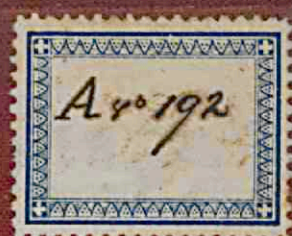




Microchemische reacties der metalen met rubidium- en caesiumchloride

<https://hdl.handle.net/1874/268012>



MICROCHEMISCHE REACTIES
DER METALEN MET RUBIDIUM-
EN CAESIUMCHLORIDE

J. VERMANDE

A. qu.
192

MICROCHEMISCHE REACTIES DER METALEN
MET RUBIDIUM- EN CAESIUMCHLORIDE

MICROCHEMISCHE REACTIES DER METALEN MET RUBIDIUM- EN CAESIUMCHLORIDE

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE ARTSENIJBEREIDKUNDE AAN DE RIJKS-
UNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR
MAGNIFICUS DR. P. VAN ROMBURGH, HOOGLEERAAR IN DE
FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE, VOLGENS BE-
SLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE
BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUUR-
KUNDE TE VERDEDIGEN OP DONDERDAG DEN 11^{EN} JULI
1918, DES NAMIDDAGS TE 3 UUR DOOR

JAN VERMANDE,

MILITAIREN APOTHEKER DER 1^E KLASSE BIJ HET LEGER
IN NED.-INDIË, GEBOREN TE WAGENINGEN.



A. H. KRUYT — UITGEVER — AMSTERDAM.

AAN MIJNE VROUW EN AAN DE
NAGEDACHTENIS VAN MIJN VADER

Kenners van onze schoone en interessante Oost-Indische bezittingen zouden wellicht verwachten, dat de militaire apotheker, die daar ruim tien jaar doorbracht, in zijn verloftijd niets liever zou doen, dan een Indisch onderwerp van studie tot een proefschrift uit te werken. Bij mij was er echter een sterker verlangen. Lang voor dat de mogelijkheid in uitzicht werd gesteld, door de „wet Limburg”, om te kunnen promoveeren, had ik de illusie bij U, Hooggeleerde SCHOORL, de wetenschap weer van nabij te leeren kennen. Vijftien jaren nadat ik het voorrecht had, door U te worden ingeleid in de analytische scheikunde, zou dat gebeuren. Mijn verwachtingen werden verre overtroffen. De groote gastvrijheid in uw laboratorium, uwe belangstelling en leiding brachten mij als ongemerkt tot het werk, waarvan de resultaten hier volgen. Voor dit alles en niet het minst ook voor uwe welwillendheid om mij tot promotor te willen zijn, ben ik U grooten dank verschuldigd.

Ook U, Hooggeleerden VAN DER WIELEN en WEFERS BETTINK en andere professoren, die mij gedurende de jaren 1900—1906 te Amsterdam en later te Utrecht tot leiders en leeraren waren, en U, Hooggeleerde DE GRAAFF in wiens vriendelijken raad ik mij dikwijls kon verheugen, zij nog een woord van dankbaarheid gewijd.

Ten slotte Hooggeleerde COHEN rest mij, U mijn erkentelijkheid te betuigen voor het gastvrij ingeruimde plaatsje in uw laboratorium tijdens de kerstvacantie, toen het bij Uwe pharmaceutische bureu koud werd.

AFKORTINGEN EN TOELICHTINGEN.

- Am. chem. Journal = American chemical Journal.
Am. J. Sc. = American Journal of Sciences (SILLIMAN).
Ann. d. Chem. = Annalen der Chemie und Pharmazie.
Ber. d. deutsch. chem. Ges. = Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.
Chem. Krist. = GROTH, Chemische Kristallografie.
Chem. Weekbl. = Chemisch Weekblad.
Friedheim Peters = GMELIN-KRAUTS Handbuch der anorganischen Chemie, 2e Aufl.
Litt. = literatuur.
Mikrochem. An. = BEHRENS, Anleitung zur mikrochemischen Pharm. Weekbl. = Pharmaceutisch Weekblad.
pp = praecipitaat.
r. = recht.
sch. = scheef.
uitd. = uitdoovend.
verdunde opl. reagens = eene oplossing van 1 % van het reagens (RbCl of CsCl) in water.
Z. = zout; deze letter, gevolgd door twee of drie cijfers, dient ter aanduiding van de dubbelchloriden, het eerste cijfer geeft het aantal moleculen Rb- of Cs-chloride aan, het tweede het aantal moleculen van het behandelde metaal en het derde, het aantal kristalwatermoleculen.
Zeitschr. f. anal. Chem. = Zeitschrift für analytische Chemie.
Zeitschr. f. anorg. Chem. = Zeitschrift für anorganische Chemie.
Zeitschr. f. Kryst. = Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie.
-

INLEIDING.

De geschiktheid van de alkalimetalen om dubbelzouten¹⁾ of complexe zouten te vormen, stijgt met de grootte van het atoomgewicht. Caesium staat hierbij dus bovenaan; daarop volgt Rubidium, daarna Kalium en Natrium.

GODEFFROY²⁾ heeft in 1875 van deze geschiktheid gebruik willen maken om Caesium en Rubidium macroscopisch aan te toonen, door de chloriden ervan met de chloriden van verschillende andere metalen in aanraking te brengen; hij analyseerde ook de ontstane dubbelzouten.

Hoewel G. in 1876³⁾ betrekkelijk goed uitkomende atoomgewichtsbepalingen verrichtte van Rb (85.476) en Cs (131.557), zijn de resultaten van de analyses der dubbelzouten minder goed betrouwbaar. Uit de vorming van een „rood koperrubidium-zout” blijkt, dat hij toen (in 1875) een met caesiumchloride verontreinigd rubidiumchloride heeft gebruikt.

SAUNDERS⁴⁾ maakte er in 1892 op attent, dat GODEFFROY eerst in 1874 voor het verkregen caesium-antimoonchloride als formule $Z1-1$ gaf en een jaar later $Z6-1$. G. gaf hiervoor geen opheldering. S. kwam tot de formule $Z3-2$ (volgens BEHRENS, 1899: $Z2-1-2,5$).

BRIGHAM⁵⁾, die in hetzelfde jaar (1892) de bismuthdubbel-

1) In het vervolg zullen ook complexe, of mogelijk complexe zouten eenvoudig dubbelzouten worden genoemd, aldus afgaande op hunne moleculaire samenstelling, zonder rekening te houden met hunne wijze van ionisatie.

2) *Ber. d. deutsch. chem. Ges.* 8, 9.

3) *Ann. d. Chem.* 181, 186.

4) *Am. chem. Journal* 14, 152.

5) *Am. chem. Journal* 14, 172.

chloriden van rubidium en caesium onderzocht, veronderstelde dat GODEFFROY, waar deze voor het caesiumdubbelchloride de formule $Z 6-1$ gaf, een mengsel van $Z 3-1$ en $Z 3-2$ in handen zou hebben gehad, zijnde deze laatste de door hem, BRIGHAM, gevonden formules. BRIGHAM twijfelt echter aan de zuiverheid van de door hemzelf gebruikte Rb- en Cs-zouten (l.c. pag. 176). Zooals mij bij het nagaan van de reacties met RbCl en CsCl op antimoon en bismuth is gebleken, verdienen de boven aangehaalde onderzoekingen van SAUNDERS en van BRIGHAM bijzonder de aandacht, doch hierover later.

In 1885 beschreef HAUSHOFER¹⁾ de toen reeds door H. BEHRENS²⁾ gegeven reactie met caesiumchloride op aluminiumsulfaat: de vorming van caesiumaluin. Later, in 1899 kwam het bekende werk van laatstgenoemden schrijver³⁾ uit, waarin deze het caesiumchloride aanbeveelt als reagens op de elementen Pb, Cu, Pt, Rh, Ru, Os, Sn, Si, Al, Bi, Sb, S en Te en het rubidiumchloride op Pt, Ir, Ti, Zr, Si en Bi.

A. C. HUYSE (1900)⁴⁾ gaf afbeeldingen van de door BEHRENS beschreven kristallen en bovendien van rubidium- en caesium-bismuth thiosulfaat en van caesium-indiumsulfaat (vermoedelijk aluin).

C. G. HINRICH noemde in 1904⁵⁾, behalve de reeds door anderen gegeven reacties, eene met RbBr en zoutzuur op Cu, waarbij hij een geel(?) zout verkreeg en eene met CsBr en en zoutzuur op Cu, gevende granaatroode kristallen als reactieproduct. Hij gaf ook het CsCl met zoutzuur aan als reagens op kwikchloride; de door hem gegeven afbeelding van de verkregen kristallen vergoedt echter niet de afwezigheid van eene behoorlijke kristalbeschrijving.

FILIPPO en MEERBURG leverden in 1905⁶⁾ eene betere beschrij-

1) HAUSHOFER, *Mikroskopische Reactionen*, 12.

2) *Kon. Acad. v. W.* 1881, 2e reeks Natuurkunde, 17e deel.

3) BEHRENS, *Mikrochemische Analyse* waarvan de eerste druk in 1894 verscheen, na in 1890 reeds te zijn opgenomen in de *Annales de l'Ecole polytechnique de Delft VI*, 82—176.

4) A. C. HUYSE, *Atlas zum Gebrauche bei der mikrochem. Analyse*.

5) C. G. HINRICH, *First Course in Microchemical Analysis*.

6) *Chemisch Weekbl.* 2, 641.

ving van de dubbelchloriden van Rb en van Cs met Cu; het 2 CsCl. CuCl₂ kristalliseert echter niet in het rhombische stelsel, zooals ook door WELLS en DUPEE in 1894¹⁾ was aangegeven, doch, zooals mij bleek, in het tetragonale.

Door N. SCHOORL (1907—1908)²⁾ zijn uitvoerig, kritisch behandeld eenige reacties van rubidium- en caesiumchloride op de zware metalen.

Van de vroeger niet door anderen voor dat doel gebruikte dubbelzouten, van belang voor de microchemie, komt men in dit werk tegen, de dubbelchloriden van caesium met lood en met cadmium.

Eindelijk vestigde WAGENAAR in 1913³⁾ nogmaals de aandacht op de bruikbaarheid van Rb- en Cs-chloride voor de microchemie. Het zij voldoende te vermelden, dat hij (behalve de reeds bekende), kristallijne reactieproducten verkreeg van caesiumchloride met Co-, Fe-, Zn- en Mn-zouten. Reeds bij de lezing van WAGENAAR's verhandeling lijkt het de moeite waard, zijn proeven nauwkeuriger, meer systematisch en uitvoeriger te herhalen.

Tot nu toe zijn rubidium- en caesiumzouten in de microchemie slechts fragmentarisch bestudeerd. De mogelijkheid, dat nog meer Rb- en Cs-dubbelzouten, ook voor andere metalen dan de door bovengenoemde schrijvers behandelde, voor de identificatie geschikte reactieproducten zouden kunnen zijn en wellicht het rubidium- en het caesiumchloride zelfs tot algemeene reagentia waren te maken, deed het wenschelijk en interessant schijnen, het gedrag van de chloriden dezer beide merkwaardige alkali-metalen meer systematisch na te gaan ten opzichte van de voornaamste metaalzouten, en wel van de chloriden, nitraten en sulfaten. De zouten werden onder verschillende reactieverhoudingen samengebracht en wel zoo, dat

¹⁾ *Zeitschr. f. anorg. Chem.* 5, 300.

²⁾ *Chem. Weekbl.* 4 en 5 en *Zeitschr. f. Anal. Chem.* 16, 17 en 18.

³⁾ *Pharm. Weekbl.* 5, 273.

- 1^o. aan de oplossing van het te identificeren zout in water het vaste reagens werd toegevoegd;
- 2^o. aan de oplossing van het zout in 4 N zoutzuur, het vaste reagens;
- 3^o. aan het vaste zout een verzadigde oplossing van het reagens en
- 4^o. aan het vaste zout een verdunde oplossing (1 %) van het reagens werd toegevoegd.

Voor de oplossingen van het zout in water of in 4 N zoutzuur werden ook de meer geconcentreerde (zoo mogelijk met 10 % van het metaal) onderzocht.

Met het „vaste zout” is steeds bedoeld het uit de oplossing door uitdampen verkregene, zooals het ook bij de analyse zal worden afgescheiden.

Bij de reactie op het vaste zout met de verzadigde oplossing van het reagens werd steeds gebruik gemaakt van een dekglas, waardoor verdamping wordt voorkomen en verwarmen mogelijk is. Het gebruik van kleine dekglasjes is te verkiezen, niet alleen omdat dan weinig reagens noodig is, maar ook, omdat het object niet over een groot oppervlak kan worden weggespoeld. Aanbeveling verdient het, kleine hoeveelheden der te onderzoeken stof te nemen, daar anders de zoutmassa zich niet gemakkelijk geheel laat bevochtigen.

Om de beschrijving van de verschillende reacties overzichtelijk te maken, zijn de formules van de gekristalliseerde reactieproducten vooraangezet; ook elders is overigens uitgegaan van de gedachte, dat kortheid en overzichtelijkheid in dit geval van meer belang zijn dan linguïstische sierlijkheden.

De bepalingen der gevoeligheidsgrens zijn verricht van de voornaamste reacties en wel de relatieve ¹⁾ bij de reacties in de oplossingen sub 1^o en 2^o (zie boven) en de absolute ¹⁾ bij de reacties op de vaste stof sub 3^o en 4^o. Met de relatieve gevoelig-

¹⁾ Zie: N. SCHOORL 1907, *Chem. Weekbl.* 4, 307 of *Zeitschr. f. anal. Chem.* 46, 663 en ook F. EMICH 1911, *Lehrbuch d. Mikrochemie*, 2 en 45.

heidsgrens wordt bedoeld laagste de concentratie in procenten van de te identificeren opgeloste stof, waarbij de typische reactie nog duidelijk optreedt. De absolute gevoeligheidsgrens is de kleinste hoeveelheid stof, waarmee het gewenschte reactieproduct, microscopisch goed waarneembaar, ontstaat. Wanneer men aanneemt met een druppel van 1 m.M.³ in 't algemeen te kunnen volstaan, dan zou een relatieve gevoeligheidsgrens van 1% overeenkomen met een absolute van 10 μ g. Van enkele dubbelzouten zou het wenschelijk zijn geweest, analyses te maken, om de formules te kunnen vaststellen. Door de abnormale tijdsomstandigheden waren echter niet de voor quantitative bepalingen noodige hoeveelheden rubidium- en caesiumchloride te verkrijgen.

De literatuur over de uitgekristalliseerde zouten (reactieproducten) is genoemd onder de beschrijving van den eersten vorm van reactie, waarbij het betreffende reactieproduct optreedt.

De meest voorkomende metalen werden behandeld bijv. niet de edele metalen en de zeldzame aarden; ze werden gerangschikt naar de volgorde van de electrochemische spanningsreeks, ontleend aan „Abhandlung der deutschen Bunsen Gesellschaft, Messungen elektromotorischer Kräfte galvanischer Ketten von ABEGG, AUERBACH und LÜTHER, 1911 und 1915" d.i. Hg, Ag, Cu, As, Bi, Sb, Sn, Pb, Ni, Co, Cd, Fe, Cr, Zn, Mn, Al, Mg, Ca, Sr, Na, Ba, K en Li.

Als algemeene regel is aangenomen, dat waar bij eene reactie meer dan één product ontstaat, de volgorde van het ontstaan overeenkomt met de volgorde in de beschrijving.

Van de voornaamste dubbelzouten zijn afbeeldingen gemaakt, voor zoover ze niet reeds door anderen zijn gegeven.

Men zie hiervoor het boek van BEHRENS en den atlas van HUYSSSE (zie noot 3 en 4 op pag. 2).

KWIK.

Reagens: RbCl.

Methode 1^o. Oplossing HgCl_2 in water + vast reagens.

Hier onstaat geen kristallijn reactieproduct, zelfs niet uit eene bijna verzadigde oplossing van het kwikchloride (3 % Hg), tenzij de oplossing indroogt, in welk geval ontstaat:

Z 3—4—1 *dunne naalden*, als een netwerk rechthoekig over elkaar liggend; r. en ook wel sch. uitd. Later ontstaat met niet te veel reagens

Z 1—5 *prisma's*, recht of schuin afgesneden, deels recht, deels scheef uitd. De kristallen worden niet zoo lang als met de verdunde opl. van het reagens op het vaste sublimaat.

