

## Nogle Luteokoboltsalte, deres Fremstilling og Omsætninger.

Af

Lauritz Jacobsen.

---

### Indledning.

For nogen Tid siden har S. M. Jørgensen (Zeitschrift für anorg. Chem. 17, 455) offentliggjort en samlet Række Metoder til Fremstilling af Koboltammoniakforbindelser. I Tilslutning dertil kunne maaske efterfølgende Iagttagelser have nogen Interesse.

Ved S. P. L. Sørensens Arbejde angaaende Fremstillingen af rene Nikkel- og Koboltsalte<sup>1)</sup> blev jeg opmærksom paa den ringe Opløselighed i nogenlunde stærkt Ammoniakvand, der udmærker Saltet  $\text{NiCl}_2, 6\text{NH}_3$ , og ved at sammenligne det med nærstaaende Forbindelser lagde jeg Mærke til, at det tilsvarende Jodid er uopløseligt i Ammoniakvand. Har man saaledes en ren ammoniakalsk Nikkelopløsning, kan Nikkelet udfældes kvantitativt ved at tilsætte et Overskud af Jodkalium og derpaa overmætte med mindst lige Rumfang koncentreret Ammoniakvand. Vadskes Bundfaldet med halvkoncentreret Ammoniakvand, ser man snart, at der gaar Nikkel i Opløsningen; men dette afhænger af, at Jodkalium fjærnes. Indeholder Vadskevandet imidlertid

---

<sup>1)</sup> Zeitschrift für anorg. Chem. 5, 354.

blot 1 % af et opløseligt Jodid, kan Vadsksningen tilsyneladende fortsættes ubegrænset uden Tab, da Filtratet aldeles ikke farves af Svovlammonium.

Til Bundfældningen kan passende anvendes en Opløsning af Jodkalium i stærkt Ammoniakvand; men for ikke at indføre ildfaste Bestanddele udvadskes med en ammoniakalsk Opløsning af Jodammonium. Efter forsigtig Bortfjærning af største Delen af Ammoniakken ved Ophedning og efter derpaa følgende Glødning under Tilsætning af Merkuridoxyd kan Nikkelet bestemmes som Oxyd.

Ganske paa samme Maade forholder Kadmium sig, skønt det ikke giver en fuldt saa tungtopløselig Forbindelse. Kobolt fældes ganske vist ogsaa som det analoge Salt; men dette ilter sig ret hurtig. Kobber fældes, men kun i meget stærke Opløsninger (naturligvis maa man her gøre Vædsken ammoniakalsk, inden man tilsætter Jodkalium), og tilsvarende Zinkforbindelser fældes først ved Tilsætning af betydelige Mængder Vinaand.

Det var nu Hensigten at benytte de angivne Forhold til en kvantitativ Adskillelse af Nikkel og Kadmium fra Kobber, Zink og Kobolt. Bestemmelsen af Nikkel ved Siden af Kobber og Zink vilde jo særlig have Betydning for Analysen af Nysølv, idet man ad denne Vej strax kunde udfælde Nikkelet, og Kombinationerne Kadmium-Zink og Nikkel-Kobolt frembyde ved de almindelig anvendte Metoder saa store Vanskeligheder, at der ogsaa i disse Tilfælde vilde være meget vundet, hvis man ad denne Vej kunde naa Maalet.

Forsøgene vare dog ganske forgæves; thi skønt Zinksalte ikke en Gang fældes af Jodkalium i koncentreret Ammoniakvand, rives dog Zinken med ned af Nikkelbundfaldet i saa betydelige Mængder, at end ikke en Opløsning og fornyet Fældning giver et rent Bundfald. Det samme gælder i endnu højere Grad om Kobber. — Angaaende Adskillelsen fra Kobolt var det Hensigten at omdanne dette til Roseokoboltsalte og derved undrage det Fældningen. I den Anledning foretoges de i det

følgende omtalte Forsøg angaaende ammoniakalske Koboltopløsnings Forhold overfor Iltningsemidler; men at anvende de derved gjorte Iagttagelser til kvantitativt Brug viste sig ugørligt, da de **Methoder**, der overhovedet kunde være Tale om at anvende, ikke gave en fuldstændig Omdannelse. Dertil kommer, at der ofte dannes overvejende Luteosalte, af hvilke Jodidet er tungtopløseligt i Ammoniakvand. Endelig maa bemærkes, at Nikkelsaltet ikke fældes ganske fuldstændig. Det stærkt ammoniakalske Filtrat giver ganske vist ikke mindste Farvning med Svovlammonium; men damper man Ammoniakken bort, farves Vædsken helt sort. Det synes altsaa, at Svovlammonium ikke blot ikke fælder, men end ikke farver Opløsninger af smaa Mængder Nikkel i stærkt ammoniakalske Vædsker.

I Sammenhæng hermed kan erindres om **Terreil's**<sup>1)</sup> Forslag til Adskillelse af Nikkel og Kobolt. Ogsaa han vil overføre Koboltet til Ammoniakforbindelser (ved Iltning med Kaliumpermanganat eller Klornatron); men han vil beholde Nikkelet i Opløsning og fælde Koboltet som Kloropurpleoklorid. Efter en nærmere Prøvelse, der skyldes **Braun**<sup>2)</sup>, maa **Methoden** imidlertid forkastes ikke blot paa Grund af den selvfølgelige Fejlkilde, at Purpleokloridet ikke er ganske uopløseligt i Saltsyre, men ogsaa fordi Iltningen ikke er fuldstændig. Endelig kan jeg som tredje Fejlkilde tilføje, at der næsten altid samtidig dannes noget Luteoklorid, hvis Opløselighed er langt større end Purpleosaltets. Dette sidste faar navnlig Betydning i det Tilfælde, at ogsaa Mangan skal bestemmes i Filtratet; thi i saa Fald benytter **Terreil Klornatron** til Iltning. Men som det af det følgende vil ses, bliver paa denne Maade omtrent Halvdelen af Koboltet omdannet til Luteosalt, hvoraf tillige følger, at man ingenlunde kan nøjes med at veje Bundfaldet og beregne Koboltet efter Purpleosaltets Indhold deraf.

<sup>1)</sup> Compt. rend. 62, 139.

<sup>2)</sup> Zeitschrift für anal. Chem. 5, 113.



Skønt de analytiske Forsøg saaledes maa siges at være fuldstændig mislykkede, ere de dog her kortelig antydede, fordi de paagældende Fakta muligvis kunde benyttes andet Steds. Jeg har saaledes stadig benyttet en af Reaktionen til at paa-vise Koboltforiltesalte i Opløsninger af Koboltammoniakforbindelser, idet jeg overmætter Vædsken med mindst samme Rumfang konc. Ammoniakvand, filtrerer fra det eventuelt fremkomne Bundfald af Luteosalte og tilsætter lidt af en stærk Opløsning af Jodkalium. Der kommer da strax eller ved Henstand et bleg-rødt Bundfald bestaaende af meget smaa, men særdeles regelmæssige og veludviklede Oktaedre, som sætte sig fast paa Glassets Sider, hvilket Luteojodidet ikke gør. I Nødtilfælde vil selv en ringe Forstørrelse med Lethed fjerne enhver Tvivl.

Af de udførte Forsøg skal her kun anføres de, der have nogen Interesse angaaende praktisk Fremstilling af Koboltammoniakforbindelser, og i Tilslutning hertil har jeg nærmere beskrevet en Del af disse Salte, som jeg saaledes stiftede Bekendtskab med. Ganske vist have flere af de omtalte Fremstillingsmaader i hvert Tilfælde i Principet været angivne før. Som Regel have de dog kun været ganske løselig skitserede, og navnlig gælder det, at de anføres som Dannelsesmaader, mens man meget sjældent faar at vide, om de tillige egne sig til Fremstillingsmaader.

Angaaende de enkelte Salte have flere ikke været kendte tidligere, mens der om andre foreligger saa divergerende Angivelser, at en fornyet Undersøgelse alene af den Grund vilde være paa sin Plads. Meget ofte beror Divergensen paa Mangel paa Kendskab til de Saltene ledsagende Urenheder, men navnlig paa, at Stofferne kun har kunnet fremstilles i saa smaa Mængder, at en Rensning og et nøjere Studium har været faktisk umulig. Da Luteosaltene nu efter de i det følgende omtalte Metoder med stor Lethed kunne fremstilles i meget stor Maalestok, er i Grunden den vigtigste Hindring for Undersøgelsen fjernet, og da jeg efter al Rimelighed har haft større Mængder af



de omhandlede Stoffer i Hænde end nogen anden, søger jeg deri en Begrundelse af disse fragmentariske Noters Offenliggørelse.

### Fremstillingsmaader

ved Hjælp af forskellige Iltningsmidler.

**Halogener.** Ledes Klor til en ammoniakalsk og salmiakholdig Opløsning af et Koboltsalt, omdannes det til en Blanding af Luteosalt og Pentamminroseosalt. Da Luteosaltene næsten alle ere tungtopløselige i ammoniakalske Vædsker, bundfældes de ofte under Processen og forstoppe Tilledningsrøret, hvorfor det maa tilraades at gøre dette temmelig vidt. Der næres almindelig en meget overdreven Frygt for Dannelsen af Kvælstofklorid under saadanne Omstændigheder; men naar man betænker, hvor store Vanskeligheder der er forbunden med Fremstillingen af dette Stof, vil man indrømme, at Faren er aldeles illusorisk. Saa længe Vædsken er ammoniakalsk, kan der jo i hvert Tilfælde ikke dannes Klorkvælstof, og selv om den frie Ammoniak ved for langvarig Tilledning skulde blive brugt op — hvilket man strax opdager ved, at den hvide Taage, der under hele Processen hviler over Vædsken, pludselig forsvinder — er Opløsningen efterhaanden bleven saa varm og holdes tilmed i saa stærk Bevægelse af Luftboblerne, at det Klorkvælstof, der muligvis kunde dannes, atter vilde dekomponeres, inden der var opsamlet saa store Mængder, at en Explosion kunde befrygtes. Undertiden kan høres nogle ejendommelige, skarpe Kluk, omtrent som naar man leder Damp i koldt Vand; men om det beror paa en forbigaaende Dannelse og Dekomposition af Klorkvælstof, eller det blot er Følgen af en hurtig Absorption, kan jo vanskelig afgøres. I hvert Tilfælde har jeg udført Operationen en Mængde Gange, uden at der er indtraadt det mindste Uheld. Hvis Vædsken ophører med at være ammoniakalsk, maa man dog vel vogte sig for at sætte mere Ammoniakvand til den

klorholdige Vædske, da Ammoniakken i Klordampen øjeblikkelig tænder sig under Explosion.

Klortilledningen foregaar i en almindelig trehalset Flaske; men naar man anvender stærke Opløsninger, eller naar der dannes særlig tungtopløselige Salte, kan der komme saa store Bundfald, at Vædskens Bevægelse næsten fuldstændig hindres. I saa Tilfælde gør man vel i at lade Iltningen foregaa under stadig Omrøring. Mens første og tredje Tubus anvendes til Gennemgang for Luftarterne, forsynes den midterste med en gennemhullet Prop med et temmelig vidt Rør, der ender umiddelbart under Vædskens Overflade. Inden i dette Rør gaar en Glasstang, der under den nederste Munding bøjer af i en ret Vinkel. Bøjningen maa dog ikke være for brat, da man ellers ikke kan faa Stangen ned gennem Tuben. Man kan saaledes ved at dreje paa den lodrette Del af Stangen sætte hele Vædsken i en roterende Bevægelse. Af og til udtages en Prøve, og Processens Afslutning kendes paa, at Vædsken først ved Henstand giver Reaktion for Koboltforilte som tidligere omtalt.

Alt efter de anvendte Stoffers Natur behandles Reaktionsproduktet paa forskellig Maade; men da næsten alt Koboltet kan udfældes ved Kogning med Saltsyre og derpaa følgende Afkøling, kan man benytte denne Methode til Indvinding af Kobolt af de mest forskelligartede Blandinger. Ere disse meget urene, og indeholde de navnlig større Mængder af Koboltammoniakforbindelser, foretrækker jeg dog først at varme dem med raa Svovlsyre, indtil disse ere sønderdelte, dernæst at udkoge med Vand og efter Filtrering at lade udkrystallisere det bekendte Ammoniumkoboltsulfat. Dette kan da opløses i Ammoniakvand og ved Klortilledning omdannes paa den angivne Maade. Allerede under Tilledningen udkrystalliserer det tungtopløselige Luteokloridsulfat, der ved Omkrystallisation faas rent, mens Moderluden indeholder forskellige Luteo- og Roseosalte, hvilke sidste ved Kogning med Saltsyre omdannes til Kloropurpleoklorid.

