöld színű, kocsonyás, *chrómihydroxidból* álló csapadékot létesít, mely tömény ammoniumhydroxidban, ha azzal gyengén melegítjük, vörös árnyalatú színnel elég jól oldódik. Ammoniumchlorid jelenlétében majdnem teljesen oldódik. Ha az oldatot néhány perczig forraljuk, *chrómihydroxid* válik le. Nem illó orgánikus vegyületek jelenlétében, csapadék nem létesül. (Lásd az aluminium reakcióját.)

*3. **Báriumcarbonát** a chrómichloriddal az aluminiumhoz hasonló reakciót létesít, azzal a különbséggel, hogy a chrómihydroxid csak akkor válik le tökéletesen, ha a chrómvegyület mellett még valamely vasvegyület is van jelen.

4. **Nátriumcarbonát** }
*5. **Ammoniumsulfid** } Az aluminiumhoz hasonló reakciót idéz elő.

*6. **Nátriumacetát** nem létesít csapadékot, még akkor sem, ha a vizsgálandó chrómivegyületet nátriumcarbonátoldattal lehetőleg tökéletesen bázisos vegyületté alakítjuk át. (Lásd az alumínium megfelelő reakcióját.) Vasvegyület jelenlétében a *chrómion is tökéletesen leválik*.

7. **Dinátriumhydrophosphát** alakatlan, szennyes-zöld színű, *chrómiphosphátból* álló csapadékot létesít:



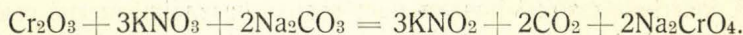
A csapadék oldható sósavban, eczetsavban és káliumhydroxidban.

8. A **borax-** vagy a **phosphorsógyöngyöt** a chrómvegyületek, mind az oxidáló, mind a redukáló lángban zöldszinűre festik.

9. A **chróm oldhatósága**. A chróm salétromsavban nem oldható; sósavban, kénsavban oldható és chrómvegyület keletkezik, mely azonban gyorsan chrómivegyületté oxidálódik. A chróm vegyületei mind színesek.

A chrómivegyületek oxidációja chrómsavvá.

*1. **Káliumnitrát és nátriumcarbonát**. Ha valamely chrómivegyületet két rész nátriumcarbonát és egy rész káliumnitrát keverékével platinalemezen addig olvasztunk, míg a gázfejlődés megszűnik, a képződött *nátriumchromáttól* sárga színű olvadék keletkezik:

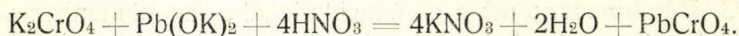


Ha az olvadékot vízben oldjuk, sárga színű oldatot kapunk.

A reakció nagyon érzékeny: 0.001 g. chrómisulfátból a chróm már kimutatható, illetőleg az olvadék sárga színe jól felismerhető.

2. **Ólomperoxid** alkálikus közegben. Ha chrómisulfátot felesleges káliumhydroxiddal elegyítünk, azután ólomperoxidot keverünk hozzá és vele egyideig forraljuk, akkor a chrómisó chrómsavas sóvá alakul át. A reakció első szakaszában chrómihydroxid keletkezik, mely a feleslegben jelenlévő káliumhydroxidban mint káliumchromit $\text{Cr}(\text{OK})_3$ oldódik. A reakció második szakaszában az ólomperoxid káliumhydroxid jelenlétében a káliumchromitot káliumchromáttá oxidálja. (A reakciót lásd a 12-ik oldalon.)

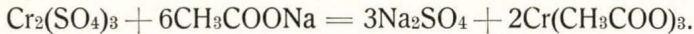
A sárga színű lúgos oldatban káliumchromát és káliumplumbit van jelen. Ha az oldatot a felesleges ólomperoxidtól megszűrjük és salétromsavval vagy eczetsavval megsavanyítjuk, sárga kristályos ólomchromát válik le:



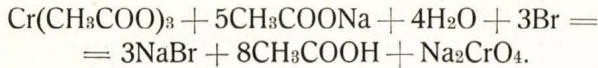
3. **Bróm** lúgos közegben, vagy nátriumacetát jelenlétében szintén oxidál. (A reakciót lásd a 11-ik oldalon.)

Nátriumacetát jelenlétében közönséges hőmérsékleten lassan megy végbe a hatás, melegítésre azonban gyorsan.

A reakció első szakaszában chrómiacetát keletkezik:



A reakció második szakában a bróm a chrómiacetátot oxidálja:



*4. **Hydrogénperoxid** lúgos közegben melegítve gyorsan oxidál: ekkor is először káliumchromit keletkezik. (A reakció lefolyását lásd a 10-ik oldalon.)

*5. **Káliumpermanganát** a chrómivegyületet lúgos közegben *chrómsavvá* oxidálja. (A reakció lefolyását lásd a 10-ik oldalon.)

A reakció rendkívül érzékeny: 0.01%-os chrómisulfátoldat alig észrevehetően zöld színű; ha ebből 30 cm³-t kevés káliumhydroxiddal és néhány csepp *nagyon híg* káliumpermanganáttal elegyítünk, azonnal élénkzöld színű lesz az oldat, néhány másodpercznyi rázás után pedig élénksárga színt ölt.

0.001%-os chrómisulfátoldat teljesen színtelen; ha ebből 30 cm³-t kevés káliumhydroxiddal és egy-két csepp *nagyon híg* permanganáttal elegyítünk, színváltozást nem észlelünk, ha azonban az oldatot gyengén melegítjük, akkor az oldat zöld színt ölt és tovább melegítve megsárgul.

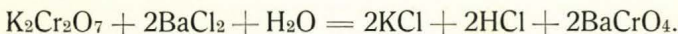
0.0001%-os chrómisulfát forralva, még felismerhetően zöld színt ölt; huzamosabb ideig forralva az oldat megsárgul ugyan, de a sárga szín a zöldhöz képest alig észrevehető.

A chrómsav reakciói.

1. **Báriumchlorid** sárga színű, *báriumchromátból* álló csapadékot létesít. A reakció, ha káliumchromátot használunk, a következő egyenlet értelmében tökéletesen végbemegy:



ha ellenben káliumbichromátot használunk, akkor a chrómsavnak csak fele válik le mint báriumchromát:

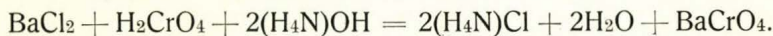


Az egyenlet értelmében a leválás tökéletes, azonban a képződött sósav a báriumchromát egy részét feloldja:



s így tehát a chrómsavnak csak fele válik le.

Ha a báriumchromátot leszűrjük s a szüredéket ammoniumhydroxiddal elegyítjük, a chrómsav másik fele is leválik:



Ha a káliumbichromátoldatot előzőleg nátriumacetáttal elegyítjük, akkor a chromát tökéletesen leválik, mert ez esetben a nátriumacetát

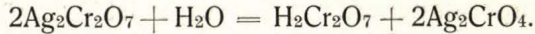
a sósavat igénybe veszi. A csapadék vízben és eczetsavban nem oldódik.

2. **Ezüstnitrát** káliumchromáttal vörösbarna színű, *ezüstchromáttól* álló csapadékot idéz elő.

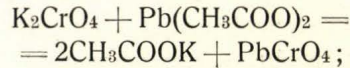
A csapadék ásványi savakban oldható, eczetsavban nem.

Káliumbichromáttal az ezüstnitrát sötétvörös színű, *ezüstbichromáttól* álló csapadékot eredményez. (A reakciókat lásd a 44-ik oldalon.)

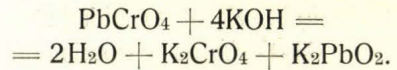
Ha az ezüstchromátot vízzel főzzük, *chrómsav* és *ezüstchromát* keletkezik:



*3. **Ólomacetát** sárga színű, kristályos *ólomchromátot* választ le:



a csapadék vízben, vagy eczetsavban alig oldható; káliumhydroxidban oldható és ekkor káliumchromát és káliumplumbit létesül:



Ha az oldatot híg salétromsavval, vagy eczetsavval megsavanyítjuk, megint leválik a chromát. (A reakciót lásd a 47-ik oldalon.)

A reakció érzékenységének határa:

0.01%-os káliumchromátoldat sárga színű. Ólomacetát, eczetsav jelenlétében erős csapadékot létesít.

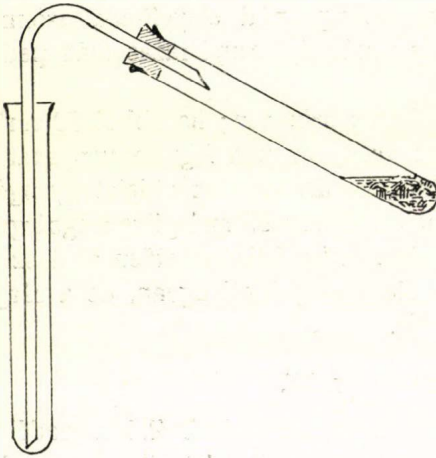
0.001%-os chromátoldat sárga színe már *alig* ismerhető fel; ólomacetáttal eczetsav jelenlétében *erős* opalizálást mutat.

4. **Mercuronitrát** sárgászöld színű *mercurochromátot* létesít. (A reakciót lásd a 49-ik oldalon.)

*5. **Nátriumchlorid és tömény kénsav.** Ha valamely chrómsavsót szilárd nátriumchloriddal és tömény kénsavval hevítünk: 118—120°-on forró, vörösbarna színű folyadék, a *chromilchlorid* keletkezik:



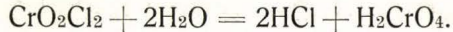
A kísérletet a 7-ik rajzon látható készülékkel következő módon hajtjuk végre: Jénai üvegből készült kémcsőben egy rész száraz nátriumchlorid és két rész száraz káliumbichromát finom porrá tört keverékét



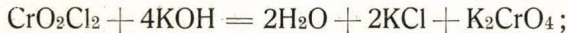
7. rajz.

annyi tömény kénsavval elegyítjük, hogy híg pép keletkezzék. A kémcsövet derékszögűleg hajlított gázvezető csővel látjuk el, melynek vége gyűjtőnek használt kémcsőbe ér.

Kísérlet alkalmával ezt a kis készüléket ferdén tartjuk és óvatosan melegítjük. A chromylchlorid átpárolog és a kémcsőben vörösbarna folyadék alakjában sűrűsödik meg. Ha a kémcsőbe előzőleg kevés vizet teszünk, akkor a chromylchlorid a víz hatására azonnal felbomlik chrómsavra és sósavra:



Ha a kémcsőbe kevés káliumhydroxidoldatot öntünk, *káliumchromát* keletkezik:



ha az oldatot ecetsavval megsavanyítva ólomacetáttal elegyítjük, sárga színű ólomchromát válik le.

*6. **Hydrogénperoxid.** Ha egy-két cm³ chrómsavas sóoldathoz néhány csepp híg kénsavat és azután 5—10 cm³ hidrogénperoxidot elegyítünk, *sötétkék* színű oldatot kapunk és *oxigénfejlődés* is észlelhető. A kék színű festőanyag a chrómsavas sóból, kénsav hatására keletkező chrómsav oxidációs terméke. A vegyület azonban nem állandó és elegendő kénsav jelenlétében már néhány másodperc múlva chrómivegyületté redukálódik és zöld színű oldatot látunk:



A kék színű festőanyag összetételére nézve a nézetek eltérők.*

Ha nagyon híg chrómsavas sóoldathoz néhány csepp híg kénsavat és azután kevés hidrogénperoxidot öntünk, a kék színű festőanyag hosszabb ideig megmarad változatlanul. Ha a kék színű oldatot éterrel jól összerázzuk, a festőanyag éterben feloldódik.

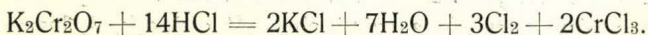
A reakció érzékenységének határa:

0.01 %-os káliumchromátoldattal még határozott kék színeződés érhető el.

7. **Ammoniumhydroxid.** Ha káliumbichromátot ammoniumhydroxiddal elegyítünk, akkor a bichromát *chromáttá* redukálódik és az oldat sárga színű lesz.

A chrómsav redukciója chrómivegyületté.

*1. **Sósav.** Ha chrómsavas sót tömény sósavval melegítünk, klórfejlődés mellett *chrómivegyület* keletkezik:

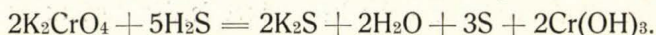


2. **Kénessavoldat,** kénsav jelenlétében, zöld színű *chrómisulfáttá* redukálja. (A reakciót lásd a 17-ik oldalon.)

* B i r k e n b a c h. Die Untersuchungsmethoden des Wasserstoffperoxids. 73. l.

*3. **Hydrogénsulfid** savanyú oldatban *kénkiválás* mellett redukál. (A reakciót lásd a 16-ik oldalon.)

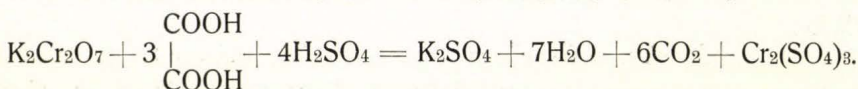
Közömbös oldatban kén válik le és *chrómihydroxid* keletkezik:



4. **Ammoniumsulfid.** Ha a chromátoldatot ammoniumsulfiddal melegítjük, kénkiválás mellett *chrómihydroxid* keletkezik és ammonia szabadul fel:



5. **Oxálsav** kénsav jelenlétében (melegítve) *chrómisulfátot* létesít:



*6. **Alkohol**, híg kénsavval melegítve, chrómisulfátot létesít és az alkohol *acetaldehyddé* oxidálódik:



7. **Stannochlorid**, sósav jelenlétében, zöld színű chromichloridot eredményez. (A reakciót lásd a 17-ik oldalon.)

8. **Hydrogénjódid** kénsav jelenlétében *jódkiválással* redukál; az oldat színe a jódtól barna:



A chróm elválasztása a vastól.

1. A chrómisulfát és ferrichlorid oldatát brómvízzel és nátriumhydroxiddal melegítjük. A vas leválik mint hydroxid, ellenben a chróm mint sárgaszínű chromát feloldódik. Az *oldatot* addig forraljuk, míg a bróm teljesen elpárolgott, azután eczetsavval megsavanyítjuk és ebben az oldatban a chrómot ólomacetáttal mutatjuk ki.

2. Az oldatot hidrogénperoxid jelenlétében nátriumhydroxiddal gyengén melegítjük. Leválik a vas mint hydroxid, ellenben a chróm mint sárga színű chromát oldódik. Az eczetsavval megsavanyított oldatból a chrómot ólomacetáttal mutatjuk ki.

A chróm elválasztása a mangántól.

1. A chrómisulfát és mangánosulfát oldatát hidrogénperoxid jelenlétében nátriumhydroxiddal elegyítjük és gyengén melegítjük. Az oxigénfejlődés a mangán jelenlétét jelzi. Leválik a mangán mint mangánperoxidhydrát, ellenben a chróm mint sárga színű chromát oldódik. A leszűrt és eczetsavval megsavanyított oldatból a chrómot ólomacetáttal mutatjuk ki.

2. A chloridok oldatát báriumcarbonátpéppel elegyítjük és egy óráig állani hagyjuk. Leválik a chróm, ellenben a mangán nem válik le. Mind a csapadékból, mind az oldatból a már közölt eljárással (lásd a 96-ik

oldalon a 2-ik számú elválasztást) leválasztjuk a báriumot és azután chrómra és mangánra kémlelünk.

A chróm elválasztása a zinktől.

1. A chrómisulfát és zinksulfát oldatához addig öntünk nátriumhydroxidot, míg a kezdetben keletkezett csapadék oldódik. Az oldatot azután egyenlő térfogatú vízzel elegyítjük és néhány perczig forraljuk. A chróm leválik mint hydroxid, a zink ellenben mint zinkát oldva marad; ebből az oldatból hydrogénsulfiddal választjuk le.

2. A chloridok oldatát báriumcarbonátpéppel elegyítjük és egy óráig állani hagyjuk. Leválik a chróm, ellenben a zink nem válik le. Mind a csapadékból, mind az oldatból a már közölt eljárással (lásd a 96-ik oldalon a 2-ik számú elválasztást) leválasztjuk a báriumot és azután chrómra és zinkre kémlelünk.

A chróm elválasztása az aluminiúmtól.

1. A chrómisulfát és aluminiúmsulfát oldatához addig öntünk nátriumhydroxidot, míg a kezdetben keletkezett csapadék oldódik. Az oldatot azután sok vízzel elegyítjük és néhány másodperczig forraljuk. A chróm leválik mint hydroxid, az alumínium ellenben oldva marad és ebből az oldatból ammoniumchloriddal választjuk le.

A chróm elválasztása a mangántól, vastól, zinktől és aluminiúmtól.

1. A chrómisulfát, mangánchlorid, ferrichlorid, zinksulfát és aluminiúmsulfát oldatát hydrogénperoxid jelenlétében nátriumhydroxiddal gyengén melegítjük. Leválik a vas és mangán mint hydroxid, oldatban marad az alumínium, a chróm és a zink. A csapadékot kevés sósavban oldjuk és az oldatot nátriumcarbonáttal közömbösítjük; a további eljárást lásd a 109-ik oldalon. Az alumínium, chróm és zink elválasztását lásd a III-ik osztály fémeinek elválasztásánál.

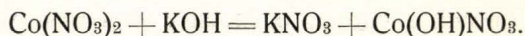
2. A chloridok oldatát báriumcarbonátpéppel elegyítjük és egy óráig állani hagyjuk. Leválik az alumínium, vas és chróm. Oldatban maradnak a zink és mangán. Mind a csapadékból, mind az oldatból a már közölt eljárással (lásd a 96-ik oldalon a 100-ik számú elválasztást) leválasztjuk a báriumot. A zink és mangán elválasztását lásd a 100-ik oldalon. Az alumínium, vas és chróm elválasztását lásd a III-ik osztály fémeinek elválasztásánál.

Cobalt.

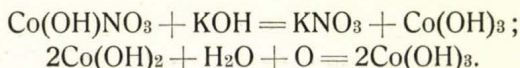
A cobalt két vegyületsorozatot létesít: *cobalto* CoR_2 és *cobalti* CoR_3 . Ha cobaltot sósavban, kénsavban, vagy salétromsavban oldunk, a megfelelő cobalto-vegyületek képződnek, a melyek úgy szilárd állapotban

mint oldatban állandóak. A cobalti-vegyületek a cobalto-vegyületek oxidációja folytán keletkeznek. A cobalti-sók nem állandóak. Úgy a két, mint a három vegyértékű cobalt ammoniával és cyánnal komplexvegyületeket létesítenek; a három vegyértékű cobalt salétomsavval is létesít komplexvegyületet és úgy ez, mint az ammoniával és cyánnal létesített komplexvegyület állandó; a két vegyértékű cobalt komplexvegyületei nem nagyon állandóak.

*1. **Káliumhydroxid.** Ha cobaltonitrát-oldatot *híg* káliumhydroxiddal elegyítünk, kék színű, pelyhes, *bázisos vegyületből* álló csapadék létesül:

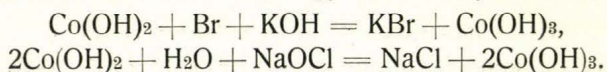


A kék színű csapadék néhány perczig változatlanul megmarad, de lassanként sárgásbarna színű *cobaltihydroxiddá* oxidálódik. Ha a cobaltonitrátot töményebb káliumhydroxiddal elegyítjük, akkor a keletkező kék csapadék már néhány másodpercz mulva oxidálódik. Ha az oldatot előre fölmelegítjük és úgy elegyítjük a káliumhydroxiddal, akkor a bázisos vegyület csak egy pillanatig marad változatlanul és azonnal oxidálódik. A kék színű bázisos vegyületből káliumhydroxid hatására keletkező *cobaltohydroxid*, a mely rózsaszínű, oly gyorsan oxidálódik, hogy meg sem figyelhető:



Ha tömény káliumhydroxidot nagyon *híg* cobaltonitráttal elegyítjük, kék színű oldat keletkezik.

Az oxidáció sokkal gyorsabban történik, ha a cobaltohydroxidot káliumhydroxiddal és brómvízzel, vagy nátriumoxychloriddal főzzük:



2. **Ammoniumhydroxid** szintén kék színű, *bázisos* vegyületből álló csapadékot létesít, mely a kémszer fölöslegében mint *komplex-cobalto-vegyület* barnás színnel oldódik. Az oldat bizonyos idő mulva, melegítve gyorsan, vörös színt ölt és ekkor a levegő oxigénjének hatására komplex-cobaltiammoniumvegyület keletkezik.

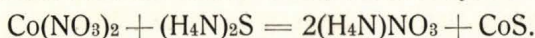
A csapadék oldódik ammoniumsókban is komplexvegyület keletkezése mellett — és ezért a leválasztás ammoniumhydroxiddal nem is tökéletes; ha pedig a cobaltsót már előzőleg ammoniumchloriddal elegyítjük, csapadék nem is létesül.

3. **Nátriumcarbonát** kékesvörös színű, *bázisos carbonátot* választ le, melynek összetétele változó.

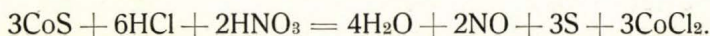
4. **Ammoniumcarbonát** úgy viselkedik, mint a nátriumcarbonát, csakhogy a csapadék ammoniumcarbonátban oldható.

5. **Báriumcarbonát** hideg oldatból *nem* választ le csapadékot, melegítésre azonban vörös színű, bázisos *cobaltocarbonát* válik le.

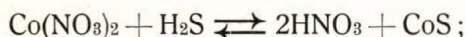
*6. **Ammoniumsulfid** fekete színű, *cobaltosulfidot* választ le:



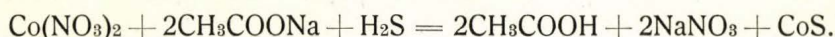
A csapadék híg, körülbelül 5%-os sósavban nem oldható; salétromsavban, vagy királyvízben kénkiválás mellett oldható:



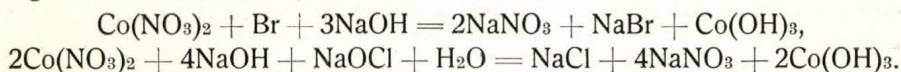
*7. **Hydrogénsulfid** savanyú közegben nem létesít csapadékot. Közömbös oldatból a cobalt egy része mint *cobaltosulfid* válik ki:



nátriumacetát jelenlétében a leválás tökéletes:



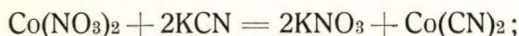
8. **Bróm, vagy nátriumoxychlorid** nátriumhydroxid jelenlétében melegítve, fekete színű, *cobaltihydroxidot* választ le, mely a kémszer fölőslégében nem oldható:



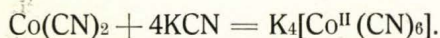
9. **Hydrogénperoxid és káliumhydroxid.** Ha cobaltonitrátoldatot hydrogénperoxiddal és káliumhydroxiddal elegyítünk, fekete színű *cobaltihydroxid* válik le:



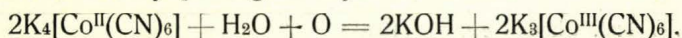
*10. **Káliumcyánid** szennyves vörösbarna színű, *cobaltocyánidból* álló csapadékot létesít:



mely a kémszer fölőslégében zöldes-sárga színnel, mint komplex *káliumcobaltocyánid* oldódik:



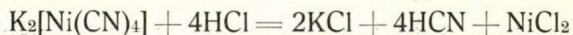
Az, hogy itt komplexvegyület van jelen, kitűnik a reakciókból. Az ammoniumsulfid *nem* választ le cobaltosulfidot; hydrogénsulfid még nátriumacetát jelenlétében sem választ le sulfidot. Nátriumhydroxid sem választ le cobaltihydroxidot, de az oldat sárgásbarna színt ölt. Ha a káliumcobaltocyánid oldatát sósavval megsavanyítjuk, cobaltocyánid válik le. A *káliumcobaltocyánid* $\text{K}_4[\text{Co}^{\text{II}}(\text{CN})_6]$ könnyen oxidálható *káliumcobalticyániddá* $\text{K}_3[\text{Co}^{\text{III}}(\text{CN})_6]$, mely vízben sárga színnel oldható. Az oxidációt végezhetjük hydrogénperoxiddal, brómvízzel vagy nátriumoxychloriddal, de előidézheti a levegő oxigénje is, ha a káliumcobaltocyánid oldatát néhány percig forraljuk:



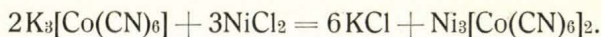
Sokkal gyorsabban történik az oxidáció, ha hydrogényánid van jelen; hogy ez képződhessék, az oldatot 1—2 csepp híg sósavval elegyítjük, jól összerázzuk és óvatosan forraljuk. Az oxidált oldatokból bróm és nátriumhydroxid *nem választ le cobaltihydroxidot*.

A cobaltivegyület állandóbb, mint a cobaltovegyület; ha az utóbbit sósavval elegyítjük, cobaltocyánid válik le, míg ellenben a cobaltivegyület sósavval változatlan marad.

A káliumcobalticyánid a vascsoport fémsóival szép, színes vegyületeket létesít. Így például nikkelsóval a zöld színű *nikkelocobalticyánidot* létesíti. A reakciót a következőképpen értelmezhetjük: Ha a káliumcobaltocyánid oldatát forralással cobaltivegyületté oxidáljuk és azután sósavval megsavanyítjuk, akkor csapadékot, miként láttuk, nem kapunk; ha azonban nikkelvegyület is van jelen, akkor lassanként fehéres-zöld színű *nikkelocobalticyánid* válik le. Miként később látni fogjuk, a nikkelt is alkot komplexvegyületet, de ez sósavval elbontható, tehát a nikkeltchlorid a káliumcobalticyániddal vegyületet létesít: Forralás alkalmával oldatban van $K_3[Co(CN)_6]$ és $K_2[Ni(CN)_4]$. Ha az oldatot megsavanyítjuk, akkor a $K_3[Co(CN)_6]$ nem változik, ellenben a káliumnikkeltocyánid elbomlik:



és a nikkeltchlorid a káliumcobalticyániddal zöld színű, *nikkelocobalticyánidot* létesít:



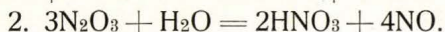
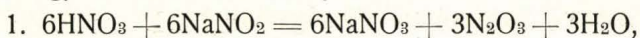
*11. **Káliumnitrit** eczetsav jelenlétében sárga, kristályos *káliumcobaltinitritből* álló csapadékot létesít.

De Koninch* vizsgálatai szerint a reakció sokkal érzékenyebb és a képződő káliumcobaltinitrit mindig szép sárga csapadék alakjában jelenik meg, ha eczetsav helyett salétromsav jelenlétében kémlelünk. Ugyanis a cobaltovegyületnek oxidálása cobaltivegyületté fölösleges salétromsavat igényel, ez pedig a káliumnitritből, salétromsav hatására, nagyobb mennyiségben keletkezik, mint eczetsav hatására. A vizsgálandó oldatot néhány csepp hígított salétromsavval, azután 1—2 cm³ tömény káliumnitritoldattal elegyítjük és végre kis darab szilárd nátriumnitritet elegyítünk a vizsgálandó oldathoz. A nátriumnitrit hozzáelegyítése után azonnal, (nagyon híg oldatból néhány perc múlva) leválik a sárga színű *káliumcobaltinitrit*.

A reakció sikerének feltétele az, hogy a salétromsavat lekössük és ezért öntünk az oldathoz szilárd nátriumnitritet. Annak, hogy a salétromsav közömböjtéséhez miért használunk nátriumnitritet és nem káliumnitritet,

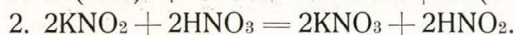
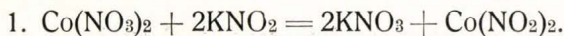
* Z. f. anal. Chemie 49. 51. (1910.)

az a magyarázata, hogy az előbbi készítmény sokkal tisztább, mint az utóbbi. A reakciót, mely szerint a nátriumnitrit a salétromsavat leköti, a következő egyenletekkel érzékíthetjük:

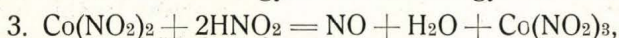


Az egyenlet szerint még Ie nem kötött, illetőleg az újra keletkezett salétromsavat, nátriumnitrittel teljesen leköthetjük.

A káliumcobaltinitrit keletkezését a következő egyenletek érzékítik:



A salétromsav a cobaltvegyületet cobaltivegyületté oxidálja:



a cobaltinitrit pedig a káliumnitrit fölöslegével sárga színű, *káliumcobaltinitritet* létesít:



A reakciót egy egyenletben a következő módon írhatjuk fel:



Ha a vizsgálandó oldat esetleg nagyon savanyú, akkor párologtassuk el a sav fölöslegét, vagy káliumhydroxiddal telítsük az oldatot.

Ez a reakció nemcsak érzékeny, de jellemző is és felhasználhatjuk a cobalt kimutatására nikkelt mellett:

A reakció érzékenységeinek határa:

0·1⁰/₀-os cobaltonitrátoldatból, azonnal sárga színű csapadék válik le; 0·01⁰/₀-os cobaltonitrátoldat teljesen színtelen, a cobaltion ezen oldatból is kimutatható néhány másodpercnyi állás után;

0·005⁰/₀-os oldatból még kimutatható a cobaltion;

0·001⁰/₀-os oldatból hosszabb állás után sem válik le csapadék, de a sárga színeződés jól felismerhető.

12. **Ammoniumsulfocyanid.*** Ha nagyon híg cobaltosóoldatot (mely alig színes) egy-két cm^3 hidegen telített ammoniumsulfocyaniddal elegyítünk, élénkvrös színű oldatot kapunk. Ha a vrös színű oldatot *fölszeges*, 5—10 cm^3 kémszerrel elegyítjük, kék színű, vízben oldható *cobaltosulfocyanid* keletkezik:



A kék színű festőanyag, ha egyenlő térfogatú aether és amylalkohol elegyével jól összerázzuk, kék színnel oldódik. Ha a kék színű oldatot

* Vogel. Ber. d. deutschen chem. Ges. 2314. (1879.) Wolff. Zeitschrift f. anal. Chem. 18, 38.

főlöszleges vízzel elegyítjük, a kék szín eltűnik és az oldat vörös színű lesz; tömény ammoniumsulfocyanid hatására azonban az oldat megint kék színt ölt.

13. **Borax-, vagy phosphorsógyöngyöt** a cobaltvegyületek mind a redukáló, mind az oxydáló lángban kék színűre festik.

14. **A cobalt oldhatósága.** A cobalt sósavban, kénsavban és salétromsavban cobaltvegyület keletkezéssel jól oldódik. A cobaltsók vörös színűek.

A cobalt elválasztása a chromtól.

1. A cobaltonitrát és chromisulfát oldatát ammoniumchlorid jelenlétében ammoniumhydroxiddal elegyítjük; a chrom leválik mint hydroxid, ellenben a cobalt nem válik le, oldalból a cobaltot ammoniumsulfiddal választjuk le.

2. A fenti oldatot ammoniumhydroxiddal és ammoniumsulfiddal elegyítjük, felmelegítjük és a levált sulfidokat *nagyon híg* sósavval *gyengén* melegítjük: a chrom oldódik, ellenben a cobaltosulfid *nem* oldódik. A sósavas oldatból a chromot bármely reakciójával kimutathatjuk. A sósavban nem oldható cobaltosulfidot kevés királyvízben oldjuk és a cobaltot a főlöszleges sav elpárologtatása után, eczetsav jelenlétében, káliumnitrittel mutatjuk ki.

A cobalt elválasztása a vastól.

1. A cobaltonitrát és ferrichlorid oldatát ammoniumchlorid jelenlétében ammoniumhydroxiddal elegyítjük; a vas leválik mint hydroxid, ellenben a cobalt nem válik le. Oldatból a cobaltot ammoniumsulfiddal választjuk le.

2. A fenti oldatot ammoniumhydroxiddal és ammoniumsulfiddal elegyítjük, fölmelegítjük és a levált sulfidokat *nagyon híg* sósavval *gyengén* melegítjük; a vas oldódik, ellenben a cobaltosulfid *nem*. A sósavas oldatból a vasat bármely reakciójával kimutathatjuk. A sósavban nem oldható cobaltosulfid kimutatását lásd fent.

A cobalt elválasztása a mangántól.

A cobaltonitrát és mangánosulfát oldatát, ammoniumhydroxiddal és ammoniumsulfiddal elegyítjük, felmelegítjük és a levált sulfidokat *nagyon híg* sósavval *gyengén* melegítjük; a mangán oldódik, ellenben a cobaltosulfid *nem* oldódik. A sósavas oldatból a mangánt bármely reakciójával kimutathatjuk. A sósavban nem oldható cobaltosulfid kimutatását lásd fent.

A cobalt elválasztása a zinktől.

A cobaltonitrát és zinksulfát oldatát, ammoniumhydroxiddal és ammoniumsulfiddal elegyítjük, felmelegítjük és a levált sulfidokat *nagyon híg* sósavval melegítjük; a zinksulfid oldódik, ellenben a cobaltosulfid nem. A sósavas oldatból a zinket bármely reakciójával kimutathatjuk. A sósavban nem oldható cobaltosulfid kimutatását lásd fent.

A cobalt elválasztása az alumíniumtól.

1. A cobaltonitrát és alumíniumsulfát oldatát ammoniumchlorid jelenlétében ammoniumhydroxiddal elegyítjük; az alumínium leválik mint hydroxid, ellenben a cobalt nem válik le. Az oldatból a cobaltot ammoniumsulfiddal választjuk le.

2. A fenti oldatot ammoniumhydroxiddal és ammoniumsulfiddal elegyítjük, felmelegítjük és a levált sulfidokat *nagyon híg* sósavval gyengén melegítjük; az alumínium oldódik, ellenben a cobaltosulfid nem oldódik. A sósavas oldatból az alumíniumot bármely reakciójával kimutathatjuk. A sósavban nem oldható cobaltosulfid kimutatását lásd fent.

A cobalt elválasztása a chromtól, vastól, mangántól, zinktől és alumíniumtól.

1. A cobaltonitrát, chromsulfát, ferrichlorid, mangánchlorid, zinksulfát és alumíniumsulfát oldatát ammoniumhydroxiddal és ammoniumsulfiddal elegyítjük, felmelegítjük és a levált sulfidokat *nagyon híg* sósavval gyengén melegítjük. A cobaltosulfidon kívül az *összes* sulfidok oldódnak. A sósavas oldatból a fémeket a 117-ik oldalon közölt eljárással mutatjuk ki. A sósavban nem oldható cobaltosulfid kimutatását lásd a 120-ik oldalon.

2. A fenti oldatot ammoniumchlorid jelenlétében ammoniumhydroxiddal elegyítjük. Leválnak mint hydroxidok: *chrom, vas, alumínium*; nem válnak le: *cobalt, mangán* és *zink*.

A *csapadékot* híg sósavban oldjuk és a fémeket a 117-ik oldalon közölt eljárás szerint mutatjuk ki, zinkre és mangánra természetesen nem kémlelünk.

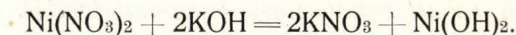
Az *oldatot* ammoniumsulfiddal elegyítjük, felmelegítjük és a levált sulfidokat *nagyon híg* sósavval gyengén melegítjük; a mangán és zink oldódik, ellenben a cobaltosulfid nem. A sósavasoldatból a mangánt és zinket a 100-ik oldalon közölt eljárás szerint mutatjuk ki. A sósavban nem oldható cobaltosulfid kimutatását lásd a 120-ik oldalon.

Nikkel.

A nikkel két vegyületsorozatot létesít: *nikkelo* NiR_2 és *nikkeli* NiR_3 . Ha a nikkelt, vagy oxidjait savakban oldjuk, mindig a nikkelosorozatba

tartozó vegyületek keletkeznek, melyek állandók. A nikkelovegyületek nehezen oxidálhatók nikkelvegyületté; a nikkelisók nem ismeretesek. A kétvegyértékű nikkelt cýánnal és ammoniával komplexvegyületeket alkot, ezek azonban nem állandóak. A három vegyértékű nikkelt komplexvegyületeket *nem* létesít.

*1. **Káliumhydroxid** zöld színű, alaktalan, *nikkelohydroxidból* álló csapadékot létesít:



A nikkelohydroxid a levegővel érintkezve nem oxidálódik, ha azonban nátriumoxychloriddal, vagy chlóros vízzel melegítjük, a csapadék feketésbarna színű *nikkelihydroxiddá* oxidálódik:



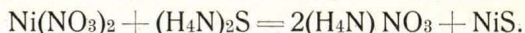
*2. **Ammoniumhydroxid** zöld színű, *nikkelohydroxidból* álló csapadékot létesít, mely a kémszer fölöslegében, mint komplex nikkeloammoniumnitrát $\text{Ni}[(\text{NH}_3)_6(\text{NO}_3)_2]$, kék színnel oldódik. A komplexvegyület nem állandó, káliumhydroxid nikkelo-hydroxidot választ le; az ammoniás oldat már forralva is bomlik s nikkelo-hydroxid válik le; a komplex nikkelo-vegyület *nem oxidálható* komplex nikkelvegyületté.

A nikkelo-hydroxid oldódik ammoniumsókban is s ezért a leválasztás ammoniumhydroxiddal nem is tökéletes, ha pedig a nikkelsót már előzőleg elegyítjük például ammoniumchloriddal, akkor csapadék nem is keletkezik.

3. **Nátriumcarbonát**, vagy **ammoniumcarbonát** zöld színű, pelyhes, *bázisos carbonátot* választ le; a csapadék ammoniumcarbonátban kékes-zöld színnel oldható.

4. **Báriumcarbonát** hideg oldatból nem választ le csapadékot, melegítve azonban zöld színű, bázisos *nikkelocarbonát* válik le. Bróm, vagy chlór jelenlétében a forró oldatból azonnal fekete színű, *nikkelihydroxid* válik le, ellenben hideg oldatból még hosszabb állás után sem válik le csapadék.

*5. **Ammoniumsulfid** fekete színű *nikkelosulfidot* választ le:



A leválasztás nem tökéletes, mert a nikkelo-sulfid részben kolloidoldatot létesít, kivált akkor, ha sok ammonia is van jelen, vagy ha a leválasztáshoz sárga ammoniumsulfidot használunk. Ha a nikkelo-sulfidot leszűrjük, sötétbarna szüredéket kapunk.* Az ammoniumsulfidos oldatból a sulfidot megint lecsaphatjuk, ha az oldatot ecetsavval forraljuk. A sulfid

* Antony és Magri, Chemisches Rep. XXVI. évf. 37.

leválasztása tökéletesen sikerül, ha az oldatot előzőleg ammoniumchloriddal és azután frissen készített ammoniumsulfiddal elegyítjük.

Ammoniumhydroxidos oldatból Treadwell szerint úgy választjuk le a sulfidot, hogy ammoniumchloriddal elegyítjük és azután hidrogén-sulfidot hajtunk az oldatba. A nikkelosulfid híg, körülbelül 5%-os sósavban nem oldható, salétromsavban, vagy királyvízben kénkiválás mellett oldható.

*6. **Hidrogén-sulfid** savanyú közegben nem létesít csapadékot, közömbös oldatból a nikkel részben leválik mint fekete színű *sulfid*; nátriumacetát jelenlétében a leválás tökéletes. (Lásd a cobalt ugyanilyen reakcióját.)

- | | |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 7. Bróm és káliumhydroxid | } fekete színű <i>nikkelhydroxidot</i> |
| 8. Nátriumoxychlorid és nátriumhydroxid | |
- választanak le. Lásd a megfelelő reakciókat a cobaltnál.

9. **Hidrogénperoxid és káliumhydroxid** zöld színű *nikkelhydroxidot* választanak le.

*10. **Káliumcyánid** zöld színű, *nikkelocyánidból* álló csapadékot létesít:



mely a kémszer fölöslégében, mint komplex *káliumnikkelocyánid*, sárga színnel oldódik:



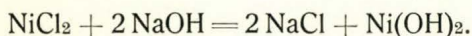
Az, hogy komplexvegyület van jelen, kitűnik a reakciókból. Ugyanis ammoniumsulfid, vagy káliumhydroxid nem választ le csapadékot. Ha az oldatot sósavval megsavanyítjuk, hosszabb állás után nikkelocyánid válik le. A káliumnikkelocyánid *nem oxidálható* káliumnikkelicyániddá.

A káliumnikkelocyánid oldatából nátriumhydroxid és nátriumhypochlorit fekete színű *nikkelhydroxidot* választ le. A reakció három szakaszban folyik le.

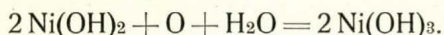
Az első szakaszban *nikkelochlorid* keletkezik:



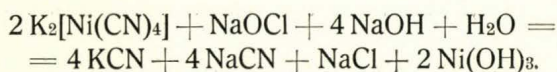
A második szakaszban a jelenlévő nátriumhydroxid a nikkelochloridból *nikkelhydroxidot* választ le:



A harmadik szakaszban a nikkelhydroxid *nikkelhydroxiddá* oxidálódik:



Egy egyenletben a következőképpen fejezhetjük ki a hatást:



A kísérletet a következő módon végezzük: *A vizsgálandó oldathoz csak annyi káliumcyanidot elegyítünk, hogy a keletkezett csapadék éppen oldódjék.* Azután chlóros vizet és egy két csepp nátriumhydroxidot elegyítve hozzá, sok nátriumoxychloriddal felforraljuk.

A reakció érzékenységének határa:

0.1⁰/₀-os nikkelonitrátoldatból erős csapadék válik le;

0.01⁰/₀-os nikkelonitrátoldatból még jól észrevehető mennyiség válik le;

0.001⁰/₀-os nikkelonitrátoldatból csak gyenge színeződés áll elő.

A reakció nemcsak érzékeny, de jellemző is.

*11. **α -Dimethylglyoxim** * $\text{CH}_3 \cdot \text{C}[:\text{N} \cdot \text{OH}] \cdot \text{C}[:\text{N} \cdot \text{OH}] \cdot \text{CH}_3$, igen érzékeny és jellemző kémszere a nikkelnél főleg akkor, ha sok cobalt mellett a nikkelt nyomain akarjuk kimutatni. A vizsgálandó híg oldatot ammoniumhydroxiddal, vagy nátriumacetáttal elegyítjük és azután egy-két cg. porított kémszert elegyítve hozzá, az oldatot felfőzzük. Ha az oldat nem nagyon híg, azonnal skarlátvörös csapadék keletkezik; ha azonban nagyon kevés a nikkelt, az oldat megsárgul és csak néhány perc múlva válik le vörös csapadék.

A reakció érzékenységének határa:

0.01⁰/₀-os nikkelonitrátoldatból csapadék válik le;

0.005⁰/₀-os nikkelonitrátoldatból csapadék válik le;

0.001⁰/₀-os nikkelonitrátoldatból csapadék nem válik le, csak sárga színeződés képződik.

A cobalt dimethylglyoximmal barna színű vegyületet létesít; de ennek jelenléte a nikkelt kimutatását még akkor sem gyöngéti, ha a cobalt mennyisége tízszer annyi mint a nikkelt. Ha ennél nagyobb mennyiségű cobalt mellett akarjuk a nikkelt kimutatni, akkor a vizsgálandó oldatot sok ammoniumhydroxiddal elegyítjük és jól összerázzuk, hogy a cobaltvegyület komplexvegyületté alakuljon át, erre hozzáelegyítjük a dioximot és felfőzzük. Ha a nikkelt mellett sok cobalt van jelen, mindenesetre célszerű a cobaltot előzőleg káliumnitráttal leválasztani.

*13. **Káliumnitrít** nem létesít csapadékot.

14. **Dicyándiámidinsulfát.** A Grossmann és Schuck** által ajánlott kémszer nem olyan érzékeny mint a dimethylglyoxim.

15. **Borax-, vagy phosphorsógyöngyöt** a nikkeltvegyületek az oxydáló lángban barna-vörösre festik. A redukáló lángban a boraxgyöngy a kiváló fémes nikkeltől szürke színű lesz.

* Tschugaeff, Ber. d. deutschen chem. Ges. 38, 2520. Zeitschr. f. anal. Chemie 47, 162.

** Ber. d. deutschen chem. Ges. 39, 3356.

16. **A nikkeldhatósága.** A nikkeld salétromsavban, sósavban és kénsavban nikkeldovegyület keletkezésével jól oldódik. A víztartalmú sók zöld színűek.

A nikkeld elválasztása a cobalttól.

1. A nikkeldonitrát és cobaltonitrát oldatát eczetsavval és tömény káliumnitráttal elegyítve, egy óráig állani hagyjuk. (Lásd a 119-ik oldalon a 11-ik számú reakciót.) A cobalt leválik, ellenben a nikkeld nem. A leszűrt oldatot sósavval savanyítjuk és bepárologtatjuk; a maradékot vízben oldjuk és káliumhydroxiddal nikkeldre kémlelünk.

2. A fenti oldatokat két részre osztjuk; az egyik részletben a nikkeldnél leirt 10-ik számú reakcióval nikkeldre, a másik részletben a cobaltnál leirt 11-ik számú reakcióval cobaltra kémlelünk.

3. A fenti oldatot eczetsavval és tömény káliumnitráttal elegyítve egy óráig állani hagyjuk. (Lásd a 119-ik oldalon a 11-ik számú reakciót.) A káliumcobaltinitritről leszűrt oldatban nikkeldre kémlelünk. Az oldatot ammoniumhydroxiddal telítjük és egy-két cg. α -dimethylglyoximmal elegyítve felfőzzük; a nikkeld skarlátvörös színű csapadék alakjában válik le.

A nikkeld elválasztása a chromtól, a vastól, a mangántól, a zinktől, az aluminiúmtól és végre a harmadik osztály tagjaitól, azon elvek szerint történik, miként azt a cobaltnál irtam le.

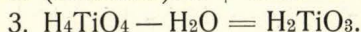
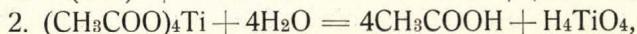
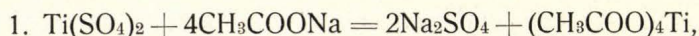
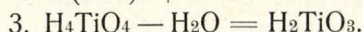
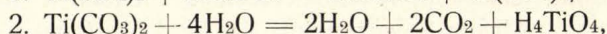
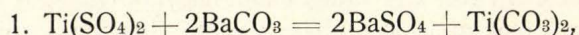
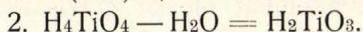
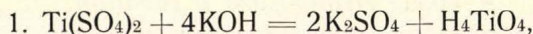
Titán.

A titán az átmenő sajátágú elemek közé tartozik. A titándioxid TiO_2 vagy titánsavanhydridből két savat vezethetünk le: az *orthotitánsavat* H_4TiO_4 , és *metatitánsavat* H_2TiO_3 . A savak összetételét nem fejezik ki szigorúan a fenti képletek, a mennyiben ezek még vizet is tartalmaznak, melynek mennyisége az előállítás módjától és a szárítástól függ. Az orthotitánsav léghíjas térben szárítva, metatitánsavvá alakul át. Mindkét sav alkáliakkal sókat létesít; ezek jól ismert vegyületek és összetételükből következtethetünk a savak fenti összetételére is. Erős savakkal szemben úgy viselkednek mint bázis, sókat létesítenek, melyek nem állandóak és már vízzel is bomlanak.

A titán reakcióinak elvégzésére titánsulfátot állítunk elő: a titándioxidot hatszoros mennyiségű káliumhydroxulfáttal olvasztjuk össze, az olvasadékot hideg vízben oldjuk s egy-két csepp híg kénsavat öntünk hozzá; az oldatot melegíteni nem szabad.

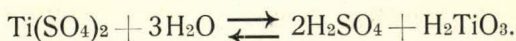
1. **Káliumhydroxid, ammoniumhydroxid, ammoniumsulfid, báriumcarbonát, nátriumacetát** hideg oldatból fehér, kocsonyás *orthotitánsavat* választ le; forralva az orthotitánsav bomlik, egy molekula víz válik le és *metatitánsav* keletkezik.

A báriumcarbonát, vagy a **nátriumacetát** hatására először titánarbonát, illetőleg titánacetát keletkezik, mely azonban már hideg oldatban is azonnal hidrolitesen bomlik s orthotitánsav keletkezik, mely forralva, metatitánsavvá alakul át:



Az orthotitánsav ásványi savakban könnyen oldható, a metatitánsav ellenben nehezen s csak akkor oldható, ha tömény savakkal hosszabb ideig pállítjuk.

2. **Víz.** Ha a titánsulfátoldatot *sok* vízzel huzamosabb ideig főzzük, hidrolites bomlást szenved s poralakú *metatitánsav* válik le:



*3. **Hydrogénperoxid.** Ha nem nagyon savanyú titánsulfátoldathoz néhány csepp híg hydrogénperoxidot elegyítünk, *világossárga*, vagy *narancssárga* színű oldat keletkezik. A színeződés valószínűleg a keletkező TiO_3 -tól származik. A reakció nagyon érzékeny, de nem jellemző, mert a vanadinsav hasonló reakciót létesít. A titánsulfát a hydrogénperoxid jellemző kémszere.*

*4. **Zink.** Ha orthotitánsav sósavas oldatához zinkport keverünk, *titánchlorid* Ti_2Cl_6 keletkezik, mely kék, vagy ibolya színnel oldódik. A hatás csak huzamosabb idő múlva és csak tömény sósav jelenlétében következik be.

5. **Borax-, vagy phosphorsógyöngyöt** a titánsav az oxidáló lángban nem fest meg; a redukáló lángban hosszasan hevítve, ibolya színűre festi a gyöngyöt.

6. **A titán oldhatósága.** Sósavban, vagy kénsavban hidrogénfejlődéssel oldható.

7. Ha titándioxidot ezüstcsészében káliumhydroxiddal olvasztunk össze, káliummetatitánat K_2TiO_3 keletkezik. A vízzel kilúgozott olvadék báriumchloriddal fehér színű, kocsonyás csapadékot keletkeztet, mely híg salétromsavban oldható.

* Illosvay, Bull. Soc. Chim. Paris [3] 2. 364.

Thorium.

A kísérlethez thoriomsulfátot használunk, melyet hideg vízben oldunk.

1. **Káliumhydroxid, ammoniumhydroxid, ammoniumsulfid** fehér színű, kocsonyás *thoriumhydroxidből* $\text{Th}(\text{OH})_4$ álló csapadékot választ le, mely a kémszer fölöslegében nem oldható.

*2. **Ammoniumoxalát** fehér színű, kristályos, *thoriumoxalátból* álló csapadékot létesít, mely a kémszer fölöslegében, forralásra, oldódik. Ha a forró oldatot sósavval savanyítjuk, megint thoriumoxalát válik le. Jellemző reakció.

*3. **Ammoniumcarbonát** fehér színű, kocsonyás, *thoriumcarbonátból* álló csapadékot létesít, mely a kémszer fölöslegében oldható; ha az oldatot melegítjük, a carbonát kiválik. Jellemző reakció.

Cerium.

A cerium két vegyületsorozatot létesít. A *cero*-sorozatban két ceriumatóm hatvegyértékű: $\equiv \text{C}-\text{C}\equiv$; a *ceri*-sorozatban egy ceriumatóm négyvegyértékű: $\text{C}\equiv$. A cerovegyületek könnyen oxidálhatók cerivegyületekké s viszont ezek könnyen redukálhatók cerovegyületekké. Az oxidációt és a redukciót színváltozás jelzi. A reakciókhoz ceronitrátot használunk.

*1. **Káliumhydroxid, ammoniumhydroxid** vagy **ammoniumsulfid** fehér színű, *cerohydroxidből* $\text{Ce}_2(\text{OH})_6$ álló csapadékot létesít, mely a levegőn *cerihydroxiddá* $\text{Ce}(\text{OH})_4$ oxidálódik és a csapadék sárga színt ölt. Sokkal gyorsabban történik az oxidáció, ha a csapadékot hidrogénperoxiddal elegyítjük.

