Proeven met den thermo-analysator

I. 7.

PROEVEN

MET DEN

THERMO-ANALYSATOR.

PROEVEN

MET DEN

THERMO-ANALYSATOR.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD

VAN

Doctor in de Wis- en Natuurkunde,

AAN

DE HOOGESCHOOL TE UTRECHT,

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Dr. J. I. DOEDES,

Gewoon Hoogleeraar bij de Godgeleerde Faculteit.

MET TOESTEMMING VAN DEN ACADEMISCHEN SENAAT

EN

VOLGENS BESLUIT VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE,

TE VERDEDIGEN

Op Saterdag 14 Juni 1873, des namiddags ten 1½ ure,

DOOR

EDUARD HENDRIK WIJNKES,

geboren te Zwolle.

UTRECHT.

P. VAN LOON.

1873.

AAN MIJNE MOEDER.

Aan het einde van mijn academische studiën is het mij eene behoefte, U mijnen dank te brengen, Hooggeleerde Heeren, Professoren in de Wis- en Natuurkundige Faculteit, wier onderwijs ik mocht genieten.

Inzonderheid dank ik U, geachte Promotor, Hooggeleerde E. MULDER, voor de bereidwilligheid waarmede gij mij bij de bewerking van dit proefschrift hebt ter zijde gestaan.

INLEIDING.

Bij scheikundig onderwijs bestaat behoefte om door eenvoudige weeg- en meetproeven de hoofdgedachten der scheikunde, op duidelijke wijze aanschouwelijk te maken.

Het wegen vereischt veel tijd, en zoo heeft men vooral de toevlucht genomen tot meetproeven. De regel is evenwel, dat men van deze slechts bij uitzondering gebruik maakt, omdat de methoden veelal omslachtig zijn. Met het oog op de wet van GAY-LUSSAC — welke wet de basis vormt der scheikunde — zijn meetproeven van het grootste belang. Tot nog toe is bij de uitvoering daarvan, enkele uitzonderingen daargelaten, gebruik gemaakt van electriciteit en werd eenig gas ontleed, bijv: onder den invloed van een metaal, dan was veelal de methode minder gemakkelijk uitvoerbaar.

Bij de volgende proeven wordt geen gebruik gemaakt van electriciteit, maar van warmte. Door een toestel, Thermo-analysator [1]) genaamd, zijn de

[1]) Scheik. aant. II. 217.

meest uiteenloopende meetproeven genomen. Deze zullen in het kort beschreven worden, met vermelding tevens hoe ze door verschillende Scheikundigen volgens andere methoden werden verricht, voor zooverre zij namelijk niet oorspronkelijk zijn.

In de eerste plaats evenwel laten we een beschrijving volgen van den toestel.

Daaraan zijn de volgende deelen te onderscheiden (zie Fig. I).

I. Een ijzeren zwart geverniste kwikbak *A*, 28 centimeter lang, 5 ½ centimeter breed en 6 centimeter hoog.

Aan het eene uiteinde van den bak is een opening, aan de onderzijde waarvan een koperen ring *c* sluit, uitwendig van een schroefdraad voorzien.

In dezen ring bevindt zich een pakking *d*, van dik lampenkatoendraad, tusschen twee lederen schijfjes, waar een koperen ring *e* tegen aanligt. Deze laatste kan door een schroef *g*, min of meer aangeschroefd worden.

In deze opening nu, kan een metalen buis *b* op en neer geschoven worden. Door de koperen schroef *g* aan te draaien kan men de buis *b* doen sluiten.

II. Deze metalen buis (geheel van ijzer of gedeeltelijk van koper) aan de bovenzijde gesloten en van onderen open, is 45 centimeter lang en ongeveer 1 centimeter wijd, terwijl de rand een dikte heeft van ongeveer 1 m. m. Aan het ondereinde zijn twee kleine openingen, waarin een ijzeren staafje *i* steekt, dat als hefboom kan dienen, om de buis gemakke-

lijker op en neer te schuiven. Dit stiftje kan des noods gemist worden.

III. De kwikbak staat op een houten voetstuk, dat in een ijzeren bak is geplaatst, ten einde zooveel mogelijk verlies van kwik te voorkomen.

Aan het eene uiteinde van den kwikbak is een naar boven gericht ijzeren staafje *r* bevestigd, aan de bovenzijde van een ring voorzien, waarin een buis met het te analyseren gas kan geplaatst worden. Aan het andere uiteinde kan door middel van een schroefje een ijzeren staaf *l* bevestigd worden, waaraan een indicator *o* op en neer beweegbaar is, om de hoogte van het kwik aan te duiden, en een staafje *p* aan het uiteinde van een plat metalen plaatje met een punt voorzien, waarvan het gebruik nader zal aangetoond worden.

Een verdeelde glazen buis *B* nu, wordt vóór het doen der proef gedeeltelijk met het een of ander gas gevuld. De metalen buis wordt dan neergeschoven tot onder het kwik, en de glazen buis er boven geplaatst, waar na men, tot het verrichten der proef, de metalen buis weêr tot boven het kwik opschuift.

IV. Een brander *m*, voor een zuurstof-lichtgasvlam, dient om de metalen buis te doen gloeien. Deze brander is samengesteld uit twee koperen buizen die in elkander schuiven, en ongeveer de lengte hebben van de metalen buis. De buitenste buis wordt door een guttapercha geleiding *n* met de lichtgasleiding verbonden, terwijl men de bin-

nenste in verbinding stelt met een gashouder *k*, die zuurstof bevat.

De kranen voor lichtgas en zuurstof zijn van kleine hefboomen voorzien, om den toevoer van gas beter te kunnen regelen.

De zuurstof, benoodigd tot het uitvoeren der proeven, werd uit chloorzure potasch en bruinsteen gestookt in een kegelvormige ijzeren bus, van boven gesloten door een koperen stuk dat er op en af geschroefd kan worden en voorzien van een koperen buis, die, aan een gebogen glazen buis verbonden, het zuurstofgas in den gashouder voert.

De gashouder, die mij welwillend door het Physisch kabinet alhier werd afgestaan, heeft een inhoud van ongeveer 60 liter.

Bij de bereiding der zuurstof werden telkens 70 gram chloorzure potasch en 50—60 gram bruinsteen genomen; de bruinsteen, eerst in een kroesje gegloeid, werd daarna met de fijn gemaakte chloorzure potasch goed gemengd in de bus gedaan. De bus wordt een weinig heen en wêer bewogen om het mengsel over den bodem te verspreiden, daarna boven een gaslamp geplaatst, en aanvankelijk zacht verwarmd. Wanneer de ontleding is aangevangen, gaat zij zeer snel voort, zoodat er binnen eenige minuten 20 liter zuurstof zijn gemaakt. Men verkrijgt dus, wanneer men tweemaal de genoemde hoeveelheid verhit heeft, in een betrekkelijk korten tijd 40 liter zuurstof, voldoende voor het nemen van vele proeven.

Dezelfde bruinsteen kan, na eenige malen met water uitgespoeld en goed gedroogd te zijn, telkens op nieuw gebruikt worden.

Om mij te overtuigen, dat bij het op- en neerschuiven der metalen buis geen lucht in noch uit de glazen buis kan gevoerd worden, waardoor de proef natuurlijk geen waarde zou hebben, ging ik op de volgende wijze te werk.

Nadat de buis in den bak was gebracht en deze laatste van kwik was voorzien, werd een verdeelde reageerbuis gedeeltelijk met lucht gevuld boven de metalen buis geplaatst. De buis werd nu eenige malen op en neer geschoven tot boven het kwik, en telkens de stand van het kwik waargenomen. Toen dit zesmaal herhaald was, had niet de minste vermeerdering in maat plaats gehad.

Verder liet ik de metalen buis, driemaal eenige uren lang, onder het kwik staan en kon ook toen geen vermeerdering van maat waarnemen. Om zeker te zijn, dat ook bij het gloeien der buizen in het een of ander gas geen luchtbellen konden opstijgen, bracht ik de koperen buis, na eerst in een glazen buis met waterstof uitgegloeid te zijn, in een andere glazen buis met waterstof. Ik verhitte haar vervolgens tot gloeiens toe en liet toen afkoelen. De maat was na afkoeling dezelfde gebleven

Noch door het op- en neerschuiven, noch door het laten staan onder kwik, noch door het gloeien der metalen buizen kon dus een vermeerdering of vermindering waargenomen worden.

De metalen buizen, die gebruikt worden, zijn of geheel van ijzer, bijv. voor de ontleding van zoutzuurgas en zwavelwaterstof, of gedeeltelijk van ijzer, terwijl het bovenste deel van koper is, bijv. voor luchtanalyse. Deze laatste zullen wij kortheidshalve *koperen buis* noemen.

Voor de oxydatieproeven is boven de koperen buis een bakje van hetzelfde metaal of van platina gesoldeerd, dat met koperoxyde gevuld wordt. [1])

Alvorens over te gaan tot het mededeelen der proeven met den Thermo-analysator, deel ik hier een eenvoudige methode mede ter watervorming bij verbranding.

Op verschillende wijzen wordt de vorming van water bij verbranding aangetoond, hetzij door het gevormde water in een buis met chloorcalcium op te vangen, vooraf gewogen; hetzij door het verdichten van den waterdamp tegen een koud voorwerp.

De volgende methode is daartoe zeer geschikt.

---

[1]) De toestellen met toebehooren zijn te verkrijgen bij den Heer Harting-Bank te Utrecht.