At skille Luteosalte fra Purpureosalte kan blive noget besværligt, naar man arbejder med større Mængder. Principet for Adskillelsen er naturligvis den ulige Opløselighed i Vand eller fortyndet Saltsyre. Anvender man Vand, gaar for store Mængder Purpureosalt i Opløsning, og udtrækkes med saa stærk Saltsyre, at Purpureosaltet kan betragtes som uopløseligt deri, bliver Luteosaltet samtidig saa tungtopløseligt, at Methoden bliver praktisk uanvendelig. Jeg har derfor gjort det paa den Maade, at jeg først udkogte Blandingen med en temmelig fortyndet Saltsyre (100 cc stærk Syre til 1 Liter Vand), hvorved alt Luteosaltet og en ringe Mængde Purpureosalt opløstes. Der filtreredes kogende, og det uopløste vadskedes for Sugeren med samme fortyndede Syre. Af den saaledes vundne Opløsning udkrystalliserede ved Afkøling største Delen af Luteosalte som Klorid. Resten faas ved at tilsætte lige Rumfang raa Saltsyre eller ved at inddampe Moderluden, indtil den nærmer sig Indholdet af 20 % Klorbrinte. Indeholder den større Mængder Salmiak, er Fældningen næsten fuldstændig.

Begge de vundne Salte ere naturligvis urene; men som bekendt renses Purpureosaltet næsten fuldstændig ved at opløses i ammoniakalsk Vand og atter udfældes ved Kogning med ikke for stærk Saltsyre. Til Rensning af Luteosalte benytter man sig bedst af følgende Ejendommelighed. Opvarmes Purpureoklorid med Vand, bliver Vædsken snart ammoniakalsk, idet Saltet dekomponeres under Udskillelse af sorte Koboltilter, og ved fortsat Kogning dekomponeres ethvert Spor af Saltet. En Opløsning af et rent Luteosalt kan derimod (med Undtagelse af Karbonatet og dets Dobbelsalte) koges timevis uden at give mere end en svag Uklarhed. Tilsætter man først noget Ammoniak, sønderdeles ganske vist noget mere af Saltet, men saa langsomt, at den dannede Ammoniak langtfra kan erstatte den, der damper bort. Efter nogen Tids Forløb vil Vædsken derfor vise neutral Reaktion, og Filtratet fra de udskilte Koboltilter viser da det samme Forhold som det rene Salt.



Hvis det raa Luteosalt derfor har været vadsket syrefrit med Vinaand, kan det ligefrem koges med Vand; hvis Opløsningen derimod reagerer surt, tilsættes Ammoniak til svagt alkalisk Reaktion. Naar Ammoniakken derpaa er fuldstændig bortkøgt, kan man simplest tilsætte Saltsyre, hvorved Kobolt-ilterne opløses; men sikrest er det dog at filtrere og se, om Filtratet kan taale fortsat Kogning. I saa Tilfælde er det fuldstændig frit for Pentamminsalte.

En Iltning af ammoniakalske Koboltopløsninger med Halogener har længe været kendt. Mills<sup>1)</sup> nævner saaledes, at Luteosalte dannes ved Anvendelsen af Brom eller Jod; men Blomstrand<sup>2)</sup> har udviklet Anvendelsen af det sidste til en særdeles brugelig Methode, der med en lille Ændring er optaget af Jørgensen<sup>3)</sup> til Fremstilling af Nitratet. Der anvendes Jod og en kogende ammoniakalsk Opløsning af Ammonium- og Koboltsulfat, hvorved faas det næsten uopløselige Luteojodid-sulfat og et tilsvarende Roseosalt, som ved Kogning med Salpetersyre omdannes til Nitratopurpureonitrat. Af Luteojodid-sulfatet faas paa samme Maade det tilsvarende Nitrat. — At bruge Klor er betydelig billigere og giver et langt lettere opløseligt Salt.

Paa det angivne Sted antyder Jørgensen, at der ved den nævnte Fremgangsmaade sandsynligvis dannes lige Molekuler af de to Salte. Dette beror sikkert paa en Tilfældighed. Hvis Antagelsen var rigtig, maatte det samme jo dog gælde for Klorets Vedkommende; men som det vil ses af det følgende, har jeg kun i et ganske enkelt Tilfælde (Nitratet) faaet Tal, som kunde forenes med noget saadant. Som Regel faas langt mere Luteosalt end Purpureosalt, og ikke sjældent genvindes over Halvdelen af det anvendte Kobolt i Form af Luteosalt. For øvrigt varierer Mængdeforholdet med tilsyneladende uvæsenlige

<sup>1)</sup> Journ. f. prakt. Chem. 105, 344.

<sup>2)</sup> Berl. Ber. 4, 52.

<sup>3)</sup> Journ. f. prakt. Chem. [2] 23, 229.

Forandringer; saaledes er det afhængigt af Temperatur, For-tynding, Indhold af Ammoniak og Ammoniumsalte, men navnlig af Syreresterne.

Dette sidste synes at være gennemgaaende for alle It-ningerne af de ammoniakalske Koboltopløsninger. Gibbs og Genth<sup>1)</sup>, der fremstille Saltene under frivillig Itabsorption af Luften, anføre uden at kunne begrunde det, at der af Kobolt-kloridet ofte ikke en Gang dannes et Spor af Luteosalt, men at dettes Fremstilling altid lykkes med en Blanding af Kloridet og Sulfatet. Da de nævnte Forfattere ikke anerkendte Luteoklorid-sulfatet som kemisk Individ og følgelig ikke heller kendte dets ringe Opløselighed, er Mangelen af Begrundelse lige saa for-staaelig som selve Sagens Rigtighed, hvilket ogsaa Schiff<sup>2)</sup> gør opmærksom paa, skønt han udelukkende har Saltets Ud-fældning og ikke Dannelsen for Øje.

Som Bevis paa Methodens Anvendelighed kan anføres føl-gende Exempel hentet fra en Oparbejdning af Koboltslumper. Som sædvanlig fremstilledes et urent Koboltammoniumsulfat, af hvilket 300 gr opløstes i noget over en Liter Vand, hvorpaa der tilsattes en Liter stærkt Ammoniakvand. Det ved Klortilledningen frembragte Bundfald filtreredes fra og vadskedes paa et Suge-filter med koldt Vand, indtil Filtratets i Begyndelsen røde Farve slog over i klart gult. Efter Lufttørring vejede det 125 gr. Opløsningen overmættedes med raa Saltsyre og kogtes. Efter Udvasnkning med fortyndet Saltsyre og Tørring vejede det ud-skilte Purpureosalt 58 gr, og Filtratet herfra gav ved Inddamp-ning og Afkøling 22 gr. urent Luteosalt.

Anvendt: 300 gr  $\text{CoSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $6\text{H}_2\text{O} = 45$  gr Co. Vundet:  
 58 gr Purpureoklorid = 13,7 gr Co = 30,4 % } af det anvendte  
 147 gr Luteokloridsulfat = 25,0 gr Co = 55,5 % } Kobolt.

<sup>1)</sup> Sill. Amer. Journ. [2] 23, 334; Lieb. Ann. 104, 296.

<sup>2)</sup> Lieb. Ann. 123, 33.

Til nærmere Prøvelse af det først vundne Luteosalt omkrystalliseredes det, hvorved det vandtes i store, smukke, kastaniebrune Krystaller, der let forvitrede ved Tørring i Luften, hvorfor en Prøve til Analysen blot pressesedes mellem Papir.

3,6453 gr tørredes til konstant Vægt ved 100°. Derved tabtes 0,5874 gr = 16,1 % Vand. Formlen  $(\text{Co } 6\text{NH}_3)\text{SO}_4\text{Cl}, 3\text{H}_2\text{O}$  fordrer 15,58 %, mens det rene Sulfat kun taber 10,3 %, og det rene Klorid er vandfrit. Ved en anden Vandbestemmelse fandtes 15,87 %.

De 3,0579 gr tørret Salt ophededes, vædedes med Svovlsyre og varmedes til næppe synlig Glødhede over en Argandbrænder, hvorved efterlodes 1,6188 gr  $\text{CoSO}_4$  = 0,6142 gr Co, hvilken Vægt ikke forandredes ved Gentagelse af Operationen.

Det tørre Salt indeholdt altsaa 20,09 % Co, medens Beregningen giver 20,13 %. Det tørrede Sulfat har 18,8 % og Kloridet 22,0 %.

Den her udviklede Iltningsmaade har naturligvis størst Betydning for Fremstillingen af Kloridet; men da dette Salt er temmelig letopløseligt, bliver Fremgangsmaaden lidt anderledes. Et enkelt Exempel skal anføres:

50 gr Koboltkarbonat (indeholdende 44 % Co) opløstes i fortyndet Saltsyre. Der tilsattes 50 gr Salmiak, 1 Liter Vand og 1 Liter stærkt Ammoniakvand. Der tilleddes Klor under Afkøling og Omrøring, hvorved Vædsken antog den karakteristiske Rosefarve, og der udskiltes et Bundfald, som ikke frafiltreredes; men da Iltningen var saa godt som fuldstændig, skylledes det hele over i en Skaal, der i nogen Tid hensattes i stærkt Træk til frivillig Fordampning af den største Del af den frie Ammoniak. Efter Tilsætning af et ringe Overskud af raa Saltsyre kogtes der nogle Minuter og filtreredes gennem Papir paa en riflet Tragt. Filtratet henstilledes til Afkøling, mens Bundfaldet sprøjtedes af Filtret og udkogtes med den sædvanlige (c. 4 %) Saltsyre, hvorpaa det vadskedes paa en Sugetragt med samme Syre, indtil Vadskevandet antog en svagt rød Farve. Filtraterne inddampedes, indtil Vædsken var mættet med Klorammonium. Der vandtes paa denne Maade:



26,5 gr Purpureoklorid	= 6,25 gr Co	= 28,4 %	}	af det anvendte
54,3 gr Luteoklorid	= 11,95	= 54,3 %		

Tilsammen 82,7 %

Naturligvis kan man ogsaa anvende andre Koboltsalte, f. Ex. Nitratet; men den fremmede Syrerest kan da altid paavises i Luteosaltet, hvorfor det maa opløses i Vand og atter fældes med Saltsyre.

Ønsker man at undgaa Opstillingen af et Klorudviklingsapparat, kan man ved Hjælp af en Luftstrøm trække Bromdamp gennem Vædsken; men dels gør Luftens iltende Virkning sig gældende, saa at der dannes forholdsvis mere Pentaminsalt, dels vil det dannede Bromammonium af den stærkt ammoniakalske Vædske udfælde det tungtopløselige  $\text{CoBr}_2, 6\text{NH}_3$ , som derved unddrages Iltningen, hvorved Udbyttet forringes. Ved et saadant Forsøg, hvor der anvendtes 100 gr Koboltkarbonat opløst i Saltsyre, 200 gr Salmiak, 1 Liter Vand og 1 Liter stærkt Ammoniakvand, vandtes:

81 gr Purpureoklorid	= 19,1 gr Co	= 43,4 %	}	af det anvendte
og 57 gr Luteoklorid	= 12,5 gr Co	= 28,4 %		

Tilsammen 71,8 %

Navnlig ved Fremstilling af det rene Bromid og Jodid vilde jo Brom og Jod være at anbefale; men her bliver den sidst anførte Vanskelighed ganske anderledes fremtrædende, og skønt jeg har varieret Forsøgene paa enhver tænkelig Maade, har jeg ikke kunnet finde nogen Methode, der gav et nogenlunde godt Udbytte. Som Exempel kan anføres:

20 gr Koboltkarbonat opløstes i den nødvendige Mængde Brombrinte. Der tilsattes 100 gr Bromammonium, 200 cc Vand og 20 cc Brom. Hele Opløsningen hældtes i en Skilletragt og dryppedes fra denne under Omrøring og Afkøling ned i 200 cc stærkt Ammoniakvand. Der fremkom strax et gulrødt Bundfald (en Blanding af Luteobromid og  $\text{CoBr}_2, 6\text{NH}_3$ ), der efter fuld-

stændig Afkøling frafiltreredes og vadskedes et Par Gange med koldt Vand. Der opløstes nu i varmt Vand, og Opløsningen kogtes, indtil Ammoniaklugten var forsvunden, hvorefter der filtreredes fra en stor Mængde Koboltilter. Ved Afkøling udkrystalliserede 26 gr Luteobromid = 43,8 % af det anvendte Kobolt. Den første Moderlud gav ved Kogning med Saltsyre 8,1 gr bromholdigt Purpureoklorid.

Ved omvendt at dryppe svagt Ammoniakvand til en Opløsning af  $\text{CoBr}_2$  og  $\text{NH}_4\text{Br}$  med et stort Overskud af Brom vandtes overvejende Purpureosalt.