Ha a sárga színű csapadékot kénessavoldattal elegyítjük, megint fehér színt ölt. Ha a cerohydroxidot, borkősav jelenlétében, sok káliumhydroxiddal választjuk le, vagy egyáltalában nem keletkezik csapadék, vagy ha létesül is, könnyen oldódik a kémszer fölöslegében, az oldat sárga színt ölt és átmeleg a cerisorozatba. Ha ammoniumhydroxiddal végezzük a kísérletet, az oldat nem oxidálódik, de mihelyt káliumhydroxidot öntünk hozzá, azonnal megsárgul.

2. **Oxálsavasammonium** fehér színű *ceriumoxalátot* választ le, mely a kémszer fölöslegében nem oldható.

*3. **Hydrogénperoxid** és **ammoniumhydroxid**. Ha közömbös, vagy gyengén lúgos oldathoz hidrogénperoxidot öntünk, *sárga színeződés* áll elő; ha ehhez az oldathoz ammoniumhydroxidot elegyítünk, *sárgásbarna* színű csapadék válik le.

4. **Ammoniumcarbonát** fehér színű *carbonátot* választ le, mely a kémszer fölöslegében nem oldható.

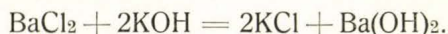
Negyedik osztály.

A negyedik osztályba tartoznak azok a kationok, a melyek közömbös, vagy lúgos közegben, ammoniumchlorid jelenlétében, ammoniumcarbonáttal leválnak; ide tartoznak: bárium, stroncium, calcium.

Bárium.

*1. **Ammoniumhydroxid** a báriumsókkal *nem* létesít csapadékot, ha azonban az oldatot forraljuk, a bárium részben mint fehér színű carbonát válik le, mert a kémszerül használt ammoniumhydroxid mindig tartalmaz kevés szénsavat. Ez a reakció figyelemre méltó; ugyanis az elemzés menetében az alkáliföldfémek kimutatását megelőzi a Co, Ni, Al, Zn, Fe, Cr, Mn ionok leválasztása ammoniás közegből ammonium-sulfiddal; ha tehát a kémszereket nagy fölöslegben használjuk és az oldatot a csapadékkal hosszabb ideig melegítjük, a bárium is részben leválik és ha esetleg a vizsgálandó oldat csak kevés báriumot tartalmazott, a bárium összes mennyisége leválik, minek következtében az alkáliföldfémek vizsgálatánál a báriumot nem fogjuk megtalálni, ámbár a vizsgálandó anyagban jelen volt. (Lásd a negyedik osztály elválasztását.)

2. **Káliumhydroxid** tömény báriumsó-oldatból fehér színű, *báriumhydroxydból* álló csapadékot létesít:



A báriumhydroxid oldhatósága vízben 1 : 25.

*1. **Ammoniumcarbonát** fehér színű, pelyhes, alaktalan *báriumcarbonátból* álló csapadékot létesít. Főzve a csapadék kristályos alakot ölt:

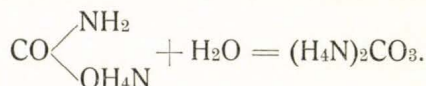


A kémszert fölöslegben kell alkalmazni és vele rövid ideig főzni kell az oldatot, azonban sokáig főzni nem szabad.

Az ammoniumcarbonát mindig tartalmaz hydrocarbonátot és ez a báriummal, — és általában az alkáliföldfémekkel vízben oldható hydrocarbonátot létesít. Ezért a vizsgálandó oldatot előzőleg először ammoniumhydroxiddal elegyítjük és csak azután ammoniumcarbonáttal. Az ammoniumhydroxid hatására a hydrocarbonát átalakul normális carbonáttá:



Az ammoniumcarbonát még carbaminsavas ammoniumot is tartalmaz, ez azonban már 60^o-on átalakul normális carbonáttá:



Melegítés alkalmával az ammoniumhydrocarbonát is bomlik:



A báriumcarbonát vízben nehezen, ellenben híg sósavban és salétrom-savban könnyen oldódik; oldódik keveset ammoniumchloridban is. A frissen leválasztott báriumcarbonát *gyengén* ammoniás hydroxylamin- vagy hydrazinchlorhydrátban nagyon jól oldódik.*

*4. **Kénsav és oldható sulfátok** fehér színű, *báriumsulfátból* álló csapadékot létesítenek:



A csapadék vízben és híg savakban nem oldódik. Oldhatósága vízben 1:400000. A báriumsulfát finom poralakban válik le, ha azonban a báriumchloridot előzőleg felmelegítjük, kristályos alakban válik le és gyorsan leülepedik. A csapadék oldható tömény kénsavban; ha az oldatot sok vízbe csepegtetjük, akkor megint kiválik a báriumsulfát.

A báriumsulfát nátriumcarbonáttal főzve, részben átalakul báriumcarbonáttá:



Az átalakulás csak akkor teljes, ha huzamos ideig főzzük és ha az oldat tisztáját ismételve leszűrjük és új szódaoldattal pótoljuk addig, míg a leszűrt folyadék báriumchloriddal nem létesít csapadékot. Sokkal gyorsabb az átalakulás, ha a báriumsulfátot nátriumcarbonáttal platina-tégelyben erősen hevítjük. Az olvadékot vízzel kilúgozzuk és addig mossuk, míg a lecsepegő folyadék kénsavreakciót nem ad. *Ezt az eljárást feltárásnak nevezzük.*

A reakció érzékenységének határa:

0.01%-os báriumchloridoldattal azonnal erős zavarodás mutatkozik;

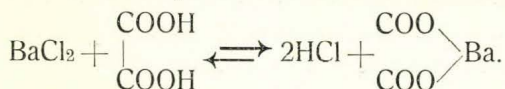
0.001%-os báriumchloridoldattal néhány másodperc múlva látható gyenge zavarodás.

3. **Dinátriumhydrophosphát** fehér színű, pelyhes, *báriumhydrophosphátból* álló csapadékot létesít:



a csapadék oldódik sósavban, salétromsavban és eczetsavban.

6. **Oxálsav** fehér színű, *báriumoxalátból* álló csapadékot létesít:



A reakció megfordítható, éppen ezért sokkal tökéletesebb a leválás, ha oxálsav helyett **oxálsavasammoniumot** használunk:



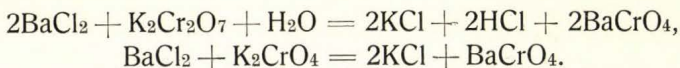
* E b l e r, Zeitschr. f. anal. Chemie 47. 667.

A csapadék eczetsavban kivált frissen leválasztott állapotban alig oldódik.

A reakció érzékenységének határa:

1⁰/₀-os báriumchloridoldattal csak huzamosabb idő múlva keletkezik csapadék.

***7. Káliumbichromát, vagy káliumchromát** sárga színű, *báriumchromátból* álló csapadékot létesítenek:



A csapadék leválását a melegítés elősegíti. A csapadék vízben és eczetsavban oldhatlan; oldhatósága vízben 1:265000. Sósavban azonban oldható és ezért *káliumchromáttal a csapadék tökéletesebben válik le*, mint bichromáttal, a hol sósav is keletkezik, a mely a csapadék egy részét oldja. (Lásd a 113-ik oldalt.) A káliumbichromátot is használhatjuk a reakcióhoz, ha kevés nátriumacetáttal a sósavat lekötjük.

Ha a báriumot a stroncium mellett akarjuk kimutatni, akkor káliumbichromátot használunk nátriumacetát jelenlétében, de semmiesetre sem káliumchromátot, mert ezzel a stroncium egy része is leválik.

A reakció érzékenységének határa:

0·1⁰/₀-os báriumchloridoldattal a káliumbichromát, nátriumacetát nélkül is, azonnal erős zavarodást idéz elő;

0·01⁰/₀-os báriumchloridoldattal a káliumbichromát nátriumacetát nélkül semmi változást sem idéz elő; egy-két csepp nátriumacetát hozzáelegyítésekor azonnal zavarodás áll elő;

0·001⁰/₀-os báriumchloridoldattal még nátriumacetát jelenlétében sem áll elő hatás.

A káliumchromát helyett ajánlott ammoniumbichromát semmivel sem érzékenyebb a bichromátnál nátriumacetát jelenlétében.

***8. Alkohol.** Báriumchlorid és báriumnitrát *víztől mentes* alkoholban oldhatlanok.

***9. Lángfestés.** Báriumchlorid a szintelen lángot *sárgás-zöldre* festi. Ha a báriummal megfestett lángot spektroszkóppal nézzük és a nátrium vonala az 50-ik osztásrészre esik, — a 72-ik osztásrészénél Ba_α, a 76 és 77-ik osztásrész között Ba_β, a 61-ik osztásrészénél Ba_γ és a 67-ik osztásrészénél Ba_δ, — tehát négy jellemző zöld vonal tűnik fel egymás mellett; a 45 és 46-ik osztásrész között a Ba_ε sárga vonal is jellemző.

Stroncium.

*1. **Ammoniumhydroxid** és **ammoniumcarbonát** a stronciumvegyületekkel szemben éppen úgy viselkedik, mint a bárium.

2. **Káliumhydroxid** fehér színű *stronciumhydroxidot* választ le; oldhatósága vízben 1:120 (a báriumhydroxidé 1:25).

*3. **Kénsav** fehér színű *stronciumsulfátot* választ le. A stronciumsulfát vízben ugyan nehezen (1:6900) oldódik, de mégis jobban, mint a báriumsulfát (1:400000). *Tömény és híg sósavban alig oldódik.* Forralás és a kémszernek fölöslege a stronciumsulfát tökéletes leválását tetemesen elősegíti, úgyannyira, hogy huzamosabb ideig való forralás által még igen kis mennyiségű stroncium is biztosan leválasztható és kimutatható.

A reakció érzékenységének határa:

1⁰/₀-os stronciumnitrátoldatból azonnal csapadék válik le;

0·5⁰/₀-os stronciumnitrátoldatból néhány percz mulva opalizálás és forralva csapadék válik le;

0·25⁰/₀-os stronciumnitrátoldatból csak forralással áll elő zavarodás.

0·1⁰/₀-os stronciumnitrátoldatból csak huzamos ideig tartó forralással válik le csapadék.

Ha stronciumtartalmú oldatból a stronciumot kénsavval forralva leválasztjuk, a leszűrt oldatban ammoniumoxalát ammoniumhydroxid jelenlétében még zavarodást sem idéz elő.

*4. **Calciumsulfátoldat** szintén *stronciumsulfátot* választ le, de nem azonnal, hanem csak néhány percz mulva; ha azonban a vizsgálandó oldatot sok calciumsulfáttal elegyítjük és forraljuk, akkor még kevés stroncium jelenlétében is, az oldat hamar megzavarodik a kiváló sulfáttól.

A reakció érzékenységének határa:

1⁰/₀-os stronciumnitrátoldatból hidegen nem válik le csapadék, forralva azonban csapadék válik le;

0·5⁰/₀-os stronciumnitrátoldatból a stroncium forralás által még kimutatható;

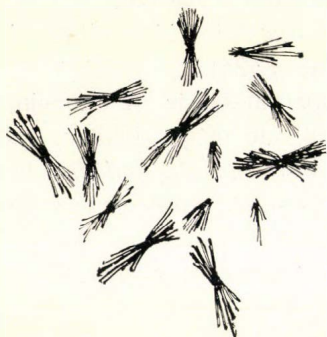
0·1⁰/₀-os stronciumnitrátoldatból a stroncium nem mutatható ki.

5. **Dinátriumhydrophosphát, oxálsav, ammoniumoxalát** olyan reakciót idéznek elő vele, mint a bárium.

*6. **Káliumbichromát** nem idéz elő csapadékot.

*7. **Káliumchromát** sárga színű, kristályos, *stronciumchromátból* álló csapadékot létesít. A csapadék leválását a melegítés elősegíti. Hideg oldatból még sok stroncium jelenlétében sem létesül csapadék. Alkohol jelenlétében hideg oldatban is érzékeny a reakció. 0·05⁰/₀-os stronciumnitrátoldatból a stroncium-ion biztosan kimutatható.

Ha a stronciumchromátot mikroszkóp alatt nézzük, jellemző, kévés kristályhalmazokat látunk. (Lásd a 8-ik rajzot.) A vizsgálatot a következő módon végezzük: Tárgylemezen egy csepp tömény stronciumsulfátot egy csepp káliumchromáttal elegyítünk és akár keletkezett csapadék, akár nem, várunk, míg a víz a tárgylemezeiről teljesen elpárolgott. A száraz készítményre, vizsgálatkor, egy csepp vizet cseppentünk és most mikroszkóppal meg-nézzük a kristályalakat.



8. rajz.

8. **Káliumferrocyanid** tömény és hideg stronciumnitrátoldatból nem választ le csapadékot. Forralva azonban már az 1⁰/₀-os stronciumnitrátoldatból is válik le kevés csapadék.

*9. **Alkohol.** A stronciumchlorid *víztől mentes* alkoholban *oldható*; a stronciumnitrát ellenben *nem*.

*10. **Lángfestés.** A stronciumchlorid a lángot szép vörösre festi. Ha a stronciummal megfestett lángot a spektroszkóppal vizsgáljuk, akkor ha a nátrium vonala az 50-ik osztásrészre esik, a 46-ik osztásrészén sárga színű Sr_{α} vonalat, a 30 és 35-ik osztásrész között két narancsszínű Sr_{β} és Sr_{γ} vonalat, végre a 105-ik osztásrészén egy jellemző, kék színű Sr_{γ} vonalat látunk.

A stroncium elválasztása a báriumtól.

A stroncium- és báriumnitrát oldatát néhány csepp nátriumacetáttal elegyítjük, felforraljuk és káliumbichromátot elegyítve hozzá, leválasztjuk a báriumot. A leszűrt oldatot főlöszleges híg kénsavval elegyítve, huzamosabb ideig forraljuk; a stroncium leválik mint sulfát.

Calcium.

1. **Ammoniumhydroxid, dinátriumhydrophosphát** a calcium-sókkal ugyanolyan reakciókat létesít, mint a bárium- vagy stroncium-sókkal.

0·1⁰/₀-os calciumnitrátoldatból, ammoniumhydroxid és ammoniumchlorid jelenlétében, a dinátriumhydrophosphát azonnal csapadékot választ le; 0·01⁰/₀-os oldatban csak gyenge zavarodás észlelhető.

*2. **Káliumchromát, káliumbichromát** nem létesít csapadékot.

3. **Káliumhydroxid** fehér színű *calciumhydroxidből* álló csapadékot létesít; oldhatósága vízben 1:600 (a báriumhydroxid oldhatósága 1:25, a stronciumhydroxidé 1:120).

*4 **Kénsav** csak *tömény* oldatból választ le fehér színű, kristályos *calciumsulfátot*; oldhatósága vízben 1:480 (a stronciumsulfáté 1:6900, a bárium-sulfáté 1:400000). A *calciumsulfát oldható forró, tömény sósavban*, ammoniumsulfátban és nátriumthiosulfátban. Nátriumcarbonáttal főzve könnyen átalakul calciumcarbonáttá.

A reakció érzékenységének határa:

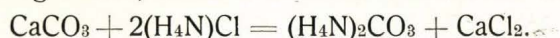
4⁰/₀-os calciumnitrátoldatból a kénsav hidegen nem választ le csapadékot; forralva azonban kristályos csapadék válik le. Hosszabb állás után, a hideg oldatból is válik le némi kristályos csapadék.

3⁰/₀-os oldatból forralva sem válik le csapadék, idővel azonban kevés csapadék keletkezik.

2⁰/₀-os oldatból hosszabb állás után sem válik le csapadék.

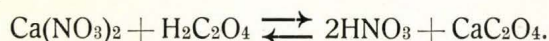
*5. **Ammoniumcarbonát** a calciumsókkal szemben egészen úgy viselkedik, mint a bárium és a stronciumsókkal szemben, azzal a különbséggel, hogy hideg oldatból alaktalan carbonát válik le, mely azonban melegítve, gyorsan kristályossá válik.

Ez a magatartás fontos, mert az alaktalanul leváló carbonát elég jól oldódik ammoniumchloridban. A leválasztásnál tehát az oldatot rövid ideig melegíteni kell. Ha a calciumcarbonátot sok ammoniumchloriddal huzamosabb ideig főzzük, akkor a carbonát visszaalakul chloriddá:



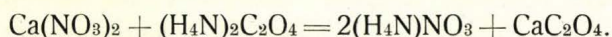
Ez a körülmény nagyon fontos; ugyanis a báriumot, stronciumot és a calciumot a magnéziumtól és az alkáliáktól, ammoniumchlorid jelenlétében, ammoniumcarbonáttal választjuk el; tehát számolni kell azzal, hogy túlságos sok ammoniumchlorid jelenlétében és huzamos ideig tartó főzéssel a calcium megint oldódik és ez később a magnézium kimutatásánál tévedést okozhat.

*6. **Oxálsav** fehér színű, kristályos *calciumoxaláttól* álló csapadékot létesít:



A csapadék könnyen oldható savakban és azért a fenti reakció értelmében a leválás sem tökéletes; 0.1⁰/₀-os calciumnitrátoldatból nem válik le csapadék.

Tökéletesebb a leválás, ha oxálsav helyett **ammoniumoxalátot** használunk:



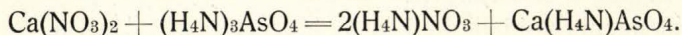
Ha a leválasztást hideg oldatban végezzük, akkor az oxalát kristályosan ugyan, de nagyon finom állapotban válik le; czélszerű tehát a leválasztást forró oldatban végezni. A csapadék vízben és eczetsavban oldhatlan; oldhatósága vízben 1:170000. Nagyon híg oldatból csak hosszabb idő múlva válik ki csapadék.

A reakció érzékenységének határa:

0·1%-os calciumnitrátoldatból azonnal csapadék válik le;

0·01%-os oldatban néhány másodperc múlva erős zavarodás észlelhető.

*7. **Ammoniumársénát** fehér színű, kristályos *calciumammonium-ársénátból* álló csapadékot létesít:



A csapadék leválását elősegíti, ha az oldatot gyengén melegítjük, vagy ha kevés ammoniumhydroxidot elegyítünk a vizsgálandó oldathoz.

A reakció érzékenységének határa:

0·1%-os calciumnitrátoldatból csapadék válik le;

0·01%-os calciumnitrátoldatban gyenge opálizálás látszik.

A reakció *nem* jellemző, a mennyiben a bárium és a stroncium-vegyületekkel szintén keletkezik csapadék.

8. **Káliumferrocyanid** fehér színű, kristályos, *calciumferrocyanidból* álló csapadékot létesít. 1%-os calciumnitrátoldatból hidegen nem válik le csapadék, melegítve azonban csapadék válik le.

*9. **Alkohol.** A calciumchlorid és calciumnitrát *viztől mentes* alkoholban oldható.

*10. **Lángfestés.** A calciumchlorid a lángot *sárgás-vörösre* festi. Ha calciummal megfestett lángot a spektroszkóppal vizsgálunk, akkor, ha a nátrium vonala az 50-ik osztásrészre esik, a 42 és 43-ik osztásrész között narancs színű Ca_α vonal, a 61-ik osztásrészen zöld színű Ca_β vonal és végre a 135-ik osztásrészen egy ibolyaszínű vonal látható.

A calcium elválasztása a stronciumtól.

A chloridok, vagy nitrátok híg oldatát főlösleges híg kénsavval huzamosabb ideig forraljuk; leválik a stroncium mint sulfát. A szüredéket ammoniumhydroxiddal lúgosítjuk és vagy ammoniumoxaláttal melegítve a calciumot mint oxalátot, vagy árszénsavval, mint calciumammoniumársénátot, választjuk le.

A calcium elválasztása a báriumtól.

1. A chloridok, vagy nitrátok oldatából a báriumot káliumbichromáttal választjuk le; lásd a 134-ik oldalon, a stroncium elválasztását a báriumtól. A szüredéket ammoniumhydroxiddal lúgosítjuk és ammoniumoxaláttal leválasztjuk a calciumot.

2. A fenti oldatot híg kénsavval melegítve, leválasztjuk a báriumot; a szüredékben, ammoniumhydroxid jelenlétében, ammoniumoxaláttal, vagy árszénsavval leválasztjuk a calciumot.

A calcium elválasztása a stronciumtól és a báriumtól.

A calcium-, stroncium- és báriumchlorid forró oldatából a 134-ik oldalon közölt eljárással káliumbichromáttal leválasztjuk a báriumot; a báriumchromátról leszűrt oldatot főlöseges, híg kénsavval forralva, leválasztjuk a stronciumot; a stronciumsulfátról leszűrt oldatban, ammoniumhydroxid jelenlétében, ammoniumoxaláttal calciumra kémlelünk.

Ötödik osztály.

Az ötödik osztályba tartoznak azok a pozitív iónok, a melyek sósavval, hidrogénsulfiddal, ammoniumsulfiddal és ammoniumcarbonáttal, ammoniumchlorid jelenlétében, csapadékot nem létesítenek; ide tartoznak: kálium, nátrium, lithium, rubidium, caesium, magnézium és ammonium.

Kálium.

* 1. **Hydrochlóroplatinát** sárga színű, kristályos és gyorsan ülepedő, káliumchlóroplatinátból álló csapadékot létesít:



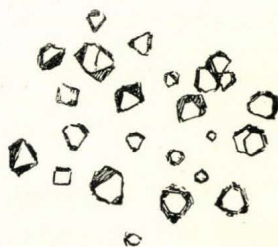
Tömény oldatból azonnal kiválik a csapadék; híg oldatból csak idő múlva. A csapadék kiválását elősegíthetjük, ha az oldathoz kevés alkoholt elegyítünk, vagy ha a kémcső falát üvegbottal dörzsöljük. A lassan leváló káliumchlóroplatinát kristályalakja nagyon jellemző és mikroszkóp alatt oktaéder és hexaéder alakokat lehet felismerni. (Lásd a 9-ik rajzot.) A csapadék hevítve, a következő egyenlet értelmében bomlik:



A káliumchloridon kívül káliumnitrát, káliumchlorát és káliumsulfát is keletkeztetnek csapadékot, ellenben a káliumjodidból jód válik le. Káliumcyániddal vízben oldható komplexvegyület képződik.

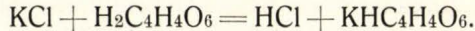
A reakció érzékenységének határa:

- 1⁰/₀-os káliumchloridoldatból alkohol jelenlétében azonnal válik ki csapadék;
- 0·5⁰/₀-os káliumchloridoldatból alkohol jelenlétében, csak néhány perc múlva jelenik meg a csapadék;
- 0·1⁰/₀-os káliumchloridoldatból alkohol jelenlétében sem válik le csapadék.



9. rajz.

2. **Borkősav** fölöslegben alkalmazva, fehér színű, kristályos *kálium-hydratartarátból* álló csapadékot létesít:

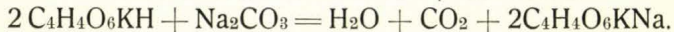
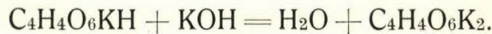


A káliumhydratartarát hideg vízben alig, de forró vízben könnyen oldódik; meglehetősen jól oldódik ásványos savakban is és ezért a fenti egyenlet értelmében a leválás, a képződött sósav miatt, nem is tökéletes. Ha azonban a vizsgálandó oldatot előbb egy-két csepp nátriumacetátoldattal elegyítjük s csak azután borkősavval, akkor a reakció feltűnően érzékenyebb lesz, mert ekkor a nátriumacetát a keletkező sósavat nátriumchlorid alakjában megköti:



A káliumhydratartarát főleg híg oldatból nem válik le azonnal és ezért célszerű a vizsgálandó oldatot egy ideig állani hagyni. A csapadék képződését elősegíti, ha tömény kémszert használunk, ha a kémcsőben levő oldatokat erősen összerázzuk, vagy ha a kémcső falát üvegbottal gyengén dörzsöljük.

Alkálifémhydroxidok és alkálifémcarbonátok a káliumhydratartarátot szintén nagyon jól oldják:



A reakciókat tehát *közömbös* oldatban kell végezni.

A reakció érzékenységének határa:

1⁰/₀-os káliumchloridoldatból, nátriumacetát jelenlétében, csapadék válik le;
0·5⁰/₀-os káliumchloridoldatból, nátriumacetát jelenlétében, még jól megfigyelhető mennyiség válik le;
0·1⁰/₀-os káliumchloridoldatból nátriumacetát jelenlétében sem válik ki csapadék.

* **Nátriumcobaltinitrit*** sárga színű, szemecskés, *káliumcobaltinitritből* álló csapadékot létesít:



A csapadék vízben és hígított ecetsavban alig oldódik; sósavban nehezen oldódik.

A reakció érzékenységének határa:

0·1⁰/₀-os káliumchloridoldatból azonnal csapadék válik le;
0·05⁰/₀-os káliumchloridoldatból még jól megfigyelhető mennyiség válik le;
0·01⁰/₀-os káliumchloridoldatból csapadék nem válik le.

Ha a nátriumcobaltinitrit érzékenységét összehasonlítjuk a hydrochloróplatinát és a borkősav érzékenységével, kitűnik, hogy a nátriumcobaltinitrit a kálium-ion kimutatására a legérzékenyebb kémszert.

* De Koninck, Z. f. anal. Chem. 20, 390 (1881). 49, 53 (1910).

	Nátrium-cobaltinitrittel	Hydrochlóroplatináttal	Borkősavval
1 ⁰ / ₀ -os KCl-oldatból	a K-ion kimutatható.	a K-ion kimutatható.	a K-ion kimutatható.
0·5 ⁰ / ₀ -os KCl-oldatból	a K-ion kimutatható.	a K-ion még kimutatható.	a K-ion még kimutatható.
0·1 ⁰ / ₀ -os KCl-oldatból	a K-ion kimutatható.	a K-ion nem mutatható ki.	a K-ion nem mutatható ki.
0·05 ⁰ / ₀ -os KCl-oldatból	a K-ion még kimutatható.		

4. **Hydrogénsilicofluorid, perchlórsav és pikrinsav** létesítenek ugyan csapadékot, de e kémszereknek érzékenysége az előbbiekéhez viszonyítva, csekély. A pikrinsav 1⁰/₀-os káliumchloridoldatból hosszabb állás után nagyon *jellemző, tűlalakú* kristályokat választ le.

*5. **Alkohol-aether.** A káliumchlorid alkohol-aether elegyében *nem* oldható.

*6. **Lángfestés.** A káliumsók a színtelen lángot *fakó ibolya* színűre festik; ha a megfestett lángot cobaltüvegen keresztül nézzük, akkor a láng ibolya színűnek látszik. Ha a kálium mellett csekély nátrium van jelen, ennek sárga színe a kálium ibolya színét teljesen elfedi; ha azonban a láng színét cobaltüvegen keresztül nézzük, a nátrium sárga sugarait a cobaltüveg elnyeli és csak a kálium ibolya színét látjuk. Bunsen szerint $\frac{2}{10000}$ mg. káliumchlorid, lángfestéssel még kimutatható.

Ha a kálium mellett lithium van jelen, akkor a láng színét indigó-oldattal töltött hasábon keresztül figyeljük meg; a hasáb vastagabb része a lithium sugarakat nem bocsátja át.

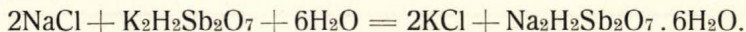
Ha a káliummal megfestett lángot spektroszkóppal vizsgáljuk, akkor — ha a nátrium vonala az 50-ik osztásrészre esik, — a 16 és 17-ik osztásrész között élénk vörös színű vonal K_{α} látható; a 154-ik osztásrészben egy ibolya színű vonal, a K_{β} is feltűnik.

Nátrium.

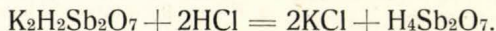
1. **Hydrochlóroplatinát és borkősav** a nátriumvegyületekkel *nem* idéznek elő csapadékot, mert a keletkező *nátriumchlóroplatinát* és a *savanyú borkősavas nátrium* vízben nagyon könnyen oldódik. A nátriumchlóroplatinát *alkoholban is jól oldódik.*

A nátriumchlóroplatinát kristályalakjai igen jellemzőek. Tárgylemezre egy-két csepp nátriumchloridot csepegtetünk és egy csepp hydrochlóroplatináttal elegyítve, vízfürdön beszáritjuk. Mikroszkóp alatt nézve, igen jellemző kristályalakokat látunk. (Lásd a 10-ik rajzot.) Ezzel az eljárással kevés nátriumot is biztosan felismerhetünk.

*2. **Káliumhydropyroántimoniát** fehér színű, kristályos, *nátriumhydropyroántimoniátból* álló csapadékot létesít:



A vizsgálandó oldat legyen közömbös, vagy gyengén lúgos, de semmiesetre sem *savanyú*, mert ekkor pelyhes, alaktalan ántimonsavból álló csapadék keletkezik:



Híg oldatban csak hosszabb állás után létesül csapadék. A csapadék leválását elősegíti, ha a kémcső falát üvegbottal dörzsöljük. Alkoholt nem szabad hozzá önteni.

A reakció érzékenységének határa:

1%-os nátriumchloridoldatból a nátrium jól kimutatható;

0.5%-os nátriumchloridoldatból a nátrium még kimutatható;

0.1%-os nátriumchloridoldalból a nátrium *nem* mutatható ki.



10. rajz.

A káliumhydropyroántimoniát alkáliföldfémionokkal is létesít csapadékot, tehát ezek jelenlétében nátriumionra kémleni nem szabad.

3. **Pikrinsav, perchlórsav** nem létesítenek csapadékot, ellenben a **hydrogénsilicofluorid** kristályos csapadékot létesít.

*4. **Alkohol-aether.** A nátriumchlorid alkohol-aether elegyében nem oldható.

*5. **Lángfestés.** A nátriumvegyületek elenyésző nyomai is *sárgára* festik a lángot és már $\frac{1}{10000}$ mg. nátriumchlorid kimutatható. Cobalt-üvegen, vagy indigóhasábon keresztül nézve, a sárga színt nem látjuk. Ha a nátriumlángot spektroszkóppal vizsgáljuk, erős fényű, sárga vonalat látunk.

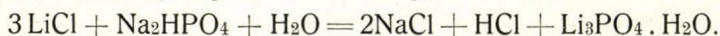
A nátrium kimutatása a kálium mellett.

A nátriumchlorid és káliumchlorid elegyét több részre osztjuk. Az egyik részletben nátriumcobaltinitrittel, vagy hydrochloroplatináttal káliumionra, a másik részletben káliumhydropyroántimoniáttal nátriumionra kémlünk.

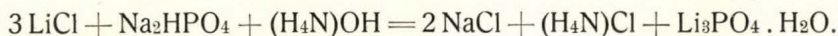
Lithium.

1. **Hydrochloroplatinát, borkősav, káliumhydropyroántimoniát, hydrogénsilikofluorid, nátriumcobaltinitrit** — lithiumsókkal csapadékot nem létesítenek.

*2. **Dinátriumhydrophosphát** lithiumchloriddal főzve, fehér színű, kristályos, *trilithiumphosphátból* álló csapadékot létesít:



Ammoniumhydroxid jelenlétében a reakció érzékenyebb:



A reakció érzékenységének határa:

1⁰/₀-os lithiumchloridoldatban a lithium kimutatható ammoniumhydroxid nélkül is;

0·5⁰/₀-os lithiumchloridoldatban a lithium kimutatható ammoniumhydroxid nélkül is;

0·25⁰/₀-os lithiumchloridoldatban ammoniumhydroxid jelenlétében is csak gyenge opalizálás észlelhető.

*3. **Alkohol-aether.** Lithiumchlorid, alkohol-aether elegyében jól oldódik.

*4. **Ammoniumcarbonát** ammoniumhydroxid jelenlétében fehér színű *lithiumcarbonátot* választ le; a carbonát csak tömény oldatból és csak forralva válik le; ammoniumchlorid megakadályozza a leválást.

*5. **Lángfestés.** Lithiumvegyületek a szintelen lángot *kárminvörösre* festik; ha a lángot vékony indigóprizmán keresztül nézzük, vörös színt látunk, a láng színe azonban teljesen eltűnik, ha a hasáb vastagabb részén át nézzük.

Ha a lithiummal megfestett lángot a spektroszkóppal vizsgáljuk, akkor — ha a nátrium vonala az 50-ik osztásrészre esik — a 32-ik osztásrészben egy vérvörös színű Li_α vonalat látunk, ezenkívül a 45-ik osztásrészben egy halványsárga színű Li_β vonalat is láthatunk, ha elegendő mennyiségű lithium van jelen.

A lithium elválasztása a nátriumtól.

A lithium- és nátriumchlorid elegyét szárazra párologtatjuk és 120⁰-on szárítjuk. A száraz anyagot víztől mentes alkohollal összedörzsöljük és szűrjük. Az alkoholos oldatot elpárologtatjuk, a maradékot vízben oldjuk és dinátriumhydrophospháttal főzve leválasztjuk a lithiumot. Az alkoholban oldhatlan részt vízben oldjuk és az oldatban nátriumra kémlelünk.

A lithium elválasztása a káliumtól.

Lásd a lithium elválasztását a nátriumtól.

A lithium elválasztása a nátriumtól és a káliumtól.

Az eljárás ugyanaz mint fent. Az alkoholban oldhatlan részt vízben oldjuk, két részre osztjuk és külön kémlelünk káliumra és nátriumra.

Rubidium. Caesium.

A rubidium- és caesiumvegyületek **hydrochlóroplatináttal** és **borkősavval** a káliumsókkal hasonló összetételű és vízben nehezen

oldható vegyületeket alkotnak. Alkohol-aether elegyében mindkét chlorid *oldhatlan*. A caesiumcarbonát víztől mentes alkoholban oldható. A lángot mind a két vegyület ibolyaszínűre festi.

Ha a caesiummal megfestett lángot a spektroszkóppal vizsgáljuk, a 106 és 109-ik osztásrészben két élénk, égkékszinű Cs α és Cs β vonalat látunk.

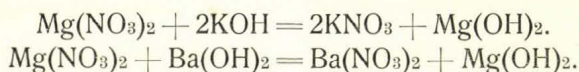
Ha a rubidiummal megfestett lángot vizsgáljuk, akkor a 137 és 138-ik osztásrész közt sötétkék színű Rb α vonalat, a 135 és 136-ik osztásrész közt — kék színű Rb β vonalat látunk; ezen kívül a 13 és 15-ik osztásrész közt — két halványvörös vonal a Rb γ és Rb δ is látható.

Magnézium.

1. **Hydrochlóroplatinát, borkósav** nem létesítenek csapadékot.

2. **Nátriumcobaltinitrit** sárga színű, *magnéziumcobaltinitritet* választ le. Híg oldatban nem keletkezik csapadék; 1⁰/₀-os magnézium-nitrát oldatból nem válik le csapadék.

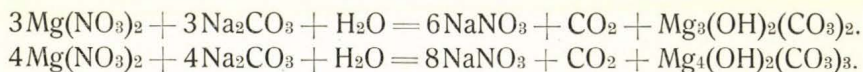
3. **Káliumhydroxid, calciumhydroxid, báriumhydroxid**, fehér színű, *magnéziumhydroxidből* álló csapadékot létesítenek:



A csapadék vízben alig oldódik; oldhatósága 1:553000 (a báriumhydroxid oldhatósága 1:25, a stronciumhydroxidé 1:120, a calciumhydroxidé 1:600). Melegítve a leválás tökéletesebb. Ammoniumchlorid jelenlétében a magnéziumhydroxid nem válik le tökéletesen. *A magnéziumot az alkálifémektől báriumhydroxiddal választjuk el.*

4. **Ammoniumhydroxid** fehér színű *magnéziumhydroxidot* választ le. A leválás nem tökéletes. Ha a magnéziumvegyülethez előzőleg sok ammoniumsót elegyítünk, vagy ha a reakciót savanyú közegben végezzük, csapadék egyáltalában nem keletkezik. (Lásd a 28-ik oldalt.)

5. **Nátriumcarbonát** fehérszínű, alakatlan, *bázisos vegyületet* választ le, melynek összetétele a használt oldatok töménységétől és hőfokától függ:



A reakció csak forró oldatban tökéletes, ugyanis a felszabaduló széndioxid kevés magnéziumot hydrocarbonát alakjában old, ez azonban a forralásnál bomlik és ekkor a leválás is tökéletes.

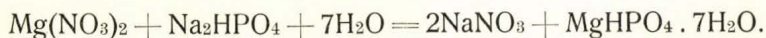
*6. **Ammoniumcarbonát** különböző összetételű és alakú csapadékot keletkeztet, a szerint, a mint a reakciót híg, vagy tömény oldattal, hidegen, vagy melegen végezzük. A csapadék nem válik le tökéletesen, mert a bázisos carbonátok mellett ammoniumsók is keletkeznek, sőt ha

az ammoniumsók mennyiségét szaporítjuk, a csapadék el is tűnik; *ha pedig a vizsgálandó oldatot előzőleg ammoniumchloriddal elegyítjük, csapadék nem is válik le.*

7. Ammoniumoxalát ammoniumchlorid és ammoniumhydroxid jelenlétében még 10%-os magnéziumnitrátoldatból sem választ le csapadékot.

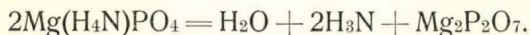
A magnéziumvegyületeknek azt a tulajdonságát, hogy ammoniumchlorid jelenlétében ammoniumcarbonáttal nem válnak le, felhasználhatjuk a magnézium elválasztására a báriumtól, stronciumtól és calciutól.

***8. Dinátriumhydrophosphát** töményebb oldatból fehér színű, pelyhes magnéziumhydrophosphátot választ le:



Ha a reakciót úgy végezzük, hogy a magnéziumoldatot először ammoniumchloriddal elegyítjük, azután ammoniumhydroxidot és végre dinátriumhydrophosphátoldatot öntünk hozzá, akkor kristályos magnéziumammoniumphosphátot kapunk. A reakciót lásd a 3-ik oldalon.

Ha a csapadékot mikroszkóppal vizsgáljuk, nagyon jellemző kristályhalmazokat látunk. (Lásd a 11-ik rajzot.) Az ammoniumchloridot azért elegyítjük hozzá, hogy megakadályozzuk a magnézium leválását az ammoniumhydroxid hatására. A csapadék vízben nehezen, ammoniás vízben pedig egyáltalában nem oldódik. Híg oldatból a kiválást elősegíthetjük, ha a kémcső falát üveggel gyengén dörzsöljük. A csapadék hevítve bomlik:

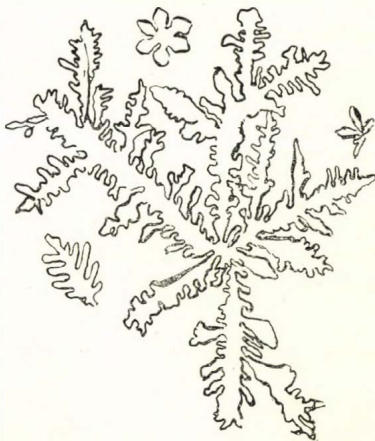


A reakció érzékenységeinek határa:

- 0.1%-os magnéziumnitrátoldatból a magnézium jól kimutatható;
- 0.05%-os magnéziumnitrátoldatból a magnézium egy-két másodperc múlva még kimutatható;
- 0.01%-os magnéziumnitrátoldatból a magnézium nem mutatható ki.

9. Kénsav, káliumbichromát nem létesít csapadékot.

***10. Káliumhydropyroántimoniát** fehér színű magnéziumhydropyroántimoniátot választ le.



11. rajz.

A reakció érzékenységének határa:

1,0%-os magnéziumnitrátoldatból azonnal csapadék válik le;

0,10%-os magnéziumnitrátoldat kezdetben opalizál, 1—2 perc múlva azonban csapadék válik le;

0,010%-os magnéziumnitrátoldat csak gyengén opalizál.

*11. **Lángfestés.** A magnéziumsók a lángot *nem* színezik.

12. **A magnézium kimutatása száraz úton.** Ha valamely magnéziumsót szénlemezén, a forrasztócső lángjával hevítünk és ha az izzított tömeg kihűlt, nagyon híg cobaltonitráttal megnedvesítjük és újra izzítjuk, halványvörös színű tömeget látunk.

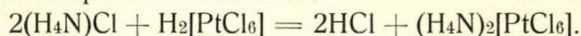
A magnézium elválasztása az alkálifémektől.

A magnézium- és alkálchloridok oldatát két részre osztjuk; az egyik részletben ammoniumchlorid és ammoniumhydroxid jelenlétében dinátriumhydrophospháttal magnéziumra kémlelünk. A másik részletet báriumhydroxiddal elegyítjük, felforraljuk és kis térfogatra párologtatjuk be. A magnéziumhydroxidról leszűrt oldatot a bárium leválasztása céljából ammoniumhydroxiddal és ammoniumcarbonáttal elegyítjük és gyengén melegítjük; a csapadékot szűrjük, a szüredéket szárazra párologtatjuk és az ammoniumsókat hevítéssel tökéletesen elűzzük. A maradékot kevés vízben oldjuk és a szüredékben alkálifémekre kémlelünk. (Lásd a 141-ik oldalt.)

Ammonium.

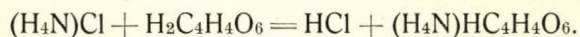
Az *ammonium* (H_4N) szabad állapotban nem ismeretes. Az ammonium egy vegyértékű pozitív gyök és az alkáliákhoz hasonlóan kénesővel ámalgámot és savgyökökkel jól jellemezhető vegyületeket alkot.

*1. **Hydrochlóroplatinát** sárga színű, kristályos *ammoniumchlóroplatinátból* álló csapadékot választ le:

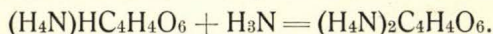


A csapadék oldhatósága hasonló a káliumchlóroplatinátéhoz. A csapadék hevítve elbomlik s platina marad hátra.

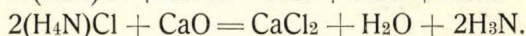
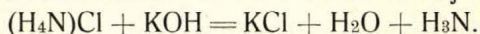
2. **Borkősavoldat** az ammoniumsók tömény oldatából fehér, kristályos, *ammoniumhydrotartarátból* álló csapadékot választ le:



Ha ammoniaoldathoz sok borkősavat elegyítünk, szintén a fenti összetételű csapadék keletkezik. A csapadék ammoniában könnyen oldódik:



*3. **Káliumhydroxid, nátriumhydroxid, calciumoxid, nátriumcarbonát**, az ammoniumsókkal hevítve *ammoniát* fejlesztenek:



A felszabaduló ammoniát a következő reakciókkal ismerhetjük fel:

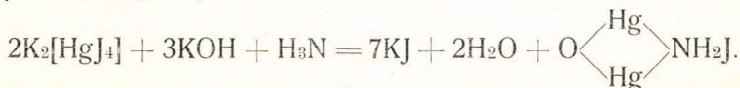
1. Szagáról.
2. Ha *tömény* sósavba mártott üvegbotot tartunk felébe, akkor ammoniumchloridból álló füst keletkezik.
3. Vörös lakmuspapiros megkékül.
4. Ha nagyon *híg* cuprisulfátra mártott papiroscsíkot tartunk felébe, a papiros *kék* színt ölt.
5. Ha mercuronitráttal itatott papiroscsíkot tartunk az eltávozó gáz felébe, a papiros a keletkező *dimercuroámidonitráttól* fekete színű lesz:



4. **Hydrogénsilicofluorid** ammoniumsókkal nem létesít csapadékot; ammoniumhydroxiddal *kovasavból* álló csapadék keletkezik.

5. **Nátriumcobaltinitrit** sárga színű *ammoniumcobaltinitritet* választ le.

*6. **Nessler-féle oldat.** A szabad, vagy kötött ammonia fölötté kis nyomait *Nessler-féle* oldattal mutatjuk ki. A *Nessler-féle* oldat káliumhydroxidban oldott mercurikáliumjodidot és fölösleges káliumhydroxidot tartalmaz és hatása abban nyilvánul, hogy a káliumhydroxid az ammoniumsókból ammoniát szabadít fel és ez a mercurikáliumjodiddal sok ammonia jelenlétében *vörösbarna* színű, vízben oldhatlan csapadékot létesít:



Kis mennyiségű ammonia jelenlétében csapadék nem válik ki, de az oldat sárga színt ölt.

Az ammonium kimutatása és elválasztása az alkálifém-ionoktól.

A kálium-, nátrium-, lithium- és ammoniumchlorid oldatát két részre osztjuk; az egyik részletet káliumhydroxiddal melegítjük és az eltávozó ammoniát a reakciónál leirt 3-ik számú reakcióval mutatjuk ki. A másik részletet szárazra párologtatjuk és addig hevítjük, míg az ammoniumchlorid utolsó nyomait is elűztük; a maradékot kevés vízben oldjuk, szűrjük és a szüredékben az alkálifémionokra kémleltünk. (Lásd a 141-ik oldalt.)

HARMADIK RÉSZ.

A savak reakciói.

ELSŐ CSOPORT.

Az első csoportba tartoznak azok a savak, a melyek báriumchloriddal csapadékot létesítenek. Az első csoportban három osztályt különböztethetünk meg.

Első osztály.

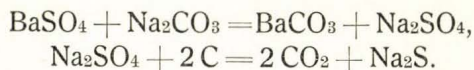
Az első csoport első osztályába tartozó savak báriumchloriddal fehér színű csapadékot létesítenek, mely híg salétromsavban nem oldódik. Ezüstnitráttal *nem* létesül csapadék. Ebbe az osztályba tartoznak: kénsav, hidrogénfluorid, hidrogénsilicofluorid.

Kénsav.

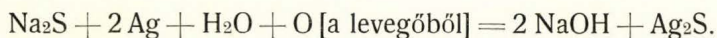
A kénsav szintelen, olajszerű folyadék, mely 330° körül forr. A levegőből mohón szí nedvességet. Magas hőmérsékletre hevítve bomlik és kéntrioxid száll el fehér gőzök alakjában. A kénsav bomlása azonban csak addig tart, míg 98%-os sav keletkezett, mely azután 338°-on átpárolog. A H₂SO₄ összetételű kénsav keletkezik, ha a 98%-os savat erős hűtéssel kristályosítjuk s a meg nem szilárdult anyalúgot leöntjük. A kénsav kétbázisos sav s mint ilyen, normális és savanyú sókat létesít. A sav disszocziációfoka, töménységétől függ. A tömény sav az egyvegyértékű HSO₄' aniont tartalmazza, mely vízzel hígítva tovább disszocziál, úgy hogy a hígított kénsav a kétvegyértékű SO₄" aniont tartalmazza. A reakcióknál csak a SO₄" ion fordul elő.

*1. **Báriumchlorid** fehér színű, porszerű, *bárium-sulfátból* álló csapadékot létesít. (Lásd a 131-ik oldalt.)

*2. **Kimutatás száraz úton.** Ha a sulfátokat szénlemezen, szódával keverve, a forrasztólámpával hevítjük, *nátriumsulfid* keletkezik:



Ha a reakcióterméket a szénről lekaparjuk, ezüstlemezre teszszük és pár csepp vizet cseppentünk reá, fekete színű, *ezüstsulfidból* álló folt keletkezik:



Pontos vizsgálat alkalmával nem szabad az összeolvasztáshoz világitógázt alkalmazni, mert a gáz mindig tartalmaz kimutatható mennyiségű ként. Legczélszerűbb gyertyalánggal, kézi forrasztócsővel kémlelni.

Azt, hogy a vizsgálandó oldat szabad savat, vagy kénsavas sót tartalmaz-e, könnyen eldönthetjük: az oldatot kevés cukorporral vízfürdőn bepárolgatjuk; szabad kénsav jelenlétében a cukor elszeneledik s fekete színű csapadékot kapunk.

Hydrogénsilicofluorid.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, kristályos, *báriumsilicofluoridból* álló csapadékot létesít:



A csapadék vízben nagyon nehezen oldódik.

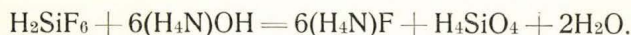
2. **Ezüstnitrát** nem létesít csapadékot.

*3. **Tömény kénsav.** A silicofluoridok platinacsészében, tömény kénsavval melegítve, hidrogénfluoridot fejlesztenek:

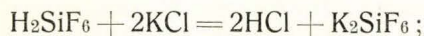


az eltávozó gáz az üveget megtámadja.

4. **Ammoniumhydroxid** fehér színű *kovasavat* választ le:

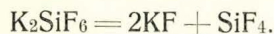


*5. **Káliumchlorid** fehér színű, kocsonyás, *káliumsilicofluoridot* választ le:



a csapadék vízben s alkoholban nehezen oldódik; ammoniumchloridban jól oldódik.

6. **Kimutatás száraz úton.** A silicofluoridok platinacsészében hevítve, bomlanak és *siliciumtetrafluoridgáz* távozik el:



Hydrogénfluorid.

A hidrogénfluorid színtele gáz; levegőn erősen füstölög; lehítve színtelen, 19⁰-on forró folyadékká sűrűsíthető meg. Vízben jól oldódik. Ha tömény vizes oldatát ólomretortában hevítjük, először hidrogénfluorid

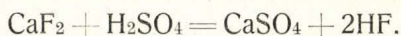
száll el és hátramarad egy oldat, mely 120^o-on forr; ez 38^o/_o-os és változatlanul átpárolható.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriumfluoridból* álló csapadékot létesít:

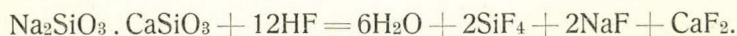


2. **Calciumchlorid** fehér színű, alaktalan *calciumfluoridból* CaF₂ álló csapadékot létesít. A csapadék sósavban, vagy salétromsavban nehezen oldható.

*3. **Tömény kénsav** a fluoridokból *hydrogénfluoridot* fejleszt:



A kísérletet a következő módon végezzük: ólom, vagy platinatégelybe calciumfluoridporból és tömény kénsavból híg pépet készítünk és a tégelyt homokfürdőn, vagy azbesztlemezen gyengén melegítjük. A hydrogénfluorid kimutatása céljából üveglemezt vékony viaszréteggel vonunk be és túvel valami jelt karczolunk rá. Ha az így előkészített lemezt a tégely felébe tartjuk, az eltávozó hydrogénfluorid az üveg felületét, a karczolás helyén, megtámadja. Ha a viaszréteget lekaparjuk és a lemezt alkohollal megtisztítjuk, a bekarczolt jel előttünik. A hatást, ha az üveg összetételét Na₂SiO₃.CaSiO₃ képlettel jelöljük — a következő egyenlet érzékíti:



Ha a fluorid mellett kovasav is van jelen, tömény kénsav hatására nem fejlődik hydrogénfluorid. Ugyanis a létesülő hydrogénfluorid a jelenlévő kovasavval azonnal *siliciumtetrafluoriddá* egyesül:



A siliciumtetrafluorid az üveget nem támadja meg. Víz hatására azonban kovasav és hydrogénsilicofluorid létesül:



A kísérletet a következő módon végezzük: calciumfluoridból, homokból és tömény kénsavból készített híg pépet kémcsőben, óvatosan hevítünk. Ha a kémcsőbe szűk nyílású üvegcsövet tartunk, melynek végére kevés víz van tapadva, siliciumtetrafluorid jelenlétében a vízcsepp *zavaros* lesz a kiváló *kovasavtól*.

Második osztály.

Az első csoport második osztályába tartozó savak báriumchloridtól *fehér* színű csapadékot létesítenek, melyek vízben nehezen, híg salétromsavban azonban jól oldódnak. Ezüstnitráttal *fehér* színű csapadék létesül, mely híg salétromsavban oldható.

Ebbe az osztályba tartoznak: *Kénessav, szénsav, jódsav, brómsav, bórsav, molibdénsav, szelénessav, szelénsav, tellurossav, tellursav, oxálsav, phosphorossav, metaphosphorsav, pyrophosphorsav, kovasav.*

Kénessav.