Een metalen buis wordt in een klem vastgezet. De brander wordt aangestoken (hier wordt noodwendig geen lichtgas maar waterstof gebruikt); vervolgens wordt de zuurstofkraan gedeeltelijk geopend. De brander wordt nu in de buis gebracht en al spoedig zullen waterdruppels langs den wand van de metalen buis afdruipen, en kunnen opgevangen worden.

Proeven met den Thermo-analysator.

Oxydatie van koper of ijzer in zuurstof. Door HOFMANN [1]) werd een voorlezingsproef gedaan, om de oxydatie en reductie aan te toonen, daarin bestaande dat een koperen klokje door gloeiing in de lucht eerst werd geoxydeerd, om daarna gereduceerd te worden door een stroom waterstof, over het klokje gevoerd door een glazen trechter.

THOMSEN [2]) deed een dergelijke proef met een koperen cylindertje, dat beurtelings geoxydeerd en gereduceerd werd, door het eerst te gloeien en daarna achtereenvolgens in een flesch met zuurstof en in een met waterstof te brengen.

MULDER [3]) oxydeerde door middel van electriciteit een bundeltje ijzerdraad in zuurstof, waarbij tevens een vermindering in maat van de zuurstof werd aangetoond. Het ijzerdraad was tegenover

---

[1]) Deutsch. Chem. Gesell. III. 658.

[2]) Deutsch. Chem. Gesell. III. 930.

[3]) Scheik. aanteek. II. 204.

een omgebogen koperdraad geplaatst. Deze inrichting wordt in een reageerbuis gebracht, gedeeltelijk met gas gevuld, terwijl de uiteinden der koperdraden met de electroden eener batterij verbonden worden.

Met den thermo-analysator wordt de oxydatie van koper of ijzer en het verbruik van zuurstof daarbij, op de volgende wijze duidelijk gemaakt.

Een reageerbuis b. v. 25 Centim. lang en 2 Centim. wijd, wordt gedeeltelijk met zuurstof gevuld, door verhitting van chloorzure potasch en bruinsteen in een reageerbuis bereid. Vervolgens wordt zij boven de koperen buis geplaatst, op de hoogte van het kwik in de buis een caoutchoukring gezet en de koperen buis opgeschoven. De brander wordt aangestoken en in de buis gebracht, die men van boven een weinig laat gloeien. Het kwik daalt eerst, om daarna, wanneer de oxydatie aanvangt, langzaam te rijzen. De gaskranen worden weldra gesloten.

De koperen buis is zichtbaar met een laagje oxyde bedekt en bij bekoeling blijkt, dat de maat zuurstof verminderd is. Dat niet te lang noch te sterk gegloeid moet worden is duidelijk, daar men anders gevaar loopt, dat het kwik te snel rijst waarbij de reageerbuis zou kunnen springen. Dezelfde proef kan noodwendig gedaan worden met de ijzeren buis.

Reductie van de geoxydeerde koperen (ijzeren) buis door waterstof. De in de vorige proef geoxydeerde

koperen (of ijzeren) buis wordt nu naar beneden geschoven. Een gedeelte van het oxyde is er wel in dunne blaadjes afgevallen maar een ander deel blijft aan de oppervlakte der buis. Een reageerbuis gedeeltelijk met waterstof gevuld, wordt er nu boven geplaatst, een caoutchoukring bij het kwik gezet, de koperen buis opgeschoven en de aangestoken brander er in gebracht Men laat de buis nu langzaam gloeien, totdat het kwik, aanvankelijk dalende, niet meer rijst, waarna de gaskranen worden gesloten.

De koperen (of ijzeren) buis heeft haar metaal-oppervlakte herkregen en na afkoeling blijkt, dat de maat waterstof aanmerkelijk is verminderd, en zich kleine waterdruppels hebben gevormd boven tegen den wand van de reageerbuis.

Oxydatie van waterstof door koperoxyde. Gay-Lussac toonde aan, dat waterstof en zuurstof zich in een eenvoudige verhouding in maat, tot water verbinden. Hij bracht daartoe in een eudiometerbuis 2 maten waterstof en één maat zuurstof, waarin hij, naar de methode van Volta, de electrieke vonk liet overspringen.

Dezelfde proef werd door Hofmann [1]) gedaan in eene U-vormige buis, waarvan het eene been om-

---

[1]) Deutsch Chem. Gesell. II.

geven was door een cylinder, waardoor waterdamp werd gevoerd om het gevormde water in dampvorm te brengen.

Later [1]) gebruikte hij een lange rechte eudiometerbuis die in een vat met kwik op en neer kon bewogen worden en waarbij een drukking werd aangewend, lager dan die der atmospheer.

Om een dergelijke proef te doen met den Thermoanalysator werd de volgende weg ingeslagen. Een reageerbuis *A*, 25 duim lang en 2 duim wijd, wordt omgeven door een glazen cylinder *c* (zie Fig. II), die aan beide zijden door een kurk is gesloten. Door de bovenste kurk gaan twee glazen buizen, waarvan de eene *d* dient om stoom aan te voeren, die uit een glazen met water gevulden kolf ontwikkeld wordt, terwijl de tweede *e* een afvoerbuis is, die tot onder in den cylinder reikt en die aan het bovencinde is omgebogen en van een guttapercha buis voorzien, om het water dat binnen den cylinder gevormd wordt en den stoom af te voeren.

De reageerbuis wordt gedeeltelijk met waterstof gevuld die in een kolfje uit zuiver zink en verdund zwavelzuur wordt ontwikkeld. Zij wordt dan boven de koperen buis geplaatst waarvan de holte (zie pag. 6) met koperoxyde gevuld is en vastgezet door het staafje *p* (zie Fig. I) waarvan het uiteinde een ijzeren puntje draagt, dat in de bovenste kurk wordt gedrukt.

[1]) Deutsch Chem. Gesell. II. 244.

De glazen kolf die ondertusschen verwarmd is, wordt met de aanvoerbuis verbonden en waterdamp door den cylinder geleid, tot dat de maat waterstof niet meer toeneemt. De indicator wordt nu geplaatst bij de oppervlakte van het kwik in de buis en de verbinding met de kolf verbroken. De bovenste kurk van den cylinder wordt weggenomen, omdat een enkele druppel, die uit de aanvoerbuis mocht vallen, voldoende zou zijn om de glazen buis te doen springen, wanneer de metalen buis binnen haar gloeit. Thans wordt de koperen buis opgeschoven tot boven in de reageerbuis, en de brander, aangestoken tot een kleine vlam, in de koperen buis gebracht, die eerst zacht daarna sterker wordt verhit. Terwijl het koperoxyde langzamerhand een roode kleur aanneemt, wordt de waterstof geoxydeerd en het kwik, dat aanvankelijk daalde, begint te stijgen. De gaskranen worden dan gesloten en men laat afkoelen.

Nadat de glazen kolf weêr met de cylinder verbonden is wordt op nieuw stoom doorgevoerd; na eenige oogenblikken is het kwik weer tot den indicator gedaald. Hieruit volgt dan, dat één maat waterstof één maat waterdamp geeft. Al de waterstof behoeft noodwendig niet geoxydeerd te worden; bij gedeeltelijke oxydatie wordt natuurlijk hetzelfde resultaat verkregen.

Dezelfde proef werd ook gedaan door chroomzuur lood, dat evenwel als meer samengesteld lichaam minder geschikt is voor elementair onderwijs.

In een lange glazen buis kan de proef met meer nauwkeurigheid genomen worden; hierop komen wij later terug.

Terwijl men sints VOLTA [1]), dus sedert 1778, altijd denzelfden weg volgde bij het verrichten dezer proef, kan zij dus met den thermo-analysator door middel van warmte op eenvoudige wijze worden uitgevoerd. Bij deze laatste methode ontgaat men de ontploffing, die bij het aanwenden van electriciteit altijd plaats heeft en soms aanleiding geeft tot het springen der eudiometerbuis.

Daarenboven zijn de manipulaties bij den thermo-analysator eenvoudiger; volgens VOLTA's methode zijn ze van dien aard, dat de proef bij elementair onderwijs slechts bij uitzondering wordt genomen.

Ontleding van water door ijzer. Deze proef werd tot nu toe nog niet als meetproef gedaan. Om waterdamp door middel van gloeiend ijzer te ontleden en aan te toonen, dat de gevormde waterstof een even groote maat inneemt als de waterdamp waarvan werd uitgegaan, gebruikt men als in de vorige proef, een reageerbuis door een glazen cylinder omgeven. De reageerbuis van vroeger gemelde afmeting, wordt geheel met kwik gevuld in den kwikbak geplaatst; daarna een klein haarbuisje, in

---

[1]) KOPP. Geschichte d. Chem. III. 265.

een fijne punt uitgetrokken en met een weinig water gevuld er onder gebracht. Mocht het niet dadelijk opstijgen in de glazen buis, dan kan hierin met behulp van een platinadraad en door eenig schudden voorzien worden.

De reageerbuis wordt nu boven de ijzeren buis geplaatst, de glazen cylinder met de kolf verbonden en waterdamp doorgevoerd. Het water in het haarbuisje gaat spoedig in damp over en het kwik daalt, totdat de maat waterdamp ten laatste niet meer toeneemt. De indicator wordt nu geplaatst bij het kwikniveau in de reageerbuis en daarna de verbinding met de kolf verbroken.