Som Kuriosum kan anføres, at en ikke vejet Mængde  $\text{CoBr}_2$ ,  $6\text{NH}_3$ , som endnu vaadt var bragt over i et Bægerglas, hvori det dernæst tørrede og stod urørt i et Par Aar, ved Overhældning med fortyndet Brombrinte gav en grødagtig Masse af smudsiggrøn Farve, der efter et Par Dages Henstand gik over til rødgul. Ved Kogning af Massen med Vand og sædvanlig Behandling vandtes 27 gr Bromopurpureobromid og 13 gr Luteobromid.

**Klornatron.** Da Opstillingen af Luftudviklingsapparater stadig ansaas for en Ulempe, forsøgte det at omgaa den ved at anvende flydende Iltningsmidler, og Hypokloriter laa da nærmest for Haanden.

20 gr Koboltkarbonat opløstes i fortyndet Saltsyre. Der tilsattes 20 gr Salmiak, 100 cc Vand, 100 cc stærkt Ammoniakvand og 100 cc Klornatron, fremstillet ved at mætte 10 % Natriumhydroxyd med Klor. For øvrigt var Fremgangsmaaden ganske som tidligere. Der vandtes:

$$\left. \begin{array}{l} 13,4 \text{ gr Purpureoklorid} = 35,9 \% \\ 18,9 \text{ gr Luteoklorid} = 47,3 \% \\ \hline \text{Tilsammen } 83,2 \% \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{af det anvendte} \\ \text{Kobolt.} \end{array}$$

Som før angivet har Terreil anvendt Klornatron til Iltning i analytisk Øjemed.

**Klorkalk.** Som foreløbigt Forsøg med Klorkalk opløstes 100 gr Koboltnitrat i 400 cc Vand. Der tilsattes 100 gr Salmiak og 400 cc stærkt Amoniakvand. Der tildryssedes nu under Omrøring 150 gr tørt Klorkalk, hvorved fremkom en betydelig Varmeudvikling, og samtidig viste sig et lyserødt Bundfald. Efter Overmætning med Saltsyre behandlede som forhen. Der vandtes:

23 gr Purpureoklorid	= 26,7 %	}	af det anvendte Kobolt.
og 45 gr Luteoklorid	= 49,3 %		
Tilsammen 76 %			

Indvirkningen af den tørre Klorkalk var saa voldsom, at en Del tabtes, hvorfor Forsøget gentoges i en ændret Form:

250 gr Koboltnitrat opløstes i 500 cc Ammoniakvand. Der tilsattes 200 gr Salmiak, og et vandigt Udtræk af 150 gr Klorkalk med 1 Liter Vand filtreredes ned i Vædsken under Omrøring. Efter sædvanlig Behandling vandtes:

80 gr Purpureoklorid	= 37,3 %	}	af det anvendte Kobolt.
og 125 gr Luteoklorid	= 54,2 %		
Tilsammen 91,5 %			

Paa samme Maade vandtes af 100 gr Koboltkarbonat opløst i Saltsyre med 200 gr Salmiak, 1 Liter Vand og 1 Liter Ammoniakvand samt en Opløsning af 200 gr Klorkalk i  $\frac{1}{2}$  Liter Vand:

86 gr Purpureoklorid	= 46,1 %	}	af det anvendte Kobolt.
og 80 gr Luteoklorid	= 40 %		
Tilsammen 86,1 %			

Ved Tilsætning af de vandige Opløsninger af Klorkalk kom saa godt som ingen Varmeudvikling og kun en svag Brusning af Kvælstof. Ved Henstand til næste Dag saa man det Særsyn, at selve Purpureosaltet faldt ud i de ammoniakalske Vædske; thi det fremkomne Bundfald kunde vadskes med koldt Vand,



hvorved Luteo- og Roseosaltene fjærnedes, og tilbage blev Purpureosaltet, der bl. a. kunde kendes paa sit Forhold overfor Brintplatinklorid.

Mills<sup>1)</sup> nævner, at der dannes Luteosalt ved Iltning med Klorkalk; men noget senere anbefaler han en saadan Fremgangsmaade til Fremstilling af Purpureosalt. Paa Grund af andre Mængdeforhold har han da sandsynllgvis faaet relativt mere Purpureosalt og mindre Luteosalt.

**Permanganater.** Af andre Iltningsmidler, der virke i alkaliske Vædsker, er jo Kaliumpermanganat et af de hyppigst anvendte.

10 gr Koboltkarbonat opløstes i fortyndet Saltsyre. Der overmættedes med 70 cc Ammoniakvand og tilsattes 100 gr Salmiak. Under Omrystning tilsattes nu portionsvis 250 cc af en mættet Opløsning af Kaliumpermanganat, hvorved naturligvis fremkom et stort Bundfald af Mangandioxyd. Efter et Par Timers Henstand overmættedes med Saltsyre og kogtes, hvorved selvfølgelig udvikledes en Del Klor og Kvælstof. Da Mangandioxydet var opløst, var der udskilt en meget betydelig Mængde Purpureosalt, som var saa godt som frit for Luteosalt. I Vædsken fandtes ogsaa kun en ubetydelig Mængde af dette Stof.

Udbytte: 17 gr Purpureosalt = 91 % af det anvendte Kobolt.

Som man ser, er der anvendt et stort Overskud af Permanganatet, og det samme gælder om Salmiakken. Af dette Salt behøves kun saa meget, at Vædsken holder sig klar ved Overmætning med Ammoniak, og Permanganatet tilsætter man kun, indtil Vædsken har antaget dets Farve. Hele Processen kan med Lethed foregaa i et Reagensglas, og ligesom den senere omtalte Fremstilling af Luteonitrat med Sølvnitrat eger Methodens sig til Forelæsningsforsøg. Da man under saadanne

---

<sup>1)</sup> Journ. f. prakt. Chem. 105, 348.

Omstændigheder som Regel nødvendig vil have en Klorudvikling, kan man jo tage saa megen Salmiak, at der kun udvikles Kvælstof.

Mills angiver til Fremstilling af Luteoklorid, at man opheder en ammoniakalsk Koboltopløsning med Kaliumpermanganat 20 Timer til 70° i en Sodavandsflaske. Da Mills senere netop anbefaler Iltningen med Permanganat til Fremstilling af Roseoklorid, er Metoden en selvfølgelig Konsekvens af hans mere bekendte (af Jørgensen optagne) Fremgangsmaade: Ophedning af Purpureoklorid med Ammoniakvand til 70°. Dannelsen af Luteosalte er altsaa en rent sekundær Proces, hvilket ogsaa følger af, at Permanganatet selvfølgelig ikke holder sig 20 Timer i en ammoniakalsk Vædske. For øvrigt titaler hele Metoden mig ikke, da den tager forholdsvis lang Tid, kun tillader at arbejde med mindre Mængder og alligevel ikke giver en fuldstændig Omdannelse.

Efter samme Forfatter kan Permanganat bruges til Fremstilling af Purpureosalt; men til større Mængder anser han dog Klorkalk for at være heldigere. Derimod anbefaler han som sagt Permanganatet til Fremstilling af Roseosalt.

Efter mit Skøn turde det snarere være omvendt, da man i sidste Tilfælde maa frafiltrere det dannede Mangandioxyd, hvilket netop ved større Mængder kan blive meget besværligt.

**Bariumdioxyd.** Ligesom i det forrige Tilfælde faar man ved Anvendelsen af Bariumoverilte et meget godt Udbytte (85—90 %); men der dannes næsten udelukkende Purpureosalt. Indvirkningen er meget voldsom, og raa Saltsyre kan paa Grund af Svovlsyreindholdet ikke bruges til Udfældningen. Ogsaa andre Ulemper ere forbundne med Fremgangsmaaden, hvorfor Detailler formentlig kunne forbigaas.

**Blydioxyd.** Mod al Forventning gav Blydioxyd et ganske andet Resultat end Bariumforbindelsen. Omsætningen foregaar

særdeles glat og næsten uden Varmeudvikling. Da man ikke ved Iltningen indfører nogen Syrerest, kan Methoden anvendes flere Steder, hvor de tidligere omtalte vilde volde Vanskeligheder. Denne Fremgangsmaade har jeg særlig anvendt ved Fremstillingen af Sulfatet. Et Exempel kan oplyse det.

100 gr raat Koboltammoniumsulfat opløstes i 200 cc Ammoniakvand og 100 cc Vand. Der tilsattes 50 gr Blydioxyd, og det hele anbragtes i en Rystemaskine en Times Tid. Massen er nemlig tilbøjelig til at bage sammen, da Udskilningen af Luteosaltet strax begynder, hvorved en stor Del af Blydioxydet unddrages Paavirkningen. Da Dioxydet tilmed i Forvejen var noget klumpet, var Iltningen ikke fuldstændig, hvorfor der tilsattes endnu 50 gr Blydioxyd og rystedes endnu nogen Tid. Efter Filtreringen var Vædsken kun svagt farvet, og da det meste af den frie Ammoniak var fjærnet ved frivillig Fordampning, overmættedes med fortyndet Svovlsyre og inddampedes. Ved Afkøling udkrystalliserede kun 3,5 gr Nikkelammoniumsulfat.

Bundfaldet kogtes med et meget ringe Overskud af fortyndet Svovlsyre; Vædsken filtreredes kogende og gav ved Afkøling 46 gr rent Luteosulfat. Moderluden herfra blandedes med Moderluden fra det ovennævnte Nikkelsalt og gav ved Kogning med Saltsyre paa sædvenlig Maade 1,7 gr Purpureoklorid og 17,4 gr Luteoklorid, som fældedes ved, at Vædsken filtreredes ned i stærk Saltsyre.

Anvendt 15 gr Kobolt; vundet:

1,7 gr Purpureoklorid	= 2,7 %	} af det anvendte Kobolt.
46 gr Luteosulfat	= 51,8 %	
17,4 gr Luteoklorid	= 25,5 %	
Tilsammen 80 %		

Efter Omkrystallisation gav de 46 gr Sulfat 38,7 gr.

At anvende mindre Ammoniakvand bør fraraades, da man ellers faar dannet langt mere Purpureosalt. Af 240 gr Am-



moniumkoboltsulfat 240 cc Ammoniakvand og 150 gr Blydioxyd vandtes saaledes:

13,3 gr Purpureoklorid	=	8,7 %	}	af det an- vendte Kobolt.
101,2 gr Luteosulfat	=	47,4 %		
15,4 gr Luteoklorid	=	9,4 %		
14,6 gr Luteonitrat	=	6,9 %		
Tilsammen 72,4 %				

At begge de to sidste Salte vandtes, beror paa, at den oprindelige Vædske og Vadskevandet fra Raaproductet kogtes med Saltsyre for at udfælde Purpureosaltet, mens Moderluden fra det udkrystalliserede Sulfat fæddedes med Salpetersyre.

Da Luteosulfatet er temmelig tungtopløseligt, vil man sikkert ligesom jeg forbavses over, at der i den stærkt inddampede Moderlud fandtes saa meget ukrystallisabelt Sulfat, at den kunde give en saa stor Mængde Luteoklorid; men Aarsagen er, at Sulfatet — hvad jeg først senere opdagede — med Ammoniumsulfat danner et meget letopløseligt Dobbelt salt. Ved Inddampningen af Moderluden vindes derfor saa godt som intet Luteo salt som Sulfat, da Ammoniumsulfatets opløsende Ævne stiger stærkt med Koncentrationen. Skal man derfor netop bruge Luteosaltet som Sulfat, er det bedst ikke at tilsætte mere Salt syre end nødvendigt til Udfældningen af Pentamminsaltet. Ved Afkøling udkrystalliserer da Kloridsulfatet, som man kan oparbejde ved Dekomposition med koncentreret Svovlsyre, som det senere skal omtales. I saa Tilfælde kan man for øvrigt ogsaa ganske undlade Udfældningen af Pentamminsaltene, da disse af sig selv gaa bort ved den videre Behandling.

Anvendelsen af Blydioxyd i herhenhørende Øjemed er først angivet af C. D. Braun<sup>1)</sup> og benyttet af ham som den første gode Fremstillingsmaade. Han gaar ud fra Koboltklorid og koger den stærkt ammoniakalske Vædske med Blydioxyd i  $\frac{1}{2}$  Time.

<sup>1)</sup> Lieb. Ann. 142, 50.

Afhandlingen er kommen mig for sent i Hænde til, at jeg har kunnet bedømme Hensigtsmæssigheden af en saadan Kogning. Han angiver, at der kun dannes ringe Mængder af Pentamminsalte, hvilket ganske stemmer med min Erfaring.