A kéndioxid vízben jól oldódik; egy térfogat víz 0°-on 68 térfogat kéndioxidot old és a vizes oldat valószínűleg a kénessavhidrátot H_2SO_3 tartalmazza, mely tisztán, visztólmentesen előállítva nincsen, mert könnyen bomlik vízre és kéndioxidra. A kénessavoldat levegőn állva, kénsavvá oxidálódik. A kénessav sói a sulfitok, vizes oldatban gyorsan oxidálódnak. A kénessav gyenge sav, sói a vizes oldatban erősen disszociálnak. A kénessav erős redukáló szer, de bizonyos körülmények közt oxidálhat is.

1. **Báriumchlorid** a kénessavsókból fehér színű, porszerű, *bárium-sulfitot* választ le:

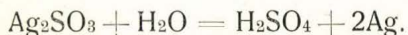


A kénessavoldatból *nem* válik le csapadék, feltéve, hogy kénsavat nem tartalmaz. A báriumsulfit híg salétromsavban jól oldódik; ha az oldatot forraljuk, fehér színű *báriumsulfát* válik le. Ha a fenti reakcióhoz régi, elmállott nátriumsulfitot használunk, mely már sulfátot is tartalmaz, a kapott csapadék salétromsavban nem oldódik tökéletesen.

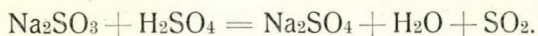
Ezüstnitrát kénessavoldatból, vagy nátriumsulfitból fehér színű, túrós, *ezüstsulfitból* álló csapadékot választ le:



A csapadék oldható híg salétromsavban, ammoniumhydroxidban és tömény nátriumsulfidban. Ha az ezüstsulfidot vízzel forraljuk, szürke színű, fémes ezüst válik le:



*3. **Híg savak** a kénessavsókból *kéndioxidot* fejlesztenek:

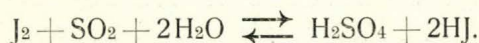


Melegítés a reakció gyors lefolyását elősegíti. A fejlődő kéndioxid szagáról is felismerhető.

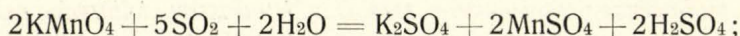
A kéndioxid erős redukáló anyag, könnyen von el oxigént, kivált olyan anyagokból, a melyek magok is könnyen átadják oxigénjüket, tehát oxidáló anyagok; ő maga kénsavvá oxidálódik. (Lásd a 16-ik oldalt.)

A kéndioxidgázzal, vagy oldattal a következő kísérleteket végezhetjük:

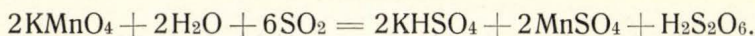
1. Híg jóddoldatot elszíntelenít; a jód hidrogénjodiddá redukálódik:



2. Kénsavval savanyított, *híg* káliumpermanganátot elszíntelenít;



a reakció nem csak ennek az egyenletnek értelmében megy végbe; ugyanis a kénsav mellett *dithion*-sav is keletkezik:



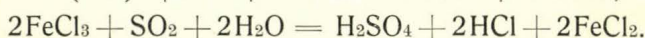
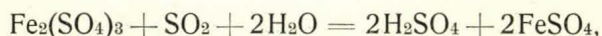
3. Híg kénsavval savanyított káliumbichromátot, zöld színű *chromi-sulfáttá* redukálja. (A reakciót lásd a 17-ik oldalon.)

4. Mercurichloridot *mercurochloriddá* redukálja, mely fehér csapadék alakjában válik le. (A reakciót lásd a 17-ik oldalon.)

A kísérlet csak akkor sikerül, ha az oldatot forraljuk.

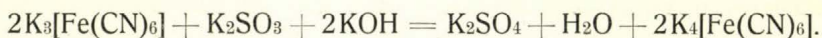
5. Árzénsavat *árzénessavvá* redukálja. (A reakciót lásd az 55-ik oldalon.)

6. Ferrivegyületeket *ferro*-vegyületekké redukálja:

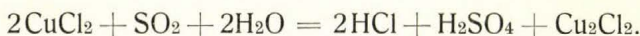


A reakciók melegítésre gyorsabban folynak le.

A káliumferricyánid redukciója *káliumferrocyaniddá* csak lúgos közegben sikerül:

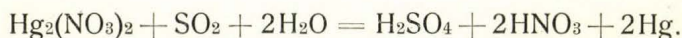


7. A cuprichloridot *cuprochloriddá* redukálja:



Ha a cuprichlorid oldatába kéndioxidot hajtunk, fehér színű cuprochlorid válik le.

8. A mercuronitrátot szürke színű, *fémes higanyná* redukálja:

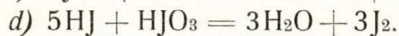
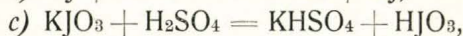
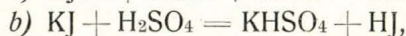
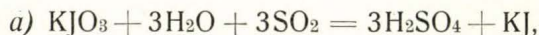


9. A salétromsavat, *nitrogéndioxid* fejlődés mellett, redukálja:



10. Jódsavakáliumból *jódot* választ le.

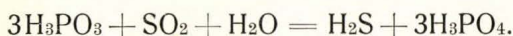
A hatás négy szakaszban folyik le:



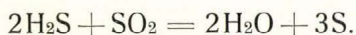
11. Festőanyagokat elszíntelenít. Ha lakmusz- vagy fukszin-oldatot kénessavoldattal jól összerázzunk, *színtelen* oldatot kapunk.

*4. A kéndioxid mint oxidáló anyag is szerepelhet és ez esetben azokat a vegyületeket, a melyek magok is könnyen vesznek fel oxigént, (tehát, a melyek redukáló anyagok) — oxidálja, vagy a magasabb vegyértéket képviselő vegyületté alakítja át, — s ő maga redukálódik.

1. Phosphorossavat *phosphorsavvá* oxidálja és a kéndioxid *hidrogén-sulfiddá* redukálódik:



A reakcióval fejlődő hidrogénsulfidot, ólomnitrátba mártott papiros-csik közvetítésével mutathatjuk ki. A reakcióban kénleválás is észlelhető, mely a hidrogénsulfid és kéndioxid egymásra hatásakor keletkezik:



A kísérlet csak forró oldatba sikerül és a kísérlethez csak egy-két csepp kéndioxidos vizet szabad használni.

2. A stannochloridot sósav jelenlétében *stannichloriddá* oxidálja s a kéndioxid hidrogénsulfiddá redukálódik:



a hidrogénsulfid azonban nem szabadulhat fel, mert a jelenlevő stannichloriddal egyesül és mint sárga színű *stannisulfid* válik le:



*5. **Nitroprussidnátrium és zinksulfát.** Ha kevés zinksulfát-oldatba egy-két csepp nitroprussidnátriumoldatot cseppentünk és azután közömbös kénessavsóoldattal elegyítjük: akkor a kénessavsóoldat mennyisége szerint, vörös színű csapadék, vagy csak színeződés áll elő. Nehány csepp nagyon híg káliumferrocyanid jelenléte fokozza a reakció érzékenységét.

6. **Stronciumnitrát** fehér színű, *stronciumsulfitból* álló csapadékot létesít.

7. **Kimutatás száraz úton.** (Lásd a kénsav hasonló reakcióját.)

Szénsav.

A szénsav vízben jól oldódik, egy térfogat 0^o-on 1.79 térfogatot old és a vizes oldatban valószínűleg a metaszénsav H₂CO₃ van jelen, mely tisztán előállítva még nincsen, mert könnyen széndioxidra és vízre bomlik. A vizes oldat kis mértékben disszociál, de nem a kétvegyértékű CO₃'' ionra, hanem az egyvegyértékű HCO₃' ionra. A szénsav nagyon gyenge kétbázisú sav; kétféle sót alkot, ugymint: szabályos és savanyú sót. A káliummal és nátriummal alkotott szabályos sók vízben jól oldódnak s lúgos hatásúak.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, kocsonyás, *báriumcarbonátból* álló csapadékot létesít:



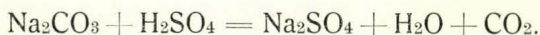
a csapadék vízben nehezen, salétromsavban jól oldódik. A csapadék forralva kristályos alakot ölt s akkor vízben teljesen oldhatlan.

2. **Ezüstnitrát** fehér színű, *ezüstcarbonátot* választ le:

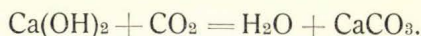


A csapadék salétromsavban és ammoniumhydroxidban jól oldódik. A csapadék vízzel forralva *ezüstoxidra* és *szénsavra* bomlik.

*3. **Híg savak** a carbonátokból *széndioxidot* fejlesztenek, mely pezsegeve száll el:



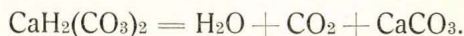
Ha a fejlődő gázt mézsvízbe hajtjuk, a kiváló *calciumcarbonáttól* az oldat zavaros lesz:



Ha a szénsavat huzamosabb ideig hajtjuk be, a csapadék mint *calciumhydrocarbonát* oldódik:



ha a tiszta oldatot forraljuk, széndioxid távozik el és *calciumcarbonát* csapódik le:



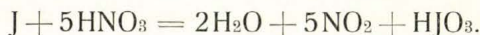
Ha a széndioxidot kálium- vagy nátriumhydroxidba hajtjuk, látható hatást nem észlelünk:



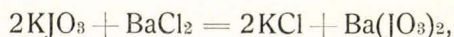
ekkor ugyanis káliumcarbonát létesül, mely vízben oldódik. A széndioxid az égést nem táplálja; ha tehát kémcsőben széndioxidot gyűjtünk össze s beléje égő gyújtószálat tartunk, azonnal elalszik.

Jódsav.

A jódsav keletkezik, ha jódot tömény salétromsavval oxidálunk:



1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriumjodátot* választ le:



a csapadék vízben nehezen, salétromsavban jól oldódik.

2. **Ezüstnitrát** fehér színű, *ezüstjodátot* választ le:

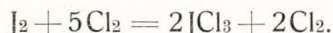


a csapadék salétromsavban és ammoniumhydroxidban oldható, az ammoniumhydroxidos oldatból a kénessavoldat *ezüstjodidot* választ le.

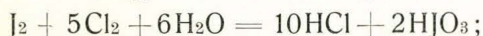
*3. **Tömény sósav.** Káliumjodát a sósavat a következő egyenlet értelmében oxidálja:



jódleválás nem észlelhető, mert a jód a chlórral színtelen *jódtrichloriddá* egyesül:



De a jód és chlór egymásra hatására jódsav is keletkezik:



a hatás azonban valószínűleg az első egyenlet értelmében történik, mert a chlór kimutatható. Ha ugyanis a kémcső fölébe káliumjodiddal itatott papiroscsíkot tartunk, akkor a kiváló jódtól barna színű folt keletkezik. A jód ellenben nem mutatható ki; ha az oldatot széndisulfiddal rázzuk össze, akkor a széndisulfid színtelen marad.

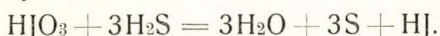
4. **Tömény kénsav** még meleg oldatból sem választ le jódot. (Kevés jódleválás mindig észlelhető.)

*5. **Redukáló anyagok** a jódsavat *hydrogénjodiddá* redukálják:

1. *Ferrosulfát* kénsav jelenlétében redukál:



2. *Hydrogénsulfid* kénkiválás mellett redukál:



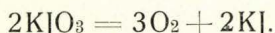
3. *Kéndioxid*: (Lásd a 150-ik oldalt.)

Mindezen reakcióknál a fejlődő hydrogénjodid a jelenlevő jódsavval *jódkiválás* mellett egyesül:



A leváltott jód chloroformban ibolya színnel oldódik.

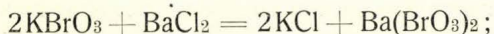
*6. **Kimutatása száraz úton.** A káliumjodát hevítve káliumjodidra és oxigénre bomlik; erős hevítésnél jód is válik le:



Brómsav.

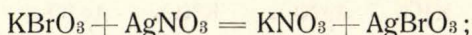
A brómsav csak vizes oldatban ismeretes.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriumbrómáttól* álló csapadékot létesít:



a csapadék vízbe nehezen, híg salétromsavban jól oldódik.

2. **Ezüstnitrát** fehér színű, *ezüstbromátból* álló csapadékot létesít:



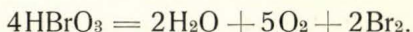
a csapadék salétromsavban nehezen, ammoniumhydroxidban könnyen oldódik.

*3. **Tömény sósav** a brómsavas sókból *brómot* választ le és chlór is fejlődik. Az oldat sárga színű lesz:



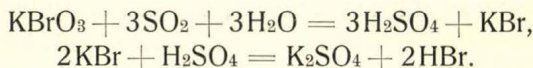
A bróm széndisulfiddal összerázva, sárga színnel oldódik.

4. **Tömény kénsav** a szilárd brómsavas sókból, vagy a tömény oldatból *brómsavat* választ le, mely azonnal bomlik:

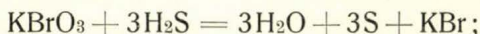


*5. **Redukáló anyagok** a brómsavat *hydrogénbromiddá* redukálják:

1. *Kénessavoldat*:

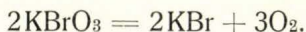


2. *Hydrogénsulfid* kénkiválás mellett hat:



melegítés elősegíti a hatást.

Kimutatás száraz úton. A káliumbromát hevítve káliumbromidra és oxigénre bomlik:



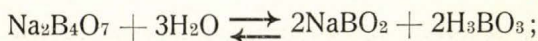
Bórsav.

Három bórsavat ismerünk: *orthobórsavat* (közönséges bórsav) H_3BO_3 , *metabórsavat* HBO_2 és *pyrobórsavat* $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Az orthobórsav 100° -on vizet veszít és átalakul metabórsavvá; ha a hevítést tovább folytatjuk, 140° -on már pyrobórsav keletkezik, mely végre magas hőmérsékleten bórsavanhydriddé B_2O_3 alakul át. Az orthobórsav sói nem ismeretesek, ezek igen bomlékonyak, ellenben a meta- és a pyrobórsav sói ismeretesek. A nátriumpyroborát, vagy bórax fontos kémszer.

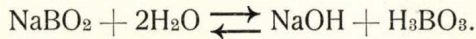
1. **Báriumchlorid** fehér színű csapadékot létesít. Ha a reakciót mint egyszerű cserebomlást tekintjük, akkor a következő egyenlettel érzékelhetjük a hatást:



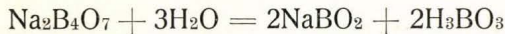
A bórsavas sók azonban (mint általában a gyenge savak sói) vizes oldatban hidrolitesen bomlanak. A bórax például a következő módon bomlik:



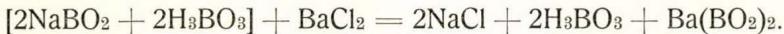
a hidrolízis azonban még nincsen befejezve, mert további hígításnál a nátriummetaborát is hidrolízisen bomlik:



A hidrolízis bomlást bizonyítja az oldat gyenge lúgos kémhatása; ha ugyanis az oldatba kurkuma-papírost teszünk, ez erősen megbarnul; ha most a papírost híg sósavba mártjuk, a nátriumhydroxid okozta barna szín eltűnik és a papiroscsík csak gyenge rózsavörös színeződést mutat, mely a szabad bórsav jelenlétére vall. Ha az oldatba széndioxidot, vagy hidrogénsulfidot hajtunk be, nátriumhydrocarbonát, illetőleg nátriumsulfid keletkezik.¹ Ha tehát bóraxoldatot báriumchlóriddal elegyítünk, nem keletkezik báriumpyroborát és a reakciót a fenti egyenlet nem fejezi ki helyesen. A valóságnak az egyenlet csak akkor felel meg, ha $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ helyett a hidrolízis bomlás értelmében a



egyenlettel fejezzük ki az átalakulást. A reakció tehát így fejezhető ki helyesen:

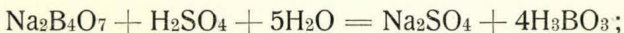


A csapadék nem nagyon híg oldatban *báriummetaborát*. Hogy *orthobórsav* is van jelen, ezt kimutathatjuk a következő módon: A csapadékról leszűrt oldatot kis térfogatra párologtatjuk le és kurkumapapírost mártunk az oldatba; a barna színű papiroscsíkot azután híg sósavba mártjuk és ha megszáritjuk, megkapjuk a bórsavra jellemző rózsavörös színt, mely szín nátriumcarbonát hatására kékes-fekete színt ölt.

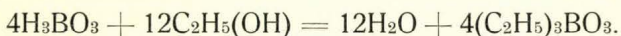
2. **Ezüstnitrát** fehér színű, túrós *ezüstmetaborátból* AgBO_2 álló csapadékot létesít. A csapadék vízzel főzve bomlik és barna színű *ezüst-oxid* válik le:



*3. **Tömény kénsav és alkohol.** Ha bórsavvegyületet kis porcelláncsészében tömény kénsavval és alkohollal keverünk össze és gyengén melegítjük, *aethylborát* keletkezik, mely az alkohol lángját, ha az eltávozó gőzt meggyújtjuk, zöld színűre festi. A reakció két szakaszban folyik le. Az első szakaszban *orthobórsav* keletkezik:



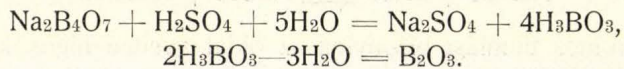
a második szakaszban a bórsav és alkohol egymásra hatására bórsavas-aethyl keletkezik:



4. **Tömény kénsav.** Ha platinadróton kis bóraxgyöngyöt csinál-

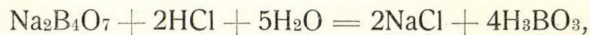
¹ T h a n, A kísérleti chemia elemei. II. 623.

lunk, ezt tömény kénsavval megnedvesítjük és a Bunsen-féle lámpa alsó részébe tartjuk, *bórtrioxid* keletkezik, a mely izzó állapotban a lángot zöld színűre festi:



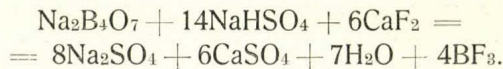
*5. **Kurkumapapiros** híg bórsavoldatba mártva, nem mutat változást; megszáritva azonban *vörösbarna* színt ölt. A tömény bórsavoldatba mártott kurkumapapiros azonnal vörösbarna színű lesz; egy csepp káliumhydroxidot cseppentve rá, kékes-zöld színű folt keletkezik.

A barna szín híg sósavtól *nem* tűnik el. A kísérletet bóraxoldattal is végezhetjük: ha melegen telített bóraxoldatot sósavval elegyítünk, bórsav keletkezik:



ha kurkumapapirost mártunk bele, a papiros vörösbarna színt ölt.

6. **Kimutatás száraz úton.** Ha bórsavvegyületet káliumhydro-sulfáttal s kevés calciumfluoriddal összekeverünk és a kissé megnedvesített keveréket platinadróton a Bunsen-féle lámpa alsó részébe tartjuk s megolvasztjuk, *bórfluorid* keletkezik, mely a lángot zöldre festi:

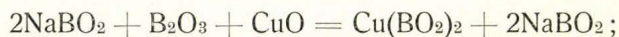


A reakció nagyon érzékeny.

A bórsav sói közül a bórax nagyon fontos kémszer; ugyanis valamely fémoxiddal összeolvasztva, jellemző színű *metaborát* keletkezik, melynek színéről a fém fel lehet ismerni. A bórax platinadróton hevítve bomlik:

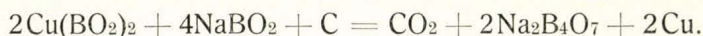


s tiszta átlátszó gyöngy létesül; ha a gyöngyöt kevés fémoxiddal hevítjük, a bórtrioxid a fémoxiddal metaboráttá egyesül:



ez esetben kékszínű gyöngy keletkezik.

Ha a kékszínű borátot a redukáló lángban hevítjük, réz válik ki s a gyöngy átlátszatlan lesz:

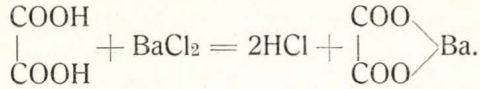


Molibdénsav. Szelénsav. Szelénessav. Tellurossav. Tellursav.
Reakcióikat lásd a fémeknél.

Oxálsav.

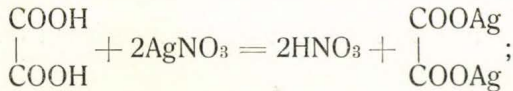
Az oxálsav két bázisú sav, szabályos és savanyú sókat alkot.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriumoxalátból* álló csapadékot létesít:



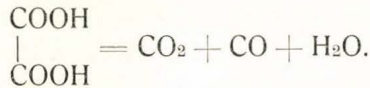
A csapadék eczetsavban nem oldódik; sósavban, salétromsavban jól oldódik.

2. **Ezüstnitrát** fehér színű, *ezüstoxalátot* választ le:



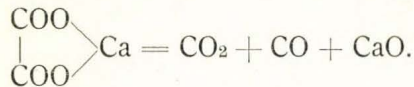
a csapadék ammoniumhydroxidban és salétromsavban oldható.

*3. **Tömény kénsav.** Ha szilárd oxálsavat tömény kénsavval elegyítjük s gyengén melegítjük, *széndioxidra*, *szénoxidra* és *vízre* bomlik:

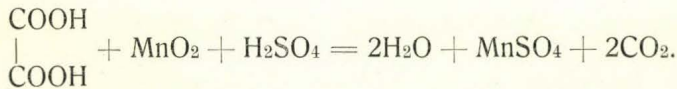


A kénsav mint vízelvonó anyag szerepel. Ha a gázt káliumhydroxid alatt fogjuk fel, szénoxid marad vissza, mely meggyújtva kék lánggal ég.

4. **Calciumchlorid** fehér színű *calciumoxalátot* választ le, mely eczetsavban nem oldódik, sósavban és salétromsavban könnyen oldódik. A calciumoxalát a forrasztólámpánál izzítva bomlik és calciumoxid marad hátra:



*5. **Mangánperoxid és kénsav** az oxalátokat, vagy az oxálsavat *széndioxid*-fejlődés mellett oxidálja:

**Phosphorossav.**

A phosphorsav-anhydridből P_2O_5 és a phosphorossav-anhydridből P_2O_3 , a következő savak vezethetők le: *orthophosphorsav* H_3PO_4 , *pyrophosphorsav* $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, *metaphosphorsav* HPO_3 , *phosphorossav* H_3PO_3 .

Ismeretes még a *hypophosphorsav* $\left. \begin{array}{l} \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6 \\ \text{H}_2\text{PO}_3 \end{array} \right\}$ és a *hypophosphorossav* H_3PO_2 , de ezek a chemiai analízis szempontjából nem fontosak. A phosphor különböző savait a chemiai analízis két különböző osz-

tályba sorozza. A második osztályba tartoznak a phosphorossav, pyrophosphorsav és a metaphosphorsav; az orthophosphorsav ellenben a harmadik osztályba tartozik.

A phosphorossav a phosphor lassú oxidációjánál keletkezik. A víz, mely alatt a phosphort tartjuk, bőségesen tartalmaz phosphorossavat. Mesterségesen előállítható, ha phosphortrichloridot vízzel bontunk el. A phosphorossav igen könnyen phosphorsavvá oxidálható s ezért erőlyes redukáló anyag. A phosphorossav két bázisú sav.

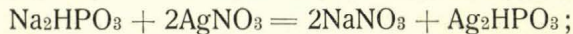
1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriumphosphitet* választ le:



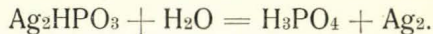
a csapadék sósavban, salétromsavban és eczetsavban oldható.

*2. **Redukáló hatások.**

a) *Ezüstnitrát* híg oldatból fehér színű, *ezüstphosphitből* álló csapadékot választ le:

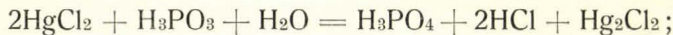


a csapadék vízzel főzve bomlik és fekete *fémes-ezüst* válik le:



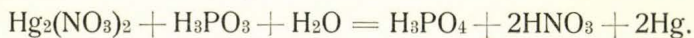
Tömény oldatból már hidegen is fekete színű *fémes-ezüst* válik le.

b) *Mercurichlorid* melegítve mercurchloriddá redukálódik:

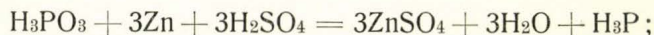


sok phosphorossav jelenlétében a mercurchlorid is redukálódik és szürke színű *higany* keletkezik.

c) *Mercuronitrát* meleg oldatban azonnal szürke színű *higanynyá* redukálódik:



*3. **Zink és híg kénsav** a phosphorossavat *phosphorhydrogénné* redukálja:



ha az eltávozó gáz fölébe *tömény* ezüstnitráttal itatott papiroscsíkot tartunk, sárga színű *ezüstphosphidből* és *ezüstnitrátból* álló vegyület létesül:



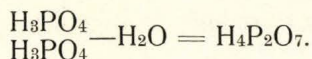
A sárga folt vízzel érintkezve, vagy ha sokáig hat reá a phosphorhydrogén elbomlik és megfeketedik:



Ha a kísérletet hydrogénfejlesztőben végezzük és a kiáramló gázt meggyűjtjük, zöld színű lángot kapunk. (A kísérletet az 57-ik oldalon leírt eljárás szerint végezzük.)

Pyrophosphorsav.

Ha orthophosphorsavat 220° -ra hevítünk, vizet veszít s pyrophosphorsav keletkezik:



Vizes oldatban idővel orthophosphorsavvá alakul át. Az R_2HPO_4 összetételű orthophosphorsavsók hevítve, pyrophosphorsavsókká alakulnak át.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriumpyrophosphátból* BaP_2O_7 álló csapadékot létesít. A csapadék híg salétromsavban oldható.

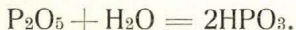
2. **Ezüstnitrát** fehér, túros, *ezüstpyrophosphátot* $\text{Ag}_2\text{P}_2\text{O}_7$ választ le; a csapadék salétromsavban, ammoniumhydroxidban, sőt a pyrophosphorsava vfölöslegében is oldható.

3. **Molibdénsavasammonium** hideg oldatban *nem* létesít csapadékot; ha az oldatot huzamos ideig forraljuk, a pyrophosphorsav orthophosphorsavvá alakul át s mint ilyen, sárga színű csapadékot keletkeztet.

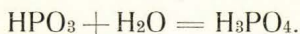
4. **Tojásfehérjét** a pyrophosphorsav *nem* alvaszt meg.

Metaphosphorsav.

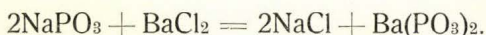
Ha orthophosphorsavat magas hőmérsékletre hevítünk, akkor metaphosphorsav keletkezik. Keletkezik akkor is, ha phosphorpentoxidot *hideg* vízben oldunk:



A metaphosphorsav vízzel forralva, orthophosphorsavvá alakul át:



1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriummetaphosphátot* választ le:



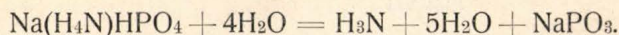
2. **Ezüstnitrát** fehér színű, *ezüstmetaphosphátot* AgPO_3 választ le. A csapadék oldható salétromsavban és ammoniumhydroxidban is sárga színnel.

3. **Molibdénsavasammonium** hideg oldatban *nem* idéz elő csapadékot. A metaphosphorsav forralva, orthophosphorsavvá alakul át s mint ilyen sárga színű csapadékot létesít.

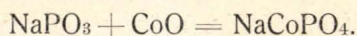
*4. **Tojásfehérjét** a szabad metaphosphorsav *megalvasztja*. A nátrium sója ellenben csak akkor alvasztja meg, ha eczetsavval elegyítjük.

A nátriummetaphosphát magas hőmérsékleten nagyon sok fémoxidot old. Az oldásnál orthophosphát keletkezik s minthogy ennek színe az egyes fémekre nézve jellemző, ezért a reakciót felhasználhatjuk az egyes fémek kimutatására. Ezek az úgynevezett *phosphorsó-* vagy *phos-*

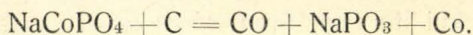
phorgyöngy-reakciók. A phosphorsóreakcióhoz azonban nem a nátrium-metaphosphátot, hanem a nátriumammoniumhydrophosphátot (phosphorsót) $\text{Na}(\text{H}_4\text{N})\text{HPO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ használjuk. Ha ezt platinadróton megolvasszuk, a következő egyenlet értelmében bomlik:



A platinadróton átlátszó gyöngy alakjában visszamarad a nátrium-metaphosphát, mely a reá tapadt fénoxidot, például a cobaltoxidot a következő egyenlet szerint oldja:



Ha ezt a kék színű orthovegyületet huzamosabb ideig a redukáló lángban tartjuk, akkor az orthovegyület bomlik és a kiváló cobalttól szürke színű átlátszatlan gyöngy keletkezik:



Ha a vizsgálandó vegyület valamely só, ez hevítéskor bomlik és a keletkező oxid azonnal oldódik:



A különböző fénoxidok jellemző színű gyöngyöt létesítenek ugyan, de a szín változhatik a szerint, hogy a gyöngyöt a redukáló, vagy oxidáló térben izzítjuk és a szerint, a mint forró vagy hideg.

Kovasav.

A silíciumdioxid vagy kovasavanhydridből SiO_2 levezethető két hydrátnak — az *orthokovasav*nak H_4SiO_4 és *metakovasav*nak H_2SiO_3 molekulaképlete biztosan nem ismeretes, mert szárításkor könnyen silíciumdioxidra és vízre bomlanak. A fenti képletekre csak vegyületeikből, a silikátokból következtethetünk. A kovasavnak több molekulája is egyesülhet egymással, még pedig oly módon, hogy két, három, vagy több molekulából, egy vagy több molekula víz kiválik. Az ily módon létesült vegyületeket a molekulában foglalt silíciumatóm mennyisége szerint, *di-*, *tri-*, *tetra-*, stb. silikátoknak, általánosan *polysilikátoknak* nevezzük.

A polysilikátok szabad állapotban nem ismeretesek, csak vegyületeikben. A kémiai analizisben a kovasavvegyületeket a következőképpen osztályozzuk:

I. *Vízben oldható silikátok.*

II. *Vízben oldhatlan silikátok.* Itt két alosztályt különböztethetünk meg:

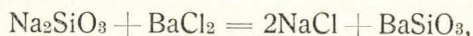
1. *Savakkal elbontható silikátok.*

2. *Savakkal el nem bontható silikátok.*

Vízben oldható silikátok.

Vízben oldható silikát például a vízüveg; keletkezik, ha silícium-dioxidot nátriumcarbonáttal olvasztunk össze platinatégelyben. A vizes oldat erősen disszociál.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, kocsonyás, *bárium-silikátból* álló csapadékot létesít:



mely híg savakban, vagy káliumhydroxidban oldható.

2. **Ezüstnitrát** sárgás színű, *ezüstsilikátból* álló csapadékot létesít, mely híg salétromsavban és ammoniumhydroxidban oldható.

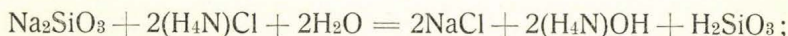
*3. **Sósav** fehér színű, változó összetételű kocsonyás *kovasav-hydrátot* választ le:



A csapadék oldható káliumhydroxidban, nátriumcarbonátban, továbbá savakban és vízben is és ezért a leválás sósavval nem is tökéletes, sőt híg oldatból csapadék nem is válik ki.

A kovasav szárításkor vizet veszít és azon mértékben, a milyenben víz távozik el belőle, csökken az oldhatósága savakban. A 100^o-on szárított kovasav savakban már alig oldódik; a 150^o-on szárított kovasav már egyáltalában nem oldódik. Nagyon tömény lúgban ellenben még az izzított kovasav is oldódik.

4. **Ammoniumchlorid** fehér színű, kocsonyás *kovasavat* választ le:



a kovasav leválása nem tökéletes.

Vízben oldhatlan silikátok.

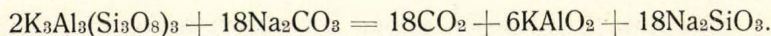
A vízben oldhatlan silikátok közül a zeolitok s igen sok mestersegesen előállított silikát sósavval elbontható; ha ezeket sósavval melegítjük s azután szárazra párologtatjuk, akkor a savakban oldhatlan kovasav marad hátra.

Ha kevés silikátot phosphorsógyöngyben hevítünk, a fémoxidok oйдódnak és a kovasav mint *alaktalan* kovaváz marad hátra. A kovasavnak ez a kimutatása azonban nem megbízható, mert a zeolitsoportba tartozó silikátok majdnem mind feloldódnak phosphorsógyöngyben.

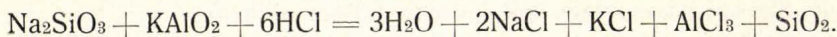
A természetben előforduló polysilikátok azonban sósavval nem bonthatók el s hogy ezekből a kovasavat leválasszthassuk, az úgynevezett *feltáráshoz* kell folyamodnunk. A polysilikátokat a következő eljárásokkal tárhatjuk fel:

1. A finom porított anyagot platinatégelyben a tízszeres mennyiségű nátriumcarbonáttal, vagy káliumnátriumcarbonáttal, először a

Bunsen-féle lámpával olvasztjuk össze, azután a forrasztólámpával még negyed óráig hevítjük. A nátriumcarbonát a silikát kovasavjával sósavval elbontható alkálsilikátot létesít. Az orthoklas például a következő egyenlet értelmében alakul át:



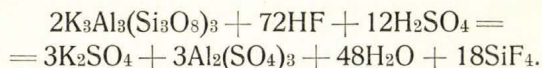
Ha a platinatégely lehült, a tégely falától elvált olvadékot hengerűvegbe teszszük és sósavat öntünk reá:



A kovasav részben leválik és a fémek mint chloridok oldódnak. Minthogy fölösleges nátriumcarbonát is van jelen, sok széndioxid is fejlődik. A gázfejlődés megszűntével az oldatot a csapadékkal együtt szárazra párologtatjuk. Ha most sósavat és vizet öntünk rá, a silikátban jelen volt pozitív alkotórészek: Al, K, Na mint chloridok oldódnak és fehér színű kovasav marad hátra.

Arról, hogy a feltárás tökéletesen végbement-e vagy nem, úgy győződhetünk meg, hogy a leszűrt kovasavat platinacsészében hidrogénfluoriddal gyengén melegítjük. A hidrogénfluorid elűzése után, ha a kovasav tiszta volt, a platinacsészében maradékot nem találunk. (Ha a hidrogénfluorid nagyon híg, esetleg többször is ismételni kell vele a bepárologtatást.)

2. Ha finoman porított silikátot platinatégelyben hidrogénfluoriddal, és néhány csepp tömény kénsavval elegyítjük s gyengén melegítjük, a silikátban lévő silícium átalakul *silíciumtetrafluoriddá*, a mely gáznemű lévén, elszáll:



Ha a silikátot hidrogénfluoriddal ismételten bepároljuk és a maradékból a felesleges kénsavat elűzzük, akkor a silikátban levő fémek mint sulfátok maradnak vissza. Ezt a feltárást akkor alkalmazzuk, ha az alkálifémeket is ki akarjuk mutatni. Mindenesetre figyelembe kell venni, hogy az alkáliföldfémek sulfátjai vízben nehezen, vagy egyáltalán nem oldódnak.

Harmadik osztály.

Az első csoport harmadik osztályába tartozó savak báriumchloriddal *fehér* színű csapadékot létesítenek, melyek vízben nehezen, híg salétromsavban azonban jól oldódnak. Ezüstnitráttal *színes* csapadék létesül, mely híg salétromsavban oldható. Ebbe az osztályba tartoznak: *thiokénsav*, *perjódsav*, *orthophosphorsav*, *árzénessav*, *árzénsav*, *chrómsav*.

Thiokénsav.

A thiokénsav $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ szabad állapotban nem ismeretes, mert azonnal kénre és kénessavra bomlik. Sói: a thiosulfátok ismeretesek és állandó vegyületek.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriumthiosulfátból* álló csapadékot létesít:

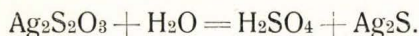


a csapadék forró vízben elég jól oldódik.

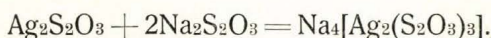
*2. **Ezüstnitrát** fehér színű, túrós, *ezüstthiosulfátból* álló csapadékot létesít:



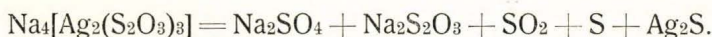
A csapadék, kivált melegítve, gyorsan sárga, azután *ezüstsulfid* keletkezése következtében fekete színű lesz:



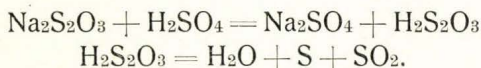
Az ezüstthiosulfát a kémszer feleslegében mint komplex *nátriumezüstthiosulfát* oldódik:



Ha az oldatot forraljuk, barna színű *ezüstsulfid* válik le:



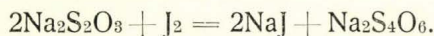
*3. **Kénsav, vagy sósav** a nátriumthiosulfátból az oldat töménysége szerint, hosszabb vagy rövidebb idő múlva, sárga színű *ként* választ le és kéndioxid fejlődik:



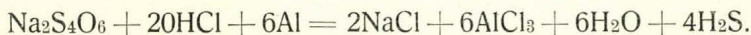
Melegítés a reakciót gyorsítja.

***4. Redukáló hatások.**

a) *Jódoldatot* a nátriumthiosulfát *elszinteleníti* (redukálja) s ő maga *tetrathionsavsnátriummá* oxidálódik:



Ha az oldatot sósavval, savanyítva aluminiumporral forraljuk, a tetrathionsavsnátrium redukálódik és hidrogénsulfid fejlődik:

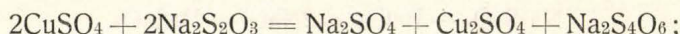


A kísérletkor a jódoldatot *nagyon híg* nátriumthiosulfáttal redukáljuk, mert különben a tetrathionsavsnátrium redukciója alkalmával a feleslegben jelenlévő thiosulfát és sósav hatására kén válik le, kéndioxid fejlődik, mi a reakciót zavarja.

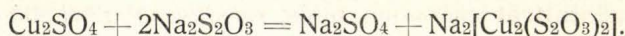
b) *Ferrichlorid*-oldatot ferrochloriddá redukálja s színtelen oldat keletkezik. (A reakciót lásd a 108-ik oldalon.)

Átmenőleg az oldat a keletkező ferrithiosulfáttól (Treadwell) sötét ibolya színű lesz; ez a szín azonban csakhamar (melegítve gyorsan) eltűnik.

c) A *cuprisulfátot* színtelen *cuprosulfáttá* redukálja:



mely a kémszer feleslegében mint komplex *nátriumcuprothiosulfát* oldódik*:



*5. **Zink és sósav** a thiosulfátot redukálja és *hydrogénsulfid* fejlődik; ha az eltávozó gáz felébe ólomnitráttal itatott papíroszcikot tartunk, fekete folt keletkezik.

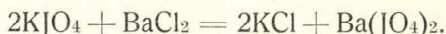
*6. **Zinksulfát** *nem létesít* csapadékot.

*7. **Zinksulfát és nitroprussidnátrium** a thiosulfát oldatában *nem* idéz elő vörös színeződést.

Perjódsav.

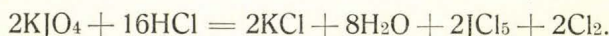
A perjódsav $\text{HJO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ vagy H_5JO_6 szerkezetére nézve eltérők a vélemények.** A perjódsav nagyon erélyes oxidáló anyag.

1. **Báriumchlorid** fehér színű *báriumperjodátot* választ le:



2. **Ezüstnitrát** szennyes sárga színű és gyorsan barnuló, *ezüst-perjodáttól* álló csapadékot létesít.

*3. **Tömény sósavval** melegítve, a sósavat *chlór*-fejlődéssel oxidálja:



4. **Káliumperjodát** gyengén melegítve, oxigénfejlődéssel bomlik; erősen hevítve, a bomlás tovább halad és jódgökök távoznak el.

Orthophosphorsav.

Az orthophosphorsav keletkezik, ha phosphort salétromsavval oxidálunk, vagy ha phosphorpentoxidot forró vízben oldunk. Az orthophosphorsav hárombázisú sav s a következő sókat alkotja: RH_2PO_4 , R_2HPO_4 és R_3PO_4 . A két utóbbi só vizesoldata lúgos kémhatású. Ugyanis: $\text{HPO}_4'' + \text{HOH} = \text{H}_2\text{PO}_4' + \text{OH}'$ és $\text{PO}_4''' + \text{HOH} = \text{HPO}_4' + \text{OH}'$. A hydrophosphát és phosphát ionok hidrolízis következtében átalakulnak és OH' létesül és ez okozza az oldatok lúgos kémhatását. Az R_2HPO_4

* Treadwell: Anal. Chemie. V. kiad. 324.

** Than: A kísérleti chemia elemei. II. k. 885.

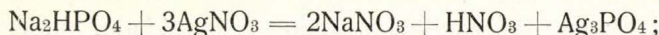
összetételű alkáliphosphát csak gyengén lúgos, míg az R_3PO_4 összetételű alkáliphosphát erősen lúgos kémhatású.

1. **Báriumchlorid** fehér színű, *báriumhydrophosphátból* álló csapadékot létesít:



A csapadék híg savakban könnyen oldódik.

2. **Ezüstnitrát** sárga színű, *ezüstphosphátból* álló csapadékot létesít:



a csapadék oldható salétromsavban és ammoniumhydroxidban.

*3. **Molibdénsavasammonium** a salétromsavval savanyított oldatból kanárisárga színű, változó összetételű *ammoniumphosphormolibdenátot* választ le. A reakció négy szakaszban folyik le:

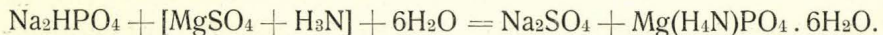
1. $(H_4N)_6Mo_7O_{24} + 6HNO_3 + 4H_2O = 6(H_4N)NO_3 + 7H_2MoO_4,$
2. $Na_2HPO_4 + 2HNO_3 = 2NaNO_3 + H_3PO_4,$
3. $H_3PO_4 + 3(H_4N)NO_3 = 3HNO_3 + (H_4N)_3PO_4,$
4. $(H_4N)_3PO_4 + 12H_2MoO_4 = 12H_2O + (H_4N)_3[PO_4(MoO_3)_{12}].$

A molibdénsav a phosphorsavval a $H_3[PO_4(MoO_3)_{12}]$ összetételű kompleksavat alkotja, melynek ammoniumsója vízben oldhatlan.

Híg és hideg oldatból nem válik le csapadék; ha azonban az oldatot gyengén melegítjük, megsárgul és belőle a phosphorsav mennyisége szerint, rövidebb vagy hosszabb idő múlva, sárga színű csapadék válik le. Ha az oldatban csak nagyon kevés phosphorsav van, akkor csak sárga színeződés áll elő. *A kémszert feleslegben kell alkalmazni.* A reakció rendkívül érzékeny.

A molibdénsavasammonium salétromsavval melegítve, sárgás árnyalatú oldatot létesít, ezért kis mennyiségű phosphorsav felkeresésénél párhuzamosan végezzünk két kísérletet. Az egyik kémcsőben a kémszert salétromsavval melegítjük, a másik kémcsőben pedig phosphorsavra kémlelünk s az oldatok színét összehasonlítjuk. Az ammoniumphosphormolibdenát oldható ammoniumhydroxidban, továbbá a phosphorsavassó feleslegében is némileg, s ezért kell a kémszert a leválasztáskor feleslegben alkalmazni. Sósav és chloridok jelenléte módosítják a reakciót. Hydrogénsulfid redukálja a molibdénsavat s kék színű oldat keletkezik; a hydrogénsulfidot tartalmazó oldatot tehát addig forraljuk, míg a gázt tökéletesen elűzzük.

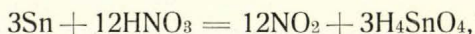
*4. **Magnéziamixtura** fehér színű, kristályos *magnéziumammoniumphosphátot* választ le:



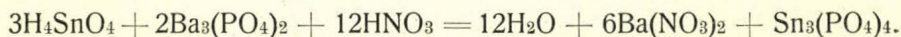
A csapadék ammoniumhydroxidos vízben teljesen oldhatlan.

5. **Ferrichlorid** sárgásfehér színű, pelyhes *ferriphosphátot* választ le. A ferriphosphát ásványos savakban könnyen oldódik, miért a leválás nem tökéletes. Ha azonban nátriumacetátot elegyítünk az oldathoz, a sósav rovására nátriumchlorid keletkezik és ecetsav szabadul fel, melyben a ferriphosphát nem oldódik. (Lásd a 106-ik oldalt.)

*6. **Ón és salétromsav.** A phosphorsavat az ón, tömény salétromsav jelenlétében fehér színű oldhatlan *ónphosphát* alakjában választja le. A kísérletet a következő módon hajtjuk végre: Valamely alkáliföldfém phosphátot tömény salétromsavban oldunk. Az oldatba ónport teszünk és porcelláncsészében gyengén melegítjük. Ha az ónphosphátból és a reakció folyamán keletkezett β -ónsavból álló csapadékot leszűrjük, a szüredékben phosphorsavat *nem* mutathatunk ki. A reakció két szakaszban folyik le. Először az ón a salétromsav hatására α -ónsavvá alakul át:



és ez a phosphorsavval azonnal ónphosphátot létesít:



7. **Zink és sósav** az orthophosphorsavat *nem* redukálja.

8. **Kimutatás száraz úton.** 3—4 mm. széles üvegcsövet egyik végén beforrasztunk, belé kevés magnéziumdarabkát, egy-két mák-szemnyi phosphátot teszünk s a *Bunsen*-féle lángban összeolvasztjuk. A magnézium a phosphátot phosphiddé redukálja. Ha az összeolvadt részt széttörjük s vízzel lecseppentjük, a *phosphorhydrogén* jellemző szaga érezhető:



Árzénessav. Árzénsav. Chromsav. Reakciókat lásd a fémeknél.

MÁSODIK CSOPORT.

A második csoportba tartoznak azok a savak, a melyek báriumchloriddal *nem* létesítenek csapadékot. Ezüstnitráttal csapadék keletkezik. A második csoportban két osztályt különböztethetünk meg.

Első osztály.

A második csoport első osztályába tartozó savak ezüstnitráttal *fehér*, vagy *kissé színes* csapadékot létesítenek, melyek híg-salétromsavban *nem* oldódnak. Ezen osztályba tartoznak: *hydrogénchlorid*, *hydrogénjodid*, *hydrogénbromid*, *hydrogénycánid*, *hydrogénferrocyanid*, *hydrogénferriycánid*, *hydrogénsulfocyanid*, *hypochlorossav*.

Hydrogénchlorid.

A hidrogénchlorid HCl színtelen gáz, mely vízben nagyon jól oldódik. Vizes oldata a sósav, mely a kereskedésben kapható, 1·19 faj-súlyú és körülbelül 37% hidrogénchloridot tartalmaz. Ha a tömény savat hevítjük, hidrogénchlorid távozik el mindaddig, míg hőfoka 110°-ra emelkedik, mikor 20·2%-os sav párolog át. A sósav erős sav és híg oldatban H⁺ és Cl⁻ ionokra disszociál.

*1. **Ezüstnitrát** még nagyon híg oldatban is fehér, túrós *ezüstchloridból* álló csapadékot választ le. A csapadék salétromsavban nem oldható, ellenben ammoniumhydroxidban, káliumcyanidban, nátriumthio-sulfátban oldható. (Lásd az ezüst megfelelő reakcióját.)

Az ammoniumhydroxidos oldatból salétromsav hatására megint ezüstchlorid válik le. Az ezüstchlorid zinkkel meg sósavval, vagy kénsavval redukálható; a redukciót a keletkezés pillanatában képződő hidrogén végzi:

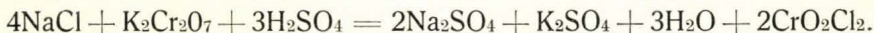


2. **Mercuronitrát** fehér színű, *mercurochloridot* választ le. (Lásd a mercurohigany reakcióját a 49-ik oldalon.)

3. **Ólomnitrát** fehér színű *ólomchloridot* választ le. (Lásd az ólom reakcióját a 46-ik oldalon.)

*4. **Kénsav.** A chloridok kénsavval (hígítás 3:1) melegítve bomlanak és *hidrogénchlorid-gáz* fejlődik. Azonban nem minden chlorid bomlik el simán; az ezüstchlorid például csak tömény kénsav hatására bomlik.

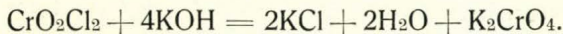
*5. **Káliumbichromát és kénsav.** Ha valamely chloridot, például szilárd nátriumchloridot és szilárd káliumbichromátot kevés tömény kénsavval melegítünk, vörösbarna színű *chromylchlorid-gőzök* fejlődnek:



A reakció tulajdonképpen három szakaszban folyik le:

1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CrO}_3,$
2. $4\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{HCl},$
3. $2\text{CrO}_3 + 4\text{HCl} + \text{kénsav mint vízetlevonó anyag} = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CrO}_2\text{Cl}_2.$

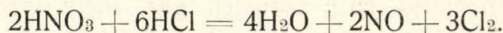
Ha a fejlődő gázt káliumhydroxidba hajtjuk, *káliumchromát* keletkezik és az oldat megsárgul:



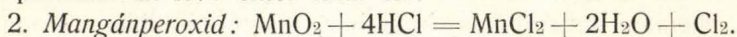
A kísérletet a 114-ik oldalon közölt módon végezzük.

6. **Oxidáló anyagok** a hidrogénchlorid hidrogénjét vízzé oxidálják és chlór szabadul fel. A következő reakciónál mindig *tömény* sósav értendő. A reakciók gyors lefolyását melegítés elősegíti.

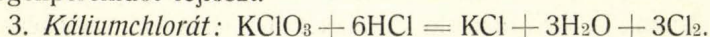
1. *Tömény salétromsav* a sósavra a következő egyenlet értelmében hat:



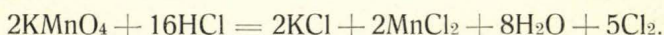
A nitrogénoxid a chlórral könnyen bomló *nitrosylchloridot* NOCl is eredményez. A nitrogénoxid mint ilyen nem marad meg s a levegő oxigénje azonnal *nitrogéndioxiddá* NO₂ oxidálja, mely mint nehéz, barna színű gőz száll el. A tömény salétromsav és tömény sósav 1 : 3 arányban elegyítve, létesíti a királyvizet. A királyvíz erélyes oxidáló hatásait, a keletkezés pillanatában lévő chlór idézi elő.



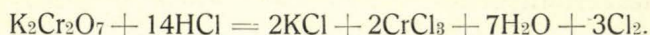
Nem minden peroxid oxidálja a sósavat, a báriumperoxid például hidrogénperoxidot fejleszt.



4. *Káliumpermanganát*:

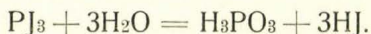


5. *Káliumbichromát*:



Hydrogénjodid.

A hidrogénjodid színtelen gáz. Keletkezik, ha phosphortrijodidot vízzel bontunk el:



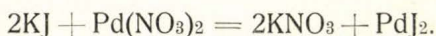
A hidrogénjodid vizes oldatát előállíthatjuk, ha jód-oldatot hidrogén-sulfiddal telítünk:



Vízben nagyon jól oldódik. A 0°-on telített oldat 90% hidrogénjodidot tartalmaz. Ha a tömény savat hevítjük, akkor hidrogénjodid távozik el, mindaddig, míg hőfoka 127°-ra emelkedik s ekkor egy 57%-os sav párolog át. A hidrogénjodid vizes oldatát huzamos ideig eltartani nem lehet, mert jód válik ki és az oldat megbarnul.

*1. **Ezüstnitrát** sárgás színű, túrós *ezüstjodid*-csapadékot létesít. A csapadék vízben, híg salétromsavban, híg ammoniumhydroxidban nem oldódik. Jól oldódik káliumcyánidban; nátriumthiosulfátban nehezen, tömény ammoniumhydroxidban alig oldható.