Zie overigens afbeelding I, 1.

Litt. Z 3—4—1 en Z 1—5, Foote en Levy, 1906, Amer. chem. Journal 35, 240.

Oplossing $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

Z 3—4—1 *dunne naalden*, als boven beschreven, als eene breede band om het reagens voortschrijdende, aan den kant van het RbCl weer oploosend.

HgSO_4 is in water niet voldoende oplosbaar.

Methode 2^o. Oplossing HgCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 1—5 *prisma's*, recht en schuin afgesneden, geheel als bij vast HgCl_2 + verdunde opl. reagens. Ontstaan slechts uit zeer geconc. opl. (10 % Hg); uit meer verdunde geenerlei kristallisatie. Zie afbeelding I, 1.

Oplossing $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ of HgSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reagens

Z 1—5 *prisma's* als met HgCl_2 onder dezelfde condities.

Methode 3^o. Vast HgCl_2 + verzadigde opl. reagens.

Hier ontstaat door al te snelle reactie eene onbruikbaar fijne kristallisatie.

Vast $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

Geelkleuring van de kristallen wijzende op de vorming van geel basisch zout resp. oxyde.

RbNO_3 *lange naalden*, schuin afgesneden, r. uitd., zeer zwak anisotroop, tot bossen aaneengegroeid en

Z 1—5 *prisma's*, schuin afgesneden, sterk anisotroop, r. uitd.

Vast HgSO_4 + verzadigde opl. reagens.

Basisch zout, amorph, onbruikbaar en ook fijne *naalden* met niet nader vast te stellen samenstelling.

Methode 4^o. Vast HgCl_2 + verdunde opl. reagens.

Z 1—5 *prisma's*, recht of schuin afgesneden, deels r., deels sch. uitd. Ontstaan slechts te midden van de sublimaatkristallen.

Gevoeligheidsgrens: 60 μg Hg.

Vast $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ of HgSO_4 + verdunde opl. reagens.
geen kristallijn reactieproduct.

Reagens: CsCl .

Methode 1^o. Oplossing HgCl_2 in water + vast reagens.

Z 1—5 *dunne, platte naalden*, schuin afgesneden, die enkel in geconc. opl. (3 % Hg) vóorbijgaand optreden, r. uitd. Volgens WELLS monoklien, prismatisch. Zie afbeelding I, 2, f.

Z 1—2 *dikke prisma's*, schuin afgesneden, zeer zwak anisotroop, volgens WELLS monoklien, prismatisch. Ze ontstaan langzaam.

Zie afbeelding I, 2, e.

Indien te veel reagens is gebruikt ontstaan ze niet of maken spoedig plaats voor

Z 1—1 *a. kuben*, hoofdproduct van de reactie, bij meer (dimorph) verdunde opl. en vanaf 1 % Hg uitsluitend product. Zie afbeelding I, 2, d.
Gevoeligheidsgrens 0.1 % Hg.

b. *platte ruiten*, r. uitd., rhombisch volgens WELLS, ontstaan enkel uit meer geconcentreerde opl. (3 % Hg) met veel reagens.

Zie afbeelding I, 2, c.

Z 2—1 *prisma's, schuin afgesneden*, plat, sterk anisotroop, r. uitd.; enkel uit geconcentreerde opl. (3 % Hg) optredend en met veel reagens.

Zie afbeelding I, 2, b.

Z 3—1 *dubbelpyramiden*, verbonden door korter of langer prisma, r. uitd., op den top gezien isotroop, tetragonaal en niet rhombisch, zooals volgens WELLS („rhombisch bipyramidaal”). Overmaat reagens is noodzakelijk.

Zie afbeelding I, 3, a.

Litt. Z 1—5, Z 1—2, Z 1—1 (*regulier en rhombisch*), Z 2—1 en Z 3—1, Wells, 1892, *Zeitschr. f. anorg. Chem.* 2, 403-408. Z 2—1 Godeffroy, 1875, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.* 8, 9.

Oplossing $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ in water + reagens.

Z 1—1 *kuben*, in de niet te geconcentreerde opl., bijv. met niet meer dan 1 % Hg, daar anders caesiumnitraat kan uitkristalliseeren. Hier is weinig reagens te gebruiken,

Z 3—1 *dubbelpyramiden*, tetragonaal, ontstaan alleen met veel reagens in de oplossing met $\pm 1\%$ Hg, bij indrogen aan den rand van den druppel, zeer fraai, tot 100 μ groot.

De andere dubbelchloriden werden hier niet waargenomen.

HgSO_4 niet voldoende in water oplosbaar.

Methode 2^o. Oplossing HgCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 1—1 a. *kuben*, hoofdproduct dezer reactie, wanneer weinig reagens wordt gebruikt, Gevoeligheidsgrens 0,5 % Hg.

b. *platte ruiten*, r. uitd. Deze vorm treedt enkel in bepaalde concentratie (bijv. 1 % Hg) op, naast de kuben.

Z 2—1 *prisma's* als uit de waterige opl.; in dit geval ook als *lange naalden*.

- Z 3—1 *dubbelpyramiden met prisma's*, als uit de waterige opl., met nog meer reagens dan voor Z 2—1 noodig was. Enkel in oplossingen met 0,5—0,25 % Hg.

Oplossing $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

- Z 1—5 *fijne, r. uitd. naaldjes*, schuin afgesneden, alleen met de verzadigde opl.

Zie afbeelding 1, 3, f.

- Z 1—1 *kuben* als met de opl. van het chloride in 4 N zoutzuur, ook hier het hoofdproduct van de reactie.

- CsNO_3 *prisma's*, schuin afgesneden, zeer zwak anisotroop, ontstaan alleen in de meer geconcentreerde opl., bijv. met meer nitraat dan overeenkomt met 10 % Hg.

Oplossing HgSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reag. (Het sulfaat is niet gemakkelijk geheel helder op te lossen).

- Z 1—1 *kuben* als met de oplossing van het chloride.

- Z 2—1 *dunne naalden*, r. uitd., ontstaan pas later.

Methode 3^o. Vast HgCl_2 + verzadigde opl. reagens.

- Z 3—1 *dubbelpyramiden met prisma's* als met de oplossing in water. Op eenigen afstand van het sublimaat; ontstaan niet altijd.

- Z 2—1 *prisma's* als uit de waterige oplossing; hier te midden van de sublimaatkristallen.

Zonder dekglas ontstaat hier onbruikbaar fijne kristallisatie.

Vast $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

- Z 1—5 (?) *naaldjes*, zeer fijn, anisotroop, voorbijgaand.

- Z 3—1 *dubbelpyramiden met prisma's* als in de waterige oplossing met vast reagens,

Vast HgSO_4 + verzadigde opl. reagens.

- Z 1—5 (?) *naaldjes*, zeer fijn, anisotroop, r. uitd.

- Z 1—1 *kuben*, verder verwijderd van het kwiksulfaat.

- Z 3—1 *dubbelpyramiden met prisma's*, als in de waterige oplossing met vast reagens.

Deze kristallisaties werden verkregen, wanneer het kwiksulfaat uit zoutzure oplossing was uitgedampt. Het uit de oplossing in verdund zwavelzuur door uitdampen verkregen zout leverde geen kuben, doch wel het rhombische Z 1—1 en ook langzaam naalden van Z 2—1; overigens als boven.

Methode 4^o. Vast HgCl_2 + verdunde opl. reagens.

Z 1—5 *platte naalden*, schuin afgesneden, sterk anisotroop, r. uitd.; treden voorbijgaand op, met niet te weinig Hg en wel direct.

Z 1—2 *dikke prisma's*, als beschreven bij de reactie van vast reagens op de waterige oplossing van HgCl_2 , ontstaan onmiddellijk na Z 1—5. Wanneer niet te veel vloeistof (CsCl opl.) is gebruikt, blijven deze kristallen en groeien nog, terwijl Z 1—5 reeds verdwenen is. Gevoeligheidsgrens 12 μg Hg.

Vast $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ + verdunde opl. reagens.

behalve een onbruikbaar fijn reactieproduct ook nog

Z 1—5 *fijne*, anisotrope *naaldjes* op eenigen afstand als een band rondom het kwiknitraat.

Z 1—1 *kuben* buiten bovengenoemde zône van naaldjes.

Vast HgSO_4 + verdunde opl. reagens.

geeft geenerlei kristallijn reactieproduct.

Het kubische Z 1—1 is een goed reactieproduct ter identificatie van kwik. De beste wijze van reageeren is het chloride op te lossen in zoutzuur en aan den druppel daarna eene kleine hoeveelheid reagens toe te voegen.

ZILVER.

Reagens: RbCl.

Methode 3^o. Vast AgCl + verzadigde opl. reagens.

- Z 2—1 *prisma's en lange naalden*, recht of schuin afgesneden, r. uitd., 50—600 μ , doch ook zeer dun en klein, bij verwarming zeer lang. Dezelfde vormen als van 2 CsCl. AgCl.
(Zie afbeelding I, 3, a).
Gevoeligheidsgrens 1 μ g Ag.

Vast AgBr + verzadigde opl. reagens.

- Z 2—1 *prisma's en lange naalden* ontstaan wat langzamer dan met AgCl, doch beter bij verwarming en dan dezelfde kristallen.
Gevoeligheidsgrens 5 μ g Ag.

Vast AgI + verzadigde opl. reagens.
geeft geen kristallisatie.

Vast AgCN + verzadigde opl. reagens.

- Z 2—1 *prisma's en lange naalden* ontstaan ongeveer even snel als met AgCl.
Gevoeligheidsgrens 0,5 μ g Ag.

Vast AgSCN + verzadigde opl. reagens.

- Z 2—1 *prisma's en lange naalden* als met AgCl, doch eerst na verwarmen; zij groeien ten koste van het tegelijkertijd ontstane
2 RbSCN.AgSCN *prisma's*, schuin, ook wel recht afgesneden, geheel gelijk aan het onder dezelfde omstandigheden gevormde caesiumdubbelchloride.

Litt. RbSCN.AgSCN, Wells 1906, Am. chem. Journal, 28, 285.

Over het dubbelchloride geen literatuur gevonden.
De formule is gegeven naar analogie van het caesiumdubbelzout.

Vast AgNO_3 + verzadigde opl. reagens.

- Z 2—1 *prisma's en lange naalden* als met AgCl .
Gevoeligheidsgrens $0,6 \mu\text{g Ag}$.

Vast Ag_2SO_4 + verzadigde opl. reagens.

- Z 2—1 *prisma's en lange naalden* als met AgCl .
Gevoeligheidsgrens $1 \mu\text{g Ag}$.

Reagens: CsCl .

Methode 3^o. Vast AgCl + verzadigde opl. reagens.

- Z 2—1 *prisma's en lange naalden*, recht of schuin afgesneden, r. uitd., $50-600 \mu$, doch ook zeer dun en klein. Volgens PENFIELD rhombisch. Deze heeft eene nauwkeurige kristalbeschrijving gegeven. De kristallen vallen bij toevoeging van water uiteen onder afscheiding van AgCl . Zie afbeelding I, 3, a.
Gevoeligheidsgrens $1 \mu\text{g Ag}$.

- Z 1—1 *rechthoekige plaatjes*, zeer dun, dikwijls iriseerend bij opvallend licht; veelal door snellen groei onregelmatig van vorm. Van boven gezien geen anisotropie waarneembaar, op zij gezien r. uitd.; $150-500 \mu$. Ontstaan door verwarming, waarbij Z 2—1 verdwijnt, dat echter in de koude weer langzaam terugkomt ten koste van Z 1—1.
Z 1—1 valt eveneens bij toevoeging van water uiteen onder afscheiding van AgCl .
Zie afbeelding I, 3, b.

Litt. Z 2—1 en Z 1—1 Wells en Wheeler (in medewerking met den kristallograaf Penfield) 1892, Zeitschr. f. anorg. Chem. 2, 30.

Vast AgBr + verzadigde opl. reagens.

- Z 2—1 *prisma's en lange naalden* ontstaan wat langzamer dan met AgCl , beter na verwarming en dan krijgt men dezelfde kristallen.
Gevoeligheidsgrens $5 \mu\text{g Ag}$.

Z 1—1 *dunne rechth. plaatjes* als met AgCl.

Vast AgI + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1 *prisma's en lange naalden* in de koude zeer langzaam, in de warmte iets beter.

Z 1—1 ontstaat hier niet.

Vast AgCN + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1 *prisma's en lange naalden* ontstaan en zien er uit als die met AgCl.

Gevoeligheidsgrens 0,5 μ g Ag.

Z 1—1 *dunne, rechth. plaatjes* als met AgCl.

Vast AgSCN + verzadigde opl. reagens.

Z 1—1 *dunne, rechth. plaatjes* treden hier direct op in de koude.

2 CsSCN.AgSCN, *prisma's*, schuin, ook wel recht afgesneden, r. uitd., sterk anisotroop, ontstaan eerst na verwarmen tegelijk met sterk lichtbrekende druppels.

Van de drie door WELLS l.c. beschreven dubbelrhodaniden CsSCN.AgSCN, 2CsSCN.AgSCN en 3CsSCN.AgSCN is het tweede waarschijnlijk het hier optredende, gezien de door W. opgegeven ontstaansvoorwaarden en kristalvormen.

Z 2—1 *prisma's en lange naalden* ontstaan ten koste van de vorige vormen na verwarming en bekoelen langzaam en fraai.

Litt. 2CsSCN.AgSCN: Wells 1906, Am. chem. J. 28, 263.

Vast AgNO₃ + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1 *prisma's en lange naalden* als met het chloride. Gevoeligheidsgrens 0,6 μ g Ag.

Z 1—1 *plaatjes* als met het chloride.

Vast Ag₂SO₄ + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1 *prisma's en lange naalden* als met het chloride, doch niet zoo spoedig, soms kristallen met korte verticaalas.

Gevoeligheidsgrens 1 μ g Ag.

Z 1—1 *plaatjes* als met het chloride (na verwarming).

Het caesiumchloride in verzadigde oplossing bleek voor alle bovengenoemde zilverzouten een bruikbaar reagens te zijn. Rubidiumchloride is enkel voor het zilverjodide niet geschikt.

Merkwaardig is, dat de zoo weinig in water oplosbare zilverhalogeniden reageeren onder vorming van de veel meer oplosbare en veel grover kristallijne dubbelzouten met RbCl en CsCl . De grootere oplosbaarheid van $2\text{CsCl}.\text{AgCl}$ werd aangetoond door AgCl te schudden met verzadigde CsCl oplossing en de vloeistof met zwavelwaterstofgas te behandelen, waardoor een flink pp. van Ag_2S ontstond. Het ontstaan dezer dubbelzouten moet dus worden verklaard door hun sterk complex karakter, zoodat de Ag -ionen in waterige oplossing eene geringere concentratie hebben, dan met het ionenproduct der zilverhalogeniden overeenkomt.

K O P E R.

Reagens: RbCl.

Methode 1^o. Oplossing CuCl_2 in water + vast reagens.

Z 2—1—2 *prisma's*, schuin afgesneden, dichroëtisch: groenblauw (bijna kleurloos); sterk anisotroop, r. uitd. Bij omkristalliseeren isotrope, pinakoïdale plaatjes. Volgens WIROUBOFF (zie GROTH l.c.) ditetragonaal, bipyramidaal.

Zie afbeelding I, 4.

Gevoeligheidsgrens 2 0/0 Cu.

Oplossing $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens

Z 2—1—2 *prisma's* als met het chloride.

Oplossing CuSO_4 in water + vast reagens.

Z 2—1—2 *prisma's* als met het chloride.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *ruitvormige prisma's*, kleurloos, sterk anisotroop, r. of sch. uitd., monoklien. Mohr's zout-type. Alleen met veel reagens in de geconc. opl. (bijv. 10 0/0 Cu). Gelijkt veel op het isomorphe, overeenkomstige Ni-zout.

Zie afbeelding II, 3.

Litt. Z 2—1: R. Godeffroy, 1875, Ber, d. deutsch. chem. Ges. 8, 10—11.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: Groth, Chem. Krist. 2, 531, naar Tutton, 1896.

Methode 2^o. Oplossing CuCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1—2 *prisma's* als in de waterige oplossing.