**Brintoverilte.** Betegnende for den her omhandlede Iltning-proces' idelig varierende Forløb er, at hvis man ikke anvender Bariumdioxid direkte, men gaar gennem Brintoverilte som Gennemgangsled, faar man atter et helt andet Resultat. I saa Tilfælde dannes altid Tetrammin- og Pentamminsalte, men ikke den mindste Smule Hexamminsalt.

Da det ved foreløbige Forsøg havde vist sig, at der dannedes Tetramminsalt selv i Opløsninger af Kloridet, Sulfatet eller Nitratet med de tilsvarende Ammoniumsalte, forsøgte, om ikke Anvendelsen af Ammoniumkarbonat analogt med andre Tilfælde kunde give et næsten rent Tetramminsalt. Dette viste sig dog ikke at være Tilfældet.

20 gr Koboltkarbonat opløstes i halvkoncentreret Saltsyre; der tilsattes 200 cc Vand, 100 gr Ammoniumkarbonat og derpaa under Omrøring en Opløsning af Brintoverilte, indtil en stærk Udvikling af Kvælstof viste, at Iltningen var tilendebragt. Efter kort Tids Opvarmning paa Vandbad overmættedes svagt med Saltsyre, hvorpaa der varmedes over aaben Ild, indtil Vædsken skiftede Farve. Efter Afkøling og Henstand til næste Dag udkrystalliserede 31 gr af Blandingen, der vadskedes med fortyndet Saltsyre og Vinaand. Det tørrede Salt udrørtes i c.  $\frac{3}{4}$  Liter Vand med lidt fortyndet Svovlsyre og filtreredes ned i en Opløsning af Ammoniumsulfat som af Jørgensen angivet. Ved Henstand kom da det karakteristiske Klorotetramminulfat. En Bestemmelse af det indbyrdes Mængdeforhold har jeg ikke gjort; men efter et løst Skøn kan antages, at der var omtrent lige meget af hvert. Skønt man ad denne Vej meget hurtigt kan fremstille Tetramminsalte, kan Methoden dog aldeles ikke gøre sig gældende ved Siden af Jørgensens, med mindre en

lille Ændring ganske kunde forrykke Mængdeforholdet. At bruge andre Ammoniumsalte har tilsyneladende ingen Indvirkning.

31 gr Salt = c. 83 % af det anvendte Kobolt.

**Kromater.** De i det foregaaende omtalte Iltningmidler maa siges at være ret kraftig virkende, og at ammoniakalske Koboltopløsninger maatte indvirke paa dem, var for de flestes Vedkommende paa Forhaand givet. Mærkeligere er det, at ogsaa Kromsyren, som plejer at være meget bestandig i alkalisk Vædske, reduceres, selv om det gaar noget langsommere.

50 gr Koboltammoniumsulfat opløstes i 100 cc Vand og 100 cc Ammoniakvand. Der tilsattes 50 gr Kaliumdikromat og varmedes et Par Timer paa Vandbad. Ved nogle Dages Henstand udkrystalliserede da en ikke ringe Mængde, der efter Frafiltrering viste sig at være en Blanding af større Krystaller og et fint Pulver. Da begge Dele vare næsten uopløselige i Vand, kunde de skilles ved Slemning; men for øvrigt viste de sig ved den senere Undersøgelse at være samme Stof nemlig Luteokoboltkromat med et ringe Spor af Svovlsyre. Krystallerne vare brungulgrønne, Pulveret noget mørkere. Farven, der for begges Vedkommende ved Henliggen i Luften blev endnu mørkere, kan maaske skyldes et Indhold af Pentamminroseosalt eller sorte Kobolttilter. Til Undersøgelse toges en Prøve af Krystallerne, der udrørtes med et stort Overskud af fortyndet Saltsyre, hvorefter det vadskedes med samme Syre, indtil Filtratet var farveløst. Bundfaldet opløstes i varmt Vand og filtreredes ned i stærk Salt-syre. Det saaledes fældede Klorid frafiltreredes og vadskedes syrefrit med Vinaand, opløstes i Vand og kogtes 3 Kvarter, hvorved der udskilte sig en ringe Mængde af et mørkt Pulver, mens den ganske overvejende Del bestod af udekomponeret Luteokoboltklorid. Da Kromammoniaksaltene nemlig ikke taale en saadan Kogning, havde man heri et Middel til nærmere at fastslaa Produktets Natur. Det mørke Pulver indeholdt ganske vist Krom; men i Betragtning af den ringe absolute Mængde



maa det sikkert hidrøre fra indesluttet Moderlud i Krystallerne. Det finere Pulver undersøgtes paa samme Maade; men deri kunde Krom slet ikke paavises som andet end Kromsyre.

Filtratet fra de nævnte Krystaller af Luteokoboltkromat, altsaa den oprindelige Vædske, kogtes med Saltsyre og gav 16 gr Purpureosalt, der ogsaa var saa godt som rent Koboltsalt. Men da der ved Iltningen af Koboltet aabenbart maa være reduceret nogen Kromsyre, og da der af den ammoniakalske Vædske ikke udskiltes kendelige Mængder af Kromidhydroxyd, maa der enten være dannet en kompleks Forbindelse eller et virkeligt Krom-ammoniak salt, der atter er dekomponeret ved Kogningen med Saltsyre. En mere øvet Haand kunde muligvis finde et saadant i Vædsken; men i Bundfaldet findes det ikke.

Anvendt 7,5 gr Co; vundet:

16 gr Purpureoklorid	= 50,3 0/0	}	af det anvendte Kobolt.
19,1 gr Luteokromat	= 44,8 0/0		
Tilsammen 95,1 0/0			

Bruges mindre Kromat, dannes forholdsvis mere Pentamminsalt, hvilket rimeligvis hænger sammen med, at Luteosaltet ikke fældes, efterhaanden som det dannes. Ved et foreløbigt Forsøg anvendtes saaledes 20 gr Koboltkarbonat opløst i fortyndet Saltsyre, 20 gr Salminak, 100 cc Ammoniakvand og 15 gr Kaliumdikromat. Der vandtes af Vædsken 22,3 gr Purpureoklorid, mens Bundfaldet ikke benyttedes, da det som Følge af de anvendte Stoffers Natur maatte være en Blanding af Kromat og Kloridkromat, hvorom senere.

**Ædle Metaller.** Da de ammoniakalske Koboltopløsninger ved de før omtalte Reaktioner havde vist sig at være ret kraftig virkende Reduktionsmidler, laa det nær at undersøge deres Forhold overfor de ædle Metaller, og Sølvet laa da nærmest for. Det viser sig da ogsaa, at alle de Sølvsalte, der nogenlunde let kunne bringes i ammoniakalske Opløsninger, i Løbet af faa

Minutter reduceres aldeles kvantitativt til rent Sølv. Metallet sætter sig ikke som et Spejl paa Glasset, men falder som en jævn Regn af Krystaller ned gennem Vædsken. Strax derefter begynder det dannede Luteosalt at udkrystallisere, saa at nogenlunde stærke Opløsninger helt stivne. Methoden er alment anvendelig undtagen i de Tilfælde, hvor Sølvsaltene ere meget tungtopløselige i Ammoniak, eller hvor det dannede Luteosalt er for letopløseligt til at kunne udkrystallisere og derved renses for den ringe Mængde Pentamminsalt, som findes i Moderluden. Særlig anvendelig bliver Fremgangsmaaden naturligvis for Nitrats Vedkommende; thi skal man først fremstille de forskellige Sølvsalte, er en af de tidligere Metoder ofte hurtigere. Et andet lettilgængeligt Sølv salt er Kloridet, da det jo faas som Affald fra de forskelligste Arbejder. I de sidste Aar har jeg derfor oftest oparbejdet Sølvslumper ad denne Vej, som man vil se af et følgende Exempel.

290 gr Koboltnitrat og 300 gr Ammoniumnitrat overhældtes med 850 cc af en Opløsning indeholdende 170 gr Sølvnitrat. Ved svag Ophedning opløstes det hele, hvorpaa der overmættedes med 600 cc stærkt Ammoniakvand. Efter faa Sekunders Forløb begyndte Udskilning af Sølv og Luteosalt. Næste Dag sugedes Vædsken fra; men da den kun var svagt farvet af Roseosalte, benyttedes den ikke. Bundfaldet udkogtes med Vand, hvorved rent Sølv blev tilbage, mens Opløsningen efter Filtreringen udskilte 293 gr Luteonitrat = 84,6 % af det anvendte Kobolt.

430 gr Ammoniumkoboltsulfat (vundet af Slumper) opløstes i 750 cc koncentreret Ammoniakvand. Noget Klorsølv (Affald fra Præparationsarbejder, men frit for Papir) vadskedes ved Dekantering med varmt Vand, hvorpaa det endnu vaadt udrørtes med 50 gr Salmiak. Koboltopløsningen hældtes nu derover i et 2 Liters Bægerglas, hvorpaa Udskilningen strax begyndte. Af og til rørtes Bundfaldet godt op; men da den ovenstaaende Vædske efter et Par Timers Forløb var fri for Sølv, sugedes den fra og hældtes over en ny Portion Klorsølv. Det først

fremkomne Bundfald vadskedes som sædvanlig med kogende Vand, og af Filtratet udkrystalliserede ved Afkøling 210 gr Klorid-sulfat, der ved Opløsning i kogende Vand, Udfældning med stærk Saltsyre og Udvasdkning med fortyndet gav 150 gr svovlsyrefrit Klorid. Den oprindelige Vædske henstod med anden Portion Klorsølv til næste Dag, hvorpaa Bundfaldet som sædvanlig udkogtes med Vand, og det samlede Filtrat gjordes svagt surt med fortyndet Saltsyre. Der udskiltes lidt Klorsølv, som fraskiltes, og ved Kogning af Dekantatet med Saltsyre udfældedes 7 gr Purpureoklorid, mens Filtratet fra dette ved Afkøling gav 50 gr Luteoklorid, som indeholdt lidt Pentaminsalt og noget Svovlsyre.

Det ved Processen vundne Sølv behandlede paa følgende Maade. Efter Tørring paa Filtret bragtes det ned i et Bægerglas, i hvilket det vædedes med fortyndet Svovlsyre, hvorpaa det med koncentreret Svovlsyre udrørtes til en Vælling. Efter Afkøling fortyndedes med Vand, og Vædsken dekanteredes fra. Det vaade Bundfald behandlede gentagne Gange paa samme Maade, indtil Dekantatet blev farveløst, hvorefter Bundfaldet vadskedes syrefrit paa Filter. Efter Tørring opløstes Sølvet i fortyndet Salpetersyre, hvorved efterlodes en ikke ringe Rest af Klorsølv. Den klare Opløsning af Sølvnitrat fældedes først med fortyndet Svovlsyre, dernæst med Saltsyre, og Vædsken indampedes. Da den ved Overmætning med Ammoniak og Svovl-ammonium aldeles ikke gav nogen Farvning, havde Sølvet altsaa været fuldstændig rent.

210 gr Luteokloridsulfat	= 55,4 0/0	}	af det anvendte Kobolt.
50 gr Luteoklorid	= 17,6 0/0		
7 gr Purpureoklorid	= 2,6 0/0		
Tilsammen	75,6 0/0		

Da alt Sølvet genvindes og atter kan omdannes til Nitrat, kan man altsaa ad denne Vej paa en ret simpel Maade fremstille ubegrænsede Mængder af Luteosalte, som derfor kunne



betragtes som ligesaa lettilgængelige som Koboltforlitesalte. Omdannelsen sker nemlig i Virkeligheden ved Vandets Ilt, idet Brinten reducerer Sølvsaltene, eller rettere udtrykt ved, at disse ligefrem afgive deres Syrerest til Koboltsaltet.

Skønt Anvendelsen af Platinsalte analogt med Sølvsaltene paa Grund af den høje Pris ikke kunde tænkes at have nogen Betydning som Fremstillingsmaade for Koboltidforbindelser, har jeg dog ganske flygtig konstateret, at saadanne Stoffer virkelig dannes ved Indvirkningen baade af Platinnitrat og Platinsalmiak. Mærkelig nok udskiltes aldrig metallisk Platin; men da Processen som sagt er uden Betydning for det foreliggende Æmne, har jeg ikke anset det for nødvendigt at undersøge Sagen nærmere.