*2. **Palládonitrát** fekete színű *palládojodidot* választ le:



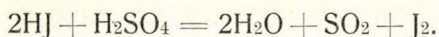
A csapadék ammoniumhydroxidban és káliumjodidban oldható.

3. **Mercurinitrát. Mercuronitrát. Ólomnitrát.** Reakcióját lásd a megfelelő fémeknél.

4. **Tömény kénsav** a jodidokból jódot választ le. A reakció két szakaszban folyik le. Ha szilárd káliumjodidra tömény kénsavat öntünk, az első szakaszban *hydrogénjodid* fejlődik:



A második szakaszban a *hydrogénjodid* a kénsavat redukálja, *jód* válik ki és *kéndioxid* szabadul fel:



Szépen sikerül ez a kísérlet, ha tömény kénsavra óvatosan káliumjodidoldatot rétegezzük; a két folyadék érintkezése helyén barna színű gyűrű jelenik meg, mely azonban eltűnik, ha kevés vizet öntve hozzá, összerázzuk.

*5. **Chlórosvíz** a jodidokból jódot választ le:



Ha káliumjodid híg oldatát egy-két csepp chlórosvízzel elegyítjük, azonnal jód válik le, mely széndisulfidban ibolya színnel oldódik. Egy másik kísérletet úgy végezzük, hogy a kivált jódhoz keményítőoldatot elegyítünk; az oldat azonnal megkékül. Ha mindkét esetben az oldatba felesleges chlórosvizet öntünk, mind az ibolya, mind a kék szín eltűnik, mert a chlórosvíz a jódot jódsavvá oxidálja. (A reakciót lásd a 11-ik oldalon.)

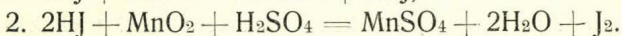
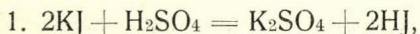
*6. **Káliumbichromát és kénsav.** Ha valamely jodidot, például szilárd káliumjodidot és szilárd káliumbichromátot kevés tömény kénsavval melegítünk, jód válik ki, mely ibolya színű gőz alakjában távozik el. (A reakció részletes ismertetését lásd a 18-ik oldalon.)

A reakciót oldatokkal is végezhetjük s már híg kénsav hatására hideg oldatból is jód válik ki, mely széndisulfidban, vagy chloroformban ibolya színnel oldódik. (A kísérletet a 114-ik oldalon közölt módon végezzük.)

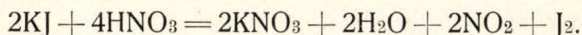
*7. **Salétromossav. (Káliumnitrit és kénsav.)** Ha nagyon híg káliumjodidoldatot káliumnitritoldattal és néhány csepp hígított kénsavval elegyítünk, azonnal jód válik le. Ha keményítőoldat is van jelen, az oldat színe kék. (A reakció lefolyását lásd a salétromossavnál.)

8. **Ferrivegyületek** a káliumjodidból jódot választanak le s ferrovegyületekké redukálódnak. Melegítés a hatást elősegíti. (A reakciókat lásd a 18-ik oldalon.)

9. **Mangánperoxid és kénsav** a káliumjodiddal melegítve *jód*ot választ le:



10. **Tömény salétromsav** a jodidokból *jódot* választ le; melegítés gyorsítja a hatást:



Hydrogénbromid.

A hidrogénbromid színtelen gáz. Keletkezik, ha phosphortribromidot vízzel bontunk el. A hidrogénbromid vizes oldatát előállíthatjuk, ha a bróm vizes oldatát hidrogénsulfiddal telítjük. A hidrogénbromid vízben nagyon jól oldódik; a 0°-on telített oldatban 80% hidrogénbromid van. Ha a tömény savat hevítjük, hidrogénbromid távozik el, mindaddig, míg hőfoka 126°-ra emelkedett és ekkor egy 48%-os sav párolog át. A hidrogénbromid vizes oldata huzamos ideig eltartható a nélkül, hogy bomlanék.

*1. **Ezüstnitrát** világossárga színű, túrós *ezüstbromidból* álló csapadékot létesít. A csapadék vízben, híg salétromsavban nem oldódik. Káliumcyánidban, nátriumthiosulfátban jól oldódik; tömény ammonium-hydroxidban nehezen oldódik.

2. **Tömény kénsav.** Ha szilárd káliumbromidra tömény kénsavat öntünk, akkor *hidrogénbromid* fejlődik. A hidrogénbromid azonban a kénsavat redukálja és *bróm* válik le. (A reakciókat lásd az 5-ik oldalon.)

*3. **Chlórosvíz** a bromidokból *brómot* választ le:



Ha káliumbromid híg oldatát egy-két csepp chlórosvízzel elegyítjük, azonnal bróm válik le, mely széndisulfidban, vagy chloroformban sárga színnel oldódik. Ha az oldathoz felesleges chlórosvizet öntünk, az oldat színe alig változik, mert sárga színű *chlórbróm* ClBr keletkezik.

*4. **Káliumbichromát és tömény kénsav.** Ha valamely bromidot, például szilárd káliumbromidot, káliumbichromáttal és tömény kénsavval melegítünk, *bróm* válik le, mely barna gőzök alakjában távozik el. (A reakció lefolyását lásd a hidrogénjodidnál a 169-ik oldalon.) Ha a brómgőzt ammoniumhydroxidba bocsátjuk, színtelen *ammoniumbromidból* (H₄N)Br álló oldatot kapunk. Káliumbichromát és híg kénsav a hideg káliumbromidoldatból *nem* választ le brómot. A kísérletet a 114-ik oldalon leírt módon végezzük.

5. **Salétromossav. (Káliumnitrit és kénsav)** *nem* választ le brómot.

6. **Mangánperoxid és kénsav** a bromidokból, melegítve, *brómot* választ le. (A reakció lefolyását lásd a hidrogénjodidnál.)

Hydrogécyanid.

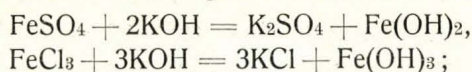
A hidrogécyanid az amygdalin bomlásakor keletkezik. Előállíthatjuk káliumferrocyanidból, ha ezt hígított kénsavval melegítjük. A víztől

mentes hidrogén-cyánid színtelen folyadék; 26^o-on forr és gyenge sav. Vízrel vagy alkohollal minden arányban elegyedik. Úgy a víztől mentes, mint a víztartalmú sav vízzel könnyen átalakul hangyasavas ammoniummá. A hidrogén-cyánid csak kis mértékben disszociál. Az alkálifémek cyánidjai jól oldódnak és lúgos kémhatásúak. (Lásd a 30-ik oldalt.) A cyánidok sem állandó vegyületek; már a levegő szénsavától is átalakulnak; carbonát keletkezik és hidrogén-cyánid szabadul fel.

*1. **Ezüstnitrát** a káliumcyánidoldattal fehér színű, túros, *ezüst-cyánidból* álló csapadékot létesít. A csapadék vízben és híg salétrom-savban nem oldódik. Ammoniumhydroxidban, nátriumthiosulfátban, káliumcyánidban jól oldódik. Salétromsav megint ezüstcyánidot választ le. Az ezüstcyánid tömény sósavval melegítve, hidrogén-cyánidot fejleszt.

2. **Híg kénsav** a cyánidokat *hidrogén-cyánid*-fejlődés közben bontja el. Melegítés gyorsítja a reakciót.

*3. **Berlinikéreakció.** Ha káliumcyánidoldatot kevés káliumhydroxiddal meg egy-két csepp ferrosulfáttal és ferrichloriddal elegyítünk, *ferro- és ferrihydroxidból* álló csapadék létesül:



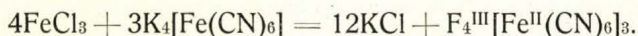
a ferrohdroxid azonban a káliumcyánid hatására átalakul *ferrocyániddá*:



mely a káliumcyánid feleslegében mint *káliumferrocyánid* oldódik:

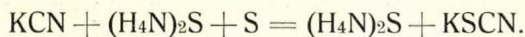


A csapadékot egy-két perczig forraljuk és azután óvatosan sósavval megsavanyítjuk. A sósav a ferrihydroxidot és az esetleg feleslegben lévő ferrohdroxidot oldja; a *ferrichlorid* a káliumferrocyániddal *berlinikékké* (*ferriferrocyániddá*) alakul át, mely kék színű csapadék alakjában válik le:

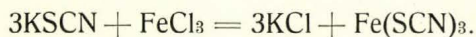


Ha a cyánid csak nyomokban van jelen, csak kék, vagy zöld színű oldat keletkezik.

*4. **Ferrisulfocyánidreakció.** Ha kevés káliumcyánidot tartalmazó oldatot egy-két csepp sárga ammoniumsulfiddal melegítünk, *káliumsulfocyánid* keletkezik:



Az oldatot vízfürdőn szárazra párologtatjuk, egy-két csepp sósavval megsavanyítjuk és megszűrjük. Ha most ferrichloridot elegyítünk hozzá, vörös színű *ferrisulfocyánid* keletkezik:



A reakció nagyon érzékeny. (Lásd a 108-ik oldalt.)

5. **Mercuronitrát.** (Lásd a mercurio-ión reakcióját a 49-ik oldalon.)

6. **Kimutatás száraz úton.** Ha káliumcyánidot káliumhydroxiddal hevítünk, hangyasavas kálium keletkezik és *ammonia* távozik el.

Hydrogénferrocyanid.

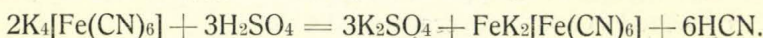
A hydrogénferrocyanid $H_4[Fe(CN)_6]$ keletkezik, ha káliumferrocyanid tömény oldatát sósavval elegyítjük. Fehér kristályos test, mely vízben jól oldódik. A hydrogénferrocyanid nem állandó vegyület, levegőn állva bomlik. Sói állandóak.

1. **Ezüstnitrát** fehér színű, pelyhes, *ezüstferrocyanidból* álló csapadékot létesít:

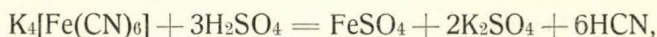


A csapadék híg salétromsavban és ammoniumhydroxidban nem oldható; káliumcyánidban oldható.

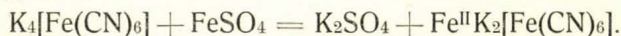
*2. **Híg kénsavval** melegítve, hydrogécyanid fejlődik:



A két molekula káliumferrocyanidban levő 12 molekula cyánnak csak fele alakul át hydrogécyaniddá. Ugyanis a reakció első szakaszában a következő egyenlet értelmében ferrosulfát létesül:



és a ferrosulfát a még jelenlevő káliumferrocyaniddal *ferrokáliumferrocyaniddá* egyesül.¹



A hydrogécyanid kimutatását lásd a savak kimutatásánál.

*3. **Tömény kénsav** szénoxidot fejleszt. (A reakciót lásd a 6-ik oldalon.)

4. **Ferrichlorid** kék színű, *berlinikékből* álló csapadékot létesít. (A reakciót lásd a 107-ik oldalon.)

5. **Cuprisulfát.**

6. **Uranylitrát.** } A reakciókat lásd a 82-ik és 103-ik oldalon.

*7. **Hydrogénperoxid.** Ha egy csepp káliumferrocyanidot annyi vízzel elegyítünk, hogy teljesen színtelen oldat keletkezzék s most hydrogénperoxiddal elegyítjük, azonnal *sárga* színű oldat létesül. (Lásd a 10-ik oldalt.)

8. **Káliumcarbonát.** A káliumferrocyanid víztől mentes káliumcarbonáttal porcellántégelyben, vagy vaslemezen hevítve, bomlik. (Lásd 109-ik oldalt.) Ha a kihűlt tömeget vízzel kilúgozzuk s megszűrjük, az oldatban a káliumcyánidot a berlinikéreakcióval kimutathatjuk. (Lásd a 171-ik oldalt.)

¹ Liebig's Annalen. 337. 1.

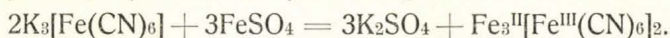
Hydrogénferricyánid.

A hydrogénferricyánid $H_3[Fe(CN)_6]$ keletkezik, ha káliumferricyánid tömény oldatát sósavval elegyítjük. Barnászöld színű kristályos test, mely vízben jól oldódik. A hydrogénferricyánid nem állandó; száraz állapotban és vizes oldatban is könnyen bomlik. Sói a ferricyánidok, állandók és előállíthatók a ferrocyanidokból chlór, bróm stb. hatására. Lúgos közegben erélyes oxidáló szer.

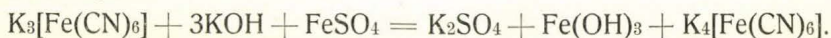
1. **Ezüstnitrát** narancsvörös színű *ezüstferricyánidból* álló csapadékot létesít. A csapadék híg salétromsavban nem oldódik; ammoniumhydroxidban könnyen oldódik és salétromsavval megint kiválasztható.

2. **Híg kénsav és tömény kénsav** hatásait lásd a hydrogénferrocyanidnál.

*3. **Ferrosulfát** közömbös, vagy *savanyú* közegben sötétkékszerű *ferroferricyánidból* (Turnbull-kék) álló csapadékot létesít:

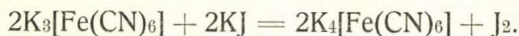


Lúgos közegben, például káliumhydroxid jelenlétében a reakció egészen más irányú. Lúgos közegben ferrohdroxid válik le, melyet a káliumferricyánid azonnal ferrihydroxiddá oxidál és ő maga *káliumferrocyaniddá* redukálódik. Ha a ferrihydroxidot leszűrjük, akkor a sósavval megsavanyított szüredékben a káliumferrocyanidot ferrichloriddal kimutathatjuk:



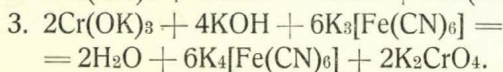
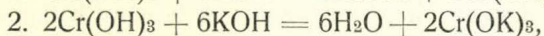
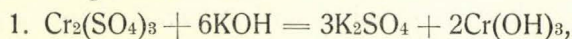
*4. **Oxidáló hatások.** A káliumferricyánid lúgos közegben erélyesen oxidál s ő maga ferrovegyületté redukálódik:

1. *Káliumjodidból* jódot választ le:



2. *Ólomnitrát* fölösleges káliumhydroxiddal és káliumferricyániddal hevítve, *ólomperoxiddá* oxidálódik, mely barna színű csapadék alakjában válik le. (A reakció lefolyását lásd a 13-ik oldalon.)

3. *Chromivegyületet* hideg oldatban (és felesleges káliumhydroxid jelenlétében, hogy a chromhydroxid oldódjék) *káliumchromáttá* oxidálja; az oldat sárga színű lesz:



Hydrogénulfocyanid.

A hydrogénulfocyanid HSCN szintelen, kellemetlen szúros szagú folyadék. Keletkezik, ha káliumsulfocyanidot hígított kénsavval léghíjas

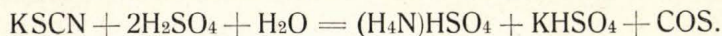
térben párolunk. A víztől mentes sav könnyen bomlik, ellenben híg, vizes oldatban sokáig eláll változatlanul.

1. **Ezüstnitrát** fehér színű, túrós *ezüstsulfocyanidot* választ le:



A csapadék híg salétromsavban nem oldódik, ellenben ammonium-hydroxidban jól oldódik.

*2. **Híg kénsav.** A káliumsulfocyanid mérsékelten hígított kénsavval melegítve bomlik és *szénoxisulfid* fejlődik, mely kék színű lánggal ég:



3. **Tömény kénsav** kénleválás mellett bontja el és egyidejűleg szüros szagú, gáznemű bomlástermékek távoznak el.

*4. **Ferrichlorid** vörös színű, vízben oldható *ferrisulfocyanidot* alkot. (A reakciót lásd a 107-ik oldalon.)

*5. **Cuprisulfát.** Ha káliumsulfocyanidoldathoz néhány csepp híg cuprisulfátot elegyítünk, sötét fűzőld színű oldat létesül. Ha több és töményebb cuprisulfátot öntünk hozzá, fekete színű *cuprisulfocyanid* keletkezik. (A reakciót lásd a 82-ik oldalon.)

6. **Zink és kénsav** a vízben oldható sulfocyanókat *hydrogén-sulfiddá* redukálja.

7. **Mercurinitrát.** Ha mercurinitrátoldathoz kevés káliumsulfocyanidot öntünk, fehér színű *mercurisulfocyanid* keletkezik:



A csapadék nem válik le azonnal. A csapadék káliumsulfocyanidban mint komplex *káliummercurisulfocyanid* könnyen oldódik:



*8. **Mercuronitrát** és káliumsulfocyanid az oldatok töménysége szerint és a sorrend változtatása szerint különböző összetételű csapadékot létesítenek. Ha tömény káliumsulfocyanidoldathoz óvatosan mercuronitrátot öntünk, szürke színű, fémes *higanyból* álló csapadékot kapunk:



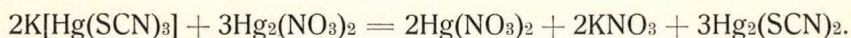
A reakciónál keletkező és oldatban lévő *káliummercurisulfocyanid* keletkezését a következőképpen magyarázhatjuk: A tömény káliumsulfocyanidhoz cseppenként hozzáöntött mercuronitrát *mercurisulfocyanidot* létesít:



mely a fölöslegben jelenlévő káliumsulfocyanidban higany kiválása mellett oldódik:



Hogy az oldatban káliummercurisulfocyanid van, a következő módon győződhetünk meg: A tömény káliumsulfocyanid oldatához óvatosan addig öntünk mercuronitrátot, a míg szürke színű higany válik le. Ha az oldatot megsűrjük és újra mercuronitrátot öntünk hozzá, a komplex $K[Hg(SCN)_3]$ vegyület a mercuronitrát hatására elbomlik s miután szabad káliumsulfocyanid már nincsen jelen, fehér színű *mercuro-sulfocyanid* válik le:

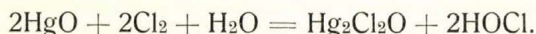


A töménység és a sorrend megváltoztatásával a reakció is más. Ha ugyanis híg mercuronitráthoz híg káliumsulfocyanidot öntünk, fehér színű *mercuro-sulfocyanid* válik le:



Hypochlórossav.

A hypochlórossavat, $HOCl$, csak vizes oldatban ismerjük. 10 g. frissen lecsapolt mercurioxidra üveg dugós edényben 100 cm^3 vizet öntünk és chlórral telítjük. Az edény tartalmát néhányszor jól összerázva, sötét helyen tartjuk 1—2 óráig. A reakciótermék oldhatlan mercurioxychlorid és hypochlórossav:



A hypochlórossav nagyon könnyen bomlik. Alkálifémsói, a hypochloritok keletkeznek, ha az alkálifémhydroxidok *hideg* oldatát chlórgázzal telítjük:

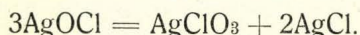


A hypochloritok nem állandóak, már vízzel főzve bomlanak és chlór-savas só létesül. A hypochlórossav lúgos közegben erélyesen oxidál.

*1. **Ezüstnitrát** fehér színű, túrós, *ezüstchloridból* álló csapadékot létesít. A reakció két szakaszban megy végbe:

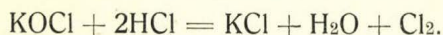


az ezüsthypochlorit azonnal bomlik:

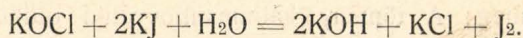


Az ezüstchloridból leszűrt oldatban az ezüstchlorátot a következőképpen mutatjuk ki: Az oldathoz kevés kénessavoldatot elegyítünk, miáltal a chlorát chloriddá redukálódik és ez a jelenlevő fölösleges ezüstnitráttal azonnal fehér színű ezüstchloridot választ le.

2. **Híg sósav** a hypochloritot *chlór*-fejlődés mellett bontja el:

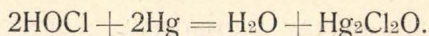


3. **Káliumjodidból jódot** választ le:



Keményítőoldattól az oldat kék színt ölt.

*4. **Higany.** Ha szabad hypochlórossavat tartalmazó oldatot higany-nyal rázunk össze, sárgásbarna, sokszor fekete színű *mercurioxychloridból* álló csapadék létesül:

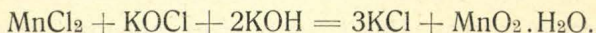


Ha káliumhypochloritot rázunk higanynyal, sárgás színű, *mercuri-oxidból* álló csapadék létesül:

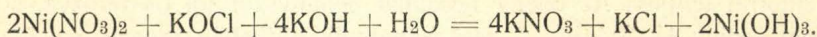


*5. **Oxidáló hatások.** A káliumhypochlorit lúgos közegben [kálium-hydroxid jelenlétében] már közönséges hőmérsékleten is erélyesen oxidál:

1. *Mangánochloridot* barna színű mangánperoxidhydráttá oxidálja:



2. *Nikkelonitrátból* fekete színű nikkelihydroxidot választ le:



3. *Ólomnitrátból* barna színű ólomperoxidhydrátot választ le:



A kísérletet a következő módon végezzük: Az oldatot egy-két csepp káliumhydroxiddal elegyítjük, azután pedig addig elegyítünk hozzá káliumhypochloritot, míg az oldat és csapadék vörös színű lesz. Melegítve, kezdetben vörös színű ólomoxid, azután barna színű ólomperoxidhydrát létesül.

4. *Indigóoldatot* a nátriumhypochlorit azonnal elszínteleníti.

Második osztály.

A második csoport második osztályába tartozó savak ezüstnitráttal *fehér* színű csapadékot létesítenek, mely híg salétromsavban oldható. Ebbe az osztályba tartoznak: *hydrogénsulfid, salétromossav, cyánsav, hypophosphorossav, eczetsav.*

Hydrogénsulfid.

A hydrogénsulfid színtelen, nagyon kellemetlen szagú gáz. Előállítható némely sulfidokból, híg kénsav, vagy sósav hatására. Vízben jól oldódik; egy térfogat víz 15^o-on 3·5 térfogatot old. A hydrogénsulfid

gyenge sav s mint ilyen, vizes oldatában csak csekély mértékben disszociál H^+ és SH' ionokra. Sói a sulfidok disszociálnak; a nátriumsulfit Na_2S például $2Na^+$ és S'' ionokra disszociál.

1. **Ezüstnitrát** fekete színű, *ezüstsulfidból* álló csapadékot létesít.

2. **Hígított kénsav** a sulfidokat *hydrogénsulfid*-fejlődés mellett bontja; az eltávozó gáz ólomnitráttal itatott papiroscsíkon fekete foltot idéz elő.

3. **Zink és sósav** az oldhatlan sulfidokat (pirit) redukálja s hydrogénsulfid fejlődik. A vizsgálandó sulfidot a kémszerekkel melegíteni kell.

*4. **Kénsavas p-amidodimethylánilin** $NH_2 \cdot C_6H_4 \cdot N(CH_3)_2 \cdot H_2SO_4$.¹

A vizsgálandó oldatot $1/10$ térfogat tömény sósavval elegyítjük és azután az említett kémszerből egy-két szemecskét teszünk bele; ha ez feloldódott, egy-két csepp híg ferrichloridot elegyítünk hozzá. A jelenlevő hydrogénsulfid mennyisége szerint azonnal, vagy csak hosszabb idő múlva *methylénkék* $C_{16}H_{17}N_3S$ keletkezik és kék színű oldatot kapunk. A reakció rendkívül érzékeny; Treadwell szerint egy liter vízben 0.0000182 g. hydrogénsulfid félórai állás után biztosan kimutatható. Ez a reakció felhasználható a hydrogénsulfid kimutatására ásványos vizekben is.

*5. **Nitroprussidnátrium** $Na_2[Fe^{III}(CN)_5NO] + 2H_2O$ alkálisulfid-oldattal *vörös* színű oldatot létesít. Szabad hydrogénsulfidra *nem* hat, csak akkor, ha kálium- vagy nátriumhydroxidot öntünk hozzá.

6. **Ezüst- vagy rézlemezen** (ha felülete fényes), úgy a hydrogénsulfid, mint a sulfidok fekete színű foltot idéznek elő. (Lásd a 147-ik oldalt.)

*7. **Oxidáló anyagok** a sulfidokat, vagy a hydrogénsulfidot *kén*-kiválás mellett oxidálják:

1. *Jódoldat*. Elegyítsünk hydrogénsulfidos vizet jódoldattal:



2. *Káliumbichromát* híg sósav vagy kénsav jelenlétében. (A reakciót lásd a 16-ik oldalon.)

3. *Káliumpermanganát* kénsav jelenlétében. (A reakciót lásd a 16-ik oldalon.)

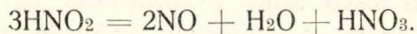
4. *Tömény salétromsav*: $2HNO_3 + H_2S = 2H_2O + 2NO_2 + S.$

Salétromossav.

A salétromossav HNO_2 tiszta állapotban nem ismeretes. Keletkezik a tömény salétromsav redukciójakor, ha azt arzéntrioxiddal melegítjük.

¹ Fischer, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 16. 2234.

Ha az eltávozó nitrogénoxidot és nitrogéndioxidot jéggel hűtött vízben nyeletjük el, kék színű folyadék származik, melyben salétromossav van. A salétromossav szobahőmérsékleten lassan bomlik:



Sói, a nitritek állandóak és keletkeznek, ha a nitrátokat ólommal hevítjük.

*1. **Ezüstnitrát** fehér színű, kezdetben alakatlan, idővel kristályossá váló *ezüstnitrátból* álló csapadékot létesít. A csapadék hideg vízben nehezen, forró vízben könnyen oldódik.

A reakció érzékenységének határa:

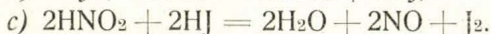
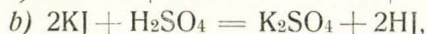
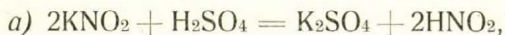
0·5⁰/₀-os káliumnitritoldatból azonnal csapadék válik le. 0·25⁰/₀-os káliumnitritoldat erősen opalizál. 0·1⁰/₀-os káliumnitritoldat gyengén opalizál.

2. **Híg savak** a nitriteket elbontják és barna színű *nitrogéndioxid* fejlődik. Ecetsav a nitriteket szintén elbontja; hideg oldatban lassú, melegítve rohamos a hatás.

3. **Cobaltonitrát** ecetsav jelenlétében a káliumnitrittel sárga színű csapadékot létesít. (Lásd a 120-ik oldalt.)

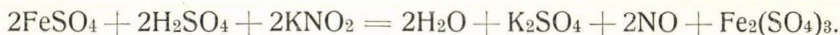
***4. Oxidáló hatások:**

1. *Káliumjodid*. Ha egy csepp káliumnitritet tartalmazó oldathoz kevés kénsavat és káliumjodidot elegyítünk, azonnal *jód* válik le, mely a keményítőoldatot megkékíti. A reakció három szakaszban folyik le:



A reakció nagyon érzékeny és jellemző. 0·0001⁰/₀-os káliumnitritoldatból a jód kiválás keményítőoldat nélkül is észrevehető.

2. *A ferrosulfátot* ferrosulfáttá oxidálja. A kísérletet a következőképpen hajtjuk végre: Frissen készített tömény ferrosulfátoldathoz pár csepp híg kénsavat elegyítünk és most a nitritoldatot pipetta segítségével óvatosan felébe rétegezzük. A két oldat érintkezése helyén *barna* színű gyűrű keletkezik. A ferrosulfátot a salétromsav *ferrosulfáttá* oxidálja és *nitrogénoxid* szabadul fel:



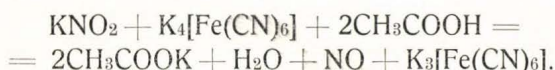
A nitrogénoxid a feleslegben levő és nem oxidált ferrosulfáttal barna színű, könnyen bomló vegyületet létesít. Ha az oldatot összerázzuk és felfőzzük, a barna szín eltűnik. A reakció nem jellemző, mert a salétromsav hasonló reakciót létesít, azzal a különbséggel, hogy a salétromsavnál, a mint látni fogjuk, a kísérlet csak sok és tömény kénsav

jelenlétében sikerül, míg a salétromossavnál egy pár csepp hig kénsav is elegendő.

3. *Diphenylámin* (C₆H₅)₂NH tömény kénsav jelenlétében *diphenylámin-kéket* létesít. (A kísérlet kivitelét lásd a salétromossavnál.)

4. *Indigóoldat* nitritoldattal melegítve elszíntelenedik, illetőleg sárga színű oldat keletkezik. Az indigó *isáttinná* oxidálódik.

5. *Káliumferrocyanid*. Ha hig nitritoldathoz egy-két csepp káliumferrocyanidot és eczetsavat elegyítünk, a ferrovegyület *ferrivegyületté* oxidálódik és sárga színű oldat keletkezik:



A reakció érzékeny és jellemző. 0·0001^o/_o-os káliumnitritoldattal egy-két másodperc múlva határozott sárga színeződés érhető el.

*5. **Káliumpermanganát.** A salétromossav redukáló hatásokat is végezhet; így például a káliumpermanganátot kénsav jelenlétében redukálja és ő maga *salétromossavvá* oxidálódik:



*6. **Carbamid.** CO(NH₂)₂. Ha káliumnitritoldatot tömény carbamidoldattal elegyítünk és hig kénsavval megsavanyítva jól összerázzuk, a salétromossav *nitrogén-fejlődés* mellett tökéletesen elbomlik:



A reakciónál mindig keletkezik kevés *salétromsav*. Az oldatot melegíteni nem szabad, mert ez által a salétromsav képződését elősegítjük.

7. **Hydrazinsulfát.**¹ Ha finoman porított hydrazinsulfátra káliumnitritet csepegtetünk, a salétromossav élénk gázfejlődés mellett elbomlik. A reakciónál salétromsav csak nyomokban képződik.

*8. **Griess-féle reakció.** A nitritek csekély nyomait is felismerhetjük a Griess-féle reakcióval, a mely azon alapszik, hogy a sulfanilsavat a salétromossav diazotálja és a diazovegyület az α -naphtilaminnal vörös színű *azobenzolnaphtilaminsulfosavat* alkot.

A kísérletet Illosvay² szerint a következő módon végezzük: Sulfanilsavból 0·5 g.-ot, α -naphtilaminből 0·05 g.-ot feloldunk külön-külön 150 cm³ hig eczetsavban. A nagyon kékes színű α -naphtilaminből 0·1 g.-ot 20 cm³ vízzel forralunk és a megolvadt anyagról a színtelen oldatot lepipettázva, 150 cm³ hig eczetsavval elegyítjük. Vizsgálatkor 20 cm³ oldatot elegyítünk egy-két cm³ sulfanilsavoldattal és egy-két

¹ Busch, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 38. 865.

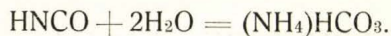
² Pótfüzetek a Természettud. Közlönyhöz. VII. 120.

cm³ naphtilaminoldattal. Nagyon sok salétromossav jelenlétében vörös színű csapadék válik ki; kevés salétromossav jelenlétében csak vöröszíneződést kapunk. Ha a salétromossav csak nyomokban van jelen, csak melegítésre áll elő halványvörös színeződés. Nagyon kevés salétromossav jelenlétében a reakcióra 5—10 percig is kell várni. Ilyenkor a kísérlethez beköszörült üveg dugós kémcsöveket használunk. A Griess-féle reakciót rendkívüli érzékenységénél fogva különösen ivóvizek vizsgálatánál alkalmazzuk.

*9. **Brucin és tömény kénsav.** Winkler Lajos¹ vizsgálatai szerint a brucin és tömény kénsav híg salétromossavoldatban (egy literben 1—2 mg.) kezdetben cseresnyevörös színt idéz elő; idővel narancssárga végre citromsárga színű lesz az oldat. A kísérletet úgy végezzük, hogy a vizsgálandó oldat egy térfogatát, fél térfogat tömény kénsavval elegyítve, az oldatot lehűtjük és azután kevés brucint teszünk hozzá. A reakció sikere a kénsav mennyiségétől és a hőfoktól függ. Kénsav jelenlétében a reakció nagyon szépen sikerül, ellenben sok kénsav jelenlétében nitrosylkénsav keletkezik és színváltozás nem lesz.

Cyánsav.

A cyánsav HNCO keletkezik, ha a cyanursavat H₃N₃C₃O₃ kis retortában, széndioxidáramban, hevítjük és az eltávozó gőzöket jéggel hűtött palaczkban gyűjtjük össze. A cyánsav szintelen, szúrós szagú folyadék, mely víz hatására bomlik:



Sói: a *cyánátok* keletkeznek, ha az alkálicyánidokat hevítjük.

1. **Ezüstnitrát** fehér színű, túrós, *ezüstcyanáttól* álló csapadékot létesít:



a csapadék ammoniumhydroxidban és salétromsavban oldható.

2. **Híg kénsav** a káliumcyanáttól *cyánsavat* választ le; ez azonban azonnal bomlik, és széndioxidfejlődés észlelhető. (A reakciót lásd a 6-ik oldalon.)

Hypophosphorossav.

(*Hydrogénhypophosphit.*)

A hypophosphorossav szintelen kristályos test. Alkálifém- és alkáliföldfém-sói keletkeznek, ha phosphort a fémhydroxidokkal forraljuk úgy, hogy a keletkező hydrogénphosphidgázt be ne lélekeljük. Kálium- vagy calciumhypophosphitot legkönnyebben állíthatunk elő.

¹ Zeitschr. für angew. Chemie. 1902. 8. füzet.

A hypophosphitok ezüst-, arany-, réz- és higanysókat fémmé redukálnak. Tömény káliumhydroxiddal forralva phosphorsavvá oxidálódnak.

Eczetsav.

A víztől mentes eczetsav fehér, kristályos test; 17°-on olvad, 118°-on forr. Gyenge, egybázisú sav; vízzel minden arányban elegyedik. Vizes oldata csak kis mértékben disszociál. Sói az acetátok.

1. **Ezüstnitrát** fehér színű, kristályos *ezüstacetátból* álló csapadékot létesít:

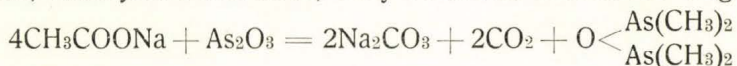


2. **Híg kénsav** az acetátokból eczetsavat szabadít fel.

*3. **Tömény kénsav és alkohol.** Ha nátriumacetátot tömény kénsavval és néhány csepp alkohollal hevítünk, *eczetsavas aethyl* keletkezik, mely jellemző kellemes szagáról felismerhető. A kénsav eczetsavat szabadít fel és ez az alkohollal egy molekula víz kiválása közben egyesül:



*4. **Kakodylreakció.** Ha szilárd nátriumacetátot arzéntrioxiddal hevítünk, *kakodyloxid* keletkezik, mely rendkívül kellemetlen szagú gáz:



HARMADIK CSOPORT.

A harmadik csoportba tartoznak azok a savak, a melyek bárium-chloriddal és ezüstnitráttal csapadékot nem létesítenek. Ide tartoznak: salétromsav, chlórsav, perchlórsav, mangánsav.

Salétromsav.

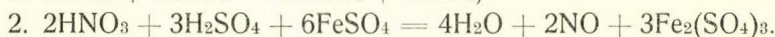
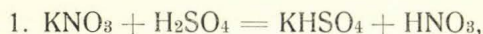
A salétromsav HNO_3 keletkezik, ha nátriumnitrátot tömény kénsavval a molekulasúlyok arányában alkalmazva, desztillálunk. A tiszta, víztől mentes salétromsav levegőn füstöl; fajsúlya 1.54 és ekkor közel 100%-os. — 40°-on kristályos tömeggé szilárdul és 86°-on forr. Forráspontján már részben vízre, nitrogéndioxidra és oxigénre bomlik. Vízzel minden arányban elegyedik. Ha híg salétromsavat desztillálunk, akkor kezdetben víz párolog át; a forráspont azonban folytonosan emelkedik, míg 121°-on 1.41 fajsúlyú, 68%-os sav párolog át és ez a kereskedésben kapható tömény salétromsav. A vörös színű, füstölgő salétromsav keletkezik, ha kálium- vagy nátriumnitrátot tömény kénsavval úgy alkalmazunk, hogy két molekulasúly nitrátra egy molekulasúly tömény kénsav essék és a keveréket magas hőmérsékleten desztilláljuk. Ekkor a salétrom-

sav egy része elbomlik és a keletkezett NO_2 a salétromsavban oldódik. A vörös színű, füstölgő sav körülbelül 8% nitrogéndioxidot tartalmaz oldva és ettől van barna színe is; fajsúlya 1.50—1.54. Vizzel elegyítve színtelen oldatot létesít. Ugyanis a nitrogéndioxid hőfejlődés mellett salétromsavvá, részben salétromossavvá alakul át:



A salétromsav sói, a nitrátok, hevítve oxigént fejlesztenek. A salétromsav erélyes oxidáló anyag és felismerésére szolgáló reakciók is majdnem mind oxidáló folyamatok.

*1. **Ferrisulfát és tömény kénsav.** A vizsgálandó oldatból (például káliumnitrát oldatából) néhány köbcentimétert, egyenlő térfogatú tömény kénsavval elegyítünk, lehűtjük és pipettával, frissen készült tömény ferrosulfátoldatot rétegezzük fölébe óvatosan. A két oldat érintkezésének helyén, a jelenlevő salétromsav mennyisége szerint azonnal, vagy csak néhány percz múlva vékonyabb, vagy vastagabb *barna színű* gyűrű keletkezik. A reakciót a következő egyenlet érzékíti:



A nitrogénoxid a fölöslegben levő és nem oxidált ferrosulfáttal barna színű, könnyen bomló vegyületet létesít. Ha az oldatot összerázzuk és felfőzzük, a barna szín eltűnik.

Jodidok, bromidok és chlorátok jelenléte a reakciót zavarják, mert ezek a tömény kénsav hatására szintén bomlanak. A salétromossav, a mint láttuk, a ferrosulfáttal teljesen hasonló reakciót eredményez; ott azonban csak híg kénsavat használtunk és miután a nitrítok kénsavval való elegyítéskor bomlanak, a kénsavat a ferrosulfáthoz elegyítettük és ennek az oldatnak fölébe rétegeztük a nitrítet.

*2. **Diphenylamin.** Ha porcelláncsészébe 1—2 cm^3 tömény kénsavat öntünk, azután kevés diphenylamint hintünk reá s most nagyon híg nitrátoldatból egy-két cseppet, pipettából ráejtünk; sötétkék színű *diphenylaminkékből* álló vegyület létesül. Sok vízzel leöntve, a kék szín eltűnik. A reakció rendkívül érzékeny, de *nem jellemző*; salétromossav, chlorátok, bromátok, általában oxidáló anyagok, hasonló hatást idéznek elő.

3. **Indigóoldat** valamely nitráttal melegítve elszíntelenedik, illetőleg sárga színű oldat keletkezik; az indigó *izatinná* oxidálódik.

4. **Brucin.** Lunge szerint 0.2 g. brucint 100 cm^3 tömény kénsavban oldunk; ha ebből a kémszerből keveset porcelláncsészébe öntünk s most pipettával néhány csepp híg nitrátoldatot cseppentünk reá, a salétromsav mennyisége szerint vörös, sárgászöld, vagy sárga színeződés áll elő. A reakció nagyon érzékeny.

5. **Carbamid** híg kénsav jelenlétében a nitrátokat *nem* bontja el.

6. **Káliumjodid.** Ha káliumnitrátot tartalmazó oldathoz káliumjodidot és híg kénsavat elegyítünk, *nem* válik le jód.

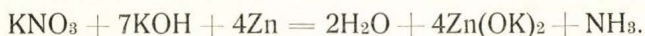
7. **A Griess-féle reakciót** a nitrátok nem adják.

8. **Nitron.** (Diphenyl-endanilo-dihydrotriazol.)¹ A vizsgálandó oldatból 5—6 cm³-t egy-két csepp hígított kénsavval megsavanyítunk és 5—6 csepp nitronoldattal elegyítünk. Salétromsav jelenlétében azonnal dús, fehér színű csapadék keletkezik. Kevés salétromsav jelenlétében a nitronnitrát idővel fényes, finom túalakú kristályokban válik ki. A reakció nagyon érzékeny és Busch szerint a salétromsav még 1:60,000 hígításban is kimutatható. A reakció *nem jellemző*. Salétromossav, hidrogénjodid, hidrogénbromid, chromsav, chlórsav, perchlórsav nitronnal vízben oldhatlan vegyületeket létesítenek, tehát ezeket előzőleg le kell választani. A chlórsav és perchlórsav azonban könnyű szerrel nem távolíthatók el, de mindazonáltal kémlelhetünk salétromsavra ezen savak jelenlétében is, mert a chlórsav 1:4000 hígításban, a perchlórsav 1:50,000 hígításban már nem válik le.

A ritkábban előforduló savak közül az oxálsav, hidrogénferrocyanid, hidrogénferricyanid és hidrogénsulfocyanid létesítenek nitronnal oldhatlan vegyületet. Kémszer gyanánt 10⁰/₀-os nitronoldatot készítünk 5⁰/₀-os eczetsavban.

9. A salétromsav redukcióján alapuló reakciók.

1. *Zink lúgos közegben* a nitrátokat ammoniává redukálja:



Ha a kísérlethez tömény, legalább is 50⁰/₀-os káliumhydroxidot használunk, forralásra gyorsan megy végbe az átalakulás.

2. *Zink, savanyú, vagy közömbös oldatban* a nitrátokat nitrítékké redukálja. A nitrátoldatot egy-két csepp eczetsavval savanyítjuk és egy-két darab szemecskézett zinket teszünk bele.² Rövid állás után már a nitrít kimutatható, káliumjodidból jódot választ le. Ha a redukciót közömbös oldatban végezzük, akkor az oldatot a zinkkel egyideig rázzuk; a redukció ez esetben is elég gyorsan történik.

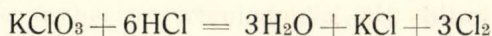
Chlórsav.

A chlórsav HClO₃ keletkezik, ha a báriumchlorátot híg kénsavval bontjuk el. A chlórsavat bomlékonyságánál fogva csak vizes oldatban ismerjük. Sói: a chlorátok keletkeznek, ha forró kálium-, vagy nátriumhydroxidba chlórt hajtunk be.

¹ Busch, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 38. 861.

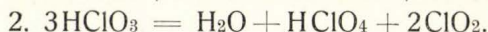
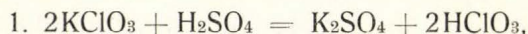
² Ilósvay, Pótfüzetek a Természettud. Közlönyhöz. VII. 120.

1. **Tömény sósav** a chlorátokból *chlórt* fejleszt:



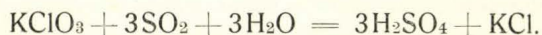
A chlór a fölébe tartott kék lakmuszpapírt elszínteleníti.

2. **Tömény kénsav.** Ha porcelláncsészébe egy-két kristály káliumchlorátot teszünk és kevés tömény kénsavat öntünk hozzá, akkor *chlórdioxid* képződik és a kénsav sárga színű lesz. Ha égő gyújtószállal érintjük, a chlórdioxid hevesen robban.

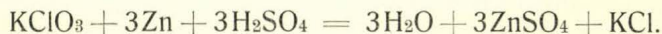


*3. **Redukáló anyagok** a chlorátokat chloridokká redukálják:

a) *Kénessavoldat* már közönséges hőmérsékleten redukál:



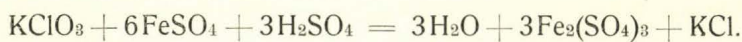
b) *Zink, híg kénsav* jelenlétében, már közönséges hőmérsékleten redukál:



c) *Zink lúgos közegben* forralva. (A reakciót lásd a 14-ik oldalon.)

A kísérlethez használjunk tömény káliumhydroxidot.

d) *Ferrosulfát* híg kénsav jelenlétében forralva:



A keletkezett káliumchlorid ezüstnitráttal kimutatható.

4. A chlorátok hevítve, oxigént fejlesztenek.

Perchlórsav.

A perchlórsav HClO_4 keletkezik, ha káliumperchlorátot tömény kénsavval desztillálunk. A víztől mentes sav színtelen folyadék s a levegőn füstölög. A tömény sav nem állandó; hevítve 90° körül robbanással bomlik; vizes oldata eláll változatlanul. Sói a *perchlorátok* a chlorátok hevítésekor keletkeznek:



1. **Tömény sósav** *nem* fejleszt chlórt.

2. **Tömény kénsav**, vagy redukáló anyagok *nem* hatnak.

*3. **Káliumnitrát** fehér, kristályos *káliumperchlorátot* KClO_4 választ le; vízben alig oldódik, alkohol jelenlétében egyáltalában nem oldódik.

4. A perchlorátok erősen hevítve, oxigént fejlesztenek:



Mangánsav.

A reakciókat lásd a fémeknél.

NEGYEDIK CSOPORT.

A negyedik csoportba tűzálló savak tartoznak. Magas hőmérsékletre hevítve oxidok keletkeznek, melyek savakban nem oldhatók. Alkáliákkal összeolvasztva vízben oldható sók keletkeznek. Ide tartoznak: Titánsav, wolfrámsav, tántálsav, zirkonsav. A kovasavat is ide lehetne sorozni, de ez jobban beillik az I. csoport 2-ik osztályába.

Titánsav báriumchloriddal fehér színű kocsonyás csapadékot létesít. (Lásd a 128-ik oldalt.)

Wolfrámsav báriumchloriddal fehér színű, csapadékot létesít. (Lásd az 51-ik oldalt.)

Tántálsav báriumchloriddal híg savakban oldhatlan csapadékot létesít. Sósavval a savanhydrid leválasztható.

Zirkonsav báriumchloriddal fehér színű csapadékot létesít, mely híg salétromsavban oldható.

NEGYEDIK RÉSZ.

Az elemi testek reakciói.

Hidrogén.

A hidrogén se színéről, se szagáról nem ismerhető fel. Vízen nagyon csekély mértékben oldódik és a legtöbb testre közönséges hőmérsékleten nem hat. Általában nagyon közömbös és a palládium az egyedüli anyag, a mely nagy mértékben elnyeli. Mindezen tulajdonságainál fogva nincsen alkalmas reakció, a melylyel kimutatható volna. A hidrogén vízzé oxidálható és ezen tulajdonságát felhasználhatjuk úgy a szabad hidrogén, mint némely esetben a kötött hidrogén kimutatására is.

Ha a vizsgálandó anyag orgánikus vegyület, akkor a gondosan szárított anyagot kihevített rézoxiddal keverjük és tölsér segítségével száraz kémcsőbe öntjük be. Ha a rézoxiddal kevert anyagot hevítjük, a rézoxid oxigénje a jelenlevő hidrogént vízzé oxidálja, mely a kémcső hidegebb részén harmat, vagy cseppek alakjában rakódik le.

Mind a mesterségesen előállított, mind a természetben előforduló vegyületek (az ásványok) tartalmazhatnak hidrogént víz alakjában. Ez a víz kétféle alakban fordulhat elő: vagy mint *kristályvíz* H_2O , vagy mint *chemiailag kötött víz*, illetőleg *hydroxyl* (OH).

Mikor a kristályvizet valamely sóban ki akarjuk mutatni, a szárított és lemért mennyiségű anyagot fél óráig vagy esetleg egy óráig is, szárító szekrényben $100-200^{\circ}$ -ra hevítjük; azután exsikkátorba téve lehűtjük és mérés által meggyőződünk, hogy van-e súlyvesztés. Ha van, akkor a víz jelenlétére következtethetünk. Az ilyen vizsgálatok azonban nagy gonddal és körültekintéssel végzendők és minden esetben meg kell győződnünk, vajjon az anyag maga is már nem bomlik-e azon a hőmérsékleten, a melyen a vizet elűztük? Nem távoznak-e el gázok? Nem vesz-e el az anyag hevítéskor oxigént? Nem bomlik-e s ha igen, miképpen gátolhatjuk meg a bomlást? Igen sok sulfát például hevítéskor

bomlik és kéntrioxid távozik el; hogy ezt megakadályozzuk, illetőleg hogy azt lekössük, ólomoxidot keverünk a vizsgálandó anyaghoz. A magnéziumsulfát, vagy a zinksulfát 150^o-on nemcsak hogy nem bomlik, hanem még összes kristályvizét sem veszi el; a borax gyenge izzításkor sem bomlik, ellenben a timsó gyenge izzításkor bomlik, a nélkül, hogy kristályvize eltávoznék. A dinátriumhydrophosphát 12 molekula kristályvizet tartalmaz; ha ennek kristályvizét magas hőmérsékleten izzuk el, akkor a chemiailag kötött víz is eltávozik és az atómok új csoportosulása áll elő.

Az ásványokból a kristályvizet gyengébb, vagy erősebb izzítás által izzuk el s vagy a súlyvesztéséget határozzuk meg, vagy pedig a vizsgálandó anyagot nehezen olvadó üvegcsőben hevítjük és a vízgőzt calciumchloriddal töltött csőben gyűjtjük össze, midőn a súlyszaporodást vizsgáljuk.

A chemiailag kötött víz ismerete sokszor nagyon fontos, mert ebből a vegyület szerkezetére következtethetünk. Azt, hogy valamely vegyületben van-e chemiailag kötött víz, csak különböző hőfokon végzett, pontos mennyiségi meghatározásokból következtethetjük. Ismerni kell természetesen a vizsgálandó anyag pontos minőségi összetételét, a hevítéskor esetleg elszálló gáznemű termékeket és végre nagyon fontos azt is tudni, vajjon nem tartalmaz-e olyan vegyületeket is, a melyek hevítéskor oxidálódnak, például ferrooxidot, mangánoxidot stb.

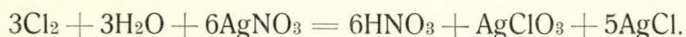
A kristályvíz és chemiailag kötött víz meghatározása tulajdonképpen nem is a minőleges chemiai analízis feladata; ez a mennyiségi chemiai analízis körébe tartozik.

A víz nyomainak felismerésére a kihevített *cuprisulfátot* használjuk; ez ugyanis vízzel érintkezve, azt mint kristályvizet köti meg s a fehér színű cuprisulfát *kék* színű lesz. A vízgőz nyomainak felismerésére a kéntrioxidot használjuk, mely a vízgőz hatására erősen füstölög.

Chlór.

A chlór zöldessárga színű, kellemetlen fojtó szagú gáz. Vízben jól oldódik; 10^o-on 1 térfogat víz 2.5 térfogatot old. A chlóros vizet, mint erős oxidáló anyagot, a chemiai analízisben gyakran alkalmazzák. Oxidáló hatásait lásd a 11-ik oldalon.)

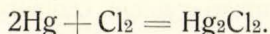
1. **Ezüstnitrát** a chlóros vízből fehér színű, *ezüstchloridból* álló csapadékot választ le:



*2. **Káliumjodid.** Ha szabad chlór fölébe káliumjodiddal itatott papiroscsíkot tartunk, a kiváló *jódtól* barna színű folt keletkezik rajta. Ugyancsak jód válik ki, ha káliumjodidoldathoz egy-két csepp chlóros

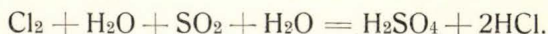
vizet elegyítünk. Ha a chlóros vizet feleslegben használjuk, a barna szín eltűnik. (A reakciót lásd a hidrogénjodidnál.)

3. **Higany.** Ha chlóros vizet higanyval rázunk össze, fehér színű *mercurochloridból* álló csapadék keletkezik:



4. **Indigóoldatot** a chlóros víz elszínteleníti, — *izátinná* oxidálja.

5. **Kénessavoldattól** a chlór *hidrogénchloriddá* változik:



A kénessavoldatot feleslegben kell alkalmazni.