Gevoeligheidsgrens 0,1 0/0.

Oplossing $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1—2 *prisma's* als met het chloride.

Gevoeligheidsgrens 1 0/0 Cu.

Oplossing CuSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reag.
 Z 2—1—2 *prisma's* als met het chloride.
 het dubbelsulfaat verschijnt hier niet.

Methode 3⁰. Vast CuCl_2 + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1—2 *prisma's* als met de oplossing.
 Gevoeligheidsgrens 0,6 μg Cu.

Vast $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.
 Z 2—1—2 *prisma's* als met het chloride.

RbNO_3 *prisma's*, kleurloos, schuin afgesneden, zwak
 anisotroop. Ontstaan alleen met veel koper-
 nitraat naast het Z 2—1—2.

Vast CuSO_4 + verzadigde opl. reagens.
 $\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's* als met de opl. in water en
 vast reagens, zeer fraai, vooral na verwarmen.
 Gevoeligheidsgrens 0,3 μg Cu.

Methode 4⁰. Vast CuCl_2 of $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ + verdunde opl. reagens.
 geen kristallijn reactieproduct.

Vast CuSO_4 + verdunde opl. reagens.
 de kristal massa wijzigt zich; ongeschikt voor
 herkenning.

Reagens: CsCl .

Methode 1⁰. Oplossing CuCl_2 in water + vast reagens.

Z 1—1 *dubbelpyramiden*, zeer spits, granaatrood, r. uitd.,
 veelal in bundels gegroepeerd, volgens WELLS
 hexagonaal.
 Gevoeligheidsgrens 5 $\%$ Cu. In meer verdunde
 opl. verschijnt Z 1—1 ook nog, met niet te
 veel reagens bij indrogen, aan den rand van
 den druppel. Zie afbeelding II, 1, b.

Z 2—1 *prisma's* met *dubbelpyramiden*, geel, r. uitd. en
plaatjes, ook geel, vierkant, isotroop (pinakoïdaal).
 Dit zout is dus tetragonaal en niet ortho-
 rhombisch, zooals volgens WELLS en DUPEE
 l.c. De kristallen ontstaan vlak bij (met een
 overmaat van —) het reagens.
 Gevoeligheidsgrens 2 $\%$ Cu.
 Zie afbeelding II, 1, a.

Oplossing $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

- CsNO_3 *prisma's* schuin afgesneden en
 vierkante plaatjes, evenals de *prisma's* kleur-
 loos en zwak anisotroop, r. uitd. Ontstaan
 alleen in geconcentreerde oplossing, bijv. met
 een nitraatgehalte als overeenkomt met 10% Cu.
- Z 1—1 *dubbelpyramiden*, spits, granaatrood, als met de
 oplossing van het chloride.
- Z 2—1 *prisma's* met *dubbelpyramiden*. geel, als met
 de oplossing van het chloride.
 Gevoeligheidsgrens 5% Cu.

Oplossing CuSO_4 in water + vast reagens.

- Z 1—1 ontstaat hier niet.
- Z 2—1 *prisma's*, geel, r. uitd., als met de oplossing
 van het chloride.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, schuin afgesneden,
 kleurloos, sch. en r. uitd., dus monoklien,
 Mohr's zout-type. Ontstaan niet gemakkelijk en
 alleen in geconc. opl., bijv. met 10% Cu en
 weinig reagens. Zie voor den kristalvorm, die
 van het overeenkomstige Ni-zout.

Afbeelding II, 4.

Litt. Z 1—1 en Z 2—1; H. L. Wells en L. C.
Dupee 1894, Zeitschr. f. anorg. Chem. 5, 300.
Filippo en Meerburg 1905, Chem. Weekbl.
2, 642.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: *Groth 1908, Chem.*
Krist. 2, 531, naar *Tutton 1896, Zeitschr. f.*
Krist. 27, 123.

Methode 2^o. Oplossing CuCl_2 in 4 N zoutzuur + vastreag.

- Z 1—1 *dubbelpyramiden*, roode, als met de oplossing
 in water, doch hier in de geconcentreerde
 opl., bijv. met 10% Cu, met niet te veel
 reagens, uitsluitend optredend reactieproduct.
 Gevoeligheidsgrens 5% Cu.
- Z 2—1 *prisma's* en *plaatjes*, gele, als met de oplossing
 in water, doch hier met veel meer reagens.
 Gevoeligheidsgrens 0,25% Cu.

Oplossing $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ of CuSO_4 in 4 N zoutzuur
+ vast reagens.

Z 1—1 *dubbelpyramiden*, roode, en

Z 2—1 *prisma's* en *plaatjes*, gele, als met het chloride.

Methode 3^o. Vast CuCl_2 + verzadigde opl. reagens.

Z 1—1 *dubbelpyramiden*, roode, als met de opl. in
water. Ze maken plaats voor

Z 2—1 *prisma's*, gele, als met de opl. in water.
Gevoeligheidsgrens 0,3 μg Cu.

Vast $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

CsNO_3 *prisma's*, schuin afgesneden en vierkante *plaatjes*,
alle zwak anisotroop en r. uitd. als met de
geconc. opl. van het nitraat in water.

Z 1—1 *dubbelpyramiden*, roode, als bij het chloride,
plaats makende voor

Z 2—1 *prisma's*, gele.

Vast CuSO_4 + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1 *prisma's*, gele, als met het chloride.

Z 1—1 treedt hier niet op.

Vast CuCl_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ of CuSO_4 + verdunde opl. reag.
Geen kristallijn reactieproduct.

FILIPPO en MEERBURG l.c. geven voor de reactie met CsCl bij de oplossing van het koperzout in water met een weinig zoutzuur aan, dat hoeveelheden van 0,0001 mg Cu nog gemakkelijk kunnen worden aangetoond. Het reactieproduct zal in zoo'n geval het gele Z 2—1 zijn, want allicht wordt dan naar verhouding tot de geringere hoeveelheid koperzout een groote overmaat reagens toegevoegd. De caesium-koperchloriden zijn door hunne kleur gemakkelijk te herkennen, maar de reactie met vast RbCl op de zoutzure oplossing is gevoeliger, terwijl toch ook de sterk anisotrope, schuin afgesneden *prisma's* van dit rubidiumdubbelchloride Z 2—1—2 zeer kenmerkend zijn.

ARSENICUM.

Reagens: RbCl.

Volgens de tot nu toe gevolgde methoden kon geen kristallijn reactieproduct worden verkregen, echter wel op de volgende wijze:

Eene verzadigde oplossing van As_2O_3 in 4 N zoutzuur werd door voorzichtig verwarmen geconcentreerd, hieraan een weinig vast RbCl toegevoegd en afgekoeld, waardoor ontstond:

Z 3—2 gele, anisotrope kristal massa, waarin geen vormen waren te herkennen.

Litt. Z 3—2: H. L. Wheeler 1893, Zeitschr. f. anorg. Chem. 4, 453.

Reagens: CsCl.

Ook hier werd, alleen volgens de methode als bij RbCl beschreven, een dubbelzout verkregen.

Eene verzadigde opl. van As_2O_3 in 4 N zoutzuur voorzichtig door verwarmen geconcentreerd, daarna vast CsCl toegevoegd en afgekoeld. Waargenomen werd

Z 3—2 (nagenoeg —) vierkante- of rechthoekig afgesneden kristallen, de hoeken schuin afgesneden, geel, r. uitd. volgens diagonaal. WHEELER l.c. geeft van deze „rhomboëdrisch, hemiëdrische kristallen eene nauwkeurige beschrijving.

Litt. Z 3—2: H. L. Wheeler 1893, Zeitschr. f. anorg. Chemie. 4, 453.

Voor de practische herkenning van Arseen lijken mij deze kristallisaties niet geschikt. Daar zij slechts bij hooge Arseenconcentratie optreden, zal men in het algemeen ook geen hinder daarvan ondervinden bij de reacties met RbCl en CsCl op andere metalen.

BISMUTH.

Reagens: RbCl.

Methode 2°. Oplossing BiCl_3 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ of $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Z 3—1 *ruiten*, kleurloos, zeer dun, soms iriseerend, r. uitd. volgens diagonaal. De hoeken bedragen 115° . Rhombisch volgens Behrens l.c. Gevoeligheidsgrens 0,5 % Bi.

Z 23—10 *plaatjes*, zeshoekig, kleurloos, isotroop,

(Z 3—2 ?) op zij gezien (scheef liggend) anisotroop, r. uitd. De hoeken bedragen 120° , de kristallen zijn dus hexagonaal. Ontstaan enkel uit de geconc. opl., bijv. met 10 % Bi en met weinig reagens. De formule Z 3—2 is waarschijnlijker, omdat de analytici REMSEN en BRIGHAM van de door hen gegeven formule Z 23—10, zelf niet zeker zijn en naar analogie van de door mij eveneens als hexagonale plaatjes herkende zouten: 3 CsCl.2 BiCl_3 , 3 RbCl.2 SbCl_3 en 3 CsCl.2 SbCl_3 .

Litt. Z 3—1: Remsen en Brigham, 1892, Am. chem. Journal 14, 172;

Godeffroy 1875, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 8, 9, gaf de formule Z 6—1;

Behrens 1899, Mikrochem. An. 108, gaf de formule Z 2—1—2 $\frac{1}{2}$.

Z 23—10: Remsen en Brigham l.c. onder Z 3—1.

Methode 3°. Vast BiCl_3 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ of $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ + verzadigde opl. reagens.

Z 3—1 *ruiten* als met de oplossing in 4 N zoutzuur. Bij verwarmen dikker en blijken dan sterk anisotroop.

Z 23—10 *plaatjes, zeshoekig*, ontstaan met veel bismuthzout, vooral bij verwarmen mooi. Zie bij de reactie in 4 N zoutzuur.

Methode 4^o. Vast BiCl_3 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ of $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ + verd. opl. reagens.
Geen kristallijn reactieproduct.

Reagens: CsCl .

Methode 2^o. Oplossing BiCl_3 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ of $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Z 3—1 *ruiten* als met rubidiumchloride; minder goed bruikbaar, te fijne kristallen met geconc. opl., wel met meer verdunde, bijv. met 5% Bi. De hoek bedraagt 115°. Rhombisch. Gevoeligheidsgrens 0,05% Bi.

Z 3—2 *plaatjes, zeshoekig, hexagonaal*, als met rubidiumchloride, ook hier alleen uit de geconc. opl. met weinig reagens. De hoek bedraagt 120°.

Litt. Z 3—1: Remsen en Brigham 1892, Am. chem. Journal 14, 192;

Godeffroy 1875; Ber. d. deutsch. chem. Ges. 8, 9;

Behrens 1899, Mikrochem. An., 108.

Z 3—2: Remsen en Brigham l.c. onder Z 3—1.

Methode 3^o. Vast BiCl_3 en BiNO_3 + verzadigde opl. reagens.

Z 3—1 *ruiten* als met de opl. in 4 N zoutzuur, verwarmen is noodig.

Z 3—2 *plaatjes, zeshoekig*, als met de opl. in 4 N zoutzuur, enkel bij verwarmen; als met rubidiumchloride alleen wanneer veel bismuthzout aanwezig is.

„ Vast $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ + verzadigde opl. reagens.

Z 3—1 *ruiten*, eerst na verwarming.

Z 3—2 werd hier niet opgemerkt.

Methode 4^o. Vast BiCl_3 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ of $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ + verdunde opl. reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Bismuthnitraat en -sulfaat in 4 N zoutzuur zijn, evenals het

chloride goed bruikbare vormen om bismuth aan te toonen. Bij gebruik van het nitraat wordt het daarvan afkomstige salpeterzuur door 4 N zoutzuur voldoende onschadelijk gemaakt. Zie SCHOORL 1907, *Chem. Weekbl.* 4, 686.

Het meest opvallende reactieproduct is steeds het dubbelchloride Z 3—1, terwijl het hexagonale dubbelchloride Z 3—2, dat slechts uit meer geconcentreerde bismuthoplossingen ontstaat, isomorph is met het dubbeljodide, dat terecht door BEHRENS als de beste reactie op Bi (en Sb) wordt aanbevolen. Dit dubbeljodide is dus ook waarschijnlijk een Z 3—2 en is veel minder oplosbaar, zoodat ook het rhombische dubbelchloride Z 3—1 bij toevoeging van kaliumjodide daarin omslaat.

ANTIMONIUM.

De gebruikte methoden van reageeren zijn voor beide reagentia minder goed dan die met caesiumchloride, uitgevoerd volgens SCHOORL l.c. De optredende dubbelchloriden (ook de jodiden) zijn steeds van de samenstelling $Z 3-2$ en hexagonaal, als de overeenkomstige bismuthdubbelzouten; een $Z 3-1$ werd nooit aangetroffen. De reactie met $RbCl$ op de oplossing van $SbCl_3$ in 4 N zoutzuur heeft eene gevoeligheidsgrens van 2 % Sb ; die met $CsCl$ van 0,05 %. Met caesiumchloride worden hier echter zeer fijne en ook onregelmatig vergroeide kristallen verkregen. De toevoeging van KI , waarbij de roodbruine dubbeljodiden ontstaan brengt hierin niet veel verbetering.

De reacties met verzadigde of verdunde oplossing der reagentia op het vaste zout zijn onbruikbaar door de vorming van amorph basisch zout.

Litt. Remsen en Saunders 1892, Am. Chem. Journal 14, 152, geven als formule voor beide dubbelchloriden $Z 3-2$.

Wheeler 1893, Am. J. Sc. (Sill.) 46, 279.

Behrens 1899, Mikrochem. An. 110 geeft de formule $Z 2-1-2\frac{1}{2}$.

Schoorl 1907, Chem. Weekbl. 4, 564.

Wagenaar 1913. Pharm. Weekbl. 50, 274.

TIN.

Er treedt hier nooit een ander dubbelzout op dan het zeer weinig oplosbare Z 2—1, dat zelfs in geconc. zoutzuur (25 %) nog zoo weinig oplosbaar is, dat bij voorkeur in deze omgeving de reactie wordt uitgevoerd (zie SCHOORL l.c.) om beter ontwikkelde kristallen te krijgen.

Behalve de reactie in 4 N zoutzuur gaven de gevolgde methoden van reageeren m.n. die op het vaste tinchloride onbruikbaar fijne of geen kristallisaties.

De oplossing met 0,5 % Sn gaf met RbCl 40—90 μ groote octaëders van Z 2—1 en met CsCl van hoogstens 50 μ .

De gevoeligheidsgrens is in beide gevallen 0,005 % Sn.

Litt. Friedheim-Peters, 4, 1, 357.

Behrens, Mikrochem. An. 89.

Schoorl 1907, Chem. Weekbl. 4, 568 en 569

LOOD.

Reagens: RbCl.

Methode 1^o. Oplossing PbCl_2 in water + vast reagens.

PbCl_2 *ruiten en prisma's*, r. uitd., kleurloos, uit geconcentreerde opl., bijv. met 0,5 % Pb.

Z 1—2 (?) *prisma's*, schuin afgesneden (ruitvormig), ook kleurloos en recht uitd., dikker en sterk anisotroop. Gevoeligheidsgrens 0,25 % Pb.

Z 1—1 (?) *plaatjes*, vierkant, kleurloos, isotroop, dus pinakoidaal, schuin gezien anisotroop, dus tetragonaal.

De formules Z 1—2 en Z 1—1 naar analogie van de Cs-dubbelchloriden.

Oplossing $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

PbCl_2 *ruiten en prisma's* als met PbCl_2 opl.

Z 1—1 (?) *plaatjes* vierkant, als met de oplossing van het chloride.

Litt. PbCl_2 Behrens 1899, Mikrochem. Anal., 72.

Methode 2^o. Oplossing PbCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reagens.

PbCl_2 *ruiten en prisma's* als met de oplossing in water.

Oplossing $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ in 4 N zoutzuur + vast reag.

PbCl_2 *ruiten en prisma's* als met de opl. van PbCl_2 .

Methode 3^o. Vast PbCl_2 , PbSO_4 of $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + verz. opl. reag.

PbCl_2 *prisma's*, schuin afgesneden, slechts na verwarmen onder het dekglas.

Methode 4^o. Vast PbCl_2 , PbSO_4 of $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + verd. opl. reag.
Geen kristallijn reactieproduct.

Reagens: CsCl.