Da Kviksølv i mange Henseender staar de ædle Metaller nært, kunde det dog have sin Interesse at se, om det ogsaa i denne Henseende lignede dem. Da Luteokloridet danner Dobbeltsalte med Merkuridklorid og da dette fældes af Ammoniak, vilde Forholdene ved Anvendelsen af dette Salt let blive for komplicerede. Derimod kan Nitratet særdeles godt bruges; men Methoden har ingen Fortrin for Anvendelsen af Sølvnitrat. Tværtimod gaar Processen meget langsomt for sig, og det volder en Del Besvær at faa Præparaterne frie for Kviksølv. For øvrigt har Omdannelsen et lignende Forløb som ved Anvendelsen af Sølv- eller Platinsalte; men ved mindre Mængder Kviksølvnitrat faas udskilt frit Kviksølv tilligemed en hvid Kviksølvforbindelse, som tilsyneladende end ikke paavirkes ved Kogning med temmelig stærk Salpetersyre; ved større Mængder faas i hvert Tilfælde overvejende den nævnte hvide Forbindelse. Udbyttet af Koboltammoniaksalte er for øvrigt ingenlunde daarligt; men Luteosaliet dannes ikke i saa stor Mængde som ved Iltning med Sølvsalte. Kun et enkelt Exempel skal anføres.

100 gr Merkuridoxyd opløstes i et Overskud af Salpetersyre. Der tilsattes 100 gr Ammoniumnitrat, 100 gr Koboltnitrat og 300 cc Ammoniakvand, hvoraf dog Hovedmængden gik med til

Neutralisationen af den fri Syre. Ved Ophedning paa Vandbad begyndte den hvide Kviksølvforbindelse at udskille sig, mens Vædskens Farve gik over fra violet til brunrød. Efter nogle Dages Henstand overmættedes yderst svagt med Salpetersyre, og det hele kogtes med en ikke ringe Mængde Vand. Derved blev Kviksølvforbindelsen uopløst tilbage, mens Filtratet ved Afkøling gav 60,7 gr Luteonitrat. Ved Inddampning af Vædskan — til Slut med noget mere Salpetersyre — udskiltes en betydelig Mængde Nitratonitrat, mens Opløsningen gav 8,3 gr urent Luteonitrat. Der var altsaa genvundet 74 % af det anvendte Kobolt alene som Luteosalt.

---

### Nogle Salte.

Inden jeg gaar over til nærmere at beskrive de enkelte Salte, skal jeg forudskikke nogle almindelige Bemærkninger. Af den ældre herhen hørende Litteratur har jeg faaet det Indtryk, at man ofte ret tilfældig er stødt paa de her omhandlede Forbindelser og derpaa har analyseret dem uden først at afgøre, om de vare virkelige kemiske Individuer. Meget ofte maa Aarsagen søges i, at der kun har staaet et Minimum af Stofmængde til Raadighed. Jeg har derfor gjort mig det til Regel altid saa vidt muligt at fremstille det samme Stof ad to eller flere forskellige Veje og dernæst at begynde med saadanne Mængder, at jeg af det rene Produkt kunde have mindst 10 gr, hvorfor jeg har haft rig Lejlighed til at overbevise mig om, at de paa forskellig Maade fremstillede Præparater i enhver Henseende vare identiske, og dernæst, at de vare frie for enhver Urenhed, som man efter Forholdenes Natur kunde vente at træffe. Med Hensyn til den kvantitative Bestemmelse maa jeg bemærke, at da man kvalitativt kan paavise, at Luteosaltene i de allerfleste Tilfælde omsætte sig ligesaa regelmæssigt som f. Ex. Ammonium-

saltene, og man i hvert Tilfælde altid med Lethed kan overbevise sig om, at det virkelig er Luteosalte, der foreligge, har jeg ikke fundet det nødvendigt at identificere dem kvantitativt som saadanne ved Bestemmelsen af Ammoniakken i dem. For at fastslaa Formlen er som Regel en enkelt Bestemmelse i det tørrede Salt fuldt tilstrækkelig, og jeg har da altid bestemt Kobolt, dels fordi dette lader sig gøre med en Nøjagtighed, som vanskelig naas ved andre Analyser, dels fordi det faldt naturligt som Fortsættelse af Vandbestemmelsen. Angaaende denne maa bemærkes, at da Luften i Laboratoriet paa Grund af Ventilationen er stærkt tørrende, ere næsten alle Vandbestemmelserne i de lufttørrede Salte faldne for lavt ud. Naar jeg da undertiden af Frygt for Forvitring har nøjedes med blot at presse de vaade Prøver mellem Papir og strax at analysere dem, er jeg naturligvis kommen til den modsatte Yderlighed. Jeg har derfor altid beregnet Indholdet af Kobolt som Procenter af det tørrede Salts Vægt.

Nogle Salte ere fremstillede direkte af Koboltsalte, saaledes Haloidsaltene, Nitrat, Sulfat, Nitratsulfat og Haloidsulfater, Kromat og Kloridkromat; men de ere da tillige fremstillede ved Fældninger. Andre har jeg faaet udelukkende ved Fældninger, men som oftest ad flere forskellige Veje. Disse Processer faa imidlertid et fra almindelige Dobbeltsonderdelinger forskelligt Forløb. Her drejer det sig nemlig ikke om at udfælde et under alle Omstændigheder tungtopløseligt Stof, medens de tiloversblevne Rester forene sig til et lige saa konstant letopløseligt. I næsten alle Tilfælde er der Tale om to Luteosalte, der begge ere temmelig letopløselige i Vand og ligeledes begge omtrent i samme Grad tungtopløselige i Vædske, der indeholde Syrer og Salte. Der vil derfor indtræde en Ligevægtstilstand ved at den udfældede Luteoforbindelse fortrinsvis indeholder den Syrest, der er rigeligst repræsenteret i Vædsken. Naar der er Tale om Syrer, der blande sig med Vand, kan man saaledes ved at tage et stort Overskud af den tilsatte Syre faa et saa godt som rent



Bundfald; meget letopløselige Salte give ligeledes en meget ren Fældning. Ved tungere opløselige Fældningsmidler bliver Omsætningen meget vanskelig eller ganske umulig. Opløses saaledes f. Ex. Luteoklorid og et meget stort Overskud af Kaliumperklorat i varmt Vand, udkrystalliserer ved Afkøling begge de nævnte Salte foruden Luteoperklorat, mens Klorkalium bliver i Moderluden. Ved Fræhældning af denne fjernes ganske vist en Del Klorbrinte; men samtidig tabes de opløste Luteosalte. Ved Gentagelse af Processen foregaar ganske det samme, og jeg har paa denne Maade omkrystalliseret Blandingen 6 Gange uden at kunne mærke nogen Nedgang i Klorindholdet. Forklaringen kan vel kortest udtrykkes saaledes, at man ikke kan bringe saa meget Kaliumperklorat i Opløsningen, at dets Syre-rest bliver tilstrækkelig overvældende i Forhold til de andre, uden samtidig at indføre saa meget Vand, at Luteosaltet slet ikke udskilles. Med andre Ord: det fældende Salt maa være betydelig lettere opløseligt end det, der ønskes udfældet, hvilket netop ikke er Tilfældet med de to Perklorater. Ganske eller næsten paa samme Maade gaar det med Permanganaterne; men mætter man en Opløsning af Luteoklorid med det langt lettere opløselige Ammoniumperklorat, opløser det fremkomne Bundfald i Vand og mætter Vædsken for anden Gang med samme Salt, kan der kun paavises et ringe Spor af Klorbrinte i Bundfaldet.

Naar den til det ønskede Salt svarende Syre gaar i Handelen til en rimelig Pris eller kan fremstilles uden større Besvær, er det ofte fordelagtigt at benytte den i fri Tilstand; ellers maa man naturligvis tage et saa letopløseligt Salt, som Forholdene tillade, men Anvendelsen af den frie Syre spiller ingen anden Rolle end, at man ved denne Fældning holder Saltet frit for fremmede Metaller. Ved andre lignende Processer har jeg ikke haft den tilsvarende frie Syre, f. Ex. ved Kloratet, Perkloratet og Nitritet; men dette har ingen anden Indflydelse end, at man, naar Saltet først er fuldstændig frit for fremmede Syre-rester,

maa omkrystallisere det for at rense det for en ringe Mængde medrevet Alkalimetal.

Endnu en Ting har stor Betydning ved de nævnte Omsætninger. Da Luteohydroxydet er en trivalent Base, vil den kunne danne en Slags Dobbeltsalte med en monovalent og en divalent Syrerest tilsammen, og disse ere meget ofte tungere opløselige end begge de enkelte Salte. Dette gør naturligvis Omsætningen mere indviklet; men i al Almindelighed kan man sige, at man ved Fremstilling af et Luteosalt af en énbasisk Syre helst maa undgaa at indføre en divalent Syrerest i Opløsningen og omvendt. Fælder man saaledes en Opløsning af Luteosulfat med Kaliumkromat, indeholder Bundfaldet ganske vist Svovlsyre; men denne er kun udfældet, fordi Processen er reciprok; thi efter en enkelt Omkrystallisation indeholder Saltet kun et ubetydeligt Spor. Fælder man derimod Luteokloridet med selv et meget stort Overskud af Kaliumkromat, bestaar Bundfaldet for en stor Del af Kloridkromat, hvilket let paavises, naar man vadsker det paa Filtret med kogende Vand. Det i Begyndelsen stærkt farvede Filtrat indeholder fortrinsvis Kromatet, som ved fornyet Fældning med et stort Overskud af Kaliumkromat faas næsten rent, mens Kloridkromatet bliver tilbage paa Filtret. Ved Sulfatet findes lignende Forhold, skønt næppe saa udprægede, da Forskellen i Opløselighed er mindre.

Disse Dobbeltsaltes Existens paavises særdeles let. Meget ofte udfældes de ved Sammenblanding af de mættede Opløsninger af Komponenterne. Men naar den ene af disse er tungtopløselig, indføres ofte saa meget Vand, at Saltet kan holde sig opløst. Dette sker saaledes ved Blanding af Opløsninger indeholdende Acetatet og Sulfatet; men at et saadant Dobbelt salt alligevel eksisterer, ses let af, at en Opløsning af Sulfatet, hvortil der er sat et betydeligt Overskud af Acetatet, ved Inddampning udskiller Krystaller af en ganske anden Form og af, at Acetatopløsninger opløser Sulfatet i langt større Mængder end rent Vand. Alle disse Salte, hvoraf jeg har fremstillet en stor

Mængde, have ganske analoge Formler, og jeg betvivler derfor Rigtigheden af Kroks Angivelse <sup>1)</sup>, at der eksisterer et Salt af Formlen  $(\text{Co } 6 \text{ NH}_3)_2 \text{Cl}_4 \text{J}_4 \text{O}_{11}, \text{H}_2 \text{O}$ , der altsaa skulde være afledet af en divalent kondenseret Anhydrotsyre af Jodsyren. Ogsaa Saltets Fremstilling ved Tilledning af Overskud af Klor til en Opløsning af Jodidsulfatet yder kun ringe Garanti for Renheden af Saltet, da der samtidig dannes Kloridsulfat og maaske flere Ting. At forklare en saadan Bygning af Molekulet vilde vel ogsaa falde vanskeligt (da en tobasisk Syre  $\text{H}_2 \text{J}_4 \text{O}_{11}$  vilde forudsætte Jodatomet Hexavalens), helt bortset fra Analogien med de andre Dobbeltalte. Som senere skal paavises, eksisterer saaledes Saltet  $(\text{Co } 6 \text{ NH}_3)_2 \text{Cl}_4 \text{SO}_4$  ikke.

Til Fremstilling af saadanne Salte i ren Tilstand er det ikke tilstrækkeligt at tilsætte endog blot et Underskud af en Syre til en Opløsning af den andens Salt; thi den frigjorte Syre vil da som Regel ogsaa fælde sit eget Salt, og i de fleste Tilfælde kan man ogsaa under Mikroskopet se, at Fældningen ikke er ensartet. Som Regel vil dog en Omkrystallisation af Bundfaldet give et homogent Produkt. Den mest nøjagtige Maade bestaar naturligvis i at afveje de to Salte efter det beregnede Mængdeforhold, opløse dem i Vand og dernæst analysere to forskellige Udkrystallisationsprodukter. Dette har jeg f. Ex. gjort ved Kloridsulfatet; men ved andre lader det sig ikke gøre, f. Ex. ved Acetatsulfatet, hvor man i flere Henseender finder Forhold som ved Karnalliten.

### Klorid



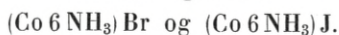
Dette Salt fremstilles 1) ved direkte Tilledning af Klor til ammoniakalske Koboltkloridopløsninger; 2) ved Iltning med Kloratron eller Klorkalk; 3) ved Omsætning med Klorsølv, bedst i stærke og kolde Opløsninger, idet Klorsølvet af og til rystes

<sup>1)</sup> Lunds Universitets Årsskrift 1870.



godt op; 4) ved dobbelt Fældning (herved forstaas i det følgende en to Gange foretagen Fældning med mellemliggende Opløsning af Saltet i Vand) af alle andre Luteosalte. Er det anvendte Salt tungtopløseligt, udrøres og udvaskes det ligefrem med halvfortyndet Saltsyre, hvorpaa det dannede Klorid opløses i varmt Vand paa Filtret og filtreres ned i stærk Saltsyre.