6. **A chlór kimutatása szerves anyagokban.** Egyik végén beforrasztott, nehezen olvadó üvegcsőbe, kevés calciumoxidot teszünk, azután a vizsgálandó anyagot calciumoxiddal keverjük. Az üvegcsövet kezdetben óvatosan melegítjük és a hőfokot fokozatosan emeljük, míg végre izzásig hevítjük. A hevítés alkalmával a szerves anyag elszenesedik és a jelen levő chlór a calciumoxiddal egyesülve, calciumchloridot létesít. Ha a cső lehűlt, tartalmát híg salétromsavban feloldjuk, megsűrjük és ezüstnitráttal chlórra kémlelünk.

Egy másik eljárás szerint kis darab cuprioxidot platinadróttal veszünk körül és a Bunsen-féle lángban addig izzítjuk, míg a láng színtelen lesz. Ha az ily módon előkészített cuprioxidra a vizsgálandó anyagból keveset reá teszünk és a Bunsen-féle láng külső részében óvatosan hevítjük, a szén elégeése után — ha az anyag chlórtartalmú volt — zöld szegélyű lángot látunk.

Bróm.

A bróm sötétbarna színű, nagyon kellemetlen szagú, a nyálkahártyákat könnyen megtámadó folyadék. Vízben nehezen oldódik, 1 sr. bróm körülbelül 28 sr. vízben oldódik és ez a laboratóriumban használatos brómos víz. A brómos víz erélyes oxidáló szer. (Oxidáló hatásait lásd a 11-ik oldalon.) A bróm tömény sósavban jól oldódik; 1 sr. bróm 7 sr. tömény sósavban oldódik. A bróm sósavas oldatát különösen kén-tartalmú anyagok oxidálására gyakran használják. Alkoholban, aetherben, de különösen széndisulfidban nagyon jól oldódik. Kálium- vagy nátrium-hydroxidra éppen úgy hat, mint a chlór; ha hidegen hat rá, akkor káliumoxibromid KOBBr , forró oldatban ellenben káliumbromát keletkezik. A szabad állapotban levő bróm káliumjodidból, a chlórhoz hasonlóan, *jódot* választ le.

Organikus anyagokban a brómot hasonló módon mutatjuk ki, mint a chlórt.

Jód.

A jód szürkésfekete színű, fémfényű kristályos test, 114° -on olvad; nagyon illó, már szobahőmérsékleten is párolog; 200° -ra hevítve teljesen gőzzé alakul át. Vízen nehezen oldható, 1 sr. jód mintegy 5500 sr. vízben oldódik. Jól oldódik azonban vízben, káliumjodid jelenlétében. Alkoholban, chloroformban és széndisulfidban is jól oldódik. A jód vizes oldata csak enyhe oxidáló anyag. (Lásd a 11-ik oldalt.)

1. **A szabad jód** legjellemzőbb reakciója, hogy frissen készült keményítőoldattal *kék* színű jódkeményítőt létesít; ha a kék színű oldatot melegítjük, elszíntelenedik, de megint előtűnik, ha az oldat lehül.

2. **Nátriumthiosulfátoldat** a jódoldatot elszínteleníti. (A reakciót lásd a 163-ik oldalon.) Orgánikus anyagokban a jódot hasonló módon mutatjuk ki, mint a chlórt.

Oxigén.

Az oxigén színtelen gáz, szaga, vagy íze nincsen. Nem ég, de az égést táplálja. Vízen csak kis mértékben oldódik. A szabad állapotban lévő oxigént felismerhetjük arról, hogy az izzó gyújtószálat lángra lobbantja. A szabad oxigénnek kimutatása ily módon azonban nem jellemző, mert a dinitrogénoxid hasonló módon viselkedik. Azt, hogy a két gáz közül melyik van jelen, úgy dönthetjük el, hogy a vizsgálandó gázt nitrogén-oxidral elegyítjük. Ha a gázelegy a nitrogénoxid oxidációja következtében *megbarnul*, oxigén volt jelen; ha pedig a gázelegy változatlanul marad, akkor a gáz dinitrogénoxid volt. Kis mennyiségű szabad oxigént valamely gázelegyben a következő módon mutathatunk ki: A vizsgálandó gázban mangánchloridba mártott papiroscsíkot teszünk és pipettával gyorsan egy-két csepp káliumhydroxidot ejtünk a papiroscsíkra. A keletkező mangánhydroxid azonnal oxidálódik és a papiroscsík *barna* színű lesz. Az oxigén elnyelésére a gázelemzésnél pirogalluszsavoldatot és tömény káliumhydroxidot használnak.

Az oxigén felismerése vegyületeiben körülményesebb. Némely oxid hevítésénél felszabadul az összes oxigén, ilyen a mercurioxid. A mangánperoxid hevítésekor csak részben szabadul fel az oxigén; a legtöbb oxid azonban hevítésre nem fejleszt oxigént. Sok oxid hidrogénáramban hevítve, oxigénjét víz alakjában veszíti el; a vas- vagy rézoxidból ilyen módon az oxigént ki tudjuk mutatni, ellenben az alumíniumoxidban nem tudjuk kimutatni.

B u b e¹ vizsgálatai szerint az oxigén jelenlétét némely oxidban a következő módon állapíthatjuk meg: Ha az oxidot tömény káliumchloriddal néhány perczig forraljuk, akkor az oldat határozottan lúgos kémhatást

¹ Böttger, Qual. Analise II. kiadás 464. lap.

mutat. A reakció nem általános; az ólom-, higany-, réz-, nikkel- és vasoxid mutatnak lúgos kémhatást, ellenben az alumíniumoxid nem. Biltz és Zimmermann vizsgálatai szerint több oxid $1/10$ n. ezüst-nitrát-, vagy $1/10$ n. mercurinitrátoldattal megnedvesítve, sárga, vagy barnássárga színű lesz. A reakció nem általános. A kísérlet elég szépen sikerül az ólom, cadmium, zink, alumínium oxidjaival.

Ózon.

Nagyfeszültségű elektromos áram hatására az oxigén ózonná alakul át. Tiszta állapotban nem ismeretes. Az ózon már közönséges hőmérsékleten is erélyesen oxidál; phosphort, arzént, ként a megfelelő savakká oxidálja. Nagyobb mennyiségű ózon felismerhető jellegzetes szagáról is, ellenben kis mennyiségű ózon felismerésére biztos kémszer nincsen, mert a hidrogénperoxid, salétromossav és sok más oxidáló anyag is az ózon kémszereivel szemben hasonló módon viselkednek. Így például az ecetsavval savanyított káliumjodidoldatból nemcsak az ózon, hanem a salétromossav is jódot választ le.

A legbiztosabb kémszer a thallohydroxiddal nedvesített papiroscsík; a thallohydroxidot az ózon thallihydroxiddá oxidálja és a papiroscsík barna színű lesz. Az ózon a híg káliumpermanganátot nem színteleníti el. Az Erlwein és Weyl által ajánlott phenylendiamin használhatóságára nézve lásd Illosvay Lajos Magy. Chem. Folyóirat V. k. 5. f.

Kén.

A kén sárga színű, kristályos test. Három módosulatban ismeretes; ismerjük a *rombos*, az *egyhajlású* és az *alaktalan* ként. Mind az egyhajlású, mind az alaktalan kén lassanként a rombos módosulatba megy át. Vízben nem oldható, ellenben chloroformban, széndisulfidban a kristályos módosulat elég jól oldódik. Tömény nátriumhydroxiddal főzve mint thiosulfát oldódik. 114° -on olvad, 448° -on forr. Levegőn hevítve meggyúl és kékes lánggal kéndioxiddá ég el legnagyobb része. A kén a legtöbb fémmel egyesül. A savat létesítő elemekkel, kivéve egynehányat, szintén egyesül.

A kén kimutatása orgánikus anyagban. A vizsgálandó anyagot káliumchlorát és nátriumcarbonát keverékével óvatosan összeolvasztjuk, vízzel kilúgozzuk és a kénsavvá oxidált ként báriumchloriddal mutatjuk ki, sósavval savanyított közegben. Egy más eljárás szerint az anyagot kis kémcsőben, nátriummal olvasztjuk össze, vízzel kilúgozzuk és a keletkezett sulfidot nitroprussidnátriumnál mutatjuk ki. (Lásd a 177-ik oldalt.)

Nitrogén.

A nitrogén szintelen és szagtalan gáz; vízben alig oldható; nem ég és az égést sem táplálja, a calciumhydroxid vizes oldatát nem zavarosítja meg.

A nitrogén egyike a legközönyösebb elemeknek; közönséges hőmérsékleten egy elemmel sem egyesül, magas hőmérsékleten is csak némely elemmel, így például izzó magnéziummal egyesül és magnézium-nitridet Mg_3N_2 létesít. Közvetett úton számos elemmel egyesíthető és vegyületei vagy erős savak, vagy erős lúgok.

A nitrogén kimutatása orgánikus anyagban.* A vizsgálandó anyagot kis kémcsőben, óvatosan, tiszta felületű káliummal, vagy nátriummal olvasztjuk össze és néhány perczig izzítjuk. A nitrogén a jelenlévő szénnel és káliummal *káliumcyániddá*, a nátriummal *nátriumcyániddá* egyesül. A cyánidot a berlinikék reakcióval mutatjuk ki. (Lásd a 171-ik oldalt.) A még forró kémcsövet néhány köbcentiméter hideg vízbe mártjuk. Az üveg szétpattan és a cyánid oldódik. A cyánid kimutatását a leszűrt oldatban lásd a 171-ik oldalon.

Phosphor.

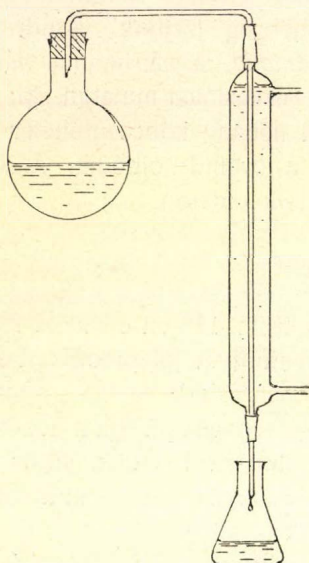
A közönséges phosphor sárgásszínű test; 44° -on olvad és 290° -on forr. Vízben nem oldható, ellenben széndisulfidban jól oldódik. Levegőn hevítve, már 60° -on meggyúl és phosphorpentoxiddá ég el. A phosphor-nak nagyon fontos tulajdonsága, hogy sötétben világít. Ha a közönséges phosphort levegőtől mentes térben 240 — 250° -ra hevítjük, vörös színű, *alaktalan* phosphorrá alakult át. Ez a módosulata széndisulfidban nem oldódik, levegőn nem változik és sötétben nem világít.

A phosphor mind a negatív, mind a pozitív elemek legnagyobb részével, közvetlen érintkezésre, vagy csak magasabb hőmérsékleten egyesül. A phosphort a Mitscherlich-, vagy a Dussart-Blondlot-féle eljárással mutathatjuk ki.

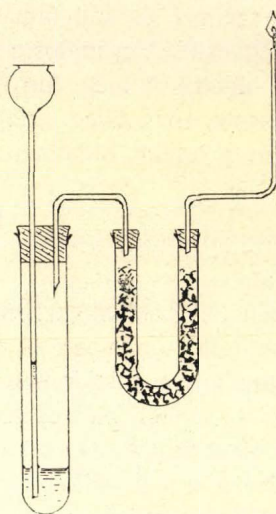
1. Mitscherlich-féle eljárás szerint a phosphorra vizsgálandó anyagot elegendő mennyiségű vízzel lombikba teszszük és a lombikot (lásd a 12-ik rajzot) kétszer derékszög alatt hajlított csővel kötjük össze, melynek végére hűtőt alkalmazunk. Ha a lombik tartalmát forraljuk, akkor víz és kevés phosphorgőz is átpárolog és a hűtő azon helyén, hol a vízgőz megsűrűsödik, illetőleg a hol a phosphorgőz a levegővel érintkezhetik — világító gyűrű keletkezik. A kísérletet sötét helyen kell végezni.

* A nitrogén kimutatását nátriumsuperoxiddal lásd K o n e k, Zeitschr. f. ang. Chemie 17. 771.

2. A Dussart-Blondlot-féle eljárás szerint a vizsgálandó anyagot hidrogénfejlesztő készülékbe teszszük. A készüléket (lásd a 13-ik rajzot) nedves káliumhydroxiddal töltött, U alakú csővel kötjük össze és ezt gázvezető csővel szereljük fel, melynek végére kis platinacső van forrasztva. A phosphor a hidrogénnel egyesül és phosphorhydrogén keletkezik. Ha meggyőződünk, hogy a készülékből a levegő teljesen ki van űzve, akkor a kiáramló hidrogént, mely a phosphorhydrogénnel van elegyedve, meggyújtjuk. Phosphor jelenlétében a hidrogénláng magja smaragdzöld színű. Ha a lángot porcellánlemezsel lenyomjuk, akkor a láng zöld színe még szebben tűnik elő.



12. rajz.



13. rajz.

A phosphor kimutatása organikus vegyületekben úgy történik, hogy a phosphortartalmú vegyületet tömény salétromsavval, vagy káliumchloráttal és nátriumcarbonáttal phosphorsavvá oxidáljuk és a phosphorsavat molibdénsavas ammoniummal mutatjuk ki.

Szén.

A szénnek se a kristályos, se az alakatlan módosulata nem oldható semmiféle oldószerben. Levegőn hevítve széndioxidá é ég el; az alakatlan szén aránylag már alacsony hőfokon el ég; a grafit, vagy a gyémánt ellenben csak magas hőfokon gyújtható meg. Annak eldöntésére, hogy valamely anyag széntartalmú-e, a következő kísérleteket végezzük: A

vizsgálendő anyagot platinalemezen, vagy kis kémcsőben óvatosan hevítjük; ha az anyag széntartalmú volt, a hevítés alkalmával szén válik ki és a platinalemezen, vagy a kémcsőben hevített anyag megfeketedik. Könnyen párolgó, vagy szállasztható anyagoknál ilyen módon a szén jelenlétét nem mutathatjuk ki; ezeket kiizzított rézoxiddal keverve olyan kémcsőbe öntjük, mely kétszer derékszögűleg hajlított gázvezető csővel van felszerelve. A kémcsövet hevítjük és az égéstermékeket mésvízbe bocsátva, megfigyeljük, hogy az oldat megzavarosodik-e? Ha igen, akkor ez a szén elégeésekor keletkezett széndioxidtól származik.

A carbonátokból, bármilyen magas hőfokra hevítjük is, szén nem válik ki; a carbonátokból azonban sósav hatására a szén mint széndioxid távozik el s ezt mésvízzel kimutathatjuk.

ÖTÖDIK RÉSZ.

A fémek elválasztása.

Az anyag előkészítése az elemzéshez.

Oldás.

A vizsgálandó anyag alkotórészeinek kimutatása, csekély kivétellel nedves úton történik, tehát az anyagot, ha szilárd, a vizsgálat céljaira előkészítjük.

Az anyag előkészítésére két eljárás van, úgymint *oldás* és *feltárás*. Az oldást a legnagyobb gonddal végezzük, mert az oldás alkalmával nagyon sok és becses adatot gyűjthetünk össze a vizsgálandó anyag összetételére nézve. Egyes alkotórészeket már oldáskor biztosan felismerhetünk. De nyilvánulhatnak oldáskor olyan tünetmények is, a melyek bizonyos alkotórészeknek jelenlétét valószínűvé teszik, vagy teljesen kizárják. A vizsgálandó anyagot porcellán- vagy achát-mozsárban finom porrá dörzsöljük. Az oldáshoz először csak kevés anyagot használunk és a különböző oldószerekkel előállított oldatból keveset, platinalemenen elpárologtatva, meggyőződünk, hogy oldott-e fel valamit.

Az első oldószer a víz. Az anyagot vízzel forraljuk és ha azt találtuk, hogy vízben oldható rész van jelen, akkor az oldatot leszűrjük és ismételten addig forraljuk vízzel, míg valami csak oldódik.

A második oldószer híg sósav. Az oldást mindig híg savval kezdjük és csak akkor szabad tömény savat használni, ha a híg sav már semmit sem old. Ugyanis a tömény savak hatására keletkezett sók: nitrátok, vagy chloridok, vízben nagyjából oldhatók, ellenben tömény savban nem oldhatók. Tehát ha tömény savat használunk, megtörténhetik, hogy az anyag víz hiánya miatt nem oldódik, a mi esetleg téves következtetésekre adhat alkalmat. A vízben oldhatlan anyagot tehát híg sósavval melegítjük, de nem főzzük. Egy másik figyelemreméltó körülmény, mely a híg savak alkalmazását szükségessé teszi, az, hogy sok

anyag például híg salétromsavban mint nitrát oldódik, ellenben a tömény salétromsav hatására oldhatlan vegyületté alakul át, melyet azután külön kell megvizsgálni és feltárási eljárásokkal oldani. Ilyen vegyület például az ólomsulfid; ez híg salétromsavban mint nitrát oldódik, ellenben tömény sav hatására oldhatlan ólomsulfáttá alakul át. Az anyagból sósavval melegítve gázok távoznak el:

1. *Carbonátok* jelenlétében *széndioxid*, mely mésvízben zavarodást idéz elő.

2. *Sulfidok* jelenlétében *hidrogénsulfid*, mely ólomnitráttal itatott papiroscsíkon fekete foltot idéz elő.

3. *Sulfitok* jelenlétében *kéndioxid*, mely káliumjodáttal itatott papiroscsíkon barna színű foltot idéz elő.

4. *Cyánidok* jelenlétében *hydrogécyanid* fejlődik, melyet a következő módon mutatunk ki: Az eltávozó gáz felébe, huzamosabb ideig (fülkében) sárga ammoniumsulfiddal itatott papiroscsíkot tartunk. A papirost óraüvegre teszszük és vízfürdőn megszáritjuk. Ha a száraz papiroscsíkra ferrichloridot csepegtetünk, vörösbarna színű *ferrisulfocyanid* keletkezik. A hydrogécyanidot jellemző, keserű mandulára emlékeztető szagáról is felismerhetjük; tekintettel a hydrogécyanid mérges voltára, a gázt nagyon óvatosan szagoljuk meg.

5. *Oxidáló anyagok* jelenlétében *chlór* is fejlődhetik, melyet szagáról is felismerhetünk. Káliumjodiddal itatott papiroscsíkon barna foltot idéz elő.

Harmadik oldószer tömény sósav. Itt főképpen arra figyelünk, hogy fejlődik-e chlór. Ha fejlődik, akkor manganperoxid, ólomperoxid, káliumbichromát, káliumpermanganát, káliumchlorát stb., egy szóval oly anyagok vannak jelen, melyek a sósavat oxidálják. Ólomvegyület jelenlétében a sósavas oldat kihülésekor jellemző, tű alakú, ólomchloridból álló kristályok válhatnak ki, mely forró vízben oldható. Sósavval elbontható szilikátok jelenlétében kovasav is válhat ki, mely káliumhydroxidban oldható.

Negyedik oldószer híg salétromsav. Sulfidok jelenlétében kénkiválás észlelhető.

Ötödik oldószer tömény salétromsav. Vörösbarna színű, nitrogéndioxidból álló gőzök eltávozása jelzi, hogy a salétromsav oxidál, illetőleg old.

A salétromsav hatására, ha sulfidok vannak jelen, kén válik ki, mely platinalemezen hevítve elég. Ha ón van jelen, a tömény salétromsav az ónt oxidálja és fehér színű, β -ónsavból álló csapadék keletkezik, mely csapadék, ha azt tömény sósavval egyideig melegítettük, forró vízben oldható. (Lásd a 70-ik oldalt.)

Hatodik oldószer a királyvíz. A chlór keletkezése pillanatában

erélyesen hat és ha egyáltalában savakban oldható anyag jelen van, akkor az királyvízben, mint chlorid oldódik.

Ha a vizsgálandó anyag fém vagy ötvözet, akkor, hogy az egyes alkotórészek felől már az oldás alkalmával is tájékozást szerezzünk, párhuzamosan három oldást végezzünk. Tömény savat ekkor sem használunk; legczélszerűbb két rész savat egy rész vízzel elegyíteni. Az anyagnak egy részét sósavban oldjuk. Ólom jelenlétében, ha az oldat lehült, jellemző túalakú, ólomchloridból álló kristályok válnak ki. Az anyagnak egy másik részét salétromsavban oldjuk. Őn jelenlétében fehér színű por alakú β -ónsav válik le, a mely azonban antimonsavat is tartalmazhat. Egy harmadik részletét az anyagnak királyvízben oldjuk. Az összes fémek oldódnak az ezüst kivételével, mely mint ezüstchlorid válik le és ammoniumhydroxidban oldható. Ólom jelenlétében ólomchlorid válik le. Ha ilyen módon meggyőződünk, hogy körülbelül mely alkotórészek lehetnek jelen, akkor az ötvözetet véglegesen abban az oldószerben oldjuk fel, a mely a legtöbb fémet oldja. Őn jelenlétében a legczélszerűbb királyvizet használni, mert ebben, az esetleg jelen lévő arany és platina is oldódik. Ha ólom is volt jelen, akkor ez részben kiválik ugyan, de oldatban is marad bőségesen. Ha egyidejűleg ezüst is van jelen, akkor az ötvözet egyik részletét salétromsavban oldjuk, a lecsapódott β -ónsavat és antimonsavat leszűrjük és az oldatokat egyesítjük.

A feloldott anyag előkészítését az elemzéséhez lásd a 199-ik oldalon.

Feltárás.

A savakban oldhatlan anyagot feltárjuk. Feltárás alkalmával az anyagot alkalmas módon olyan vegyületté alakítjuk át, mely legalább részben, vízben, vagy savakban könnyen oldódik. Általános eljárás, mely szerint a feltárást végezzük, nincsen. Az anyagot minden esetben előzetesen megvizsgáljuk és ennek eredménye szabja meg, hogy a feltárást miként végezzük. Aránylag csekély azoknak a vegyületeknek száma, a melyek savakban nem oldódnak. Gyakrabban a következő oldhatlan vegyületek fordulhatnak elő:

Kovasav és silikátok, calciumsulfát, báriumsulfát, stronciumsulfát, ólomsulfát, β -ónsav, aluminiumoxid, chromoxid, titándioxid, ezüstchlorid, ezüstbromid, ezüstjodid, calciumfluorid, komplex cyanvegyületek, kén, szén.

Elővizsgálat.

1. Az anyagot szénlemezen szódával keverve, a gyertya, vagy gáz lángjánál forrasztócsővel hevítjük. A jól összeolvasztott olvadékból keveset ezüstlemezre teszünk és néhány csepp vízzel megnedvesítve, szétdörzsöl-

jük. Ha fekete, ezüstszulfidból álló folt keletkezik, jelzi, hogy a feltárandó anyagban *sulfát* van.

2. Az anyagot szénlemezen, szódával keverve, a forrasztólámpával hevítjük.

Az olvadékat a szénlemezről lekaparjuk, vízzel kilúgozzuk és megfigyeljük maradt-e hátra redukált fém, ha igen, akkor az lehet: **ólom**, **ezüst**. Tömény salétromsavban oldjuk, az oldatot kétrésze osztjuk s az egyik részletben sósavval ezüstre, a másikban kénsavval ólomra kémlelünk.

3. Az anyagot szénlemezen szódával és kevés káliumcyániddal, keverve a forrasztólámpával hevítjük.

A széttört olvadékat vízzel kilúgozzuk és megfigyeljük maradt-e hátra redukált fém, ha igen, akkor az lehet: **ólom**, **ezüst**, **ón**. Tömény salétromsavban oldjuk; ha tiszta oldatot kapunk, akkor ón nincsen jelen, ha ellenben a salétromsav hatása következtében fehér porszerű csapadék (β -ónsav) létesül, akkor ónra következtethetünk.

4. A vizsgálandó anyag zöldes színű: **chrómoxid**, a phosphorsógyöngyöt zöldre festi.

5. Az anyag a bóraxgyöngyöt nem festi meg, abban nem oldódik ellenkezőleg kovaváz válik ki: **kovasav**.

6. Az anyagot tömény kénsavval keverve, platina lemezen gyengén melegítjük: **Calciumfluorid** jelenlétében **hydrogénfluorid** fejlődik s az eltávozó gáz a fölébe tartott üveget megtámadja.

7. Platinalemezen hevítve, maradék nélkül elég: **szén**.

8. Platinalemezen hevítve, kékes lánggal ég el: **kén**.

A feltárások módszerei.

A sulfátok feltárása. A sulfátokat nátriumcarbonáttal tárjuk fel, melynek hatására cserebomlás folytán *nátriumsulfát* és *carbonát* keletkezik. (Lásd a 146-ik oldalt.)

A carbonát vízben oldhatlan csapadék alakjában marad hátra és ezt sósavval vízben oldható chloriddá alakítjuk át. Az eljárás az elővizsgálat eredményéhez képest kétféle lehet.

1. Ólom jelenlétében a feltárandó anyagot tömény szódaoldattal forraljuk. Az átalakulás simán és tökéletesen végbeme gy; ha egyidejűleg calcium- és stroncium-sulfát is van jelen, akkor is tökéletes az átalakulás; ellenben bárium-sulfát jelenlétében csak akkor tökéletes az átalakulás, ha a szódaoldatot gyakran újítjuk. Ha tehát a sulfátokat szódaoldattal tárjuk fel, ajánlatos a bárium-sulfátra való tekintettel, a szódaoldatot ismételtelen leönteni és a forralást friss szódaoldattal folytatni. Ha az átalakulás megtörtént, a csapadékat leszűrjük és vízzel addig mossuk, míg a lecsepegő

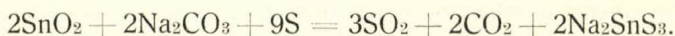
oldat kénsavra reakciót nem létesít, tehát míg a sósavval megsavanyított szüredék báriumchloriddal nem idéz elő csapadékot. A csapadékot most kevés híg és forró sósavban oldjuk. Ha az átalakulás tökéletes volt, a csapadék maradék nélkül oldódik. Az oldatban lehet ólom-, bárium-, stroncium- és calciumchlorid.

2. Ha ólom nincsen jelen, a sulfátokat platinatégelyben négyszeres mennyiségű víztől mentes nátriumcarbonáttal olvasztjuk össze. Az oldadékot vízzel kilúgozzuk, szűrjük, mossuk és sósavban oldjuk. Jelen lehetnek bárium-, stroncium- és calciumchlorid.

Ezüsthalogén-vegyületek feltárása. A vizsgálandó anyagot kis hengerüvegbe teszszük, kevés kihígott kénsavat öntünk reá és egy zinklemezt állítunk bele. A hidrogén a halogén-vegyületeket redukálja. Oldatban lesz chlór-, bróm- és jódhidrogén, míg az ezüst finom, szürkés színű csapadék alakjában válik ki. A redukció gyorsan megy végbe.

A β -ónsav feltárása. A vizsgálandó anyagot kis porcellántégelybe víztől mentes nátriumcarbonáttal és kénnel óvatosan összeolvasztjuk és addig hevítjük, míg a felesleges kén elégett.

A β -ónsav *nátriumsulfostannáttá* alakul át:



Az oldadékot forró vízzel kilúgozzuk és szűrjük. Ha a szüredéket sósavval megsavanyítjuk, sárga színű, *stannisulfidból* álló csapadék keletkezik. A β -ónsavat nátriumhydroxiddal is feltárhatjuk. E célból az anyagot ezüstcsészében nátriumhydroxiddal olvasztjuk össze:



A *nátriumstannát* vízben oldható.

A chrónoxid és chrómvaskő feltárása. A chrónoxidot platinatégelyben, víztőlmentes nátriumcarbonáttal és káliumnitráttal olvasztjuk össze. A chrónoxid *nátriumchromáttá* oxidálódik és sárga színű oldadékot kapunk. Az oldadékot vízben oldjuk és szűrjük. A szüredéket részletekben hozzáelegyítve, ecetsavval megsavanyítjuk, azután egy csepp ólomacetáttal elegyítjük. Chróm jelenlétében sárga színű *ólomchromáttól* álló csapadék létesül.

A *chrómvaskövet* kétszeres feltárásnak vetjük alá: Először hatszoros mennyiségű káliumhydrozsulfáttal olvasztjuk össze és negyedóráig hevítjük. Ha az oldadék kihült, akkor finom porrá törjük és most nátriumcarbonáttal és káliumnitráttal olvasztjuk össze. Az oldadékot sósavban oldjuk.

A kovasav és a silikátok feltárása. A vizsgálandó anyagot platinatégelyben tízszeres mennyiségű nátriumcarbonáttal, vagy káliumnátriumcarbonáttal olvasztjuk össze és azután negyedóráig a forrasztólámpánál hevítjük. Az eljárás részleteit lásd a kovasavnál a 162-ik oldalon.

Alkáliák, vagy titánsav jelenlétében a silikátot tömény kénsav jelenlétében hidrogénfluoriddal tárjuk fel. Az eljárás részleteit lásd a kova-savnál a 162-ik oldalon.

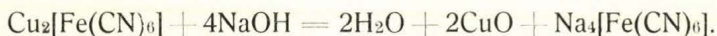
A calciumfluorid feltárása. A vizsgálandó anyagot platinatégelyben tömény kénsavval melegítjük. (A kísérlet részletes leírását lásd a 148-ik oldalon.)

A tégelyben a calciumfluorid feltárásánál calciumsulfát marad hátra. Fluortartalmú silikátokból nem hidrogénfluorid, hanem siliciumtetrafluorid fejlődik és ha ez vízzel érintkezik, akkor siliciumdioxid válik ki. (A kísérlet részletes leírását lásd a 148-ik oldalon.)

Aluminiumoxid és titándioxid feltárása. A vizsgálandó anyagot platinatégelyben nyolczszoros mennyiségű káliumhydrosulfáttal olvasztjuk össze és rövid ideig izzítjuk. Az olvadékot vízben oldjuk.

Komplexyánvegyületek feltárása. Mind a vízben oldható, mind a vízben oldhatlan cyánvegyületeket tömény kénsavval tárhatjuk fel. A vizsgálandó anyagot porcellánacsészébe tömény kénsavval melegítjük (lásd a 109-ik oldalt). A kénsav a komplex molekulát elbontja, a fémek sulfátokká alakulnak át és szénoxid távozik el. (A szénoxidfejlődés óvatosságra int.) A kénsav feleslegét elűzzük és a maradékot sósavban oldjuk. Ha alkáliföldfémek vagy ólom jelen, akkor ezeket mint oldhatlan sulfátokat külön kell feltárni. A kénsavval való feltárást akkor alkalmazzuk, ha a komplex vegyületben foglalt összes alkotórészek közül csak a fémeket akarjuk kimutatni.

Ha azonban a vízben oldhatlan vegyületben a savat is ki akarjuk mutatni, akkor a komplex ionnal egyesült fémet (ez lehet réz, ólom, cobalt, vas stb.) alkálifémmel kell helyettesítenünk. Ennek kivételére a vizsgálandó anyagot tömény nátriumhydroxiddal, vagy nátriumcarbonáttal főzzük:



A komplex ionnal egyesülve volt réz, mint cuprioxid válik le, helyét a nátrium foglalja el és vízben oldható *nátriumferrocyanid* létesül. Zink, vagy aluminium jelenlétében azonban *oldható* aluminát vagy zinkát keletkezik:



ezért tehát célszerűbb a feltárást nátriumcarbonáttal végezni.

Az oldat előkészítése az elemzéshez.

Ha a vizsgálandó anyag oldható és oldhatlan alkotórészeket tartalmaz, mindig az oldatot elemezzük meg először és csak azután vizsgáljuk meg a feltárandó anyagot.

Az anyag oldása után az egyes fémek elválasztását nem kezdhethük meg azonnal és mielőtt megkezdhenők, az oldatokat elő kell készíteni. Tegyük fel, hogy van vizes oldat, sósavas, salétromsavas és királyvizes oldatunk. *A vizes oldat felét elteszszük savak vizsgálatára.*

Most kis kémcsőbe néhány kísérletet végezzünk annak kipuhatólására, vajjon az oldatok összeöntésekor nem keletkezik-e csapadék? A vizes oldathoz egy-két csepp sósavas oldatot öntünk, a salétromsavas oldathoz szintén kevés sósavas oldatot. Ha egyik, vagy másik oldatban csapadék keletkezik, ez jelzi, hogy sósavval leválasztható alkotórészeket tartalmaz és ezt külön vizsgáljuk meg. E vizsgálat után a savas oldatokból a sav fölöslegét elűzzük; ennek kettős célja van:

1. Nagyon savanyú közegből hidrogénsulfiddal a fémek nem válnak le tökéletesen.

2. Ha sok salétromsavat tartalmazó oldatba hajtunk be hidrogén-sulfidot, a hidrogénsulfid oxidálódik és sok kén válik ki.

Az oldatokat azonban szárazra párologtatni *nem* szabad, mert bázisos sók létesülhetnek, melyek később nehezen, vagy egyáltalában nem oldódnak fel. Az oldatokat tehát csak szirup-sűrűsége pároljuk be. Ha az elővizsgálat azt derítette ki, hogy a salétromsavas, vagy a vizes oldat a sósavas oldattal csapadékot létesít, akkor azt az oldatot vízzel hígítva elteszszük és külön vizsgáljuk meg; a többi oldatot pedig óvatosan, kevés vízzel hígítjuk és összeöntjük. A bepárolt oldatok vízzel való hígításakor, vagy az oldatok összeöntésekor megzavarosodhatnak, esetleg csapadék is keletkezhetik. Csapadék létesülhet egyáltalában ha a kevés savat és a sok vizet tartalmazó oldatokat összeöntjük; ha tehát látjuk, hogy a bepárolt oldat víztől megzavarosodik, ekkor több vizet nem öntünk hozzá, hanem a csapadékot néhány csepp sósavval, vagy salétromsavval melegítve, feloldjuk.

Ha az oldatok összeöntésekor keletkezik a csapadék, azt szintén sósavban oldjuk fel. A zavarosodás, vagy csapadék az antimon, bizmuth vagy ón vegyületeitől származhatik, melyek víz hatására, mint bázisos sók válnak ki. Ha ezek a bázisos vegyületek, a mint az gyakran előfordul, sósavban csak nehezen oldódnak, akkor nem is törekszünk őket oldani, mert az osztályok elválasztása céljából használandó hidrogénsulfid, így is könnyen átalakítja őket sulfidokká.

A kémiai vizsgálat rendje.

A vizsgálat rendje azokat az eljárásokat ismerteti, a melyek szerint az egyes ionokat egymástól elválaszthatjuk. A rendszeres vizsgálatnál mindig először a pozitív ionokat választjuk el és csak azután térünk át a negatív ionok felkeresésére és elválasztására; pozitív alkotórészek ismerete ugyanis lényegesen megkönnyíti a negatívok felkeresését.

Ha például egy oldatban ezüstöt találtunk, akkor abban az oldatban a sósav jelenléte ki van zárva; ha báriumot találtunk, akkor a kénsav már nem lehet jelen. Ha az oldatban mercurosorozatba tartozó higanyt találtunk, akkor kénsavra nem szabad báriumchloriddal kémlelni, hanem báriumnitráttal. A pozitív alkotórészek ismerete tehát felette fontos a negatívok felkeresése érdekében is. A pozitív alkotórészeket a különböző kémszerekkel, az úgynevezett csoportkémszerekkel szemben tanúsított magaviseletük szerint öt osztályba sorozzák:

I. Az *első osztályba* tartoznak azok a pozitív alkotórészek, a melyek sósavval csapadékot létesítenek.

II. A *második osztályba* azok a pozitív alkotórészek tartoznak, a melyek savanyú közegben hydrogénsulfiddal leválnak.

III. A *harmadik osztályba* tartoznak azok a pozitív alkotórészek, a melyek közömbös, vagy lúgos közegben ammoniumsulfiddal válnak le.

IV. A *negyedik osztályba* azok a pozitív alkotórészek tartoznak, melyek közömbös, vagy lúgos közegben chlór ammonium jelenlétében, ammoniumcarbonáttal csapadékot létesítenek.

V. Az *ötödik osztályba* tartoznak azok a pozitív alkotórészek, a melyek az említett csoportkémszerek egyikével sem létesítenek csapadékot.

Az első osztály elválasztása.

Csoport kémszer híg sósav.

Közömbös, vagy savanyú oldatból leválhatnak: Ezüst-, ólom-, mercurrohiganyion, mint chloridok.

A vizsgálandó oldatot addig elegyítjük sósavval, a míg csapadék keletkezik, azután felmelegítjük és addig hagyjuk állani, míg teljesen lehült.

(Sok ólom jelenlétében az ólomchlorid túalakban kristályosodik ki.) A csapadékot leszűrjük, hideg vízzel kimossuk. A csapadékot kis hengerüvegbe mossuk be; azután felfőzzük, azonnal szűrjük és a szüredéket állani hagyjuk, míg teljesen lehült. A forró víz az ólomchloridot oldja ki, mely, ha az oldat lehült, túalakú kristályokban válik ki. Az ólomnak kimutatása ilyen módon és e helyen azonban csak akkor sikerül, ha aránylag sok ólom van jelen; ha a vizsgálandó anyag kevés ólmot tartalmaz, akkor azt a második osztályba mutatjuk ki. Az ólomchloriddal azonossági próbát végezzünk.

A forró vízben oldhatlan csapadékot ammoniumhydroxiddal jól össze-rázzuk. A mercurrohigany és ezüst elválasztását lásd az 51-ik oldalon.

Közömbös vagy savanyú közegből sósav hatására csak ezüst-, ólom- és mercurchlorid válhat le ugyan, de megeshetik, hogy bizmut, vagy ántimon jelenlétében ezek is leválnak mint oxychloridok; miután azonban ezek só-

savban megint oldódnak, ezért a sósavval kapott csapadék kis részletét megvizsgáljuk, vajjon a kapott csapadék sósavtól nem tűnik-e el egészben, vagy részben. A vizsgálandó oldat ne legyen nagyon savanyú (ne tartalmazzon sok salétromsavat). Ez különösen akkor káros, ha nagyon kevés mercurovegyület van jelen. A mercurchlorid ugyanis a salétromsav és sósav hatására mercurichloriddá oxidálódik s mint ilyen, már csak a második osztályban mutatható ki.

Az említett pozitív alkotórészekon kívül mint fehér csapadék leválhat: a *molibdénsav* is, ez vízben és sósavban is oldható. Ha a vizsgálandó oldat lúgos hatású, akkor sósav hatására leválhatnak: *bórsav*, *kovasav*, *wolfrámsav*. A vizsgálandó oldatból sósav hatására sárga színű csapadék válik le: a csapadék lehet *kén*, vagy valamely *sulfid*. A kén thiókénsavsók, vagy polysulfidok bomlása következtében keletkezett s ekkor gázfejlődés is észlelhető, még pedig thiosulfatok jelenlétében kéndioxid-, polysulfidok jelenlétében hidrogénsulfidgáz távozik el. A sulfid, az arzén, antimon vagy az ón vízben oldható sulfosavjainak bomlása következtében válha le és hidrogénsulfidfejlődés kíséri.

A második osztály elválasztása.

Csoport kémszer savanyú közegben hidrogénsulfid.

A savanyú oldatból hidrogénsulfiddal leválnak: Ólom, higany¹¹, réz, bizmut, cadmium, arzén, antimon, ón, arany, platina, molibdén, szelén, tellur.

Az első osztályról leszűrt, tehát már savanyú oldatba hidrogénsulfidgázt hajtunk be. Ha első osztály nem volna jelen és az oldat nem savanyú, akkor kevés sósavval elegyítjük az oldatot.

A második osztályba tartozó pozitív alkotórészek leválasztásakor különös gondot kell fordítani arra, hogy az oldat éppen a kellő mennyiségű savat tartalmazza. Arról már volt szó, hogy salétromsavnak nem szabad jelen lennie. Ha sok szabad sav van jelen, akkor ugyanis az ólom, cadmium, antimon és ón csak tökéletlenül, vagy egyáltalában le sem válnak; viszont ha nincsen elegendő sav jelen, akkor az arzénsulfid mint kolloidvegyület oldatban marad. De a harmadik osztály fémjei is leválhatnak sulfid alakjában, különösen a cobalt, nikkel és zink. Azonban inkább legyen kevesebb, mint több sav jelen, mert a reakció folyamán a chloridok és a hidrogénsulfid egymásra hatása következtében úgy is folyton keletkezik sósav.

A vizsgálandó oldatot lombikba öntve, vattával lazán bedugjuk és hidrogénsulfidgázt hajtunk belé. Körülbelül öt perc eltelté után a leválott csapadékot leszűrjük, az oldatot 60—70^o-ra felmelegítjük és a meleg oldatba ezúttal huzamosabb ideig (15 perczig) hajtjuk be a hidrogénsulfidot. A keletkezett csapadékot megint leszűrjük és az oldatot, minthogy a sósav mennyisége a reakció folytán nagyon felszaporodhatott, — vízzel hígítjuk és újlag hidrogénsulfidot hajtunk belé. A hidrogén-

sulfid hatására a sulfidok főtömege már a hideg oldatból leválik, ha azonban az arzén mint arzénsav van jelen, akkor ez csak a meleg oldatból és csak akkor válik le tökéletesen, ha a hidrogénsulfidot huzamos ideig hajtjuk be. Az arzén leválasztása után még ólom, cadmium és ón lehetnek az oldatban. Ezek ugyanis nagyon savanyú közegből nem válnak le tökéletesen, az oldatot tehát vízzel hígítjuk és újjólag hidrogénsulfiddal telítjük. A sulfidcsapadékról leszűrt oldattal még végeztünk egy kísérletet, hogy meggyőződjünk, vajjon tényleg teljesen levált-e minden, a mi leválasztandó volt, de különösen az arzén. E célból az oldatot hidrogénsulfidos vízzel melegítjük s ha semmi változást nem észlelünk, csak akkor lehetünk biztosak a felől, hogy a második osztály összes pozitív alkotórészei tökéletesen leváltak.

A második osztály sulfidjainak jellemző színük van s miután a sulfidok bizonyos sorrendbe válnak le, ajánlatos a hidrogénsulfid hatását folyton figyelemmel kíséreni, mert a sulfidok színéből, vagy a színváltozásból már következtethetünk egyes alkotórészek jelenlétére is. Négyféle színárnyalat fordulhat elő, u. m. *sárga, narancs, barna és fekete*. *Sárga színűek*: Árzéntrisulfid, arzénpentasulfid, stannisulfid, cadmiumsulfid. *Narancs színű*: Antimontrisulfid, antimonpentasulfid. *Barna színű*: Stannosulfid, molibdéntrisulfid, bizmuttrisulfid. *Fekete színű*: Ólomsulfid, cuprisulfid, higany-sulfid, aranydisulfid, platinadisulfid. A higany míg fekete sulfid alakjában leválik, különböző színárnyalatokon megy keresztül, u. m. fehér, sárga, narancs, vörösbarna és végre fekete. Az ólom is kezdetben vörös színű csapadék alakjában válik le, a mely azonban gyorsan megfeketedik.

Hidrogénsulfiddal gyakran világossárga színű, nehezen ülepedő, *kénből* álló csapadékot kapunk, a melyet ha leszűrünk és platinalemen melegítjük, kékes lánggal ég el. A kénkiválást az oldatban lévő oxidáló anyagok idézik elő: 1. Az oldat sok salétromsavat tartalmaz, vagy esetleg chlórt. 2. Az oldat ferrichloridot, chromátot vagy permanganátot stb. tartalmaz. Mindezek az anyagok a hidrogénsulfidot oxidálják, *kén* válik ki és ők maguk redukálódnak és jellemző színük eltűnik. (Lásd a 16-ik oldalt). Az erős kénleválás tehát vas, mangán és chrom jelenlétére figyelmeztet. A kénkiválást megakadályozhatjuk az által, hogy az oldatot, mielőtt még hidrogénsulfidot hajtunk be, redukáljuk és ezt ajánlatos megtenni a következő okokból:

1. Ha második osztályba tartozó alkotórészek és egyidejűleg a már említett oxidáló anyagok valamelyike van jelen, akkor a hidrogénsulfiddal leváló sulfid nagyon tisztátalanítva lesz kénnel, a mi a további vizsgálatot megnehezíti.

2. Ha a vizsgálandó anyag arzénsavat tartalmaz, akkor ez szintén redukálódik, arzénessav keletkezik és ez mint ilyen könnyen válik le hidrogénsulfiddal.

3. Ha valamely chrómsav- vagy permanganátvegyület van jelen, akkor ezekből a redukció folyamán chromioxid vagy mangánoxid keletkezik, a melyek azonban a jelenlévő sósavban mint chromichlorid vagy mangánchlorid oldódnak. (Lásd a 16-ik oldalt.) A chromichlorid vagy mangánchlorid keletkezéséhez azonban sok sósav kell; ezt az oldatból vonja el — és ez által az oldat sósavtöménysége csökken, sőt kevés savat tartalmazó oldatból az összes savmennyiséget leköti, úgyannyira, hogy az oldat lúgos lesz és a második osztály sulfidjai mellett, a harmadik osztályba tartozó tagok is: chrom, mangán, de különösen zink, nikkell és cobalt is leválnak. Sósav hozzáöntésére a chrom és a zink oldódnak, de a cobalt és nikkell sulfidjai csak tömény savban, vagy királyvízben oldódnak tökéletesen.

Az oldatot tehát különösen a harmadik pontban közölt ok miatt ajánlatos redukálni. A redukciót legczélszerűbben frissen készített kéndioxidos vízzel végezzük. E célból az oldatot néhány köbcentiméter kéndioxidos vízzel elegyítjük és addig forraljuk, míg a kéndioxid *teljesen* elszállt. A chromvegyületeket néhány csepp alkohollal forralva is redukálhatjuk.

A sulfidok elválasztása ammoniumsulfiddal.

A sulfidokat *három* csoportba lehet osztani: Az **A)** csoportba tartoznak azok a sulfidok, a melyek ammoniumsulfidban *jól oldódnak*; ide tartoznak: *árvén, antimon, ón, szelén, tellur*. A **B)** csoportba tartoznak azok a sulfidok, a melyek ammoniumsulfidban *nem oldhatók*; ide tartoznak: *higany, ólom, réz, bizmut, cadmium, platina*. A **C)** csoportba tartoznak azok a sulfidok, a melyek ammoniumsulfidban *nehezen oldhatók*: ide tartoznak: *arany, molibdén*.

A) csoport.

Árvén, antimon és ón elválasztása.

A hidrogénsulfiddal leválasztott és leszűrt sulfidokat hidrogénsulfidos vízzel többször kimossuk. A kimosás pontos elvégzése nagyon fontos; mert ha ezt elmulasztjuk és a csapadék úgy kerül a további feldolgozás alá, hogy a következő osztály oldatával át van itatva, akkor a második osztályba tartozó tagok elválasztásánál könnyen zavar támad. Így például, ha a csapadék nincsen kellően kimosva és a következő osztály aluminiumot, vagy vasat tartalmaz, akkor előállhat az az eset, hogy a bizmut helyén fehér, vagy rozsdavörös színű pelyhes csapadékot kapunk még akkor is, — ha bizmut nem volt jelen. Ekkor a bizmut helyén az aluminium fehér színű, a vas rozsdavörös színű csapadék alakjában válik le.

A sulfidcsapadékot a további feldolgozás céljából porcelláncsészébe helyezük és sárga ammoniumsulfidot öntve hozzá, 50—60^o-ra felmelegítjük és folytonos kavarási közben ezen a hőmérsékleten tartjuk még körülbelül öt percig. Azután az oldat tisztáját leszűrjük s újlag ammoniumsulfidot öntve hozzá, gyengén melegítjük. Az oldást ammoniumsulfiddal nehányszor ismételni kell, hogy az oldható alkotórészek biztosan oldódjanak. A nem oldható részt leszűrjük és hidrogénsulfidos vízzel kimossuk. Magas hőfokra hevíteni, vagy hosszasan főzni nem szabad, mert antimon jelenlétében *ántimonoxisulfid* válhat le. A sulfidok oldásához mindig sárga ammoniumsulfidot kell használni, mert ha stannosulfid volna a csapadékban, az közönséges, színtelen ammoniumsulfidban *nem oldódik*.

Sárga ammoniumsulfidban mint sulfosók oldódnak: az *árvén*, *ántimon*, *ón*; azonban figyelembe veendő, hogy kevés *cuprisulfid* is oldódik. Ha ammoniumsulfid helyett káliumsulfidot használnánk az elválasztáshoz, akkor ebben az oldószerben a cuprisulfid nem oldódik ugyan, de feloldódik a *mercurisulfid*.

Az ammoniumsulfidos oldatot vízzel hígítjuk és sósavval megsavanyítjuk; hidrogénsulfidfejlődés mellett csapadék keletkezik. Ha a sósav hozzáöntésére sárgásfehér színű finom csapadék keletkezik, ez annak a jele, hogy az említett fémek közül egy sem volt jelen és a leváló csapadék kén, mely az ammoniumsulfidnak sósavval való elbontásakor keletkezik.

Lehet azonban valamely fémsulfid is kis mennyiségben a kén mellett; ezért célszerű ilyen esetben a csapadék kis részletét benzollal összerázni. A kén oldódik, ellenben a fémsulfid a víz és a benzolos oldat érintkezése helyén pelyhes csapadék alakjában marad hátra.

Ha a sósav hozzáöntésére pelyhes, gyorsan ülepedő csapadék keletkezik, akkor az **A)** csoport alkotórészei vannak jelen, melyek mint sulfidok válnak le. Ha az ammoniumsulfidos oldat rezet is tartalmaz, akkor a sósavval leválasztott csapadék színe vörösbarna.

Az **A)** csoport fémeit két eljárás szerint választhatjuk el.

Sósavas eljárás. Ezt az eljárást akkor használjuk, ha kevés *árvén* van jelen. A sósavval leválasztott sulfidokat leszűrjük, kimossuk és tömény sósavval addig melegítjük, míg hidrogénsulfid már nem fejlődik, oldódnak mint chloridok az *ántimon* és *ón*. Az oldatot kevés vízzel elegyítjük, leszűrjük, a szűrőn maradt oldhatlan csapadékot kimossuk és az oldatot lehetőleg *kis térfogatra* párologtatjuk le. Az oldattal azonnal kísérletet végezzünk, hogy tájékozódást szerezzünk, vajjon antimon van-e jelen. E célból *fényes felületű* platinalemezre csepegtetünk egy-két cseppet az oldatból és kis darab zinket teszünk bele. Ha az oldat antimont tartalmaz, akkor a platinalemezen fekete színű folt keletkezik, *mely*

a fényes felületű lemezen annyira jól tapad, hogy vízzel mosva, vagy szűrőpapírral gyengén dörzsölve nem távolítható el. Ha az oldatból zink hatására, vörösbarna színű, szivacsos csapadék válik le, ez figyelmeztet arra, hogy az ammoniumsulfidos oldat sok *rezet* tartalmaz, ez esetben a *rezet* külön el kell választani (lásd alant). Ón jelenlétében a zink megfeketedik, de ez egyáltalában nem tekinthető reakciónak, mert a zink már a sósav hatására is megfeketedik.

Ha ilyen módon az ántimon jelenlétét megállapítottuk, a vizsgálandó oldatba kis darab zinket teszünk és rövid ideig állani hagyjuk. A további eljárást, az ón elválasztását az ántimontól lásd a 71-ik oldalon.

A tömény sósavban nem oldható maradék *arzénsulfid* és *kén*. A csapadékot jól kimossuk, ammoniumcarbonáttal ismételten gyengén melegítjük és szűrjük. Ha az oldatot sósavval megsavanyítjuk, arzén jelenlétében sárga színű, pelyhes, gyorsan ülepedő csapadék keletkezik (a leválasztáshoz sok savat nem szabad használni). (Az arzén azonosságának megállapítására nézve lásd az arzén reakcióját.)

Ammoniumcarbonátos eljárás. Ezt az eljárást akkor használjuk, ha aránylag sok arzén van jelen.

Az ammoniumsulfidos oldatból sósavval leválasztott sulfidokat szűrjük, mossuk és ismételten ammoniumcarbonáttal 50—60°-on gyengén melegítjük. Az arzén oldódik, míg a többi sulfidok oldhatlanul maradnak hátra. A csapadékot leszűrjük, mossuk. Ha az oldatot sósavval megsavanyítjuk, sárga színű pelyhes arzénsulfidból álló csapadékot kapunk. (Az arzén azonosságának megállapítására nézve lásd az arzén reakcióját.)