Nadat de bovenste kurk is weggenomen, wordt de ijzeren buis opgeschoven tot boven in de reageerbuis en tot roodgloeiens verhit. Na korten tijd (ongeveer 4 tot 5 minuten) worden de gaskranen gesloten en laat men afkoelen.

De ijzeren buis, die vóór de proef in waterstof was uitgegloeid en metaalkleur had, heeft door het ijzeroxyde een donkere oppervlakte gekregen.

De kolf wordt nu weder met den cylinder verbonden en stoom doorgevoerd; weldra is het kwik weêr tot den indicator gedaald.

Hieruit blijkt dus, dat één maat waterdamp, door gloeiend ijzer gereduceerd, één maat waterstof geeft. Bij deze proef werden ongeveer 4 liter zuurstof verbruikt.

Ten slotte kan op de bekende wijze worden aangetoond, dat het gevormde gas waterstof is.

Luchtanalyse door koper. De samenstelling der dampkringslucht is door velen en op velerlei wijze nagegaan. Verschillende lichamen werden aangewend ter bepaling der zuurstof.

PRIESTLEY gebruikte daartoe stikstofoxyde, SCHEELE wendde zwavelkalium aan, terwijf SAUSSURE door middel van fijn verdeeld lood en BERTHOLLET door phosphorus hetzelfde doel bereikten en zoo werden nog andere lichamen ter zuurstofbepaling aanbevolen, als pyrogalluszuur enz. .

VOLTA was de eerste die met zijn eudiometer het zuurstofgehalte der lucht door middel van waterstof bepaalde. Het eerste nauwkeurig onderzoek werd verricht door GAY-LUSSAC en HUMBOLDT [1]), die door VOLTA's eudiometer, gemiddeld 21 maat-proc. zuurstof in de dampkringslucht vonden. BUNSEN [2]) heeft later, terwijl hij vele voorzorgsmaatregelen in acht nam, naar hetzelfde grondbeginsel vele analysen verricht. Volgens hem bedraagt het zuurstofgehalte 20,93 maat-proc. .

Volgens REGNAULT [3]) en REISET, die hetzelfde grondbeginsel maar een gewijzigd apparaat gebruikten, zou het zuurstofgehalte der lucht 20,96 maat-proc bedragen. De toestel waarmede zij werkten, was uit twee deelen samengesteld die naar verkiezing vereenigd of gescheiden konden worden. Het eene

---

[1]) Ann. de Chem. III. 239 an XIII.

[2]) Gasometrische Methoden.

[3]) Ann. de Chem. et Phys. (3) XXVI. 329.

deel diende om de gassen te meten, in het andere deel werd de analyse uitgevoerd.

BRUNNER [1]) was de eerste die de zuurstof der lucht door gewicht bepaalde. Hij liet lucht gaan door een nauwkeurig gewogene buis, met fijn verdeeld ijzer gevuld, die tot gloeiens toe verhit werd. De toename in gewicht, gaf de hoeveelheid zuurstof aan, terwijl de stikstof werd gemeten. Later wendde hij phosphorus tot hetzelfde doel aan, doch keerde ten slotte weer tot het ijzer terug.

BRUNNER vond volgens zijne methode gemiddeld 23 Gew-proc., dat overeenkomt met 20,81 maat-proc. .

Een andere methode, waarbij niet alleen het gewicht van de zuurstof maar ook dat van de stikstof werd bepaald, was die van DUMAS en BOUSSINGAULT [2]). Zij lieten dampkringslucht gaan door een buis met koper gevuld, welke buis vooraf luchtledig gewogen werd. De buis was verbonden met een luchtledig gewogen glazen ballon, die de lucht door de buis zoog. Het koper werd gegloeid en de lucht die er overging, stond daaraan hare zuurstof af. De ballon aan het einde der proef gewogen, deed het gewicht der stikstof kennen, terwijl de vermeerdering in gewicht der buis het zuurstofgehalte aangaf.

DUMAS en BOUSSINGAULT vonden volgens hunne methode gemiddeld 23,01 gew.-proc zuurstof, overeenkomende met 20,81 maat-proc. .

---

[1]) Ann. Chem. et Phys. (3) III. 305.

[2]) Ann. Chem. et Phys. (3) III. 257.

Met den Thermo-analysator werd de luchtanalyse op de volgende wijze gedaan.

De dampkringslucht werd vooraf met waterdamp verzadigd. Een kleine woulfsche flesch werd daartoe, in de open lucht, geheel met kwik gevuld en daarna geledigd, zoodat zij nu met dampkringslucht gevuld was. De eene opening der flesch werd door een caoutchoukkurk (met glazen afleidingsbuisje) gesloten, terwijl in de andere opening een geslepen glazen stop sloot, van onderen eindigende in een buisje en aan de bovenzijde van een trechter voorzien. Door den trechter werd zooveel kwik gegoten, dat het uiteinde van het glazen buisje er even onder stond. Vervolgens werden eenige druppels water in de flesch gebracht en de afleidingsbuis door een caoutchoukkapje gesloten.

Nadat de flesch twee dagen gestaan had, werd een deel der met waterdamp verzadigde lucht in een in millim. verdeelde glazen buis (35 Centim. lang en 2 Centim. wijd) overgebracht. Deze buis, vooraf met kwik gevuld, werd in een bakje met kwikzilver boven de afleidingsbuis geplaatst en vervolgens bij kleine hoeveelheden kwik in de trechterbuis gegoten. De eerste luchtbellen liet ik ontsnappen. De verdeelde glazen buis werd nu in den Thermo-analysator overgebracht, boven de koperen buis geplaatst en deze laatste tot even onder het kwikniveau in de glazen buis opgeschoven. Daarna werd bij tusschenpoozen met den kathethometer afgelezen, tot dat de stand van het kwik

(barometerstand en temperatuur noodwendig in rekening gebracht) niet meer veranderde.

Ik deel hier een enkele luchtanalyse mede, om hierop later nog terug komen.

De aflezing komt overeen in de Tabel [1]) met . 67,07.

Hoogte van het kwikniveau in de buis, tot het niveau in den kwikbak	. . 275^{m}.
Temperatuur	10°C.
Barometerstand	754^{m}.
Spanning damp voor 10°C	9,1^{m}.
Correctie meniscus	0,6.
Maat bij 0°C. en 760^{m}. drukking . . .	31,27.

De koperen buis werd nu opgeschoven tot boven het kwik in de glazen buis en vervolgens verhit, eerst minder sterk, daarna tot gloeiens toe, waarbij ongeveer 5 liters zuurstof werden gebruikt. Na ongeveer 7 minuten werden de gaskranen gesloten en liet ik afkoelen. Vervolgens werd weêr bij tusschenpoozen met den kathethometer afgelezen, totdat geen vermindering in maat meer plaats had.

De aflezing komt overeen in de Tabel met . 42,31.

Afstand van het kwikniveau in de buis tot het niveau in den kwikbak.	. 283^{m}.
Temperatuur.	12,2.
Barometerstand	757^{m}.
Spanning damp voor 12,2C°	10,5^{m}.
Correctie meniscus.	0.6.
Maat bij 0°C en 760^{m}. drukking. . .	25,03.

---

[1]) BUNSEN. Gasom. methoden.

Er is dus gevonden:

$$31{,}27 - 25{,}03 = 6{,}24 \text{ zuurstof,}$$

dit is volgens de evenredigheid:

$$31{,}27 : 6{,}24 = 100 : x$$

$$x = 19{,}95\ \%\ \text{zuurstof.}$$

Hierbij moet in aanmerking worden genomen, dat de bepaling, als collegeproef, geschiedde in een betrekkelijk korte buis. Om meer nauwkeurige uitkomsten te erlangen zal een lange buis moeten gebruikt worden (zie later).

Ontleding van zoutzuurgas door ijzer. HOFMANN en BUFF [1]) ontleedden zoutzuurgas door middel van electriciteit, waardoor een ijzeren spiraal werd gloeiend gemaakt. Het gelukte evenwel niet, zelfs na zeer lang gegloeid te hebben, om de laatste sporen van gas te ontleden. Bij het aanwenden van den inductietoestel met platina-electroden, ontstond door den vonken stroom na langen tijd, slechts een kleine vermindering in maat.

Later [2]) gebruikte HOFMANN voor de analyse van dit gas een U-vormig gebogen buis, die aan de eene zijde open, aan de andere zijde toegesmolten was. Deze buis nu wordt, met kwik gevuld, daarna in het opene einde het gas aangevoerd dat in

[1]) Ann. Chem. u Pharm. CXIII. 149.

[2]) J. Chem. Society. 1865. bl. 165.

het geslotene been opstijgt. Hierin wordt vervolgens natriumamalgama gebracht, dat het gas ontleedt.

Het kwik in beide armen wordt voor en na de proef gelijk gemaakt.

MULDER [1]) ontleedde zoutzuurgas door electriciteit, (met denzelfden toestel vroeger vermeld) door een bundeltje dun ijzerdraad in zoutzuurgas tegenover een omgebogen koperdraad te plaatsen en dan den stroom te laten doorgaan.

De ontleding van zoutzuurgas geschiedde met den Thermo-analysator door middel van de ijzeren buis, die vooraf met schuurpapier gereinigd en daarna in waterstof werd uitgegloeid. Het gas werd op de gewone wijze uit keukenzout en zwavelzuur in een kolfje ontwikkeld. Een verdeelde buis werd gedeeltelijk met het gas gevuld, dat eerst door een bolletje chloorcalcium werd gedroogd. Daarna werd zij boven de metalen buis geplaatst, de stand van het kwik in de reageerbuis afgelezen, de metalen buis tot boven het kwik opgeschoven en vervolgens tot gloeiens toe verhit.

