HANDLEIDING

BIJ HET

QUALITATIEF SCHEIKUNDIG ONDERZOEK

TEN GEBRUIKE OP

SCHEIKUNDIGE EN PHARMACEUTISCHE LABORATORIA

DOOR

Dr. WILLEM VAN RIJN

BOEKHANDEL EN DRUKKERIJ
VOORHEEN
E. J. BRILL.
LEIDEN. — 1899.

BOEKDRUKKERIJ voorheen E. J. BRILL — LEIDEN.

VOORREDE.

Het doel van dit werkje is, voor hen, die zich aan het qualitatief scheikundig onderzoek moeten wijden, een korte vraagbaak en handleiding te zijn. Voor velen bestaat er bezwaar om de grootere handboeken aan te schaffen, ook omdat deze voor hun doel te veel geven. Toch kan men, door dit werkje te raadplegen, in zeer vele gevallen een antwoord geven op de vragen, die aan den analytischen chemicus gesteld kunnen worden.

In aansluiting aan het onderzoek van eenvoudig samengestelde verbindingen van metalen met anorganische zuren is een hoofdstuk toegevoegd, waarin de organische zuren (tenminste de meest voorkomende) behandeld worden. Daarna volgt de systematische gang voor het onderzoek van een mengsel uit verschillende stoffen bestaande.

Moge het een gunstig onthaal vinden.

Dr. W. VAN RIJN.

Leiden, Februari 1899.

INHOUD.

	Pag.
Inleiding	1
I. De eenvoudigste bewerkingen	1—9
A. Het oplossen van de stof	1
B. De kristallisatie	2
C. Het praecipiteeren	3
D. Filtreeren	4
E. Het decanteeren	4
F. Het uitwasschen	5
G. Het uitdampen	5
H. Het distilleeren	6
I. Het gloeien	6
K. Het sublimeeren	7
L. Smelten	7
M. „Verpuffen"	7
N. Reacties berustende op de kleuring der niet lichtende vlam	8
O. Reacties met de borax- en phosphorzoutparel	9
II. De apparaten	10
III. Meest gebruikelijke Reagentia	11
IV. Meest voorkomende elementen en hunne atoomgewichten	12
V. Reacties op de enkele bases en zuren	14—73
Metalen der zesde groep.	
I. Tinverbindingen { *a.* Stannochloride	17
I. Tinverbindingen { *b.* Stannichloride	19
II. Arseenverbindingen { *a.* Arseentrioxyde	21
II. Arseenverbindingen { *b.* Arseenpentoxyde	23

Pag.
III. Antimoonverbindingen 23
IV. Goudverbindingen 25
V. Platinaverbindingen 27

Metalen der vijfde groep.

I. Zilververbindingen 29
II. Kwikverbindingen { *a.* Mercuronitraat . . 31
{ *b.* Mercurichloride . . 33
III. Loodverbindingen 35
IV. Koperverbindingen 35
V. Bismuthverbindingen 37
VI. Cadmiumverbindingen 37

Metalen der vierde groep.

I. Zinkverbindingen 39
II. Mangaanverbindingen 41
III. IJzerverbindingen { *a.* Ferroverbindingen . 43
{ *b.* Ferriverbindingen . 43
IV. Kobaltverbindingen 45
V. Nikkelverbindingen 47

Metalen der derde groep.

I. Aluminiumverbindingen 49
II. Chroomverbindingen 51

Metalen der tweede groep.

I. Magnesiumverbindingen 53
II. Calciumverbindingen 55
III. Strontiumverbindingen 57
IV. Bariumverbindingen 57

Metalen der eerste groep.

I. Kaliumverbindingen 59
II. Natriumverbindingen 61
III. Lithiumverbindingen 61
IV. Ammoniumverbindingen 61

Reacties op de zuren . . . . . 63—73

I. Koolzuur 63
II. Zwaveligzuur 63
III. Zwavelwaterstof 65

Pag.

IV. Fluorwaterstofzuur 65
V. Zoutzuur 65
VI. Broomwaterstofzuur 67
VII. Joodwaterstofzuur 67
VIII. Cyaanwaterstofzuur 67
IX. Salpeterzuur 69
X. Salpeterigzuur 69
XI. Chloorzuur 69
XII. Zwavelzuur 71
XIII. Phosphorzuur 71
XIV. Boorzuur 71
XV. Kiezelzuur 73
XVI. Azijnzuur 73

Eigenlijke qualitatieve analyse 74

A. *Voorloopig onderzoek* 74

a. De stof is een vast lichaam 74

α. Geen metaal of metaalleering . . . 74

β. De stof is een metaal of metaallegeering 78

b. De te onderzoeken stof is eene vloeistof . 78

B. *Het oplossen van de stof.* 79

C. *Onderzoek van eenvoudig samengestelde verbindingen* 81

I. Stoffen, die in water oplosbaar zijn . 81

α. Opsporing der bases 81

β. Opsporing der zuren . . . 86

II. Stoffen, die in water onoplosbaar, doch in zoutzuur, salpeterzuur of koningswater oplosbaar zijn 90

α. Opsporing der bases 90

β. Opsporing der zuren. . . . 93

III. Stoffen, die in water, zoutzuur, salpeterzuur en koningswater onoplosbaar of zeer lastig oplosbaar zijn . 94

Page.

D. *Onderzoek op organische zuren* 97

A. De stof lost geheel op in water . . . 97

B. De stof is onoplosbaar in water, oplosbaar in zoutzuur, salpeterzuur of koningswater 100

E. *Onderzoek van meer samengestelde verbindingen* 101

A. In water, zoutzuur, salpeterzuur of koningswater oplosbare verbindingen. 102

Onderzoek op bases 102

Onderzoek op zuren (in water oplosbare verbindingen) 120

Onderzoek der zuren van in water onoplosbare, in zoutzuur, salpeterzuur of koningswater oplosbare verbindingen. 126

B. Onderzoek van lichamen, welke in water zoutzuur, salpeterzuur en koningswater niet of moeilijk oplosbaar zijn . . . 127

ERRATA.

Pag. 12; 15de regel van boven staat $K_6 F_2 (CN_{12})$, *lees*: $K_6 F_2 (CN)_{12}$.

Pag. 31; 11de regel van onder staat $Hg_2 S$, *lees*: $Hg S$ en kwik.

Pag. 43; 12de regel van boven staat Ferrosulphaat $Fl 8O_4 . 7H_2 O$, *lees*: Ferrosulfaat $Fe SO_4 . 7H_2 O$.

Pag. 65; 4de regel van boven staat $Fl S$, *lees*: $Fe S$.

Pag. 76; 9de regel van onder staat dat, *lees*: dan.

INLEIDING.

Het doel van de chemische analyse is op te sporen uit welke stoffen een of ander product is samengesteld en in welke gewichtsverhoudingen zij daarin voorkomen.

Het eerste deel van deze definitie, nl. de vraag uit welke stoffen een gegeven mengsel bestaat, wordt beantwoord door de *qualitatieve chemische analyse*, het tweede gedeelte, nl. hoeveel er van elk van die stoffen aanwezig is, door de *quantitatieve chemische analyse.*

Het is vooral deze eerstgenoemde, nl. de qualitatieve chemische analyse, die ik in dit werkje in hare beginselen behandelen wil, en wel die der anorganische verbindingen.

Voor ik echter tot de eigenlijke analyse overga, wil ik eerst kort eenige der steeds weder keerende bewerkingen beschrijven en dan eenige bladzijden aan de eigenschappen der mogelijk voorkomende stoffen wijden.

I. DE EENVOUDIGSTE BEWERKINGEN.

A. *Het oplossen van de stof.*

Een oplossing volgt des te sneller, naarmate de stof, die men oplossen wil fijner verdeeld is. Men onderscheidt physische en chemische oplossingen. De eenvoudigste is de *physische* oplossing en deze wordt

meestal door water gevormd. Zulk een oplossing bevat de stof in den toestand en met de eigenschappen, die zij van te voren bezat, en door verdamping van het oplosmiddel kan men de stof weer met hare vroegere eigenschappen terug verkrijgen; in zeer talrijke gevallen vormen zich hierbij zeer fraaie kristallen.

Een oplossing verkrijgt men door een hoeveelheid der uiterst fijn gewreven stof met de kleinst mogelijke hoeveelheid water te overgieten en dan zacht te schudden; gaat deze zeer lastig in zijn werk dan kan men de bewerking door zacht verwarmen, en zoo noodig koken ondersteunen. Bij stoffen die zeer gemakkelijk oplossen b.v. kaliumcarbonaat en natriumhydroxyde is het niet noodig deze eerst fijn te wrijven.

Een tweede vorm van oplossing is de *chemische*, waarbij de stof, nadat ze in oplossing is gegaan niet meer dezelfde eigenschappen van vroeger bezit. Het oplosmiddel en de op te lossen stof hebben steeds tegenovergestelde eigenschappen terwijl de oplosmiddelen meestal zuren of alkaliën zijn. Zoo wordt b.v. calciumoxyde met zijn basische eigenschappen gemakkelijk in verdund zoutzuur opgelost onder vorming van chloorcalcium, terwijl kiezelzuur dat in water niet oplosbaar is door langdurig koken met zeer sterke natronloog onder vorming van natriumsilicaat in oplossing gaat.

B. *De kristallisatie.*

Men verstaat daaronder elke bewerking waardoor een stof in vaste mathematisch omschreven vorm wordt verkregen; zulke vormen zijn des te zuiverder naarmate de bewerking langzamer verloopt. De vorming van kristallen hangt van de regelmatige rangschikking der kleinste deeltjes af en kan slechts dan plaats vinden wanneer deze zich vrij bewegen kunnen dus in

opgelosten of gasvormigen toestand aanwezig zijn. De gevallen dat een gesmolten lichaam bij het bekoelen reeds kristalliseert zijn zeldzaam.

Om de kristallisatie in te leiden moeten de oorzaken van den gasvormigen of vloeibaren toestand van de stof weggenomen worden, deze zijn òf de warmte òf het oplosmiddel of beiden te samen. Hieruit volgt dus, dat men door afkoeling of door verdamping van het oplosmiddel een stof tot kristalliseeren kan brengen. Het eenvoudigste geval is de afkoeling van warm verzadigde oplossingen b.v. door plaatsen in koud water, ijs of een koudmakend mengsel. De vloeistof die na de uitscheiding der kristallen overblijft heet moederloog.

De kristallisatie heeft meestal plaats in schalen of bij kleine, hoeveelheden in horlogeglazen omdat deze een zoo groot mogelijk verdampingsoppervlak aan de lucht hebben.

Wil men uit een kleine hoeveelheid oplossing goede kristallen krijgen, zoo laat men deze op een horlogeglas aan de lucht of tegen stof beschut onder een glazen klok naast zwavelzuur verdampen.

C. *Het praecipiteeren.*

Het verschil tusschen deze en de voorgaande bewerking bestaat daarin, dat de overgang van den opgelosten in den onopgelosten toestand hier plotseling geschiedt. Laat men een keukenzout-oplossing aan de lucht staan, dan kristalliseert er na eenigen tijd vast keukenzout uit, voegt men echter sterken alkohol eraan toe dan krijgt men plotseling een afscheiding van zeer kleine kristallen.

Meestal zijn echter dergelijke praecipitaten niet kristallijn, maar amorph door dat de deeltjes hier geen tijd hadden zich behoorlijk te rangschikken.

Om steeds zeker te zijn het gewenschte resultaat te krijgen is het raadzaam de oplossing, die men wil neerslaan zoo geconcentreerd mogelijk te nemen.

D. *Filtreeren.*

Het doel van deze bewerking is opgeloste van onopgeloste stoffen te scheiden. Hiervoor bezigt men ongelijmd papier, dat men zoodanig dubbel vouwt dat de vouwen een rechten hoek vormen. Dit gevouwen filter wordt nu zoodanig rond afgeknipt, dat de rand *beneden* den rand van den trechter valt. *Nooit mag de rand van het filter boven den trechter uitsteken, daar dit het uitwasschen van hetgeen op het filter is zeer bemoeielijkt zoo niet onmogelijk maakt, en in de tweede plaats zeer onoogelijk en slordig staat.*

De trechters moeten van glas zijn en worden op daarbij behoorende statieven geplaatst. Voor zeer moeielijk te filtreeren vloeistoffen worden filters aangewend die *niet* tegen het glas aansluiten door dien ze meermalen gevouwen zijn.

E. *Het decanteeren.*

Heeft het neerslag een beduidend grooter soortelijk gewicht dan de vloeistof, waarin het zich gevormd heeft, dan kan men het van deze scheiden door eenvoudig de vloeistof af te gieten. Deze bewerking noemt men decanteeren. Is het neerslag slijmig of gelatineus, zoodat het de poriën van het filter zou verstoppen zoo is deze methode de eenig aangewezene, vooral wanneer het neerslag nog moet worden uitgewasschen.

Somtijds verbindt men deze bewerking met die van het filtreeren nl. dan wanneer men het neerslag zoo-

veel mogelijk wil behouden. De hoofdmassa blijft dan in het vat, waarin het zich gevormd heeft en de vloeistof giet men telkens door een filter, dat de fijnere deeltjes terughoudt.

F. *Het uitwasschen.*

Wanneer het doel van de twee voorafgaande bewerkingen het verzamelen van het neerslag is, zoo moet dit door herhaald wasschen van de aanhangende vloeistof bevrijd worden. Om een neerslag op een filter uit te wasschen bedient men zich van een spuitflesch waarvan nevensstaande figuur eene voorstelling geeft, die geene verdere verklaring behoeft. De bewerking is afgeloopen, wanneer de doorgeloopen vloeistof niet meer de eigenschappen van het eerste filtraat vertoont, dus niet meer zuur of alkalisch reageert, of op platinablik verdampt geen rest meer laat.

G. *Het uitdampen.*

Deze bewerking is een van de meest voorkomende, die men aanwendt, wanneer men een vluchtig van een niet vluchtig bestanddeel wil scheiden, en daarbij slechts het niet vluchtige deel behouden wil. Bij de qualitatieve analyse waar het hoofdzaak is alle verontreiniging van buiten af te sluiten, dampt men zoo snel mogelijk in. Al naar gelang van de eigenschappen der stof, geschiedt dit op de vrije vlam, op een zandbad of waterbad en bij een temperatuur daarmede in overeenstemming.

Heeft men groote hoeveelheden vloeistof te verdam-

pen, die verwacht worden slechts weinig rest over te laten, zoo doet men dit het beste in een kleine schaal, terwijl men telkens de verdampte vloeistof met de oplossing aanvult.

Een onaangename omstandigheid is, dat somtijds de glazen en porceleinenschalen door de lange verwarming met de vloeistof aangetast worden.

H. *Het distilleeren.*

Was het hoofddoel bij het verdampen, het verkrijgen van het vaste bestanddeel uit een oplossing, bij deze bewerking is het vluchtige de hoofdzaak.

In het klein verwarmt men de oplossing in een glazen kolf en voert de dampen door een buis, die door koud stroomend water omspoeld wordt. In dezen koeler nu verdichten zich de dampen weer tot vloeistof en zijn aan het einde ervan als zoodanig op te vangen.

I. *Het gloeien.*

Wat het uitdampen voor vloeistoffen is, is om zoo te zeggen het gloeien voor vaste stoffen. Het doel is hier de scheiding van een vluchtig van een minder vluchtig vuurbestendig lichaam, b.v. de scheiding van chloorammonium van chloorkalium.

Ook wordt deze bewerking toegepast om stoffen in een anderen toestand te brengen, b.v. chroomoxyde in den onoplosbaren vorm.

In het klein voert men deze bewerking al naar gelang van de eigenschappen der stoffen in kleine kroesjes of schaaltjes van porcelein, platina, zilver, ijzer of ook n glazen buizen uit, door die in de gewone gasvlam,

of voor hoogere temperaturen, in de blaasvlam te verhitten.

K. *Het sublimeeren.*

Voert men vaste lichamen in dampvorm over, en verdicht men die dampen weer door afkoeling, zoo heet deze bewerking sublimeeren.

Bij de analyse is deze bewerking voor het herkennen van vele stoffen b.v. van jodium en arsenik van zeer groot belang.

Men voert deze bewerking voor de analyse meestal in eene aan het eene einde dichtgesmolten glazen buis uit; wil men in een waterstof- of koolzuurstroom sublimeeren, zoo bezigt men open buizen die meestal achter de te verhitten plaats eene vernauwing hebben.

L. *Smelten.*

Hieronder verstaat men het brengen van een vaste stof in den vloeibaren vorm door middel van warmte met het doel, meestal een ontleding of eene verbinding met andere stoffen in het leven te roepen.

Ook wordt deze bewerking aangewend om onoplosbare stoffen zoodanig te ontleden, dat hunne componenten in oplosbaren vorm komen. Smelt men b.v. Bariumsulphaat met soda, zoo ontstaan natriumsulfaat, dat men eerst met water uíttrekt om daarna het bariumcarbonaat in zoutzuur op te lossen.

Deze bewerking geschiedt in dezelfde apparaten die reeds bij het gloeien (I). zijn aangegeven.

M. Wanneer bij het gloeien van een mengsel van twee stoffen heftige werkingen kunnen optreden, b.v. bij het gloeien van zwavelarsenik met salpeter, dan

brengt men dit mengsel in kleine hoeveelheden voorzichtig in het vooraf gloeiend gemaakte vat. Door de kleinere hoeveelheid verloopt de reactie dan minder heftig. Ook kan men door deze bewerking dikwijls tot de natuur van een stof besluiten. Vermoedt men kaliumchloraat of salpeter, zoo mengt men een klein weinig ervan met cyaankalium en brengt dit mengsel in een gloeiend kroesje, waarop bij aanwezigheid van een der genoemde stoffen een lichte ontploffing volgt. De Duitschers noemen deze bewerking „Verpuffen."

N. Uit de natuurkunde is bekend, dat vele stoffen aan een niet lichtende vlam een bepaalde kleur meedeelen, m. a. w. in gloeienden toestand een eigen gekleurd licht uitzenden. Nauwkeurig alle verschijnselen hierbij waar te nemen geschiedt door den spectroskoop, maar eenvoudiger kan men ook reeds tot een resultaat komen.

Men brengt daartoe een weinig van de stof aan een uitgegloeid platinadraadje in de niet lichtende vlam van een Bunsenlamp.

Natriumzouten	kleuren	de	vlam		geel.
Kalium	„	„	„	„	violet.
Lithium	„	„	„	„	carmonzijnrood.
Calcium	„	„	„	„	geelrood.
Strontium	„	„	„	„	intensiefrood.
Barium	„	„	„	„	groen geel.

enz.

heeft men een mengsel van een natriumzout en een kaliumzout, zoo zal de gele natriumvlam de violette kaliumvlam bedekken.

Beschouwt men deze nu door een stuk kobaltglas, zoo treedt de violette kaliumvlam alleen duidelijk op

den voorgrond, terwijl de natriumvlam geheel verdwijnt.

O. Een eigenschap van eenige metaaloxyden, die zeer vaak aangewend wordt om hunne aanwezigheid voorloopig vasttestellen, is de volgende. In het oog van een platinadraadje smelt men een stukje borax. Dit blaast eerst sterk op maar smelt ten slotte als een doorschijnenden druppel, die deze eigenschap ook bij bekoelen behoudt.

Deze zoogenaamde boraxparel heeft nu de eigenschap metaaloxyden verschillend gekleurd op te lossen. Ook een parel op dezelfde wijze van phosphorzout verkregen vertoont deze eigenschap. Als voorbeelden dienen:

De warme phosphorzoutparel is:

1. *Blauw.* **Kobalt.**

2. *Groen,* verhit men deze in de reductievlam van de blaasbuis, en wordt ze na afkoeling *rood.* **Koper.**

3. *Groen,* in de reductievlam onveranderd, vooral bij bekoeling prachtig. **Chroom.**

4. *Amethystrood,* vooral bij bekoeling, in de reductievlam kleurloos. **Mangaan.**

5. *Kleurloos* en helder bij bekoeling emailwit: **Barium-Strontium.**

De phosphorzoutparel lost de stof niet op, **kiezelzuur** of **tin.**

Bij edele metalen, **goud** en **platina** blijven deze als metaal in de parel zweven.

II. DE APPARATEN.

Daar het voor velen lastig zal zijn een keuze te doen uit de talrijke apparaten, die bij de analyse in gebruik zijn, en het vooral moeielijk is onderscheid te maken tusschen hetgeen noodig is en hetgeen ontbeerd kan worden, geef ik hier het volgendje lijstje van het meest noodige, dat natuurlijk naar welgevallen uitgebreid kan worden.

1°. Een Bunsenlamp met krans, schoorsteen en een opzet voor blaasvlamproeven.
Beschikt men niet over gas, dan kan men ook een spirituslamp gebruiken.

2°. Een blaasbuis.

3°. Platinablik van 4—5 cm. in het quadraat.

4°. Platinadraad.

5°. Een statief met 10—20 reageerbuizen, 15 cm. lang en 1 cm. wijd.

6°. Eenige bekerglazen en kolven

7°. Eenige porceleinen schaaltjes.

8°. „ „ kroesjes.

9°. „ glazen trechters.

10°. Een spuitflesch.

11. Eenige glazen staafjes en buisjes.

12. Een stel horlogeglazen.

13. Een achaten, of porceleinen mortier.

14. Een houten filtreerstandaard.

15°. Een ijzeren drievoet.

16°. Eenige driehoeken, bestaande uit pijpensteeltjes door een ijzerdraad verbonden.

17°. Een stukje koper- of ijzergaas met zeer kleine openingen ± 20 cm. lang en breed.

18°. Een kobaltglas.