Az ammoniumcarbonátban oldhatlan részt tömény sósavval melegítjük. Oldódnak az ántimon és ón. Ezeknek elválasztását lásd a sósavas eljárásnál.

Az arzén, ántimon és ón elválasztása a réztől.

Ha az ammoniumsulfidos oldat sok *rezet* tartalmaz, akkor ezt a következő módon választjuk el. Az ammoniumsulfidos oldatból sósavval leválasztott vörösbarna, vagy barna színű sulfidokat ammoniumcarbonáttal gyengén melegítjük; az arzénsulfid oldódik, a többi sulfid nem. A csapadékot szűrjük, mossuk és frissen készített káliumsulfiddal gyengén melegítjük; ántimon és ón oldódik, a cuprisulfid ellenben nem. A csapadékot szűrjük és az oldatot sósavval megsavanyítjuk; a leváló csapadék további feldolgozását és az arzén kimutatását lásd fent. A cuprisulfidot salétromsavban oldjuk, a felesleges savat elpárologtatjuk és ammoniumhydroxiddal elegyítjük; réz jelenlétében az oldat kék színű lesz.

B) csoport.

Higany^{II}, ólom, réz, bizmut, cadmium elválasztása.

A savanyú oldatból hidrogénsulfiddal leválasztott csapadékot ammoniumsulfiddal melegítjük. Oldódnak az **A)** csoportba tartozó alkotórészek és visszamaradnak a **B)** csoportéi. A leszűrt és jól kimosott csapadékot híg salétromsavval gyengén melegítjük (forralni nem szabad). Oldódnak mint nitrátok: *ólom, bizmut, réz, cadmium*.

Oldhatlanul visszamarad:

1. A *mercurisulfid*, fekete csapadék alakjában; ha azonban a sulfidok oldásához nem használtunk elég híg savat, vagy ha hosszas forralás által a híg savat töményítettük, a mercurisulfid fehér színű *mercurisulfonitráttá* alakul át és mint ilyen szintén oldhatlanul marad hátra.

2. Az *ólom* egy része: az ólomsulfid ugyanis az éppen közölt ok miatt ólomsulfáttá oxidálódhatik és fehér csapadék alakjában marad hátra.

3. Ha a vizsgálandó anyag ón-, platina- vagy aranytartalmú volt, akkor ezeknek sulfidjai a mercurisulfid mellett szintén feltalálhatók.

4. Kén.

A salétromsavban oldhatlan részt leszűrjük és kimossuk.

Ha az oldhatlan maradék fekete színű, akkor körülbelül valószínű, hogy csak mercurisulfid van jelen; ez esetben a csapadékot kevés királyvízben oldjuk, a sav feleslegét elűzzük, a maradékot kevés vízzel elegyítjük és a kivált kéntől szűrjük. Az oldatban a higanyt káliumjodiddal vagy stannochloriddal mutatjuk ki. (Lásd a 67-ik és 75-ik oldalon a 6-ik számú reakciót.)

Ha a salétromsavban oldhatlan maradék fehér színű, akkor vagy mercurisulfonitrát, vagy ólomsulfát van jelen. Ekkor a száraz maradékot kis és száraz kémcsőben káliumcarbonáttal izzítjuk; ha higanyvegyület van jelen, a cső hidegebb részén fémes higanyból álló tükröt kapunk.

Ha higany nincsen jelen, akkor a fehér maradék ólomsulfát és ez esetben a maradék ammoniumhydroxid jelenlétében bórkősavas ammoniummal melegítve oldódik és ezen oldatból az ólom káliumchromáttal, vagy kénsavval megint leválasztható, kimutatható. Ha a fehér maradék higanyt és ólmot is tartalmaz, akkor egyik részletben kimutatjuk száraz úton a higanyt; másokban pedig a vizsgálandó anyagot porcellántégelybe káliumcyániddal és nátriumcarbonáttal olvasztjuk össze. Az ólomsulfát redukálódik; az olvadékot vízzel iszapoljuk és a visszamaradó fémrészecskéket salétromsavban oldjuk. Az oldatban az ólmot a már ismert reakciókkal mutatjuk ki.

Ha az oldhatlan maradékban még ónra, platinára, vagy aranyra is akarunk kémlelni, akkor a száraz anyagot a fent leírt módon

káliumcynániddal és nátriumcarbonáttal redukáljuk. Az iszapolt maradékot tömény sósavval melegítjük; oldódik az ón; az oldhatlan részt néhány csepp királyvízzel melegítjük, oldódik az arany és platina. Ha itt egyidejűleg ólomra is akarunk kémlelni, akkor az iszapolt maradék egy részét először salétromsavban oldjuk.

A híg salétromsavban oldott ólom, bizmut, réz és cadmium elválasztása.

A salétromsavas oldatot bepárologatjuk és az oldathoz egy-két csepp tömény kénsavat elegyítünk. Sok ólom jelenlétében azonnal fehér-színű, *ólomsulfátból* álló csapadék létesül, míg ellenben kevés ólom jelenlétében csak akkor, ha a salétromsavat elűztük. Ha tehát csapadékot nem kapunk, az oldatot bepárologatjuk és szabad lánggal addig melegítjük, míg kéntrioxidgőzök kezdenek elszállni; azután *kevés vízzel* hígítjuk és a kivált ólomsulfátot szűrjük. Az ólom azonosságának megállapítása céljából a csapadékot szénlemezen szódával redukáljuk.

Az ólomnak tökéletes leválasztása nagyon fontos és ennek elmulasztása később a cadmium kimutatását nagyon zavarja; ezért tehát, ha a salétromsavas oldatból kénsav hozzá elegyítésére csapadékot kaptunk, ez még nem jelenti azt, hogy most már az ólomsulfát tökéletesen levált. Miután az oldat még tartalmaz ólmot, a kénsavval kapott csapadékot leszűrjük és az oldatot a már leírt eljárás szerint bepárologatjuk, hogy az ólom lehetőleg tökéletesen leváljék.

Az ólom azonosságát gondosan meg kell állapítani, mert sok bizmut jelenlétében a bizmut egy része, mint nagyon nehezen oldható sulfát válhat le.

Az ólomsulfátról leszűrt oldatot ammoniumhydroxiddal *telítjük* és gyengén melegítjük. Bizmut jelenlétében fehér színű pelyhes *bizmut-hydroxidből* és bázisos bizmutsulfátból álló csapadék létesül. A csapadékot gondosan meg kell vizsgálni, hogy tartalmaz-e bizmutot. Ugyanis, ha a vizsgálandó eredeti anyag alumíniumot, vagy vasat tartalmaz: akkor, ha a savanyú közegből hidrogénsulfiddal kapott csapadékot nem mostuk ki gondosan (lásd a 204. oldalt), a csapadék át van még itatva a harmadik osztály pozitív ionjaival és az alumínium, vagy a vas a bizmut helyén válnak le. A csapadékot tehát leszűrjük, sósavban oldjuk és a 78-ik oldalon leírt 8-ik számú reakcióval, bizmutra kémlelünk.

Ha az ólomsulfátról leszűrt oldatot ammoniumhydroxiddal *telítjük*, akkor nem csak a bizmutot mutathatjuk ki, hanem a rézet is, mert réz jelenlétében az oldat kék színű lesz. Sok réz jelenlétében kék színű csapadék is létesül, mely azonban a kémszer fölöslegében mint *cupri-ammoniumsulfát* kék színnel oldódik. Az oldat kék színe az esetleg jelen

levő bizmut kimutatását egyáltalában nem zavarja. Ha réz nincsen jelen, akkor az ammoniumhydroxiddal elegyített oldat természetesen szintelen marad és ekkor a bizmutról leszűrt oldatban minden előkészület nélkül kimutathatjuk a cadmiumot. Ha ugyanis az ammoniumhydroxidos oldatba hidrogénsulfidot hajtunk be, sárga színű, pelyhes cadmiumsulfidból álló csapadékot kapunk.

Ha azonban az oldat kék színű, tehát rezet is tartalmaz, akkor a cadmiumot a réz mellett csak úgy tudjuk kimutatni, ha az oldatot káliumcyánid fölöslegével elegyítjük. A káliumcyánid hatására káliumcuprocyanid és káliumcadmiumcyánid keletkezik és az oldat szintelen lesz. Ha az oldat nem teljesen tiszta, akkor megsűrjük. Ha a szintelen oldatba hidrogénsulfidot hajtunk be, akkor sárga színű *cadmiumsulfidból* álló csapadék létesül.

A cadmiumot a réz mellett még a következő eljárással is kimutathatjuk. A kék színű ammoniumhydroxidos oldatot néhány csepp hypophosphorossavval elegyítjük és felfőzzük. A kék színű oldat elszíntelenedik és további forralásra a réz csapadék alakjában válik le. A leszűrt oldatból a cadmiumot hidrogénsulfiddal mutatjuk ki.

Ha a vizsgálandó anyag ólomtartalmú és az ólom nincsen tökéletesen leválasztva, akkor a cadmiumsulfid sárga színét a fekete, vagy sötétbarnás színnel leváló ólomsulfid elfedi. Sok réz jelenlétében pedig a cadmiumsulfid színe vöröses. (A cadmium helyén némi zink is válhat le, ha a közeg, melyből eredetileg a sulfidokat leválasztottuk, nem volt elég savanyú). A cadmium azonosságának megállapítása nagyon fontos. E célból a száraz anyagot szén-, vagy gipszlemezen a forrasztó lámpánál óvatosan hevítjük. (Lásd a cadmium reakcióját száraz úton.)

A rézre a cupriammoniumsulfát kék színe jellemző ugyan, mindazonáltal célszerű a cadmiumsulfidról leszűrt oldatot még rézre is megvizsgálni. Az oldatot óvatosan salétromsavval megsavanyítjuk, bepárologtatjuk, a maradékot vízbe oldjuk, kevés ammoniumhydroxiddal közömbösítjük, azután néhány csepp eczetsavval megsavanyítva, káliumferrocyaniddal elegyítjük. Vörösbarna színű cupriferrocyanidból álló csapadék létesül. Kevés réz jelenlétében csak barna színű oldatot kapunk.

A híg salétromsavban oldott ólom, bizmut, réz és cadmium elválasztása ammoniumpersulfáttal.¹

Az ólom a már leirt eljárás szerint kénsavval nem válik le egész tömegében és teljesen csak a cadmiummal együtt válik le az ammoniumhydroxidos közegből, hidrogénsulfid hatására. A cadmium biztos felismerését tehát az ólom jelenléte megnehezíti, mert a cadmium-

¹ Bollenbach, Z. f. anal. Chem. 47. 690.

sulfid sárga színét, az ólomsulfid fekete színe elfedi. A következő eljárással az ólom teljesen leválasztható: A salétromsavas oldatot néhány cm^3 10%-os ammoniumpersulfát-oldattal és azután felesleges ammoniumhydroxiddal elegyítjük: leválik a bizmut és ólom. A csapadékot tömény sósavban oldjuk és két részre osztjuk; az egyik részletben bizmutra, a másik részletben ólomra kémlelünk. A szüredéket sósavval savanyítjuk és az ammoniumpersulfát elbontása végett néhány perczig forraljuk. A sósavas oldatot ammoniumhydroxiddal elegyítjük és a már leírt eljárás szerint rézre és cadmiumra kémlelünk.

Az ammoniumsulfidos eljárás hátrányai.

Az első és második osztály ionjainak leírt elválasztása némelykor nehézkes és körülményes és nem oly egyszerű, a mint azt táblázatokban összeállítva találjuk. Hátrányai az elválasztásnak a következők:

1. Az ólmot három helyen találjuk meg. Megtaláljuk az első osztályban, a hol is sósavval választjuk le. Megtalálhatjuk a salétromsavban oldhatlan higanyulfid mellett, mint ólomsulfátot és végre a salétromsavas oldatban, a bizmut, réz és cadmium mellett. Az ólom elválasztása itten meglehetősen körülményes, ugyanis, hogy az ólom tökéletesen leváljék mint sulfát, a salétromsavat el kell tűzni és az oldatot kénsavval kell bepárolni. De ekkor, ha egyidejűleg sok bizmut is van jelen, — annak egy része mint bázisos sulfát válik le, sőt leválhat kevés rézsulfát is. Ha pedig az ólmot nem választjuk le tökéletesen, akkor leválik a bizmuttal, sőt egy kevés a cadmiummal is.

2. A cuprisulfid oldható keveset ammoniumsulfidban.

3. Ha egyidejűleg ón és higany vannak jelen, akkor ezeknek pontos elválasztása majdnem lehetetlen. Ugyanis a mercurisulfid a stannisulfiddal vegyületet létesít, mely vízben jól, — sőt keveset híg ammoniumsulfidban is oldódik; tehát a higany, — az arzén, antimon és ón mellett is (melyeknek sulfidjai ammoniumsulfidban oldhatók) jelen van és azoknak elválasztását megnehezíti. Egy másik nagyobb része a mercuristannisulfidnak a bizmut, réz és cadmium mellett lesz és ezeknek az elválasztását is megnehezíti. C u s h m a n n azt ajánlja, hogy a hydrogénsulfiddal leválasztott és ammoniumsulfidban oldhatlan sulfidokat a szűrés után ne vízzel, hanem 10%-os ammoniumnitráttal mossuk ki; ebben ugyanis a mercuristannisulfid oldhatlan lévén — nem oldódik fel, hanem a szűrőn marad, az ammoniumsulfidban oldhatlan sulfidok mellett. Ha a sulfidokat híg salétromsavval melegítjük, akkor az ón mint β -ónsav a mercurisulfid mellett marad.¹

4. A salétromsavban oldhatlan higanyulfid mellett ólomsulfát, arany és platina is található.

¹ Classen Ausgew. Methoden der anal. Chemie I. 167.

A második osztály elválasztása nátriumhydroxid jelenlétében hidrazinsulfáttal.¹

A második osztály fémek elválasztásánál felmerülő nehézségek elhárítása, de főképpen az ammoniumsulfid kiküszöbölése céljából Knoevenagel és Ebler² egy eljárást dolgoztak ki, mely egyszerűség és pontosság tekintetében a régi eljárást jóval felülmulja. Az eljárás főelőnyei a következők:

1. Az ammoniumsulfid teljesen felesleges.

2. A higany- az ón, arzén és antimontól teljesen és biztosan elválasztható.

3. Az ólom egy helyen teljesen leválasztható.

Az elválasztásnak egyedüli hibája az, hogy kevés bizmut az ólom mellé kerülhet és ez esetben az ólomtartalmú csapadékot bizmutra is meg kell vizsgálni.

Az eljárás a következő: A savanyú közegből hydrogénsulfiddal leválasztott csapadékot királyvízzel melegítjük, a sav feleslegét elűzzük vízzel hígítjuk és az oldatot az oldhatlan résszel együtt 20%-os nátriumhydroxid és hidegen telített hidrazinsulfát elegyébe csepegtetjük; azután forrásig hevítjük, — egyenlő térfogat vízzel elegyítjük s ha kihült — megsűrjük.

A csapadékban van: Higany-, réz-, arany-, platina fémes állapotban, továbbá $\text{Cd}(\text{OH})_2$ $\text{Bi}(\text{OH})_3$; *oldatban van:* Na_3AsO_4 , Na_2SnS_3 , Na_3SbO_4 , $\text{Pb}(\text{ONa})_2$ (és esetleg $\text{Bi}(\text{ONa})_3$).

A csapadék vizsgálata. A csapadékot szűrjük, mossuk és felesleges tömény salétromsavval melegítjük, hogy a higany egész tömegében mercurinitrát alakuljon át. Oldódnak mint nitrátok: higany, réz, cadmium és bizmut. Hátra marad az arany és platina; ezt királyvízben oldjuk, a sav feleslegét elűzzük és az aranyat nátriumhydroxid jelenlétében hydroxylaminchlorhydráttal választjuk le. A szüredékben a platinát hidrazinchlorhydráttal választjuk le.

Az oldatból a sav fölöslegét elűzzük, vízzel a mennyire lehetséges (hogy a bizmut ki ne váljék) hígítjuk és most fölösleges ammoniumhydroxidot elegyítünk hozzá. A bizmut mint fehér színű *bismuthydroxid* válik le. A csapadékot szűrjük és az oldatot, mely réz jelenlétében kék színű, hydroxylaminchlorhydráttal főzzük és azután még félóraig vízfürdőn melegítjük. A higany mint szennyesszürke színű, *fémes higany* válik le. Ha a vizsgálandó oldat réztartalmú volt, akkor azt a hydro-

¹ Az eljárás alkalmazását szelén és tellur jelenlétében lásd: Scheitz, M. Chem. Polyóirat XVI., 121.

² Knoevenagel és Ebler, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 35. 3055. Ebler Inaug.-Dissertation.

xylaminchlorhydrát, cuproammoniumnitráttá redukálta; tehát a higanyról leszűrt oldat színtelen. Az oldatot most sósavval óvatosan megsavanyítjuk, főlegben ammoniumsulfocyaniddal elegyítjük, azután vízfürdőn félóraig melegítjük. A réz mint fehér színű *cuprosulfocyanid* válik le. A szüredékben a cadmiumot ammoniumhydroxiddal és ammoniumsulfiddal mint sárga színű *cadmiumsulfidot* választjuk le. Az azonossági reakciót természetesen minden egyes csapadékkal el kell végezni.

Az oldat vizsgálata.

Na_3AsO_4 , Na_2SnS_3 , Na_3SbO_4 , $\text{Pb}(\text{ONa})_2$, $\text{Bi}(\text{ONa})_3$.

A nátriumhydroxidot tartalmazó lúgos oldatba hydrogénsulfidot hajtunk be. Leválik az ólom és esetleg kevés bizmut is mint sulfid. A csapadék egy részletét kevés salétromsavban oldjuk és nátriumstanittal bizmutra kémlelünk.

Az oldatot, mely az arzént, antimonot és ónt, mint sulfoarzenát sulfoantimonát és sulfostannát tartalmazza, híg kénsavval savanyítjuk és a leváló sulfidokat a már ismert módon választjuk el.

Az arzén, antimon és ón vegyértékének megállapítása.

Ha a második osztály fémek között arzént találtunk, akkor minden esetben meg kell vizsgálni, hogy a vizsgálandó anyagban az arzén arzénessav, vagy arzénsav vegyülete alakjában van-e jelen.

A vizsgálathoz külön oldatot készítünk és természetesen csak olyan oldószereket használunk, melyek a vizsgálandó anyagot nem oxidálják; legjobb a vizes oldat.

Arzénessav jelenlétében ezüstnitrát sárga színű, arzénsav jelenlétében pedig csokoládé-barna színű csapadékot létesít. A Fehling-féle oldatot az arzénessav redukálja; ha az oldatot melegítjük, akkor vörös színű cuprooxid válik le és az arzénessav arzénsavvá oxidálódik.

Arzénsav sósav jelenlétében káliumjodidból jódot választ le; az oldat keményítő oldattal elegyítve megkékül. Kémlelésnél felteszszük, hogy olyan anyagok, a melyek a káliumjodidból szintén leválaszthatnak jódot, nincsenek jelen; például nitrtek, chromátok.

Az arzénessav vagy arzénsav jelenlétére hydrogénsulfiddal is kémlelhetünk; ha ugyanis az arzén már hideg oldatból is leválasztható, akkor arzénessav van jelen, ha ellenben forró oldatból is csak nehezen válik le, akkor arzénsav jelenlétére következtethetünk.

Az ón az elemzendő anyagban stanno- vagy stanni-vegyület alakjában lehet jelen. A tiszta vegyülettel könnyen eldönthetjük, hogy melyik vegyület sorozatába tartozik, más pozitív alkotórészek vagy oxidáló anyagok jelenlétében azonban tekintettel arra, hogy a stanno-vegyület

könnyen stanni-vegyületté oxidálódik, a sorozat megállapítása majdnem lehetetlen.

Az ántimon mint három, vagy öt vegyértékű vegyülete alakjában fordulhat elő. Ha a vizsgálandó oldatot felesleges káliumhydroxiddal melegítjük, akkor a jelenlévő ántimon leválik, de azonnal oldódik is, úgy hogy az oldatban vagy káliummetaántimonit, vagy káliummetaántimonát van jelen. Az oldatot két részre osztjuk: -Az egyik részletet só-savval savanyítva, néhány csepp káliumjodiddal elegyítjük és gyengén melegítjük. Ha jódkiválás észlelhető, akkor az ántimon öt vegyértékű vegyülete alakjában van jelen. A másik részletet felmelegítjük és kevés ammoniás ezüstnitráttal elegyítjük, ha fekete színű csapadék vagy barna színeződés látható: akkor az ántimon három vegyértékű vegyülete alakjában van jelen.

A harmadik osztály elválasztása.

Csoport kémszer ammoniumchlorid és ammoniumhydroxyd jelenlétében ammoniumsulfid.

A második osztály sulfidjairól leszűrt savanyú oldatot 50—60^o-ra felmelegítjük, kevés ammoniumchloridot elegyítünk hozzá és azután *csak annyi ammoniumhydroxidot, hogy az oldat éppen gyengén lúgos hatású legyen (illetőleg a míg csapadék kezd kiválni). Az így előkészített oldathoz addig öntünk cseppenként színtelen ammoniumsulfidot, míg az oldatból csapadék válik le. A vizsgálandó oldathoz se az ammoniumhydroxidból, se az ammoniumsulfidból nem szabad nagy felesleget önteni és nem szabad magas hőfokon hosszasan melegíteni.* A sok ammoniumsulfidot tartalmazó oldat egyfelől nehezen szűrhető, másfelől az ammoniumhydroxid mindig tartalmaz kevés szénsavat s ha a vizsgálandó oldat alkáliföldfémeket is tartalmaz, akkor az alkáliföldfémek egy része carbonát alakjában leválik; még pedig annál több válik le, mennél több ammoniumhydroxidot használunk s mennél hosszasan melegítjük az oldatot. Pontos elemzésnél, hogy megakadályozzuk teljesen az alkáliföldfémek leválását, a gyengén lúgos oldatot először gyengén ammoniás hydroxylamin-chlorhydráttal elegyítjük s csak azután öntünk hozzá ammoniumsulfidot.¹ (Lásd a 131-ik oldalt.) Ammoniumchloridot azért elegyítünk az oldathoz, hogy az esetleg jelenlévő magnézium az ammoniumhydroxidtól ki ne váljék, de azért is, hogy a kolloidoldat keletkezését lehetőleg meggátoljuk. Az ammoniumchlorid mennyisége különben függ a jelenlévő magnézium mennyiségétől. Általában nagyon savanyú oldathoz kevesebb ammoniumchloridot használunk, minthogy az ammonium-

¹ E b l e r Zeitschr. f. anal. Chemie, 47. 667.

hydroxid úgyis bőven létesít ammoniumchloridot. Az ammoniumhydroxid hozzáöntésekor a harmadik osztály fémeinek egy része hydroxid alakban válik le. Ámde az oldat hydrogénsulfiddal levén telítve, ez az ammoniumhydroxiddal ammoniumsulfidot létesít és ezért már az ammoniumhydroxiddal való telítéskor a fémek egy része sulfid alakban válik le. Ha a lúgos oldatot ammoniumsulfiddal elegyítjük, akkor az ammoniumhydroxid hatására hydroxid alakban levált fémek is, ha erre alkalmasok, sulfidokká alakulnak át. Az ammoniumchlorid és ammoniumhydroxid jelenlétében ammoniumsulfiddal leválasztott csapadékban a következő vegyületek vannak: *cobaltosulfid, nikkelosulfid, zinksulfid, mangánosulfid, ferrosulfid, uranysulfid, aluminiumhydroxid, chromihydroxid, alkáliföldfémek foszfátjai, magnéziumammoniumphosphát, alkáliföldfémek oxalátjai*. A csapadékban még ritkábban előfordulhat: *Titánsav, az alkáliföldfémek fluoridjai, bórátjai és kovasav*. A harmadik osztályú csapadékot ülepítjük, szűrjük és azután ammoniumsulfidos vízzel és végre desztillált vízzel jól kimossuk. Az ammoniumsulfiddal előállított csapadékot azonnal fel kell dolgozni, ezt eltenni nem szabad, mert a szulfidok könnyen szulfátokká oxidálódnak.

Elővizsgálat.

A harmadik osztály bonyolult összetétele szükségessé teszi, hogy a csapadékot néhány alkotórészre előzetesen megvizsgáljuk, mert csak így állapíthatjuk meg a célravezető eljárást. A csapadék színe is már bizonyos mértékben tájékoztathat az alkotórészek felől. Ugyanis a cobalto-, nikkelo- és ferrosulfid *fekete színű*; a zinksulfid és aluminiumhydroxid *fehér színű*; az uranysulfid *barna színű*; a chromihydroxid *szennyes-zöld színű*; a mangánosulfid *testszínű*. Nikkel, cobalt és vas jelenlétében azonban mit sem következtethetünk a csapadék színéből, mert jelenlétök a fehér, barna, zöld vagy testszínű csapadék színét teljesen elfedik.

Az első megfigyelést a harmadik osztály fémeire nézve már az ammoniumsulfiddal kapott csapadék szűrésekor tehetjük. A lecsepegő folyadék rendes színe halványsárga az ammoniumsulfidtól. Előfordul azonban, hogy a szüredék barna színű: a barna szín az oldatban levő nikkelosulfidtól származik s különösen akkor keletkezik kolloid nikkelosulfid, ha a harmadik osztály fémeinek leválasztásához sok ammoniumhydroxidot, vagy sárga ammoniumsulfidot használtunk. Mielőtt a vizsgálatot a csapadékkal folytatnók, mindenekelőtt az ammoniumsulfidos oldatban levő nikkelosulfidot választjuk le; e célból az oldatot ecetsavval savanyítjuk meg és egy ideig forraljuk. Nem minden esetben sikerül azonban a nikkelosulfid leválasztása ecetsavval, ilyenkor legcélszerűbb az egész oldatot szárazra párologtatni, a maradékot sósavas vízben oldani,

ammoniumhydroxiddal pontosan telíteni és felmelegíteni. A forró oldatból a nikkelt vagy frissen készült ammoniumsulfiddal választjuk le, vagy — s ez az eljárás a legjobb — az oldatba hidrogénsulfidot hajtunk be. Előfordulhat, hogy chróm, de különösen cobalt jelenlétében az ammoniumsulfidos szüredék rózsaszínű árnyalatú; ilyen esetben legczélszerűbb, ha az oldatot szárazra párologtatjuk, a maradékot oldjuk és a leválasztást újra végezzük.

Az elővizsgálat a következő alkotórészekre terjed ki: 1. *Phosphorsavra*, 2. *oxálsavra*.

1. **Phosphorsav.** A csapadék kis részét híg salétromsavban oldjuk, az oldatot egyideig forraljuk, hogy a hidrogénsulfid eltávozzék és most molibdénsavas ammoniummal elegyítjük. Phosphorsav jelenlétében kanári sárga színű *phosphormolibdénsavas ammoniumból* álló csapadék keletkezik.

Ha az oldat a molibdénsavas ammonium hozzáelegyítésére megkékül, annak a jele, hogy az oldat még hidrogénsulfidot tartalmazott és ez a kémszert redukálta; ez esetben az oldatot egy-két csepp tömény salétromsavval elegyítve, felfőzzük.

2. **Oxálsav.** A csapadék kis részét sósavban oldjuk, tömény nátriumcarbonáttal elegyítjük, néhány perczig forraljuk és azután szűrjük. Nátriumcarbonát hatására leválnak az összes harmadik osztályú fémek és az esetleg jelenlevő negyedik osztály fémek is mint carbonátok, oldatban pedig lehet az oxálsav. A szüredéket eczetsavval megsavanyítjuk, egy-két perczig forraljuk és ha az oldat lehült, akkor calciumchloriddal elegyítjük. Oxálsav jelenlétében fehér színű *calciumoxaláttól* álló csapadék létesül.

A harmadik osztály ionjait különböző eljárások szerint választjuk el, de mindegyik eljárás megegyezik abban, hogy először a *cobaltot* és *nikkelt* különítjük el. Kivételt csak a hidrogénperoxidos eljárás alkot, mely módszer szerint ugyanis nem szükséges a *cobaltot* és *nikkelt* előzetesen elkülöníteni.

A cobalt és nikkelt elválasztása.

A vízzel jól kimosott csapadékot *nagyon híg sósavval* (legczélszerűbb normális sósavat venni) *gyengén melegítjük*: oldódnak a harmadik osztályba tartozó ionok, kivéve a cobaltot és nikkelt. Az oldást lehetőleg alacsony hőfokon végezzük; ellenkező esetben sok nikkelt oldódik; valami kevés nikkelt nagyon híg sósavban, alacsony hőfokon is mindig oldódik.

A visszamaradt cobalto- és nikkeltosulfidot tömény sósavval melegítjük. Ha a csapadék nehezen oldódik, akkor néhány csepp tömény salétromsavval elegyítjük az oldatot. Ezzel az eljárással elérjük azt, hogy a sulfidok oldódnak a nélkül, hogy kén válnék le. Ha az oldás befeje-

zödőtt, a sav fölöslegét elpárologtatjuk, kevés vízzel hígítjuk és esetleg szűrjük. A szűrőn visszamaradt oldhatlan rész rendszeren kén és ez esetben platinalemezen elég hamú hátrahagyása nélkül; azonban ha a platinalemezen hamú marad, ezt a maradékot első sorban is alkáliföldfémekre kell megvizsgálni. Ugyanis az ammoniumsulfid, ha nem friss, tartalmaz kevés kénsavat és ha az elemzendő oldatban alkáliföldfémek vannak jelen, akkor ezek a kénsavval egyenértékű mennyiségben a harmadik osztály tagjaival szintén leválnak.¹

A szüredékben a cobaltot és a nikkelt következőképpen mutatjuk ki:

1. Az oldatot két részre osztjuk. Az egyik részletet a jelenlevő sav közömbösítése végett egy-két csepp káliumhydroxiddal elegyítjük és a 120-ik oldalon leírt 11-ik számú reakcióval *cobaltra* vizsgálunk.

Az oldat másik részletét néhány csepp nátriumcarbonáttal közömbösítjük és a 125-ik oldalon leírt 10-ik számú reakcióval *nikkelre* kémlelünk.

2. Az oldatból a fenti eljárás szerint leválasztjuk a cobaltot. A szüredéket főlöszleges ammoniumhydroxiddal elegyítjük és α -dimethylglyoximmal leválasztjuk a nikkelt. (Lásd a 127-ik oldalt.)

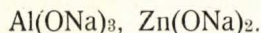
A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása nátriumhydroxiddal.

A híg sósavas oldatot néhány csepp tömény salétromsavval melegítjük, hogy az esetleg jelenlevő vasat ferrivegyületté oxidáljuk. Az oxidácziónál gyakran sötétbarna színű oldat létesül. Ugyanis a salétromsav redukciója folytán keletkezett nitrogénoxid a ferrovegyülettel barna színű vegyületet létesít. Ha az oldatot néhány perczig melegítjük, a barna színű vegyület elbomlik. Az oxidált oldathoz óvatosan addig csepegtetünk 20%-os nátriumhydroxidot, míg csak csapadék létesül. Nátriumhydroxid hatására leválnak az összes jelenlevő fémek. Ha most a csapadékot (mennyisége szerint) 5—20 cm³ nátriumhydroxiddal elegyítjük, akkor a zink és aluminium oldódnak, ellenben a vas, a chróm, az urán és a mangán oldhatatlanul visszamaradnak. Ha a vizsgálandó oldat vasat, vagy mangánt nem tartalmaz, akkor a chróm is oldódik nátriumhydroxidban, de ezeknek a fémeknek jelenlétében szintén leválik. A végett, hogy a chróm minden körülmény közt biztosan a csapadékba kerüljön, a nátriumhydroxidos oldatot kevés (negyed térfogat) vízzel elegyítjük és néhány perczig forraljuk. Ha az oldat chrómtartalmú volt, akkor ez hidrolites bomlás következtében mint chrómhydroxid válik le.

Csapadékban van: Vas, chróm, mangán, mint hydroxid és káliumdiuranát.

Oldatban van: Nátriumaluminát és nátriumzinkát.

¹ Blum, Zeitschr. f. anal. Chemie. 44. 9.

Az oldat vizsgálata.

Az oldatot ammoniumchlorid *főlöslégével* elegyítjük, (czélszerűbb az oldatot szilárd ammoniumchloriddal elegyíteni), felfőzzük és néhány perczig állani hagyjuk. Aluminium jelenlétében fehér színű, kocsonyás *aluminiumhydroxidből* álló csapadék létesül. Azonossági reakció a *Thénárd-kék*.

Az aluminiumhydroxidről leszűrt oldatba hydrogénsulfidot hajtunk be. Zink jelenlétében fehér színű *zinksulfidból* álló csapadék létesül. Ha a vizsgálandó oldatban nikkelt volt, akkor a zink mellett nagyon kevés nikkelt is leválik és a csapadék színe sötét, vagy fekete színű. Ha a zinksulfidot tisztán akarjuk előállítani, a csapadékot szárazra párologtatjuk és kevés királyvízben oldjuk. A sav feleslegének elűzése után az oldatot egy-két csepp híg nátriumcarbonáttal gondosan telítjük, azután eczetsavval megsavanyítva kevés ammoniumsulfocyanidot elegyítünk hozzá. Az így előkészített oldatból hydrogénsulfid fehér színű zinksulfidot választ le. Ha a vizsgálandó anyag nikkelt tartalmú, akkor a zink vizsgálatára előkészített oldatot eczetsavval megsavanyítjuk és néhány csepp ammoniumsulfocyaniddal elegyítjük. Ebből az oldatból hydrogénsulfid fehér színű sulfidot választ le. A zink azonosságának megállapítása végett a leszűrt csapadékot híg sósavban oldjuk, a sav feleslegét elpárologtatjuk és azután kevés vízzel elegyítjük. Az oldatban káliumferrocyaniddal zinkre kémlelünk.

A csapadék vizsgálata.

A nátriumhydroxiddal kapott csapadékot forró vízzel jól kimossuk és kevés híg sósavban oldva, vízzel hígítjuk. Az oldathoz kevés szilárd hydroxyláminchlorhydrátot elegyítünk. Ha ez oldódott, akkor ammoniumhydroxyddal lúgosítjuk és mindaddig csepegtetünk bele ammoniumsulfidot, míg csak csapadék válik ki; azután még 1—2 cm³ ammoniumsulfidot elegyítünk hozzá. Leválik a mangán, chrom és a vas, ellenben az urán (ha nagyobb mennyiség van jelen) sötétbarna színnel oldódik. (Lásd a 102-ik oldalt.) Az ammoniumsulfidos oldatot tömény sósavval elbontjuk, azután bepárologtatjuk és a maradékot vízben oldva, a levált kénből megsűrjük. Az oldatból az uránt káliumferrocyaniddal mutatjuk ki.

A leszűrt csapadékot vízzel jól kimossuk¹ és kevés híg sósavban

¹ Ha uránt találtunk, akkor a csapadékot gondosan ki kell mosni. Ugyanis a káliumdiuranát káliumhydroxyd jelenlétében H₂O₂-dal főzve némileg sárga színnel oldódik. Miután pedig a chromot KOH jelenlétében H₂O₂-dal oxidáljuk chromsavvá, előállhat az az eset (ha a csapadék nem volt jól kimosva), hogy a chrom kimutatásánál sárga színű oldatot kapunk akkor is, ha chrom nincsen jelen.

oldjuk. Az oldatot kevés szilárd ammoniumchloriddal és hydroxylamin-chlorhydráttal elegyítjük.¹ (Lásd a 97-ik oldalt.) Most az oldatot felmelegítjük és addig elegyítünk hozzá cseppenként ammoniumhydroxidot míg csapadék létesül. A leszűrt oldatból a mangánt ammoniumsulfiddal melegítve, választjuk le. Ha a vizsgálandó anyag nikkelt, vagy cobalt tartalmú volt, akkor a mangán mellett kevés nikkelt vagy cobalt is válik le és ez a csapadék színét elfedi. Hogy tehát a mangán jelenlétéről biztosan meggyőződhessünk, a szárított csapadékot, platinalemezen, káliumhydroxiddal és káliumchloráttal olvasztjuk össze. A kihűlt olvadékot kevés vízben oldjuk. Ha a mangán jelenlétében *zöld* színű oldatot néhány csepp eczetsavval megsavanyítjuk, vörös színű oldatot kapunk. (Lásd a 98-ik oldalt.)

A vízzel jól kimosott csapadékot kevés híg sósavban oldjuk és felesleges nátriumhydroxiddal és hydrogénperoxiddal elegyítjük. Az oldatot forraljuk. A vas leválik mint vörösbarna színű ferrihydroxid, ezt szűrjük, sósavban oldjuk és az oldatban vasra kémlelünk.

A ferrihydroxidról leszűrt oldat chróm jelenlétében sárga színű, mert a hydrogénperoxid lúgos közegben a nátriumchromitot nátriumchromáttá oxidálta. Ha a leszűrt oldatot lakmuszpapírossal ellenőrizve eczetsavval megsavanyítjuk és azután egy csepp ólomacetáttal elegyítjük, chróm jelenlétében sárga színű ólomchromátból álló csapadékot kapunk, mely nátriumhydroxidban oldódik.

A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása báriumcarbonáttal.

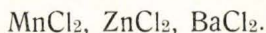
A cobalt és nikkelt elválasztása után a híg sósavas oldatot néhány csepp tömény salétromsavval melegítjük, hogy az esetleg jelenlévő vasat ferrivegyületté oxydáljuk. (Lásd a 216-ik oldalt.) A sav feleslegét elűzzük és a maradékot vízzel hígítjuk. Porcelán mozsárba báriumcarbonátot vízzel híg péppé dörzsölünk és ebből felesleges mennyiséget adagolunk a vizsgálandó oldathoz. Az oldat savanyúságához képest több vagy kevesebb széndioxyd távozik el. A leválasztást legcélszerűbb lombikban végezni. A lombikot bedugjuk és időközönként összerázzuk. Körülbelül egy óra múlva a keletkezett csapadékot a feleslegben jelenlévő báriumcarbonáttal együtt leszűrjük és hideg vízzel kimossuk.

Csapadékban van: vashydroxid, aluminiumhydroxid, chromhydroxid, uránylbáriumcarbonát és báriumcarbonát.

Oldatban van: mangánchlorid, zinkchlorid és báriumchlorid.

¹ E b l e r, Zeitschrift f. anal. Chemie. 47. 671.

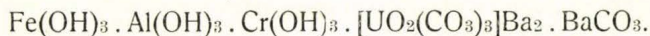
Az oldat vizsgálata.



Az oldatot felfőzzük és híg és forró kénsavval mindenekelőtt a báriumot választjuk le mint báriumsulfátot. A leválasztáshoz sok kénsavat nem szabad használni és ha a csapadék leülepedett, még egy-két csepp kénsavat öntünk az oldathoz és megfigyeljük, keletkezik-e még csapadék. Ha az oldat lehült és a csapadék teljesen leülepedett, leszűrjük. A csapadékot, a melyre szükségünk nincsen, nem tanácsos kimosni, mert a finom csapadék alakjában leválasztott báriumsulfát könnyen átmege a szűrőn.

Az oldatban a *mangánt* és *zinket* a következő eljárás szerint választhatjuk el: Az oldatot nátriumcarbonáttal közömbösítjük, azután nátriumacetáttal és néhány csepp eczetsavval elegyítve, hidrogénsulfidot hajtunk bele. Zink jelenlétében fehér színű *zinksulfid* válik le. (Az azonosági reakciót l. a 217-ik oldalon.) Ha a vizsgálandó oldat nikkeltartalmú, akkor a csapadék színe sötét, vagy fekete színű; ez esetben az eljárást lásd a 217-ik oldalon. A zinksulfidról leszűrt oldatot ammoniumhydroxiddal lúgosítjuk és ammoniumsulfiddal elegyítjük. Mangán jelenlétében testszínű *manganosulfidból* álló csapadék létesül. Az azonosági reakciót lásd a 218-ik oldalon.

A csapadék vizsgálata.



A csapadékot híg sósavban oldjuk, vízzel hígítjuk és a már leirt eljárás szerint leválasztjuk a báriumot.

A sósavas oldathoz kevés szilárd hydroxyláminchlorhydrátot öntünk és ha ez oldódott, akkor ammoniumhydroxiddal lúgosítjuk és cseppenként ammoniumsulfiddal elegyítjük, mindaddig, a míg csapadék keletkezik, végre még 1—2 cm³ ammoniumsulfidot elegyítünk hozzá.

Leválnak a vas, aluminium és chróm, ellenben az urán (ha nagyobb mennyiségben van jelen) sötétbarna színnel oldódik. (Lásd a 102-ik oldalt). Az ammoniumsulfidos oldatot, hogy sok savat ne kelljen használni, tömény sósavval bontjuk el, azután bepárologtatjuk és a maradékot vízben oldva, a levált kénből megsűrjük. Az oldatból az uránt káliumferrocyaniddal mutatjuk ki.

A leszűrt csapadékot vízzel jól kimossuk, híg sósavban oldjuk és felesleges nátriumhydroxiddal és hydrogénperoxiddal elegyítjük. Az oldatot forraljuk. A vas leválnak mint vörösbarna színű *ferrhydroxid*; ezt szűrjük, sósavban oldjuk és az oldatban vasra kémlelünk.

A ferrihydroxidról leszűrt és chróm jelenlétében sárga színű oldatot, szilárd ammoniumchloriddal melegítjük. Aluminium jelenlétében fehér színű *aluminiumhydroxidból* álló csapadék létesül.

Az aluminiumhydroxidról leszűrt oldat chróm jelenlétében *sárga színű*. Az oldatot lakmuspapírossal ellenőrizve, eczetsavval savanyítjuk és azután egy csepp ólomacetáttal elegyítjük. Chróm jelenlétében sárga színű *ólomchromátból* álló csapadék létesül.

A báriumcarbonátos eljárás chróm jelenlétében csak akkor megbízható, ha egyidejűleg sok vas van jelen. Czélszerű tehát a cobalt és nikkelt elválasztása után visszamaradt sósavas oldatot megvizsgálni, hogy tartalmaz-e vasat. Ha az oldat vasat nem tartalmaz, vagy csak nagyon keveset, akkor az oldatot néhány csepp ferrichloriddal elegyítjük.

A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása nátriumacetáttal.

Ez az eljárás csak akkor alkalmazható, ha az elemzendő oldat *sok vasat tartalmaz*. Ugyanis a chróm nátriumacetáttal csak *sok* vas jelenlétében válik le tökéletesen. A cobalt és nikkelt elválasztása után a híg sósavas oldatot salétromsavval oxidáljuk és a sav feleslegét elpárologtatva, a maradékot vízzel hígítjuk és mindenekelőtt megvizsgáljuk van-e vas jelen. E végett kevés oldatot káliumferrocyaniddal elegyítünk. Vas jelenlétében kék színű berlinikéből álló csapadék létesül, míg ellenben kék vagy világoskék oldat csak igen kevés vas jelenlétére vall. Miután a chróm csak sok vas jelenlétében válik le tökéletesen, az oldatot ferrichloriddal elegyítjük; hogy mennyi ferrichloridot elegyítsünk az oldathoz, ez a jelenlevő chróm mennyiségétől függ és figyelni kell arra is, hogyha több chróm van jelen, mint vas, akkor a chrómnak csak egy része válik le. Az oldathoz tehát czélszerű sok ferrichloridot önteni. A ferrichloriddal elegyített oldatot 400 cm³ űrtartalmú porcellánecsészébe öntjük, vízzel hígítjuk és nátriumcarbonáttal *pontosan* telítjük. A nátriumcarbonátnak a telítésen kívül még az a szerepe is van, hogy nátriumacetáttal csak akkor válik le a vas, aluminium és chróm tökéletesen, ha ezeket az alkotórészeket előzetesen bázisos vegyületekké alakítjuk át. A szóda-oldatot tehát addig öntjük óvatosan, folytonos keverés közben az oldathoz, míg kevés csapadék jelenik meg, mely pár percnyi keverés után sem tűnik el. Ekkor egy csepp híg sósavval elegyítjük és folytonosan keverjük; ha a csapadék egy-két perc múlva nem tűnik el, ismét öntünk hozzá *még egy* csepp sósavat és megint keverjük. Ilyen módon elérhetjük, hogy az oldat közelítőleg telített és a vas, aluminium és chróm bázisos vegyületekké alakult át. Az nem baj, ha az oldat kevéssé savanyú, mert a nátriumacetát a sósav nyomait úgysis leköti. Az ilyen módon előkészített

oldatot sok vízzel hígítjuk (a csészét egészen megtöltjük vízzel), szilárd nátriumacetátot teszünk bele bőven, az oldatot felforraljuk és néhány percig forraljuk. A nátriumacetát hatására ferriacetát létesül és az oldat vörösbarna színű lesz. A ferriacetát forralva átalakul bázisos ferriacetáttá s mint ilyen az alumínium és chróm bázisos acetátjaival együtt leválik. A szintelen oldalból néhány percnyi forralás után egy kis próbát veszünk ki, *gondosan* szűrjük, sósavval megsavanyítjuk és kálium-sulfocyanáttal vasra kémlelünk. Ha az oldat még vastartalmú, akkor még keverünk hozzá kevés nátriumacetátot, az elpárolgott vizet pótoljuk és a forralást folytatjuk. Ha az oldat pontosan volt telítve, néhány percnyi forralás után tökéletesen levált a vas és ezzel együtt az alumínium és a chróm is. A csapadékot *forrón szűrjük*, mert különben kevés vas és alumínium oldódik.

A csapadékban van a bázisos vas, az alumínium és a chrómacetát; oldatban van a mangán-, a zink- és az urányacetát.

Az oldat vizsgálata.

Zink-, mangán-, és urányacetát. CH_3COOH . CH_3COONa .

Az oldatot néhány csepp ecetsavval elegyítjük és hidrogénsulfidot hajtunk bele. Zink jelenlétében fehér színű *zinksulfidból* álló csapadék válik ki. Az ellenőrző reakciót, továbbá az eljárást, ha a zinksulfid mellett nikkelt is válik le, lásd a 217-ik oldalon.

A zinksulfidról leszűrt oldatot ammoniumcarbonáttal és néhány csepp ammoniumsulfiddal elegyítve, gyengén melegítjük. Leválik a *mangánosulfid*. Az ellenőrző reakciót lásd a 218-ik oldalon.

A mangánosulfidról leszűrt oldatot tömény sósavval elegyítve bepároljuk. A maradékot sósavas vízben oldjuk és a kivált kéntől szűrjük. Az oldatból az uránt ferrocyankáliummal, vagy ammoniumcarbonáttal mutatjuk ki. Ha az ammoniumcarbonátos oldatot huzamosabb ideig forraljuk, az uránylammoniumcarbonát sárga csapadék alakjában válik le.

A csapadék vizsgálata.

Bázisos vas-, alumínium- és chrómacetát.

A leszűrt csapadékot forró vízzel kimossuk és kevés forró sósavban oldjuk, azután felesleges, 20%-os nátriumhydroxiddal és kevés hidrogénperoxiddal elegyítve, gyengén melegítjük. A további eljárást lásd a báriumcarbonátos eljárásnál. Ha a chróm leválasztása céljából az oldathoz eredetileg ferrichloridot elegyítünk: akkor a vasra nem vagyunk tekintettel; vasra már az elemzés kezdetén kémleltünk.

Ennek az eljárásnak hátrányai, hogy a chróm csak sok vas jelenlétében választható le tökéletesen; azonban ha chróm nincsen jelen, akkor egyike a legpontosabb minőségi elválasztási módszereknek.

A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, cobalt és nikkal elválasztása hidrogénperoxiddal Ebler szerint.¹

Az ammoniumsulfiddal leválasztott sulfidokat és hydroxidokat jól kimossuk és a 215-ik oldalon közölt eljárás szerint tömény sósavban oldjuk. Az oldatból a sav feleslegét elűzzük, vízzel hígítjuk és 10 cm³ 3⁰/₀-os hidrogénperoxiddal elegyítjük. Az így előkészített oldatot 25 cm³ 20⁰/₀-os nátriumhydroxid és 25 cm³ 3⁰/₀-os hidrogénperoxid oldatába csepegtetjük (folytonos keverés közben) és negyed óráig vízfürdőn melegítjük. Az oldatot kevés vízzel hígítjuk és ha a csapadék leülepedett, leszűrjük és forró vízzel jól kimossuk.

Csapadékban van: Ferrihydroxid, mangánperoxidhydrát, nikkelo-hydroxid és cobaltihydroxid.

Oldatban van: Nátriumaluminát, nátriumzinkát és nátriumchromá

Az oldat vizsgálata.



A szüredéket, mely chróm jelenlétében sárga színű, (lásd a 218-ik oldalt) szilárd ammoniumchloriddal elegyítjük, felfőzzük, azután néhány perczig állani hagyjuk. Aluminium jelenlétében fehér színű, pelyhes *aluminiumhydroxidből* álló csapadék létesül. A csapadékot szűrjük és kevés forró vízzel kimossuk.

A szüredéket tömény sósavval addig forraljuk, míg a chromát chromi vegyületté redukálódott; tehát addig forraljuk, míg az oldat zöld színű lesz. E b l e r ezen oldatból a chrómot ammoniumhydroxiddal és a szüredékből a zinket ammoniumsulfiddal választja le; czélszerűbb azonban a következő eljárás: A sósavas oldatot szárazra párologtatjuk, azután vízben oldjuk és hogy a sósav utolsó nyomait is lekössük, kevés szilárd nátriumacetátot elegyítünk az oldathoz. Az így előkészített oldatból, ha eczetsavval megsavanyítjuk, hidrogénsulfid fehér színű *zink-sulfidot* választ le. A leszűrt oldatból a chrómot következőleg mutatjuk ki: A hidrogénsulfidot forralással teljesen elűzzük és az oldatot 20⁰/₀-os nátriumhydroxiddal és kevés hidrogénperoxiddal gyengén melegítjük. A további eljárást lásd a 218-ik oldalon.

¹ Zeitschr. f. anal. Chemie. 47. 665.

A csapadék vizsgálata.

Ferrihydroxid, mangánperoxidhydrát, nikkelhydroxid és cobaltihydroxid.

A csapadékot tömény sósavval melegítve oldjuk és az oldatot 10 cm^3 3%-os hidrogénperoxiddal elegyítjük. Az így előkészített oldatot (cseppenként és folytonosan keverve) 20 cm^3 tömény ammoniumhydroxid és 20 cm^3 3%-os hidrogénperoxid elegyébe csepegtetjük. Az oldat felesleges ammoniumhydroxidot tartalmazzon.

Csapadékban van: Ferrihydroxid és mangánperoxidhydrát.

Oldatban van: Nikkel és cobalt komplex ammoniavegyület alakjában.

A vas és mangán elválasztása.

A csapadékot sósavban oldjuk és ha az oldat lehült, körülbelül 1 g. szilárd ammoniumchloriddal és 1 g. szilárd hydroxylaminchlorhydráttal elegyítjük. (Lásd a 97-ik oldalt.) Ha e kémszerek feloldódtak, az oldatot felesleges ammoniumhydroxiddal elegyítjük és vízfürdőn néhány perczig melegítjük. Leválik a vas, ellenben a mangán oldva marad. A szüredékben a mangánt ammoniumsulfiddal mutatjuk ki. A ferrihydroxidból álló csapadékot sósavban oldjuk és a vasat a berlinikék reakcióval mutatjuk ki.

A cobalt és nikkel elválasztása.

A cobaltot és nikkelt tartalmazó oldatból mindenekelőtt az ammoniumsókat távolítjuk el és e végett az oldatot ismételten füstölgő salétromsavval párologtatjuk le. Azután a sav feleslegét elpárologtatjuk és a maradékot vízben oldjuk. A további eljárást lásd a 216-ik oldalon.

A hidrogénperoxidos eljárás az összes eljárások között a legponosabb. A chróm és mangán biztosan kimutathatók. A nikkel és cobalt teljesen elkülöníthető a többi fémetől és ezek jelenléte se a zink, se a mangán kimutatását nem zavarja.