De ijzeren buis werd al spoedig aan haar bovenéinde met duidelijk zichtbare kristalletjes van ferrochloride bedekt, terwijl tevens een sterke beweging van ferrochloride-dampen in de buis werd waargenomen, die zich bij het bekoelen gedeeltelijk als kristalletjes op het kwik, voor een deel tegen de buis afzetten.

Bij de eerste proef was de maat zoutzuurgas na het gloeien nagenoeg tot op de helft verminderd.

---

[1]) Scheik. Aant. II. 216.

Na toevoeging van eenige waterdruppels met een pipet, had nog een kleine vermindering plaats, zoodat nog eenig zoutzuur onontleed was.

Bij een volgende proef werd het gloeien een weinig langer aangehouden. Bij bekoeling en na toevoeging van water bleek het, dat het gas geheel ontleed was en dat het overgeblevene juist de helft van de oorspronkelijke maat was geworden.

Het gloeien duurde 4 tot 5 minuten, waarbij ongeveer 5 liter zuurstof werden verbruikt.

Ontleding van stikstofmonoxyde door ijzer. PRIESTLEY heeft het eerst de veranderingen nagegaan die stikstofmonoxyde door electriciteit ondergaat.

GAY-LUSSAC ontleedde stikstofmonoxyde, door een zekere hoeveelheid van dit gas in een omgebogen glazen buis boven kwik op te vangen, dan een stukje kalium in het gas te brengen en dit door een spiritusvlam te verhitten. Hij vond dat één maat stikstofmonoxyde één maat stikstof gaf. Bij deze proef heeft evenwel een ontploffing plaats.

Later gingen GAY-LUSSAC en THENARD de inwerkingen na van gloeiende metalen op dit gas. Hierdoor ontstonden niet alleen stikstof, maar ook stikstofoxyden [1]).

---

[1]) Ann. Pharm. u Chem. CXIII. 137.

Hofmann en Buff ontleedden door een gloeiende ijzerspiraal 40 C. C. stikstofmonoxyde in 4 minuten. Er werd hierbij ijzeroxyde gevormd en de oorspronkelijke maat stikstof bleef terug.

Ook door den vonkenstroom van den inductietoestel werd het stikstofmonoxyde langzaam in stikstof en zuurstof ontleed, die bij voortzetting zich tot roode dampen vereenigden.

Mulder [1]) ontleedde stikstofmonoxyde, op dezelfde wijze als bij zuurstofgas vermeld is, door een bundeltje dun ijzerdraad en verkreeg goede uitkomsten.

Het stikstofmonoxyde, dat ik met den thermoanalysator ontleedde, werd bereid uit salpeterzuren ammoniak, die, na vooraf gesmolten en bekoeld te zijn, in een stuk van een verbrandingsbuis werd verhit. De ijzeren buis werd vooraf in waterstof uitgegloeid.

Ongeveer 25 C. C. van het gas werden in een reageerbuis boven kwik opgevangen en daarna gedurende eenige uren door een bolletje chloorcalcium gedroogd.

De reageerbuis werd vervolgens boven de ijzeren buis geplaatst, een indicator bij het kwik in de buis gezet, daarna de ijzeren buis tot boven het kwik opgeschoven. Nadat de buis ongeveer zes minuten had gegloeid, was na bekoeling de maat dezelfde gebleven, terwijl het ijzer met een laagje oxyde was bedekt.

---

[1]) Scheik. Aanteek. II. 215.

Ontleding van stikstofdioxyde door ijzer. GAY-LUSSAC en DAVY ontleedden stikstofdioxyde door gloeiende metalen die zich oxydeerden en een halve maat stikstof teruglieten.

HOFMANN en BUFF [1]) lieten een ijzeren spiraal in dit gas gloeien, waardoor zij in korten tijd goede uitkomsten verkregen. In de meeste gevallen bleef iets meer dan een halve maat over, omdat bij het bereiden van stikstofoxyde wat vrije stikstof wordt gevormd.

Door de inductievonk tusschen platina-electroden heeft de ontleding langzaam plaats.

HOFMANN liet de vonk onmiddelijk overspringen waardoor 49 C. C. na $1\frac{1}{2}$ uur, 25 C. C. gaven.

MULDER [2]) liet er een bundeltje ijzerdraad in gloeien waarbij een halve maat stikstof terug bleef.

Het stikstofoxyde, met den Thermo-analysator te ontleden, werd bereid uit koperdraaisel en salpeterzuur van 1,2 spec. gew. in een klein kolfje, dat in een waterbad werd afgekoeld. Ongeveer 15 C. C. werden boven kwik in een verdeelde buis opgevangen en eenige uren lang door een bolletje chloorcalcium gedroogd.

De glazen buis werd daarna boven de ijzeren buis geplaatst en deze laatste ongeveer 6 minuten gegloeid. Na bekoeling was nagenoeg een halve maat stikstof teruggebleven. De ijzeren buis,

---

[1]) Ann. Chem. u Pharm. CXIII. 138..

[2]) Scheik. Aanteek. II. 214.

vooraf in waterstof uitgegloeid, was aan het einde der proef met een laagje oxyde bedekt.

Verbranding van kool in zuurstof. Om aan te toonen dat zuurstof, in koolzuur overgaande, dezelfde maat blijft innemen, bracht men vroeger een stukje kool, aan een platinadraad bevestigd, in een kolf, gedeeltelijk met zuurstof gevuld, en door kwik afgesloten. De kool werd door middel van een brandglas aangestoken.

HOFMANN [1]) deed deze proef door boven op een U-vormige eudiometerbuis een glazen ballon te bevestigen, voorzien van een opening waarin een glazen stop naauwkeurig sluit. In dezen stop zijn twee koperdraden bevestigd, waarvan de een in een koperen bakje eindigt terwijl de andere aan haar uiteinde een fijne platinadraad draagt, die aan het bakje bevestigd is. In het bakje wordt een stukje kool gelegd; de bovenste uiteinden der koperdraden worden dan met de pooldraden eener galvanische batterij verbonden en het stukje kool ontbrandt.

MULDER [2]) gebruikte tot hetzelfde doel een glazen buis van onderen omgebogen. In het langste been is een koperdraad aangebracht die door een schaaltje van klei gaat; boven het schaaltje is de koperdraad

---

[1]) Deutsch. Chem. Gesell. II. 251.

[2]) Scheik. Aant. II. 210.

tot een oog omgebogen Een tweede koperdraad, eveneens omgebogen, gaande door een tweede opening van het schaaltje, is beweegbaar langs de glazen buis. Op het schaaltje wordt de kool met een platinadraad bevestigd. Deze inrichting nu, wordt in een gedeeltelijk met zuurstof gevulde reageerbuis gebracht, die in een kwikbak staat, waarbij zich de glazen buis met kwik vult. Wanneer dan de eene electrode b. v. eener Grove'sche cel in het kwik der glazen buis, de andere in dat van den kwikbak wordt gebracht, zal de stroom doorgaan en het gloeiende platinadraad de kool aansteken.

Ook op eene andere wijze voerde MULDER [1]) dezelfde proef uit.

De verbranding van kool in zuurstof geschiedt door middel van den Thermo-analysator op de volgende wijze.

Boven om de ijzeren buis wordt een ijzeren cylindertje geschoven waarop twee stiftjes zijn bevestigd ieder van een kleine opening voorzien. In den bodem van het dopje is een groote opening; hierin werd een stukje uitgegloeide houtskool geplaatst, dat door middel van een platinadraadje (door de stiftjes gaande) bevestigd is. Het stukje kool rust dus op het uiteinde van de ijzeren buis. Deze laatste werd nu in een gedeeltelijk met zuurstof gevulde reageerbuis opgeschoven en daarna aan het gloeien gebracht. Na ongeveer twee minuten, toen de buis

---

[1]) Scheik. Aanteek. II. 211.

slechts even gloeide, begon de kool reeds te verbranden met een helder licht. Na bekoeling was de maat koolzuur even groot als de maat zuurstof waarvan werd uitgegaan. De hoeveelheid zuurstof onder deze omstandigheden door het ijzer opgenomen, is niet merkbaar. Voor een collegieproef zou evenwel een platinabuis geschikter zijn.

De vorming van koolzuur kan door een potaschkogel worden aangetoond.

Oxydatie van koolxyde door koperoxyde. Gay-Lassac bracht twee maten kooloxyde en één maat zuurstof in een eudiometerbuis en liet de electrieke vonk doorgaan, waarbij twee maten koolzuur gevormd werden.

Het kooloxyde, door den Thermo-analysator te oxydeeren, bereidde ik op de gewone wijze door zwavelzuur en zuringzuur in een kolfje, waaraan een U-vorming buisje verbonden was, met stukjes glas en potaschloog gevuld, om het koolzuur dat zich tevens ontwikkelt te binden.

Ongeveer 20 C. C. van het gas werden in een glazen buis opgevangen en deze boven de koperen buis gebracht, waarvan de holte met koperoxyde gevuld was. De koperen buis werd langzaam verhit tot roodgloeiens toe, waarbij het gereduceerd

wordende koperoxyde langzamerhand een roode kleur aanneemt.