Methode 1^o. Oplossing PbCl_2 in water + vast reagens.

- PbCl_2 *ruiten*, r. uitd., kleurloos, in geconcentreerde opl.,
bijv. met 0,5 % Pb, skeletachtig uitgroeiend,
zeer dun, beter in meer verdunde oplossing,
bijv. met 0,25 % Pb, waarin ook
- Z 1—2 *prisma's*, schuin (ruitvormig) afgesneden, r. uitd.,
dik, sterk anisotroop en sterk lichtbrekend,
rhombisch volgens Campbell l.c.
- Z 1—1 *plaatjes* en *prisma's*, rechthoekig, kleurloos, r.
uitd. en isotrope, tot 100 μ groote, vierkante
pinakoïdale plaatjes, dus tetragonaal.
Gevoeligheidsgrens 0,05 % Pb.

Oplossing $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

- PbCl_2 *ruiten* als met de opl. van het chloride.
- Z 1—2 *prisma's* als met de opl. van het chloride.
- Z 1—1 *plaatjes* en *prisma's* als met de opl. van het
chloride.

*Litt. PbCl_2 : Behrens 1899, Mikrochem. An. 172,
Z 1—2 en Z 1—1, Campbell 1893, Am. J. Sc.
(Sill.) 45, 126.*

Methode 3^o. Vast PbCl_2 of $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

- Z 4—1 *rhomboëders*, r. uitd., soms tot zeshoekig kristal-
len uitgegroeid en dan isotroop. Hexagonaal.
Kleurloos. De kristallen zijn onder het dek-
glas om te kristalliseeren, wat echter in den
regel niet noodig is.
Gevoeligheidsgrens 0,2 μg .

Zie afbeelding I, 4.

Vast PbSO_4 + verzadigde opl. reagens.

- Z 4—1 *rhomboëders* als met het chloride of nitraat,
doch hier is verwarmen als regel wel noodig.

*Litt. Z 4—1: Campbell 1893. Amer. J. Sc. Sill
45, 126.*

Het dubbelchloride 4 $\text{CsCl} \cdot \text{PbCl}_2$ bleek een zeer goed bruik-

baar reactieproduct te zijn ter herkenning van lood, ook voor het weinig oplosbare loodsulfaat.

Z 1—1 is een in zoutzure oplossing uitsluitend en constant optredend reactieproduct, maar de kristallen zijn klein, hoogstens $20\ \mu$ en de gevoeligheid gering, nl. tot 0,1 % Pb.

NIKKEL.

Het chloride en het nitraat geven geen kristallijn reactieproduct; behalve dat de geconcentreerde oplossing, bijv. met 10 % Ni van het nitraat met vast RbCl of CsCl en ook het vaste nitraat met de geconc. opl. van die reagentia, RbNO_3 of CsNO_3 , als kleurlooze, zwak anistrophe, schuin afgesneden kristallen opleveren. Anders is het met het nikkelsulfaat:

Reagens: RbCl.

Methode 1^o. Oplossing NiSO_4 in water + vast reagens.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, schuin afgesneden, meestal *ruitvormig*, r. of sch. uitd., dus monoklien, ook met Rb_2SO_4 als reagens. Grootte van 20 tot 900 μ en grooter. Mohr's zout-type. Gevoeligheidsgrens 2 % Ni.

Zie afbeelding II, 3.

Litt. $\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: Groth, Chem. Krist. 2, 524, naar Tutton, 1896.

Methode 2^o. Oplossing NiSO_2 in 4 N zoutzuur + vast reagens.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's* als in waterige opl., doch alleen in geconc. opl., bijv. met een nitraatgehalte als overeenkomt met 10 % Ni.

Methode 3^o. Vast NiSO_4 + verzadigde opl. reagens.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's* als in waterige opl. Gevoeligheidsgrens 2 μg Ni.

Methode 4^o. Vast NiSO_4 + verdunde opl. reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Reagens: CsCl.

Methode 1^o. Oplossing NiSO_4 in water + vast reagens¹⁾.

¹⁾ Het gebruikte nikkelsulfaat en ook het chloride, bleek te zijn verontreinigd met kobalt, zoodat bij de reacties met CsCl het blauwe $3\text{CsCl} \cdot \text{CoCl}_2$ nu en dan in geringe hoeveelheid optrad.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, *prisma's*, schuin afgesneden, sch.,
ook wel r. uitd., tot 260μ groot, zeer mooi;
ook met Cs_2SO_4 als reagens. Mohr's zout-type.
Gevoeligheidsgrens 2‰ Ni.

Zie afbeelding II, 4.

*Litt. $\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: Groth, Chem. Krist. 2,
524 naar Tutton, 1896.*

Methode 2^o. Oplossing NiSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reagens.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, *prisma's* als bij de reactie in water,
doch hier alleen in geconc. opl., bijv. met
 10‰ Ni.

Methode 3^o. Vast NiSO_4 + verzadigde opl. reagens.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's* als in waterige opl.
Gevoeligheidsgrens $2 \mu\text{g}$ Ni.

Methode 4^o. Vast NiSO_4 + verdunde opl. reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

De reactie op nikkelsulfaat is zeer fraai, doch niet specifiek;
ook andere metalen geven isomorphe zouten van het Mohr's
zout-type, gelijkende op de hier verkregen kristallen en wel de
metalen Cu, Cd (verschijnt niet wanneer chloride aanwezig is),
Co, Fe, Zn, Mn en Mg.

KOBALT.

Raegens: RbCl.

Methode 1^o. Oplossing CoCl_2 in water + vast reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Oplossing $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

RbNO_3 *prisma's*, schuin afgesneden, kleurloos, weinig anisotroop, r. en sch. uitd., met veel reagens, enkel in geconc. opl., bijv. met een nitraatgehalte als overeenkomt met 10 % Co.

Oplossing CoSO_4 in water + vast reagens.

? *plaatjes*, vierkant en rechthoekig, kleurloos, r. uitd.; maken plaats voor

Rb_2SO_4 . $\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ruiten, r. of sch. uitd., langzaam groeiend tot 500 μ , rose, ontstaan ook met Rb_2SO_4 . Mohr's zout-type.

Zie afbeelding II, 3.

Z 3—1 (?) *prisma's*, blauw, tetragonaal, als het overeenkomstige 3 CsCl. CoCl_2 , naar analogie waarvan de formule Z3—1. Deze kristallen groeien ten kosten van bovengenoemd dubbelsulfaat, ze ontstaan alleen in geconc. opl. met bijv. 10 % Co met veel reagens (niet met caesiumsulfaat).

Litt. Rb_2SO_4 . $\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Groth. Chem. Krist. 2, 527, naar Tutton 1896.

Methode 2^o. Oplossing CoCl_2 , of $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Z 3—1 (?) *prisma's*, blauw, tetragonaal, als met de oplossing van het sulfaat in water.

? *prisma's*, violet, schuin afgesneden, sch. uitd., bijna altijd als onregelmatige kristalklumpen met geen volmaakte uitdoovingsrichting (vergroeïng), ze ontstaan langzamer dan het blauwe zout en daarnaast. Niet te weinig reagens!

- Oplossing CoSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reag.
 ? *plaatjes*, vierkant en rechthoekig, ook wel schuin afgesneden, kleurloos, r. uitd., ongeveer als bij de oplossing in water; verdwijnen weer.
 $\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *ruiten*, r. of sch. uitd., tot 200 μ , als met de oplossing water, doch niet altijd ontstaande.
 Z 3—1 (?) *prisma's* blauw, als in waterige opl., ter plaatse van veel reagens. Later ontstaan ook
 ? *prisma's*, violette, meest tot onregelmatige klompen vergroeid als in de zoutzure oplossing van het chloride.

Methode 3^o. Vast CoCl_2 + verzadigde opl. reagens.
 Geen kristallijn reactieproduct.

Vast $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.
 RbNO_3 *prisma's*, schuin afgesneden, zwak anisotroop, r. uitd., kleurloos.

Vast CoSO_4 + verzadigde opl. reagens.
 $\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *ruiten* als met de waterige opl., doch niet mooi, vergroeid.

Vast CoCl_2 , $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ of CoSO_4 + verdunde opl. reag.
 geen kristallijn reactieproduct.

Reagens CsCl .

Methode 1^o. Oplossing CoCl_2 in water + vast reagens.

- Z 3—1 *prisma's*, recht of schuin afgesneden (= zonder of met dubbelpyramiden), en pinakoïdale plaatjes, blauw, tetragonaal en niet zooals CAMPBELL l.c. vermoedde, eene combinatie van kubus met octaëder. Alleen in geconc. opl., bijv. met 10 % Co en als 80 μ groote kristallen.
 Zie afbeelding III, 1.

Oplossing $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.
 CsNO_3 *prisma's* en lange *naalden*, schuin afgesneden, kleurloos, r. uitd., ook wel als korte veelvlakkige *prisma's*, sch. uitd. Ontstaan met veel reagens alleen in geconc. opl. bijv. met een nitraatgehalte als overeenkomt met 10 tot 2 % Co.

Z 3—1 *prisma's*, blauw, als met het chloride,

Oplossing CoSO_4 in water + vast reagens.

Z 3—1 *prisma's*, blauw, als met het chloride, met veel reagens.

Cs_2SO_4 . CoSO_4 . $6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, schuin afgesneden, r. of sch. uitd., tot $240\ \mu$ groot, rose, alleen in geconc. opl., bijv. met 10% Co en langzaam ontstaande. Mohr's zout-type, als het overeenkomstige nikkelzout gevormd.

Zie afbeelding II, 4.

Litt Z 3—1: Campbell 1895, Zeitschr. f. anorg. Chem. 8, 126.

Cs_2SO_4 . CoSO_4 . $6\text{H}_2\text{O}$: Groth, *Chem. Krist.* 2, 527 naar Tutton 1896.

Methode 2^o. Oplossing CoCl_2 of $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Z 3—1 *prisma's*, blauw, als met de opl. in water.

Oplossing CoSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 3—1 *prisma's*, blauw, als met de opl. in water.

Cs_2SO_4 . CoSO_4 . $6\ \text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, als met de opl. in water.

Methode 3^o. Vast CoCl_2 of $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

Z 3—1 *prisma's*, blauw, als met de opl. van de kobaltzouten.

Gevoeligheidsgrens voor het chloride $0,5\ \mu\text{g Co}$.

Vast CoSO_4 + verzadigde opl. reagens.

Z 3—1 *prisma's*, blauw, als met het chloride.

Cs_2SO_4 . CoSO_4 . $6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, als met de oplossing van het kobaltzout in water. Met veel kobalt en weinig reagens,

Het blauwe, tetragonale caesium-kobaltchloride Z 3—1 is een fraai reactieproduct en voor de identificatie van kobalt geschikt. De reactie is het gevoeligst, wanneer het caesiumchloride in verzadigde opl. in water wordt toegevoegd aan het vaste kobaltzout, liefst het chloride.

CADMIUM.

Reagens: RbCl.

Methode 1^o. Oplossing CdCl_2 , $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ of CdSO_4 in water + vast reagens.

Z 1—1 *plaatjes, vierkant, r. uitd., de grootere overlans gegroefd, ontstaan met weinig reagens, slechts plaatselijk en alleen in geconc. opl., bijv. met 10 % Cd. Volgens RIMBACH l.c. prismatisch, rhombisch. Zie afbeelding III, 2, a.*

Z 4—1 *rhomboëders, hexagonaal, zwak anisotroop, sterk lichtbrekend, ontstaan met een overmaat reag. Gevoeligheidsgrens 0,1 % Cd. Zie afbeelding III, 2 b.*

Litt. Z 1—1: E. Rimbach 1902, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 35, 1306.

Z 4—1: idem en ook

N. Schoorl 1907, Chem. Weekbl. 4, 689.

Methode 2^o. Oplossing CdCl_2 , $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ of CdSO_4 in 4 N zout-zuur + vast reagens,

Z 1—1 *plaatjes als met de oplossing in water, ze worden na staan zeer groot. Tot de vorming van dit zout bestaat hier meer neiging dan in waterige oplossing, ook in de opl. met 10 % Cd + veel reagens.*

Z 4—1 *rhomboëders als met de oplossing in water. Veel reagens is noodig. Gevoeligheidsgrens 0,05 % Cd.*

Methode 3^o. Vast CdCl_2 + verzadigde opl. reagens.

Z 4—1 *rhomboëders als met de opl. in water. Gevoeligheidsgrens volgens SCHOORL, l.c. 0,01 μgCd .*

Vast $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

Z 1—1 *plaatjes, vierkante, als met de opl. in water.*

- Z 4—1 *rhomboëders* als met het chloride.
 RbNO₃ *prisma's*, schuin afgesneden, zwak anisotroop,
 r. uitd., te midden van de plaatjes en de
 rhomboëders.

Vast CdSO₄ + verzadigde opl. reagens.

- Z 4—1 *rhomboëders* als met het chloride.

Methode 4^o. Vast CdCl₂, Cd(NO₃)₂ of CdSO₄ + verd. opl. reag.
 Geen kristallijn reactieproduct.

Reagens: CsCl.

Methode 1^o. Oplossing CdCl₂ in water + vast reagens.

- Z 1—1 *dubbelpyramiden*, zeszijdig, hexagonaal, sterk
 lichtbrekend.
 Gevoeligheidsgrens 1 % Cd.

Zie afbeelding III, 3, *b*.

- Z 2—1 *plaatjes*, vierkant, isotroop, pinakoïdaal, ontstaan
 alleen met veel reagens, ook in de oplossing
 met veel, bijv. 10 % Cd. Uit meer verdunde
 oplossing met veel reagens indrogende wor-
 den de plaatjes groter tot 100 μ en groeien
 ook wel uit tot
prisma's, r. afgesneden, sterk anisotroop. De
 kristallen zijn dus tetragonaal.
 Gevoeligheidsgrens 0,04 % Cd.

Zie afdeeling III, 3, *a*.

Oplossing Cd(NO₃)₂ in water + vast reagens.

- Z 1—1 *dubbelpyramiden*, hexagonaal, als met het chloride
 Z 2—1 *plaatjes* als met het chloride.
 CsNO₃ *prisma's*, schuin afgesneden, zwak anisotroop,
 r. uitd., alleen in de geconc. opl., bijv. met
 een nitraatgehalte, overeenkomende met
 10 % Cd.

Oplossing CdSO₄ in water + vast reagens.

- Z 1—1 *dubbelpyramiden*, hexagonaal, veel fijner als met
 het chloride.
 Z 2—1 *plaatjes* als met het chloride.

Litt. Z 1—1 en Z 2—1: H. L. Wells en P. T.
 Walden 1894, Zeitschr. f. anorg. Chem. 5, 269.

Methode 2°. Oplossing CdCl_2 , $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ of CdSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 1—1 *dubbelpyramiden*, hexagonaal, als in de waterige oplossing, maar met spitsere tophoek en neiging tot stapelbouw, zoodat schijnzuilen ontstaan. De kristallen zijn ook kleiner, behalve de langer uitgegroeide schijnzuilen. In oplossingen met minder dan 10% Cd zijn ze onbruikbaar fijn.

Z 2—1 verschijnt hier niet.

Methode 3°. Vast CdCl_2 , $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ of CdSO_4 + verzadigde opl. reagens.

onbruikbaar fijne kristal massa.

Methode 4°. Vast CdCl_2 + verdunde opl. reagens.

Z 1—1 *zeszijdige plaatjes*, isotroop, pinakoïdaal en *dubbelpyramiden* als met de oplossing van het chloride in water.

Gevoeligheidsgrens 0,5 μg Cd.

Vast $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ of CdSO_4 + verdunde opl. reagens.
Geen kristallijn reactieproduct.

De reactie met rubidiumchloride onder vorming van het typische hexagonale Z 4—1, geschiedt het gevoeligst volgens SCHOORL l.c. met een verzadigde oplossing van dit zout op het vaste cadmiumzout. Met caesiumchloride is het mooiste reactieproduct, het hexagonale Z 1—1. Men reageert het gevoeligst op cadmiumchloride door het reagens in verdunde oplossing te doen inwerken op het vaste cadmiumzout; het sulfaat is geheel onbruikbaar, het nitraat eerst na uitdrogen van het reactiemengsel.

IJZER.

Reagens: RbCl.