III. MEEST GEBRUIKELIJKE REAGENTIA.

H_2SO_4	Zwavelzuur S. G. 1,837—1,840
HNO_3	Salpeterzuur „ 1,317
HCl	Zoutzuur „ 1,126
CH_3COOH.	Azijnzuur (Ysazijn).
	Verdund zwavelzuur S. G. 1,11
	„ salpeterzuur „ 1,12
	„ zoutzuur „ 1,062
	„ azijnzuur 10%
NH_3	Ammoniak 0.958—0,960
$NaOH$	Natriumhydroxyde 1—10
Na_2CO_3	Natriumcarbonaat 1—5
	Ammoniumcarbonaat 1—10
NH_4Cl	Chloorammonium 1—10
$BaCl_2$	Chloorbarium 1—10
$FeCl_3$	Ferrichloride 1—10
$AgCl$	Zilvernitraat 1—10
$Pb(CH_3COO)_2$	Loodacetaat 1—10
$NaCH_3COO$	Natriumacetaat 1—5
$K_4Fe(CN)_6$	Ferrocyaankalium 1—10
$CaSO_4$	Calciumsulfaat verzadigde waterige oplossing.
	Indigo-oplossing, te bereiden door 1 deel indigo met 12 H_2SO_4 een uur te laten staan en dan te verdunnen met 500 deelen geconcentreerd zwavelzuur.

$Na_2 HPO_4$	Natriumphosphaat 1—10 (ammoniumphosphaat.)
$Mg SO_4$	Magnesiumsulfaat 1—10
$(COO)_2(NH_4)_2$	Ammoniumoxalaat 1—20
$H_2 Si Fl_6$	Kiezelfluorwaterstof
$K_2 Cr_2 O_7$	Kaliumbichromaat verzadigde oplossing.
$H_2 S$	Zwavelwaterstof.
$(NH_4)_2 S$	Zwavelammonium.
$(NH_4)_2 S_2$	Geel „
	Magnesiummixtuur.
	Ammoniummolybdänaat.

Reagentia in vasten toestand.

$K_2 H_2 Sb_2 O_7$	Kaliumstibiaat.
$Fe SO_4 7 H_2 O$	Ferrosulfaat.
$K_6 Fe_2 (CN_{12})$	Ferricyaankalium.
$Pb_3 O_4$	Menie.
	Rood en blauw lakmoespapier.
	Curcumapapier.
Zn	Zink (arsenikvrij).

IV. MEEST VOORKOMENDE ELEMENTEN EN HUNNE ATOOMGEWICHTEN.

Aluminium	Al.	27
Antimonium	Sb	120
Arsenikum	As	75
Barium	Ba	137
Bismuth	Bi	208
Borium	B	11
Broom	Br	80
Cadmium	Cd	112

Calcium	Ca	40
Chloor	Cl	35.5
Chroom	Cr	52
Fluorium	Fl	19
Goud	Au	197
Jodium	J	127
Kalium	K	39
Kobalt	Co	59.3
Koolstof	C	12
Koper	Cu	63
Kwik	Hg	200
Lood	Pb	206
Lithium	Li	7
Magnesium	Mg	24
Mangaan	Mn	55
Molybdänium	Mo	96
Natrium	Na	23
Nikkel	Ni	58.7
Phosphorus	P	31
Platina	Pt	194
Silicium	Si	28
Stikstof	N	14
Strontium	Sr	87
Tin	Sn	119
Waterstof	H	1
IJzer	Fe	56
Zuurstof	O	16
Zwavel	S	32
Zilver	Ag	107
Zink	Zn	65

Voor het gemak bij de berekeningen zijn de decimalen bij de atoomgewichten weggelaten, behalve in enkele gevallen.

V. REACTIES OP DE ENKELE BASES EN ZUREN.

Zooals we later bij de beschrijving van den gang van het onderzoek zullen zien, kunnen we de reeks der metalen verdeelen in een zestal groepen, welke in de eerste plaats door een voor iedere groep speciaal reagens aangetoond kunnen worden. Heeft men eenmaal zulk eene groep of een lid ervan door het algemeene groepenreactief gevonden, dan is het natuurlijk veel eenvoudiger nader te bepalen met welk lid men te doen heeft, dan wanneer men als het ware een keuze tusschen alle mogelijke metalen te doen heeft.

Deze groepen zijn de volgende:

I. Kalium, Natrium, Lithium, Ammonium en verdere zeldzamere alkalimetalen.
II. Barium, Calcium, Strontium, Magnesium.
III. Aluminium, Chroom.
VI. Zink, Mangaan, Nikkel, Kobalt, IJzer.
V. Zilver, Kwik, Lood, Bismuth, Koper, Cadmium.
VI. Goud, Platina, Tin, Arsenik, Antimonium.

Hoewel hiermede de reeks der metalen nog niet uitgeput is, kan met deze volstaan worden, aangezien voor de opsporing der andere zeldzamere, een grootere oefening behoort, en waarvoor ik naar uitgebreider werken verwijs.

De volgorde, waarin deze groepen nu besproken zullen worden is juist de omgekeerde van die, waarin ze hier genoemd zijn, aangezien bij den gewonen gang der qualitatieve analyse, eerst de zesde, dan de vijfde en het allerlaatst de eerste groep kan worden aangetoond.

Nog dient opgemerkt te worden, dat een groepen-

reactief slechts dan van waarde is, wanneer er geen metalen uit een vorige groep meer aanwezig zijn. Zoo worden b. v. de metalen der vijfde, vierde en derde groep allen door zwavelammonium neergeslagen, evenwel de metalen der vijfde groep slechts alleen door zwavelwaterstof in zwak zure oplossing. Wil dus het neerslag door zwavelammonium verkregen eenige bewijskracht hebben, zoo moet men zorgen dat de metalen der vijfde groep *volkomen* verwijderd zijn.

METALEN DER ZESDE GROEP.

Sn. As. Sb. Au. Pt.

Door zwavelwaterstof ontstaat in de zwak zuur reageerende oplossingen dezer metalen een neerslag, dat oplosbaar is in geel zwavelammonium.

I. TINVERBINDINGEN.

a. *Stannochloride (Tinchloruur) Sn Cl_2.*

Men verwarmt tin gedurende eenigen tijd met geconcentreerd zoutzuur, zorg dragende dat er eenig tin onopgelost blijft, zoodoende verkrijgt men een oplossing van stannochloride Sn Cl_2.

1. *Zwavelwaterstof* geeft in deze oplossing, welke niet al te sterk zuur reageeren mag, een *donkerbruin* neerslag van zwaveltin Sn S.

2. Dit neerslag lost op in geel zwavelammonium, en daaruit wordt door verdund zoutzuur het stannisulfide Sn S_2 als een *geel* neerslag neergeslagen.

3. *Ammoniak* geeft een wit neerslag van Sn $(OH)_2$ dat in onvermaat niet oplosbaar is.

4. *Natronloog* geeft een wit neerslag van dezelfde samenstelling, dat evenwel in overmaat oplost.

5. *Natriumcarbonaatoplossing* geeft een wit neerslag van Sn $(OH)_2$, terwijl er koolzuurgas ontwijkt.

6. Voegt men bij de oplossing een oplossing van kwikchloride $Hg\,Cl_2$, dan ontstaat er dadelijk een wit neerslag van Calomel $Hg_2\,Cl_2$ door de reduceerde werking van het tinchloruur. Deze reductie gaat echter verder, en vooral bij zacht verwarmen ontstaat er een grijs neerslag van metallisch kwik.

7. Voegt men aan de oplossing een mengsel van Ferrichloride en ferricyaankaliumoplossingen toe, dan ontstaat er door reductie een neerslag van Berlijnsch blauw.

8. Goudchloride geeft in de oplossing, die eenig $Sn\,Cl_4$ bevat, een purperkleurig neerslag (Purper van Cassius).

b. *Stannichloride* $Sn\,Cl_4$.

Men verwarmt de oplossing van $Sn\,Cl_2$ met een paar druppels salpeterzuur, waardoor het tinchloruur overgaat in tinchloride ($Sn\,Cl_4$).

Deze oplossing vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelwaterstof* geeft een geelgekleurd neerslag van $Sn\,S_2$.

2°. Dit neerslag lost op in *geel zwavelammonium* en keert door toevoeging van zuren weer terug.

3°. *Natronloog* geeft een wit neerslag van $Sn\,(OH)_4$, oplosbaar in overmaat.

4°. Metallisch zink geeft, evenals in een tinchloruuroplossing, een afscheiding van metallisch tin in den vorm van grauwe blaadjes of van eene sponsachtige massa.

5°. Reactie 7 van tinchloruur gaat hier ook op.

Verwarmt men een stukje metallisch tin met sterk salpeterzuur dan ontstaat, het in water en salpeterzuur onoplosbare metatinzuur.

II. ARSEENVERBINDINGEN.

a. *Arseentrioxyde* (*Rattenkruit*) $As_2 O_3$.

1. In een puntbuisje verhit men een weinig van de vaste stof zoodanig, dat de witte dampen, die ontstaan, over een klein stukje gloeiende houtskool strijken. In het koudere gedeelte krijgt men nu een zeer fraaien zwarten spiegelenden ring van metallisch arsenik.

Men kookt eenig arseniktrioxyde met water en verkrijgt zoodoende een oplossing, die na van het onopgeloste afgefiltreerd te zijn, de volgende reacties vertoont:

1°. De oplossing kleurt blauwlakmoes rood.

2°. *Zwavelwaterstof* geeft, nadat een weinig verdund zoutzuur is toegevoegd, een *geel* neerslag van zwavelarsenik $As_2 S_3$.

3°. Dit neerslag lost op in *zwavelammonium*.

4°. Eveneens oplosbaar in *ammoniak* (onderscheid van tin).

5°. Met *zilvernitraat* ontstaat niets, neutraliseert men echter de oplossing met ammoniak, dan ontstaat een *geel* neerslag van arsenigzuur zilver $Ag_3 As O_3$, oplosbaar in *ammoniak* en *salpeterzuur*.

6°. Verhit men deze ammoniakale oplossing, zoo wordt er metallisch zilver door reductie afgescheiden.

7°. *Kopersulfaat* geeft geen neerslag, neutraliseert men met ammoniak, dan ontstaat een *geelgroen* neerslag van arsenigzuur koper.

8°. Dit neerslag lost in *alkaliën* (NH_3, KOH, Na OH) op, en geeft bij verhitting van deze blauwe oplossing rood koperoxydule door reductie.

9°. Met zuiver *zink* en verdund *zwavelzuur* ontstaat arsenikwaterstof $As H_3$, dat brandbaar is met een vale vlam. Een koud porceleinen voorwerp daarin gebracht

vertoont een aanslag van donkerbruine glanzende vlekken, die in chloorkalkoplossing dadelijk verdwijnen.

b. *Arseenpentoxyde* (*Arsenikzuur*) $As_2 O_5$.

Men verwarmt de arsenigzuuroplossing met een paar druppels sterk salpeterzuur en verkrijgt zoodoende een oplossing van arsenikzuur $H_3 As O_4$.

1. *Zwavelwaterstof* geeft (na eenigen tijd indien de oplossing verdund is) in de zure oplossing een *geel* neerslag van arseentrisulfide en zwavel.

2°. *Zilvernitraat* geeft zoowel in de oplossing van het vrije arsenikzuur, als in de met ammoniak geneutraliseerde oplossing, een *steenrood* neerslag van zilverarseniaat $Ag_3 As O_4$.

3°. Dit neerslag lost gemakkelijk op in *ammoniak* en *salpeterzuur*.

4°. In de met ammoniak geneutraliseerde oplossing ontstaat door *kopersulfaatoplossing* een *blauwgroen* neerslag van koperarseniaat, dat met *alkaliën blauw* wordt, maar niet oplost.

5°. Met *magnesiamixtuur* ontstaat een *kristallijn* neerslag.

6°. Met *ammoniummolybdänaat* ontstaat bij gewone temperatuur geen neerslag, echter bij verwarmen een *hoog geel* gekleurd praecipitaat.

III. ANTIMOONVERBINDINGEN.

Men lost eenig zuiver zwavelantimonium in sterk zoutzuur op en kookt eenigen tijd om de zwavelwaterstof te verdrijven. Men heeft een oplossing van chloorantimoon $Sb Cl_3$ verkregen.

1°. Door verdunnen met water krijgt men een *wit*

neerslag van basisch chloorstibium. Door *wijnsteenzuur* lost dit neerslag weer op.

2°. Door *zwavelwaterstof* ontstaat in de zure oplossing een *oranjerood* neerslag van $Sb_2 S_3$.

3°. Dit neerslag lost in *zwavelammonium* op, niet in ammoniak (althans zeer weinig), door zuren keert het weer terug.

4°. *Natronloog* geeft een *wit* neerslag oplosbaar in overmaat.

5°. *Ammoniak* evenzoo, echter lost dit niet in overmaat op.

6°. Behandelt men de oplossing met *zink* en *zwavelzuur*, zooals bij arsenigzuur is aangegeven, dan ontstaat er antimoonwaterstof $Sb H_3$. De zwarte vlekken, die op een koud porceleinen voorwerp, dat men in de vlam brengt ontstaan, lossen niet op in chloorkalkoplossing, ook zijn ze niet zoo glanzend.

IV. GOUDVERBINDINGEN.

Goudchloride $Au Cl_3 \; {}_2H_2O$.

Heeft men dit zout ter beschikking, zoo lost men het eenvoudig in water op; anders verhit men eenig zuiver goud met koningswater, dampt de oplossing tot stroopdikte in en neemt de rest op in water.

1°. *Zwavelwaterstof* geeft een *bruinzwart* neerslag van $Au_2 S_3$.

2°. Dit neerslag lost in *geel zwavelammonium* op.

3°. Met een oplossing van *tinchloruur*, die eenig tinchloride bevat, ontstaat Cassius purper (zie bij Tin).

4°. Door *ferrosulfaat* wordt *metallisch goud* afgescheiden.

V. PLATINAVERBINDINGEN.

De oplossing bereidt men evenals bij goud is aangegeven; laat men deze oplossing na indamping kristalliseeren zoo verkrijgt men kristallen van de samenstelling $H_2 Pt Cl_6 + 6 H_2 O$.

De oplossing vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelwaterstof* geeft in de verwarmde vloeistof ingeleid een *bruinzwart* neerslag van zwavelplatina $Pt S_2$.

2°. Dit neerslag lost zéér lastig in geel *zwavelammonium* op.

3°. De geconcentreerde oplossing geeft met eene geconcentreerde *chloorkalium* oplossing een kristallijn neerslag van $K_2 Pt Cl_6$, dat uit oktaëdertjes bestaat die bij gloeiing KCL en Pt teruglaten.

4°. Met *chloorammonium* onstaat een dergelijk neerslag, bij gloeiing blijft hier echter alleen platina als spons terug.

METALEN DER VIJFDE GROEP.

Ag. Hg. ($Hg_2 O$ en $Hg O$) Pb. Bi. Cu. Cd.

Het groepenreactief voor deze groep van metalen is evenals bij de vorige groep zwavelwaterstof, evenwel met dit onderscheid, dat de *neergeslagen sulfiden niet oplosbaar zijn in zwavelammonium, evenals in verdunde zuren.* Deze laatste eigenschap onderscheidt ze van de metalen der vierde groep, welker zwavelverbindingen zeer gemakkelijk in verdunde zuren oplossen.

Deze vijfde groep kan nu nog in twee deelen gesplitst worden.

1°. bevat die metalen welker chloriden niet of zeer

lastig oplosbaar zijn. Ag, Hg_2 O en Pb verbindingen, terwijl de tweede de overige genoemde metalen bevat.

I. ZILVERVERBINDINGEN.

Zilvernitraat $Ag\ NO_3$

1°. In de waterige oplossing ontstaat door *zoutzuur* of door de oplossing van een *chloride* bv. keukenzout en *wit kaasachtig* neerslag van chloorzilver Ag Cl.

Dit neerslag lost zeer gemakkelijk op in *ammoniak*, is daarentegen onoplosbaar in *salpeterzuur*.

Aan het licht blootgesteld kleurt het zich donker en wordt geheel zwart.

2°. *Zwavelwaterstof* geeft een *zwart* neerslag van Ag_2 S. Dit zwavelzilver is onoplosbaar in *zwavelammonium*.

3°. *Zwavelammonium* roept hetzelfde neerslag te voorschijn.

4°. Voegt men zéér voorzichtig *ammoniak* toe, dan ontstaat er een *bruin* neerslag van Ag_2 O, dat in overmaat oplosbaar is.

5°. Wordt deze oplossing gekookt met een kleine hoeveelheid van een reduceerende stof (b. v. met glucose), dan scheidt zich metallisch zilver door reductie af.

Kookt men niet, doch verwarmt men zacht in een waterbad, dan geschiedt die afscheiding vaak onder vorming van een fraaien zilverspiegel.

6°. Door *natronloog* ontstaat hetzelfde neerslag van Ag_2 O,

7°. *Natriumphosphaat* geeft in de neutrale oplossing van zilvernitraat een *geel* neerslag van zilverphosphaat $Ag_3\ PO_4$ terwijl het filtraat van dit neerslag *zuur* reageert tegenover lakmoes.

V. PLATINAVERBINDINGEN.

De oplossing bereidt men evenals bij goud is aangegeven; laat men deze oplossing na indamping kristalliseeren zoo verkrijgt men kristallen van de samenstelling $H_2 Pt Cl_6 + 6 H_2 O$.

De oplossing vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelwaterstof* geeft in de verwarmde vloeistof ingeleid een *bruinzwart* neerslag van zwavelplatina $Pt S_2$.

2°. Dit neerslag lost zéér lastig in geel *zwavelammonium* op.

3°. De geconcentreerde oplossing geeft met eene geconcentreerde *chloorkalium* oplossing een kristallijn neerslag van $K_2 Pt Cl_6$, dat uit oktaëdertjes bestaat die bij gloeiing KCL en Pt teruglaten.

4°. Met *chloorammonium* onstaat een dergelijk neerslag, bij gloeiing blijft hier echter alleen platina als spons terug.

METALEN DER VIJFDE GROEP.

Ag. Hg. ($Hg_2 O$ en $Hg O$) Pb. Bi. Cu. Cd.

Het groepenreactief voor deze groep van metalen is evenals bij de vorige groep zwavelwaterstof, evenwel met dit onderscheid, dat de *neergeslagen sulfiden niet oplosbaar zijn in zwavelammonium, evenals in verdunde zuren.* Deze laatste eigenschap onderscheidt ze van de metalen der vierde groep, welker zwavelverbindingen zeer gemakkelijk in verdunde zuren oplossen.

Deze vijfde groep kan nu nog in twee deelen gesplitst worden.

1°. bevat die metalen welker chloriden niet of zeer

lastig oplosbaar zijn. Ag, Hg_2 O en Pb verbindingen, terwijl de tweede de overige genoemde metalen bevat.

I. ZILVERVERBINDINGEN.

Zilvernitraat $Ag\ NO_3$

1°. In de waterige oplossing ontstaat door *zoutzuur* of door de oplossing van een *chloride* bv. keukenzout en *wit kaasachtig* neerslag van chloorzilver Ag Cl.

Dit neerslag lost zeer gemakkelijk op in *ammoniak*, is daarentegen onoplosbaar in *salpeterzuur*.

Aan het licht blootgesteld kleurt het zich donker en wordt geheel zwart.

2°. *Zwavelwaterstof* geeft een *zwart* neerslag van Ag_2 S. Dit zwavelzilver is onoplosbaar in *zwavelammonium*.

3°. *Zwavelammonium* roept hetzelfde neerslag te voorschijn.

4°. Voegt men zéér voorzichtig *ammoniak* toe, dan ontstaat er een *bruin* neerslag van Ag_2 O, dat in overmaat oplosbaar is.

5°. Wordt deze oplossing gekookt met een kleine hoeveelheid van een reduceerende stof (b. v. met glucose), dan scheidt zich metallisch zilver door reductie af.

Kookt men niet, doch verwarmt men zacht in een waterbad, dan geschiedt die afscheiding vaak onder vorming van een fraaien zilverspiegel.

6°. Door *natronloog* ontstaat hetzelfde neerslag van Ag_2 O,

7°. *Natriumphosphaat* geeft in de neutrale oplossing van zilvernitraat een *geel* neerslag van zilverphosphaat Ag_3 PO_4 terwijl het filtraat van dit neerslag *zuur* reageert tegenover lakmoes.

Dit neerslag lost gemakkelijk op in *ammoniak* en verdund *salpeterzuur*.

8°. Door *kaliumchromaat* oplossing ontstaat een *rood* neerslag van zilverchromaat (indicator bij het titreeren met $Ag\,NO_3$ oplossing van zoutzuur).

9°. Plaatst men in de oplossing een stukje blank *koper*, zoo wordt er zilver afgescheiden, terwijl de *blauwe* kleur verraadt, dat er koper in oplossing gaat.

II. KWIKVERBINDINGEN.

a. *Mercuronitaat* ($Hg_2(NO_3)_2$).

De oplossing hiervan bereidt men door eenig kwik te overgieten met salpeterzuur, dat met een gelijk volume water verdund is en te verwarmen, zorg dragende, dat er eenig kwik onopgelost blijve.

Deze oplossing vertoont de volgende reacties:

1°. Door *zoutzuur* ontstaat een *zwaar wit* neerslag van Calomel $Hg_2\,Cl_2$. Filtreert men dit af en overgiet men het neerslag met *ammoniak* dan wordt dit *zwart* gekleurd.

2°. *Zwavelwaterstof* geeft een *zwart* neerslag van zwavelkwik $Hg_2\,S$, dat onoplosbaar is in *zwavelammonium*, *verdund* en *sterk salpeterzuur*, terwijl het oplost in *koningswater*.

3°. *Ammoniak* geeft een *zwart* neerslag, dat uit basische ammoniak en amidhoudende zouten bestaat.

4°. *Natronloog* doet een *zwart* neerslag van mercurooxyde $Hg_2\,O$ ontstaan.

5°. *Joodkaliumoplossing* geeft een *geelgroen* gekleurd neerslag van mercurojodide $Hg_2\,I_2$.

6°. *Stannochloride* reduceert de oplossing tot metallisch kwik, dat zich als een grauw bezinksel afscheidt.

b. *Mercurichloride* (*sublimaat*) $Hg\ Cl_2$.

1°. Door *zoutzuur* ontstaat *geen* neerslag.

2°. *Zwavelwaterstof* doet in de waterige oplossing, die zuur reageert, een neerslag ontstaan, dat van *wit* door *geel* en *bruin* eindelijk *zwart* wordt. Dit zwarte neerslag is $Hg\ S$, terwijl de voorafgaande gekleurde verbindingen, dubbelverbindingen van $Hg\ S$ met nog onaangetast sublimaat zijn.