Ha a harmadik osztály ionjait hydroxylaminchlorhydrát jelenlétében választjuk le (lásd a 213-ik oldalt), akkor az urán nem válik le, hanem mint komplexvegyület az alkáliföldfémek mellett a szüredékben lesz. Ez esetben az urán kimutatása végett az ammoniumhydroxidos szüredéket a hydroxylaminchlorhydrát elbontása céljából füstölgő salétromsavval párologtatjuk be és az uránt ammoniumhydroxiddal választjuk le. Az ammoniumuránatról leszűrt oldatban alkáliföldfémekre kémelünk.

A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása phosphorsav jelenlétében.

Ha a harmadik osztály csapadékjával végzett elővizsgálat alkalmával phosphorsavat találtunk, mielőtt a fémek elválasztásához fognánk a

phosphorsavat el kell távolítanunk. Ugyanis, — ha a vizsgálandó oldat phosphorsavat és alkáliföldfémeket is tartalmaz, akkor — ha az oldatot a harmadik osztály leválasztása céljából ammoniumhydroxiddal lúgosítjuk; az alkáliföldfémek phosphátjai is leválnak a harmadik osztály fémeivel. Hogy tehát a következő negyedik osztályra sikeresen tudjunk vizsgálni, a lúgos közegben oldhatlan alkáliföldfémphosphátokból a phosphorsavat le kell választani, illetőleg a phosphorsavat valamely más közömbös fémhez kell kötni, mely csapadék alakjában leválik és az alkáliföldfémek valamely más savgyökkel, sósavval, vagy salétromsavval egyesülve, vízben oldható vegyületet létesítenek.

A phosphorsav leválasztása ónnal.

A phosphorsav leválasztása céljából a híg sósavas oldatot (a cobalto- és nikkelosulfid híg sósavban oldhatlan lévén, visszamarad) kis térfogatra párologtatjuk le, azután tömény salétromsavat öntve hozzá, bepárologtatjuk. A salétromsavval való bepárologtatást néhányszor ismételtjük, hogy a *sósav utolsó nyomait is biztosan eltávolítsuk*. A maradékot azután kevés vízzel hígítva, salétromsavval elegyítjük és kevés *tiszta* ónport téve hozzá melegítjük. Salétromsavas közegben, ón jelenlétében, a jelenlévő alkáliföldfémek phosphátjaiból a phosphorsavmaradék az ónnal egyesülve, mint oldhatlan *stanniphosphát* válik le és a phosphorsavval egyesülve volt alkáliföldfémek, mint nitrátok oldódnak. (A reakciókat lásd a 166-ik oldalon.)

Az oldat tisztájából időszakonként egy kis részt megvizsgálunk, phosphorsavra; ha az oldatban van még phosphorsav, ismét kevés ónport és salétromsavat téve hozzá, folytatjuk a melegítést. Ha phosphorsavra már nem kapunk reakciót, akkor az oldat tisztáját, a mennyire lehetséges, leöntjük, a sav fölöslegét elűzzük, vízzel hígítjuk, felforraljuk és szűrjük.

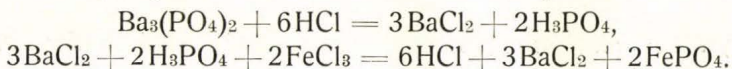
A β -ónsavból és stanniphosphátból álló csapadék nagyon gyakran oly finom alakban válik le, hogy napok mulva sem ülepedik le és tisztán nem lehet szűrni. Ez esetben az oldatba hydrogénsulfidot hajtunk be és az ónt sulfid alakban választjuk le és távolítjuk el. A hydrogénsulfiddal való telítést különben célszerű mindig elvégezni, akár jól szűrődik az oldat, akár nem, mert az ón gyakran tartalmaz ólmot, vagy ántimont, mint szennyezést.

A tisztán leszűrt salétromsavas oldat tartalmazza a harmadik osztály ionjait és részben a negyedik osztály ionjait is. Az oldatból tehát ammoniumchloriddal, ammoniumhydroxiddal és ammoniumsulfiddal a már ismert módon leválasztjuk a harmadik osztály ionjait és ezeket a leirt módszerek egyikével választjuk el. A sulfidokról leszűrt oldat tartalmazza az alkáli-

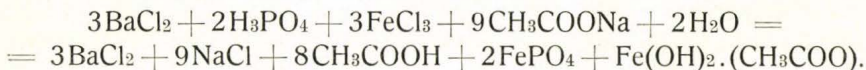
földfémek nitrátjait. Ezt az oldatot egyesítjük a harmadik osztály sulfidjairól leszűrt oldattal.

A phosphorsav leválasztása ferrichloriddal.

Egy másik eljárás, a melylyel a phosphorsavat leválaszthatjuk, a következő: Az alkáliföldfém tartalmú csapadékot sósavban oldjuk és a szabaddá tett phosphorsavat ferrichloriddal választjuk le:



Mintthogy azonban a ferriphosphát ásványi savakban, sőt némileg ferrichloridban is oldható, ezért a phosphorsav leválasztását ferrichloriddal, nátriumacetát jelenlétében végezzük. A nátriumacetát egyfelől leköti az ásványos savat és helyette eczetsav szabadul fel, melyben a ferriphosphát nem oldható és így csapadék alakjában válik le; másfelől a nátriumacetát a fölöslegben jelenlévő vasat is leválasztja és így megakadályozza, hogy a ferriphosphát a ferrichloridban oldódjék:



A csapadékban lesz tehát ferriphosphát (bázisos ferriphosphát) és bázisos ferriacetát.

Az oldatot mindenekelőtt megvizsgáljuk, hogy tartalmaz-e vasat. E célból káliumferrocyaniddal berlinikék reakciót végezzünk és megállapítjuk azt is, hogy sok, vagy kevés vas van-e jelen és a vizsgálandó oldatot ehez mérten, több vagy kevesebb ferrichloriddal elegyítjük. A phosphorsav, illetőleg a vas leválasztásánál követendő eljárás részleteit lásd a 220-ik oldalon a nátriumacetátos eljárásnál. Chróm jelenlétében az eljárás csak akkor alkalmazható, ha nagyon sok ferrichloridot öntünk az oldathoz. Chróm jelenlétében tehát czélszerűbb ónnal választani le a phosphorsavat.

A csapadékban lesz tehát ferriphosphát, (bázisos ferriphosphát) bázisos ferriacetát, bázisos alumíniumacetát és esetleg bázisos chromacetát.

Az ionok elválasztása tökéletesen úgy történik, miként az a harmadik osztály elválasztásánál nátriumacetáttal már ismertette volt.

Az oldatban van mangán-, zink- és uránacetát és az alkáliföldfémek. Az oldatot ammoniumchlorid és ammoniumhydroxid jelenlétében ammoniumsulfiddal elegyítjük. A kimosott sulfidokat sósavban oldjuk és a sav fölöslegét elűzzük. A vízzel hígított oldatot nátriumacetáttal és néhány csepp eczetsavval elegyítjük. Az így előkészített oldatból a zinket, mangánt és uránt a 221-ik oldalon leírt eljárás szerint választjuk el.

A sulfidokról leszűrt oldat tartalmazza az alkáliföldfémek egy részét. Ezt az oldatot a harmadik osztály sulfidjairól leszűrt oldattal egyesíteni *nem* szabad. Az oldat ugyanis sok nátriumiont tartalmaz és később, az alkálifémek, illetőleg a nátrium kimutatása nem volna lehetséges.

*

A phosphorsav leválasztását bizmutnitráttal lásd: C h a n c e l, Jahrbuch der Chemie 1860, 662.

A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása oxálsav jelenlétében.

Ha a harmadik osztály csapadékjával végzett elővizsgálat alkal-mával oxálsavat találtunk, mielőtt a fémek elválasztásához fog-nánk, az oxálsavat el kell távolítsuk. Ugyanis, ha a vizsgálandó oldat oxál-savat és alkáliföldfémeket is tartalmaz, akkor, ha az oldatot a harmadik osztály leválasztása céljából ammoniumhydroxiddal lúgosítjuk, az alkáli-földfémek oxálátjai is leválnak a harmadik osztály ionjaival együtt. Hogy tehát a következő negyedik osztályra sikeresen tudjunk vizsgálni, a lúgos közegben oldhatlan alkáliföldfémoxálátból az oxálsavat el kell távo-lítanunk. Az oxálsavat kétféle eljárással távolítjuk el:

1. A sósavas oldatot szárazra párologtatjuk és gyengén izzítjuk; ekkor az alkáliföldfémek oxálátjai carbonátokká alakulnak át. Izzítás után a maradékot sósavban oldjuk és a harmadik osztály ionjait ammonium-chlorid és ammoniumhydroxid jelenlétében ammoniumsulfiddal újól-gal leválasztjuk. Miután az alkáliföldfémoxalátokat izzítás által carbonátokká alakítottuk át, csak a harmadik osztály ionjai válnak le.

2. A sósavas oldatot, fölösleges tömény nátriumcarbonáttal néhány perczig forraljuk, a keletkezett csapadékot leszűrjük és vízzel jól kimossuk. A szüredékben van a nátriumoxalát és esetleg kevés aluminium és chróm is. Az aluminium és chróm kimutatása céljából az oldatot töményítjük és a 219-ik oldalon leirt eljárás szerint nátriumhydroxiddal és hydrogén-peroxiddal mutatjuk ki. A csapadék tartalmazza a harmadik és negyedik osztály ionjait mint hydroxidokat, vagy carbonátokat. A csapadékot sósav-ban oldjuk és a harmadik osztály ionjait a már ismert módon választjuk el.

A zink, aluminium, mangán, vas, chróm, urán elválasztása phosphor-sav és oxálsav jelenlétében.

Phosphorsav és oxálsav jelenlétében a sósavas oldatot először fölösleges tömény nátriumcarbonáttal forraljuk, hogy az oxálsavat eltávo-lítsuk. A vízzel kimosott csapadékot azután *salétromsavban* oldjuk és ónnal a már ismertetett eljárás szerint a phosphorsavat távolítjuk el.

Úgy is járhatunk el, hogy a sósavas oldatot szárazra párologtatjuk és gyengén izzítjuk, hogy az alkáliföldfémek oxálátjai carbonátokká alakul-

janak át. A maradékot *salétromsavban* oldjuk és önnel a phosphorsavat távolítjuk el. Az ionokat a már ismertetett eljárások szerint választjuk el.

A harmadik osztály csapadékának vizsgálata kovasav, bórsav, hidrogénfluorid és titán jelenlétében.

1. Kovasav jelenlétében.

Ha *silikátok* elemzésekor a kovasavat nem választottuk le már előzetesen tökéletesen, a mint azt például a mennyiségi elemzésnél meg kell tenni, akkor egy része oldatban marad és a harmadik osztály csapadékjával együtt leválik. A kovasav eltávolítása céljából a harmadik osztály csapadékját tömény sósavval ismételtén szárazra párologtatjuk és a sósav teljes elpárologtatása után szárítószekrényben 150⁰-on szárítjuk. Ha a száraz maradékot sósavval melegítjük, a fémek oldódnak és a kovasavanhydrid olthatlanul marad hátra. Ha egyidejűleg cobalt vagy nikkelt is van jelen, ezeket a maradékból királyvízzel oldjuk ki. A kovasav eltávolítása a harmadik osztály csapadékjából különösen azért szükséges, mert zavarja a vas és aluminium kimutatását.

Ha a harmadik osztály csapadékja kovasavat és alkáliföldfém-fluoridot egyidejűleg tartalmaz, akkor a csapadékot tömény kénsavval melegítjük. Sok kovasav jelenlétében a jelenlevő fluor összes mennyisége mint silícium-tetrafluorid távozik el és a kovasav egy része még esetleg hátramrad.

2. Bórsav jelenlétében.

Bórsav és alkáliföldfém jelenlétében a harmadik osztály csapadékja alkáliföldfém borátokat is tartalmazhat, különösen azon esetben, ha a harmadik osztályt nagyon tömény oldatból, vagy hideg oldatból választjuk le. Ha a harmadik osztály csapadékját híg sósavban oldjuk, az alkáliföldfémek borátjai majdnem teljesen oldódnak. Az oldatból az alkáliföldfémeket következőleg mutatjuk ki:¹ Az oldat egyik részletét néhány csepp híg kénsavval elegyítjük és felfőzzük. Ha fehér csapadék keletkezik, akkor ez bárium- vagy stronciumsulfát lehet. (Lásd a bárium és stroncium elválasztását a 229-ik oldalon.) Az oldat másik részletét alkohol jelenlétében híg kénsavval elegyítjük. Leválik a calcium mint sulfát. A leszűrt csapadékot forró vízben oldjuk és ammoniumoxaláttal calciumra kémlelünk. Ha az alkáliföldfémek jelenlétéről tájékozódunk, akkor a sósavas oldat megmaradt részletében a harmadik osztály fémait a már ismertetett eljárások szerint mutatjuk ki.

3. Hidrogénfluorid jelenlétében.

Ammoniumsulfiddal az alkáliföldfémek fluoridjai is leválhatnak. Ha a harmadik osztály csapadékját nagyon híg sósavval gyengén melegítjük, akkor az alkáliföldfémek fluoridjai oldhatlanul maradnak hátra. A fluorvegyületek elbontása céljából a csapadékot platinacsészében, tömény kénsavval melegítjük. A sav feleslegét elűzzük és a maradékot híg sósavban oldjuk. Az oldatot a már ismertetett eljárások szerint vizsgáljuk meg. Ha sósavban oldhatlan rész marad vissza, akkor a sulfátot feltárjuk és alkáliföldfémekre vizsgálunk.

¹ Fresenius: Qual. Chem. Analyse. XVI. kiadás 419. 1.

4. Titán jelenlétében.

Ha a vizsgálandó anyag titánt is tartalmaz, akkor a harmadik osztály fémeivel a metatitánsav is leválhat. A titán kimutatására *Classen* a következő eljárást ajánlja:¹ A sósavas oldatot hidrogénperoxid feleslegével és azután káliumhydroxiddal elegyítjük. A titántól származó csapadék oldódik a feleslegben jelenlevő káliumhydroxidban. Ha az oldatot a keletkezett csapadékról leszűrjük és sósavval megsavanyítjuk, akkor titán jelenlétében sárga színű oldat keletkezik. Kevés titán jelenlétében a sósavas oldatot bepárologtatjuk, a maradékot kevés sósavban oldjuk és hidrogénperoxidot elegyítve hozzá, észleljük a színváltozást.

Negyedik osztály.

Csoport kémszer ammoniumchlorid és ammoniumhydroxid jelenlétében ammoniumcarbonát.

A harmadik osztály csapadékjáról leszűrt oldatot mindenekelőtt az ammoniumsulfid elbontása céljából tömény sósavval savanyítjuk meg. A sósav hatására finom eloszlású kén válik ki és hidrogénsulfid fejlődik. Az oldatot kis térfogatra párologtatjuk be, miközben a kivált kén tömörül. Gyakran előfordul, hogy a kén nem tömörül, ez esetben kevés brómos vizet elegyítünk az oldathoz, felforraljuk és addig melegítjük, míg a bróm teljesen elpárolgott. Ha a kén teljesen levált, a kis térfogatra besűrített oldatot szűrjük és vízzel higítjuk.

Az így előkészített oldatot felhasználhatjuk a negyedik osztály fémeinek vizsgálatára. Ha azonban a harmadik osztály leválasztását hydroxylaminchlorhydrát jelenlétében végeztük, (lásd a 213-ik oldalt.) akkor ez utóbbi kémszert is el kell roncsoljuk, mielőtt alkáliföldfémekre vizsgálunk. A hydroxylaminchlorhydrát elbontása céljából az oldatot ismételtelen füstölgő salétromsavval pároljuk be. Gyenge izzítás által is elroncsolhatjuk a hydroxylaminchlorhydrátot, de az előbbi eljárás jobb. A tömény salétromsav hatására az ammoniumsók is elbomlanak s ezért ha a vizsgálandó oldat nagyon sok ammoniumchloridot tartalmaz, célszerű azt füstölgő salétromsavval bontani el.

A negyedik osztály fémeinek leválasztása előtt az oldatot megvizsgáljuk, hogy tartalmaz-e egyáltalában negyedik osztályba tartozó fémeket. E célból az oldatnak kis részletét néhány csepp kénsavval elegyítjük; az oldatnak másik részletét pedig ammoniumhydroxiddal és ammoniumoxaláttal elegyítjük. Ha egyik, vagy másik vizsgálatnál, vagy esetleg mind a két próbánál csapadék, vagy zavarodás létesül, ez jele annak, hogy alkáliföldfémek vannak jelen s akkor a vizsgálatot a következőképpen végezzük:

¹ *Classen*: Ausgewählte Methoden d. Anal. Chemie I. k. 766. I.

Az oldathoz először kevés ammoniumchloridot öntünk, azután ammoniumhydroxidot, míg az oldat lúgos hatású és végre fölösleges ammoniumcarbonáttal elegyítve, 5—10 perczig gyengén melegítjük. Poralakú csapadék alakjában leválik a *bárium-*, *stroncium-* és *calcium-carbonát*. A negyedik osztály fémeknek leválasztásánál ügyelni kell, hogy sok ammoniumchlorid ne kerüljön az oldatba, mert ha sok ammoniumchlorid van jelen, akkor az alkáliföldfémek, *de különösen a calcium* nem válik le tökéletesen. Előfordulhat tehát, hogy egyfelől kis mennyiségű alkáliföldfém elkerülheti a figyelmünket, másfelől pedig az oldatban maradt alkálifémek a magnézium kimutatását később zavarják, a mennyiben a magnézium helyén válnak le és tévedésre is adhatnak alkalmat. Ha tehát az elővizsgálatnál az alkáliföldfémek jelenlétét megállapítottuk és daczára ennek, ammoniumcarbonáttal még sem kapunk csapadékot, ez azt bizonyítja, hogy az oldatban *nagyon sok* ammoniumchlorid van jelen. Ebben az esetben az oldatot szárazra párologtatjuk és az ammonium-sókat hevítéssel elűzzük. A maradékot kevés sósavban oldjuk, szűrjük és az alkáliföldfémeket *kevés* ammoniumchlorid jelenlétében újlag leválasztjuk.

Az ammoniumcarbonáttal leválasztott csapadékot kihülés után szűrjük, kevés forró vízzel kimossuk és eczetsavban oldjuk oly formán, hogy kémcsőben eczetsavat melegítünk s azt forrón, a szűrőre gyűjtött csapadéokra öntjük. A leválasztáshoz használt edény falához sok csapadék tapad; czélszerű tehát kevés forró eczetsavval az edényt is kiöblíteni és ezt is a szüredékhez önteni.

Az alkáliföldfémek elválasztását a következő módon hajtjuk végre:

I.

Az eczetsavban oldott csapadékot kevés nátriumacetátoldattal elegyítjük, felfőzzük és gondosan addig öntünk hozzá káliumbichromát-oldatot, a míg csapadék keletkezik. Ha a *báriumchromátból* álló csapadék leülepedett és az oldat lehült, a csapadékot leszűrjük és kevés híg nátriumacetát-oldattal kimossuk. A bárium azonosságának megállapítása céljából a csapadékot néhány csepp tömény sósavban oldjuk és az oldattal lángfestést végezzünk. A bárium leválasztásához káliumchromátot használni nem szabad, mert ezzel részben a stroncium is leválik.

A báriumchromátról leszűrt, sárgás-vörös színű oldatot fölösleges híg kénsavval elegyítjük és néhány perczig forraljuk. Leválik a stroncium fehér színű poralakú, nehezen ülepedő *stronciumsulfát* alakjában. Töményebb oldatból, már hidegen is válik le csapadék, míg ellenben hígabb oldatból csak néhány percnyi forralás után.

Ha a vizsgálandó oldat sok calciumot tartalmaz, akkor forralás alkalmával a calcium egy része is leválhat a stroncium mellett, ezért a csapadék alakját pontosan megfigyeljük. *Porszerű*, nehezen ülepedő

csapadék *stronciumsulfáttól* ered, ellenben *kristályos*, gyorsan ülepedő csapadék *calciumsulfát* jelenlétét bizonyítja. Ha csapadék létesül, akkor ezt állani hagyjuk és megfigyeljük, vajjon az oldat kihülésekor nem kristályosodik-e ki a *calciumsulfát*. Ha a *calciumsulfát* jelenlétét megállapítottuk, vagy ha feltehető, hogy *calciumsulfát* is van a csapadékban, akkor a csapadékot egyenlő térfogatú tömény és híg sósav elegyével melegítjük. A *calciumsulfát* oldódik, ellenben a *stronciumsulfát*, mint nehezen ülepedő csapadék marad hátra.

Oldatból, melyben 30 cm^3 vízben 0.2 g . *stronciumnitrát* és 5 g . *calciumnitrát* van, a *stroncium* még biztosan kimutatható.

Ha a csapadék leülepedett, leszűrjük. A *stroncium* azonosságának megállapítása céljából a száraz csapadékot platinalemezen kevés nátriumcarbonáttal olvasztjuk össze, az olvadékot kevés sósavban oldjuk és lángfestési kísérletet végezzük.

A *stronciumsulfátról* leszűrt oldatot ammoniumhydroxiddal közömbösítjük és ammoniumoxaláttal elegyítjük. *Calcium* jelenlétében azonnal, vagy kis idő múlva, fehér színű *calciumoxalátból* álló csapadék, vagy zavarodás látható. A *calcium* azonosságának megállapítása céljából a csapadékot kevés sósavban oldjuk és lángfestési kísérletet végezzük.

A negyedik osztály fémeknek elválasztásánál csak a *stroncium* biztos kimutatása okozhat nehézséget, kivált akkor, ha sok *calcium* mellett, kevés *stroncium* van jelen. Czélszerű tehát azonosságának megállapítása céljából a spektroszkópi vizsgálaton kívül még a következő kísérletet is elvégezni: A csapadékot nátriumcarbonáttal olvasztjuk össze, az olvadékot sósavban oldjuk, a sav fölöslegét elűzzük és a még jelenlévő savat egy-két csepp nátriumacetáttal lekötjük. Az így előkészített és lehetőleg töményoldatból keveset tárgylemezre téve, egy csepp káliumchromáttal elegyítjük. A keletkezett csapadékot a 134-ik oldalon közölt módon mikroszkóppal vizsgáljuk meg.

A *calcium* kimutatása mindig biztos, ugyanis ha egy része kénsav hatására le is válik, még mindig elegendő marad oldva is, úgy hogy ammoniumoxaláttal biztosan kimutatható.

II.

Az alkáliföldfémeket Fresenius szerint a következő módon választjuk el. Az ammoniumcarbonáttal kapott csapadékot kevés salétromsavban oldjuk. Az oldatot szárazra párologtatjuk és szárítószekrényben körülbelül negyed óráig $150\text{--}200^\circ$ -on szárítjuk. A száraz nitrátokat víztőlmentes alkohol és aether elegyével jól összedörzsöljük. A *calciumnitrát* oldódik, míg a *stroncium*-, *bárium*- és esetleg igen kevés *calciumnitrát* oldhatlanul marad vissza. Az oldhatlan maradékot gyorsan szűrjük (a szűrőpapírost a tölcsérbe éve, csak víztől mentes alkohollal szabad megnedvesíteni) és alkohol-

aether elegyével mossuk. A szüredékben calciumnitrát és esetleg kevés stronciumnitrát is lehet. Az oldatot szárazra párologtatjuk, kevés vízben oldjuk és ammoniumoxaláttal, vagy ammoniumárszénáttal calciumra kémlelünk. A stroncium- és báriumnitrátból álló maradékot kevés vízben oldjuk, szárazra párologtatjuk és tömény sósavval ismételtén bepároljuk, hogy a nitrátok chloridokká alakuljanak át. A szárazra párologtatott maradékot 150° -on szárítjuk és *víztől mentes* alkohollal jól összedörzsöljük és szűrjük. A stronciumchlorid és kevés báriumchlorid oldódnak, míg a báriumchlorid főtömege oldhatatlanul marad vissza és ezt kevés, víztőlmentes alkohollal mossuk. A stroncium azonosságának megállapítása czéljából az oldattal végezhetünk lángfestési kísérletet; vagy az alkoholos oldatot szárazra párologtatjuk, kevés vízben oldjuk és mikroszkóp alatt, káliumchromáttal elegyítve, megfigyeljük a keletkező kristályokat (lásd a 134-ik oldalt). Az abszolút alkoholban oldhatlan báriumchloridot kevés vízben oldjuk és vagy káliumbichromáttal, vagy a lángfestéssel kémlelünk a báriumra.

III.

A stroncium és bárium elválasztása a II-ik eljárás szerint hosszadalmas és csak nagyobb mennyiségű alkáliföldfém jelenlétében megbízható. Ezért czélszerűbb a II-ik számú eljárást úgy módosítani, hogy a calcium elválasztása után visszamaradt bárium- és stronciumnitrátot vízben oldjuk, néhány csepp nátriumacetáttal elegyítve felforraljuk és a báriumot káliumbichromáttal választjuk le. A báriumchromátról leszűrt oldatot kissé bepárolgatjuk és kénsavval forralva leválasztjuk a stronciumot.

A különböző elválasztási módszerek közül a legmegbízhatóbb a III-ik számú eljárás. A II-ik számú eljárás csak akkor alkalmazható sikerrel, ha sok alkáliföldfém van jelen. Az I. számú eljárás sok calcium és nagyon kevés stroncium jelenlétében nem teljesen megbízható.

A negyedik osztály elválasztása az ötödik osztálytól nem tökéletes. Ha ugyanis az elválasztásnál kevés ammoniumchlorid van jelen, akkor részben a magnézium is leválik, sőt lithium jelenlétében ennek is egy része. Viszontpedig, ha sok ammoniumchlorid van jelen, akkor a calciumból kevés oldódik, átmegy az ötödik osztályba és ott, ha ezt nem választjuk le újól, akkor a magnézium kimutatásánál a calcium jelenléte tévedésre is adhat alkalmat.

Ötödik osztály.

A negyedik osztály csapadékjáról leszűrt oldat tartalmazza az ötödik osztály fémeit: *Magnéziumot, nátriumot, lithiumot*; nagy mennyiségű ammoniumsót és ha a vizsgálandó anyag calciumtartalmú volt, esetleg kevés calciumot is.

Az ötödik osztály fémeinek elválasztása céljából az oldatot szárazra párologtatjuk, a maradékot szárító szekrényben jól kiszárítjuk és platina, vagy porcelláncsészében hevítve, az ammoniumsókat elűzzük. A maradékot erősen izzítani nem szabad, mert az alkálifémek chloridjai magas hőmérsékleten párolognak. Az ammoniumsók elűzése után szürkés színű maradékot kapunk; ugyanis az ammoniumchlorid mindig tartalmaz kevés szerves anyagot és ez a hevítéskor szén kiválással bomlik. A maradékot kevés sósavas vízben oldjuk és szűrjük.

Mielőtt az oldatot az ötödik osztály fémeire vizsgálnók, meggyőződünk, hogy vajjon calcium van-e jelen, mert ennek jelenlétében a magnézium kimutatása nem biztos, sőt tévedésre is adhat alkalmat. Az oldat kis részletét ammoniumhydroxiddal lúgosítjuk és egy-két csepp ammoniumchlorid jelenlétében, ammoniumoxaláttal elegyítjük. Ha az oldat azonnal, vagy néhány másodpercz mulva zavaros lesz, ez annak jele, hogy az oldat még calciumtartalmú.

Ekkor a calcium nyomainak eltávolítása céljából az oldatot ammoniumhydroxiddal lúgosítjuk és kevés ammoniumoxaláttal elegyítjük: A keletkezett csapadékot fél órai állás után leszűrjük. Ha ily módon a calcium nyomait is eltávolítottuk, az oldatot magnéziumra vizsgáljuk. Az oldat kis részletét néhány csepp dinátriumhydrophospháttal elegyítjük. (Ammoniumhydroxidot és ammoniumchloridot már előzőleg elegyítettünk hozzá). Magnézium jelenlétében *kristályos magnéziumammoniumphospháttól* álló csapadék létesül. (Lásd a 143-ik oldalt.) A magnézium-ammoniumphosphátot mindig oldjuk fel sósavban és vizsgáljuk meg, vajjon szinezi-e a lángot? Azt, hogy a levált csapadék tényleg magnéziumtól származik-e, teljes biztossággal csak összehasonlító mikroszkópi vizsgálattal dönthetjük el. E célból magnéziumchlorid, ammoniumchlorid és ammoniumhydroxid elegyéből egy-két cseppet tárgylemezre téve, egy csepp dinátriumhydrophospháttal cseppentjük le és az így előállított csapadék kristály alakját összehasonlítjuk a vizsgálandó oldatból kapott készítmény kristály alakjával. *Alaktalan, pelyhes csapadék magnéziumnak nem minősíthető.* Ha calciumot nem találtunk, akkor a sósavas oldat kis részletét közvetlenül vizsgáljuk, ammoniumchlorid és ammoniumhydroxid jelenlétében, dinátriumhydrophospháttal magnéziumra. A további vizsgálat az ötödik osztály kationjaira az elővizsgálat eredményétől függ:

1. Ha az oldat calciumot még nyomokban sem tartalmazott, sőt magnézium sincsen jelen, akkor a sósavas oldatot szárazra párologtatjuk, a maradékot vízben oldjuk és ezt az oldatot közvetlenül felhasználhatjuk az alkálifémek kimutatására.

2. Ha az oldat még csekély mennyiségű calciumot tartalmazott és ezt ammoniumoxaláttal a már leirt eljárással eltávolítottuk, akkor, mielőtt az alkálifémekre vizsgálnánk, az oxálsavat báriumchloriddal le kell választani. E célból az oxálsavat és az alkálifémeket tartalmazó oldatot felmelegítjük és báriumchloriddal elegyítjük; ügyelve arra, hogy a kém-szerből nagy felesleget ne használjunk. Ha az oldat lehült és a csapadék leülepedett, a báriumoxalátból álló csapadékot leszűrjük. Az oldat most az alkálifémeken kívül még báriumot is tartalmaz. Ennek eltávolítása céljából az oldatot felesleges ammoniumcarbonáttal elegyítjük és gyengén melegítjük. A levált báriumcarbonátot leszűrjük, az oldatot szárazra párologtatjuk és az ammoniumsókat elűzzük. A maradékot kevés vízben oldjuk, szűrjük és a szüredékben alkálifémekre kémlelünk.

3. Ha a vizsgálandó oldat calciumon kívül még magnéziumot is tartalmazott, akkor mindenképp előtt a calciumot távolítjuk el oxálsavas-ammoniummal és az oxálsav feleslegét báriumchloriddal. Az oldat most az alkálifémeken kívül még báriumot és magnéziumot tartalmaz. Mindenképp előtt a magnéziumot választjuk le báriumhydroxiddal (a kivített lásd alant) és azután a feleslegben hozzá öntött báriumot ammoniumcarbonáttal. A leválasztás után az oldatot szárazra párologtatjuk és az ammoniumsók elűzése után, a megszárt oldatban alkálifémekre kémlelünk.

4. Ha a vizsgálandó oldat calciumot nem tartalmazott, ellenben magnézium jelen volt, akkor az oldatból báriumhydroxiddal leválasztjuk a magnéziumot és ammoniumcarbonáttal a báriumot. Az ammoniumsók elűzése után az alkálifémekre kémlelünk.

A magnézium leválasztása a következő módon történik: Az oldatot szárazra párologtatjuk és ha ammoniumsók vannak jelen, azokat elűzzük. A maradékot kevés vízben oldjuk és tekintet nélkül arra, hogy a maradék oldódik-e teljesen vagy nem, szűrés nélkül báriumhydroxiddal elegyítjük és néhány percig forraljuk. A levált magnéziumhydroxidot leszűrjük és kevés vízzel mossuk. *A magnéziumot gondosan le kell választani, mert jelenléte később a nátrium kimutatását zavarja, sőt tévedésre is adhat alkalmat.*

Az alkálifémek kimutatása.

A negyedik osztály kationjainak, a magnéziumnak leválasztása és az ammoniumsók elűzése után visszamaradt maradékot kevés vízben oldjuk, szűrjük és a vizes oldatban alkálifémekre kémlelünk.

Az alkálifémek kimutatására szolgáló reakciók nem érzékenyek és különösen a nátrium kimutatása okoz nehézséget, a mennyiben ez csak

0.5% oldatából mutatható ki biztosan. Czészerű tehát az alkálifémionok kimutatása céljából a vizsgálandó anyagból nagyobb részletet előkészíteni. Az anyagot a vizsgálatra a következő módon készítjük elő: A savanyú oldatokat szárazra párologtatjuk, a maradékot vízzel melegítjük és a vizes oldatot az esetleg oldhatlan anyagról leszűrjük. A vizes oldatot most felesleges szilárd báriumhydroxiddal huzamosabb ideig forraljuk. A keletkezett csapadékot leszűrjük s azután az oldatba hydrogénsulfidot hajtunk be. Ha csapadék keletkezett, ezt leszűrjük, az oldatból a hydrogénsulfidot forralással elűzzük és azután az oldatot a bárium eltávolítása céljából ammoniumhydroxiddal és ammoniumcarbonáttal elegyítve, gyengén melegítjük. A csapadékról leszűrt oldatot szárazra párologtatjuk, az ammoniumsókat elűzzük, a maradékot kevés vízben oldjuk és szűrjük. *A vizes oldatban az alkálifémeknek mint chloridoknak kell jelen lenniök* és báriumchloriddal leválasztható savnak, például kénsavnak, phosphorsavnak, oxálsavnak, bórsavnak stb. nem szabad jelen lennie. Ha ezek valamelyike jelen lenne, ezeket báriumchloriddal és a báriumot ammoniumoxaláttal el kell távolítani és az ammoniumsókat elűzni.

Az alkálifémeket a minőségi analizisnél nem választjuk el, hanem megelégszünk azzal, hogy külön oldatban jellemző reakciókkal mutatjuk ki. Az oldattal mindenek előtt lángfestési kísérletet végzünk. Ha a vizsgálandó oldat a lángot sárgára festi, ez ugyan *nátrium* jelenlétére vall, de még korántsem bizonyos, vajjon tartalmazott-e a vizsgálandó anyag nátriumot, mert a nátrium, nyomokban, mindenütt jelen van és már $\frac{4}{10,000}$ mg. nátriumchlorid lángfestéssel kimutatható. Ezt figyelembe véve, csak akkor mondhatjuk, hogy valamely anyag mérhető mennyiségű nátriumot tartalmaz, ha azt nedves úton is kimutattuk.

A *káliumot* lángfestéssel csak akkor mutathatjuk ki, ha a megfestett lángot cobaltüvegen keresztül nézzük; a cobaltüveg ugyanis a nátrium sárga fényét elnyeli, ellenben a káliumtól megfestett ibolyaszínű sugarakat átocsátja. Kálium jelenlétében tehát a cobaltüvegen át észlelt láng ibolyaszínű ugyan, mindazonáltal ezt sem fogadhatjuk el káliumreakciónak olyan értelemben, hogy biztosan állíthatnók, hogy a vizsgálandó anyag mérhető mennyiségű káliumot tartalmaz, mert Bunsen szerint már $\frac{2}{10,000}$ mg. káliumchlorid a lángot ibolyára festi. Ezért tehát a kálium jelenlétére is csak akkor következtethetünk biztosan, ha azt nedves úton végzett reakcióval mutattuk ki. Ha nátrium nyomokban van jelen, ellenben kálium mérhető mennyiségben, akkor már cobaltüveg segítségével nélkül is észlelhetjük a kálium jellemző lángfestését.

A kálium és nátrium kimutatását lásd a 140-ik oldalon.

Mielőtt nátriumra kémlenénk, vizsgáljuk meg, hogy az oldat nem savanyú-e és ha savanyú, néhány csepp ammoniumhydroxiddal közömbösítjük az oldatot. (Lásd a 140-ik oldalt.)

A *lithium* elválasztását a káliumtól és a nátriumtól lásd a 141-ik oldalon.

Nagyon kevés *lithium* jelenlétében és ha a vizsgálandó oldat egyidejűleg nátriumot is tartalmaz, az alkoholos oldattal lángfestési kísérletet nem végezhetünk, mert alkoholban kevés nátriumchlorid is oldódik és aránylag már kevés nátrium is a *lithium* lángvörös színét elfedi. Ez esetben a *lithium*ot spektroszkóppal mutatjuk ki. A *lithium* elválasztása a nátriumtól és káliumtól nem pontos, a mennyiben kevés nátrium- és káliumchlorid alkoholban oldható.

Az ammonium kimutatása.

Az *ammoniumot* csak az eredeti anyagból mutathatjuk ki. E célból a vizsgálandó anyagot nátriumhydroxiddal főzzük és az ammoniát a 144-ik oldalon leírt 3-ik számú reakcióval mutatjuk ki.

A kationok elválasztása hydrogénsulfid és ammoniumsulfid nélkül.

A dolgozás hydrogénsulfiddal és ammoniumsulfiddal nemcsak a kémszerek átható szaga miatt kellemetlen, de alkalmatlan azért is, mert az egyes csapadékok többé vagy kevésbé mindig szennyezve vannak kénnel és ez a reakciók élességét nagyon módosítja. Nagyon régi kérdés, hogy ezeket a kémszereket mivel lehetne pótolni s majdnem a hydrogénsulfid alkalmazásával egyidejűleg kutattak már kémszerek után, melyekkel a hydrogénsulfidot és az ammoniumsulfidot pótolhatnák. Himly már 1842-ben az arzén, antimon és réz leválasztásához a nátriumthiosulfátot használta. Himly nyomdokain haladva, sokan foglalkoztak ezzel a feladattal és a nátriumthiosulfáton kívül különösen a thioeczetsavat és a thioszénsavasammoniumot ajánlották, mint a hydrogénsulfidot helyettesítő kémszert. Ezek a kémszerek azonban a gyakorlatban nem váltak be.

Újabban Wortmann tanulmányozta a feladatot és ő 10 év alatt szerzett tapasztalatáról „Allgemeiner Gang der qualitativem chemischen Analyse ohne Anwendung von Schwefelwasserstoffgas“¹ című munkájában számolt be.

A Wortmann eljárása a következő: A sósavas, vagy salétromsavas oldatot káliumchloráttal oxidáljuk és addig öntünk hozzá szilárd nátriumcarbonátot, míg a gázfejlődés megszűnt; azután néhány cm³ nátriumhydroxiddal elegyítjük az oldatot, melegítjük és ammoniára kémlelünk; ha ammonia jelen van, akkor az oldatot nátriumhydroxiddal addig forraljuk, míg az ammoniát teljesen elűztük. Az így előkészített oldatot felesleges 20%-os nátriumsulfiddal elegyítjük, gyengén melegítjük (forralni nem szabad) és a keletkezett csapadékot leszűrjük. Ha a

¹ Leipzig u. Wien, Franz Deuticke. 1908.

szüredék barna színű, akkor nikkelt jelen és ez esetben a csapadékot nátriumsulfid és nátriumsulfit elegyével mossuk ki, a nikkelt ezáltal tökéletesen feloldódik. Ha nikkelt nincsen jelen, akkor a csapadékot csak híg nátriumsulfiddal mossuk. A mosófolyadékot külön gyűjtjük össze.

A csapadék vizsgálata.

A csapadékot hidrogénsulfiddal telített híg sósavval öntjük le.¹
Oldódnak: U, Cr, Fe, Mn, Zn, Ca, Ba, Sr, Mg, esetleg PO_4 , Ni és nyomokban Co. *Nem oldódnak:* Cu, Bi, Ag, Cd, Pb, Co, Ni, nyomokban Hg és esetleg Cr_2O_3 .

Az oldat vizsgálata.

Cr, U, Mn, Fe, (Co, Ni) Zn, Ba, Sr, Ca, Mg, PO_4 .

Az oldatot addig forraljuk, míg a hidrogénsulfidot teljesen elűztük. Most a lehűlt oldathoz felesleges nátriumcarbonátot és kevés brómos vizet öntünk és gyengén melegítjük.

Az oldatban vannak: Cr, U és esetleg Mn. Mangán jelenlétében gyakran ibolyaszínű permanganát keletkezik; ez esetben az oldatot néhány csepp alkohollal forraljuk, a mikor is a mangán mint MnO_2 válik le.

A chróm jelenlétére már a szüredék sárga színéből is következtethetünk. (Lásd 11-ik oldalt.)

A chrómot eczetsav jelenlétében ólomacetáttal mutatjuk ki. (Lásd 218-ik oldalt.)

Az uránt eczetsavas közegben, káliumferrocyanáttal mutatjuk ki.

A csapadékban van: Mn, Fe, Zn, Ba, Sr, Ca, Mg, PO_4 . A csapadék egy részét salétromsavban oldjuk és ammoniummolibdenáttal phosphorsavra kémlelünk. A csapadék visszamaradt részletét híg sósavban oldjuk.

Phosphorsav jelenlétében a sósavas oldat egy részletében vasra kémlelünk és azután a phosphorsavat a 225-ik oldalon közölt eljárás szerint választjuk el.

Ha phosphorsav nincsen jelen, akkor a vasat nátriumacetáttal a 220-ik oldalon közölt eljárás szerint választjuk el. A leszűrt oldatot brómos vízzel, azután ammoniumhydroxiddal elegyítjük és gyengén melegítjük. A mangán barna színű csapadék alakjában válik le.

A szüredéket ammoniumcarbonáttal elegyítjük. Leválnak: Ba, Sr, Ca. Oldatban maradnak még: Zn, Mg (Co, Ni, Cd). A Ba, Sr és Ca elválasztását lásd a 229-ik oldalon. A Zn és Mg kimutatása céljából az oldatot nátriumsulfiddal elegyítjük; leválik a zink. A leszűrt oldatban dinátriumhydrophospháttal magnéziumra kémlelünk.

¹ Hengerüvegben 100 cm^3 híg sósavat öntünk s azután pipettával a hengerüveg aljára 10 cm^3 nátriumsulfitot rétegezve, öt percig állani hagyjuk.

Ha a vizsgálandó oldat Co-t, Ni-t vagy Cd-ot tartalmaz, akkor a zinksulfid csapadékot ezen fémekre is meg kell vizsgálni. A zinksulfidot kevés salétromsavban oldjuk és az oldatot nátriumhydroxiddal és brómos vízzel gyengén melegítjük. Oldva marad a zink és ezt nátriumsulfiddal mutatjuk ki. Csapadékban lehet Co, Ni és Cd. A cadmium kimutatása céljából a csapadékot sósavban oldjuk és felesleges ammoniumhydroxiddal és káliumcyániddal elegyítjük. Ebből az oldatból nátriumsulfid sárga színű cadmiumsulfidot választ le.

A csapadék vizsgálata.

Cu, Bi, Ag, Cd, Pb, Co, Ni, nyomokban Hg, esetleg Cr_2O_3 .

A csapadékot tömény salétromsavval forraljuk, vízzel hígítjuk és szűrjük. Oldhatlanul visszamaradhat: kén, kevés mercurisulfid, továbbá fehér színű 2HgS . HgN_2O_6 , ólomsulfát, esetleg ezüstsulfid. Az oldhatlan maradékot ammoniumacetáttal pállítjuk és a szüredékben káliumbichromáttal ólomra kémlelünk. A maradékot királyvízben oldjuk, a sav feleslegét elűzzük és stannochloriddal higanyra kémlelünk.

Az oldatból az ezüstöt sósavval választjuk le. Az ezüstchloridról leszűrt oldatból az ólmot kénsavval választjuk le. (Lásd a 208-ik oldalt.) A szüredéket felesleges ammoniumhydroxiddal elegyítjük; kiválik a bizmut és egyidejűleg réz jelenlétében az oldat kék színű lesz. A leszűrt oldatot nátriumsulfiddal elegyítjük. Leválnak Cu, Cd, Co. A leszűrt csapadékot híg kénsavval forraljuk. A cadmiumsulfid oldódik, ellenben a réz és cobaltsulfid oldhatlanul marad hátra.

A kénsavban oldhatlan csapadékot salétromsavban oldjuk és a rezet kénessav jelenlétében káliumsulfocyaniddal választjuk le. (Lásd a 82-ik oldalt.)

A szüredékben a cobaltot nátriumhydroxiddal és brómos vízzel választjuk le. A csapadékot nikkelle is megvizsgáljuk. (Lásd a 118-ik oldalt.)

Az oldat vizsgálata.

Hg, As, Sb, Sn, Al, Ni, továbbá Mo, Wo, V, Au, Pt.

Az oldatot szilárd ammoniumchloriddal elegyítjük és gyengén melegítjük. *Leválnak:* HgS , NiS , $\text{Al}(\text{OH})_3$, nyomokban FeS . *Oldva maradnak:* Sb, As, Sn, (Mo, Wo, V, Au, Pt).

Ha az oldat nagyon sok kolloid nikkelosulfidot tartalmaz, akkor ez ammoniumchloriddal nem válik le tökéletesen; ez esetben a sötétbarna színű oldatot frissen leválasztott zinksulfiddal elegyítjük, mikor is a kolloid nikkelosulfid tökéletesen leválik. Természetesen akkor a zink jelenlétét az aluminium kimutatásakor tekintetbe kell venni:

*A csapadék vizsgálata.*HgS, NiS, Al(OH)₃, (FeS).

A csapadékot híg sósavval melegítjük és szűrjük. A szüredékben ammoniumhydroxiddal alumíniumra kémlelünk. A maradékot híg salétromsavval melegítjük és az oldatban nátriumhydroxiddal és brommal nikkelle kémlelünk. A híg sósavban és salétromsavban nem oldható mercurisulfidot királyvízben oldjuk és a higanyt stannochloriddal mutatjuk ki.

Az oldat vizsgálata.

Sb, As, Sn, (Mo, Wo, V, Au, Pt.)

Az oldatot híg sósavval megsavanyítjuk és ha csapadék keletkezik, róla az oldatot leszűrjük. (Vanadin jelenlétében a szüredék kékes színű, molybdén jelenlétében barnás színű.)

A csapadékot tömény sósavval melegítjük. Oldódik az antimon- és ónsulfid; ezeknek elválasztását lásd a 71-ik oldalon.

A tömény sósavban nem oldható csapadékban lehet As, Mo, Wo, V, Au és Pt sulfid. A vízzel kimosott csapadékot salétromsavval forraljuk és vízfürdön szárazra párologtatjuk. A maradékot vízben oldjuk, szűrjük, s azután fölösleges ammoniumhydroxiddal és magnéziamixturával elegyítjük. Árszen jelenlétében fehér színű kristályos csapadék létesül. Ha a csapadékot leszűrjük és közömbös ezüstnitráttal lecseppentjük, akkor vörösbarna színű lesz a csapadék.

Az alkálifémek kimutatása.

A Wortmann-féle eljárásnál az alkálifémek kimutatásához külön oldatot készítünk. Az oldat előkészítését lásd a 234-ik oldalon.

A Wortmann-féle eljárás jó tulajdonságai a következők: 1. Hydrogénsulfidra és ammoniumsulfidra nincsen szükség. 2. Az eljárás sokkal gyorsabb. 3. Szerves anyagok jelenléte az elválasztást nem zavarja. 4. A hydrogénsulfidos eljárásnál a Wo és V hydrogénsulfiddal nem választhatók le, a Mo pedig csak nehezen; a Wortmann-féle eljárásnál ezen kationok kimutatása nehézséget nem okoz. Az új eljárás által nyújtott jó tulajdonságokkal szemben némi hátrányok is mutatkoznak, de ezek a Donath¹ által ajánlott módosítással könnyen kiküszöbölhetők. Donath azt ajánlja, hogy tartsuk meg a régi első osztályt és az ezüstöt, mercurohiganyt, meg az ólom eltávolítható részét választjuk le sósavval. Brómos víz helyett czélszerűbb némely esetben hydrogénperoxidot használni.

¹ Chem. Ztg. 32, 629. 33, 645.

HATODIK RÉSZ.

A savak kimutatása.

Elővizsgálat.

A savak elválasztására általánosságban alkalmazható eljárás nincsen. Bizonyos kémszerekkel szemben tanusított magaviseletök alapján osztályokba sorozhatjuk ugyan őket, de már az egyes osztályokba tartozó savakat csak jellemző reakcióikkal lehet kimutatni egymás mellett. Az egy osztályba tartozó savak felismerése a jellemző reakcióik alapján nagyobb nehézséget nem okoz; ha azonban több osztályba tartozó sav van jelen, nagyon bonyolult viszonyok állhatnak elő. A savak felkeresését nagyon megkönnyíti, ha a jelenlevő fémeket már ismerjük, ezért a savakra csak a fémek kimutatása után kémléljünk. A savak felkeresésére nézve fontos megállapítani, hogy mely sav nem lehet jelen. Erre nézve nem csak a fémek ismerete nyújt biztos alapot, hanem az elővizsgálat is, de különösen az anyag oldhatósága. Ha vízben, vagy savakban oldható anyagban báriumot, vagy stronciumot találtunk, akkor kénsav nem lehet jelen. Az ezüst jelenléte az oldatban, a chlór, a bróm és a jód jelenlétét zárja ki.

Ha a vízben oldható anyagban például báriumot találtunk és az oldat közömbös hatású, akkor phosphorsav, kénsav, kovasav, fluorid-ion ki van zárva. Ha a fémek vizsgálatánál arzént, chrómot és mangánt nem találtunk, akkor ezeknek savjait természetesen nem is fogjuk keresni. Oxálsav, vagy salétromsav jelenlétében permangánsav ki van zárva.

Mielőtt a savak felkeresésére és azok kimutatására rátérnénk, néhány elővizsgálatot végzünk:

1. *A száraz anyagot először híg, azután tömény kénsavval melegítjük és megállapítjuk az eltávozó gázok sajátosságait.*

a) Az eltávozó gáz színtelen, szúros szagú, a kék lakmuspapírt megvörösíti. Ha ammoniumhydroxiddal nedvesített üvegbotot tartunk felébe, nehéz fehér füst keletkezik. Az eltávozó gáz *sósav* és az anyagban *chloridok* vannak jelen.

b) Az eltávozó gáz nehéz, vörös barna színű: *bróm*; az anyagban *bromid*, vagy *bromát* van jelen.

c) Az eltávozó gáz nehéz, ibolyaszínű és a cső hidegebb részén sűrűsödik: *jód*; az anyagban *jodid* van.

d) Az eltávozó gáz színtelen, szúros szagú, mely az üveget megátadja. Esetleg az eltávozó gáz felébe tartott üvegcső végén levő vízcsepp megzavarosodik. Az eltávozó gáz *hydrogénfluorid*, esetleg *silícium-tetrafluorid*. Az anyag *fluortartalmú*.

e) Az eltávozó gáz egyfelől kékes lánggal ég, másfelől mészvízben zavarodást idéz elő: *szénoxid* és *szénsav*. Az anyag *oxálsavat* tartalmaz.

f) Az eltávozó gáz kékes lánggal ég: *szénoxid*; az anyag *ferrocyan-* vagy *ferricyanvegyületet* tartalmaz.

g) Az eltávozó gáz vörösbarna színű: *nitrogéndioxid*; az anyagban nitrátok, vagy nitritek lehetnek jelen.

h) Az anyagból tömény kénsav hatására sárgászöld színű gáz fejlődik, mely melegítésre hevesen robban. A fejlődő gáz *chlórdioxid*, az anyag *chlorátot* tartalmaz.

i) Az eltávozó gáz színtelen, szagtalan, a parazsat lángra lobbantja. A fejlődő gáz *oxigén*; az anyag *mangánperoxidot*, vagy *bichromátot* tartalmaz.

j) Ha a vizsgálandó anyagot kénsavon kívül még kevés alkohollal is eleget melegítjük, akkor *acetát* jelenlétében kellemes szagú *eczetéter* fejlődik.

k) Ha a j) alatti kísérletet megismételjük több alkohol jelenlétében és az eltávozó alkoholgőzt meggyújtjuk, *borátok* jelenlétében sárgászöld szegélyű lángot kapunk. A kísérlethez tömény kénsavat használunk.

l) Ha az anyag tömény kénsavval melegítve, *kéndioxidot* fejleszt, ez jele annak, hogy a vizsgálandó anyag olyan testeket (szén, kén vagy valamely fém) tartalmaz, mely a kénsavat redukálja.

m) Az eltávozó gáz színtelen, óvatosan megszagolva, keserű mandulára emlékeztet. Ha sárga ammoniumsulfiddal itatott papiroscsíkot tartunk felébe, azután a papiroscsíkot óraüvegre téve, vízfürdőn megszáritjuk és tömény ferrichloridot csepegtetünk reá, vörös színű folt keletkezik. A fejlődő gáz *hydrogényánid*; az anyag egyszerű, vagy *complex cyánidot* tartalmaz.