Methode 1^o. Oplossing FeCl_3 in water + vast reagens.

geen kristallijn reactieproduct. De oplossing met 10 % Fe geeft hier echter wel na uitdrogen

Z 2—1—1 *plaatjes, ruitvormig*, geel, r. uitd. (volgens diagonaal), sterk lichtbrekend, (rhombisch volgens GOSSNER l.c.) evenals bij de reactie met de verzadigde oplossing van het reagens op het vaste zout. Zie afbeelding III, 4.

Oplossing $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

Z 2—1—1 *plaatjes, ruitvormig* als met het chloride, alleen na indrogen.

RbNO_3 *prisma's*, kleurloos, schuin afgesneden zwak anisotroop; alleen met geconc. opl., bijv. met een nitraatgehalte als overeenkomt met 10 % Fe.

Oplossing $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ in water + vast reagens.
geen kristallijn reactieproduct.

Oplossing FeSO_4 in water + vast reagens.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ *prisma's, ruitvormig* er uitzien als rhomboëders, sch. en r. uitd., sterk anisotroop, Mohr's zouttype, tot 400 μ groot, alleen in geconc. opl. Gelijken op het overeenkomstige Ni-zout. Zie afbeelding II, 3.

Litt. Z. 2—1—1: B. Gossner 1905, Zeitschr. f. Krist. 40, 73.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, Groth, Chem. Krist. 2, 488, 518, naar Perrot 1895 en naar Tutton 1897.

Methode 2^o. Oplossing FeCl_3 in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Z 2—1—1 *plaatjes, ruitvormig*, geel, als met de oplossing in water.

Gevoeligheidsgrens 2 % Fe.

Zie afbeelding III, 4.

Oplossing FeCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.
 Z 2—1—2 *prisma's* schuin afgesneden, sterk lichtbrekend, sterk anisotroop, sch. uitd., volgens DÖRFURT, en HEYNE l.c. monoklien. Alleen in de opl. met ongeveer 5% Fe enkelvoudige kristallen tot 150μ groot; met meer verdunde opl. geen kristallen, met meer geconc. opl. slechts sphaerolieten.

Oplossing $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Z 2—1—1 *ruitjes*, klein doch fraai.

RbNO_3 *prisma's*, kleurloos, als met de (geconc.) opl. in water.

Oplossing $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Oplossing FeSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Geen kristallijn reactieproduct.

Litt. Z 2—1—2 (= 2 RbCl. FeCl₂. 2 H₂O): Ernst, Wilke Dörfurt u. Gerhard Heyne 1912, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 45, 1013.

Methode 3^o. Vast FeCl_3 + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1—1 *prisma's* met *dubbelpyramideu* en *ruiten*, geel, r. uitd., sterk lichtbrekend. De ijzerchloride-oplossing werd met een spoor HCl voorzichtig uitgedampt.

Gevoeligheidsgrens $1 \mu\text{g Fe}$.

Vast $\text{Fe}_2(\text{NO}_3)_3$ + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1—1 *plaatjes*, *ruitvormig* als met de opl. in water, doch niet mooi.

RbNO_3 *prisma's*, kleurloos, zwak anisotroop, als met de oplossing.

Vast $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, ook FeSO_4 + verzadigde opl. reag. geen kristallijn reactieproduct.

Vast FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ of FeSO_4 + verd. opl. reag.

geen kristallijn reactieproduct.

Aluin werd met RbCl niet verkregen ook niet met KHSO_4 volgens WAGENAAR.

Reagens: CsCl .

Methode 1^o. Oplossing FeCl_3 in water + vast reagens.

Z 2—1—1 *plaatjes* en *naaldjes*, recht of schuin afgesneden en *ruitjes*, geel, r. uitd., niet zeer mooi, sterk lichtbrekend. Ontstaan alleen in de geconc. opl. bijv. met 10 % Fe. Zie afbeelding IV, 1.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ *octaëders*, klein, lichtgeel of kleurloos werden na toevoegen van KHSO_4 volgens WAGENAAR verkregen.

Oplossing $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ in water + vast reagens.

Z 2—1—1 (?) fijne gele anisotrope vergroeide kristalletjes.

Oplossing $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2$ in water + vast reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ *octaëders*, lichtgeel of kleurloos, alleen na toevoegen van kaliumbisulfaat; grootte $\pm 50 \mu$.

Oplossing FeSO_4 in water + vast reagens.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, schuin afgesneden, r. of sch. uitd. kleurloos, komen langzaam en alleen in geconc. opl. Mohr's zout-type. De kristallen worden tot 300μ groot en gelijken veel op het isomorphe, overeenkomstige Ni-zout.

Zie afbeelding II, 4.

Litt. Z 2—1—1: B. Gossner, 1905, *Zeitschr. f. Krist.* 40, 74.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$: Groth, *Chem. Krist.* 2, 488 en 518 naar Perrot 1895 en naar Tutton 1897.

Methode 2^o. Oplossing FeCl_3 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1—1 *prisma's*, schuin afgesneden en *zeshoekige* of *ruitvormige plaatjes*, fraai en regelmatig gevormd. Gevoeligheidsgrens 2 % Fe.

Oplossing FeCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1—2 *prisma's*, schuin afgesneden, sterk lichtbrekend, sterk anisotroop, sch. uitd., monoklien volgens

DÖRFURT en HEIJNE l.c., slechts in de opl. met $\pm 5\%$ Fe mooie kristallen, in meer verdunde opl. geen kristallen en in sterkere sphaerolieten.

Z 1—1—2 *prisma's*, rechthoekig afgesneden en r. uitd., evenals Z 2—1—2 sterk anisotroop, monoklien volgens DÖRFURT en HEIJNE, tot $200\ \mu$ groot; ontstaan slechts in de opl. met $\pm 5\%$ Fe., niet in die met 10% Fe.

Oplossing $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1—1 *ruitvormige plaatjes* als met het chloride, doch fraaier.

CsNO_3 *prisma's* en *naalden*, kleurloos, zwak anisotroop, r. uitd., vrij spoedig optredend enkel uit geconc. opl., bijv. met 10% Fe.

Oplossing $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1—1 *ruitvormige plaatjes* als met het chloride, bij indrogen zeer fraai.

Oplossing FeSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reagens. geen kristallijn reactieproduct.

Litt. Z 2—1—2 en Z 1—1—2 (d.w.z. de caesiumferrochloride): Ernst Wilke Dörfurt en Gerhard Heyne 1912, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 45, 1012.

Methode 3^o. Vast FeCl_3 + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1—1 *prisma's* en *ruiten* als met de oplossing in 4 N zoutzuur.

$15\ \mu\text{g}$ Fe geven nog slecht gevormde, gele naaldjes.

Vast $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ + verzadigde opl. reagens.

Onbruikbaar, fijne, gele kristallen.

Vast $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1—1? *naaldjes*, heldergeel, r. uitd. slecht gevormd.

Vast FeSO_4 + verzadigde opl. reagens.

Cs_2SO_4 . $\text{FeSO}_4 \cdot 6\ \text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, schuin afgesneden, als met de oplossing in water en vast reagens.

Methode 4^o. Vast FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ of FeSO_4 + verdunde opl. reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Van de reacties op ijzer met behulp van rubidium- en caesiumchloride zijn vooral bruikbaar, hoewel niet zeer gevoelig, die met de vaste reagentia op de zoutzure oplossing van het chloride of het nitraat (het sulfaat is niet bruikbaar voor de reactie met RbCl .) De verzadigde oplossing van rubidiumchloride, leent zich beter nog dan die van caesiumchloride, tot het aantoonen van ijzer in den vorm van vast chloride.

De Mohr's zout-reactie op FeSO_4 met de verzadigde oplossingen der reagentia is fraai maar niet specifiek, evenals de aluinreactie met CsCl en KHSO_4 .

De reacties met RbCl en CsCl op ferrozout (in zoutzure oplossing) zijn weinig gevoelig en niet geschikt om op ijzer te reageeren. Onder omstandigheden kunnen de beschreven kristallisaties bij eene analyse evenwel optreden.

CHROMIUM.

Van de drie bestudeerde chroomzouten gaf alleen het nitraat met CsCl en het sulfaat met RbCl en met CsCl volgens de gebruikte methoden kristallijne reactieproducten.

Met $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ ontstaan in geconcentreerde oplossing met bijv. 10 % Cr, in water of in 4 N zoutzuur kristallen van caesiumnitraat. Met $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ werden alleen in geconcentreerde oplossing (met bijv. 10 % Cr) in water direct, in 4 N zoutzuur eerst na indrogen violette *octaëders* van rubidium- resp. caesiumaluin verkregen.

Te werk gaande volgens WAGENAAR¹⁾ met kaliumbisulfaat als kristallisatieprikkel werd het volgende verkregen:

Oplossing CrCl_3 in water (violet gekleurd) met
RbCl: *octaëders*, gevoeligheidsgrens 0,2 % Cr.
met CsCl: *octaëders*, „ 0,05 % Cr,

Oplossing CrCl_3 in 4 N zoutzuur (violet gekleurd) met RbCl en met CsCl beide violette *octaëders* (minder gevoelig dan in water).

Oplossing $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ in water (groen)
Geen aluinkristallen.

Oplossing $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ in 4 N zoutzuur (blauw-groen) met RbCl.
Geen kristallen.

met CsCl *violette octaëders*. Gevoeligheidsgrens 2 % Cr. Werd de oplossing met 10 % Cr in 4 N zoutzuur met water verdund, dan bleek de gevoeligheidsgrens 0,08 % Cr, dat was dus in 0,032 N zoutzuur, zoodat dan de gevoeligheid nadert tot die in waterige oplossing.

De reactie met CsCl en KHSO_4 is zeer goed bruikbaar om chroom aan te toonen, indien dit als chloride in waterige oplossing aanwezig is.

¹⁾ Zie: *Pharm. Weekbl.* 50, 279, (1913).

ZINK.

Reagens: RbCl.

Methode 1^o. Oplossing ZnCl_2 in water + vast reagens.

Z 3—1 (?) *prisma's* en *plaatjes*, schuin en recht afgesneden, r. uitd., sterk anisotroop; met veel reagens. Tetragonaal en naar analogie van het overeenkomstige caesiumdubbelchloride de formule Z 3—1.

Oplossing $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

Z 3—1 (?) *prisma's* met *dubbelpyramiden*, r. uitd.; veel reagens noodig.

Oplossing ZnSO_4 in water + vast reagens.

Rb_2SO_4 . $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, *ruitvorming*, r. of. sch. uitd., groot tot 200 μ , alleen in geconc. opl. met bijv. 10 %, Zn-Mohr's zout-type, gevormd als het overeenkomstige Ni-zout.

Zie afbeelding II, 3.

Z 3—1 (?) *plaatjes*, *vierkant*, isotroop, scheef liggend anisotroop, pinakoïdaal; ontstaan met veel reagens in oplossingen met 2 % Zn en minder; grootte tot 100 μ .

Litt. Rb_2SO_4 . $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: Groth 2, 533 naar Perrot 1890 en naar Tutton 1905.

Methode 2^o. Oplossing ZnCl_2 in 4N zoutzuur + vast reag.

Z 3—1 (?) *prisma's* en *plaatjes* als met de oplossing in water, ook hier met veel reagens. Gevoeligheidsgrens 0,25 % Zn.

Oplossing $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 3—1 (?) *prisma's* met *dubbelpyramiden*, r. uitd.

Oplossing ZnSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reagens. geen kristallijn reactieproduct.

Methode 3°. Vast ZnCl_2 + verzadigde opl. reagens.

Z 3—1 (?) *prisma's*, recht en schuin afgesneden, als met de oplossing in water.

Gevoeligheidsgrens 1 μg Zn.

Vast $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

Z 3—1 (?) *prisma's dubbelpyramiden* als met de oplossing in water.

Vast ZnSO_4 + verzadigde opl. reagens.

Rb_2SO_4 . $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's, ruitvormig*, r. en sch. uitd., als met de opl. in water, echter niet zeer mooi. Ook met weinig Zn.

Methode 4°. Vast ZnCl_2 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ of ZnSO_4 + verdunde opl. reag.
Geen kristallijn reactieproduct.

Reagens: Cl.

Methode 1°. Oplossing ZnCl_2 in water + vast reagens.

Z 2—1 *prisma's*, schuin afgesneden, r. en sch. uitd., dus monoklien. In oplossing met 2% en meer Zn, dendrieten met bijna rechte hoeken.
Gevoeligheidsgrens 0,02% Zn.

Zie afbeelding IV, 3.

Z 3—1 *prisma's* met of zonder dubbelpyramiden (d.i. schuin of recht afgesneden) en isotrope, pinakoïdale *plaatjes* tot 20 μ groot, dus tetragonaal en niet monoklien, zooals Wells en Campbell l.c. vermoedden.
Gevoeligheidsgrens 0,25% Zn.

Zie afbeelding IV, 2.

Oplossing $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

Z 2—1 *prisma's* schuin afgesneden als met het chloride.

Z 3—1 werd hier niet verkregen.

Oplossing ZnSO_4 in water + vast reagens.

Z 2—1 *prisma's* als met het chloride.

Z 3—1 *prisma's* als met het chloride.

Cs_2SO_4 . $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ werd hier niet verkregen, wèl met Cs_2SO_4 als reagens.

Litt. Z 2—1 en Z 3—1: H. L. Wells en G. F. Campbell 1893, *Zeitschr. f. anorg. Chem.* 5, 273.

Methode 2^o. Oplossing ZnCl_2 of $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Z 2—1 *prisma's* als met de oplossing in water, doch oplossingen met meer dan 2 % Zn geven onbruikbare kristal massa's. Gevoeligheidsgrens voor ZnCl_2 0,05 %.

Z 3—1 *prisma's* als met de oplossing in water.

Oplossing ZnSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1 *prisma's* als met de oplossing van het chloride, doch enkel met geconc. opl., bijv. 10 % Zn; indien meer verdund, komen onbruikbaar fijne kristallen.

Z 3—1 niet herkenbaar.

Methode 3^o. Vast ZnCl_2 + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1 *prisma's* als met de oplossing, vooral na verwarmen duidelijk, ontstaan alleen bij veel zinkchloride.

Z 3—1 *prisma's*, recht afgesneden, ook wel met *dubbel-pyramiden*, als met de oplossing in water, ontstaan bij weinig zinkchloride; na verwarming beter, grootte 20 μ . Gevoeligheidsgrens 0,02 μg Zn.

Vast $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1 *prisma's* schuin afgesneden, voornamelijk in dendrieten.

Vast ZnSO_4 + verzadigde opl. reagens.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, schuin afgesneden r. en sch. uitd., Mohr's zout-type, eerst na verwarmen duidelijk, gelijkende op het overeenkomstige Ni-zout. Zie afbeelding II, 4.

Z 3—1 *prisma's*, als met het chloride; slechts met veel reagens. Gevoeligheidsgrens 0,2 μg Zn.

Methode 4^o. Vast ZnCl_2 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ of ZnSO_4 + verdunde opl. reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Litt. $\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: Groth. Chem. Krist. 2, 534 naar Perrot 1893 en naar Tutton 1905.

De beste herkenningmethode voor zink is het vaste sulfaat, (bij het nitraat, is Z 3—1 niet goed waarneembaar) of beter het chloride, onder het dekglas met de verzadigde oplossing van caesiumchloride te behandelen, waarbij het tetragonale Z 3—1 optreedt indien niet te veel zinkzout voorhanden is.

Voor het beschreven rubidiumdubbelchloride gaf GODEFFROY in 1875 de formule $2 \text{RbCl} \cdot \text{ZnCl}_2$, later is geen nauwkeuriger bepaling gedaan.

Het door mij verkregen dubbelchloride is tetragonaal en de formule Z 3—1 waarschijnlijker naar analogie van het overeenkomstige caesiumzinkchloride en van het caesiumkobaltchloride.

MANGAAN.

Reagens : RbCl.

Methode 1^o. Oplossing MnCl_2 in water + vast reagens.

Z 2—1—2 *prisma's*, schuin afgesneden, sterk anisotroop, sch. of r. uitd., kleurloos, grootte tot $110\ \mu$, monoklien, ook volgens GROTH l.c. Ontstaan alleen in geconc. opl. met bijv. 10 % Mn.

Zie afbeelding IV, 4.