Dit neerslag lost niet op in *zwavelammonium*, noch in *salpeterzuur*, daarentegen wel in *koningswater*.

3°. *Natriumhydroxyde* geeft een neerslag van *rood* kwikoxyde $Hg\ O$.

4°. Men filtreert dit neerslag af, droogt het en verhit het in een buisje van moeielijk smeltbaar glas.

Onder ontwikkeling van *zuurstof* krijgt men in het koudere gedeelte een aanslag van *metallisch kwik*.

5°. *Ammoniak* geeft een *wit* neerslag van eene amidverbinding.

6°. *Joodkalium* geeft een *rood* neerslag van kwikjodide $Hg\ I_2$, dat in overmaat oplosbaar is.

7°. Men verwarmt een druppeltje kwik in een uitgetrokken buisje, terwijl zich iets hooger een kristalletje jodium bevindt, bij vermenging van de dampen der beide stoffen ontstaat er kwikjodide dat zich als een *roode* aanslag in het koudere gedeelte afzet.

9°. *Stannochloride* geeft eerst een neerslag van Calomel, terwijl dan de reductie verder gaat en zich *metallisch kwik* afscheidt.

Plaatst men in oplossingen van mercuro of mercuriverbindingen een stukje *blank koper*, zoo ontstaat daarop een *grauwe* aanslag, die bij wrijven met een doekje *glanzend* wordt. Bij verhitting van het koper

verdwijnt de schijnbare verzilvering, doordien het kwik vervluchtigt.

III. LOODVERBINDINGEN.

Loodnitraat $Pb(NO_3)_2$.

Men lost eenige kristallen van dit zout op in water, welke oplossing zuur reageert.

1°. Door *zoutzuur* of een *oplosbaar chloride* ontstaat een *wit kristallijn* neerslag, dat in kokend water oplost.

2°. Een oplosbaar *jodide* slaat *geel* joodlood neer, dat in kokend water oplost en bij bekoeling in glinsterende goudgele kristalletjes zich afscheidt.

3°. *Zwavelwaterstof* slaat *zwart* loodsulfide neer, dat onoplosbaar is in verdunde zuren.

4°. *Natronloog* slaat loodhydroxyde neer, oplosbaar in een grooten overmaat.

5°. *Zwavelzuur* geeft *wit* loodsulfaat, oplosbaar in *ammoniumacetaat.*

6°. Door *Kaliumchromaat* slaat *geel* loodchromaat neer, onoplosbaar in *verdunde zuren*, oplosbaar in *alkaliën.*

7°. *Zink* scheidt uit de oplossing *metallisch lood* af.

IV. KOPERVERBINDINGEN.

Kopersulfaat $CuSO_4 . 5H_2O$.

De zuur reageerende waterige oplossing van dit zout vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelwaterstof* slaat *zwart* zwavelkoper neer dat oplost in *verdund salpeterzuur.*

2°. *Natronloog* geeft *blauw gelatinens* koperhydroxyde, dat door koken in *zwart* Cu O overgaat.

3°. *Ammoniak* geeft een *blauwgroen* neerslag van een basisch zout, dat in een overmaat tot eene *donkerblauwe* vloeistof oplost.

4°. Door *sodaoplossing* ontstaat een onoplosbaar basisch kopercarbonaat. Kookt men de vloeistof, zoo ontwijkt er *koolzuurgas* en het neerslag wordt *bruinzwart* gekleurd.

5°. *Ferrocyaankalium* geeft een *chocoladekleurig* neerslag; bij sterke verdunning een *bruine* verkleuring.

6°. Een stuk blank *ijzer* in de vloeistof geplaatst wordt bedekt door een *koperkleurigen* aanslag.

7°. De Boraxparel lost in het buitenste gedeelte van de gasvlam gebracht Cu O gemakkelijk op; in de warmte is de kleur *groen*, in de koude *blauw*.

V. BISMUTHVERBINDINGEN.

Men lost een weinig van het metaal in zoo weinig mogelijk geconcentreerd salpeterzuur op onder verwarming. Deze oplossing van bismuthnitraat Bi $(NO_3)_3$ vertoont de volgende reacties:

1°. Door *water* slaat basisch bismuthnitraat neer, dat door toevoeging van een weinig geconcentreerd zoutzuur weer oplost.

2°. *Zwavelwaterstof* slaat *zwart* zwavelbismuth neer, dat in kokend *salpeterzuur* oplost.

3°. *Natronloog* slaat *wit* bismuthhydroxyde neer, onoplosbaar in overmaat.

4°. *Ammoniak* evenzoo.

5°. *Kaliumchromaat* slaat *geel* basisch bismuthchromaat neer, dat in *salpeterzuur* oplost, daarentegen niet in *natronloog* (onderscheid van lood).

VI. CADMIUMVERBINDINGEN.

Cadmiumsulfaat $Cd\,SO_4 . 4H_2\,O$.

Men lost eenige kristallen in water op, welke oplossing zuur reageert, en de volgende eigenschappen bezit:

1°. Door *zwavelwaterstof* ontstaat een *hoog geel* gekleurd neerslag van zwavelcadmium, dat in *kokende zuren* oplost. Is de oplossing te sterk zuur dan ontstaat dit neerslag eerst na verdunnen met water.

2°. *Natronloog* slaat het *witte* cadmiumhydroxyde neer dat in overmaat onoplosbaar is.

3°. Het neerslag van $Cd(OH)_2$, dat door *ammoniak* ontstaat, lost in overmaat op.

4°. *Ammoniumcarbonaat* slaat basisch *wit* cadmiumcarbonaat neer.

5°. *Rhodaankalium* geeft *geen* neerslag, ook niet na toevoeging van *zwavelig zuur*. (onderscheid van koper).

METALEN DER VIERDE GROEP.

Zn, Mn, Ni, Co. Fe.

Zwavelwaterstof geeft noch in de zure, noch in de neutrale oplossingen een neerslag.

Zwavelammonium slaat uit de oplossingen de metalen als sulfiden neer, die onoplosbaar zijn in overmaat, oplosbaar in verdunde zuren.

I. ZINKVERBINDINGEN.

Men verwarmt een stukje zink met verdund zoutzuur totdat er geen waterstof meer ontwikkeld wordt, en daarbij zorg dragende, dat er nog zink onopgelost blijft. De oplossing reageert zuur tegenover lakmoespapier en vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelwaterstof* geeft geen neerslag.

2°. *Zwavelammonium* geeft een *wit* neerslag van Zn S, dat in verdunde zuren zeer gemakkelijk oplost.

3°. *Natronloog* geeft een *wit* neerslag van $Zn(OH)_2$, dat in overmaat oplosbaar is. Heeft men een grootere overmaat natronloog aangewend, zoo ontstaat er door chloorammonium geen neerslag. Zwavelwaterstof doet in deze oplossing een *wit* neerslag van Zn S. ontstaan, (onderscheid van aluminium).

4°. *Ammoniak* gedraagt zich evenals natronloog.

5°. Door *natriumcarbonaat* ontstaat onder ontwijken van *koolzuur* een neerslag van basisch zinkcarbonaat.

6°. *Ammoniumcarbonaat* geeft hetzelfde neerslag, dat in een overmaat oplost.

7°. Door *ferrocyaankalium* ontstaat een *wit* neerslag van ferrocyaanzink (gevoeligste reactie).

II. MANGAANVERBINDINGEN.

Mangaansulfaat. $MnSO_4 . 7H_2O$.

Men lost eenige kristallen van dit zout op in water, de oplossing reageert zuur en vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelammonium* geeft een *vleeschkleurig* neerslag van zwavelmangaan, dat aan de lucht *donker bruin* wordt. Dit neerslag lost zeer gemakkelijk in verdunde zuren op.

2°. *Natronloog* geeft een *wit* neerslag van manganohydroxyde, dat aan de lucht door oxydatie tot manganihydroxyde *bruin* wordt.

3°. *Ammoniak* gedraagt zich evenzoo.

4°. *Natriumcarbonaat* geeft, al naar de verhouding waarin dit aangewend wordt, een *wit* neerslag van waterhoudend manganocarbonaat, manganohydroxyde of een mengsel van beiden.

5°. *Ammoniumcarbonaat* slaat *wit* manganocarbonaat neer.

6°. Verwarmt men de oplossing met een weinig *menie* en *salpeterzuur*, zoo ontstaat er een *donkerrood* gekleurde vloeistof die overmangaanzuur bevat $H\,Mn\,O_4$.

7°. Gloeit men een kleine hoeveelheid van het vaste zout met *natriumcarbonaat* en kaliumnitraat zoo ontstaat er een *groen* gekleurde massa van kaliummanganaat. $K_2\,Mn\,O_4$. Door verwarmen onder gelijktijdig invoeren van een stroom koolzuurgas ontstaat er kaliumpermanganaat, dat kenbaar is aan de *violette* kleur der oplossing.

III. IJZERVERBINDINGEN.

a. *Ferroverbindingen. Ferrosulphaat.* $Fl\,SO_4.\,7H_2\,O.$

Men lost eenige kristallen van het zout in water op. De oplossing reageert zuur en vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelammonium* slaat *zwart* zwavelijzer $Fe\,S$ neer, dat in verdunde zuren gemakkelijk oplost.

2°. *Natronloog* doet een *groenachtig* neerslag van ferrohydroxyde $Fe\,(OH)_2$ ontstaan dat aan de lucht langzamerhand *bruin* wordt en dan overgegaan is in ferrihydroxyde.

3°. Door *ferrocyaankalium* ontstaat in luchtvrije oplossingen een *blauwachtig wit* neerslag van $Fe_2\,(Fe\,Cy_6)$, dat in aanraking met de lucht *donker blauw* wordt.

4°. Met een versch bereide oplossing van *ferricyaankalium* ontstaat een *donkerblauw* neerslag van Turnbull's blauw. $Fe_3\,(Fe_2\,Cy_{12})$.

b. *Ferriverbindingen.*

Men voegt bij de oplossing van ferrosulfaat een weinig salpeterzuur, waardoor de kleur *bruin* wordt.

Deze oplossing verwarmt men waardoor NO wordt ontwikkeld. De resulteerende oplossing bevat nu ferrisulfaat en vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelwaterstof* geeft een *geelachtig wit* bezinksel van afgescheiden zwavel, door oxydatie van het H_2S. ontstaan.

2°. *Zwavelammonium* slaat *zwart* zwavelijzer neer en werkt dus daarbij eveneens reduceerend.

3°. *Natronloog* geeft een neerslag van *bruin* ferrihydroxyde.

4°. *Ammoniak* evenzoo.

5°. *Ferrocyaankalium* slaat Berlijnsch blauw neer $Fe_2(FeCy_6)_3$.

6°. *Ferricyaankalium* veroorzaakt *geen* neerslag, doch kleurt de vloeistof slechts *donkerder*.

7°. *Rhodaankalium* kleurt zelfs in zeer verdunde zwakzure oplossingen deze *bloedrood*.

8°. *Looizuur* kleurt verdunde oplossingen *zwart* en geeft in meer geconcentreerde een *zwart* bezinksel van ferritannaat.

IV. KOBALTVERBINDINGEN.

Kobaltsulfaat. $CoSO_4 . 7H_2O$.

Men lost de roodachtige kristallen in water op, en de zuur reageerende oplossing vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelammonium* slaat *zwart* kobaltsulfide neer, dat in verdund zoutzuur onoplosbaar is, salpeterzuur lost het bij verwarmen op.

2°. *Ammoniak* geeft een bezinksel van een *blauw* basisch zout, dat in overmaat oplosbaar is met een *geelbruine* kleur. Aan de lucht wordt deze oplossing *roodbruin* gekleurd. Uit deze oplossing slaat door *natronloog*

een deel van het kobalt als *blauw* basisch zout neer.

3°. *Natronloog* geeft een neerslag van een *blauw* basisch zout. Voegt men bij een weinig van de kobaltsulfaatoplossing zéér geconcentreerde *kaliloog*, dan lost het neerslag, dat eerst ontstaat in overmaat KO H bij verwarmen op, onder vorming van kobaltzuur kalium.

4°. *Ammoniumcarbonaat* geeft een *roodachtig* neerslag, dat in overmaat oplost.

5°. Verwarmt men de geconcentreerde oplossing van het zout, of voegt men geconcentreerd zwavelzuur toe dan wordt de kleur *blauw*. Hetzelfde resultaat verkrijgt men door toevoeging van geconcentreerde zoutoplossingen.

6°. Een weinig van het zout kleurt de boraxparel *blauw*.

7°. *Kaliumnitriet*-oplossing geeft in kobaltoplossingen na toevoeging van een weinig *azijnzuur* een *geel* neerslag.

V. NIKKELVERBINDINGEN.

Nikkelsulfaat $Ni\,SO_4 . 7H_2\,O$.

Men lost eenige kristallen in water op. De groene oplossing reageert zuur en geeft de volgende reacties:

1°. *Zwavelammonium* slaat *zwart* zwavelnikkel neer, dat evenals kobaltsulfide slechts in warm salpeterzuur oplost.

2°. *Natronloog* geeft een neerslag van *heldergroen* nikkelhydroxyde.

3°. *Ammoniak* geeft eveneens nikkelhydroxyde, dat in overmaat met een *blauwe* kleur oplost.

4°. *Ammoniumcarbonaat* geeft een *groen* neerslag dat in overmaat oplosbaar is.

5°. *Kaliumnitriet* geeft in nikkeloplossingen onder toe-

voeging van azijnzuur geen neerslag. Zelfs niet in zeer geconcentreerde (onderscheid van kobalt).

6°. Brengt men een nikkelzout in de boraxparel in het buitenste gedeelte der vlam, zoo ontstaat een parel, die warm *violet*, bekoeld *roodbruin* is.

METALEN DER DERDE GROEP.

Al. Cr.

Zwavelwaterstof geeft noch in zure, noch in neutrale oplossingen een neerslag. Zwavelammonium slaat uit de oplossingen onder zwavelwaterstofontwikkeling de hydroxyden neer.

I. ALUMINIUMVERBINDINGEN.

Kaliumaluminiumsulfaat (aluin)

$K_2 SO_4 . Al_2 (SO_4)_3 . 24 H_2 O.$

Men lost het zout in water op en de zuur reageerende oplossing vertoont de volgende reacties:

1°. *Zwavelammonium* geeft een *wit* geleiachtig neerslag van aluminiumhydroxyde $Al_2 (OH)_6$, terwijl *zwavelwaterstof* ontwijkt.

2°. *Natronloog* geeft hetzelfde *witte* neerslag, dat in overmaat oplosbaar is. *Chloorammonium* aan deze oplossing toegevoegd doet het neerslag weer terugkomen, *zwavelwaterstof* niet (onderscheid van zink).

3°. *Ammoniak* slaat eveneens het hydroxyde neer, onoplosbaar in overmaat.

4°. Door *natriumcarbonaat* ontstaat onder ontwikkeling van *koolzuur* hetzelfde neerslag.

5°. *Natriumhydrophosphaat* slaat *wit* aluminiumphosphaat neer $Al_2(PO_4)_2$, dat in *natronloog* oplosbaar is.

II. CHROOMVERBINDINGEN.

Kaliumbichromaat $K_2 Cr_2 O_7$.

De geelroode oplossing van dit zout reageert zuur en heeft de volgende eigenschappen:

1°. Door *zwavelwaterstof* treedt reductie op, terwijl de vloeistof onder zwavelafscheiding *groen* wordt.

2°. *Zwavelammonium* geeft een *grauwgroen* neerslag, dat bij koken *groen* wordt en uit chroomhydroxyde en zwavel bestaat.

3°. *Chloorbarium* geeft een *geelwit* neerslag van bariumchromaat, dat in verdunde zuren oplost.

4°. *Loodacetaat* geeft een *geel* neerslag van loodchromaat. Dit neerslag lost op in *natronloog*, moeielijk in verdund *salpeterzuur*.

5°. *Zilvernitraat* geeft een *purperkleurig* neerslag van $Ag_2 Cr O_4$ dat gemakkelijk oplost in *ammoniak* en *salpeterzuur*.

6°. Voegt men bij de zeer geconcentreerde oplossing van kaliumbichromaat geconcentreerd *zwavelzuur*, dan wordt deze intensief *rood* gekleurd, en bij bekoeling zet zich het chroomzuur als kristallen af.

Men kookt de vloeistof met een paar druppels *alkohol* en *verdund zoutzuur*. De alkohol wordt hierbij geoxydeerd en er ontstaat een *groen* gekleurde oplossing van $Cr_2 Cl_6$. ($Cr Cl_3$).

Deze oplossing gedraagt zich als volgt:

1°. *Zwavelammonium* slaat slechts *groen* $Cr_2 (OH)_6$ neer, zonder afscheiding van zwavel.

2°. *Natronloog* geeft hetzelfde neerslag, dat oplosbaar is in overmaat, echter door aanhoudend koken

der vloeistof, en door *chloorammonium* weer terugkomt.

3°. Gloeit men chroomoxyde of een van de chroomverbindingen met *soda* en *salpeter*, dan is de bekoelde smeltmassa *geel* gekleurd door de vorming van natriumchromaat. $Na_2 Cr O_4$.

METALEN DER TWEEDE GROEP.

Mg. Ba. Sr. Ca.

Zwavelwaterstof noch zwavelammonium geven met de oplossingen van de zouten dezer metalen neerslagen.

Door natriumcarbonaat en ammoniumcarbonaat worden de onoplosbare carbonaten neergeslagen.

Een uitzondering maakt het magnesium, welks zouten in de koude en bij aanwezigheid van veel chloorammonium niet worden neergeslagen door ammoniumcarbonaat. Hierop berust de scheiding van Mg. van de overige drie leden dezer groep bij de qualitatieve analyse.

I. MAGNESIUMVERBINDINGEN.

Magnesiumsulfaat $Mg\,SO_4 . 7H_2O$.

De waterige oplossing van het zout gedraagt zich als volgt:

1°. *Natronloog* geeft een *wit* neerslag van magnesiumhydroxyde $Mg(OH)_2$, dat in *chloorammonium* oplosbaar is. Bevatte de vloeistof van te voren veel chloorammonium, dan ontstaat het neerslag niet.

2°. *Ammoniak* slaat uit oplossingen het $Mg(OH)_2$ slechts gedeeltelijk neer, omdat de ammoniumzouten die hierbij door dubbele ontleding ontstaan, een gedeelte

als niet ontleedbare dubbelzouten in oplossing houden. Voegt men vooraf *chloorammonium* toe dan blijft de vloeistof helder.

3°. *Natriumcarbonaat* slaat *wit* $MgCO_3$ neer.

4°. *Ammoniumcarbonaat* slaat, vooral wanneer er eerst *chloorammonium* is toegevoegd niets neer.

5°. Voegt men vooraf *chloorammonium* en *ammoniak* toe, dan ontstaat met *natrium-* of *ammoniumphosphaat* een *wit* kristallijn bezinksel van magnesiumammoniumphosphaat. $MgNH_4.PO_4$.

II. CALCIUMVERDINDINGEN.

Chloorcalcium $CaCl_2$.

Het zout lost zeer gemakkelijk op in water en deze oplossing vertoont de volgende reacties:

1°. *Ammonium-* en *natriumcarbonaat* geven een *wit* neerslag van calciumcarbonaat, dat door invoeren van CO_2 oplost.

2°. *Zwavelzuur* of *sulfaten* geven in niet al te verdunde oplossingen een *wit* neerslag van $CaSO_4$.

3°. *Ammoniumoxalaat* geeft een *wit* kristallijn neerslag van calciumoxalaat, dat in *azijnzuur* onoplosbaar is.

4°. *Natriumhydrophosphaat* geeft een *wit* neerslag van $CaHPO_4$, dat in *azijnzuur* oplosbaar is.

5°. *Kiezelfluorwaterstofzuur* geeft *geen* neerslag.

6°. Calciumverbindingen voor zooverre ze oplosbaar zijn, deelen aan de vlam een *geelroode* kleur mede.

7°. Door *kaliumchromaat* van *kaliumbichromaat* ontstaat geen neerslag.

8°. $CaCl_2$ en $Ca(NO_3)_2$ zijn *oplosbaar* in *absoluten alkohol.*

III. STRONTIUMVERBINDINGEN.

Chloorstrontium $Sr\ Cl_2$.

De waterige oplossing van dit zout vertoont de volgende reacties:

1°. *Ammonium-* en *natriumcarbonaat* slaan *wit* $Sr\ CO_3$ neer, dat door inleiden van koolzuurgas weer oplost.

2°. *Zwavelzuur* en *sulfaten* geven een *wit* neerslag van strontiumsulfaat.

3°. Ook door *gipsoplossing* ontstaat dit neerslag.

4°. *Ammoniumoxalaat* slaat *wit* strontiumoxalaat neer, wanneer de oplossing niet te verdund is.

5°. *Kiezelfluorwaterstofzuur* geeft niets.

6°. $Sr\ Cl_2$ is *oplosbaar* in *absoluten alkohol.*

7°. $Sr\ (NO_3)_2$ is *onoplosbaar* in *absoluten alkohol.*

8°. Strontiumverbindingen kleuren de niet lichtende vlam *intensief rood.*

9°. *Kaliumbichromaat* geeft *geen* neerslag.

IV. BARIUMVERBINDINGEN.

Chloorbarium. $Ba\ Cl_2.\ 2H_2O$.

De waterige oplossing van dit zout gedraagt zich als volgt:

1°. *Ammonium-* en *natriumcarbonaat* geven een *wit* neerslag van bariumcarbonaat, dat door inleiden van *koolzuurgas* weer in oplossing is te brengen.

2°. *Zwavelzuur-* en *sulfaten*, ook *gipsoplossing*, slaan tot bij zeer groote verdunning *wit* bariumsulfaat neer, dat in zuren onoplosbaar is.

3°. Door *kiezelfluorwaterstofzuur* ontstaat een bijna kleurloos neerslag van $Ba\ Si\ Fl_6$.

4°. *Natriumhydrophosphaat* geeft een *wit* neerslag van bariumhydrophosphaat, dat in verdunde zuren oplost.

5°. *Ammoniumoxalaat* geeft in niet te sterk verdunde oplossingen een neerslag van Bariumoxalaat.