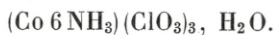
### Bromid og Jodid



Af tidligere nævnte Grunde lade disse Salte sig vanskelig fremstille ved Anvendelsen af de frie Halogener. Sølvmetoden giver heller ikke tilfredsstillende Resultater, da Sølvsaltene ere for tungtopløselige i Ammoniak. Kviksølvbromidet vilde fældes af Ammoniak, og i det hele taget strander enhver direkte Fremstilling paa, at man ikke kan have alkaliske Opløsninger af de tilsvarende Koboltforiltesalte i nogenlunde rimelige Koncentrationer. At fremstille dem af Hydroxydet synes mig en Omvej, mens en dobbelt Fældning med de tilsvarende Syrer bliver temmelig kostbart og — efter Jørgensen — dog ikke giver et rent Produkt. Derimod faas begge Forbindelserne ved dobbelt Fældning med de tilsvarende Kaliumforbindelser og en sidste Omkrystallisation af Vand.

De tre Salte ere udførlig beskrevne af Jørgensen<sup>1)</sup> i den oftere citerede Afhandling, hvortil for øvrigt kan henvises.

### Klorat



Dette Salt er sikkert ikke fremstillet tidligere, men faas let, naar man mætter en vandig, konc. Opløsning af Kloridet med Natriumklorat. Der udfældes da et meget fint, krystallinsk Pulver af Luteosaltenes almindelige Farve. Varmes Vædsken,

<sup>1)</sup> Journ. f. prakt. Chem. [2] 35, 417.

gaar det i Opløsning; men ved Afkøling kommer det igen som store, over en Tomme lange, naaleformede Krystaller. Ved Opløsning og fornyet Fældning med Natriumklorat faas det fuldstændig frit for Klorbrinte, og ved en Omkrystallisation af lidt Vand bliver det frit for Natrinm. Saltet er meget letopløseligt i Vand og fortyndet Vinaand og har i vandholdig Tilstand en sjælden smuk Diamantglans, som ikke taber sig synderlig ved den ringe Forvitring, der gaar for sig ved almindelig Lufttørring. Derimod falde Krystallerne fuldstændig hen ved Afvanding.

Som det ses af Formlen indeholder det tørre Salt 18 H, 9 O og 6 N, og som det var at vente, viser det sig at være et Sprængstof af en frygtelig Virkning. Dog kan det paa ingen Maade kaldes farligt; det kan ophedes til mindst 120° og exploderer ikke ved selv meget haard Behandling undtagen netop Slag; men under disse Omstændigheder dekomponeres det ogsaa med et øredøvende Knald. Ved Rivning i en Morter knalder det omtrent som en Blanding af Kaliumklorat og Svovl. Antændes det ved almindelig Ild, brænder det ganske vist hurtig, men ikke voldsommere end Skydebomuld. Stoffet synes altsaa kun at ville explodere ved Stød og Slag, og at det kan taale enhver almindelig forekommende Temperatur er sikkert. Da Luteosaltene ved de her angivne Metoder vil kunne fremstilles til omtrent samme Pris som Koboltforiltesaltene, var det jo tænkeligt, at Stoffet kunde finde Anvendelse som Tændsats, hvorved det muligvis kunde have Betydning, at Saltet er letopløseligt i Vand. Jeg har saaledes trukket Papirstrimler gennem en Opløsning af Saltet, og efter Tørring viste Papiret da den samme Ævne til at tændes ved Slag. At Saltets Opløselighed i andre Tilfælde netop vilde umuliggøre dets Anvendelse følger af sig selv.

Den eneste Forsigtighedsregel, der bør tilraades, er, at man ikke sætter det tørrede Salt i Beholdere med Glasprop. Der kunde let blive noget hængende mellem Proppen og Glasset, og ved Vridning af Proppen kunde Saltet antændes.

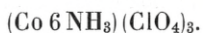
En mere videnskabelig Anvendelse af dette Salt vilde være til Bestemmelse af Koboltets Atomtal. Varmes nemlig Saltet med fortyndet Saltsyre. reduceres det kvantitativt til Luteoklorid; thi ved Inddampning til Tørhed og Udtrækning af Massen med Vinaand gaar ikke det mindste Spor af Kobolt i Opløsning, og hvis Omsætningen gik uregelmæssig for sig, vilde der nødvendigvis blive dannet Koboltklorid. Luteosaltet faas let rent og navnlig fuldstændig frit for Nikkel; men især vilde Methoden have sit Fortrin i, at Bestemmelsen blev gjort direkte i Forhold til Ilten. Vægttabet ved Reduktionen repræsenterer nemlig de 9 Iltatomer, der have været i Forbindelse med det Koboltatom, der faas tilbage ved Glødning af det dannede Luteoklorid i en Brintstrøm.

Saltet kan ogsaa fremstilles ved Omsætning af Sulfatet med Bariumklorat og Inddampning af den klarede Opløsning. Selv ved Fremstilling af rent Salt kan denne Dobbeltsonderdeling benyttes; thi et Overskud af Sulfat skader ikke, da det efter Inddampningen udkrystalliserer først som Kloratsulfat, der er saa godt som uopløseligt i den mættede Opløsning af Kloratet. Det Spor af Svovlsyre, som findes i Vædsken, kan i hvert Tilfælde fjernes ved Omkrystallisation af det senere udskilte Salt.

0,9857 gr afgav ved Tørring 0,0439 gr Vand. De tilbageblevne 0,9418 gr afdampedes gentagne Gange med Svovlsyrlingvand, indtil Lugten af Svovlsyrling kunde holde sig i Kulden et Par Timer efter den sidste Tilsætning. Ved Ophedning til svag Glødning (usynlig ved Dagens Lys) efterlodes 0,3569 gr  $\text{CoSO}_4$ .

beregnet 4,45 %  $\text{H}_2\text{O}$ ; 14,32 % Co } i det tørre Salt.  
 fundet 4,2 %  $\text{H}_2\text{O}$ ; 14,37 % Co }

### Perklorat



Til Fremstilling af dette Salt kunde efter al Rimelighed anvendes en Fremgangsmaade analog med den for Kloratet først anførte; men da Natriumperklorat vanskelig faas rent, har jeg



benyttet Ammoniaksaltet. To Fældninger og en Omkrystallisation ere tilstrækkelige, naar man sørger for, at Opløsningerne blive fuldstændig mættede med Ammoniumsaltet; men da dette Salt næppe er en Handelsvare og derfor langtfra altid staar til Raadighed i større Mængder, har jeg kombineret Fremstillingen af de to Salte, af hvilke jeg almindeligst bruger Ammoniaksaltet til kvantitativ Bestemmelse af Kalium. Natriumklorat smeltes i en Porcellænsskaal fra Bayeux, og Ophedningen fortsættes indtil Vædsken bliver grødagtig. Efter Afkøling udkoges med lidt Vand, hvorved faas en sirupstykk Opløsning, der inddampes til Tørhed med Overskud af Saltsyre, hvorved det resterende Klorat dekomponeres. Massen udtrækkes atter med lidt Vand, og Vædsken fældes med en varm, koncentreret Opløsning af Klorammonium. Det udskilte Ammoniumsalt renses ved flere Omkrystallisationer; men Moderluden, der indeholder en meget betydelig Mængde Perklorat, kan netop passende anvendes til Fremstilling af Luteosaltet, idet man fælder den første Moderlud med en passende Mængde Luteoklorid og omkrystalliserer Produktet af den anden, det saaledes vundne af den tredje o. s. v. At der ved Anvendelsen af smaa Mængder Luteoklorid lettest faas et rent Produkt, følger af sig selv; men man kan faa næsten al Kloroversyren benyttet, naar man opløser Luteokloridet i den nødvendige Mængde kogende Vand og dernæst tilsætter den første Moderlud. Der kommer da strax et meget stort Bundfald, og Resten af Perkloratet krystalliser ud, inden Vædskens Temperatur er sunken til c. 50°. Hvad der udskilles ved lavere Temperatur er fortrinsvis Klorider. Naar man derfor filtrerer Vædsken, inden den har naaet Legemsvarmen, faar man strax et forholdsvis rent Produkt, der paa samme Maade opløses i den nødvendige Mængde kogende Vand, hvorefter den følgende Moderlud tilsættes, og saa fremdeles.

Saltet er vandfrit og temmelig tungtopløseligt, omtrent som Kaliumsaltet. Det krystalliserer i Oktaedre og ligner for øvrigt de

andre Luteosalte. Det er ikke saa explosivt som Kloratet, da det indeholder for megen It.

Analysen voldte nogen Vanskelighed, da Kloroversyren ikke lader sig reducere ad vaad Vej. Ved en enkelt Afrygning med Svovlsyre kunde den ikke heller skaffes bort, saa at der til Slut indtraadte Forpufning. Derimod lykkedes det, naar man 4—5 Gange inddampede med fortyndet Svovlsyre, idet Saltet stadig var fuldstændig dækket af Vædsken. Da der paa denne Maade var samlet saa megen stærk Svovlsyre, at Kloroversyrens hvide Dampe kom til Syne, inden Vædskens Overflade naaede ned til Saltet, varmedes videre, indtil den fuldstændige Dekomposition var naaet.

1,8432 gr af det lufttørrede Salt vejede efter Tørring ved  $110^{\circ}$  1,8421 gr. Efter Behandling paa den angivne Maade vejede Resten 0,6235; efter fornyet Afrygning 0,6234.

Fundet 12,84 % Co; beregnet 12,83 % Co.

### Nitrit



Dette Salt har jeg faaet ved nøjagtig Dekomposition af Sølvnitrat med Luteoklorid; men nemmere faas det ved dobbelt Fældning af en mættet Opløsning af Luteoklorid med fast Natriumnitrit. Efter Omkrystallisation faas det i store, men korte Krystaller med mange Flader, der i hvert Tilfælde tilhøre et af de prismatiske Krystalsystemer. Som et meget fint Krystalpulver faas det ved en ganske ejendommelig Omsætning, idet man opløser Luteoacetatet i 96 % Vinaand og tilsætter Amylnitrit, som almindelig gaar i Handelen. Efter nogle Dages Forløb er Luteosaltet da udfældet.

Saltet er temmelig letopløseligt, mindst som Kloridet; det taaler tilsyneladende ligesaa godt som de andre Luteosalte Kogning i vandig Opløsning og forholder sig i det hele taget ganske som Nitriterne af Alkalimetallerne. Det først fremstillede Produkt havde dog efter et Par Aars Forløb faaet et gulligt Beslag

paa enkelte Krystallers Overflade, og ved Opløsning af hele Portionen i Vand blev der tilbage en meget ringe Mængde af et gult, fint Pulver, der efter alt at dømme maatte være Koboltidammoniumnitrit. Om det skyldtes en Urenhed i de anvendte Salte, eller om der er foregaaet en virkelig Dekomposition, kan jo først afgøres, naar et Salt fremstillet af rene Stoffer har henstaaet et lignende Tidsrum.

Saltet er vandfrit, thi 0,9693 gr lufttørret Salt vejede efter Tørring 0,9632 gr. Efter Afrygning med Svovlsyre blev tilbage 0,4983 gr  $\text{CoSO}_4$ .

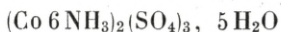
Fundet 19,63 % Co; beregnet 19,67 % Co.

### Nitrat



fremstilles bedst ved Sølvmetoden, men faas ofte af andre Luteosalte ved gentagen Fældning med Salpetersyre. Saltet er saa godt kendt og bl. a. beskrevet saa omhyggelig af Jørgensen, at det her kan forbigaaes.

### Sulfat



fremstilles efter Jørgensens sidst angivne Methode<sup>1)</sup> ved Fældning af en Kloridopløsning med fortyndet Svovlsyre og Vinaand, hvorved som Gennemgangsled faas Kloridsulfatet og det sure Sulfat. Forlængst har jeg brugt en lignende Methode, men som tillader at arbejde med langt større Mængder, idet jeg udrører Kloridet med den dobbelte Mængde koncentreret Svovlsyre. Naar den største Del af Klorbrinten er gaaet bort, opledes paa Vandbad eller bedre i en Tørrekasse, hvorved Massen bliver tyndflydende. Naar Vædsken ikke længere lugter af Klorbrinte, sprøjtes Vand i den under Omrøring, eller den hældes

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. anorg. Chem. 17, 458.



ud i omtrent det dobbelte Rumfang Vand. I begge Tilfælde udfældes et fint Pulver, der ved Omkrystallisation giver rent Sulfat. Jørgensens sure Sulfat har jeg tidt stødt paa som Indblanding i det normale Salt, men aldrig kunnet faa det rent.