Na bekoeling was de maat even groot gebleven. Door een potaschkogel, er in gebracht, had absorbtie plaats van het koolzuur; slechts een zeer kleine hoeveelheid kooloxyde bleef nog terug. Dit doe evenwel tot de proef niets af, daar één maat kool oxyde bij oxydatie één maat koolzuur geeft.

Verbranding van zwavel in zuurstof. Om zwavel in zuurstof te verbranden en daarbij aan te toonen, dat het zwaveligzuur, daaruit ontstaan, een even groote maat inneemt als de aangewende zuurstof, volgde men in vroegere jaren dezelfde wijze als bij de verbranding van kool in zuurstof gemeld.

HOFMANN [1]) gebruikte daartoe zijn U-vormige eudiometerbuis met glazen bol en plaatste in het koperen lepeltje een stukje zwavel.

MULDER [2]) bezigde denzelfden toestel bij de verbranding van koolstof aangegeven.

Met den Thermo-analysator werd deze proef op dezelfde wijze als met koolstof gedaan. Alleen werd in plaats van het vroeger gemelde ijzeren cylindertje een ander gebezigd, waarop het bovenste gedeelte

---

[1]) Deutsch Chem. Gessell. II. 251.

[2]) Scheik. Aanteek. II. 207.

een bakje met gleuf, ter afvloeiing van het kwik, uitmaakt. De bodem van het bakje rust dus op de ijzeren buis. In dit bakje werd een stukje zwavel geplaatst, dat door middel van een platinadraadje werd bevestigd. Eer nog de ijzeren buis merkbaar gloeide (na 2 minuten ongeveer) ontvlamde reeds de zwavel. Na afkoeling was de maat zuurstof niet veranderd, dus één maat zuurstof in één maat zwaveligzuur overgegaan. Eenige druppels water met een pipet er in gebracht namen het zwaveligzuur spoedig op.

Ontleding van zwavelwaterstof door ijzer. Vroeger werd de ontleding van zwavelwaterstof en het terug blijven van een even groote maat waterstof aangetoond, door een stukje tin te brengen in het gas dat in een omgebogen glazen buis was opgevangen, en dan door een spiritusvlam te verhitten.

Davy deed zwavelwaterstof door electrisch gloeiende draden ontleden.

Later lieten Hofmann en Buff [1]) een ijzerspiraal in het gas gloeien, waardoor 30-40 C. C. in $^1/_4$ uur niet geheel ontleed werden; het ijzer ging gedeeltelijk over in zwavelijzer en een nagenoeg even groote maat waterstof bleef terug. Sneller had de ontleding plaats toen zij de inductievonk (zie pag. 23) lieten doorgaan.

---

[1]) Ann Chem. Pharm. CXIII. 146.

MULDER [1]) ontleedde dit gas door electriciteit, waardoor een bundeltje dun ijzerdraad werd gegloeid, op dezelfde wijze als vroeger gemeld. Het ijzer ging hierbij voor een deel over in zwavelijzer en een even groote maat waterstof bleef terug.

Met den Thermo-analysator had de ontleding van zwavelwaterstof nagenoeg volkomen plaats. Om mij te overtuigen dat het gas (uit zwavelijzer en verdund zwavelzuur bereid) ten naaste bij zuiver was, vulde ik er vooraf een klein buisje mede. Het gas werd zoo goed als geheel door een potaschkogel geabsorbeerd. Ongeveer 14 C. C. werden toen in een reageerbuis opgevangen en deze laatste, nadat het gas door chloorcalcium gedroogd was, boven de ijzeren buis geplaatst. De buis tot gloeiens toe verhit kreeg langzamerhand een grijze kleur. Na afkoeling bleek, dat het gas nagenoeg geheel ontleed was. Een potaschkogel bracht geen noemenswaardige vermindering te weeg; het overgebleven gas verbrandde met kleurlooze vlam. De proef toonde aan dat één maat zwavelwaterstof na ontleding één maat waterstof geeft.

Ontleding van phosphorwaterstof door koper. GAY-LUSSAC en THENARD, zoo ook DUMAS, verkregen door het in aanraking brengen van phosphorwaterstof

[1]) Scheik. Aanteek. II. 210.

met gloeiende metalen uit één maat gas $1\frac{1}{2}$ maat waterstof.

Volgens BUFF [1]) wordt het zoowel door een gloeiende ijzer- en platinaspiraal als door de inductievonk gemakkelijk ontleed. Het phosphorwaterstof werd evenwel niet zuiver door hen gemaakt; het bevatte een aanzienlijke hoeveelheid waterstof welke vooruit door hen bepaald werd. 30 à 40 C. C. werden in 5 minuten door een gloeiende platinaspiraal ontleed, waarbij de phosphorus zich met het platina verbond tot een brooze smeltbare massa. Door de inductievonk had de ontleding gemakkelijk plaats, doch hierbij smolten de platinadraden waartusschen de vonk overging, zoodat de proef niet kon geeindigd worden.

Om dit te voorkomen liet HOFMANN later de vonk tusschen koolspitsen overspringen, eerst in een U-vormige glazen buis, later [2]) in een eudiometerbuis waarin halverwege twee tegenover elkander staande horizontale buisjes waren ingesmolten, in welke buisjes de koolspitsen bevestigd waren. Het phosphorwaterstof voor deze laatste proeven gebruikt werd uit joodphosphonium, PH^4J gemaakt.

Op dezelfde wijze bereidde ik het phosphorwaterstof dat door middel van den thermoanalysator ontleed werd. Terwijl men langs andere wegen onzuiver gas verkrijgt dat 40 à 50 pr. c. phos-

---

[1]) Ann Chem. Pharm. CXIII. 148.

[2]) Deutsch Chem. Gesell. IV. 243.

phorwaterstof bevat, geeft het joodphosphonium een bijna zuiver gas.

Het joodphosphonium werd volgens de methode van BAEYER [1]) gemaakt. Vier gram phosphorus werden in een klein retortje in zwavelkoolstof opgelost, daarna langzaam bij kleine hoeveelheden 7 gram jodium toegevoegd. De zwavelkoolstof werd daarna afgedestilleerd, door het retortje in bijna kokend water te plaatsen. Om de laatste sporen te verwijderen, werd door het retortje een stroom droog koolzuur gevoerd. Vervolgens werd het door een caoutchoukkurk aan een 2 centim. wijde glazen buis verbonden, aan het andere einde van een afleidingsbuis voorzien, die in een gedeeltelijk met water gevulde kolf hing, tot boven de oppervlakte van het water. Deze laatste buis dient om het joodwaterstof dat bij de ontleding gevormd wordt, af te voeren. In het retortje werd nu 2 gram water door een trechterbuisje gedruppeld, waarbij reeds gedeeltelijk ontleding plaats heeft. Het werd daarna in een oliebad geplaatst dat langzaam tot 180° C. verhit werd, waarbij zich het joodphosphonium in de wijde buis als duidelijk zichtbare witte, rhombische kristalletjes afzette. De hals van het retortje moet telkens een weinig verwarmd worden om het vluchtige joodphosphonium dat zich daarin afzet in de glazen buis te doen overgaan. Het retortje werd nu uit het oliebad genomen, gereinigd en daarna verhit tot het even gloeit.

---

[1]) Ann. Chem. Pharm. 155. 269.

Al het joodphosphonium heeft zich dan als een korst in de buis en den hals der retort afgezet en kan er vrij gemakkelijk uit verwijderd worden. Zoo werd ongeveer 4 gram verkregen. Daar het aan de lucht wordt ontleed, is het noodig om het in een goed gesloten fleschje te bewaren.

Om phosphorwaterstof uit joodphosphonium te bereiden, werden ongeveer 2 gram vermengd met stukjes glas in een kort wijd reageerbuisje gedaan, gesloten door een caoutchoukkurk waardoor een trechterbuis met kraan gaat en een afleidingsbuis voor het gas. In de trechterbuis werd sterke kaliloog gedaan (één deel kali, 3 deelen water) en de kraan langzaam geopend. Bij de eerste druppels die op het joodphosphonium vallen heeft een zeer hevige werking plaats, zoodat men vooral druppelsgewijze moet laten toevloeien. Wanneer men een oogenblik heeft laten werken tot de lucht uit het reageerbuisje verdreven is, ontwikkeld zich nog genoeg gas voor twee proeven, wanneer n. l. voor elke proef ongeveer 14 C. C. gebruikt wordt. Zulk eene hoeveelheid bracht ik in een verdeelde glazen buis, die daarna boven de koperen buis werd geplaatst. De indicator werd bij het kwikniveau in de buis gezet, de koperen buis opgeschoven en een kleine vlam er in gebracht. Er heeft spoedig ontleding plaats; witte wolkjes bewegen zich in de glazen buis en de koperen buis wordt zilverachtig grijs gekleurd wegens vorming van phosphorkoper.

Na ongeveer 6 minuten verhit te hebben, waarbij

de metalen buis niet merkbaar gloeiend werd en waartoe 4 liters zuurstof werden gebruikt, liet ik bekoelen. Na afkoeling bleek, dat één maat phosphorwaterstof na ontleding $1\frac{1}{2}$ maat waterstof geeft.

Oxydatie van cyaan door koperoxyde [1]). Het was GAY-LUSSAC die in zijn studie over cyaan, tevens de verhouding mededeelde waarin cyaan zich met zuurstof vereenigt en de maten koolzuur en stikstof hierbij ontstaan. GAY-LUSSAC toonde aan, dat één maat cyaan bij oxydatie in twee maten koolzuur en één maat stikstof overgaat. Hij bracht hiertoe cyaan en zuurstof in een eudiometerbuis en liet de electrieke vonk er in overspringen.