6°. *Kaliumbichromaat* geeft zelfs in zeer verdunde oplossing een *geel* neerslag van bariumchromaat, dat in verdunde zuren oplosbaar is.

7°. Oplosbare bariumverbindingen kleuren de niet lichtende vlam *geel groen.*

8°. $BaCl_2$ en $Ba(NO_3)_2$ zijn *onoplosbaar* in *absoluten alkohol.*

METALEN DER EERSTE GROEP.

K. Na. Li. NH_4.

De oplossingen van de zouten dezer metalen worden door geen der genoemde groepen-reactieven neergeslagen, zoodat ze bij den gang der analyse ten slotte overblijven.

De reacties op kalium, natrium en lithiumzouten hebben slechts dan waarde, wanneer ammoniumzouten afwezig zijn.

I. KALIUMVERBINDINGEN.

Chloorkalium KCl.

De oplossing van dit zout reageert neutraal en vertoont in geconcentreerden toestand de volgende reacties:

1°. *Platinachlorideoplossing* geeft een *geel kristallijn* bezinksel van kaliumplatinchlorid K_2PtCl_6, vooral na toevoeging van alkohol.

2°. Door *natriumhydrotartraat* of *wijnsteenzuur* ontstaat een *wit* kristallijn bezinksel van kaliumhydrotartraat $C_4H_4O_4OHOK$.

3°. Kaliumzouten kleuren de niet lichtende vlam *violet*.

II. Natriumverbindingen.

Chloornatrium Na Cl.

De oplossing reageert neutraal en gedraagt zich als volgt:

1°. *Platinachloride*, noch *wijnsteenzuur* geven een neerslag.

2°. Door *kaliumstibiaat* ontstaat een *wit* neerslag van natriumstibiaat $Na_2 H_2 Sb_2 O_7$.

3°. Natriumzouten kleuren de niet lichtende vlam intensief *geel*.

III. Lithiumverbindingen.

Chloorlithium Li Cl.

De waterige oplossing reageert neutraal en vertoont de volgende eigenschappen:

1°. *Platinachloride* en *wijnsteenzuur* geven een neerslag.

2°. *Natriumhydrophosphaat* geeft in niet al te verdunde oplossingen een neerslag.

3°. Lithiumverbindingen kleuren de vlam intensief *rood*.

IV. Ammoniumverbindingen.

Chloorammonium NH_4 Cl.

1°. Ammoniumzouten van vluchtige zuren zijn bij verwarming vluchtig.

2°. Brengt men een weinig van het vaste zout met een stukje *kalk* en een weinig water tezamen, dan ontwikkelt zich *ammoniak*, kenbaar aan den *reuk* en de *alkalische* reactie.

3°. Evenzoo ontstaat ammoniak, wanneer men de waterige oplossing met *natronloog* verwarmt.

4°. Met *platinachloride* geeft de geconcentreerde waterige oplossing een *geel* neerslag van ammoniumplatinchloride $(NH_4)_2 Pt Cl_6$.

5°. Met *natriumhydrotartraat* slaat uit de geconcentreerde oplossing *wit* kristallijn ammoniumhydrotartraat neer.

6°. *Nesslers reagens* geeft bij zeer sterke verdunning een *geelbruine* verkleuring.

REACTIES OP DE ZUREN.

Als de meest voorkomende zullen hier behandeld worden: CO_2, SO_2, H_2S. HFl, HCl, HBr, HJ, HCN, HNO_3, HNO_2, $HClO_3$, H_2SO_4, H_3PO_4, H_3BO_3, SiO_2, CH_3COOH.

Eenigen zijn reeds bij de metalen behandeld als, As_2O_3, As_2O_5, CrO_3 enz.

I. KOOLZUUR.

Natriumcarbonaat Na_2CO_3.

1°. De waterige oplossing van het zout bruist door *verdund zoutzuur* sterk op, onder ontwikkeling van een *kleurloos, reukeloos gas*. Dit gas in *kalkwater* geleid veroorzaakt daarin een *troebeling*.

2°. De oplosbare carbonaten veroorzaken in oplossingen van *aardalkalizouten* een *wit* neerslag.

II. ZWAVELIGZUUR.

Natriumbisulfiet $NaHSO_3$.

1°. Door *minerale zuren* wordt het SO_2 uit de zouten

of oplossingen ervan vrijgemaakt, waarbij het als *kleurloos* gas van een *verstikkenden prikkelenden geur* ontwijkt.

III. ZWAVELWATERSTOF.

Zwavelijzer Fl S.

1°. Overgiet men zwavelijzer met verdund *zoutzuur*, dan wordt er zwavelwaterstof ontwikkeld, dat te herkennen is aan den *reuk* en de *brandbaarheid*.

2°. Leidt men het gas in de oplossing van een *loodzout*, dan ontstaat daarin een *zwart* neerslag.

3°. Oplosbare sulfiden geven met *nitroprussidnatrium* eene *violette* verkleuring.

IV. FLUORWATERSTOFZUUR.

Vloeispaat $Ca\ Fl_2$.

1°. Overgiet men fijngewreven vloeispaat in een looden of platinaschaaltje met *geconcentreerd zwavelzuur* en verwarmt men zacht, dan ontwikkelen zich witte dampen, die een daarop gelegd stuk glas *etsen*.

2°. Alleen de alkalifluoriden zijn in water gemakkelijk oplosbaar. Fluorzilver is in water moeielijk oplosbaar.

3°. De oplosbare fluoriden geven met *Barium*, *calcium* en *strontiumzouten* een *wit* neerslag.

V. ZOUTZUUR.

Chloornatrium Na Cl.

1°. Door *zilvernitraat* ontstaat in de waterige oplossing, die vooraf met verdund salpeterzuur is zuur gemaakt, een *wit vlokkig kaasachtig* neerslag van Ag Cl, oplosbaar in *ammoniak* en *ammoniumcarbonaat*, onoplosbaar in verdunde zuren.

VI. BROOMWATERSTOFZUUR.

Broomkalium KBr.

1°. In de zwak salpeterzure oplossing wordt door zilvernitraat een *geelachtig wit* bezinksel van Ag Br neergeslagen, moeielijk oplosbaar in *ammoniak*, onoplosbaar in *salpeterzuur*.

2°. Voegt men aan de oplossing *chloorwater* toe, dan wordt deze *geel* gekleurd, door afgescheiden broom.

Schudt men nu met *chloroform*, dan gaat de *gele* kleur daarin over.

VII. JOODWATERSTOFZUUR.

Joodkalium KJ.

1°. *Zilvernitraat* geeft in de zwak salpeterzure oplossing een *geelachtig* neerslag van Ag J, onoplosbaar in *salpeterzuur* en *ammoniak*.

2°. *Sublimaat*-oplossing slaat *rood* $Hg J_2$ neer.

3°. Door *chloorwater* wordt Jodium afgescheiden, herkenbaar aan de *blauwe* kleur, die een toegevoegde *stijfseloplossing* daardoor aanneemt.

4°. Door toevoeging van *kaliumnitriet* en eenig *verdund azijnzuur* aan de oplossing wordt eveneens *jodium* afgescheiden. Door schudden van de vloeistof met *chloroform* neemt deze het Jodium met *violette* kleur op.

VIII. CYAANWATERSTOFZUUR.

Cyaankalium KCN.

1°. Door toevoeging van een *zuur* is het vrijgeworden HCN aan den *reuk* te herkennen.

2°. *Zilvernitraat* geeft een *wit* neerslag oplosbaar in *ammoniak* en een overmaat *KCN*, onoplosbaar in *salpeterzuur*.

3°. Men voegt bij de oplossing een oplossing van *ferrosulfaat*, en daarna *natronloog* en een spoor *ferrichloride*. Men verwarmt nu zacht en voegt na eenigen tijd *zoutzuur* tot zwakzure reactie toe.

Is er nu blauwzuur aanwezig, dan blijft er een neerslag van *Berlijnsch blauw*, bij zeer geringe hoeveelheden een *blauwe* of *groene* kleur.

IX. SALPETERZUUR.

Salpeter KNO_3.

1°. Voegt men bij de oplossing geconcentreerd *zwavelzuur* en een spoor *indigooplossing*, zoo wordt deze direct *ontkleurd*.

2°. Bij een geconcentreerde *ferrosulfaatoplossing* voegt men *sterk zwavelzuur* en op dat mengsel voorzichtig, zoodat zich twee lagen vormen, de salpeteroplossing.

Op de scheidingsvlakte vormt zich nu een *donker bruine* ring.

X. SALPETERIGZUUR.

Kaliumnitriet KNO_2.

1°. Voegt men bij de niet al te verdunde oplossing van dit zout een weinig *verdund zoutzuur*, dan ontwikkelen zich *nitreuse* dampen.

2°. Voegt men bij de waterige oplossing een weinig *joodkalium* en een druppeltje verdund *azijnzuur*, dan wordt de oplossing door afgescheiden jodium *geel gekleurd*.

XI. CHLOORZUUR.

Kaliumchloraat $KClO_3$.

1°. Verhit men het vaste zout met *KCN* of *suiker* op een platinablikje dan ontploft het met een luiden knal.

2°. Verwarmt men de oplossing met *zoutzuur*, dan heeft er *chloorontwikkeling* plaats.

3°. Door *geconcentreerd zwavelzuur* bij een chloraat in vasten toestand te brengen, treedt *onderchlorig zuur* op, dat aan zijn *groengele* kleur en *onaangenamen reuk* gemakkelijk is te herkennen.

4°. *Zilvernitraat* geeft geen neerslag.

XII. ZWAVELZUUR.

Natriumsulfaat $Na_2 SO_4 . 10 H_2 O$.

1°. *Chloorbarium* geeft een *wit* neerslag van $Ba SO_4$, dat onoplosbaar is in *alle zuren*.

XIII. PHOSPHORZUUR.

Natriumhydrophosphaat $Na_2 HPO_4$.

1°. *Zilvernitraat* geeft een *geel* neerslag van zilverphosphaat, dat in *ammoniak* en verdund *salpeterzuur* oplosbaar is.

2°. *Magnesiamixtuur* geeft een *wit* kristallijn neerslag.

3°. *Ammoniummolybdänaat* in grooten overmaat toegevoegd doet in *salpeterzure* oplossing een *geel* neerslag ontstaan. Dit neerslag is oplosbaar in *ammoniak*.

4°. *Bariumchloride* geeft een *wit* neerslag, oplosbaar in *verdund salpeterzuur*.

XIV. BOORZUUR.

Borax. $Na_2 B_4 O_7 . + 10 H_2 O$.

1°. De geconcentreerde oplossing wordt neergeslagen door *zwavelzuur*, het vrijgemaakte boorzuur $H_3 BO_3$ scheidt zich kristallijn af.

2°. Een oplossing, die vrij boorzuur bevat, kleurt *curcumapapier rood*.

3°. Men vermengt eenige borax met *geconcentreerd zwavelzuur* en een weinig *alkohol*. Steekt men nu dit mengsel aan, dan is de rand der vlam eigenaardig vaal *groen* gekleurd.

XV. KIEZELZUUR.

Natriumsilicaatoplossing, waterglas.

1°. Door zuren wordt in deze waterige oplossing een *geleivorming* teweeg gebracht. Verdampt men op het waterbad het water er uit, dan blijft er een onoplosbare rest achter.

2°. Brengt men een weinig kiezelzuur of een silicaat in de *boraxparel* zoo smelt het daarmede *niet* samen, maar vormt daarin een *skelet*.

XVI. AZIJNZUUR.

Natriumacetaat. $CH_3 COONa$.

1°. *Ferrichloride* geeft in de waterige oplossing een *roode* verkleuring.

2°. Verwarmt men het droge zout met een weinig *alkohol* en eenig *geconcentreerd zwavelzuur*, dan treedt de reuk van aethylacetaat (azijnaether op).

EIGENLIJKE QUALITATIEVE ANALYSE.

A. VOORLOOPIG ONDERZOEK.

Men neemt eerst alle met de zintuigen waarneembare eigenschappen van de stof waar, zooals bijv. kleur, vorm, hardheid, soortelijk gewicht, reuk enz., daar reeds daaruit dikwijls een besluit omtrent de samenstelling is te vormen.

Bevindt de stof zich in fijn verdeelden toestand, dan is zij reeds als zoodanig ter onderzoeking gereed; bestaat ze uit grootere stukken, dan moeten deze eerst tot poeder gebracht worden.

a. DE STOF IS EEN VAST LICHAAM.

α. Geen metaal of metaallegeering.

Men verhit een weinig van de stof in een buisje van moeielijk smeltbaar glas, eerst langzaam, dan sterk in de gasvlam en neemt de veranderingen waar.

1. *De stof blijft onveranderd.* Geen gemakkelijk smeltbare of vluchtige stoffen zijn aanwezig (koolzuurgas kan ontwijken, zonder dat de stof uiterlijk verandert).

2. *De stof verandert zonder te smelten van kleur.*

De kleur wordt van wit, *geel* en bij bekoeling weer *wit*: *Zn.*

De kleur wordt van wit *bruinrood* en bij bekoeling blijft ze *geel*: *Pb*.

De kleur wordt van wit, *geel* tot *bruin* en bij bekoeling *geel*: *Bi*.

De kleur wordt van *wit* of *geelwit donkerbruin* en bij bekoeling *helrood bruin*, wijst op *Cd*.

Wordt de stof van *lichtrood donkerrood* en daarna *zwart*, waarbij zich een sublimaat van kwik vormt, dan was *HgO* aanwezig.

3. *Het lichaam smelt zonder waterdamp te geven.*

Bij sterker verhitten ontstaat *zuurstof*. Dit duidt op *nitraten* of *chloraten*.

4. *Het lichaam ontwikkelt waterdamp.*

a. Kristalwaterhoudende zouten (smelten meestal en worden, nadat het water ontweken is weer vast).

b. Lichamen, die water chemisch gebonden bevatten, (smelten meestal niet).

c. Watervrije zouten, die in hunne kristallen water ingesloten bevatten (decrepiteeren).

d. Lichamen, die vochtig zijn.

e. Stoffen, die onder ontleding water afgeven, bv. ammoniumnitraat, waarbij tevens N_2O optreedt.

De zich verdichtende waterdruppeltjes onderzoekt men op hunne reactie: een alkalische wijst op ammoniak, een zure op een of ander vluchtig zuur.

5. *De stof decrepiteert zonder water af te geven.*

6. *Er ontwijken gassen of dampen.*

Men bepaalt of ze een kleur, reuk, zure of alkalische reactie hebben en of ze brandbaar zijn:

a. *Zuurstof*: superoxyden, nitraten, chloraten.

b. *Zwavelig zuur* te herkennen aan de zure reactie en

den reuk: zwaveligzure zouten, ook bij mengsels van sulfiden met sulfaten.

c. Nitreuse dampen, te herkennen aan de kleur en reuk: nitraten van zware metalen.

d. Koolzuur maakt kalkwater troebel: carbonaten-oxalaten.

e. Chloor, broom, jood te herkennen aan den reuk en aan de kleur der dampen: ontleedbare halogeenverbindingen.

f. Cyaan te herkennen aan den reuk: ontleedbare cyaanverbindingen KCN, Berlijnsch blauw.

g. Zwavelwaterstof: waterhoudende zwavelverbindingen aan den reuk te herkennen, ook door de zwartkleuring van een papiertje gedrenkt met loodacetaat.

h. Ammoniak, ontleding van ammoniumzouten te herkennen aan den reuk en de alkalische reactie.

7. *Er vormt zich een sublimaat.*

a. Zwavel sublimeert in roodbruine druppels, die bij bekoeling geel of geelbruin worden.

b. Jodium, de dampen zijn violet, uit vele jodiden vooral bij aanwezigheid van jodaten.

c. Ammoniumzouten, witte sublimaten, met kalk en een druppel water geven ze NH_3.

d. Kwik en zijne verbindingen: sublimeert men met een kristalletje Jodium dat vormt zich rood HgJ_2.

e. Arsenik en zijne verbindingen, met kool gegloeid krijgt men den bekenden arsenikspiegel.

Zwavelverbindingen van het arsenik geven sublimaten die in de warmte roodgeel zijn.

f. Antimoonoxyde smelt eerst tot een gele vloeistof, die een sublimaat geeft, dat uit glinsterende naaldjes bestaat.

8. *Men verhit de stof op kool voor de binnenste blaasbuisvlam.*

De verschijnselen, die bij het verhitten in het buisje zijn waargenomen herhalen zich. Chloraten en nitraten doen de kool levendig verbranden.

Behalve deze verschijnselen zijn nog de volgende waar te nemen:

a. *De stof smelt, vormt een druppel of trekt in de kool zonder een beslag te vormen*: alkalizouten.

b. *Er blijft een witte onsmeltbare rest*: Ba. Ca. Sr, Mg, Al. Zn. SiO_2.

SrO, CaO, MgO en ZnO lichten zeer sterk, en

SrO, CaO, BaO reageeren als men ze bevochtigt alkalisch.

Men brengt een weinig kobaltnitraatoplossing op den rest en gloeit weer sterk:

Een blauwe kleur wijst op Al_2O_3 of SiO_2.

Een groene kleur wijst op ZnO.

Een violette kleur wijst op magnesiumarseniaat of phosphaat.

c. *Er blijft een rest van een andere kleur, een metaalkorrel of een aanslag.*

Men reageert in de niet gegloeide stof op ammoniak.

a. Een metaalkorrel wijst op goud of koper.

b. Een wit beslag, ver verwijderd van de verhitte plaats en een knoflookreuk wijzen op As.

c. Een wit beslag, dichter bij de verhitte plaats, Sb. Men kan dit beslag van de eene plaats naar de andere drijven.

d. Een geel beslag, dat bij bekoelen wit wordt, Zn.

e. Een wit beslag, dat vluchtig is en in een goede reductievlam tot een metaal korreltje smelt: Sn.

f. Het beslag is in de warmte geel, en geeft in de reductievlam gemakkelijk smeltbare pletbare metaalkorrels: Pb.

g. Het beslag is in de warmte donker oranjegeel, de ontstane metaalkorreltjes zijn broos: Bi.

h. Het beslag is roodbruin: Cd.

i. Het beslag is zeer gering en donkerrood, er vormen zich witte metaalkorreltjes: Ag.

9. De voornaamste verschijnselen, die optreden bij het verhitten van de stof met den borax- en phosphorzoutparel zijn reeds in het hoofdstuk „De eenvoudigste bewerkingen" onder O aangegeven.

β. De stof is een metaal of metaallegeering.

Men overgiet een proefje met een weinig verdund azijnzuur. Waterstofontwikkeling wijst op de aanwezigheid van lichte metalen (mogelijk regulair mangaan).

Het verdere onderzoek geschiedt door verhitten in een glazen buisje, en voor de blaasvlam, waarbij men verschijnselen kan waarnemen, die reeds onder A. a. *α*. genoemd zijn.

b. DE TE ONDERZOEKEN STOF IS EEN VLOEISTOF.

1. Men verdampt een weinig om te zien of er een vast lichaam in oplossing is.

2. Men bepaalt de reactie.

a. *Blauw lakmoespapier wordt rood.* Er kan nu een vrij zuur of een zuur reageerend zout aanwezig zijn. Blijft de vloeistof door toevoeging van een spoor sodaoplossing helder, of lost een ontstaan neerslag bij omroeren op, dan is er een vrij zuur aanwezig. Ontstaat er een blijvende troebeling, dan is er een zuur reageerend metaalzout.

Verdunt men een proefje met *veel* water en ontstaat

er een troebeling, dan zijn antimoon of bismuthzouten aanwezig.

b. *Rood lakmoespapier wordt blauw.*

Dit wijst op vrij alkali, alkalicarbonaat, vrije aardalkaliën, alkalische sulfiden en op zouten die een alkalie of aardalkali aan een zwak zuur gebonden bevatten.

B. HET OPLOSSEN VAN DE STOF.

I. Men overgiet de stof in fijn verdeelden toestand met gedistilleerd water en kookt ze daarmede:

1. *Men verkrijgt een heldere oplossing.*

2. *Er blijft een rest.*

Men laat bezinken en filtreert de vloeistof zoodanig af, dat de vaste stof in het kolfje blijft.

Een paar druppels van het filtraat verdampt men om te zien of er iets is opgelost. Is dit het geval dan bewaart men deze waterige oplossing voor het onderzoek.

Men wascht de onopgeloste stof goed met kokend water uit, en voegt dit waschwater bij het eerste filtraat. Bleef er bij het verdampen van het proefje van het filtraat geen rest, dan is uitwasschen overbodig.

II. Men overgiet nu het onopgeloste deel met verdund, en wanneer dit niet voldoende is met geconcentreerd zoutzuur en verwarmt.

1. *De stof lost geheel op.*

2. *Er blijft een rest.*

Men filtreert de oplossing van het onopgeloste gedeelte af, en behandelt beiden zooals voor de waterige oplossing en het onopgeloste daarin is aangegeven, met

dat verschil dat men nu met zoutzuur het onopgeloste gedeelte uitwascht.

Ten slotte wordt het zoutzuur ook door water verwijderd, en de oplossing ter zijde gesteld.

III. Het onopgeloste gedeelte wordt nu met verdund en daarna zoo noodig met geconcentreerd salpeterzuur behandeld:

1. *De stof lost nu geheel op.* Deze oplossing dampt men tot droog in en lost de rest in water op, als wanneer ze tot onderzoek gereed is.

2. *Er blijft een rest.*

Deze wordt nu evenals onder I 2 en II 2 is aangegeven behandeld. Het salpeterzuur behoeft hier nu niet door water weggewasschen te worden.

De oplossing verdampt men tot droog en lost de rest in water op. Deze oplossing is nu voor het onderzoek te gebruiken, terwijl een sterk salpeterzuurhoudende vloeistof velerlei bezwaren oplevert (afscheiding van zwavel bij inleiden van H_2S).

IV. De onopgeloste rest wordt met koningswater overgoten en verwarmd.

1. *Men verkrijgt een oplossing,* welke goud of platina bevat. Men verdampt tot droog, lost de rest in water op en onderzoekt deze oplossing.