Lige saa lidt er jeg sikker paa at have faaet et ensartet Produkt ved at opløse 100 gr Klorid i 200 cc konc. Svovlsyre, fortynde med 300 cc Vand og dernæst hælde det hele ud i 500 cc 96 % Vinaand. Det ved 100° tørrede Salt indeholdt 14,44 % Co, mens Formlen  $(\text{Co } 6\text{NH}_3)_2\text{SO}_4(\text{SO}_4\text{H})_4$  fordrer 14,57 %. Under Tørringen afgav det 8,65 %, mens  $4\text{H}_2\text{O}$  fordrer 8,20 %. At et saadant Salt skulde existere, anser jeg dog for højst tvivlsomt; thi den oftomtalte Lov om Kombinationen af en monovalent og en divalent Syrerest synes ogsaa at gøre sig gældende paa dette Omraade. Saaledes passer den paa det sure Sulfat  $(\text{Co } 6\text{NH}_3)\text{SO}_4(\text{SO}_4\text{H})$  og paa det ligeledes af Jørgensen beskrevne Sulfatpersulfat  $(\text{Co } 6\text{NH}_3)_2(\text{SO}_4)_2(\text{S}_2\text{O}_8)$ , hvis man kan anse Svovloversyren for enbasisk. Mere Rimelighed er der for Existensen af et fuldstændigt surt Sulfat  $(\text{Co } 6\text{NH}_3)(\text{SO}_4\text{H})_3$ ; men at der existerer endnu mere sure Salte end Jørgensens, synes sikkert, da Koboltindholdet i det ovennævnte Produkt er over 2 % lavere.

Nemmere faas det normale Sulfat af Nitratet, der udrøres med sin dobbelte Vægt stærk Svovlsyre, hvorved det ganske gaar i Opløsning, mens Temperaturen stiger til 60—70°. Tilsætter man nu i smaa Portioner en afkølet Blanding af lidt Vinaand og megen stærk Svovlsyre, kommer der naturligvis en voldsom Udvikling af Kvælstofilter, og Temperaturen kan stige i hvert Tilfælde til 160°. Af Hensyn til Udbyttet bør man dog ikke gaa meget op over 100°, hvorfor man lader Massen afkøles mellem hver Tilsætning. Under Processen bliver den mere og mere grødagtig; men ved Tilsætning af et Overskud af den nævnte Blanding kan man faa ethvert Spor af Salpetersyre bort. Naar Indvirkningen er forbi, røres Massen som sædvanlig ud med Vand, og det udskilte omkrystalliseres.

At man ogsaa og endnu bedre kan benytte Kloridsulfat og Nitratsulfat, følger af sig selv. At de indeholde Pentaminsalte, gør intet, da disse let fjærnes ved Omkrystallisationen eller rettere holde sig opløste i den stærkt svovlsure Vædske.

Direkte faas Sulfatet ved Sølvmethoden; men Omsætningen er ikke saa fuldstændig som ved Nitraterne. Bedst fremstilles Saltet ved Iltning med Blydioxyd.

### Kloridsulfat.



fremstilles som før omtalt direkte ved Tilledning af Klor til en ammoniakalsk Opløsning af Koboltammoniumsulfat eller af denne Opløsning og Klorsølv. Da Saltet er langt tungere opløseligt end baade Kloridet og Sulfatet, faas det let rent ved Omkrystallisation.

Om dette Salt foreligger meget afvigende Angivelser i den ældre Literatur. Rogojski<sup>1)</sup> har faaet det ved at dekomponere Kloridet med fast Sølvulfat, men antager det bestaaende af lige Molekuler af Kloridet og Sulfatet. Efter Gibbs og Genth ere Sulfatet og Kloridet isomorfe og krystallisere sammen i alle Forhold og lade sig ikke skille ved Omkrystallisation. Forskellige Produkter indeholdt 16,96, 17,21 og 21,47 % Co (det første Tal svarer temmelig nøje til rent Sulfat, de to sidste nogenlunde til Kloridsulfat og Klorid). Aldeles ufatteligt er det, naar de nævnte Forfattere stadig gentage denne Paastand<sup>2)</sup>; thi aldrig har jeg set Krystaller af de to Salte, som paa nogen Maade minde om hinanden. Derimod kan Kloridsulfatet undertiden optræde i en Form, som noget ligner Kloridets, mens det som Regel mest minder om Sulfatet. Da det ene Salt er vandfrit og det andet vandholdigt, vil jo en Lighed være meget usand-

<sup>1)</sup> Journ. f. prakt. Chem. 56, 491.

<sup>2)</sup> Sill. Amer. Journ. [2] 23, 334 og 337.

synlig og under alle Omstændigheder bero paa et Tilfælde og være ganske betydningsløs. Ordet Isomorfi kan slet ikke anvendes paa en saadan Lighed. At et vandholdigt og et vandfrit Salt krystallisere sammen i alle Forhold, har man sikkert ikke heller haft Exempler paa. Den eneste mulige Forklaring synes at være en simpel Forvexling af de to Præparater.

At de to Salte udkrystallisere sammen — eller rettere sagt Kloridsulfatet med et af de andre —, er kun Tilfældet, naar man fælder Kloridet med Svovlsyre eller Sulfatet med Saltsyre, og i saa Tilfælde er det ikke en Følge af Isomorfi, men af en relativ Virkning af Masserne. Omkrystalliserer man tilfældige Blandinger af neutral eller alkalisk Vædske, maa man tvertimod forbavses over den Hurtighed, hvorved man naar det rene Kloridsulfat.

Noget saadant findes omtalt af Schiff<sup>1)</sup>, der opløste lige Æquivalenter af de to Salte (altsaa Overskud af Kloridet) i saltsyreholdigt Vand. Ved Afkøling vandtes da en Blanding af to Stoffer, hvoraf det ene øjensynlig var det rene Klorid, mens det andet indeholdt Klor og Svovlsyre omtrent som 5 Æqu. Cl til 4 Æqu. SO<sub>4</sub>. Derimod vandtes ved Omkrystallisation et homogent Produkt, der indeholdt de nævnte Syrerester i Forhold som Cl til SO<sub>4</sub>.

For at se, om der overhovedet kunde være noget rigtig i Gibbs og Genth's Angivelser, og om der existerede andre Dobbeltforbindelser af de to Salte, afvejede jeg Mængder af rent Sulfat og rent Klorid svarende til Formlerne (Co 6NH<sub>3</sub>)SO<sub>4</sub>Cl og (Co 6NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>Cl<sub>4</sub> og opløste de to Blandinger hver for sig i Vand. Efter Udkrystallisation analyseredes de fremkomne Produkter:

1) Afvejete efter Formlen (Co 6NH<sub>3</sub>)(SO<sub>4</sub>)Cl.

5,0508 gr store Krystaller afgav ved Tørring 0,8498 gr Vand.  
4,201 gr tørret Salt gav 2,228 gr CoSO<sub>4</sub>.

<sup>1)</sup> Liebigs Ann. 123, 31.



Ved en senere Vandbestemmelse i den samme Portion afgav 1,4478 gr ved Tørring 0,2339 gr Vand.

2) Afvejte efter Formlen  $(\text{Co } 6\text{NH}_3)_2\text{SO}_4\text{Cl}_4$ .

2,8027 gr Stof afgav ved Tørring 0,4377 gr Vand: 2,365 gr tørt Salt gav 1,254 gr  $\text{CoSO}_4$ .

	1.	2.	
Beregnet for $(\text{Co } 6\text{NH}_3)_2\text{SO}_4\text{Cl}_4$	15,58 %	16,8 og 16,1	15,6
$\left\{ \begin{array}{l} \text{H}_2\text{O} \\ \text{Co} \end{array} \right.$	20,13 %	20,10	20,12
	; fundet		

3) Moderluden fra Salt 1) inddampedes betydelig, hvorved udskiltes endnu et Salt, hvoraf

2,4385 gr ved Tørring afgav 0,3923 gr Vand; 2,0462 gr tørt Stof gav 1,089 gr  $\text{CoSO}_4$ ; svarende til 16,09 % Vand og 20,20 % Co.

Det viser sig altsaa, at man under alle Omstændigheder faar det samme Salt, og de citerede Angivelser kunne derfor ikke være rigtige. Derimod kan jeg ganske bekræfte de af Krok meddelte Oplysninger om Kloridsulfatet, bl. a. at man snart faar Saltet i lange tetragonale Prismer lignende Sulfatets, snart i «Kvadratoktaedre». Det første er Reglen; men den sidste Form fandtes f. Ex. næsten udelukkende i det ovenfor under 3) analyserede Salt.

#### Kloratsulfat og Perkloratsulfat



Begge disse Salte ere vandfrie og krystallisere i Oktaedre. Da de begge ere tungtopløselige, faaes de let ved Blanding af Komponenternes Opløsninger.

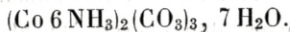
0,7936 gr lufttørret Kloratsulfat vejede efter Tørring ved  $110^\circ$  0,7930 gr og gav efter Reduktion med Svovlsyrling og Afrygning med Svovlsyre 0,3617 gr  $\text{CoSO}_4$ .

Fundet 17,31 % Co; beregnet 17,30 % Co.

0,8324 gr lufttørret Perkloratsulfat vejede efter Tørring ved  $110^\circ$  0,8297 gr og efterlod ved Afrygning med Svovlsyre 0,3607 gr  $\text{CoSO}_4$ .

Fundet 16,50 % Co; beregnet 16,52 % Co.

## Karbonat



Gibbs og Genth have fremstillet dette Salt ved Dekomposition af Kloridet med Sølvkarbonat. De angive tillige, at Opløsningen optager Kulsyre af Luften og danner det sure Salt, hvorfor Produktet ogsaa viste to forskellige Former. Ligesaa faldt Kulsyrebestemmelsen for højt ud. At Opløsningen af det normale Salt ved Mætning med Kulsyre udskiller et surt, er rigtigt; men da noget saadant paa et tidligere Tidspunkt ikke var faldet mig ind, har jeg i god Tro fremstillet Saltet ved at dekomponere Sulfatet med Vand og pulveriseret Bariumhydroxyd. Overskuddet af det sidste fældedes med Kulsyre, hvorfor Filtratet under den frivillige Inddampning udskilte noget Bariumkarbonat. Der maa da sikkert tillige have været Luteodikarbonat til Stede, og da min Analyse af Saltet fuldstændig stemmer med Formlen for det normale Salt, er jeg tilbøjelig til at tro, at Forholdet er det omvendte af det af Gibbs og Genth angivne, nemlig at en Opløsning af Dikarbonatet ved Inddampning afgiver Kulsyre. — For øvrigt er det jo ikke umuligt, at begge Dele kan være rigtigt, saa at der i begge Tilfælde faas en Blanding, overvejende bestaaende af det normale Salt. Under alle Omstændigheder gav en vandig Opløsning af mit Præparat en krystallinsk Bundfældning ved Mætning med Kulsyre; men da jeg kun har bestemt Kobolt og Vand, skal jeg indtil videre ikke udtale mig bestemtere.

Det kan vanskelig undgaas, at Saltet under Inddampningen dekomponeres en Smule; men hvis man filtrerer Væsken, netop naar den er bleven mættet, kan man ved fortsat frivillig Inddampning faa meget store (langt over en  $\square$  cm) ret regelmæssige Blade, der meget ofte ere voxede igennem hinanden omtrent under rette Vinkler.

Som Regel faar man dog et renere Produkt, naar man efter Inddampning og Filtrering strax fælder med Vinaand.

Antagelig faar man det renest ved med omtrent en halv Times Mellemrum at sprøjte smaa Portioner Vinaand paa Vædsken og dernæst svagt at omrøre den øverste Del af denne. Paa Bunden af Glasset danner der sig da temmelig store Krystalblade. Ganske pragtfuldt faar man Saltet ved langsomt at filtrere Opløsningen ned i en ikke for stor Mængde halvfortyndet Vinaand. Der danner sig da ligesom et lille Grantræ op gennem Vædsken med store glinsende Blade til Grene. Stammen bestaar af et hult Rør, gennem hvilket den vandige Opløsning flyder ned, og ved Udsivning derfra bevirkes Grenenes jævne Væxt. Mens de store Blade, der dannes ved frivillig Inddampning af Opløsningen, ere meget haarde og bestandige, smuldrede ved Fældning dannede let hen og forvandles selv ved læmpelig Berøring til mindre Krystaller.