Deze proef werd ook met den Thermo-analysator gedaan. Het cyaan werd bereid uit cyaankwik, in een klein stuk verbrandingsbuis verhit. Vooraf werden eenige bellen van het gas in een proefbuisje boven kwik opgevangen; toen een potaschkogel al het cyaan absorbeerde ging ik over tot het vullen der verdeelde buis.

Ongeveer 6 C. C. werden boven de koperen buis

---

[1]) Bij de oxydatieproeven heeft het neerschuiven van de koperen buis met bakje, dat met koperoxyde gevuld is, onder kwik, geen bezwaar. Men kan de buis eenige malen op- en neerschuiven, beurtelings boven en onder het kwik, zonder koperoxyde van eenig belang te verliezen. Het koperoxyde moet echter vooraf een weinig aangedrukt worden.

met koperoxyde gebracht; deze buis werd vervolgens opgeschoven en zacht verhit tot gloeiens toe.

Na afkoeling was de maat waarvan ik uitging in drie maten overgegaan.

Twee maten koolzuur werden door een potaschkogel opgenomen, één maat stikstof bleef terug (zie later).

Oxydatie van ammoniak door koperoxyde. HOFMANN [1]) deed een proef om de betrekkelijke hoeveelheid stikstof en waterstof in maat aan te toonen die zich tot ammoniak verbinden. Hij brengt daartoe in een met water gevulde buis, die omgekeerd in een waterbak was geplaatst, drie maten chloorgas. Een glazen bol die aan de onderzijde in een buis met kraan eindigt en aan de bovenzijde een hals draagt die gesloten kan worden, wordt met sterken ammoniak gevuld. Zij wordt dan aan de met chloor gevulde buis verbonden en de kraan langzaam geopend, zoo dat de ammoniak druppel voor druppel in de glazen buis vloeit. Bij elken druppel ontstaat onder vrijworden van licht een weinig zoutzuur en stikstof. Als de overmaat van ammoniak door verdund zwavelzuur is weggenomen, wordt de stikstof gemeten. De drie maten chloorgas zijn met

---

[1]) Inleiding tot de nieuwere Scheik.

de waterstof van den ammoniak verbonden en één maat stikstof blijft terug.

Met den Thermo-analysator oxydeerde ik ongeveer 15 C. C. ammoniak door koperoxyde. Het gas, bereid uit een mengsel van chloorammonium en kalk (verhit in een stuk verbrandingsbuis) werd in een reageerbuis boven kwik opgevangen en deze boven de koperen buis geplaatst, waarvan de holte met koperoxyde gevuld was.

De verdeelde buis was door den glazen cylinder omgeven; hierdoor werd stoom gevoerd, op dezelfde wijze als vroeger gemeld, en toen het ammoniakgas in maat niet meer toenam, werd de indicator geplaatst. De verbinding met de kolf werd nu verbroken door de bovenste kurk van den cylinder te verwijderen en de koperen buis opgeschoven, tot boven in de verdeelde buis. Vervolgens werd zacht gegloeid, waarbij het kwik aanvankelijk langzaam, daarna sneller daalde. Na 5 à 6 minuten tot gloeiens toe verhit te hebben, liet ik gedeeltelijk afkoelen. De kurk werd weêr op den cylinder gezet, op nieuw stoom doorgevoerd en toen na eenige oogenblikken geen vermeerdering meer plaats had, was de maat ammoniak in twee maten veranderd, zijnde $1\frac{1}{2}$ maat waterdamp en $\frac{1}{2}$ maat stikstof. Om dit aan te toonen werd een chloorcalciumkogel in het gas gebracht, waardoor ongeveer $1\frac{1}{2}$ maat waterdamp werden opgenomen terwijl een halve maat stikstof terug bleef.

Oxydatie van Methylalkohol door koperoxyde. Tot nog toe werd van methylalkohol en overeenkomstige lichamen geen maatanalyse gedaan. De eerste proeven toch van elementair-analyse door LAVOISIER gegeven en later die van GAY-LUSSAC en THENARD [1]) kunnen niet als zoodanig aangemerkt worden.

Om met den Thermo-analysator aan te toonen, dat één maat methylalkoholdamp na oxydatie één maat koolzuur en twee maten waterdamp geeft, werd op de volgende wijze te werk gegaan.

Een buisje 15 m. m. lang en ongeveer 3 breed, aan de eene zijde toegesmolten, aan de andere zijde fijn uitgetrokken, werd gedeeltelijk met absoluten methylalkohol gevuld en vervolgens gebracht in een 36 Centim. lange en verdeelde glazen buis. Deze laatste was met kwik gevuld en door een glazen cylinder omgeven (op dezelfde wijze als vroeger vermeld). De glazen buis werd nu boven de koperen van koperoxyde voorziene buis geplaatst en dan stoom door den cylinder gevoerd. De alkohol ging spoedig in damp over en nadat de maat constant was geworden, werd op de buis afgelezen. De bovenste kurk werd vervolgens weggenomen, en na gedeeltelijke afkoeling de koperen buis opgeschoven tot in den alkoholdamp en zacht verhit.

Het kwik daalt aanvankelijk langzaam, maar wanneer de oxydatie begint, sneller. Na 5 minuten on-

---

[1]) Recherches physico-chimiques; Paris 1811, t. II. p. 265.

geveer werden de gaskranen gesloten en na afkoeling werd de buis gedeeltelijk neergeschoven. De kurk nu weêr op den cylinder geplaatst zijnde, werd op nieuw stoom doorgevoerd tot dat de maat gas en damp niet meer toenam.

De maat alkoholdamp was nu in drie maten overgegaan. Terwijl nog altijd stoom werd doorgevoerd, bracht men een chloorcalciumkogel boven het kwik in de buis; spoedig werden 2 maten waterdamp geabsorbeerd. Toen geen vermindering meer plaats had, werd de chloorcalciumkogel door een potaschkogel vervangen die de derde maat nagenoeg geheel opnam. Hieruit blijkt dus, dat twee maten methylalkohol na oxydatie 2 maten koolzuur en 4 maten waterdamp geven, in formule aldus voorgesteld:

$$\underset{2\text{ m.}}{CH^4O} + \underset{3\text{ m}}{3O} = \underset{2\text{ m.}}{CO^2} + \underset{4\text{ m.}}{2H^2O}.$$

Oxydatie van Aethylalkohol door koperoxyde. Dezelfde wijze in de vorige proef vermeld om methylalkohol te oxydeeren, werd op aethylalkohol toegepast.

Daar één maat aethylalkohol na oxydatie 5 maten geeft, werd van een geringere hoeveelheid stof uitgegaan. Het buisje, gedeeltelijk gevuld, werd in de glazen buis gebracht, vervolgens stoom door den cylinder gevoerd totdat de alkohol in damp overging en de maat niet meer toenam. De

koperen buis werd nu opgeschoven en zacht verhit. Na bekoeling werd op nieuw waterdamp door den cylinder gevoerd en het bleek nu, dat de maat nagenoeg 5 maal grooter was geworden.

Een chloorcalciumkogel in het gas gebracht, absorbeerde 3 maten waterdamp, terwijl een potaschkogel de twee andere maten opnam. Dit kan dus in formule voorgesteld worden door:

$$C^2H^6O + 6O = 2\ CO^2 + 3\ H^2O$$
$$2\ m. \quad 6\ m. \quad 4\ m. \quad 6\ m.$$

Luchtanalysen met den Thermo-analysator (Met de koperen buis. Lucht met waterdamp verzadigd).

	Vóór gloeiing.	Na gloeiing.
De aflezing komt overeen in de Tabel met	62,87	51,84
Hoogte van het kwikniveau in de buis tot het niveau in den kwikbak.	263^m.	271,5^m.
Temperatuur.	12.2°C.	13°C.
Barometerstand.	760^m.	759.5^m.
Correctie meniscus	0,6.	0,6.
Spanning waterdamp. . . .	10,5^m.	11,1^m.
Maat bij 0°C. en 760^m. . .	39,01.	31,40.

Er is dus gevonden:

39,01 — 31,40 = 7,61 zuurstof.

dit is volgens de evenredigheid:

39,01 : 7,61 = 100 : x

x = 19,5% zuurstof.

	Vóór gloeiing.	Na gloeiing.
De aflezing komt overeen in de Tabel met	51,84	42,31.
Hoogte van het kwikniveau in de buis tot het niveau in den kwikbak	275m.	283m.
Temperatuur.	10°C.	12,2°C.
Barometerstand	754m.	757m.
Correctie meniscus.	0.6m.	06m.
Spanning waterdamp	9,1m.	10,5m.
Maat bij 0°C en 760m . . .	31,27	25,03m.

Er is dus gevonden:

31,27 — 25,03 = 6,24 zuurstof.

dit is volgens de evenredigheid:

31,27 : 6,24 = 100 : x

x = 19,95 % zuurstof.

	Vóór gloeiing.	Na gloeiing.
De aflezing komt overeen in de Tabel met	51,87	51,44.
Afstand van het kwikniveau in de buis tot het niveau in den kwikbak	260m.	270m.
Temperatuur.	11,4°C	12,8°C.
Barometerstand	743m.	742m.
Correctie meniscus.	0,6m.	0,6m.
Spanning waterdamp. . . .	10m.	11m.
Maat bij 0°C en 760m. . . .	37,37	29,83.