2. *Er blijft een onopgeloste rest.*

Deze kan nu bevatten: $BaSO_4$, $SrSO_4$, $CaSO_4$, $CaFl_2$, SiO_2, Al_2O_3, $PbSO_4$, $PbCl_2$, $PbBr_2$, $AgCl$, AgJ, $AgBr$, $AgCN$, SnO_2, gegloeid Cr_2O_3. S, en C.

De methode van onderzoek op deze verbindingen zal later aangegeven worden, ze bestaat in hoofdzaak daarin, dat men door smelten met soda en salpeter het zuur

aan natrium bindt en als natriumzout met water uittrekt, terwijl de rest dan in salpeterzuur oplosbaar is en in deze verkregen nitraten het metaal is aan te toonen.

C. ONDERZOEK VAN EENVOUDIG SAMENGESTELDE VERBINDINGEN.

I. STOFFEN, DIE IN WATER OPLOSBAAR ZIJN.

α. *Opsporing der bases.*

HCl. — 1. Men voegt bij de oplossing van de stof een weinig *zoutzuur*.

Verkrijgt men nu een *wit* neerslag, dan wijst dit op de aanwezigheid van *lood-*, *zilver-* of *mercuroverbindingen*, welke men onderscheidt door het neerslag met *ammoniak* te overgieten. $Pb\,Cl_2$ blijft onveranderd wat uiterlijk betreft, $Ag\,Cl$ lost op en $Hg_2\,Cl_2$ wordt zwart. Verder toont men *zilver* aan in de oorspronkelijke oplossing met de reacties vermeld op pag. 29—31 en *mercuroverbindingen* volgens pag. 31.

H_2S. — 2. Verkrijgt men met zoutzuur geen neerslag, dan leidt men in de oplossing, die reeds HCl bevat, zwavelwaterstof. Ontstaat er nu een neerslag, dan is een der metalen der 6de of 5de groep aanwezig. Dit neerslag overgiet men met *geel zwavelammonium* en verwarmt het er des noods zacht mede:

α. *Het neerslag lost op.* (Het metaal behoort tot de 6de groep).

Aan deze oplossing voegt men nu verdund zoutzuur

toe tot zwak zure reactie. Er ontstaat nu wederom een neerslag.

a. Het neerslag is geel gekleurd.

Men voegt aan de oorspronkelijke oplossing *ammoniak* toe. Ontstaat er nu een *wit* neerslag, dan is *tin* aanwezig.

Verder toont men tin aan in de oorspronkelijke oplossing volgens pag. 17—19. Was het neerslag, dat oorspronkelijk door H_2S ontstond *geel* gekleurd, dan was het tin als *stanni*verbinding aanwezig; was het *bruin* gekleurd dan als *stanno*verbinding.

Ontstaat er door *ammoniak* geen neerslag in de oorspronkelijke oplossing, dan kan men tot *arsenik* besluiten, dat men verder volgens pag. 21—23 aantoont.

b. Het neerslag is oranjekleurig, evenals het neerslag, dat oorspronkelijk door H_2S ontstaan is. Dit wijst op *antimonium,* dat men verder volgens pag. 23 aantoont.

c. Het neerslag is zwart gekleurd. Goud of *Platina* zijn aanwezig, welke men volgens pag. 25—27 in de oorspronkelijke oplossing verder aantoont.

β. Het neerslag lost niet op in zwavelammonium, een metaal der 5de groep is aanwezig.

Men kookt het neerslag, na het goed uitgewasschen te hebben, met *verdund salpeterzuur.* Lost het nu geheel op, dan zijn *kwikverbindingen* afwezig.

Met deze oplossing of met de oorspronkelijke oplossing doet men de volgende reacties:

a. Door toevoeging van *verdund zwavelzuur* ontstaat een *wit* neerslag, een *loodverbinding* is aanwezig.

Het neerslag door zwavelwaterstof verkregen was zwart. Zie verder pag. 35.

b. Koperzouten toont men aan door aan de oplossing *ammoniak* toe te voegen, waardoor, indien ze aanwezig

zijn, een intensief *blauwe* oplossing ontstaat. Het neerslag door zwavelwaterstof verkregen was *zwart*. Zie pag. 35.

c. Ontstaat door toevoeging van *ammoniak* een *wit* neerslag, dan is *Bismuth* aanwezig, het zwavelwaterstofneerslag is hier *bruinzwart*. Verder toont men bismuthverbindingen aan volgens pag. 37.

d. Ontstaat door ammoniak, noch een neerslag noch een verkleuring en is daarbij het neerslag, door *zwavelwaterstof* verkregen *geel* gekleurd, dan is *Cadmium* aanwezig, dat men verder volgens pag. 38 aantoont.

Lost het zwarte neerslag, door zwavelwaterstof verkregen, *niet* op in verdund salpeterzuur, dan wijst dit op de aanwezigheid van een *mercuriverbinding*, die men in de oorspronkelijke oplossing verder volgens pag. 33, aantoont. (Mercuroverbindingen zijn reeds bij het onderzoek met zoutzuur ontdekt, evenals zilverbindingen).

$(NH_4)_2S$. — 3. Heeft men met de beide voorgaande reagentia nog geen neerslag verkregen, dan voegt men bij de oorspronkelijke oplossing *geel zwavelammonium* en *ammoniak*, ontstaat er nu nog geen neerslag, dan verwarmt men.

a. *IJzerverbindingen* geven een *zwart* neerslag, dat in verdunde zuren gemakkelijk oplost.

Ter onderscheiding van ferri- en ferroverbindingen doet men de volgende reacties:

Ferriverbindingen geven met natronloog een bruin geleiachtig neerslag. Geelbloedloogzout geeft een neerslag van Berlijnsch blauw, Rhodaankalium geeft een bloedroode verkleuring. Roodbloedloogzout kleurt de vloeistof donkerbruin.

Ferroverbindingen geven met natronloog een achtereenvolgend wit, grauw, vuilgroen, bruin neerslag van

ferro- en daarna ferrihydroxyde. Geelbloedloogzout geeft een aanvankelijk wit, daarna blauw neerslag. Roodbloedloogzout geeft direct een blauw neerslag. (Zie verder pag. 43—45).

b. Nikkelverbindingen geven een *zwart* neerslag, dat in verdunde zuren onoplosbaar is.

Door natronloog krijgt men een groen neerslag van $Ni(OH)_2$. (Zie verder pag. 47).

c. Kobaltverbindingen geven een *zwart* neerslag, dat eveneens niet oplost in verdunde zuren. Door natronloog ontstaat een hemelsblauw neerslag dat bij koken helrood of donker wordt (zie verder pag. 45).

d. Mangaanverbindingen geven een *vleeschrood* neerslag. Met natronloog krijgt men een wit neerslag, dat aan de lucht bruin wordt (zie verder pag. 41).

e. Chroomverbindingen geven een *blauwgroen* neerslag, met natroonloog krijgt men eveneens een blauwgroen neerslag, dat in een overmaat van het reagens oplost tot een smaragdgroene vloeistof. Men dampt de vloeistof uit en gloeit het residu met soda en salpeter, waarbij men een gelen rest overhoudt (Na_2CrO_4), die in water oplost. (Zie pag. 51).

f. Zinkverbindingen geven een *wit* neerslag.

Met natronloog ontstaat een wit neerslag, dat in overmaat oplost; leidt men in deze oplossing zwavelwaterstof dan ontstaat er een wit neerslag van ZnS. (Zie pag. 39).

g. Aluminiumverbindingen geven eveneens een *wit* neerslag. Door natronloog ontstaat hetzelfde neerslag, dat in overmaat oplost. Door zwavelwaterstof ontstaat in

deze oplossing geen neerslag, daarentegen wel door toevoeging van chloorammonium. (Zie pag. 49).

$(NH_4)_2CO_3$. — 4. Heeft men met zwavelammonium geen neerslag verkregen, dan voegt men bij de vloeistof, zooals die op het oogenblik is, een weinig *chloorammonium* en dan *ammoniumcarbonaat*. Krijgt men nu een wit neerslag, dan zijn *Calcium-*, *Barium-* of *Strontiumverbindingen* aanwezig.

Men filtreert dit neerslag af, wascht het uit met water en lost het in verdund zoutzuur op. Deze oplossing dampt men tot droog in en lost het residu in water op.

a. Calciumverbindingen geven (hierin aanwezig) geen neerslag met calciumsulfaatoplossing. Met ammoniumoxalaat krijgt men een kristallijn wit neerslag dat oplost in zoutzuur en salpeterzuur, niet in azijnzuur (zie verder pag. 55).

b. Strontiumverbindingen geven na een poosje met calciumsulfaatoplossing een wit neerslag. Een weinig van de oplossing aan een platinadraadje in de vlam gebracht kleurt deze carmijnrood (zie verder pag. 57).

c. Bariumverbindingen geven met calciumsulfaatoplossing dadelijk een wit neerslag van $BaSO_4$. Met kaliumbichromaat geven ze een geel neerslag. De niet lichtende vlam wordt door een spoor van de oplossing geelgroen gekleurd (zie verder pag. 57).

$(NH_4)_2HPO_4$. — 5. Heeft men door ammoniumcarbonaat geen neerslag gekregen, dan voegt men bij de vloeistof, zooals die op het oogenblik is, *ammoniumphosphaat*-oplossing. Ontstaat er nu een wit kristallijn

neerslag dan zijn er *magnesiumverbindingen* aanwezig, die men verder volgens pag. 53 aantoont.

6. Heeft ook ammoniumphosphaat geen neerslag gegeven, dan kunnen alleen nog maar de *alkaliverbindingen* aanwezig zijn. Om deze op te sporen gaat men als volgt te werk.

De vloeistof die nu veel ammoniumzouten bevat wordt tot droog ingedampt en de rest gegloeid. Deze bewerking dient om de ammoniumzouten te verdrijven. De rest wordt in water opgelost en deze oplossing op kalium- en natriumzouten onderzocht.

a. Natriumverbindingen kleuren de vlam sterk geel.

Door kaliumstibiaat ontstaat in de neutrale oplossing een wit neerslag. Platinachlorideoplossing geeft geen neerslag, ook niet na toevoeging van alkohol.

b. Kaliumverbindingen deelen aan de vlam een violette kleur mede. Door platinachloride ontstaat, des noods na toevoeging van alkohol een geel neerslag.

Door wijnsteenzuur- of natriumhydrotartraatoplossing ontstaat een wit neerslag.

Ammoniumzouten toont men in de oorspronkelijke stof aan door een weinig er van met een stukje kalk en een druppel water samen te brengen. Zijn ze aanwezig dan ontwikkelt zich ammoniak (zie pag. 61).

β. Opsporing der zuren.

(*Organische zuren zijn afwezig*).

Men gaat eerst na welke zuren met de gevonden bases in water oplosbare verbindingen geven, en let hierop, zoowel als op de resultaten van het voorloopig onderzoek bij de volgende onderzoeking.

a. en *b.* *Arsenigzuur* en *Arseenzuur* zijn reeds bij het opsporen der bases gevonden. Ter onderscheiding heeft men: Men voegt bij de oplossing van de stof zilvernitraatoplossing; bij aanwezigheid van een arsenigzuurzout ontstaat een geel neerslag, dat in verdund salpeterzuur oplost. Is er een arseenzuurzout aanwezig dan ontstaat een roodbruin neerslag, dat eveneens in salpeterzuur oplost.

c. *Koolzuur* is te herkennen volgens pag. 63.

d. *Zwavelwaterstof* (zie pag. 65).

e. *Chroomzuur* is te herkennen door de gele of roode kleur der oplossing, ook door de kleursverandering, die deze door toevoeging van zuren of alkaliën ondergaat. De roode oplossing met KOH wordt geel. $K_2 Cr_2 O_7 + 2KOH = 2K_2 Cr O_4 + H_2 O$; de gele oplossing met $H_2 SO_4$ wordt rood $2K_2 Cr O_4 + H_2 SO_4 = K_2 Cr_2 O_7 + K_2 SO_4 + H_2 O$ (zie verder pag. 51).

1. Een gedeelte der oplossing wordt met salpeterzuur zwak zuur gemaakt. Ontstaat hierbij een geleiachtig neerslag dan is *kiezelzuur* aanwezig.

2. Aan deze oplossing (onder 1. genoemd) voegt men nu *chloorbarium* toe, ontstaat er nu een neerslag, dat onoplosbaar is in alle zuren dan is *zwavelzuur* aanwezig.

3. Ontstaat er door chloorbarium geen neerslag, dan maakt men een proefje van de oorspronkelijke oplossing zwak alkalisch met ammoniak en voegt chloorcalciumoplossing toe, (ontstond door ammoniak reeds een neerslag, dan filtreert men dit af).

Ontstaat een neerslag, dan kunnen *phosphorzuur*, *kiezelzuur*, *oxaalzuur*, *boorzuur* of *fluorwaterstofzuur* aanwezig zijn:

Men voegt azijnzuur toe, waardoor het neerslag gemakkelijk en geheel oplost ($H_3 PO_4$ *of* $H_3 BO_3$).

a. Phosphorzuur toont men in de oorspronkelijke oplossing aan met magnesiamixtuur of ammoniummolybdänaat, volgens pag. 71.

b. Boorzuur. Verdampt men de oplossing in azijnzuur tot droog, dan blijft er een rest die oplost in water. Overgiet men dien rest met geconcentreerd zwavelzuur en alkohol en steekt men dit mengsel aan, dan verbrandt de alkohol met een groen gezoomde vlam (zie pag. 71).

Door toevoeging van azijnzuur lost het neerslag, lastig en met achterlating van doorschijnende vlokken op (*H Fl of kiezelzuur*).

c. Verdampt men de oplossing tot droog en bevochtigt men de rest met zoutzuur en is deze dan onoplosbaar in water, dan is *kiezelzuur* aanwezig.

d. Fluorwaterstofzuur wordt door glasetsing ontdekt (pag. 65).

e. Door toevoeging van azijnzuur lost het neerslag niet op, maar blijft poedervormig. *Oxaalzuur.*

4. *Bij de oorspronkelijke waterige oplossing voegt men verdund salpeterzuur en dan zilvernitraatoplossing.*

a. Blijft de vloeistof helder dan zijn, zeker afwezig chloor, broom, jood, ferrocyaan, ferricyaanverbindingen, waarschijnlijk ook cyaniden.

b. Er ontstaat een oranjekleurig neerslag.

Ferricyaanwaterstofzuur. Men overtuigt zich verder van de aanwezigheid van dit zuur door ferrosulfaat-

oplossing toe te voegen, waardoor een blauw neerslag ontstaat.

c. Er ontstaat een wit of geelwit neerslag. Dit neerslag is onoplosbaar in ammoniak, Joodwaterstofzuur of Ferrocyaanwaterstofzuur.

α. Joodwaterstofzuur. Voegt men bij de oorspronkelijke oplossing in water een weinig stijfseloplossing en dan een spoor chloorwater, of kaliumnitrietoplossing met azijnzuur, dan wordt de stijfsel bij aanwezigheid van Jood blauw gekleurd.

β. Ferrocyaanwaterstofzuur.

Door ferrichloride ontstaat in de oorspronkelijke oplossing Berlijnsch blauw, door ferrosulfaatoplossing eerst een wit, daarna blauw wordend neerslag.

d. Er ontstaat een wit of geelwit neerslag, dat oplosbaar is in ammoniak: Zoutzuur, Broomwaterstofzuur of Cyaanwaterstofzuur.

α. Cyaanwaterstofzuur is te herkennen aan den reuk, als men de oplossing met een zuur behandelt (pag. 67).

β. Broomwaterstofzuur wordt aangetoond volgens pag. 67.

γ. Zoutzuur is aanwezig wanneer de andere zuren niet aanwezig zijn. Het neerslag van Ag Cl is tevens oplosbaar in ammoniumcarbonaat (zie pag. 65).

5. *Salpeterzuur* is bij het voorloopig onderzoek reeds aangetoond met waarschijnlijkheid, verder toont men het in de oorspronkelijke oplossing aan volgens pag. 69.

6. *Chloorzuur* wordt aangetoond volgens pag. 69.

7. *Salpeterigzuur.* Hierop wordt men reeds attent gemaakt, wanneer men bij de waterige oplossing verdund

zoutzuur voegt. Er heeft dan een opbruising plaats door gasontwikkeling van nitreuse dampen, die aan den reuk te herkennen zijn, en verder volgens pag. 69.

II. STOFFEN, DIE IN WATER ONOPLOSBAAR, DOCH IN ZOUTZUUR, SALPETERZUUR OF KONINGSWATER OPLOSBAAR ZIJN.

α. Opsporing der bases.

Een deel der oplossing verdunt men met water en voegt, wanneer de oplossing een salpeterzure was, eerst zoutzuur toe (zie pag. 81).

Was de oplossing door zoutzuur of koningswater geschiedt, dan leidt men dadelijk zwavelwaterstofgas in.

Hierbij is op te merken, dat die stoffen, welke in zoutzuur werden opgelost, zich in opgelosten zoowel als in onopgelosten toestand op den zelfden oxydatietrap bevinden. Bij het oplossen in koningswater of salpeterzuur worden ze niet zelden geheel of gedeeltelijk hooger geoxydeerd. Heeft men daarom zulk een oplossing waarin Fe, Hg of Sn voorkomt dan moet men een bijzonder onderzoek instellen om uit te maken in welken trap van oxydatie het metaal oorspronkelijk voorhanden was, tenminste voor zooverre het karakter van de stof vóór en gedurende de oplossing dit niet reeds uitgewezen heeft. Bij kwikzouten bv. voert de behandeling met natronloog dadelijk tot een beslissing, daar dit uit mercurizouten geel $Hg\,O$ en uit mercurozouten zwart $Hg_2\,O$ afscheidt, terwijl de zuren in het filtraat gemakkelijk zijn aan te toonen.

Bij het onderzoek op de metalen der derde en vierde met zwavelammonium ondergaat de gewone gang onder sommige omstandigheden eene verandering, daar men

op het volgende wel moet letten. Heeft men een in water oplosbaar lichaam en krijgt men door toevoeging van $(NH_4)_2S$, NH_3 een wit neerslag zoo kan dit slechts zijn *Zn S*, *Al* $(OH)_2$, *Si* O_2 of *zwavel*, zooals wij boven reeds gezien hebben. Anders is het wanneer het lichaam niet in water oploste, maar wel in zoutzuur. Het witte neerslag dat dan ontstaat door NH_3 en $(NH_4)_2S$ kan ook van *phosphorzure*, *oxaalzure*, *kiezelzure aardalkaliën* of van hunne *fluorverbindingen* afkomstig zijn, die alle onoplosbaar in water, oplosbaar in zoutzuur zijn, en door neutraliseeren van het zoutzuur worden neergeslagen. Zijn er organische bestanddeelen aanwezig, zoo kunnen zulke neerslagen ook van verbindingen der *aardalkaliën* met *citroen-* of *wijnsteenzuur* afkomstig zijn. Krijgt men dus bij onderzoek van een zure oplossing onder de gegeven omstandigheden een wit neerslag, dan gaat men als volgt te werk:

Men verdampt een proefje van de zoutzure oplossing tot droog toe, bevochtigt het residu met zoutzuur en voegt water toe. Is er *kiezelzuur* aanwezig dan blijft dit onopgelost. In de oplossing bepaalt men het metaal, volgens de methode die vroeger is aangegeven.

Men voegt bij de zoutzure oplossing wijnsteenzuur en ammoniak in overmaat, ontstaat er nu *geen* blijvend neerslag dan zijn de bovengenoemde zouten der aardalkaliën *afwezig*.

Voeg bij de oplossing in zoutzuur natronloog in overmaat. Ontstaat nu eerst een neerslag dat in overmaat oplost en door zwavelwaterstof niet, daarentegen door chloorammonium wel terugkeert dan is *aluminium* aanwezig.

Ontstond door natronloog een neerslag, dat in overmaat oploste en door zwavelwaterstof in deze oplossing wederom een neerslag, dan is *zink* aanwezig.

Ontstaat er door wijnsteenzuur en ammoniak een *blijvend* neerslag, dan is een zout van een der *aardalkaliën* aanwezig.

Oxaalzuur toont men aan door de ontwikkeling van kooloxyde, die ontstaat door de stof met bruinsteen en sterk zwavelzuur te verwarmen.

Om de basis te vinden gloeit men een proefje lost het residu in zoutzuur op en onderzoekt dit naar pag. 85. 4.

Phosphorzuur toont men aan door aan de zoutzure oplossing ammoniak toe te voegen, en dan azijnzuur tot het neerslag, dat ontstond weer oplost. Dan voegt men natriumacetaat toe en een druppel ferrichlorideoplossing. Er ontstaat nu een wit neerslag, wanneer phosphorzuur aanwezig is. Men voegt nu meer ferrichloride toe tot de vloeistof duidelijk rood is gekleurd, kookt, filtreert kokend en herkent in het filtraat, dat phosphorzuur niet meer bevat, nadat men met ammoniak den overmaat ijzer heeft neergeslagen, het aardalkalimetaal.

Boorzuur ontdekt men in de zoutzure oplossing met curcumapapier. Om de basis op te sporen kookt men de oorspronkelijke stof met sodaoplossing, filtreert en wascht het neerslag uit. Dit neerslag (het carbonaat van het aardalkalimetaal) lost men nu in zoutzuur op en onderzoekt het volgens pag. 85. 4.

Fluorwaterstofzuur ontdekt men door glasetsing.

Men overgiet daartoe de oorspronkelijke stof met geconcentreerd zwavelzuur. Is het fluor verwijderd, dan onderzoekt men welk aardalkali nu aan zwavelzuur gebonden is.

Wijnsteenzuur of *citroenzuur* kunnen slechts aanwezig

zijn, wanneer de stof in een buisje verhit een koolresidu geeft.

β. *Opsporing der zuren.*

Anorganische zuren.

1. *Chloorzuur* kan niet aanwezig zijn, omdat alle chloraten in water oplossen. *Salpeterzuur*, dat in den vorm van een basisch zout kan aanwezig zijn, is reeds, evenals *cyaan*, bij het gloeien ontdekt. Op *kiezelzuur* wordt men bij de proeven met phosphorzout opmerkzaam. Door uitdampen van de zoutzure oplossing en door behandeling van het residu met water overtuigt men zich verder van de aanwezigheid daarvan.