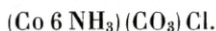
Direkte lader det sig næppe fremstille sogenlunde rent. Saltet er nemlig meget letopløseligt og taaler ikke mange Behandlinger. Allerede ved almindelig Temperatur dekomponeres det ved lang Tids Henstand i Opløsninger, og Kogning taaler det aldeles ikke. I tør Tilstand er det derimod langt bestandigere og kan holdes i flere Dage ved  $100^{\circ}$  uden at lide nogen synderlig Dekomposition; det bliver ganske vist mørkere, men aftager ikke synderlig i Vægt. Efter 6 Timers Ophedning havde en Prøve af det tørrede Salt saaledes kun tabt 1,2 %.

1,4748 gr af Saltet tørredes i Vakuum over Svovlsyre, hvorpaa det hensattes over Svovlsyre et Par Timer ved almindeligt Tryk (af Hensyn til Platinskaalens Adsorption). Det vejede da 1,1799 gr, hvilken Vægt ikke forandredes ved Gentagelse af Behandlingen. Efter Ophedning og Afrygning med Svovlsyre efterlodtes 0,7312 gr  $\text{CoSO}_4$ .

Fundet 20,06 %  $\text{H}_2\text{O}$  og 23,52 % Co.

Beregnet 20,06 %  $\text{H}_2\text{O}$  og 23,46 % Co.



**Kloridkarbonat**

Ligesom de tidligere beskrevne Dobbeltsalte er denne Forbindelse betydelig tungere opløselig end de to Komponenter, og den kan derfor faas af disse ved Blanding af de mættede Opløsninger. Næmmere faas den dog ved Fældning af en Kloridopløsning med fast Kaliumkarbonat. Moderluden suges fra Bundfaldet, der omkrystalliseres.

Saltet er vandfrit og krystalliserer i Oktaedre ligesom de fleste andre. Det er langt mere betændigt end Karbonatet og kan omkrystalliseres af kogende Vand. Længere Tids Kogning taaler det ikke; men i tør Tilstand kan det holde sig ubegrænset længe ved 100°.

1,4440 gr af det lufttørrede Salt vejede efter Tørring i Vakuum over Svovlsyre 1,4437 gr, hvilken Vægt ikke forandredes ved længere Tids Ophedning til 100°. Ved Afdampning med Svovlsyre efterlodes 0,8708 gr  $\text{CoSO}_4$ .

Fundet 22,89 % Co; beregnet 22,96 % Co.

**Acetat**

Saltet fremstilledes først ved Overmætning af Karbonatet med Eddikesyre. Den derved fremkomne Vædske indeholder det søgte Stof, der er saa letopløseligt, at Opløsningen bliver næsten sirupstyk, inden Saltet udkrystalliserer. Da det strax viste sig, at det endog er opløseligt i Vinaand, benyttedes denne vigtige Egenskab til at lette Fremstillingen betydelig, idet man da blot behøver at fælde en Opløsning af Sulfatet med Under-skud af Bariumacetat, inddampe Filtratet og udtrække med Vinaand. Overskuddet af Sulfat bliver da tilbage, maaske i Form af Acetatsulfat.

Til Analysen toges først en Prøve, der var udkrystalliseret af vandig Opløsning.

1,3686 gr afgav ved Tørring ved  $110^{\circ}$  0,1896 gr Vand;  
 1,179 gr tørt Stof gav ved Afdampning med Svovlsyre 0,5407 gr  
 $\text{CoSO}_4$ .

Fundet 13,85 %  $\text{H}_2\text{O}$ ; 17,40 % Co.

Beregnet 13,79 %  $\text{H}_2\text{O}$ ; 17,45 % Co.

Hovedportionen omkrystalliseredes af absolut Alkohol, hvorefter Saltet optraadte i en ganske anden Form, nemlig Rhomboedre, meget nær med samme Vinkler som Kalkspatten. Præparatet lørredes paa Filtret over Svovlsyre, indtil Papiret netop var tørt; men da en Prøve af Stoffet øjensynlig forandrede sig ved Henliggen i Luften, undersøgtes dette Fænomen noget nøjere, idet

1) 1,7327 gr hensattes i en aaben Skaal i fri Luft, hvorved Vægten tiltog, men ingenlunde jævnt, idet den største Vægtforøgelse naturligvis faldt paa de første 12 Timer; dernæst blev den en Tid ganske forsvindende; men paa en enkelt Regnvejrsdag naaedes næsten Maximum af Vægt, der ikke senere aftog ved indtrædende Tørvejr. Efter 4 Døgn's Forløb ophørte Tilvæksten, og Vægten var da 1,7646 gr, altsaa 1,85 % Vægtforøgelse. Det tørredes nu i Vakuum over Svovlsyre og efterlod derved 1,5251 gr. De to sidste Vejninger give det Resultat, at Saltet efter at have henligget i Luften ved Tørring afgiver 13,6 %, hvilket efter Omstændighederne ret godt stemmer med det for  $3\text{H}_2\text{O}$  beregnede 13,85 %.

Det laa da nært at antage, at Saltet havde været delvis forvitret, og at det ved Henliggen i fugtig Luft optog det manglende Vand. Men en saadan Antagelse vilde ikke kunne forklare de to Krystalformer, og desuden havde Krystallerne været fuldständig blanke. Antager man derimod, at Saltet kan krystallisere med Alkohol ligesom f. Ex. Kalciumklorid, faar man for  $(\text{Co } 6\text{NH}_3)(\text{CH}_3\text{CO}_2)_3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  et Tørringstab af 11,97 %, mens den her omhandlede Prøve ved direkte Tørring vilde have tabt 11,98 %. Forholdet er altsaa det, at det med Alkohol krystalliserede Salt ved Henliggen i Luften afgiver Alkohol og optager

Vand i Stedet. En Beregning giver, at denne Ombytning vil være ledsaget af en Vægtforøgelse af 2,06 %, mens der fandtes 1,85 %.

2) For direkte at paavise, at Saltet virkelig krystalliserer med Alkohol, hensattes 0,6184 gr til konstant Vægt tørret Salt over brændt Kalk vædet med absolut Alkohol. Da enhver Mulighed for Optagelsen af Vand var udelukket, maatte Forsøget være afgørende. Ved Vejningen indtraadte naturligvis et særligt Forhold ved, at ogsaa Platinet fortætter Alkoholdampen paa sin Overflade, hvorfor Vægten meget hurtig aftog, men efter nogle faa Minuters Forløb blev temmelig konstant ved 0,702 gr. Dette Tal giver netop ogsaa et Indhold af 12,0 % Alkohol (beregnet 11,97 %).

3) 1,5251 gr vandfrit Salt hensattes paa samme Maade over brændt Kalk vædet med Methylalkohol. Ganske som i forrige Tilfælde naaedes konstant Vægt ved 1,667 gr, hvilket giver et Indhold af Methylalkohol paa 9,15 %, mens Formlen  $(Co_6NH_3)(CH_3CO_2)_3, CH_3OH$  fordrer 8,66 %. At Overensstemmelsen her er mindre god, kan have sin Grund i, at Methylalkoholen var temmelig uren; men at Saltet virkelig ogsaa krystalliserer med Methylalkohol, kan der vel ikke være nogen Tvivl om. Derimod indser det tørre Salt ikke Isobutylalkohol, idet en Prøve i Løbet af flere Dage kun tiltog 2 Milligram ved Henstand derover.

At Saltet saaledes krystalliserer med baade Vand og Alkohol ses ret paaafaldende, naar man opløser det i 96 % Vinaand og inddamper Vædsken over Svovlsyre. Det vandholdige Salt afsætter sig da som store, stjerneformede grupperede Spyd, der meget ofte voxer tværs igennem Rhomboedrene af det alkoholiske Salt, der samtidig udkrystalliserer. Disse sidste kunne have en meget betydelig Størrelse.

Saltet er ogsaa meget letopløseligt i Iseddike.



### Hydroxydet.

Denne Forbindelse har Gibbs og Genth faaet i Opløsning ved Dekomposition af Sulfatet med Barytvand; men som venteligt var, kunde de ikke udskille det faste Stof af en saa fortyndet Opløsning, der tilmed er yderst ubestandig.

Derimod faas det i hvert Tilfælde temmelig rent, naar man i en Morter sammenriver Luteosulfat og Bariumhydroxyd, begge i krystalliseret Tilstand. Efter nogen Tids Forløb begynder Massen at blive klam og klattet, saa at Rivningen bliver vanskelig, men senere bliver den til en lind Grød, og naar den endelig er bleven ganske tyndflydende, er Omsætningen forbi. Da begge de anvendte Stoffer ere vandholdige og det dannede Hydroxyd er meget letopløseligt, var noget saadant at forudse. Af Hensyn til den senere Fældning burde man maaske bruge delvis afvandede Stoffer; noget Vand maa dog sikkert være til Stede. Naar Processen kan skønnes at være fuldendt, udrøres det hele med stærk Vinaand eller hellere absolut Alkohol, og Filtratet fældes med Æther. Alt efter Omstændighederne faar man da en tyk Olie, der snart krystalliserer, eller strax et brunt Pulver. Det første var Tilfældet, da jeg forsøgte at fremstille Stoffet i noget større Mængde (af 70 gr Sulfat); men desværre maatte jeg lade det staa Natten over i fugtig Tilstand, og næste Dag var Dekompositionen begyndt. Ved hurtigt at tørre det i Vakuum over Svovlsyre lykkedes det dog at begrænse Sønderdelingen, og endnu 3 Maaneder efter synes Præparatet at være ganske ligesom strax efter Tørringen. Det opløses let i Vinaand med Undtagelse af lidt Kobolttilte og giver stadig de for Stoffet karakteristiske Reaktionen. Ogsaa i absolut alkoholisk Opløsning holder det sig godt. Det er en meget stærk Base, hvis Opløsninger virker stærkt ætsende paa Huden; den fælder alle de tunge Metaller Salte, opløser Aluminium- og Zinkhydroxyd, der atter udfældes ved Tilledning af Kulsyre. Ved det sidste Forhold viser den sig altsaa at staa Kali og Natron

nærmere end Ammoniak. I det hele taget opfører Luteoradikalet sig ganske som et trivalent Alkalimetal. Da jeg ikke tvivler om, at Hydroxydet ved en hurtigere Fældning kan faas fuldstændig rent, vilde det derfor være meget ønskeligt, om en Mand med nogen Øvelse i thermokemiske Arbejder, og som tillige havde et Platinkalorimeter til Raadighed, vilde bestemme Neutralisationsvarmen. At foretage blot en Analyse med mit Præparat, var der naturligvis ingen Mening i, men jeg haaber at kunne gøre det med et andet inden ret længe.

---

Endnu skal jeg blot anføre, at jeg foruden de allerede anførte Forbindelser har fremstillet adskillige andre. Formiatet faas saaledes af Sulfatet og Blyformiat. Det har 2 Mol. Vand, er henflydende, overordentlig letopløseligt i Vand og temmelig letopløseligt i Methylalkohol; i absolut Æthylalkohol er det derimod tungtopløseligt. Det krystalliserer i Former, der minde om Kloratets, men som i Størrelse og Glans endog overgaar disse. — Paa samme Maade faas det smørsure Salt, der slet ikke vil krystallisere af Vand, da Opløsningen tørrer ind til en gummiagtig Masse. Det opløses i alle Alkoholerne indtil C<sub>5</sub> inklusive, men fældes af disse Opløsninger — skønt meget ufuldstændig — af de sammensatte Ætherarter som en Olie.

Ogsaa Acetatsulfat og Formiatsulfat mener jeg at have fremstillet; men da Koboltindholdet i de tørre Salte efter Beregningen skal ligge saa nær ved Sulfatets, at en Koboltbestemmelse (som jeg ganske vist har gjort, men ikke faaet videre god) intet vilde bevise, maa jeg udsætte videre Meddelelser til senere. Begge de nævnte Salte taale ikke Omkrystallisation af Vand og næppe heller en Vadskning med Vinaand. Det første gælder ligeledes om et ret letopløseligt Dobbelt salt af Luteosulfat og Ammoniumsulfat, som man meget hyppig støder paa, men som vanskelig faas tilstrækkelig rent. Det indeholder i hvert Tilfælde under

visse Omstændigheder mindst 16 % Vand, mens det rene Sulfat kun afgiver 10,3 % ved Tørring. Nogen Alun er det dog ikke, hvilket man i Betragtning af Luteohydroxydets Trivalens kunde fristes til at tro. Detailler angaaende disse og andre Salte haaber jeg at kunne fremlægge i en ikke fjærn Fremtid.

Dette Arbejde er udført i Landbohøjskolens kemiske Laboratorium, hvorfor jeg herved bringer Hr. Professor O. T. Christensen min bedste Tak. Ligesaa en Tak til Hr. Professor S. M. Jørgensen for den Velvilje og Interesse, han har vist mig og mit Arbejde, og endelig en Tak til Carlsbergfondet, som ved sin Understøttelse har gjort mig det muligt at fortsætte mine Studier i videnskabelig Retning.