Er is dus gevonden:

37,37 — 29,83 = 7,54 zuurstof.

dit is volgens de evenredigheid:

37,07 : 7,54 = 100 : x

x = 20,1% zuurstof.

Analysen van cyaan met den Thermo-analysator. (Door de koperen buis met koperoxyde. Het gas werd met waterdamp verzadigd).

	Vóór glociing	Na glociing.
De aflezing komt overeen in de Tabel met	17,24	45,32.
Afstand van het kwikniveau in de buis tot het niveau in den kwikbak.	299^{m}	272^{m}.
Temperatuur	10,5°C	11,6°C.
Barometerstand.	762^{m}	760^{m}
Correctie meniscus	0,6^{m}	0,6^{m}.
Spanning waterdamp	9,5^{m}	10,18^{m}.
Maat bij 0°C en 760^{m}	10,2	27,2.

Na absorbtie van koolzuur en na reductie tot 0°C en 760^{m} is de maat 8,6.

Er is dus gevonden:

27,2 — 8,6 = 18,6 koolzuur en 8,6 stikstof.

De verhouding tusschen koolzuur en stikstof is dus als 2,1 tot 1.

Bij de twee volgende proeven werd, alvorens de glazen buis boven de koperen buis te plaatsen, het koperoxyde in het bakje verwarmd, om de lucht

er uit te drijven; daarna werd het koperoxyde warm onder het kwik gebracht.

	Vóór gloeiing	Na gloeiing.
De aflezing komt overeen in de Tabel met	15,74	45,82.
Afstand van het kwikniveau in de buis tot het niveau in den kwikbak.	227^{m}	198^{m}.
Temperatuur	12,5°C	12,7°C.
Barometerstand.	763^{m}.	763^{m}.
Correctie meniscus	0,6	0,6.
Spanning waterdamp.	10,5	10,9.
Maat bij 0°C en 760^{m}	10,79.	31,8.

Na absorbtie van koolzuur en na reductie is de maat 10,66.

Er is dus gevonden:

31,8 — 10,66 = 21,14 koolzuur en 10,66 stikstof

De verhouding tusschen koolzuur en stikstof is dus als 1,97 tot 1.

	Vóór gloeiing	Na gloeiing.
De aflezing komt overeen in de Tabel met	11,03	33,78
Afstand van het kwikniveau in de buis tot het niv cau in den kwikbak.	227^{m}	201^{m}.
Temperatuur	13,8°C	13,3°C.

Barometerstand.	753^{m} . .	752^{m}.
Correctie meniscus . . .	0,6^{m} . . .	0,6^{m}.
Spanning waterdamp. . .	11.75^{m} . .	11,4^{m}.
Maat bij 0°C en 760^{m} . .	7.43 . . .	22,97.

Na absorbtie van koolzuur en na reductie is de maat 7,42.

Er is dus gevonden:

22,97 — 7,42 = 15,55 koolzuur en 7,42 stikstof.

De verhouding tusschen koolzuur en stikstof is dus als 2,09 tot 1.

BESLUIT.

Uit het medegedeelde blijkt:

I. Met den Thermo-analysator kunnen de mees uiteenloopende meetproeven genomen worden, welke allen bij scheikundig onderwijs bruikbaar zijn. Zij kunnen worden teruggebracht tot:

a. Oxydatieproeven, als van waterstof, zwavel, koolstof, kooloxyde, cyaan, ammoniak enz..

b. Reductieproeven, als van waterdamp, stikstofmonoxyde, stikstofdioxyde enz..

c. Ontleding van phosphorwaterstof, zwavelwaterstof enz..

d. Luchtanalyse.

e. Elementair-analyse, als van methylalkohol, aethylalkohol enz..

II. Terwijl voor gemelde proeven, voor zooverre ze door electriciteit uitvoerbaar zijn, verschillende toestellen worden aangewend, kunnen al deze proeven met denzelfden Thermo-analysator verricht worden, alleen soms met verwisseling van metalen buizen.

III. Bij de meeste proeven met den Termoanalysator kan het ontledingsproces gedurende de proef duidelijk worden nagegaan zoo b. v.:

a. Bij de ontleding van HCl door ijzer, de vorming van ferrochloride-kristallen.

b. Bij de oxydatieproeven, dus ook bij elementair-analyse, het langzamerhand rood worden van het gereduceerd wordende koperoxyde.

c. Bij reductieproeven en bij luchtanalyse het zwart worden van de koperen of ijzeren buis.

d. Bij ontleding van PH^3 en SH^2 het grijs of zilverachtig grijs worden der metalen buizen.

IV. Terwijl men bij proeven door middel van electriciteit, gewoonlijk een galvanische batterij en inductietoestel gebruikt en glazen buizen, waarin platinadraden zijn gesmolten — dat echter eenvoudiger kan worden ingericht voor enkele gevallen (zie bl. 24) — worden bij den Thermo-analysator slechts gewone glazen buizen en een gashouder met zuurstof gebruikt. [1])

V. Elementair-analyse van vluchtige stoffen kan met den Thermo-analysator in korten tijd en op eenvoudige wijze gedaan worden.

VI. Sommige proeven, zooals reductie van waterdamp, elementair-analyse en anderen die tot nog toe niet als meetproeven werden gedaan, kunnen met den Thermo-analysator worden uitgevoerd.

VII. De methode van Volta, sints de vorige eeuw aangewend tot het doen van maatanaly-

---

[1]) In korten tijd kan een groote hoeveelheid zuurstof gemaakt worden. Het vooruitzicht bestaat, dat hier te lande even als elders, zuurstoffabrieken worden opgericht, zoodat dan de gashouder kan gemist worden.