2. *Arsenigzuur, arseenzuur, koolzuur, chroomzuur* en ook *zwavel* in den vorm van zwavelmetalen heeft men reeds bij het oplossen of bij het onderzoek der bases gevonden.

3. Men kookt de stof met salpeterzuur.

a. Een ontwikkeling van stikstofoxyde en een neerslag van zwavel wijst op een *zwavelmetaal.*

b. Violette dampen wijzen op een *jodide.*

c. Roodbruine naar chloor riekende dampen op een *bromide.*

Soms nl. bij $Hg_2 J_2$, $Hg_2 Br_2$, $Hg_2 Cl_2$, vindt men de halogenen gemakkelijker, als men de stof met natronloog kookt en in het filtraat op deze onderzoekt.

4. Bij een deel van de zoo noodig gefiltreerde salpeterzure oplossing voegt men zilvernitraat, een wit neerslag, dat na uitwasschen in ammoniak en ammoniumcarbonaat oplost en bij verhitting zonder ontleding smelt, wijst op *chloor.*

5. Men kookt een gedeelte van de stof met zoutzuur, filtreert zoo noodig en voegt na verdunnen chloor-

barium toe, ontstaat er nu een wit in alle zuren onoplosbaar neerslag dan is *zwavelzuur* aanwezig.

6. *Boorzuur* zie pag. 53.

7. Is er van de genoemde zuren geen aanwezig dan kunnen *phosphorzuur, oxaalzuur* of *fluorwaterstofzuur* aanwezig zijn. Zijn deze zuren aan een alkalische aarde gebonden, dan heeft men ze reeds bij het onderzoek op het metaal ontmoet. Anders is het wanneer ze aan een ander metaal gebonden zijn.

Men slaat daarom het metaal wanneer dit is: Ag, Hg, Pb, Bi, Cu, Cd, Au, Pt, Sn, Sb, As dus tot groep V. en VI. behoort met zwavelwaterstof neer. Behoort het tot de metalen Zn, Mn, Ni, Co, Fe met zwavelammonium en filtreert. Het filtraat kookt men nu om de zwavelwaterstof te verdrijven en voegt daarvoor, wanneer men zwavelammonium heeft gebruikt eenig zoutzuur toe. Deze oplossing die zoo noodig gefiltreerd wordt onderzoekt men nu op phosphorzuur, oxaalzuur en fluorwaterstofzuur.

Was de basis Al, Cr of Mg, dan reageert men op *phosphorzuur* met ammoniummolybdänaat in salpeterzure oplossing, op *oxaalzuur* met bruinsteen en zwavelzuur en op *fluorwaterstofzuur* door glasetsing.

III. STOFFEN, DIE IN WATER, ZOUTZUUR, SALPETERZUUR EN KONINGSWATER ONOPLOSBAAR OF ZEER LASTIG OPLOSBAAR ZIJN.

Als de stoffen, die tot deze klasse behooren en die het meest voorkomen kunnen de volgende genoemd worden: $BaSO_4$, $SrSO_4$, $CaSO_4$, $CaFl_2$, SiO_2, Al_2O_3 (natuurlijk en gegloeid), $PbSO_4$, $PbCl_2$, $PbBr_2$, $AgCl$, $AgBr$, AgJ, $AgCN$, gegloeid en natuurlijk SnO_2,

gegloeid Cr_2O_3, S en C. $CaSO_2$ en $PbCl_4$ zijn in water niet onoplosbaar, $PbSO_4$ kan in zoutzuur opgelost worden. Deze verbindingen worden echter, daar ze zoo lastig oplosbaar zijn, dat men zelden een volkomen oplossing verkrijgt, hier nogmaals behandeld, opdat ze, ingeval ze bij het onderzoek van de waterige of zoutzure oplossing over het hoofd zijn gezien, hier gevonden worden.

1. *Vrije zwavel* moet bij het voorloopig onderzoek reeds gevonden zijn.

2. *Koolstof* is meestal zwart, in koningswater onoplosbaar. Op platinablik verbrandt het en levert met KNO_3 gegloeid K_2CO_3.

3. *Chroomoxyde* is groen of zwartgroen, door gloeien met een mengsel van soda en salpeter ontstaat een gele stof, die met een gele kleur in water oplost, kaliumchromaat.

4. Men overgiet de vaste stof met geconcentreerd zwavelzuur, treden hierbij witte nevels en glasetsing op dan is *fluor* aanwezig. Men kookt nu de rest met zoutzuur, filtreert, neutraliseert met ammoniak en toont in het filtraat *calcium* door middel van ammoniumoxalaat aan.

5. Men gloeit een weinig van de stof in een buisje ontwikkelt zich den reuk naar cyaan en blijft er metallisch zilver terug dan was *Ag CN* aanwezig.

6. Men brengt een weinig van de stof in de door Cu O zwak blauw gekleurde boraxparel en verhit deze verder. Wordt deze nu roodbruin tot robijnrood gekleurd, dan is $Sn\ O_2$ mogelijk aanwezig. Van de verdere aanwezigheid overtuigt men zich door de stof met soda en cyaankalium voor de blaasbuis te gloeien op kool. In-

geval er metallisch tin terugblijft, dat men na oplossen in zoutzuur volgens pag. 17 verder herkent, was $Sn\ O_2$ aanwezig.

7. Men smelt een gedeelte van de stof met een mengsel van $K_2\ CO_3$ en $Na\ NO_3$ samen en gloeit flink zoodat de massa door en door gesmolten is. Deze massa laat men nu bekoelen en kookt ze met water uit.

a. Ze lost geheel op.

Nu was er vrij $Si\ O_2$ aanwezig. Het kiezelzuur toont men in de oplossing aan.

Heeft men veel soda gebruikt en zeer sterk gegloeid, dan is ook bij aanwezigheid van $Al_2\ O_3$ een volkomen oplossing te verwachten. Door ammoniak ontstaat in dit geval in de oplossing een wit neerslag.

b. De massa lost niet geheel op; men filtreert en wascht hetgeen op het filter blijft goed uit:

α. In het filtraat reageert men op de zuren, die nu aan kalium en natrium gebonden zijn.

1. Men maakt een proefje zwak zuur met salpeterzuur en voegt zilvernitraat toe, waardoor $H\ Cl$, HJ, $H\ Br$ aangetoond kunnen worden, (voor de onderscheiding zie pag. 89).

2. Een tweede proefje maakt men met zoutzuur zwak zuur en voegt chloorbarium toe. Ontstaat er een wit neerslag, dan is *zwavelzuur* aanwezig.

β. Hetgeen op het filter is gebleven wascht men goed uit met water, en lost het in verdund salpeterzuur op. Deze oplossing verdampt men tot droog en neemt de rest in water op, welke oplossing men volgens de bekende methode op Ag, Pb, Ca, Ba en Sr onderzoekt.

D. ONDERZOEK OP ORGANISCHE ZUREN.

Zooals in de voorrede vermeld, zullen hier aan het einde van het onderzoek van eenvoudig samengestelde verbindingen, nog eenige regelen gewijd worden aan het geval, dat het metaal aan een organisch zuur gebonden was. Uit den aard der zaak kunnen slechts weinige zuren behandeld worden en als de belangrijkste de volgende: *wijnsteenzuur*, *oxaalzuur*, *citroenzuur*, *appelzuur*, *barnsteenzuur*, *benzoëzuur*, *salicylzuur*, *azijnzuur* en *mierenzuur*.

A. DE STOF LOST GEHEEL OP IN WATER.

Men gaat eerst na welke zuren met de gevonden bases in water oplosbare verbindingen geven. Ter onderscheiding moeten de organische zuren vrij of aan de basis van een alkalimetaal gebonden zijn. Is dus de basis een andere, dan moet deze eerst afgescheiden worden. Behoort de basis tot die der vijfde of zesde groep, dan wordt deze neergeslagen door zwavelwaterstof, behoort ze tot de metalen der vierde groep, dan wordt ze afgescheiden door zwavelammonium. Het afgescheiden zwavelmetaal verwijdert men door affiltreeren en het filtraat wordt met zoutzuur verwarmd en zoodoende van zwavelammonium en zwavelwaterstof bevrijd. Afgescheiden zwavel wordt door filtreeren verwijderd en nu is de vloeistof tot onderzoek op het organische zuur geschikt.

Is de basis Al of Cr, dan probeert men eerst door koken met sodaoplossing een neerslag te verkrijgen, gelukt dit niet, dan slaat men een deel der oplossing met neutraal loodacetaat neer, wascht het neerslag uit, verdeelt het in water en voert zwavelwaterstof door.

De vloeistof filtreert men van het afgescheiden Pb S af, en verdrijft de overmaat H_2 S door verwarmen, waarna de oplossing voor het onderzoek gereed is.

Aluminium laat zich uit zijne oplossingen met niet vluchtige zuren ook door natriumsilicaatoplossing neerslaan. Zijn azijnzuur of mierenzuur aan bases gebonden, die hunne opsporing bemoeielijken, dan distilleert men de zouten met verdund zwavelzuur en kan deze zuren in het distillaat aantoonen.

Een deel van de waterige oplossing van het organische zuur, op een der boven beschreven methoden verkregen, maakt men nu zwak alkalisch met ammoniak en voegt chloorammonium toe. Daarna voegt men chloorcalcium toe:

1. *Er ontstaat een neerslag.*

a. Dit neerslag is kristallijn, en ontstaat na eenigen tijd.

Wijnsteenzuur. De geconcentreerde oplossing van het zuur geeft met kaliumacetaat of kaliumchlorideoplossing een neerslag.

b. Het neerslag ontstaat dadelijk, en is poedervormig.

Men voegt bij een proefje van de oplossing gipsoplossing, ontstaat er nu een wit poedervormig neerslag, dat onoplosbaar is in azijnzuur, oplosbaar in zoutzuur en salpeterzuur, dan is *oxaalzuur* aanwezig.

2. *Er ontstaat geen neerslag*, men kookt nu de vloeistof onder voortdurend toevoegen van ammoniak.

Ontstaat er nu een neerslag, dan is *citroenzuur* aanwezig, dat men verder aantoont door bij de oorspronkelijke ammoniakele (geen Ca Cl_2 bevattende) oplossing bariumacetaat te voegen, waardoor een kristallijn neerslag ontstaat.

3. Ontstond er geen neerslag door koken, dan voegt men twee volumen alkohol toe.

Ontstaat er nu een neerslag, dan zijn *appelzuur* of *barnsteenzuur* aanwezig, ter onderscheiding gaat men als volgt te werk:

α. Men maakt een weinig van de oorspronkelijke oplossing met ammoniak of zoutzuur volkomen neutraal en voegt ferrichloride toe. Ontstaat er nu een bleekrood neerslag dan is *barnsteenzuur* aanwezig.

β. Ontstaat er geen neerslag dan is *appelzuur* aanwezig.

4. Ontstaat er bij de behandeling, zooals die onder 3. is aangegeven door alkohol geen neerslag, dan zijn *salicylzuur*, *benzoëzuur*, *azijnzuur* of *mierenzuur* aanwezig.

Men neutraliseert nu de oorspronkelijke oplossing nauwkeurig met ammoniak of zoutzuur en voegt ferrichlorideoplossing toe.

α. *Er ontstaat een violette verkleuring*, die door toevoeging van zoutzuur of ammoniak verdwijnt. *Salicylzuur*. Voegt men bij de geconcentreerde oplossing verdund zoutzuur, zoo ontstaat daarin een wit neerslag van salicylzuur, dat door schudden met aether in den aether oplost, en daaruit bij verdampen kristalliseert.

β. *Er ontstaat een isabellakleurig neerslag*. *Benzoëzuur*. Voegt men bij de geconcentreerde oplossing zoutzuur, dan wordt het benzoëzuur als een wit in aether oplosbaar neerslag afgescheiden. Bij verdamping van den aether kristalliseert het zuur in kleine glinsterende naaldjes, die gesublimeerd kunnen worden.

γ. *Er ontstaat een roode verkleuring*: *azijnzuur* of *mierenzuur*.

a. Men verwarmt een weinig van de oorspronkelijke vaste stof met geconcentreerd zwavelzuur en alkohol. Treedt de reuk naar aethylacetaat op, dan is *azijnzuur* aanwezig.

Een zilvernitraatoplossing wordt door toevoeging van een azijnzuuroplossing ook bij verwarming *niet* gereduceerd. Sublimaatoplossing geeft ook bij verwarmen geen neerslag.

b. Is het *mierenzuur* als alkalizout aanwezig, dan ontstaat door mercuronitraat een wit neerslag, dat spoedig door afscheiding van kwik zwart wordt, vooral bij verwarmen.

Sublimaatoplossing geeft, wanneer men de vloeistof zacht verwarmt, een neerslag van calomel.

Vrij mierenzuur of mierenzure alkaliën (in verdunde oplossingen) worden door zilvernitraat niet neergeslagen. Verwarmt men de oplossing dan scheidt zich metallisch zilver af, (ontstond er door $Ag\,NO_3$ en een formiaatoplossing een neerslag, dan kleurt zich dit neerslag ook spoedig door afgescheiden zilver zwart).

B. DE STOF IS ONOPLOSBAAR IN WATER, OPLOSBAAR IN ZOUTZUUR, SALPETERZUUR OF KONINGSWATER.

a. Mierenzuur kan niet aanwezig zijn, daar alle formiaten in water oplosbaar zijn.

b. Azijnzuur wordt herkend door de vorming van aethylacetaat bij verwarmen met alkohol en zwavelzuur.

c. Benzoëzuur en *salicylzuur* herkent men daaraan dat ze zich bij het behandelen met zoutzuur of bij het afkoelen van de zoutzure oplossing afscheiden. Het afgescheiden zuur lost gemakkelijk in aether op, en kristalliseert bij verdamping daarvan in fijne naaldjes, die

men oplost in ammoniak, de overmaat ammoniak verdrijft en de neutrale oplossing verder met ferrichloride (zie pag. 99) onderzoekt.

d. Men kookt een proefje van de oorspronkelijke stof langen tijd met sodaoplossing en filtreert kokend af. In de meeste gevallen heeft men nu het organische zuur als natriumzout in oplossing. Deze oplossing maakt men nu zwak zuur met zoutzuur verdrijft het koolzuur door verwarming en onderzoekt deze vloeistof volgens pag. 98.

Bij de bases der vierde groep en ook bij aanwezigheid van lood gelukt deze afscheiding niet volkomen. In zulke gevallen voegt men na het koken met sodaoplossing aan het filtraat zwavelammonium toe, tot het metaal neergeslagen is, filtreert en volgt den gewonen gang.

E. ONDERZOEK VAN MEER SAMENGESTELDE VERBINDINGEN.

De gang van het onderzoek van meer samengestelde verbindingen is in hoofdzaak dezelfde als die, welke in het vorige hoofdstuk *C.* is aangegeven. Door het aanwezig zijn van verschillende metaalzouten echter, treden hier eenige complicaties op, waarop ter zijner tijd zal gewezen worden. Verder spreekt vanzelf, dat hier met het vinden van één metaal en één zuur geenszins de analyse als afgeloopen kan beschouwd worden. Heeft men bv. met het een of ander groepenreactief bv. H_2S een neerslag verkregen, dan moet het filtraat van dit neerslag wel degelijk met zwavelammonium onderzocht worden. Ontstaat hierdoor bv. geen neerslag dan is het

onderzoek op de metalen der derde groep aan de beurt, en zoo voort. Men ziet hier dus uit dat filtraten en de vloeistoffen waarmee een neerslag is afgewasschen bewaard en nauwkeurig onderzocht moeten worden.

A. IN WATER, ZOUTZUUR, SALPETERZUUR OF KONINGSWATER OPLOSBARE VERBINDINGEN.

Onderzoek op bases.

I. Behandeling van de waterige of salpeterzure oplossing met zoutzuur.

1. Men heeft een zuiver waterige oplossing.

a. Men heeft een waterige oplossing, welke zuur of neutraal reageert, en voegt een weinig verdund zoutzuur toe.

α. Ontstaat er geen neerslag dan zijn *zilver* en *mercuro*-verbindingen afwezig, *lood*verbindingen kunnen slechts in kleine hoeveelheden aanwezig zijn, men onderzoekt de oplossing volgens II.

β. Er ontstaat een neerslag.
Zilver-, *mercuro-* of *lood*verbindingen zijn aanwezig.

Men filtreert het neerslag af en wascht het zorgvuldig met water uit.

Het neerslag overgiet men nu met kokend water, waarin alleen loodchloride oplosbaar is.

Was er veel lood aanwezig, dan scheidt zich het $Pb\,Cl_2$ bij bekoeling der oplossing af. Scheidt zich *geen* $Pb\,Cl_2$ af, dan is de afwezigheid daarvan nog niet bewezen. De vloeistof onderzoekt men nu met zwavelwaterstof, waardoor bij aanwezigheid van lood een zwarte verkleuring of een zwart neerslag ontstaat.

Het zoo met kokend water uitgetrokken neerslag overgiet men nu met ammoniak.

Chloorzilver lost hierin op en het filtraat geeft met salpeterzuur oververzadigd wederom een wit kaasachtig neerslag.

Mercuroverbindingen, waren door zoutzuur als Calomel neergeslagen, dat bij de behandeling met ammoniak *zwart* gekleurd wordt.

Het filtraat van het neerslag, door zoutzuur verkregen, onderzoekt men volgens: II.

b. De oplossing reageert alkalisch.

α. Er ontstaat wanneer men zoutzuur toevoegt tot zure reactie geen neerslag en geen gasontwikkeling.

β. Er ontstaat een neerslag, (en geen gasontwikkeling) dat in overmaat zoutzuur niet oplost.

aa. Een wit neerslag (onderzoek volgens 1. *a. β.*).

bb. Een gekleurd neerslag. Dit neerslag kan veroorzaakt worden door sulfiden van arsenik, antimoon of tin, welke in een alkalische vloeistof opgelost waren. Men filtreert ze af en onderzoekt volgens III.

De filtraten van *aa* en *bb* worden onderzocht volgens II.

γ. Er ontstaat een neerslag en gasontwikkeling treedt op.

aa. Het neerslag is wit en *het gas zwavelwaterstof.* Afgescheiden zwavel.

bb. Het neerslag is gekleurd en *het gas zwavelwaterstof.* Dit neerslag is ontstaan door de aanwezigheid in de oplossing van een sulfide der zesde groep, dat in een zwavelalkali opgelost was. Men filtreert dit af en onderzoekt het volgens III.

De filtraten van *aa* en *bb* onderzoekt men volgens II.

c. Er ontstaat door zoutzuur *geen blijvend neerslag*, daarentegen treedt gasontwikkeling op.

α. Zwavelwaterstof (Zwavelverbindingen van groep I en II).

β. Koolzuurgas. (Alkalicarbonaten).

γ. Cyaanwaterstof (Alkalicyaniden).

Men gaat over tot II.

2. Men heeft een oplossing in salpeterzuur.

Men verdund met veel water, ontstaat er een troebeling, dan is *bismuth* waarschijnlijk aanwezig.

Men voegt salpeterzuur toe, totdat de troebeling verdwijnt en dan zoutzuur.

a. Er ontstaat geen neerslag.

Zilver- en *mercuro*verbindingen afwezig (men gaat over tot II).

b. Er ontstaat een wit neerslag.

Het neerslag onderzoekt men volgens 1. *a. β.*

Het filtraat volgens II.

3. Een oplossing in zoutzuur of koningswater onderzoekt men volgens II.

II. Behandeling van de oplossing der stof met zwavelwaterstof, de groepen V en VI worden neergeslagen.

Men leidt door de zwak zuur gemaakte oplossing van de stof zwavelwaterstofgas, het beste onder zacht verwarmen, tot de oplossing er sterk naar riekt.

1. *Er ontstaat geen neerslag* (men gaat over tot VI).

2. *Er ontstaat een wit neerslag* (afgescheiden zwavel door de aanwezigheid van stoffen, die oxydeerend op de zwavelwaterstof inwerken).

3. *Er ontstaat een gekleurd neerslag* (men gaat over tot III).

III. Scheiding van de metalen der vijfde en zesde groep, door behandeling der sulfiden met zwavelammonium.

Een weinig van de goed uitgewasschen sulfiden (bij II verkregen) verwarmt men met geel zwavelammonium.

1. *Ze lossen geheel op* (afwezig groep V), men gaat over tot IV.

2. *Er blijft een rest.* Men filtreert deze rest af, en voegt aan het filtraat verdund zoutzuur toe.

a. Er ontstaat een zuiver wit neerslag (afwezig groep VI). Het neerslag wordt veroorzaakt door afgescheiden zwavel uit het zwavelammonium (men gaat over tot V).

b. Er ontstaat een gekleurd neerslag, metalen der zesde groep zijn aanwezig, men onderzoekt het afgefiltreerde goed uitgewasschen neerslag volgens IV.

IV. Aantoonen van de metalen der zesde groep. As. Sb. Sn. Au. Pt.

Een grootere hoeveelheid van het met zwavelwaterstof verkregen neerslag (zie II) wordt nu met geel zwavelammonium verwarmd. Men filtreert van het onopgeloste gedeelte af, wascht dit goed uit en voegt aan het filtraat zoutzuur toe.

Het neerslag, dat nu ontstaat, bestaat uit de sulfiden van de metalen der zesde groep.

Goud en platinaverbindingen zijn afwezig.

Men verhit een weinig op een porcelein scherf. Is

het neerslag geheel vluchtig dan zijn alle leden der groep afwezig. Slechts *arsenik* kan aanwezig zijn.

Men dampt nu het neerslag eenige malen met rookend salpeterzuur in, waardoor het As_2S_3 in As_2O_5 wordt omgezet. Dit nu lost men op in ammoniak en men toont in deze oplossing het *arsenik* volgens een der bekende methoden aan.

Blijft er bij het verhitten een vaste rest dan kunnen As. Sb en Sn aanwezig zijn.

Men kookt nu het neerslag met sterk zoutzuur.

1. *Er blijft een gele rest*, afkomstig van *zwavelarsenik*, dat niet oplost, men filtreert af en onderzoekt het filtraat volgens 2.

2. *Het neerslag lost geheel op*. Arsenik is afwezig.

In de oplossing (ook het filtraat van 1) kunnen nu *antimoonchloride* en *tinchloruur* aanwezig zijn.