Oplossing $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

RbNO_3 *prisma's*, schuin afgesneden, zwak anisotroop, r. uitd. alleen in geconc. opl. met een nitraatgehalte als overeenkomt met bijv. 10 % Mn, aan het reagens uitgroeiende, niet mooi.

Z 2—1—2 verschijnt hier niet.

Oplossing MnSO_4 in water + vast reagens.

Rb_2SO_4 . $\text{MnSO}_4 \cdot 6\ \text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, ruitvormig, kleurloos (of zeer licht violet?) sch. en r. uitd., zeer zwak anisotroop, in geconc. opl., bijv. met 10 % Mn. Mohr's zout-type. Gevormd als het overeenkomstige Ni-dubbelzout.

Zie afbeelding II, 3.

Z 2—1—2 verschijnt hier niet.

Litt. Z 2—1—2: Saunders 1892, *Am. chem. Journal* 14, 139 en Groth, *Chem. Krist.* 1, 353.
 Rb_2SO_4 . $\text{MnSO}_4 \cdot 6\ \text{H}_2\text{O}$: Groth, *Chem. Krist.* 2, 514 naar Perrot 1891 en naar Tutton 1896.

Methode 2^o. Oplossing MnCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1—2 *aggregaten*, die eerst na omkristalliseeren (verwarmen) bruikbare, doch niet zulke fraaie *prisma's* leveren als met de oplossing in water.

Oplossing $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

RbNO_3 *prisma's* als met de oplossing in water, wanneer niet minder nitraat voorhanden is dan met 10 % Mn overeenkomt.

Z 2—1—2 *prisma's* als met het chloride indien niet te geconcentreerd (minder dan 10 % Mn).

Oplossing MnSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1—2 *aggregaten*, tot *prisma's* om te kristalliseeren als met het chloride.

Methode 3^o. Vast MnCl_2 + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1—2 *prisma's* als met de oplossing in water, doch eerst na omkristalliseeren door verwarmen onder het dekglas. Veel minder gevoelig dan de overeenkomstige reactie met CsCl .

Vast $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ of MnSO_4 + verzadigde opl. reagens.
Geen kristallijn reactieproduct.

Methode 4^o. Vast MnCl_2 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ of MnSO_4 + verd. opl. reag.
Geen kristallijn reactieproduct.

Reagens: CsCl .

Methode 1^o. Oplossing MnCl_2 in water + vast reagens.

Z 2—1—2 *prisma's*, schuin afgesneden, sterk anisotroop, sch. uitd., tot 120 μ groot, kleurloos, oogen-schijnlijk gelijk aan het overeenkomstige rubidiumdubbelchloride, doch triklien volgens SAUNDERS l.c.
Gevoeligheidsgrens 0,5 % Mn.

Zie afbeelding IV, 4.

Oplossing $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

CsNO_3 *prisma's*, schuin afgesneden, zwak anisotroop, r. uitd., kleurloos, in oplossingen met niet minder nitraat dan overeenkomt met 5 % Mn en niet mooi gevormd.

Oplossing MnSO_4 in water + reagens.

Cs_2SO_4 . MnSO_4 . 6 H_2O *prisma's*, schuin afgesneden, ontstaan eerst na eenigen tijd wachten; Mohr's zout-type als het overeenkomstig Ni-dubbelzout.

Zie afbeelding II, 4.

Litt. Z 2—1—2: Saunders 1892, Am. chem. Journal, 14, 147 en Groth, Chem. Krist. 1, 354. Cs_2SO_4 . $\text{MnSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$: Groth, Chem. Krist. 2, 515 naar Tutton 1896.

Methode 2^o. Oplossing MnCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.
 Z 2—1—2 *prisma's* als met de oplossing in water, doch mooier.
 Gevoeligheidsgrens 2% Mn.

Oplossing $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

CsNO_3 *prisma's* schuin afgesneden, als in waterige opl., alleen in geconc. opl., bijv. met een nitraatgehalte overeenkomende met 10% Mn.

Z 2—1—2 *prisma's*, als bij de reactie op MnCl_2 , indien minder dan 10% Mn.

Oplossing MnSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 2—1—2 *prisma's* als met het chloride.

Methode 3^o. Vast MnCl_2 of $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

Z 2—1—2 *prisma's* als met de oplossing in water, na verwarming zeer mooi; met hoeveelheden van minder dan 5 μg Mn geen bruikbare kristallen.

Vast MnSO_4 + verzadigde opl. reagens.
 Geen kristallijn reactieproduct.

Methode 4^o. Vast MnCl_2 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ of MnSO_4 + verdunde opl. reag.
 Geen kristallijn reactieproduct.

Op mangaan is weer het CsCl het gevoeligste reagens, het beste toe te passen in verzadigde oplossing op het vaste mangaanchloride of op het nitraat; het sulfaat is niet te gebruiken. De kristallen van het caesium dubbelchloride vertoonen tusschen gekruiste nicols zeer fraaie kleuren, ze gelijken hierin en ook naar den vorm op het overeenkomstige rubidiumdubbelchloride, beide dubbelzouten werden door SAUNDERS l.c. voor triklien gehouden, doch GROTH l.c. besluit uit de metingen van eerstgenoemden auteur, dat (alleen) het rubidium-dubbelzout waarschijnlijk monoklien is.

ALUMINIUM.

Met AlCl_3 werd geen kristallijn reactieproduct verkregen.

Bij de reacties op de geconcentreerde oplossingen van $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ met de vaste reagentia en van het vaste zout met de verzadigde oplossingen van RbCl en van CsCl kristalliseeren RbNO_3 , resp. CsNO_3 uit, zooals reeds meermalen beschreven, bijv. bij koper op pag. 16 en 18, bij de reactie op vast $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. Van belang is echter het sulfaat.

Reagens: RbCl .

Methode 0. Oplossing $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ in water + vast reagens.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ *octaëders* in niet te veel verdunde opl., bijv. met meer dan 0,1 % Al .

Methode 2°. Oplossing $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ in 4 N zoutzuur + vast reag.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ *octaëders* als met de opl. in water, niet te verdund, reeds met 1 % $\mu\text{g Al}$ niet meer.

Methode 3°. Vast $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + verzadigde opl. reagens.

$\text{Rb}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_3(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ *octaëders*, het best met niet te veel Al . Gevoeligheidsgrens 0,5 $\mu\text{g Al}$.
Met 0,5 $\mu\text{g Al}$ worden de kristallen $\pm 40 \mu$ groot.

Methode 4°. Vast $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + verdunde opl. reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Reagens: CsCl .

Methode 1°. Oplossing $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ in water + vast reagens.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ *octaëders*, 30—40 μg groot.
Gevoeligheidsgrens 0,1 % Al . (proeven met niet geënt reagens werden niet genomen).

Liti. $\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$: Behrens 1899,
Mikrochem. An. 99,
 Groth, *Chem. Krist.* 2, 554,
 Schoorl 1907, *Chem. Weekbl.* 4, 819 en
 Wagenaar 1913, *Pharm. Weekbl.* 50, 278.

Methode 2°. Oplossing $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ in 4 N zoutzuur + vast reagens.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ *pentagoondodecaëders* uit niet te zeer verdunde opl. tot 2,5 % Al. De oplossing met 2,5 % Al in 2 N zoutzuur geeft combinaties van octaëder met pentagoondodecaëder. De oplossing met 1 % Al in 4 N zoutzuur levert geen aluinkristallen, doch wèl na toevoegen van KHSO_4 (octaëders).

Methode 3°. Vast $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + verzadigde opl. reagens.

$\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ *octaëders*. Gevoeligheidsgrens 0,5 μgAl .

Methode 4°. Vast $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + verdunde opl. reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Aluminiumnitraat en -sulfaat zijn evenals het chloride geschikt voor de reactie volgens WAGENAAR l.c. met CsCl en KHSO_4 . Dit laatste, tot kristallisatieprikkel aangewende zout, kan met voordeel gebruikt worden bij de reactie op het vaste aluminiumsulfaat met de verzadigde oplossing van caesiumchloride, door hierin eerst wat KHSO_4 op te lossen, en het aluminiumzout onder het dekglas met deze oplossing te bevochtigen; 0,25 μgAl zijn zoo gemakkelijk aan te toonen.

MAGNESIUM

Reagens: RbCl .

Methode 1^o. Oplossing MgCl_2 in water + vast reagens.

Z 1—1—6 *prisma's*, vierzijdig, recht en schuin afgesneden, sterk anisotroop, r. uitd., niet mooi gevormd, meestal slechts vormloos, of vierkante *plaatjes*, volgens diagonaal uitd., rhombisch (zie Feith en Kubierschky l.c.). Gevoeligheidsgrens 5^o/₀ Mg.

Oplossing $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

Z 1—1—6 *prisma's* als met de oplossing van MgCl_2 , doch met 5^o/₀ Mg eerst na indrogen met veel reagens.

Oplossing MgSO_4 in water + vast reagens.

Rb_2SO_4 . $\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ *ruitvormige prisma's*, sterk anisotroop, r. en sch. uitd., tot 400 μ groot. Gevoeligheidsgrens 1^o/₀ Mg. Mohr's zout-type, gevormd als het overeenkomstige Ni-dubbelzout, zie afbeelding II, 3.

Litt. 2—1—6 : Feith en Kubierschky 1892, Chem. Z. 1892, 335.

Rb_2SO_4 . $\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$: Groth, Chem. Krist. 2, 511 naar Perrot 1890 en naar Tutton 1905.

Methode 2^o. Oplossing MgCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 1—1—6 *prisma's*, vierzijdig, recht afgesneden, beter gevormd dan in water.

Oplossing $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ en MgSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Methode 3^o. Vast MgCl_2 + verzadigde opl. reagens.

Z 1—1—6 *prisma's* en vooral rechthoekige (vierkante) platen. Gevoeligheidsgrens 6 μg Mg. Gevormd als het caesiumdubbelzout.

Zie afbeelding IV, 5.

Vast $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

RbNO_3 dendrieten bij verwarming nog fijner. Zwak anisotroop.

Methode 4^o. Vast MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ of MgSO_4 + verdunde opl. reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Reagens : CsCl .

Methode 1^o. Oplossing MgCl_2 in water + vast reagens.

Z 1—1—6 *prisma's*, vierzijdig, recht en schuin afgesneden, sterk anisotroop, r. uitd. (hoek-middendoor-deelend), mooi! Rhombisch.
Gevoeligheidsgrens 5% Mg.

Oplossing $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ in water + vast reagens.

CsNO_3 *prisma's*, schuin afgesneden, zwak anisotroop, r. (en sch.?) uitd. met niet minder nitraat dan overeenkomt met 1% Mg.

Oplossing MgSO_4 in water + vast reagens.

Cs_2SO_4 . $\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ *prisma's*, schuin afgesneden, sterk anisotroop, r. en sch. uitd., Mohr's zout-type, gevormd alshet overeenkomstige Ni-dubbelzout.
Zie afbeelding II, 4.

Litt. Z 1—1—6: Feith en Kubierschky 1892, Chem. Z. 1892, 335 en
Wells en Campbell 1894, Zeitschr. f. anorg. Chem. 5, 276.

Methode 2^o. Oplossing MgCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.

Z 1—1—6 *prisma's*, als in waterige opl. doch alleen in die, met meer dan 1% Mg.

Oplossing $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ of MgSO_4 in 4 N zoutzuur + vast reagens.

Geen kristallijn reactieproduct.

Methode 3^o. Vast MgCl_2 + verzadigde opl. reagens.

Z 1—1—6 *prisma's*, als met de oplossing in water, vooral mooi na verwarmen.
Gevoeligheidsgrens 6 μg Mg.

Vast $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ + verzadigde opl. reagens.

CsNO_3 fijne, zwak anisotrope dendrieten.

Z 1—1—6 *prisma's* als met de opl. in water doch slechts na verwarmen en dan zeer fraai.

Vast MgSO_4 + verzadigde opl. reagens.

Cs_2SO_4 . $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ *prisma's* als in de opl. in water, doch niet mooi, vergroeid, skeletten en sphaerolieten.

Methode 4^o. Vast MgCl_2 , MgNO_3 of MgSO_4 + verdunde opl. reag.
Geen kristallijn reactieproduct.

Van de genoemde reactieproducten is het caesiumkarnalliet, Z 1—1—6 een fraai kristalliseerend zout, dat het gevoeligst wordt verkregen door de verzadigde oplossing van CsCl op het vaste zout te doen inwerken onder verwarmen, maar overigens even fraai door toevoeging van vast CsCl bij de oplossing van het magnesiumzout.

CALCIUM.

Met RbCl werd geenerlei kristallijn reactieproduct verkregen.
Met CsCl slechts het volgende:

Reagens: CsCl.

Methode 2^o. Oplossing CaCl_2 in 4 N zoutzuur + vast reag.
? *prisma's*, schuin afgesneden, sterk anisotroop,
sch. uitd., 40—60 μ groot, ontstaan slechts
in geconc. opl. bijv. met 10% Ca en met
veel reagens. De kristallen worden spoedig
leelijk,

Methode 3^o. Vast CaCl_2 + verzadigde opl. reagens.
? *prisma's*, schuin afgesneden, r. en sch. uitd. ge-
lijkend op die in zoutzuur ontstaan.
Gevoeligheidsgrens 10 μgCa .
? *combinatie kubus-octaëder*, klein, (isotroop) zwak
lichtbrekend.

Met de geconcentreerde oplossing van calciumnitraat of met
dit zout in vasten toestand kunnen weer de nitraten van rubi-
dium of caesium uitkristalliseeren (methode 1^o en methode 3^o).

STRONTIUM.

Behalve de kristallen van rubidium- en caesiumnitraat, zooals bij calcium, werd geen kristallijn reactieproduct verkregen.

BARIUM.

Ook het bariumnitraat leverde, evenals calcium- en strontiumnitraat, met RbCl en CsCl de nitraten van Rb en Cs.

De geconc. opl. van BaCl_2 , met bijv. 10 % Ba in water of in 4 N zoutzuur gaf met veel vast RbCl, beter nog met CsCl, sterk anisotrope, ruitvormige, r. uitd. kristallen van $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, (sterk zoutzuur doet hetzelfde). Deze kristallen zijn monoklien, prismatisch.

Lit. $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$: Groth, Chem Krist. 1, 236.

KALIUM, NATRIUM EN LITHIUM.

Het onderzoek van de kalium-, natrium- en lithiumzouten leverde geen kristallijne dubbelzouten. Enkel bij vrij geconcentreerde oplossingen van het nitraat verschijnen de meermalen reeds beschreven kristallen van RbNO_3 en CsNO_3 .

MENGSELS.

Ik heb mij ten doel gesteld om na te gaan in hoeverre de reacties met RbCl en CsCl ook bruikbaar zijn om verschillende metalen in mengsels aan te toonen. Daarbij heb ik eenige combinaties van metalen als chloriden gekozen, zooals deze, als groepen van meest verwante metalen, bij de practische analyse kunnen voorkomen. In den regel heb ik mij daarbij bepaald tot het onderzoek van gelijke deelen dier metalen naast elkaar. Het laat zich verwachten, dat ook bij iets minder gunstige verhouding de beschreven reacties nog zullen slagen, doch het opzoeken van de meest ongunstige grensverhouding scheen in den regel van geen belang, omdat andere methoden dan beter bruikbaar zijn dan het enkel reageeren met de genoemde reagentia. Deze bleken evenwel voor een oriënteerend onderzoek van groot nut.

1e mengsel.

Gelijke deelen AgCl , HgCl en PbCl_2 .

Een zeer kleine hoeveelheid met een druppel water op het voorwerpglas verwarmd en afgesleept, bleek voldoende om het lood aan te toonen. Met behulp van de verzadigde CsCl -oplossing ontstonden in de verdampingsrest van den druppel fraaie rhomboëders van het looddubbelchloride, $4 \text{CsCl} \cdot \text{PbCl}_2$. Na oxydatie met koningswater werd weder afgesleept, de druppel een weinig ingedampt en een kristalletje CsCl toegevoegd, waarbij zeer mooi de kuben van het $\text{CsCl} \cdot \text{HgCl}_2$ optraden. De achtergebleven onoplosbare rest, gedroogd, werd met de verzadigde oplossing van RbCl bevochtigd, waarbij mooie rhombische zuilen van $2 \text{RbCl} \cdot \text{AgCl}$ ontstonden; het caesiumzout is hier vermeden om storende kristallisaties van het mogelijk achtergebleven kwik te ontgaan.