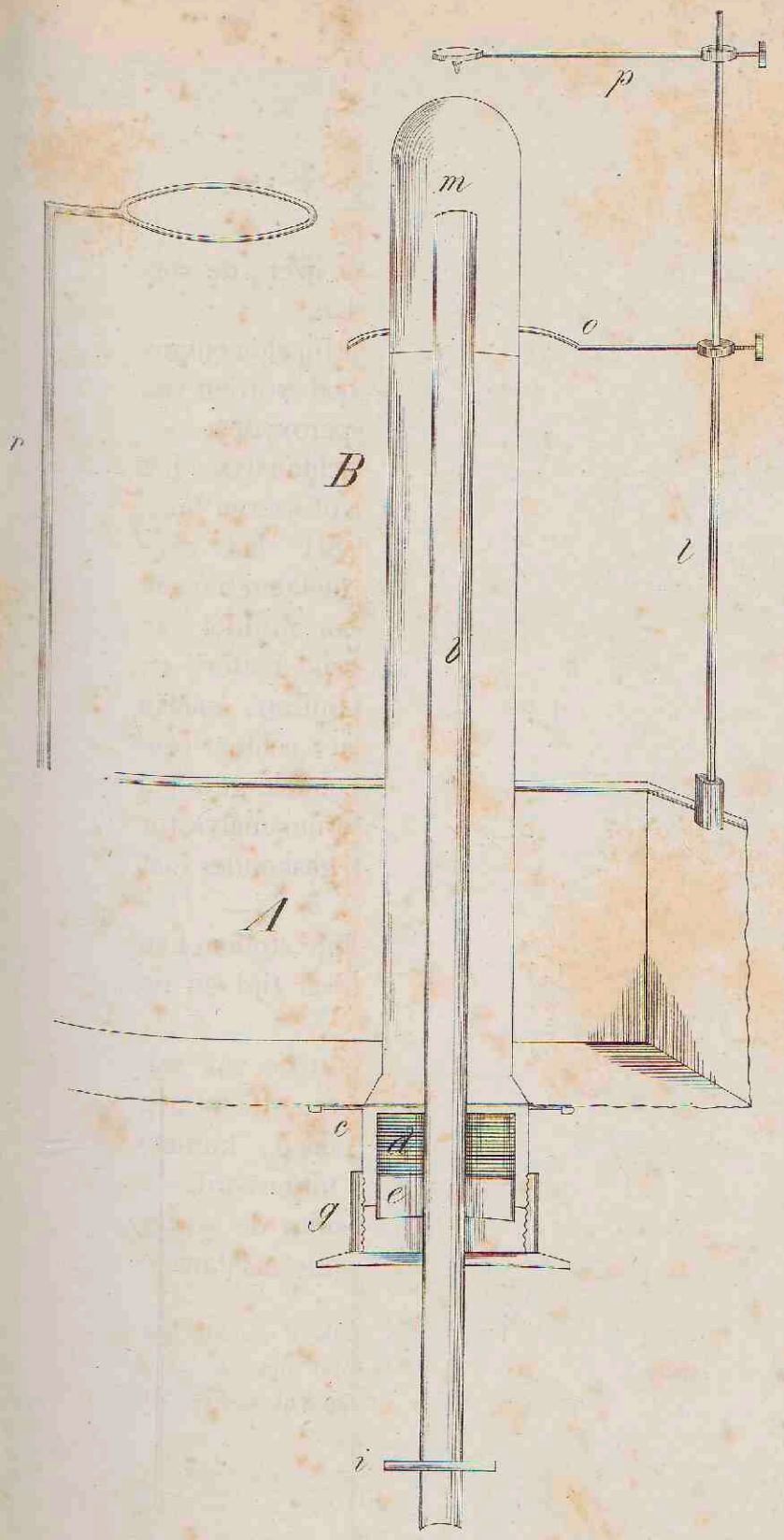
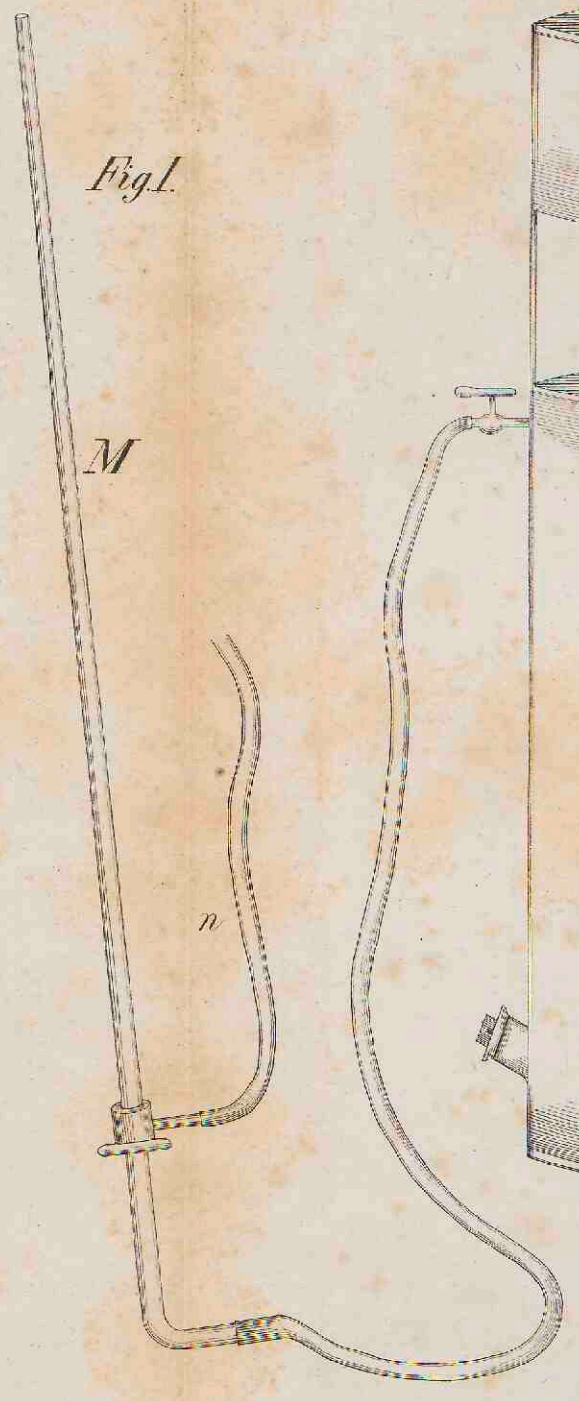
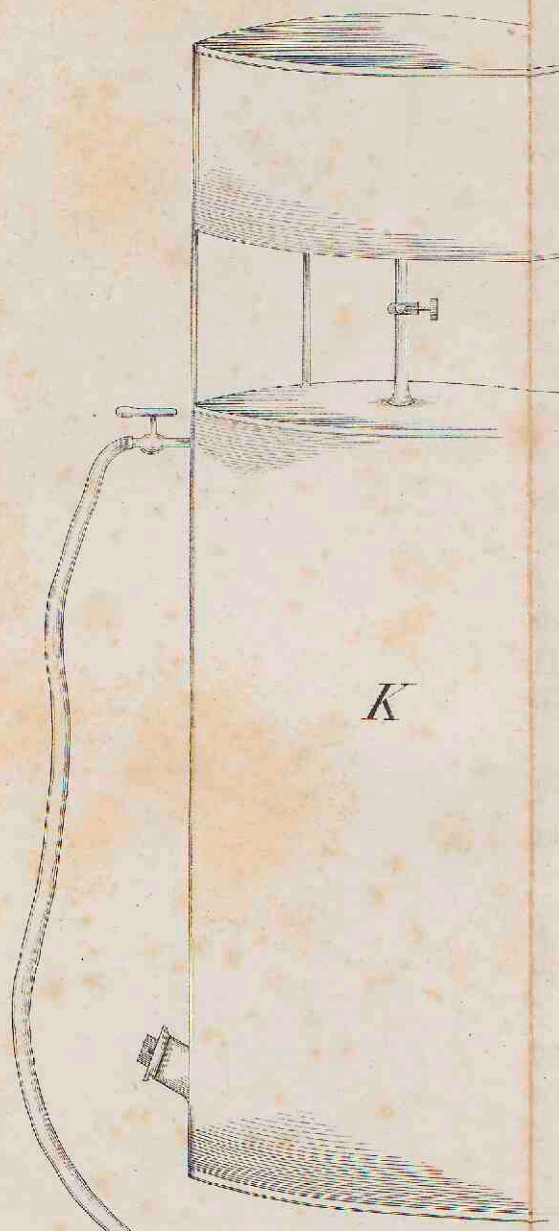


Fig. I.





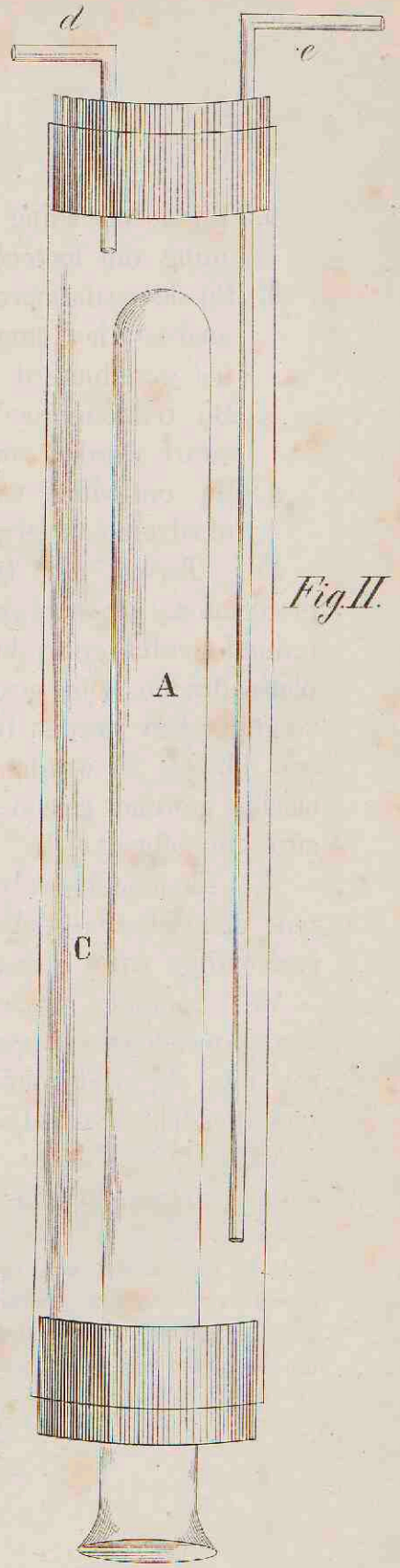


Fig. II.

sen van water, lucht, cyaan enz., zal waarschijnlijk door den Thermo-analysator verplaatst worden. Evenwel zullen dan lange glazen buizen (ongeveer ter lengte van een meter) moeten aangewend worden, zoo ook bij het verrichten van elementair-analyse, en wel vooral om zooveel mogelijk verwarming van het kwik te voorkomen. Onderzoekingen hiermede verricht, ook elementair-analyse van niet vluchtige stoffen zullen later volgen.

STELLINGEN.

I.

Bij het onderwijs verdient analyse van gassen en van dampen met den Thermo-analysator, de voorkeur boven analyse door electriciteit.

II.

Het is waarschijnlijk, dat de Thermo-analysator voor elementair-analyse zal worden aangewend.

III.

De naam Chemische Technologie in leerboeken, drukt niet uit, wat er onder dat gedeelte der scheikunde behandeld wordt.

IV.

Ten onrechte zegt WÜRTZ in het begin van zijn Histoire des doctrines chimiques depuis LAVOISIER jusqu'à nos jours: „La chimie est une science française."

V.

Het is wenschelijk, dat men zich hier te lande meer op het determineren van nieuwe corpora chemica toelegge.

VI.

Geen physiologische scheikunde zonder synthetischen grondslag.

VII.

BUTLEROW zegt ten onrechte, dat Phenol tot de tertiaire alkoholen schijnt te behooren.

VIII.

Ik kan mij niet vereenigen met de woorden van KOPP: „Weit entfernt das die Phlogistontheorie als Verirrung zu beklagen wäre, ist sie viel mehr als nothwendige Basis der richtigern Ansicht unsers Zeitalters anzuerkennen."

IX.

De uitstraling van warmte door een waterstof- of lichtgasvlam, is geen juist bewijs voor de geringe warmteuitstraling der gassen.

X.

De verdeeling der gassen in permanente en coërcibele is onjuist.

XI.

Terecht zegt DAGUIN: „L' électricité est un agent mysterieux."

XII.

Aan de Prosimiae moet de rang van orde worden toegekend.

XIII.

Wij hebben recht om aan te nemen, dat bij de dieren nog andere zintuigen voorkomen, dan die welke ons bekend zijn.

XIV.

Het is hoogst waarschijnlijk, dat de Lichenen niet langer als een afzonderlijke klasse beschouwd moeten worden.

XV.

Er is geen scherp verschil tusschen de voortplanting der Phanerogamen en der Cryptogamen.