2. A szilárd anyagot híg sósavval öntjük le, esetleg gyengén melegítjük és megállapítjuk az eltávozó gáz sajátosságait.

a) Az eltávozó gáz kellemetlen szagú, ha ólomacetáttal itatott papiroscsíkot tartunk felébe, azon fekete folt keletkezik. Az eltávozó gáz *hydrogénsulfid*; az anyag *sulfidot* tartalmaz.

b) Az eltávozó gáz szúros szagú, ha mercuranitráttal itatott papiroscsíkot tartunk felébe, azon sötét színű *higany* kiválás észlelhető. Az anyag *kénessavsót* tartalmaz.

c) A fejlődő gáz pezsegve száll el, báriumhydroxid oldatban zavarodást idéz elő. Az eltávozó gáz *széndioxid*; az anyag *carbonátot* tartalmaz.

d) A fejlődő gáz káliumjodiddal itatott papiroscsikon barna foltot idéz elő. Az eltávozó gáz *chlór*; az anyag *hypochlórossavat* tartalmaz.

e) Az anyagból vörösbarna színű *nitrozus* gőzök távoznak el. Az anyag *nitritet* tartalmaz.

3. Vizsgálat száraz úton.

a) A száraz anyagot nátriumcarbonáttal keverve, a gyertya lángjánál forrasztócső segítségével olvasztjuk össze és az olvadékot ezüst lemezre téve, vízzel cseppentjük le. Ha fekete folt keletkezik, jelzi, hogy valamely *kéntartalmú* vegyülettel van dolgunk.

b) A száraz anyagot kis csőben magnéziummal olvasztjuk össze; az olvadékot szétörjük és vízzel megnedvesítjük. Ha a vizsgálandó anyag valamely *phosphorvegyületet* tartalmaz, akkor a *phosphorhydrogén* jellemző szaga érezhető.

c) Az anyagból hevítésre *szén* válik le és egyidejűleg a kémcső falára száraz párlási termékek rakódnak le. Az anyag *szerves vegyületet* tartalmaz; ha égett szőrszagot is érezünk, akkor az anyag *nitrogén* tartalmú.

d) Az anyagból hevítésre *bróm-* vagy *jód-gőzök* fejlődnek, ezeket színokról és jellemző szagokról ismerhetünk fel. Fejlődhetnek továbbá *oxigén* is, mercurioxid, káliumchlorát vagy mangánperoxid jelenlétében.

Az előzetes vizsgálat elvégzése után a savak kimutatása céljából a vizsgálandó anyagot vízben oldjuk és hogy a jelenlévő fémek a savakra végzendő reakciókat ne zavarják (különösen zavarja a kémlést a színes oldat), az oldatot nátriumcarbonáttal forraljuk. A jelenlévő kationok mint oxidok, carbonátok vagy hydroxidok válnak le. Sok nátriumcarbonátot azonban nem szabad használni, mert némely pozitív alkotórész, például a zink, vagy aluminium, a nátriumcarbonát feleslegében némileg oldódik. A vízben oldhatlan részét az anyagnak, vagy nátriumcarbonáttal forraljuk, vagy pedig nátriumcarbonáttal olvasztjuk össze és azután vízzel kilúgozzuk. Ez utóbbi eljárást különösen akkor alkalmazzuk, ha a vizsgálandó anyag savakban is oldhatlan. A nátriumcarbonáttal kapott csapadékot leszűrjük és az oldatot, a melyben a savak, mint nátriumsók vannak jelen, két részre osztjuk. Az egyik részét az oldatnak sósavval, a másik részét pedig salétromsavval savanyítjuk meg és az oldatokat a szénsav elűzése céljából felforraljuk. A szénsav elűzése után az oldatokat híg nátriumhydroxiddal telítjük. Aluminium, zink, vagy komplexcyánidok jelenlétében a telítéskor csapadék keletkezhet; a csapadékot mielőtt tovább vizsgálnánk, leszűrjük.

Ha a pozitív alkotórészek vizsgálatakor arzént, vagy ónt találtunk, akkor az oldat egy részét sósavval megsavanyítva, az említett alkotórészeket hydrogénsulfiddal választjuk le. A csapadékról leszűrt oldatban sósavat és kénsavat természetesen nem szabad keresni.

A savakat báriumchloriddal és ezüstnitráttal szemben tanúsított magatartásuk szerint *három csoportba* és mindegyik csoportot több osztályba sorozhatjuk. (Lásd a 42. oldalt.)

A savak vizsgálatánál mindenekelőtt megállapítjuk a csoportot, majd az osztályt és ezeknek ismerete után a savaknál leírt reakciókkal az egyes savakat keressük fel.

A gyakrabban előforduló savak elválasztása.

A salétromsav kimutatása salétromossav mellett.

1. Az oldatot közönséges hőmérsékleten tömény carbámid-oldattal elegyítjük és híg kénsavval megsavanyítjuk. A carbámid hatására a salétromossav széndioxidra és nitrogénre bomlik. Ha a gázfejlődés megszűnt, az oldatban salétromossavat nem mutathatunk ki, ellenben a salétromsavat a ferrosulfát, vagy a diphenilamin reakció segítségével kimutathatjuk. Megjegyzendő azonban, hogy a carbámid hatására mindig keletkezik kevés salétromsav. (Lásd a 179. oldalt.)

A salétromossav kimutatása céljából az eredeti oldatot néhány csepp híg kénsavval és káliumjodiddal elegyítjük. Nagyobb mennyiségű salétromossav jelenlétében jód kiválás észlelhető. Ha az oldathoz keményítő oldatot öntünk, akkor az oldat kék színű lesz. Kis mennyiségű salétromossavat sulfanilsavval és naphtilaminnal mutatunk ki. (Lásd a 179. oldalt.)

2. A vizsgálandó anyagot kevés vízbe oldjuk és az oldatot óvatosan finoman porított hydrazinsulfátra csepegtetjük. A salétromossav élénk gázfejlődés mellett elbomlik. A képződött salétromsav mennyisége ennél a reakciónál oly csekély, hogy ezt nitron-kémszerrel (lásd a 179. oldalt) kimutatni nem lehet.

3. A vizsgálandó oldatot egy-két csepp káliumferrocyaniddal elegyítjük és azután eczetsavval megsavanyítjuk. Salétromossav jelenlétében a ferrovegyület ferrivegyületté oxidálódik és az oldat sárga színt ölt.

4. A vizsgálandó oldat egy térfogatát fél térfogat tömény kénsavval elegyítjük, lehűtjük és azután kevés brucint teszünk hozzá. Kevés salétromsav jelenlétében *csak a salétromossav* hat és az oldat cseresnyevörös színű lesz; egy idő múlva az oldat narancs- és később citromsárga színt ölt.

Ha a vizsgálandó oldat egy térfogatát 3—4 térfogat tömény kénsavval elegyítjük, lehűtjük és azután kevés brucint teszünk hozzá, akkor *csak a salétromsav* hat. Az oldat színe megegyezik a salétromossav hatására keletkező oldat színével.¹

¹ Winkler Lajos, Zeitschrift f. angew. Chemie 1902. 8-ik füzet.

A salétromsav kimutatása hidrogénbromid, hidrogénjodid, bromát, jodát, vagy chromát jelenlétében.

Az oldatot zinkpor jelenlétében 50%-os káliumhydroxiddal forraljuk. A salétromsav ammoniává redukálódik és ezt a 145-ik oldalon közölt reakciókkal mutatjuk ki.

A salétromsav kimutatása chromsav vagy permangánsav jelenlétében.

A chromsavat, vagy permangánsavat, vagy mindkét savat tartalmazó oldatot kéndioxidos vízzel redukáljuk és nátriumcarbonáttal főzve, a redukált vegyületekből a fémeket leválasztjuk. A leszűrt oldatban tömény kénsavval és ferrosulfáttal salétromsavra kémlelünk. Ha a chróm nem is válik le tökéletesen, ez a salétromsav kimutatását nem zavarja.

A salétromossav kimutatása chlórsav mellett.

Ha a kénsavval savanyított oldathoz, káliumjodidot öntünk, a salétromossav valamint a chlórsav hatására jód válik le. Ha azonban Böttger szerint az oldatot kénsav helyett *eczetsavval* savanyítjuk meg, akkor a salétromossav *azonnal* hat a káliumjodidra, míg a chlórsav csak hosszabb idő múlva.

A hidrogénchlorid, hidrogénbromid és hidrogénjodid kimutatása egymás mellett.

A vizsgálandó oldatot 1—2 cm³ széndisulfiddal és azután óvatosan, cseppenként, chlóros vízzel elegyítjük. Az oldatból a chlóros víz hatására *először a jód válik le* és ezt a széndisulfid, ibolya színnel oldja. Ha az oldathoz cseppenként több chlóros vizet elegyítünk, akkor a jód oxidálódik és az oldat szintelen lesz. Ha most több chlóros vizet elegyítünk az oldathoz, akkor kiválik a *bróm*, mely széndisulfidban sárga színnel oldódik. Főlösleges chlóros víz hatására a sárga szín alig változik, mert a keletkező chlórbrom a széndisulfidot szintén sárgára festi. A chlort külön részletben mutatjuk ki a következő módon: Az oldatot szárazra párologtatjuk és szilárd káliumbichromáttal és tömény kénsavval keverve a 114-ik oldalon leírt kis készülékben hevítjük. A chlór mint vörös-barna színű *chromylchlorid*, a bróm és jód ellenben mint szabad állapotban lévő elemek párolognak át.

Ha a reakció termékeket káliumhydroxidba hajtjuk, akkor a bróm és jód mint szintelen káliumvegyületek oldódnak, ellenben a chromylchlorid mint káliumchromát sárga színnel oldódik. Az oldatot felforraljuk, hogy az esetleg keletkezett káliumoxibromid elbomoljék és azután eczetsav jelenlétében, ólomacetáttal, chromra vizsgálunk. A kísérlet kivitelét lásd a 114-ik oldalon.

A chlórt a jód mellett úgy is kimutathatjuk, hogy ezüstnitráttal leválasztjuk a chlór- és jódezüstöt. A csapadékot *híg* ammoniumhydroxiddal jól összerázzuk és leszűrjük. Ha a szüredéket salétromsavval megsavanyítjuk, akkor az ezüstchlorid túrós csapadék alakjában válik le.

A jód kimutatására a következő reakciókat használhatjuk fel. 1. Ha kénsavval savanyított ferrisulfátot jodiddal hevítünk, akkor a keletkező hidrogénjodid a ferrisulfátot ferrosulfáttá redukálja és *jód* szabadul fel. A melegítés alkalmával elpárolgó jódot összegyűjthetjük. 2. A vizsgálandó oldatot kevés káliumnitritet tartalmazó vízbe csepegtetjük és kénsavval megsavanyítjuk. Jód jelenlétében azonnal jód kiválás észlelhető.

A hidrogénchlorid, hidrogénbromid és hidrogénjodid kimutatása hidrogén-cyánid, hidrogén-sulfocyanid, hidrogénferro- és ferricyánid jelenlétében.

A salétromsavval savanyított oldatot ezüstnitráttal elegyítve az összes savakat leválasztjuk. A leszűrt és szárított csapadékot ha gyengén izzítjuk, a cyán, sulfocyan, ferro- és ferricyán-vegyületek bomlanak, ellenben az ezüsthalogén vegyületei változatlanul maradnak. Az izzított maradékot nátriumcarbonáttal olvasztjuk össze, az olvadékot vízben oldjuk és szűrjük. Szüredékben van nátriumchlorid, bromid és jodid.

A hidrogénferrocyanid és hidrogénferricyanid felismerése egymás mellett.

A ferro- és ferricyanid vegyületeket salétromsav jelenlétében ezüstnitráttal választjuk le és a leszűrt csapadékot *híg* ammoniumhydroxiddal rázzuk össze. Az ezüstferricyanid oldódik, míg az ezüstferrocyanid oldhatatlanul marad vissza. Az oldatból az ezüstferricyanidot salétromsavval választjuk le. Az oldhatlan rész ferrichloriddal elegyítve kék színű lesz.

A chromsav felismerése permangánsav mellett.

Ha az oldatot kéndioxid vízzel elegyítjük és gyengén melegítjük, akkor a jelenlévő káliumpermanganát szintelen vegyületté redukálódik, míg a chromsav zöld színű chromisulfáttá redukálódik.

A kénsav felismerése chromsav és permangánsav mellett.

A chromsavat vagy permangánsavat, vagy mindkét savat tartalmazó oldatot sósav jelenlétében alkohollal főzve, redukáljuk. A fémeket nátriumcarbonáttal választjuk le. A csapadékról leszűrt oldatot sósavval savanyítjuk és kénsavra kémlelünk.

A sulfít kimutatása thiosulfát mellett.

Zinksulfát oldatot egy-két csepp nitroprussidnátriummal elegyítünk. Ha a vizsgálandó közömbös kémhatású oldatot a fenti oldatba csepegtetjük, akkor nagyobb mennyiségű sulfít jelenlétében, vörös csapadék, kevés sulfít jelenlétében ellenben csak vörös színeződés áll elő. Káliumferrocyanid jelenlétében a reakció érzékenyebb.

A sulfát felismerése sulfít és thiosulfát mellett.

A közömbös oldatból a sulfátot és sulfítot stronciumnitráttal választjuk le és a csapadékot sósavban oldjuk. A stronciumsulfít oldódik, ellenben a stronciumsulfát oldhatlanul marad vissza.

A szénsav kimutatása sulfít és thiosulfát jelenlétében.

Sulfitokból és thiosulfátokból savak hatására kéndioxid fejlődik és ennek jelenléte a széndioxid kimutatását báriumhydroxiddal zavarja. A széndioxidot mielőtt báriumhydroxidba vezetnők, sulfít vagy thiosulfát jelenlétében jó d oldaton bocsátjuk keresztül.

Az oxálsav kimutatása kénessav mellett.

A kénessavat káliumjodidban oldott jóddal kénsavvá oxidáljuk és az oldatban ammoniumhydroxid jelenlétében, calciumchloriddal oxálsavra kémlelünk.

Az árzénessav kimutatását arzénsav mellett lásd a 212-ik oldalon.

A hypochlórossav kimutatása chlór mellett.

A vizsgálandó oldatot kénesővel addig rázzuk, míg chlórra reakciót már nem kapunk. A chlór a kéneső hatására átalakul mercurchloriddá, míg a szabad hypochlórossav bázisos mercurichloriddá alakul át. Ha a csapadékot a folyadék leöntése után sósavval összerázzuk, a bázisos mercurichlorid oldódik, ellenben a mercurichlorid oldhatlanul marad vissza. Ha az oldatban hydrogénsulfiddal csapadék létesül, ez jele annak, hogy a vizsgálandó oldat hypochlórossavat tartalmazott. Ezt a reakciót arra is felhasználhatjuk, hogy szabad chlór mellett sósavra kémleljük. Az oldatot kénesővel rázzuk össze és azután sósavra kémlelünk.

A sósav, chlórsav és salétromsav kimutatása.

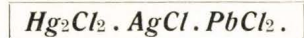
Az oldatot ezüstacetáttal elegyítve leválasztjuk a jelenlévő sósavat. Az ezüstchloridról leszűrt oldatot 50%-os káliumhydroxiddal forraljuk és

ammoniára kémlelünk. Ha ammonia nincsen jelen, akkor az oldathoz zinkport tesszünk és forralással a salétromsavat ammoniává, a chlórsavat pedig chloriddá redukáljuk. Az eltávozó ammoniát a 145-ik oldalon közölt reakciókkal mutatjuk ki. A leszűrt oldatban a chlorátot, illetőleg most már chloridot ezüstnitráttal mutatjuk ki. Miután az oldat sok kálium-hydroxidot tartalmaz, az ezüstnitrátot fölöslegben elegyítjük hozzá. A csapadék ezüstoxidból meg ezüstchloridból áll. Ha a csapadékot salétromsavval öntjük le, akkor az ezüstoxid oldódik, ellenben az ezüstchlorid nem.

I. Tábla.

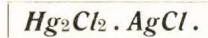
Az első osztály elválasztása. (Lásd a 201-ik oldalt.)

A sósavval kapott csapadékban van :

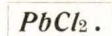


A csapadékot vízzel forraljuk :

Csapadék :



Szüredék :



(L. a 201-ik oldalt.)

Csapadékot ammoniumhydroxiddal összerázni :

Csapadék :



(L. az 51-ik oldalt.)

Szüredék :

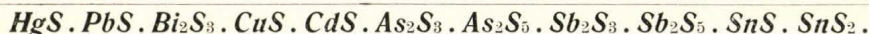


(Lásd az 51-ik oldalt.)

II. Tábla.

A második osztály elválasztása. (Lásd a 202-ik oldalt.)

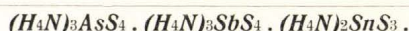
A hidrogénsulfiddal kapott csapadéokban van:



A csapadékot sárga ammoniumsulfiddal melegítjük:

Csapadék:

Szüredék:



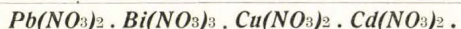
Vízrel hígítva, sósavval savanyítjuk.

A további eljárást lásd A alatt.

Híg salétromsavval melegítjük:

Csapadék:

Szüredék:

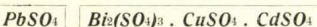


I.

Szüredékét kénsavval elegyítjük:

Csapadék:

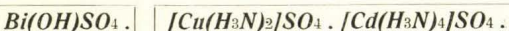
Szüredék:



Szüredékét ammoniumhydroxid-dal lúgosítani:

Csapadék:

Szüredék:



(L. a 208-ik o.)

Réz jelenlétében kék színű:

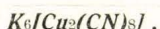
a)

A kék színű oldatot KCN-al elszíntele-nítjük és H₂S-ot hajtunk be.

(L. a 209-ik oldalt.)

Csapadék:

Szüredék:



Kimutatását lásd a 209-ik oldalon.

I.

Sósavas eljárás. (L. a 205-ik oldalt.)

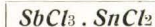
A sósavval kapott csapadéokban van:



Tömény sósavval melegítjük:

Csapadék:

Szüredék:



A szüredékhez Zn-et adunk és a keletkezett csapadékot tömény HCl-ban (1:1) oldjuk:

Csapadék:

Szüredék:



(Kimutatást l. a 71-ik oldalon.)

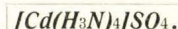
(Kimutatást l. a 71-ik oldalon.)

b)

A kék színű oldatot hypophosphoros-savval főzzük:

Csapadék:

Szüredék:

A cadmiumot H₂S-al mutatjuk ki.

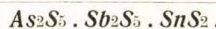
(L. a 209-ik oldalt.)

II.

Ammoniumcarbonátos eljárás.

(L. a 206-ik oldalt.)

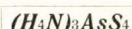
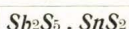
A sósavval kapott csapadéokban van:



Ammoniumcarbonáttal melegítjük:

Csapadék:

Szüredék:



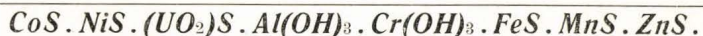
A csapadékot tömény HCl-ban oldjuk. A további eljárást lásd I. alatt.

(Kimutatást l. a 206-ik oldalon.)

III. Tábla.

A harmadik osztály elválasztása. (Lásd a 213-ik oldalt.)

Az ammoniumsulfiddal kapott csapadékban van:



A csapadékot normális HCl-val gyengén melegítjük: (L. a 215-ik old.)

Csapadék:	Szüredék:
$\boxed{\text{CoS} \cdot \text{NiS} .}$ (Az elválasztást l. a 215-ik old.)	$\boxed{\text{AlCl}_3 \cdot \text{CrCl}_3 \cdot \text{FeCl}_3 \cdot \text{MnCl}_2 \cdot \text{ZnSCl}_2 \cdot (\text{UO}_2)\text{Cl}_2}$

A szüredékben levő ionokat különböző módszerek szerint választhatjuk el:

A) Nátriumhydroxidos eljárás.

A cobalt és nikkelt elválasztása után visszamaradt sósavas oldatot HNO₃-al oxidáljuk és NaOH-al elegyítjük. (L. a 216-ik oldalt.)

Csapadék:	Szüredék:
$\boxed{\text{K}_2\text{U}_2\text{O}_7 \cdot \text{Mn}(\text{OH})_2 \cdot \text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot \text{Fe}(\text{OH})_3 .}$ A csapadékot HCl-ban oldjuk és NH ₂ OH . HCl-ot öntve hozzá (H ₄ N)OH-val és (H ₄ N) ₂ S-al elegyítjük. (L. a 217-ik o.)	$\boxed{\text{Al}(\text{ONa})_3 \cdot \text{Zn}(\text{ONa})_2 .}$ Szüredéket szilárd (H ₄ N)Cl-al elegyítve melegítjük.

Csapadék:	Szüredék:	Csapadék:	Szüredék:
$\boxed{\text{MnS} \cdot \text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot \text{FeS} .}$ Csapadékot HCl-ban oldjuk, (H ₄ N) Cl-ot és NH ₂ OH . HCl-ot adva hozzá (H ₄ N)OH-al telítjük (L. a 218-ik o.)	$\boxed{\text{Urán} .}$ Szüredéket tömény HCl-val elegyítjük és lepárolgatjuk. A leszűrt oldatban uránra kémlelünk.	$\boxed{\text{Al}(\text{OH})_3 .}$	$\boxed{\text{Zn}(\text{ONa})_2 .}$ Szüredéket eczetsavval savanyítjuk és H ₂ S-al telítjük. $\boxed{\text{ZnS} .}$

Csapadék:	Szüredék:
$\boxed{\text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot \text{Fe}(\text{OH})_3}$ Csapadékot HCl-ban oldjuk és NaOH-al és H ₂ O ₂ -al főzzük. (L. a 218-ik o.)	$\boxed{\text{MnCl}_2 .}$ A mangánt (H ₄ N) ₂ S-al mutatjuk ki. (L. a 218-ik o.)

Csapadék:	Szüredék:
$\boxed{\text{Fe}(\text{OH})_3}$	$\boxed{\text{Na}_2\text{CrO}_4 .}$ (L. a 218-ik oldalon.)

IV. Tábla.

B) Báriumcarbonátos eljárás.

A cobalt és nikkelt elválasztása után visszamaradt sósavas oldatot HNO_3 -al oxidáljuk és a sav feleslegét elűzzük. Az oldatot BaCO_3 péppel elegyítjük.

Csapadék:		Oldat:	
$\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot [\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3] \text{Ba}_2 \cdot \text{BaCO}_3$		$\text{MnCl}_2 \cdot \text{ZnCl}_2 \cdot \text{BaCl}_2$	
A csapadékot HCl-ban oldjuk és H_2SO_4 -al leválasztjuk a báriumot. (L. a 219-ik o.)		Oldatból H_2SO_4 -al leválasztjuk a báriumot. (L. a 219-ik o.)	
Csapadék:	Oldat:	Csapadék:	Oldat:
BaSO_4	$\text{FeCl}_3 \cdot \text{AlCl}_3 \cdot \text{CrCl}_3 \cdot (\text{UO}_2)\text{Cl}_2$	BaSO_4	$\text{MnCl}_2 \cdot \text{ZnCl}_2$
Oldathoz $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ -ot adva $(\text{H}_4\text{N})\text{OH}$ -al és $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}$ -al elegyítjük. (L. a 219-ik o.)		Na ₂ CO ₃ -al semlegesítjük, azután natriumacetáttal és eczetsavval elegyítve H_2S -al telítjük. (L. a 219-ik o.)	
Csapadék:	Oldat:	Csapadék:	Oldat:
$\text{FeS} \cdot \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{Cr}(\text{OH})_3$	Urán.		
Csapadékot HCl-ban oldjuk. NaOH-al és H_2O_2 -al elegyítve főzzük. (L. a 219-ik oldalt.)	Oldatot tömény HCl-al elegyítjük és bepárolgatjuk. A leszűrt oldatban uránra kémlelünk.		
Csapadék:	Oldat:	ZnS	MnCl_2
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{ONa})_3 \cdot \text{Na}_2\text{CrO}_4$		A mangánt $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}$ -al mutatjuk ki.
Oldathoz szilárd $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$ -ot adva felfőzzük. (L. a 220-ik oldalt.)			
Csapadék:	Oldat:		
$\text{Al}(\text{OH})_3$	Na_2CrO_4		
Sárga színű. (Kimutatását l. a 220-ik old.)			

C) Nátriumacetátos eljárás.

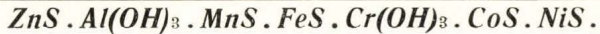
A cobalt és nikkelt elválasztása után visszamaradt sósavas oldatot HNO_3 -al oxidáljuk, a sav feleslegét elűzzük és vízzel hígítjuk. Az oldatot FeCl_3 -al elegyítjük, Na₂CO₃-al telítjük és CH₃COONa-ot adva hozzá, felfőzzük.

Csapadék:		Oldat:	
Bázisos vas-, aluminium- és chromacetát.		Zink-mangán-uránacetát, CH ₃ COOH, CH ₃ COONa.	
A csapadékot HCl-ban oldjuk, NaOH-al és H_2O_2 -al elegyítve felfőzzük. (L. a 221-ik o.)		Oldatot eczetsavval elegyítve H_2S -ot hajtunk be:	
Csapadék:	Oldat:	Csapadék:	Oldat:
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{ONa})_3 \cdot \text{Na}_2\text{CrO}_4$	ZnS	Mangán és uránacet.
Az oldatot $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$ -al elegyítve felfőzzük. (L. a 220-ik o.)		(L. a 221-ik oldalt.)	Oldatot $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ -al és $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}$ -al elegyítve gyengén melegejtjük:
Csapadék:	Oldat:	Csapadék:	Oldat:
$\text{Al}(\text{OH})_3$	Na_2CrO_4	MnS	$[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3] \cdot [\text{H}_4\text{N}]_4$
Sárga színű (kimutatását l. a 220-ik o.)		(L. a 221-ik oldalt.)	Oldatot tömény HCl-al bontjuk el és bepárolgatjuk. (Kimutatását l. a 221-ik o.)

V. Tábla.

D) Hydrogénperoxidos eljárás.

Az ammoniumsulfiddal kapott csapadékban van:



A csapadékot tömény HCl-ban oldjuk. (L. a 215-ik old.) A sav feleslegét elpárologtatjuk, vízzel hígítjuk és NaOH-al és H₂O₂-al melegítjük (L. a 222-ik o.)

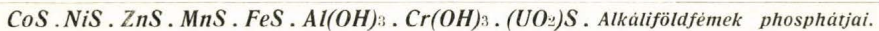
Csapadék:	Oldat:
$\boxed{\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot \text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot \text{Co}(\text{OH})_2}$	$\boxed{\text{Zn}(\text{ONa})_2 \cdot \text{Al}(\text{ONa})_3 \cdot \text{Na}_2\text{CrO}_4}$
A csapadékot tömény HCl-ban oldjuk és H ₂ O ₂ -al és tömény (H ₄ N)OH-al elegyítjük.	Oldatot (H ₄ N)Cl-al elegyítjük lásd a 222-ik oldalt.

Csapadék:	Oldat:	Csapadék:	Oldat:
$\boxed{\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{Fe}(\text{OH})_3}$	$\boxed{\text{Nikkeloamm.chlorid. Cobaltiamm.chlorid.}}$	$\boxed{\text{Al}(\text{OH})_3}$	$\boxed{\text{Zn}(\text{ONa})_2 \cdot \text{Na}_2\text{CrO}_4}$
A csapadékot HCl-ban oldjuk és (H ₄ N)Cl és NH ₂ OHHCl jelenlétében (H ₄ N)OH-al elegyítjük. (L. a 223-ik old.)	Az old. füstölő HNO ₃ -al pároljuk le. (L. a 223-ik o.) A sav feleslegét elpárologtatjuk. (Az elválasztást lásd a 216-ik o.)		Oldatot tömény HCl-al forraljuk. (L. a 222-ik o.) Be-pároljuk és CH ₃ COONa és CH ₃ COOH jelenlétében H ₂ S-ot hajtunk be. (L. a 222-ik old.)

Csapadék:	Oldat:	Csapadék:	Oldat:
$\boxed{\text{Fe}(\text{OH})_3}$	$\boxed{\text{MnCl}_2}$	$\boxed{\text{ZnS}}$	$\boxed{\text{CrCl}_3}$
Kimutatását (l. a 223-ik o.)			A chróm kimutatását l. a 222-ik o.

E) A harmadik osztály elválasztása phosphorsav jelenlétében.

Az ammoniumsulfiddal kapott csapadékban van:



I. Elválasztás ónnal. (Lásd a 224-ik old.)

A cobalt és nikkelt elválasztása után visszamaradt sósavas oldatot ismételtelen tömény HNO₃-al pároljuk be; azután HNO₃-at és ónport téve hozzá melegítjük.

Csapadék:	Oldat:
$\boxed{\text{Sn}_3(\text{PO}_3)_4}$	$\boxed{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot (\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot (\text{UO}_2)\text{NO}_3) \cdot \text{Alkáliföldfémek nitrátjai}}$
Az oldatot (H ₄ N)Cl, (H ₄ N)OH és (H ₄ N) ₂ S-al elegyítjük. (L. a 213-ik old.)	

Csapadék:	Oldat:
$\boxed{\text{ZnS} \cdot \text{MnS} \cdot \text{FeS} \cdot \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot (\text{UO}_2)\text{S}}$	$\boxed{\text{Alkáliföldfémek}}$
Az elválasztást az A, B, C, D táblázat szerint végezzük.	

II. Elválasztás ferrichloriddal. (Lásd a 225-ik old.)

A cobalt és nikkelt elválasztása után visszamaradt sósavas oldatot HNO₃-al oxidáljuk és a sav feleslegét elpárologtatjuk. Az oldatot FeCl₃-al elegyítjük, Na₂CO₃-al közömbösítjük és szilárd CH₃COONa-ot elegyítve hozzá felfőzzük. (L. a 225-ik old.)

Csapadék:	Oldat:
$\boxed{\text{Bázisos-vas, aluminium-chromacetát} \cdot \text{FePO}_4}$	$\boxed{\text{Mangán. Zink. Urán. Alkáliföldfémek chloridjai}}$
A további eljárást lásd a nátriumacetátos eljárásnál C alatt.	Az oldatot (H ₄ N)Cl, (H ₄ N)OH és (H ₄ N) ₂ S-al elegyítjük. (Lásd a 213-ik old.)

Csapadék:	Oldat:
$\boxed{\text{MnS} \cdot \text{ZnS} \cdot (\text{UO}_2)\text{S}}$	$\boxed{\text{Alkáliföldfémek}}$
A csapadékot HCl-ban oldjuk. A sav feleslegét elpárologtatjuk és CH ₃ COONa és CH ₃ COOH jelenlétében H ₂ S-ot hajtunk be:	

Csapadék:	Oldat:
$\boxed{\text{ZnS}}$	$\boxed{\text{Mangán- és uránacet.}}$
A további eljárást l. a C táblázatban.	

VI. Tábla.

A negyedik osztály elválasztása. (L. a 228-ik oldalt.)

Az ammoniumsulfidos oldatot tömény HCl-al elbontjuk. A sav feleslegét elpárologtatjuk és az oldatot $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl} + (\text{H}_4\text{N})\text{OH}$ jelenlétében $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ -al elegyítjük.

Az ammoniumcarbonáttal kapott csapadékban van :



A báriumot, stronciumot, calciumot, különböző módszerekkel választhatjuk el :

I. (L. a 229-ik oldalt.)

A carbonátokat eczetsavban oldjuk.

Az oldatot CH_3COONa jelenlétében $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -al forraljuk.

Csapadék :	Oldat :
$\boxed{\text{BaCrO}_4.}$	$\boxed{\text{Stroncium} \cdot \text{Calcium}.}$
(L. a 229-ik o.)	Oldatot H_2SO_4 -al elegyítjük és forraljuk.
Csapadék :	Oldat :
$\boxed{\text{SrSO}_4.}$	$\boxed{\text{CaSO}_4.}$
(L. a 229-ik o.)	Oldatot $(\text{H}_4\text{N})\text{OH}$ -al lúgosítjuk és $(\text{H}_4\text{N})_2\text{C}_2\text{O}_4$ -al elegyítjük.
	Csapadék :
	$\boxed{\text{CaSO}_4.}$

II. (L. a 230-ik oldalt.)

A carbonátokat HNO_3 -ban oldjuk és szárazra párologtatjuk. A 150–200^o-on szárított nitrátokat víztőlmentes alkohol és aether elegyével összedörzsöljük.

Csapadék :	Oldat :
$\boxed{\text{BaNO}_3 \cdot \text{SrNO}_3.}$	$\boxed{\text{CaNO}_3.}$
A maradékot ismételten tömény HCl-al párologtatjuk be és 150 ^o -on szárítjuk. A maradékot víztőlmentes alkohollal dörzsöljük össze.	(L. a 231-ik o.)

Csapadék :	Oldat :
$\boxed{\text{BaCl}_2.}$	$\boxed{\text{SrCl}_2.}$
(L. a 231-ik o.)	(L. a 231-ik o.)

III. (L. a 231-ik oldalt.)

A carbonátokat HNO_3 -ban oldjuk és szárazra párologtatjuk. A 150–200^o-on szárított nitrátokat víztőlmentes alkohol és aether elegyével összedörzsöljük.

Csapadék :	Oldat :
$\boxed{\text{BaNO}_3 \cdot \text{SrNO}_3.}$	$\boxed{\text{CaNO}_3.}$
Vízben oldjuk, CH_3COONa és $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -al forraljuk.	(L. a 231-ik o.)
Csapadék :	Oldat :
$\boxed{\text{BaCrO}_4.}$	$\boxed{\text{SrCrO}_4.}$
(L. a 231-ik o.)	A stronciumot H_2SO_4 -al mutatjuk ki. (L. a 231-ik o.)

VII. Tábla.

Az ötödik osztály elválasztása. (Lásd a 232-ik old.)

A negyedik osztály csapadékáról leszűrt oldatot szárazra párologtatjuk és az ammoniumsókat elűzzük. A maradékot sósavas-vízben oldjuk. Az oldatban calciumra és magnéziumra kémlelünk.

1. Ha calcium és magnézium nincsenek jelen, akkor a sósavas oldatot szárazra párologtatjuk, a maradékot vízben oldjuk és az oldatban alkálifémekre kémlelünk. (L. a 140-ik és 233-ik old.)

2. *Calcium* jelenlétében (l. a 233-ik old.) a sósavas oldatot $(\text{H}_4\text{N})\text{OH}$ -al lúgosítjuk és $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$ -ot adva hozzá $(\text{H}_4\text{N})_2\text{C}_2\text{O}_4$ -al elegyítjük.

Csapadék :	Oldat :
CaC_2O_4 .	$(\text{H}_4\text{N})_2\text{C}_2\text{O}_4$. Alkálifémek.
	Oldatot BaCl_2 -al elegyítjük. (L. a 233-ik o.)

Csapadék :	Oldat :
BaC_2O_4 .	BaCl_2 . Alkálifémek.
	Oldatot $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ -al elegyítjük. (L. a 233-ik o.)

Csapadék :	Oldat :
BaCO_3 .	Ammoniumsók. Alkálifémek.
	Ammoniumsókat elűzzük. Maradékot vízben oldjuk és alkálifémekre kémlelünk. (L. a 233-ik old.)

3. *Calcium és magnézium* jelenlétében (l. a 233-ik old.) a sósavas oldatot $(\text{H}_4\text{N})\text{OH}$ -al lúgosítjuk és $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$ -ot adva hozzá $(\text{H}_4\text{N})_2\text{C}_2\text{O}_4$ -al elegyítjük.

Csapadék :	Oldat :
CaC_2O_4 .	$(\text{H}_4\text{N})_2\text{C}_2\text{O}_4$. Magnézium. Alkálifémek.
	Oldatot BaCl_2 -al elegyítjük. (L. a 233-ik o.)

Csapadék :	Oldat :
BaC_2O_4 .	BaCl_2 . Magnézium . Alkálifémek . Ammoniumsók.
	Ammoniumsókat elűzzük. Maradékot vízben oldjuk és $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -al elegyítve forraljuk.

Csapadék :	Oldat :
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	BaCl_2 . $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Alkálifémek.
	Oldatot $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ -al elegyítjük. (Lásd a 233-ik o.)

Csapadék :	Oldat :
BaCO_3 .	Alkálifémek. Ammoniumsók.
	Ammoniumsókat elűzzük. Maradékot vízben oldjuk és alkálifémekre kémlelünk. (L. a 140-ik és 233-ik o.)

4. *Magnézium* jelenlétében a sósavas-oldatot $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -al elegyítjük és forraljuk. (Lásd a 233-ik old.)

Csapadék :	Oldat :
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{Ba}(\text{OH})_2$. Alkálifémek.
	Oldatot $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ -al elegyítjük. (L. a 233-ik old.)

Csapadék :	Oldat :
BaCO_3	Ammoniumsók. Alkálifémek.
	Ammoniumsókat elűzzük. Maradékot vízben oldjuk és alkálifémekre kémlelünk. (L. a 233-ik o.)

Betűrendes tárgymutató.

- Alumínium elválasztása cobalttól és nikkeltől 123, 127, 215
Alumínium elválasztása urántól 216, 219, 221, 223
Alumínium elválasztása zinktől, chrómtól, mangántól, vastól 96, 100, 110, 117
Alumínium reakciói 91
Ammonias ezüstnitrát készítése 35
Ammoniumcarbonát készítése 36
Ammonium kimutatása és elválasztása az alkálifémionoktól 145, 235
Ammoniummolibdénát készítése 35
Ammonium reakciói 144
Ammoniumsulfid készítése 35
Anion 21
Arany elválasztása a második osztály kationjaitól 211
Arany reakciói 87
Antimon, arzén és ón elválasztása réztől 206
Antimon elválasztása bizmuttól, higanytól, cadmiuntól, ólomtól és réztől 203
Antimon elválasztása óntól és arzéntől 65, 71, 204
Antimonossav reakciói 60
Antimonsav reakciói 61
Arzén, antimon és ón elválasztása réztől 206
Arzén elválasztása aranytól, platinától 211
Arzén elválasztása bizmuttól, higanytól, cadmiuntól, ólomtól és réztől 203
Arzén elválasztása óntól és antimontól 65, 71, 204
Arzénessav kimutatása arzénsav mellett 212
Arzénessav reakciói 53
Arzénsav reakciói 55
Bárium elválasztása calciumtól és stronciumtól 134, 136, 137, 229
Bárium reakciói 130
Báziis létesítő elemek 40
Bettendorf-féle reakció 57
Bizmut elválasztása arzéntől, antimontól és óntól 204
Bizmut elválasztása réztől, higanytól, cadmiuntól 79, 83, 86, 207, 211
Bizmut elválasztása réztől, higanytól, cadmiuntól és ólomtól 79, 83, 86, 201, 207, 211
Bizmut reakciói 76
Bórax-gyöngy 156
Bórsav reakciói 154
Bróm reakciói 188
Brómos víz 34
Brómsav reakciói 153
Cadmium elválasztása arzén, antimon és óntól 204
Cadmium elválasztása réztől, higanytól és bizmuttól 85, 86
Cadmium elválasztása réztől, higanytól, bizmuttól és ólomtól 85, 86, 201, 207, 211
Cadmium reakciói 84
Calcium elválasztása káliumtól, nátriumtól és lithiumtól 233
Calcium elválasztása stronciumtól és báriumtól 136, 137, 229
Calcium reakciói 134
Cerium reakciói 129
Chlór reakciói 187
Chlóros víz 34
Chlórsav reakciói 183
Chróm elválasztása cobalttól és nikkeltől 123, 215, 217
Chróm elválasztása urántól 216, 219, 221, 223
Chróm elválasztása zinktől, alumíniumtól, mangántól és vastól 116, 117
Chromivegyületek oxidációja chromsavvá 112
Chromivegyületek reakciói 111
Chromsav felismerése permangánsav mellett 244
Chromsav reakciói 113
Chromsav redukciója chromivegyületté 115
Cobalt elválasztása nikkeltől 127, 215
Cobalt elválasztása urántól 215, 223
Cobalt elválasztása zinktől, alumíniumtól, chrómtól, mangántól és vastól 122, 123, 223
Cobalt reakciói 117
Cserebomlás 5
Cyánsav reakciói 180
Disszociáció 21
Disszociáció foka 21
Disszociáció változása 28
Dussard-Blondlott-féle eljárás 192

- Eczetsav reakciói 181
 Elemek beosztása 39
 Elővizsgálat harmadik osztály kation-
 jaira 214
 Elővizsgálat negyedik osztály kation-
 jaira 223
 Elővizsgálat oldhatlan anyagoknál 196
 Elővizsgálat savak felkeresésénél 239
 Első osztály kationjainak elválasztása 201
 Erős bázisok 22
 Erős savak 22
 Ezüst elválasztása mercurohiganytól és
 ólomtól 48, 51, 201
 Ezüst reakciói 43
 Fehling-féle oldat készítése 36
 Feltárás 197
 Ferrivegyületek reakciói 106
 Ferrivegyületek redukciója ferrovegyüle-
 tekké 108
 Ferrosulfát-oldat készítése 35
 Ferrosulfát, mint redukáló anyag 18
 Ferrivegyületek oxidációja ferrivegyüle-
 tekké 105
 Ferrivegyületek reakciói 103
 Flückiger-Lehmann-féle reakció 57
 Griess-féle reakció 179
 Gutzeit-féle reakció 57
 Gyenge bázisok 22
 Gyenge savak 22
 Halogén elemek, mint oxidáló anyagok 10
 Harmadik osztály elválasztása 213
 Harmadik osztály elválasztása fosphor-
 sav jelenlétében 223
 Harmadik osztály elválasztása oxálsav
 jelenlétében 226
 Harmadik osztály elválasztása oxálsav és
 fosphorsav jelenlétében 226
 Harmadik osztály elválasztása kovasav,
 bórsav, hidrogénfluorid és titán jelen-
 létében 227
 Hidrogél 31
 Hidrogén reakciói 186
 Hidrolízis 30
 Hidroszol 31
 Higan (mercurio) elválasztása ólomtól és
 ezüstitől 51, 201
 Higan (mercuri) elválasztása antimontól,
 arzéntől és óntól 204, 211
 Higan (mercuri) elválasztása ólomtól
 207, 211
 Higan (mercuri) elválasztása réztől,
 bizmuttól, cadmiumtól 79, 83, 86, 207,
 211
 Higan (mercuri) elválasztása réztől, biz-
 muttól, cadmiumtól, ólomtól 79, 83, 86,
 207, 211
 Higan (mercuri) reakciói 74
 Higan (mercurio) reakciói 49
 Hydrazinsulfát készítése 36
 Hydrazinsulfát, mint redukáló anyag 19
 Hydroklóroplatinát készítése 36
 Hidrogénbromid reakciói 170
 Hidrogénjodid reakciói 170
 Hidrogénchlorid kimutatása hidrogénjo-
 did és hidrogénbromid mellett 243
 Hidrogénchlorid reakciói 167
 Hidrogénferricyánid reakciói 173
 Hidrogénferricyánid felismerése hydro-
 génferricyánid mellett 244
 Hidrogénferricyánid reakciói 172
 Hidrogénjodid kimutatása hidrogénbro-
 mid és hidrogénchlorid mellett 243
 Hidrogénjodid, mint redukáló anyag 18
 Hidrogénjodid reakciói 168
 Hidrogénperoxid, mint oxidáló anyag 10
 Hidrogénperoxid, mint redukáló anyag 19
 Hidrogénsilicofluorid reakciói 147
 Hidrogénsulfid, mint redukáló anyag 16
 Hidrogénsulfid reakciói 176
 Hidrogénsulfidos víz 34
 Hidrogénsulfocyanid reakciói 173
 Hydroxylaminchlorhydrát készítése 36
 Hydroxylaminchlorhydrát, mint redukáló
 anyag 19
 Hypochlórossav kimutatása chlór mel-
 lett 245
 Hypochlórossav reakciói 175
 Hypophosphorossav reakciói 180
 Indigóoldat készítése 38
 Ionreakció 24
 Irreversibilis kolloid 31
 Jodkálium keményítő papiros 37
 Jód reakciói 152
 Kationok elválasztása hidrogénsulfid és
 ammoniumsulfid nélkül 235
 Káliumbichromát, mint oxidáló anyag 10
 Káliumchlorát, mint oxidáló anyag 12
 Káliumcyanid, mint redukáló anyag 20
 Kálium elválasztása magnéziumtól 144,
 233
 Kálium elválasztása nátriumtól és lithium-
 tól 140, 141, 235
 Káliumferricyánid mint oxidáló anyag 13
 Káliumhydropyroantimoniát készítése 35
 Káliumhydroxyd készítése 36
 Káliumjodát mint oxidáló anyag 12
 Káliumnitrát mint oxidáló anyag 13
 Káliumpermanganát mint oxidáló anyag 8
 Kálium reakciói 137
 Káliumsulfid készítése 36
 Keményítőoldat készítése 35
 Kémszerek 32
 Kénssav mint redukáló anyag 16
 Kénssav reakciói 149
 Kén reakciói 190
 Kénsav felismerése chromsav mellett 244
 Kénsav felismerése permangánsav mel-
 lett 244
 Kénsav reakciói 146
 Kolloid oldat 31
 Komplexion 22
 Komplexvegyületek 22
 Kovasav reakciói 160
 Levegő mint oxidáló anyag 13
 Lithium elválasztása magnéziumtól 144,
 233

- Lithium elválasztása nátriumtól és káliumtól 141, 235
 Lithium reakciói 140
 Marsch-féle reakció 57
 Magnézium elválasztása alkálifémektől 144, 232
 Magnézium elválasztása alkáliföldfémektől és alkálifémektől 229
 Magnéziamixtura készítése 36
 Magnézium reakciói 142
 Mangán elválasztása cobalttól és nikkeltől 122, 127, 215
 Mangán elválasztása urántól 216, 219, 221, 223
 Mangán elválasztása zinktől, alumíniumtól, chrómtól, vastól 100, 109, 116, 117
 Mangánvegyületek reakciói 96
 Mangánvegyületek oxidációja mangánáttá és permanganáttá 98
 Mangánvegyületek oxidációja mangánperoxidá 99
 Második osztály elválasztása 202
 Metaphosphorsav reakciói 159
 Mercurohigany elválasztása ólomtól és ezüstitől 51
 Mercurohigany reakciói 19
 Mercuronitrátoldat készítése 34
 Molibdén reakciói 89
 Nátrium elválasztása káliumtól és lithiumtól 140, 141, 233
 Nátrium elválasztása magnéziumtól 144, 233
 Nátriumcobaltinitrit készítése 36
 Nátriumhypochlorit készítése 34
 Nátriumhypochlorit mint oxidáló anyag 12
 Nátrium reakciói 139
 Negyedik osztály elválasztása 228
 Nessler-féle oldat készítése 36
 Nikkel elválasztása cobalttól 127, 215
 Nikkel elválasztása urántól 215, 223
 Nikkel elválasztása zinktől, alumíniumtól, cobalttól, chrómtól, mangántól, vastól, urántól 122, 123, 215, 223
 Nikkel reakciói 123
 Nitrogén reakciói 191
 Nitoprussidnátriumoldat készítése 36
 Oldatok szerkezete 21
 Oldás 194
 Oldékonysági szorzat 27
 Oldhatlan anyagok vizsgálata 196
 Oldószer 37, 194
 Ólom elválasztása arzéntól, antimontól és óntól 204
 Ólom elválasztása mercurohiganytól és ezüstitől 48, 51
 Ólom elválasztása réztől, bizmuttól, higanytól, cadmiumtól 201, 207, 211
 Ólompapiros készítése 37
 Ólom reakciói 45
 Ólomperoxid készítése 37
 Ólomperoxid mint oxidáló anyag 12
 Ón, antimon és arzén elválasztása réztől 206
 Ón elválasztása arzéntól és antimontól 71
 Ón elválasztása aranytól és platinától 211
 Ón elválasztása bizmuttól, higanytól, cadmiumtól, ólomtól és réztől 203
 Ón reakciói 65
 Orthophosphorsav reakciói 164
 Ozon reakció 190
 Oxálsav kimutatása kénessav mellett 245
 Oxálsav reakciói 157
 Oxidáció 6
 Oxidáló tér 38
 Oxigén reakciói 189
 Ötödik osztály elválasztása 232
 Palládium reakciói 86
 Perchlórsav reakciói 184
 Perjódsvav reakciói 164
 Phosphor reakciói 191
 Phosphorossav mint redukáló anyag 19
 Phosphorossav reakciói 157
 Phosphorsó 159
 Pyrophosphorsav reakciói 159
 Platinaedény használatáról 38
 Platina elválasztása a második osztály kationjaitól 211
 Platina reakciói 86
 Polysulfid 35
 Reakció megfordítható 24
 Redukció 14
 Redukáló tér 38
 Reversibilis kolloid 31
 Réz elválasztása arzén, antimon és óntól 204
 Réz elválasztása bizmuttól, higanytól, cadmiumtól 83, 85, 86
 Réz elválasztása bizmuttól, higanytól, cadmiumtól 83, 85, 201, 207, 211
 Réz reakciói 80
 Rubidium reakciói 141
 Salétromsav kimutatása chlórsav mellett 245
 Salétromsav kimutatása chrómsav vagy permangánsav mellett 243
 Salétromsav kimutatása hidrogénbromid, hidrogénjodid, bromát, jodát vagy chromát jelenlétében 243
 Salétromsav kimutatása salétromossav mellett 242
 Salétromsav mint oxidáló anyag 7
 Salétromossav reakciói 177
 Salétromsav reakciói 181
 Savak kimutatása 239
 Savat létesítő elemek 41
 Sósav, chlórsav és salétromsav kimutatása 245
 Stannivegyületek (α) reakciói 69
 Stannivegyületek (β) reakciói 70
 Stannochlorid készítése 35
 Stannochlorid mint redukáló anyag 17
 Stannovegyületek reakciói 66
 Stroncium elválasztása calciumtól és báriumtól 134, 136, 137, 229
 Stroncium reakciói 133
 Szelén elválasztása a második osztály kationjaitól 211

- Szelénessav reakciói 72
 Szelénsav reakciói 72
 Silikát vízben oldhatlan 161
 Silikát vízben oldható 161
 Sulfát felismerése szulfít és thiosulfát mellett 245
 Sulfít felismerése thiosulfát mellett 245
 Szén mint redukáló anyag 20
 Szénsav kimutatása szulfít és thiosulfát mellett 245
 Szén reakciói 192
 Szénsav reakciói 151
 Thallium-papíros 38
 Thallium reakció 52
 Tántalsav reakciói 185
 Tellur elválasztása a második osztály kationjaitól 211
 Tellurossav reakciói 73
 Tellursav reakciói 74
 Thiokénsav reakciói 163
 Titán reakciói 127
 Titánsav reakciói 185
 Thorium reakciói 129
 Tökéletes kémiai folyamat 26
 Urán elválasztása a harmadik osztály kationjaitól 216, 219, 221, 223
 Urán reakciói 101
 Vas elválasztása cobalt és nikkeltől 123, 127, 215
 Vas elválasztása urántól 216, 219, 221, 223
 Vas elválasztása zinktől, alumíniumtól, chromtól, mangántól 109, 110, 116, 117
 Vas komplexvegyületeinek feltárása 108
 Vas reakciói 103
 Viz felismerése 187
 Viz hatása 29
 Wolfrám reakciói 51
 Wolfrámsav reakciói 185
 Zink elválasztása cobalttól és nikkeltől 123, 127, 215
 Zink elválasztása urántól 216, 219, 221, 223
 Zink elválasztása vastól, alumíniumtól, chromtól, mangántól 96, 100, 109, 117
 Zink mint redukáló anyag 14
 Zink reakciói 93
 Zirkonsav reakciói 185