2e mengsel.

PbCl_2 , BiCl_3 , CuCl_2 en CdCl_2 opgelost in 0,1 N zoutzuur van elk der metalen 0,25 %.

Bij een oriënteerende proef met het verdampingsresidu van een zeer kleinen druppel, kwamen na bevoeiing met een verzadigde oplossing van CsCl en verwarmen, naast elkaar zeer mooi te voorschijn: groote (tot $120\ \mu$) gele, recht afgesneden prisma's van 2 CsCl . CuCl_2 , tot $30\ \mu$ groote zeshoekige en driehoekige plaatjes van 3 CsCl , 2 BiCl_3 en langzamer doch ook overvloedig de ($40\ \mu$ groote) rhomboëders van het lood-dubbelchloride.

In een anderen druppel werd Cadmium aangetoond. Het verdampingsresidu, met een verzadigde oplossing van RbCl bevochtigd, vertoonde direct $\pm 40\ \mu$ groote rhomboëders van 4 RbCl . CdCl_2 , daarnaast tot $50\ \mu$ groote, sterk anisotrope, groene kristallen van 2 RbCl . $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en tot $100\ \mu$ groote, ruiten van 3 RbCl . BiCl_3 .

Een eisch is, dat het uitdampen voorzichtig gebeurt zonder te hoog verhitten!

Meer systematisch werkende volgens SCHOORL, *Chem. Weekbl.* 4, 639), kwamen bovengenoemde reacties nog meer tot hun recht. Het uit een druppel van bovengenoemd mengsel bevattende 1,2 mg. metaal, afgescheiden loodsulfaat, was direct geschikt voor de reactie met verzadigde CsCl -oplossing op lood. Het uit den afgesleepten druppel verkregen basisch bismuthsulfaat werd bevochtigd met weinig zoutzuur, voorzichtig tot nauwelijks droog afgedampt en in de rest het bismuth aangetoond met CsCl . als boven. De uittrekvloeistof, die de sulfaten van koper en cadmium bevatte, werd in tweeën verdeeld en uitgedampt; in het eene gedeelte het cadmium met verzadigde RbCl -oplossing en in het andere het koper met verzadigde CsCl -oplossing aangetoond. De reactie met RbCl was evenwel ook voldoende om het koper aan te toonen.

3e mengsel.

CdCl_2 en CuCl_2 in water opgelost met 1 % Cd en 0,02 % Cu.

In een druppel, bevattende 600 μg Cd en 12 μg Cu, was het laatste metaal met behulp van bovenbeschreven reactie met CsCl zeer goed aan te toonen, het Cadmium slaat neer als onherkenbaar fijn dubbelzout, waartusschen de gele, recht afgesneden, sterk anisotrope prisma's van 2 CsCl. CuCl_2 .

Het Cadmium is aan te toonen als 4 RbCl. CdCl_2 door bevoëing van de verdampingrest met verzadigde RbCl-oplossing.

4e mengsel.

AlCl_3 , CrCl_3 en FeCl_3 in water opgelost van elk der metalen 0,5 %.

Een druppeltje met een weinig zoutzuur en RbCl geconcentreerd gaf mooie ruitjes van 2 RbCl. FeCl_3 , H_2O .

De aluinreactie met CsCl en KHSO_4 voldoet hier niet, daar alle drie metalen (en met RbCl en KHSO_4 Al en Cr) dezelfde kristallisatie geven, scheiding is dus noodig.

5e mengsel.

CdCl_2 , ZnCl_2 , NiCl_2 en CoCl_2 in zeer zwak zoutzure oplossing van elk der metalen 0,5 %.

Verzadigde caesiumchloride-oplossing veroorzaakt in de verdampingsrest van een klein druppeltje van de vloeistof zeer mooie kristallen van 3 CsCl. CoCl_2 , vooral na verwarming nog mooier, meest recht afgesneden, blauwe prisma's, duidelijk zichtbaar tusschen de andere, alle zeer fijn kristalliseerende dubbelzouten.

Aan een anderen druppel werd vast CsCl toegevoegd, Eerst ontstonden, zeer mooi, de kristallen van 2CsCl. ZnCl_2 , daarna, aan den rand, de zeszijdige dubbelpyramiden van CsCl. CdCl_2 . Met vast RbCl kon het cadmium ook nog afzonderlijk worden aangetoond, waarbij men geen last heeft van de dubbelzouten der andere metalen. Het nikkel is noch als chloride, noch als

sulfaat hier aan te toonen, zoodat men goed doet, eene andere reactie toe te passen.

6e mengsel.

MgCl_2 en CaCl_2 .

De reacties met RbCl en CsCl zijn niet bruikbaar tot het aantoonen van magnesium naast calcium, strontium en barium, ook niet in mengsels van gelijke deelen dezer vier metalen als chloriden. Naast calcium alleen is magnesium echter wèl aan te toonen. Zelfs in een mengsel van de chloriden, bevattende één deel magnesium en honderd deelen calcium, gelukt het gemakkelijk, het eerstgenoemde metaal als rubidiumkarnalliet zichtbaar te maken. Het beste geschiedt de reactie, door de oplossing zoo noodig te concentreeren en daarna een kristalletje RbCl aan de vloeistof toe te voegen.

7e mengsel.

MgCl_2 , NaCl en KCl in water opgelost, van elk der metalen 2 %.

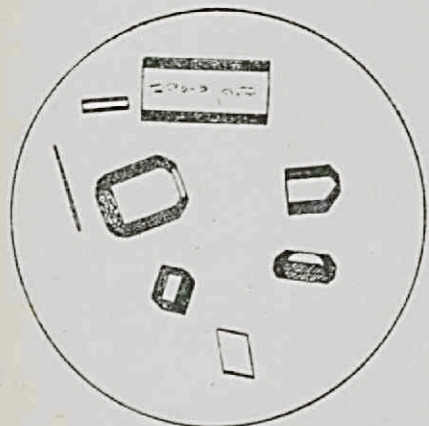
Een kleine druppel werd geconcentreerd, aan de vloeistof een kristalletje CsCl toegevoegd en omgeroerd, waarna het caesiumkarnalliet, $\text{CsCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, zeer mooi uitkristalliseert, duidelijk van de kuben der drie alkalichloriden te onderscheiden, desnoods door middel van de gekruiste nicols.

INHOUD.

	Bladz.
Inleiding	1
Kwik	6
Zilver	11
Koper	15
Arsenicum	19
Bismuth	21
Antimonium	24
Tin	25
Lood	26
Nikkel	29
Kobalt	31
Cadmium	34
IJzer	37
Chromium	42
Zink	43
Mangaan	47
Aluminium	50
Magnesium	52
Calcium	55
Strontium	56
Barium	57
Kalium, Natrium en Lithium	58
Mengsels	59

I

1



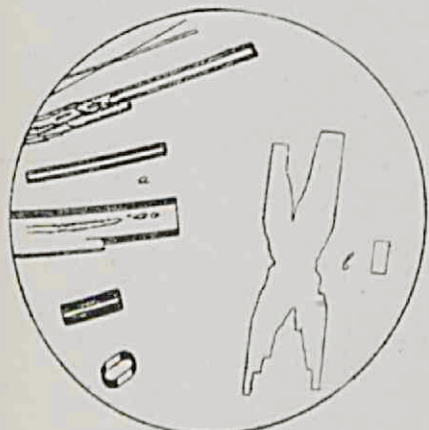
RbCl. 5HgCl₂.
Vergr. 1:100.

2



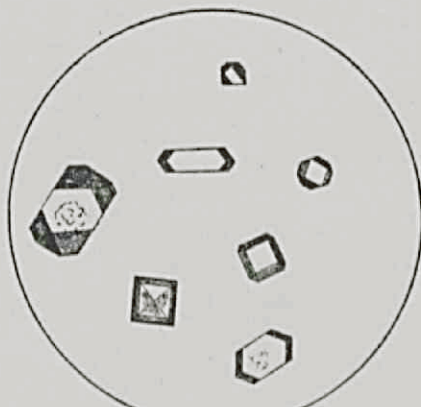
CsCl + HgCl₂.
a t/m *f*: Z 3-1, Z 2-1, Z 1-1
(rhombisch), Z 1-1 (regulier),
Z 1-2 en Z 1-5.
Vergr. 1:83.

3



a. 2 CsCl. AgCl.
b. CsCl. AgCl.
Vergr. 1:100.

4



2 RbCl. CuCl₂. 2H₂O
Vergr. 1:100.

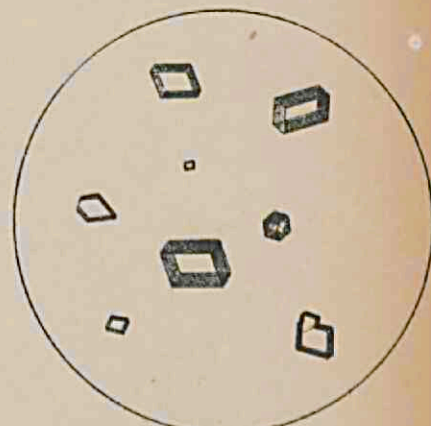
II

1



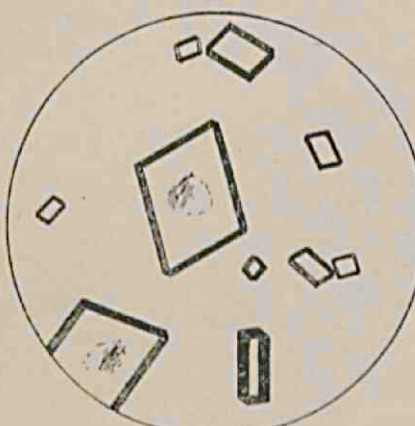
a. 2CsCl. CuCl₂.
b. CsCl. CuCl₂.
Vergr. 1:100.

2



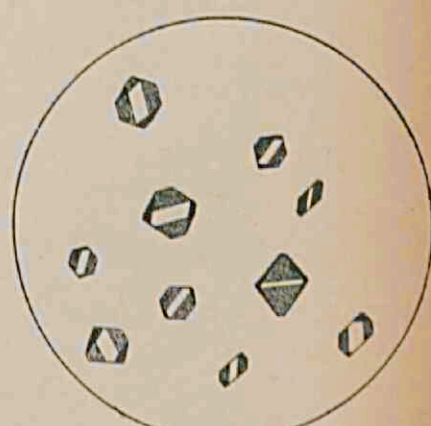
3CsCl. PbCl₂.
Vergr. 1:200.

3



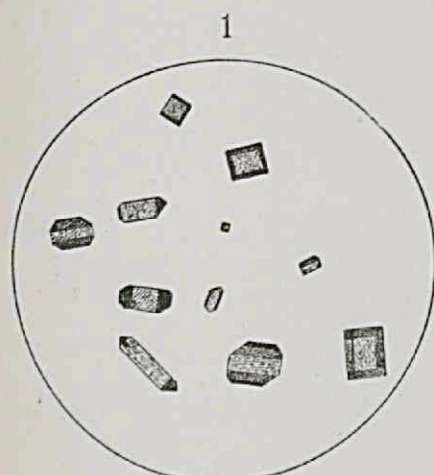
Rb₂SO₄. NiSO₄. 6H₂O.
Vergr. 1:50.

4

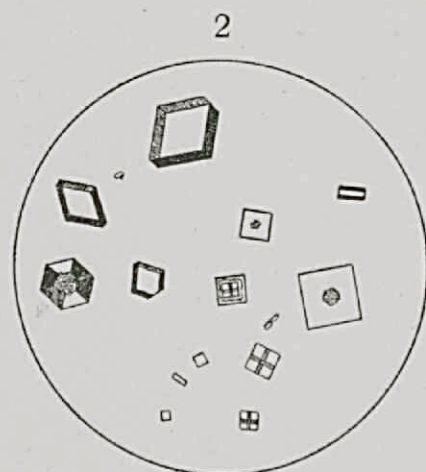


Cs₂SO₄. NiSO₄. 6H₂O.
Vergr. 1:100.

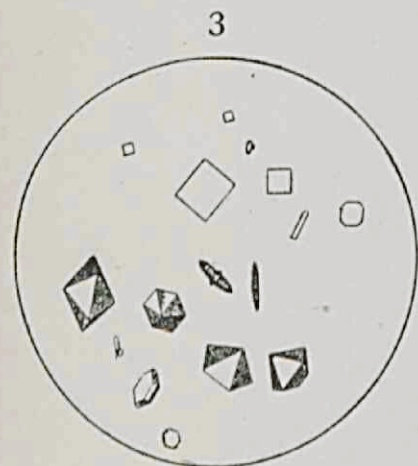
III



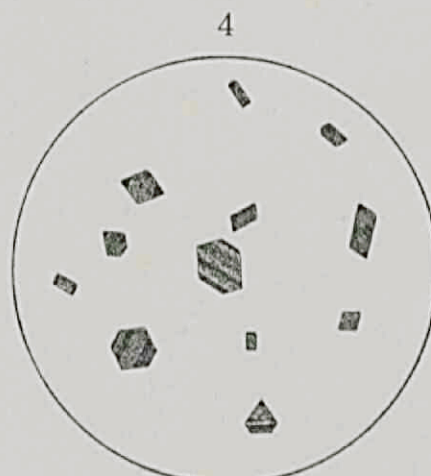
1
3CsCl. CoCl₂.
Vergr. 1:100.



2
a. 4RbCl. CdCl₂.
b. RbCl. CdCl₂.
Vergr. 1:100.

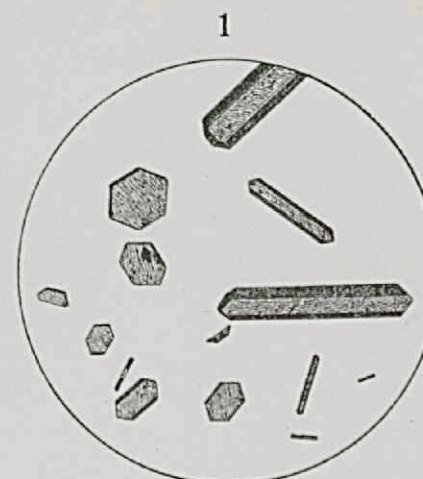


3
a. 2CsCl. CdCl₂.
b. CsCl. CdCl₂.
Vergr. 1:157.

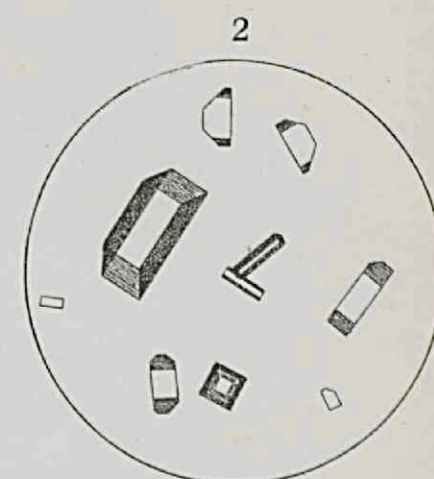


4
2RbCl. FeCl₃. H₂O.
Vergr. 1:100.

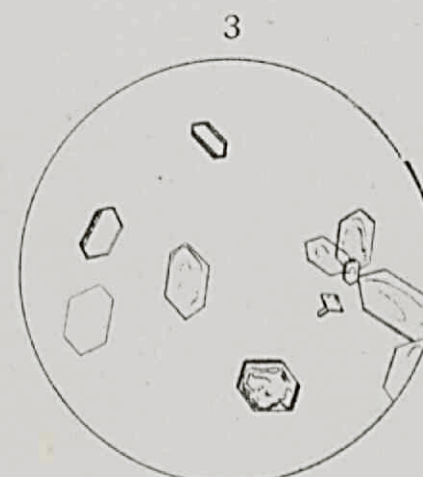
IV



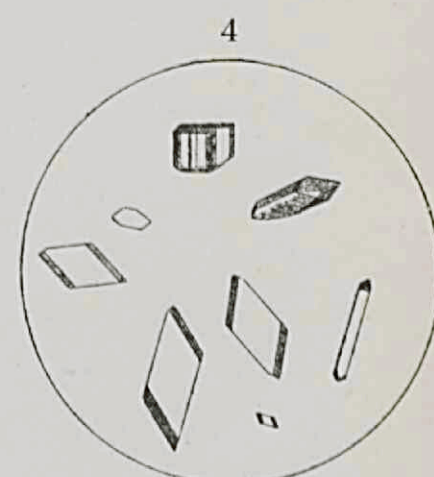
1
2CsCl. FeCl₃. H₂O.
Vergr. 1:200.