Men kookt nu tot alle zwavelwaterstof ontweken is en voegt sublimaatoplossing toe.

Ontstaat daardoor een wit, naderhand donkerder en zwart wordend neerslag, dan is *tin* aanwezig. (Het tin is in deze oplossing als *stanno*verbinding aanwezig. Om na te gaan in welken toestand het in de oorspronkelijke stof voorhanden was, voegt men aan de oplossing daarvan sublimaatoplossing toe. Ontstaat er nu ook een neerslag van calomel, dan was ook hier een stannoverbinding aanwezig. De oplossing mag echter geene in salpeterzuur of koningswater zijn, daar deze oplosmiddelen stanno- tot stanniverbindingen oxydeeren).

Een ander gedeelte van de oplossing brengt men op een platinablikje en legt daarop een stukje zuiver zink. Het ontstaan van een zwarte vlek toont de aanwezigheid van *antimoon* aan. Deze vlek lost na goed afge-

wasschen te zijn in sterk salpeterzuur op onder vorming van antimoonzuur. Men verwijdert het salpeterzuur door uitdampen, verdunt met water en in de zoo verkregen oplossing doet zwavelwaterstof het bekende oranjekleurige neerslag ontstaan.

Goud en platinaverbindingen kunnen aanwezig zijn.

Men vervluchtigt arsenik, antimoon en tin door het mengsel der sulfiden met een mengsel van 5 deelen chloorammonium en 1 deel ammoniumnitraat te verhitten. De ontwikkelde dampen (chloorverbindingen der metalen) voert men in water. Het best geschiedt dit door de sulfiden met NH_4Cl en NH_4NO_3 te vermengen en dit mengsel in een buis van moeielijk smeltbaar glas in een porceleinen schuitje te gloeien. Door de buis zuigt men een luchtstroom, welke, zoodra hij de buis verlaat, door een waschfleschje met water wordt geleid. Hierin worden de chloriden teruggehouden en dus is dit water op As, Sb en Sn te onderzoeken. (Een groot gedeelte dezer chloriden blijft ook in het koudere gedeelte der buis hangen, waarom men deze na verwijdering van het schuitje ook met water uitspoelt. Is antimonium aanwezig, dan is de oplossing vaak troebel door de afscheiding van basisch antimoonchloride.

De rest in het schuitje lost men op in koningswater, deze oplossing verdampt men tot droog om salpeterzuur en zoutzuur te verdrijven, en de rest neemt men in zeer weinig water op.

Chloorkaliumoplossing doet hierin een geel neerslag ontstaan, wanneer *platina* aanwezig is.

Is *goud* aanwezig, dan ontstaat door ferrosulfaat een zwart neerslag van metallisch goud.

Stannochloride, dat een spoor stannichloride bevat geeft een purperkleurig neerslag, (purper van Cassius).

V. Aantoonen van de metalen der vijfde groep, (Pb, Bi, Cu, Cd en mercuriverbindingen); (mercuro- en zilverzouten zijn reeds bij I. gevonden).

Het neerslag der zwavelverbindingen, dat niet in zwavelammonium oplosbaar is, wordt nu nadat het volkomen uitgewasschen is met verdund salpeterzuur gekookt.

1. *Het neerslag lost geheel op*, behalve eenige afgescheiden zwavel. *Kwikverbindingen* zijn afwezig.

Men verdrijft het salpeterzuur door herhaald indampen en voegt verdund zwavelzuur toe.

Ontstaat er nu geen wit neerslag, dan is *lood* afwezig. Men voegt een overmaat ammoniak toe.

a. Er ontstaat geen neerslag. Bismuth afwezig.

Zijn *koperverbindingen* aanwezig, dan treedt een intensief blauwe kleur op.

Men dampt de oplossing tot bijna droog in en lost in weinig zoutzuur op.

α. Een gedeelte onderzoekt men met ferrocyaankalium een bruin neerslag wijst *koper* aan.

β. Men voegt nu zwaveligzuur en rhodaankalium toe om al het koper neer te slaan (natuurlijk niet wanneer koper afwezig is). Men filtreert en leidt in het filtraat zwavelwaterstof. Is *Cadmium* aanwezig dan ontstaat een geel neerslag.

b. Ontstaat door ammoniak een wit neerslag dan is *Bismuth* aanwezig. Men filtreert dit neerslag af en onderzoekt het filtraat op koper en cadmium.

Het neerslag zelf lost men in een spoortje zuur op en voegt dan veel water toe. Een troebeling bevestigt de aanwezigheid van bismuth.

Ontstond door zwavelzuur in de salpeterzure oplossing een neerslag, dan was *lood* aanwezig. Men dampt de oplossing met verdund zwavelzuur in tot er salpeterzuurdampen ontwijken. Dan lost men op in water en filtreert. Het filtraat onderzoekt men op bismuth, koper en cadmium.

2. *Het neerslag lost niet geheel op*, doch er blijft een zwarte rest onopgelost. Men filtreert het onopgeloste deel af en onderzoekt het filtraat op lood, bismuth, koper en cadmium.

Het onopgeloste zwarte gedeelte lost men op in koningswater of in zoutzuur met een weinig kaliumchloraat. Deze oplossing verdampt men tot droog en lost het residu in water op. Het *kwik* is nu als *mercurizout* in oplossing en is gemakkelijk door stannochloride, natronloog enz. aan te toonen.

VI. Aantoonen van de metalen der derde en vierde groep, als ook van die zouten der aardalkaliën, die uit hunne zure oplossing door ammoniak worden neergeslagen: phosphaten, boraten, oxalaten, silicaten en fluoriden.

1. Men kookt de oplossing, waarin zwavelwaterstof geen neerslag heeft gegeven, of het filtraat van het neerslag, ingeval er een ontstaan is, met een paar druppels salpeterzuur om alle zwavelwaterstof te verdrijven. Men voegt nu ammoniak toe tot zwak alkalische reactie,

en ziet of er een neerslag ontstaat en dan zwavelammonium, ook wanneer ammoniak reeds een neerslag gegeven heeft.

a. Er ontstaat noch door ammoniak, noch door zwavelammonium een neerslag. Men gaat over tot VII.

b. Er ontstaat door ammoniak geen neerslag, wel daarentegen door zwavelammonium.

Afwezig zijn de bovengenoemde zouten der aardalkaliën, kiezelzuur, ijzer, chroom en aluminium.

c. Er ontstaat door ammoniak een neerslag.

α. De oorspronkelijke oplossing was eene in water, die neutraal reageerde: In dit geval kunnen de genoemde verbindingen der aardalkaliën, fluor- en kiezelzuurverbindingen niet aanwezig zijn.

β. De oplossing reageerde zuur, alle genoemde verbindingen kunnen aanwezig zijn.

γ. De oplossing reageerde alkalisch: kiezelzuur, aluminiumphosphaat en chroomphosphaat kunnen slechts aanwezig zijn.

2. *Onderzoek op de metalen der vierde en derde groep.*

De genoemde zouten der aardalkaliën zijn afwezig.

Bij een grooter gedeelte van de volgens VI. 1. toebereide oplossing voegt men nu ammoniak en zwavelammonium tot de oplossing er naar riekt. Er ontstaat nu in het algemeen een gekleurd (zwart) neerslag, dat men affiltreert en goed met water uitwascht.

Het filtraat onderzoekt men volgens VII.

Het neerslag overgiet men nu met verdund zoutzuur.

a. Het lost geheel op, (afwezigheid van *kobalt* en *nikkel*).

Deze oplossing kookt men nu om alle zwavelwaterstof te verdrijven, voegt eenige druppels salpeterzuur

toe om ferro- tot ferrizouten te oxydeeren, en dampt tot een klein volume in. Aan deze oplossing, die nu de chloriden van Al. Zn. Fe, Cr en Mn kan bevatten, voegt men natronloog in overmaat toe, en kookt de vloeistof met het neerslag, dat eventueel ontstaat eenigen tijd. Daarop filtreert men het opgeloste A, van het onopgeloste gedeelte B af.

aa. De oplossing A. kan nu *zink* en *aluminium* bevatten. Men leidt door de oplossing zwavelwaterstof. Ontstaat nu een wit neerslag, dan is *zink* aanwezig. Het neerslag filtreert men af, lost het op in verdund zoutzuur, en toont in deze oplossing het *zink* nader aan.

Bij een ander deel van de oplossing voegt men vast ammoniumchloride. Ontstaat daardoor een wit voluminеus neerslag, dan was *aluminium* aanwezig.

bb. Het neerslag B. kan nu *ijzer*, *chroom* en *mangaan* bevatten, ook *zinkhydroxyde* kan aanwezig zijn.

α. Een gedeelte lost men in verdund zoutzuur op en toont in deze oplossing het *ijzer* met rhodaankalium of ferrocyaankalium aan, waardoor een roode verkleuring resp. een blauw neerslag ontstaat. Het ijzer is hier als ferriverbinding aanwezig. Om aan te toonen in welken oxydatietoestand het oorspronkelijk aanwezig was bezigt men de oorspronkelijke oplossing.

β. Een ander gedeelte smelt men in een kroesje samen met een mengsel van soda en salpeter. Is *chroom* aanwezig, dan is de smeltmassa geel gekleurd. Lost men na bekoeling de massa op in water, dan vertoont de oplossing een min of meer sterk gele kleur. Men kookt nu met eenige druppels verdund salpeterzuur om het koolzuur te verdrijven. Voegt men aan deze oplossing, die zuur reageert een oplosbaar loodzout toe, dan

ontstaat er een geel neerslag van loodchromaat, indien chroom aanwezig is.

γ. Om in het neerslag B. *zink* en *mangaan* aan te toonen, moet men eerst ijzer- en chroomverbindingen verwijderen. Dit geschiedt als volgt:

Men lost een gedeelte van het neerslag in verdund zoutzuur op, zorgdragende geen overmaat zoutzuur te gebruiken, en digereert deze oplossing met versch gepraecipiteerd bariumcarbonaat.

Hierdoor worden ferri- en chroomchloride in onoplosbare carbonaten omgezet, terwijl zink- en mangaanchloride onaangetast blijven, terwijl bariumchloride in oplossing is gegaan.

Men filtreert nu en voegt aan het filtraat verdund zwavelzuur toe, waardoor bariumchloride als bariumsulfaat wordt neergeslagen. Na wederom gefiltreerd te hebben is de oplossing voor het onderzoek op mangaan en zink gereed. Men dampt de oplossing tot een klein volume in en voegt een overmaat natronloog toe.

αα. Er ontstaat een neerslag, dat niet in overmaat oplost, en van een witte een meer en meer bruine kleur aanneemt. *Mangaan* aanwezig. Tot nadere overtuiging kookt men de oplossing met een weinig menie en salpeterzuur waarbij het manganozout tot overmangaanzuur wordt geoxydeerd, herkenbaar aan de purperroode kleur waarmede het oplost.

ββ. Het filtraat van het neerslag bij *αα*. met natronloog ontstaan, of indien er geen neerslag is ontstaan, de oplossing, die door natronloog sterk alkalisch is geworden, onderzoekt men als volgt. Men leidt zwavelwaterstof door, waarmede bij aanwezigheid van *zink* een wit neerslag ontstaat.

b. Het neerslag door ammoniak en zwavelammonium verkregen, lost niet geheel op, doch laat een zwarte rest. (*Nikkel* en *kobalt* aanwezig).

Men filtreert het opgeloste van het onopgeloste af en onderzoekt de oplossing volgens *a*.

Het onopgeloste gedeelte verwarmt men nu met salpeterzuur of koningswater, waardoor het oplost. Deze oplossing dampt men tot een klein volume in en neemt de rest op in water.

Is de oplossing rood gekleurd, dan is bepaald *kobalt* aanwezig, een groene kleur wijst op *nikkel*.

Bij de oplossing voegt men nu een geconcentreerde oplossing van kaliumnitriet en een weinig verdund azijnzuur. Een geel kristallijn neerslag wijst op *kobalt*. Men slaat al het kobalt op deze wijze neer en voegt aan het filtraat natronloog toe. Een lichtgroen neerslag toont nu de aanwezigheid van *nikkel* aan.

3. *Alle genoemde verbindingen, die door ammoniak en zwavelammonium kunnen neergeslagen worden zijn aanwezig.*

Men voegt bij de oplossing ammoniak en zwavelammonium en filtreert het neerslag, nadat de vloeistof eenigen tijd verwarmd is, af. Het neerslag wascht men goed uit en lost het op in verdund zoutzuur. Het filtraat van dit neerslag onderzoekt men volgens VII.

a. Er blijft een rest, welke van *zwavelkobalt, zwavelnikkel, zwavel, fluorcalcium* of *kiezelzuur* kan afkomstig zijn. Men filtreert af en onderzoekt het filtraat volgens *b*.

De onopgeloste rest kookt men met koningswater. *Nikkel* en *kobaltsulfide* lossen op (zie VI. 2. *b*.). *Kiezelzuur* blijft onopgelost terug.

Zwavel blijft onopgelost terug en is na affiltreeren te verbranden.

Een gedeelte van het neerslag gloeit men en verhit dan met geconcentreerd zwavelzuur om *fluor* aan te toonen. Wordt fluor gevonden, dan onderzoekt men de rest op *kalk*.

Is kiezelzuur aanwezig, dan wordt er bij gelijktijdige aanwezigheid van fluor kiezelfluorwaterstofzuur door verwarmen met zwavelzuur gevormd. Men verwarmt nu in een buisje, waarop door middel van een doorboorde kurk een van binnen vochtig afvoerbuisje is geplaatst. Wordt er nu kiezelfluorwaterstofzuur ontwikkeld, dan ontstaat er in het afvoerbuisje een troebeling door afscheiding van kiezelzuur.

b. Er blijft geen rest, behalve een weinig zwavel.

α. Men voegt aan de oplossing verdund zwavelzuur en, wanneer niet dadelijk een neerslag ontstaat 3 volumen alcohol. Men filtreert het neerslag af en onderzoekt het filtraat volgens *β*.

Het neerslag smelt men met natrium- en kaliumcarbonaat flink samen, trekt de bekoelde massa uit met water, lost de rest op in verdund zoutzuur en onderzoekt deze oplossing op Calcium, Barium en Strontium volgens VII.

Ontstond door toevoeging van 3 volumen alcohol ook geen neerslag, dan waren aardalkaliën afwezig en wordt de oplossing volgens *β*. verder onderzocht.

β. De oplossing oxydeert men met salpeterzuur en onderzoekt een gedeelte ervan op *ijzer* door toevoeging van rhodaankalium of ferrocyaankalium. Heeft men zich van de af- of aanwezigheid van ijzer overtuigd, dan voegt men zooveel ferrichlorideoplossing toe, totdat een proefje met ammoniak een geelachtig neerslag geeft.

Nu dampt men tot een kleine rest in en voegt sodaoplossing toe om het vrije zuur te binden en dan bariumcarbonaat in overmaat.

Men laat nu staan, totdat de bovenstaande vloeistof kleurloos is geworden en filtreert dan af.

Het filtraat kan nu *mangaan* en *zink* bevatten waarnaar men volgens VI. 2. *a*. *γ*. onderzoekt.

Het neerslag kan chroom en aluminium bevatten.

Een gedeelte ervan smelt men met soda en salpeter en herkent *chroom* door het gevormde natriumchromaat aan te toonen.

Een ander deel kookt men met sterke natronloog en filtreert. Ontstaat in het filtraat door chloorammonium een wit neerslag, dan is *aluminium* aanwezig.

N.B. *Onderzoek op de zuren, die in het neerslag door ammoniak en zwavelammonium verkregen aanwezig kunnen zijn.*

Men lost het neerslag op in verdund zoutzuur en kookt tot alle zwavelwaterstof is verdreven.

a. Een gedeelte dampt men tot droog in en behandelt de rest met zoutzuur, lost deze niet op, dan is *kiezelzuur* aanwezig.

De oplossing dampt men met salpeterzuur in en onderzoekt met ammoniummolybdänaat op *phosphorzuur*.

b. Een ander gedeelte slaat men met overmaat sodaoplossing neer, filtreert en dampt het filtraat tot een klein volume in. Nu maakt men zwak zuur met azijnzuur en voegt gipsoplossing toe. Een wit neerslag wijst op *oxaalzuur*.

Een ander gedeelte van het filtraat maakt men zuur met zoutzuur en reageert met Curcumapapier. Wordt dit rood gekleurd, dan is *boorzuur* aanwezig.

c. De rest slaat men neer met ammoniak, filtreert en onderzoekt het filtraat, dat men tot droog indampt, op *fluor* volgens VI. 3. *a.*

VII. Onderzoek op de metalen der derde groep, die bij aanwezigheid van chloorammonium en ammoniak door ammoniumcarbonaat worden neergeslagen, (Calcium, Barium en Strontium).

Bij de oplossing, waarin ammoniak en zwavelammonium geen neerslag hebben gegeven, of, indien er een neerslag was ontstaan, bij de vloeistof, die van dit neerslag is afgefiltreerd, voegt men een weinig chloorammoniumoplossing en dan ammoniumcarbonaat.

a. Er ontstaat geen neerslag. Afwezig de metalen, die boven genoemd zijn, Ca, Ba, Sr.

Men gaat over tot VIII.

b. Er ontstaat een neerslag. Dit neerslag kan nu de carbonaten van *calcium*, *barium* en *strontium* bevatten.

Men filtreert het neerslag af en wascht dit goed uit. Het filtraat onderzoekt men volgens VIII.

Het neerslag lost men in zoo weinig mogelijk verdund zoutzuur op. Deze oplossing verdampt men tot droog, lost het residu in water op, filtreert zoo noodig, en verdampt wederom tot droog. Deze droge rest kan nu $Sr\,Cl_2$, $Ba\,Cl_2$ en $Ca\,Cl_2$ bevatten.

Men kookt nu uit met absoluten alcohol, waardoor $Ca\,Cl_2$ en $Sr\,Cl_2$ in oplossing gaan, terwijl $Ba\,Cl_2$ onopgelost blijft.

Men filtreert deze oplossing af, en lost hetgeen onopgelost is gebleven in water op.

a. Deze waterige oplossing bevat nu het *bariumchlo-*

ride, indien dit aanwezig is. Gipsoplossing of zwavelzuur geeft daarin dadelijk een wit neerslag, dat in alle zuren onoplosbaar is. Door kaliumchromaat-oplossing ontstaat in de met azijnzuur zuur gemaakte vloeistof een geel neerslag van *bariumchromaat*.

b. Aan de alcoholische oplossing voegt men verdund zwavelzuur toe, waardoor $Ca\,SO_4$ en $Sr\,SO_4$ neerslaan. Dit neerslag wordt afgefiltreerd, met verdunden alcohol afgewasschen, en daarna met een geconcentreerde oplossing van ammoniumsulfaat en ammoniak gekookt, onder voortdurende toevoeging van ammoniak. Het *strontiumsulfaat* blijft onopgelost, terwijl *calciumsulfaat* opgelost wordt. Deze oplossing wordt afgefiltreerd en sterk met water verdund. Is *calcium* daarin aanwezig, dan ontstaat door ammoniumoxalaat een wit neerslag.

Een andere methode om calcium en strontium te scheiden is de volgende:

De alcoholische oplossing der chloriden verdampt men tot droog en behandelt de rest eenige malen met geconcentreerd salpeterzuur, waardoor de chloriden in nitraten worden omgezet. De oplossing dezer nitraten wordt nu weer tot droog ingedampt en de rest zeer fijn gewreven. Deze rest digereert men nu met alcohol en aether, waardoor alleen *calciumnitraat* oplost. Deze oplossing filtreert men af. Zwavelzuur geeft daarin, als *calcium* aanwezig is een wit neerslag. Verjaagt men den alcohol en lost men het residu in water op, dan ontstaat door ammoniumoxalaat, wanneer *calcium* aanwezig is, eveneens een wit neerslag.

De rest, die niet in alcohol en aether is opgelost, lost men nu in weinig water op. Uit deze oplossing van *strontiumnitraat* slaat nu door gipsoplossing $Sr\,SO_4$ neer.

Een druppel van de oplossing aan een platinadraadje in de vlam gebracht kleurt deze intensief rood.

VIII. Onderzoek op Magnesium.

De vloeistof, waarin ammoniumcarbonaat geen neerslag heeft teweeggebracht, of die, welke van het neerslag is afgefiltreerd, wordt nu een weinig door indampen geconcentreerd. Aan deze geconcentreerde oplossing voegt men nu nog eenig chloorammonium en ammoniak toe, en daarna ammoniumphosphaatoplossing. Ontstaat nu dadelijk een wit neerslag, dan is *magnesium* in grootere hoeveelheden aanwezig. Ontstaat het neerslag niet dadelijk, dan is magnesium in kleine hoeveelheid aanwezig, wanneer zich door wrijven van het glas, waarin de oplossing zich bevindt, met een glasstaafje het neerslag aan de gewreven plaatsen afzet.

Het filtraat van dit neerslag onderzoekt men volgens IX., evenals de geheele oplossing wanneer er geen neerslag ontstaan is.

IX. Onderzoek op de alkalimetalen.
K. — Na. — Li.

Waren magnesiumzouten niet aanwezig, dan kan men het filtraat van het neerslag der metalen van de tweede groep zoo tot verder onderzoek gebruiken.

Was magnesium aanwezig, dan moet dit eerst verwijderd worden. Men verdampt de oplossing tot droog en gloeit de rest om de ammoniakzouten te verdrijven. Wat nu overblijft lost men op in water en voegt aan deze oplossing chloorbariumoplossing toe, tot er geen neerslag meer ontstaat, en dan versch bereid barytwater, tot curcumapapier wordt bruin gekleurd. Nu kookt men eenigen tijd en filtreert.

Aan het filtraat voegt men ammoniumcarbonaat en ammoniak toe, totdat geen neerslag meer ontstaat, verwarmt eenigen tijd en filtreert wederom.

Het filtraat verdampt men tot droog en gloeit de rest om de ammoniakzouten, die er nu weer ingebracht zijn te verdrijven. Blijft er nu *geen* rest over, dan zijn de alkalimetalen afwezig, en blijft alleen nog het onderzoek op ammoniumzouten uit te voeren (X.).

Er blijft een rest. Deze rest lost men nogmaals op in water, voegt wederom ammoniumcarbonaat en ammoniak toe, filtreert zoo noodig, dampt tot droog in en gloeit het residu. Blijft er nu wederom een rest, dan zijn de alkalimetalen aanwezig.

Men lost deze rest herhaalde malen in geconcentreerd zoutzuur op om de zoutzure zouten der alkaliën te krijgen en dampt ten slotte deze oplossing tot droog in.

Deze droge rest, bestaande uit Li Cl, Na Cl, K Cl, digereert men nu met absoluten alcohol en aether, waardoor alleen Li Cl oplost.

Deze oplossing verdampt men; blijft er een rest, dan is de aanwezigheid van *lithium* waarschijnlijk, welk metaal men verder volgens pag. 61 aantoont.

Het gedeelte, dat niet in alcohol en aether oploste, kan nu *chloorkalium* en *chloornatrium* bevatten.

Men lost deze rest op in zeer weinig water, en voegt aan een gedeelte van deze oplossing platinachloride toe, en zoo noodig een weinig alcohol.

Ontstaat er nu een geel neerslag, dan is *kalium* aanwezig. (Deze reactie gaat niet wanneer er jodiden in de oplossing aanwezig zijn).

Bij een ander proefje voegt men natriumhydrotartraatoplossing, waardoor bij aanwezigheid van *kalium* een neerslag ontstaat.

Bij een derde proefje voegt men een oplossing van kaliumstibiaat; een wit neerslag wijst op *natrium*.

Met een druppel van de oplossing doet men eene vlamreactie, door deze aan een platinadraadje in de niet lichtende vlam te brengen. Een gele vlam wijst op *natriumzouten*, beschouwt men deze door een stuk kobaltglas en neemt men dan een violette vlam waar, dan zijn *kaliumzouten* aanwezig.

X. Onderzoek op ammoniumzouten.

Hiertoe bezigt men de oorspronkelijke vaste stof. Men wrijft deze samen met een weinig kalk en een druppel water. Dit mengsel doet men op een horlogeglas, dat men door een ander horlogeglas bedekt. Tegen dit laatste brengt men een stukje vochtig rood lakmoespapier aan, zorgdragende, dat dit niet met het mengsel in aanraking komt. Wordt dit papiertje nu blauw gekleurd, dan was er een ammoniumzout aanwezig.

Onderzoek op zuren.

IN WATER OPLOSBARE VERBINDINGEN.

Hierbij moet men in de eerste plaats in aanmerking nemen, welke zuren met de gevonden bases hier kunnen voorkomen. Het best kan men nu de metalen door sodaoplossing neerslaan en het filtraat op de zuren onderzoeken. De volgende zuren heeft men reeds bij het onderzoek op bases leeren kennen: $H_3 As O_4$, $H_3 As O_3$, CO_2, $H_2 S$, $H_2 Cr O_4$ (chromaten, bichromaten), $H_6 Fe_2 (CN)_{12}$ (ferricyaanwaterstofzuur door de kleursverandering bij het doorleiden van zwavelwaterstof en het blauwe neerslag, dat na dit doorleiden met ferrisulfaat ontstaat). $Si O_2$ door de boraxparel.

Men onderzoekt de reactie der vloeistof en maakt deze, als ze niet neutraal is, met ammoniak of salpeterzuur neutraal, ontstaat hierbij een neerslag van $Si\,O_2$ of $Mg\,(OH)_2$, dan filtreert men dit af. Ontwikkelt zich CO_2, dan moet dit door koken verwijderd worden.

1. Bij een proefje voegt men nu *bariumnitraatoplossing*.

a. Er ontstaat een neerslag, onoplosbaar in salpeterzuur. *Zwavelzuur* aanwezig.

Lost het neerslag op in salpeterzuur, dan kan zwavelzuur niet aanwezig zijn.

b. Er ontstaat geen neerslag, $H_2\,SO_4$, $H_3\,PO_4$, $H_2\,Cr\,O_4$, $Si\,O_2$, $(CO\,OH)_2$, $H_3\,As\,O_3$, $H_3\,As\,O_4$ alsook grootere hoeveelheden boorzuur en fluorwaterstofzuur zijn afwezig.

2. Bij een tweede proefje voegt men *zilvernitraatoplossing*.

a. Er ontstaat geen neerslag. Aanwezig kunnen zijn *chloorzuur* en *salpeterzuur*.

α. Overgiet men de vaste stof met geconcentreerd zwavelzuur en treden er eigenaardig riekende geelkleurige dampen op, dan is *chloorzuur* aanwezig.

Voegt men bij de oplossing geconcentreerd zwavelzuur, een weinig zwaveligzuur en indigooplossing, dan wordt deze laatste terstond ontkleurd, (onderscheid van salpeterzuur).

β. Op *salpeterzuur* reageert men door de ringreactie met ferrosulfaat en zwavelzuur (zie pag. 69). (Deze reactie moet natuurlijk in de oplossing plaats vinden, waarbij men zelf geen salpeterzuur heeft gevoegd).

Deze reactie wordt verhinderd of minder duidelijk door HJ, $H\,Br$, $H_2\,Cr\,O_4$ en $H\,Cl\,O_3$, waarom men deze eerst verwijdert:

HJ en H Br door zilversulfaatoplossing.

$H_2 Cr O_4$ door reduceeren met zwaveligzuur; het chroomoxyde slaat men nu door ammoniak neer.

Om $H Cl O_3$ te verwijderen gloeit men de verdampingsrest der oplossing lang maar niet te sterk.

Chloraten worden nu in chloriden omgezet en na oplossing kan men het *salpeterzuur* aantoonen.

Voegt men geconcentreerd zwavelzuur en dan indigo-oplossing, dan wordt deze dadelijk ontkleurd.

b. Er ontstaat een neerslag. Men let op de kleur van dit neerslag:

$Ag Cl$, $Ag Br$, $Ag CN$, $Ag_4 Fe (CN)_6 (COO Ag)_2$, $Ag_3 Si O_3$, $Ag_3 BO_3$, zijn wit.

$Ag J$, $Ag_3 PO_4$, $Ag_3 As O_3$ zijn geel.

$Ag_3 As O_4$, $Ag_6 Fe_2 (CN)_{12}$ zijn bruinrood.

$Ag_2 Cr O_4$ purperrood.

α. Het neerslag lost geheel op in verdund salpeterzuur.

Aanwezig kunnen zijn: $H_3 PO_4$, $H_3 BO_3$, $Si O_2$, $(COOH)_2$, $H Fl$, $H_3 As O_3$, $H_3 As O_4$, $H_2 Cr O_4$.

$H_3 As O_3$, $H_3 As O_4$, $H_2 Cr O_4$ zijn reeds bij het onderzoek op de bases gevonden.

Op $H_3 PO_4$, $H_3 BO_3$, $Si O_2$, $(COOH)_2$ moet slechts onderzocht worden wanneer bij 1, een neerslag is ontstaan, dat geheel of gedeeltelijk in salpeterzuur oploste.

aa. Onderzoek op phosphorzuur.

Men onderzoekt de heldere neutrale oplossing der oorspronkelijke stof met magnesiummixtuur, en een ander deel na toevoeging van salpeterzuur met ammoniummolybdänaat (zie pag. 71).

bb. Onderzoek op Fluorwaterstofzuur.

Een weinig van de vaste oorspronkelijke stof verhit men met geconcentreerd zwavelzuur en ziet of men glasetsing kan waarnemen.

Bij aanwezigheid van kiezelzuur neemt men de voorzorg, beschreven op pag. 114.

cc. Onderzoek op oxaalzuur.

Men verwarmt de oorspronkelijke stof met een weinig verdund zwavelzuur om de carbonaten te ontleden en verdrijft het koolzuur door koken. Nu voegt men gepoederden carbonaatvrijen bruinsteen en eenig geconcentreerd zwavelzuur toe en kookt wederom. Treedt er nu weer koolzuurontwikkeling op, dan is *oxaalzuur* aanwezig.

dd. Onderzoek op boorzuur.

Men maakt de oorspronkelijke oplossing der stof zwak zuur met zoutzuur. Wordt nu door deze oplossing curcumapapier bruin gekleurd, dan is *boorzuur* aanwezig. Chloorzuur, chroomzuur en joodwaterstofzuur verhinderen deze reactie. Men verwijdert ze volgens 2. β.

ee. Onderzoek op kiezelzuur.

Is kiezelzuur bij het onderzoek op bases niet gevonden, dan dampt men een weinig van de met soda gepraecipiteerde waterige oplossing tot droog in. De rest bevochtigt men herhaald met zoutzuur. Is deze nu onoplosbaar, dan is kiezelzuur aangetoond.

β. Het neerslag lost niet of niet geheel op in verdund salpeterzuur.

Aanwezig kunnen zijn HCl, HBr, HJ, $H_4Fe(CN)_6$, $H_6Fe_2(CN)_{12}$.

Het neerslag onderzoekt men als volgt:

a. Bij de oorspronkelijke of door sodaoplossing neergeslagen vloeistof voegt men een weinig zoutzuur en dan ferrosulfaatoplossing. Ontstaat er nu een spoedig donkerblauw wordend neerslag, dan is daardoor *ferrocyaanwaterstofzuur* aangetoond. Door ferrichlorideoplos-

sing ontstaat dadelijk dat blauwe neerslag van Berlijnsch blauw. De oplossing moet voor deze reactie's met zoutzuur zwak zuur worden gemaakt.

b. Is het neerslag door zilvernitraat verkregen *oranjekleurig*, dan wijst dit op *ferricyaanwaterstofzuur*. Is dit aanwezig, en voegt men bij de oorspronkelijke oplossing, die door zoutzuur zwak zuur is gemaakt, ferrosulfaatoplossing, dan ontstaat daardoor een blauw neerslag, ferrichloride doet geen neerslag ontstaan, doch kleurt alleen de oplossing donkerbruin.

c. Onderzoek op cyaanwaterstofzuur.

Zijn ferro- en ferricyaanwaterstofzuur afwezig, dan is het onderzoek eenvoudig.

Men ontdekt het blauwzuur in de eerste plaats door den geur, die vooral bij zacht verwarmen met een verdund zuur sterk optreedt.

Om het verder aan te toonen voegt men bij de oorspronkelijke oplossing eenig ferrosulfaat, een spoortje ferrichlorideoplossing en een weinig natronloog. Nu verwarmt men een oogenblik zacht en voegt dan verdund zoutzuur toe.

Was er nu *blauwzuur* aanwezig geweest, dan ontstaat er een neerslag van Berlijnsch blauw (zie pag. 69).

Zijn $H_4 Fe (CN)_6$ en $H_6 Fe_2 (CN)_{12}$ aanwezig dan moeten deze eerst verwijderd worden, dit geschiedt op de volgende methode:

Men maakt de oplossing zwak zuur met verdund zwavelzuur en slaat het ferricyaanwaterstofzuur met ferrosulfaat, het ferrocyaanwaterstofzuur met ferrisulfaat neer, filtreert van het neerslag af en onderzoekt het filtraat op blauwzuur. Mocht deze scheiding niet gemakkelijk gaan, dan drijft men het blauwzuur uit de

zure oplossing door middel van een luchtstroom over, dien men dan door verdunde natronloog laat gaan. Door deze natronloog wordt het *blauwzuur* nu geabsorbeerd en is daarin gemakkelijk aan te toonen.

d. Onderzoek op Cl, Br en J in het neerslag door zilvernitraat verkregen en dat onoplosbaar is in salpeterzuur.

aa. Zijn de onder *a*, *b* en *c* genoemde zuren aanwezig dan moeten deze eerst verwijderd worden.

Voor het onderzoek op HCN heeft men reeds de twee eerstgenoemde zuren moeten verwijderen, en in het filtraat van het neerslag van Berlijnsch blauw, dat hierbij ontstond, cyaan aangetoond. Dit filtraat geeft nu met zilvernitraat een neerslag dat Ag CN, Ag Cl, Ag Br en Ag J kan bevatten.

Men gloeit dit neerslag, waardoor cyaanzilver ontleed wordt.

Ook kan men het geheele neerslag, dat door zilvernitraat verkregen is, gloeien, hierbij wordt Ag CN dadelijk ontleed, terwijl ferro- en ferricyaanzilver eveneens ontleed worden. De massa, die nu overblijft smelt men samen met een mengsel van kalium- en natriumcarbonaat, en trekt de bekoelde massa met water uit. In de oplossing heeft men nu het chloor, broom en jood aan een alkali gebonden en na zuur maken met salpeterzuur, slaat men het mengsel der zilververbindingen door zilvernitraat daaruit neer, en onderzoekt dit volgens *bb.*

bb. Het neerslag dat *chloor-*, *broom* en *joodzilver* bevat wascht men goed uit met water, en kookt het daarna met een oplossing van ammoniumcarbonaat. Daardoor wordt Ag Cl opgelost en door zuur maken van het filtraat met salpeterzuur, wordt het weder neergeslagen.

Wat onopgelost bleef, verwarmt men nu met verdunde

ammoniakoplossing (5%), waardoor alleen het Ag Br oplost, dat men ook weder door salpeterzuur uit het filtraat afscheidt.

Ag J blijft nu als onoplosbaar terug.

Het uit de verschillende filtraten afgescheiden Ag Cl, Ag Br en Ag J smelt men nu ieder voor zich met soda samen en trekt de massa's met water uit. In de filtraten kan men nu, op elk dezer halogenen voor zich reageeren en wel *chloor* volgens pag. 65, *broom* volgens pag. 67, en *jood* volgens pag. 67.

Onderzoek der zuren van in water onoplosbare in zoutzuur, salpeterzuur of koningswater oplosbare verbindingen.

Organische stoffen zijn afwezig.

Men heeft bij deze verbindingen op alle zuren behalve op *chloorzuur* te letten. CO_2, $H_3 As O_3$, $H_3 As O_4$, $H_2 Cr O_4$ heeft men reeds bij het onderzoek op basen gevonden. *Salpeterzuur* is reeds bij het voorloopig onderzoek aangetoond.

a. Men mengt een proefje van de oorspronkelijke stof met kalium- en natriumcarbonaat en gloeit flink. Zijn er zwavelmetalen aanwezig, dan voegt men een weinig salpeter toe. De gegloeide bekoelde massa trekt men uit met water en onderzoekt het filtraat op de zuren volgens het vorige hoofdstuk.

Hierbij moet men daarop letten, dat zwavelmetalen bij gloeien met soda en salpeter hunne zwavel als sulfaat verliezen. Men moet daarom *zwavelzuur* in de oorspronkelijke nog niet gegloeide stof aantoonen.

b. Op *fluorwaterstofzuur* onderzoekt men de oorspronkelijke stof volgens pag 122 *bb.*

c. Heeft men bij *a* nog geen *phosphorzuur* gevonden en zijn aard-alkaliën of aluminium aanwezig, dan lost men een proefje van de oorspronkelijke stof op in salpeterzuur, filtreert zoo noodig en reageert in dit filtraat met ammoniummolybdänaat.

d. Om op *kiezelzuur* te reageeren moet men het onder *a* beschreven smelten in een platinakroesje uitvoeren. De smeltmassa trekt men nu uit met water en dampt deze oplossing in. Lost de rest nu niet op in verdund zoutzuur, dan is *kiezelzuur* aanwezig.

e. Op *oxaalzuur* onderzoekt men als volgt:

Men kookt de oorspronkelijke stof met een zeer geconcentreerde oplossing van natriumcarbonaat en filtreert. Het filtraat maakt men nu zuur met azijnzuur en voegt gipsoplossing toe. Ontstaat er nu een wit neerslag, dan is *oxaalzuur* aanwezig.

B. ONDERZOEK VAN LICHAMEN, WELKE IN WATER, ZOUTZUUR, SALPETERZUUR EN KONINGSWATER NIET OF MOEIELIJK OPLOSBAAR ZIJN, (ZIE PAG. 94).

Onderzoek op bases en zuren.

1. Met een klein gedeelte van de stof doet men de volgende voorloopige proeven:

a. Men verhit een weinig in een glazen buisje. Ontstaan er nu bruine dampen en een aanslag van gesmolten *zwavel*, dan is dit element aanwezig.

b. Is de stof zwart, dan wijst dit op *koolstof*. Deze verbrandt op een platinablikje verhit, desnoods, wanneer graphiet aanwezig is, voor de blaasbuis.

c. Een proefje verhit men met een stukje cyaankalium en ammoniak en filtreert. Ontstaat er in de eene helft

van het filtraat een wit neerslag door salpeterzuur, in de andere helft door zwavelammonium een zwart neerslag, dan is *zilver* aanwezig.

d. Blijft er bij *c* een onoplosbare rest, dan overgiet men deze met zwavelammonium; wordt deze nu zwart gekleurd, dan is er een *loodverbinding* aanwezig.

2. Om nu op de metalen en zuren, die kunnen voorkomen te onderzoeken, verwijdert men eerst *lood-* en *zilververbindingen* en *zwavel.*

a. Is *lood* bij het voorloopig onderzoek gevonden, dan trekt men de stof uit met een geconcentreerde oplossing van ammoniumacetaat en filtreert.

Het filtraat verdeelt men in vier gedeelten en onderzoekt deze met bariumnitraat op *zwavelzuur,* met zilvernitraat na toevoeging van salpeterzuur op *chloor, broom* en *jood,* en de twee overblijvenden met zwavelzuur en zwavelwaterstof op *lood.*

b. Is *zilver* bij het voorloopig onderzoek gevonden, of is de afwezigheid ervan niet bewezen, dan trekt men het in 2. *a.* onopgeloste gedeelte met cyaankalium uit en filtreert nu. Het filtraat onderzoekt men nu op *zilver* en *zwavelzuur.*

Om zoo goed mogelijk te onderzoeken met welk zuur het zilver oorspronkelijk verbonden was, gaat men als volgt te werk. Men trekt eerst de onopgeloste stof met kokend water en dan met verdund salpeterzuur uit en onderzoekt de rest, die niet opgelost is, op *zilver.* Is het resultaat positief, dan overgiet men deze rest met verdund zwavelzuur en voegt een stukje zink toe. Na eenigen tijd filtreert men en in de oplossing kunnen nu Cl, Br, J, en CN aan zink gebonden voorkomen, die men op de bekende wijze aantoont, zie pag. 125.

c. De *lood-* en *zilvervrije* stof verhit men nu om den *zwavel* uit te drijven, en wat nu overblijft behandelt men volgens 3.

3. De rest van 2. *c.* smelt men nu samen met een overmaat van natriumcarbonaat, kaliumcarbonaat en natriumnitraat en houdt de massa geruimen tijd gesmolten. Nu trekt men uit met kokend water en onderzoekt het filtraat volgens 4 en hetgeen onopgelost blijft volgens 5.

4. *a.* Een proefje maakt men zuur met zoutzuur, kookt tot het koolzuur verdreven is en reageert met bariumchloride op *zwavelzuur.*

b. Een ander proefje maakt men zuur met salpeterzuur en reageert met ammoniummolybdänaat op *phosphorzuur.* Eventueel *arsenikzuur* ontdekt en verwijdert men door in de met zoutzuur zuur gemaakte oplossing zwavelwaterstofgas te leiden, waardoor het As wordt neergeslagen. Het filtraat dampt men tot een kleine rest in, in welke men op phosphorzuur reageert.

c. Is de oplossing *geel* gekleurd, dan toont men *chroom* verder aan door het neerslag, dat in de met azijnzuur zuur gemaakte oplossing door loodacetaat ontstaat. Dit neerslag is oplosbaar in natronloog.

d. Een gedeelte dampt men tot droog in en overgiet de rest met geconcentreerd zwavelzuur. Treden er nu dampen op die glas etsen, dan is *fluorwaterstofzuur* aanwezig. Is *kiezelzuur* aanwezig, dan neemt men de proef zooals op pag. 114 is aangegeven.

5. Het in water onopgeloste gedeelte (zie 3) lost men nu op in verdund zoutzuur en onderzoekt deze oplossing desnoods na filtreeren, wanneer ze niet helder is

volgens pag. 105. IV. Heeft men reeds veel *kiezelzuur* gevonden, dan dampt men deze zoutzure oplossing tot droog in, en trekt de rest met verdund zoutzuur uit om de silicaten zooveel mogelijk te ontleden en het kiezelzuur te verwijderen.

Blijft er bij het oplossen in zoutzuur een rest, dan behandelt men deze als volgt.

a. Men verhit een proefje met soda en borax op kool in de binnenste blaasbuisvlam. Ontstaan er nu pletbare metaalkorrels, dan is *tin* aanwezig. Men lost dit tin op in zoutzuur en toont het in deze oplossing verder aan.

b. Een ander proefje onderzoekt men op *fluorcalcium.*

c. Deze onoplosbare rest kan ook *chroomijzersteen* $Fe\,Cr\,O_4$ bevatten. Men gloeit nu het fijne poeder eenige uren in een platinakroes met 8 maal de hoeveelheid kaliumchloraat en 3 maal de hoeveelheid natronkalk.

De massa bevat nu het chroom als in water oplosbaar kaliumchromaat, dat men uittrekt. In de rest is het ijzer na oplossen in salpeterzuur gemakkelijk aan te toonen.

Was er naast $Fe\,Cr\,O_4$ nog $Sn\,O_2$ aanwezig, dan wordt dit eveneens oplosbaar in water en is in de waterige oplossing aanwezig als tinzuurkalium.

6. Bevat de onoplosbare stof een *silicaat,* dan is het onderzoek op een *alkali* noodig. Men verhit nu de fijn gepoederde stof, die met water aangemengd is, met fluorwaterstofzuur en zoutzuur het best in de open lucht in een platinaschaal. Heeft men een heldere oplossing verkregen, dan voegt men zwavelzuur toe en verdampt tot er slechts een kleine rest is overgebleven. Nu verdunt men met water en voegt onder voortdurend koken chloorbarium toe en dan kalkmelk tot zwak alkalische

reactie. De vloeistof filtreert men en voegt aan het filtraat zoolang ammoniumcarbonaat en een weinig ammoniak toe, totdat er geen neerslag meer ontstaat.

Het filtraat van dit neerslag dampt men tot droog in, gloeit de rest om ammoniumzouten te verdrijven, en onderzoekt het residu op de *alkalimetalen* volgens pag. 118.

---

folio