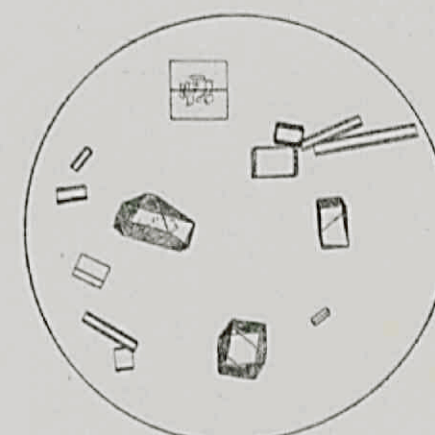
2
3CsCl. ZnCl₂.
Vergr. 1:200.



3
2CsCl. ZnCl₂.
Vergr. 1:27.



4
2CsCl. MnCl₂. 2H₂O.
Vergr. 1:200.



CsCl. MgCl₂. 6H₂O.
Vergr. 1:100.

STELLINGEN

I

BEHRENS heeft het door hem waargenomen caesiumchlorobismuthiet ten onrechte voor een analogon gehouden van het caesiumchloroantimoniet (zie BEHRENS 1899, *Anleitung zur Mikrochemischen Analyse*, 110.)

II

GODEFFROY verkreeg bij de inwerking van koperchloride op rubidiumchloride in zoutzuur een rood dubbelzout; dit zout moet zijn ontstaan te danken hebben aan caesiumchloride als verontreiniging van het rubidiumchloride.

GODEFFROY 1875, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.* 8, 9.

III

Bij de reactie van caesiumchloride en kaliumhydrosulfaat op chroomnitraat in zoutzure oplossing blijkt het caesiumchroomaluin een grooter kristallisatievermogen te hebben dan bij de reactie in waterige oplossing. Dit verschijnsel is te verklaren door aan te nemen, dat door de inwerking van het zoutzuur de groene „modificatie” van het chroomzout wordt omgezet in de violette.

IV

WAGENAAR merkt op, dat bij het indrogen van eene ferrichlorideoplossing, waaraan rubidiumchloride is toegevoegd, FeCl_3

naast RbCl uitkristalliseert; hij moet hierbij het dubbelchloride $2\text{RbCl} \cdot \text{FeCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ voor FeCl_3 hebben aangezien.

(zie: WAGENAAR 1913, *Pharm. Weekbl.* 50, 278.)

V

Bij de analyses ter bepaling van de samenstelling van kristalwater bevattende zouten, complexe zouten of dubbelzouten, dient optisch-kristallografisch de homogeniteit te worden vastgesteld voordat het chemisch onderzoek plaats heeft.

VI

De bewering van WITTHAUS (*Manual of Toxicology*, 50, [1911]), dat het onderscheid tusschen de giftige en de geneeskrachtige werking van eene chemische stof zou bestaan in de „schadelijke werking van de eerste en de nuttige (weldadige) hoedanigheid” van de tweede is, voor vele gevallen althans, onjuist.

VII

Kleurreacties op alcaloïden hebben in den regel slechts waarde voor een oriënteerend onderzoek; het aantoonen door herkenning van kristallijne reactieproducten, indien dit mogelijk is, mag nooit achterwege blijven.

VIII

De microscopie van de doorsneden van plantendeelen is voor de toxiologie in Indië van overwegend meer belang dan de microscopie van het plantenpoeder.

IX

De aleuronlaag van het zaad van *Brassica nigra* behoort niet, zooals in verschillende pharmacognostische boeken wordt vermeld, tot de zaadhuid, maar tot het endosperm.

(Dr. J. MOELLER 1892, *Pharmakognostischer Atlas*, 266, TSCHIRCH)

u. OESTERLE 1900, *Anatomischer Atlas der Pharmacognosie u. Nahrungsmittelkunde*, e. a.)

X

Kennis van de grondslagen van de bacteriologie is noodig voor de beoefening van de receptuur en wel bepaaldelijk voor het maken van steriele oplossingen.

XI

Bij het openbaar toezicht op de levens- en genotmiddelen dient men zich niet alleen toe te leggen op chemisch, doch ook op hygiënisch onderzoek.

XII

Het niet benutten van de militaire apothekers in Indië tot het doen van onderzoeken en het geven van adviezen ten behoeve van de „legerverpleging”, leidt tot grove misstanden.

XIII

De artsensijbereidkunde is niet een onderdeel van de geneeskunde, (zie: VAN DER WIELEN 1918, *Pharm. Weekbl.* 55, 324.)

OVERZICHTSTABEL.

SAMENSTELLING.	REAGENS.	OBJECT.	KRISTALVORM.	AFGE- SNEDEN.	UIT- DOOVING.	STELSEL.	KLEUR.	AFBEELDING.	VERKLARINGEN.
3 RbCl. 4 HgCl ₂ . H ₂ O	verz.	vast	netwerk van n.		sch.		—		<i>Cursiveering</i> duidt den reactievorm, de concentratie e.d. aan, die bepaald noodig zijn voor 't gelukken van de reactie.
RbCl. 5 HgCl ₂	vast	HCl	pr., dik	sch., r.	sch., r.	5	—	I, 1.	
2 RbCl. AgCl	verz.	vast	pr., n.	sch., r.	r.	4	—	I, 3, a ×	
2 RbCl. CuCl ₂ . 2 H ₂ O	vast	HCl, H ₂ O	pr., dubbelpyr., pin. pl.	sch.	r., is.	2	lichtgroen, dichroëtisch	I, 4.	
Rb ₂ SO ₄ . CuSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr., ruitv.	sch.	sch., r.	5	—	II, 3 ×	diag. in de kolom onder uitdooving beteekent, dat de uitdoovingsrichting een hoek middendoor deelt.
3 RbCl. 2 AsCl ₃	vast	HCl, <i>veel As</i>	onherkenbaar		anisotroop	3	geel		
3 RbCl. BiCl ₃	vast	verd. HCl	pr., ruitv.	sch.	r. (diag.)	4	—		
3 RbCl. 2 BiCl ₃ ? (Z 23—10)	vast (weinig)	verd. HCl	pl., zeshoekig	sch.	is., r.	3	—		
3 RbCl. 2 SbCl ₃	vast	verd. HCl	pl., zeshoekig	sch.	is., r.	3	—		HCl = oplossing in 4 N zoutzuur. H ₂ O = „ „ water. n. = naalden.
2 RbCl. SnCl ₄	vast	HCl	octaëders		is.	1	—		
RbCl. 2 PbCl ₂	vast	H ₂ O	pl., ruitv.	sch.	r. (diag.)	4 ?	—		
RbCl. PbCl ₂	vast	HCl, H ₂ O	pr., pin. pl.	r.	r., is.	2	—		
Rb ₂ SO ₄ . NiSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr., ruitv.	sch.	sch., r.	5	blauwgroen	II, 3.	object; hieronder wordt de toestand aangeduid, waarin het te onderzoeken zout zich bevindt; zijn twee oplosmiddelen genoemd, dan is het eerste het beste. Is het sulfaat niet opgegeven, dan is het chloride aanwezig.
3 RbCl. CoCl ₂ ?	vast	HCl	pr., dubbelpyr., pin. pl.	sch.	r., is.	2	blauw	III, 1 ×	
RbCl—CoCl ₂	vast	HCl	pr.	sch.	sch.		violet		
RbCl—CoSO ₄	vast	HCl, H ₂ O	pl., rechthoekig	r.	r.	2 ?	—		
Rb ₂ SO ₄ . CoSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr., ruitv.	sch.	sch., r.	5	rose	II, 3 ×	pin. = pinakoïdaal. pl. = plaatjes. pr. = prisma's. pyr. = pyramiden. r. = recht.
RbCl. CdCl ₂	vast	HCl, H ₂ O	pl., rechthoekig	r.	r.	4	—	III, 2, b.	
4 RbCl. CdCl ₂	verz.	vast	rhomboëders	sch.	r., is.	3	—	III, 2, a.	
2 RbCl. FeCl ₃ . H ₂ O	vast	HCl	pr., ruitv.	sch.	r. (diag.)	4	geel	III, 4	
Rb ₂ SO ₄ . FeSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>ferrosulfaat</i>	pr., ruitv.	sch.	sch., r.	5	—	II, 3 ×	stelsel = kristalstelsel, waaronder: 1 = regulair. 2 = tetragonaal. 3 = hexagonaal. 4 = rhombisch. 5 = monoklien. 6 = triklien.
2 RbCl. FeCl ₂ . 2 H ₂ O	vast	HCl, <i>ferrochloride</i>	pr.	sch.	sch.	5	—		
Rb ₂ SO ₄ . Cr ₂ (SO ₄) ₃ . 24 H ₂ O	vast	verd. HCl, <i>sulfaat</i>	octaëders		is.	1	violet		
3 RbCl. ZnCl ₂ ?	verz.	vast	pr., pin. pl.	sch., r.	r., is.	2	—		
Rb ₂ SO ₄ . ZnSO ₄ . 6 H ₂ O	verz.	vast, <i>sulfaat</i>	pr., ruitv.	sch.	sch., r.	5	—	II, 3.	verd. = verdund, verdunde oplossing. verz. = verzadigde oplossing. × duidt aan, dat de afbeelding eigenlijk is van een ander dubbelzout, isomorph, in ieder geval volkomen gelijkende in vorm op het genoemde dubbelzout.
2 RbCl. MnCl ₂ . 2 H ₂ O	verz.	vast, <i>verwarmen</i>	pr.,	sch.	sch.	5	—	IV, 4 ×	
Rb ₂ SO ₄ . MnSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr., ruitv.	sch.	sch., r.	5	—	II, 3 ×	
Rb ₂ SO ₄ . Al ₂ (SO ₄) ₃ . 24 H ₂ O	verz. (+KHSO ₄)	vast	octaëders		is.	1	—		
RbCl. MgCl ₂ . 6 H ₂ O	verz.	vast	pr., vierk. pl.	sch., r	r. (diag.)	4	—	IV, 5 ×	
Rb ₂ SO ₄ . MgSO ₄ . 2 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr., ruitv.	sch.	sch., r.	5	—	II, 3 ×	
3 CsCl. HgCl ₂	vast	H ₂ O	pr., dubbelpyr. pin. pl.	sch.	r., is.	2	—	I, 2, a.	
2 CsCl. HgCl ₂	vast	H ₂ O	pr., n.	sch.	r.	?	—	I, 2, b.	
CsCl. HgCl ₂	vast	HCl, H ₂ O	kuben		is.	1	—	I, 2, d.	×
CsCl. HgCl ₂	vast	H ₂ O, HCl	ruiten, plat	sch.	r. (diag.)	4	—	I, 2, c.	
CsCl. 2 HgCl ₂	verd.	vast	pr., dik	sch.	sch., r.	5	—	I, 2, e.	
CsCl. 5 HgCl ₂	vast	H ₂ O	pr., n., dun., plat.	sch.	r.	5	—	I, 2, f.	
2 CsCl. AgCl	verz.	vast	pr., n.	sch., r.	r.	4	—	I, 3, a.	II, 1, b.
CsCl. AgCl	verz.	vast, <i>verwarmen</i>	pl., dun	r.	r.	4 ?	—	I, 3, b.	
CsCl. CuCl ₂	vast	HCl, H ₂ O	dubbelpyr., zeszijdig		r.	3	granaatrood	II, 1, a.	
2 CsCl. CuCl ₂	vast	H ₂ O	pr., dubbelpyr., pin. pl.	r., sch.	r., is.	2	geel	II, 1, a.	
Cs ₂ SO ₄ . CuSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr.	sch.	sch., r.	5	—	IV, 4. ×	
3 CsCl. 2 AsCl ₃	vast	HCl, <i>veel As</i>	schijnkuben	sch.	r. (diag.)	3	geel		
3 CsCl. BiCl ₃	vast	verd. HCl	ruiten	sch.	r. (diag.)	4	—		
3 CsCl. 2 BiCl ₃	vast (weinig)	verd. HCl	pl., zeshoekig	sch.	is., r.	3	—		
3 CsCl. 2 SbCl ₃	vast	verd. HCl	pl., zeshoekig	sch.	is., r.	3	—		II, 2.
2 CsCl. SnCl ₄	vast	HCl	octaëders		is.	1	—		
CsCl. 2 PbCl ₂	vast	H ₂ O	pr., ruitv.	sch.	r. (diag.)	4 ?	—		
CsCl. PbCl ₂	vast	HCl, H ₂ O	pr., pin. pl.	r.	r., is.	2	—		
4 CsCl. PbCl ₂	verz.	vast	rhomboëders		r., is.	3	—		III, 1.
Cs ₂ SO ₄ . NiSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr.	sch.	sch., r.	5	—		
3 CsCl. CoCl ₂	vast	H ₂ O, HCl	pr., dubbelpyr., pin. pl.	r., sch.	r., is.	2	blauw	III, 1.	
Cs ₂ SO ₄ . CoSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr.	sch.	sch., r.	5	rose	II, 4. ×	
2 CsCl. CdCl ₂	vast	H ₂ O	pin. pl., pr.	r.	is., r.	2	—	III, 3, a.	III, 3, b.
CsCl. CdCl ₂	verd.	vast	zeszijdige dubbelpyr., pin. pl.		r., is.	3	—	III, 3, b.	
2 CsCl. FeCl ₃ . H ₂ O	vast	HCl	pr., ruiten	sch.	r. (diag.)	4	geel	IV, 1.	
Cs ₂ SO ₄ . Fe ₂ (SO ₄) ₃ . 24 H ₂ O	verz. (+KHSO ₄)	vast	octaëders		is.	1	—		
Cs ₂ SO ₄ . FeSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O (<i>ferrosulfaat</i>)	pr.	sch.	sch. r.	5	—	II, 4. ×	
2 CsCl. FeCl ₂ . 2 H ₂ O	vast	HCl (<i>ferrochloride</i>)	pr.	sch.	sch.	5	—		
CsCl. FeCl ₂	vast	HCl (<i>ferrochloride</i>)	pr.	r.	r.	5	—		
Cs ₂ SO ₄ . Cr ₂ (SO ₄) ₃ . 24 H ₂ O	vast	verd. HCl, <i>sulfaat</i>	octaëders		is.	1	violet		
2 CsCl. ZnCl ₂	vast	H ₂ O, HCl	ruiten	sch.	sch., r.	5	—	IV, 3.	IV, 2.
3 CsCl. ZnCl ₂	verz.	vast	pr., pin. pl.	r., sch.	r., is.	2	—	IV, 2.	
Cs ₂ SO ₄ . ZnSO ₄ . 6 H ₂ O	verz.	vast, <i>sulfaat</i> , <i>verwarmen</i>	pr.	sch.	sch., r.	5	—	II, 4. ×	
2 CsCl. MnCl ₂ . 2 H ₂ O	verz.	vast, <i>verwarmen</i>	pr.	sch.	sch.	6	—	IV, 4.	
Cs ₂ SO ₄ . MnSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr.	sch.	sch., r.	5	—	II, 4. ×	
Cs ₂ SO ₄ . Al ₂ (SO ₄) ₃ . 24 H ₂ O	verz.	vast, <i>sulfaat</i>	octaëders		is.	1	—		
idem	vast	HCl, <i>sulfaat</i>	pentagoondodecaëders		is.	1	—		
CsCl. MgCl ₂ . 6 H ₂ O	verz.	vast	pr., vierk. pl.	r., sch.	r. (diag.)	4	—	IV, 5.	
Cs ₂ SO ₄ . MgSO ₄ . 6 H ₂ O	vast	H ₂ O, <i>sulfaat</i>	pr.	sch.	sch., r.	5	—	II, 4. ×	
CsCl—CaCl ₂	vast	HCl	pr.	sch.	sch.	?	—		
CsCl—CaCl ₂	verz.	vast	kubus-octaëder		is.	1	—		

Deze tabel dient ook eventueel om onbekende kristallisaties uit te kunnen zoeken.



A
1