

**Schets eener physiologie van het onbewerktuigde rijk der natuur / door
C.H.D. Buys Ballot.**

Contributors

Buys Ballot, C. H. D. 1817-1890.
Royal College of Surgeons of England

Publication/Creation

Utrecht : Kemink en Zoon, 1849.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/n8b3hn3x>

Provider

Royal College of Surgeons

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>

SCHETS

3

EENER

PHYSIOLOGIE

VAN HET

ONBEWERKTUIGDE RIJK DER NATUUR.

DOOR

C. H. D. BUYS BALLOT,

*Math. Mag. Phil. Nat. Doctor, Buitengewoon Hoogleraar in de
Wis- en Natuurkunde aan de Hoogeschool te Utrecht,
Lid van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap
voor Kunsten en Wetenschappen.*



UTRECHT,
KEMINK EN ZOON.
1849.

5, The inductive and deductive methods of inquiry may be said to go hand in hand, the one verifying the conclusions deduced by the other; and the combination of experiment and theory, which may thus be brought to bear in such cases, forms an engine of discovery infinitely more powerful than either taken separately. This state of any department of science is perhaps of all others the most interesting, and that which promises the most to research." — Sir J. Herschel, *Discourse on the Study of Natural Philosophy*.

V O O R R E D E.

De lezer kan niet lang gissen wat dit werkje zal bevatten, wanneer hij veronderstelt dat de titel tamelijk goed gekozen is. Hij verwacht eenige opmerkingen over het wezen der ligchamen, die in de natuur gevonden worden, maar geene werktuigen bezitten om het een of ander te verrigten of tot stand te brengen; dieren en planten zijn alzoo buitengesloten. Er komt voorts een hoofdstuk in voor over Stöchiometrie, op ruimer schaal bewerkt dan hier verwacht zou worden, maar zóó uitvoerig bewerkt, omdat het noodig scheen dat daarvoor de eenvoudige regelen bij elkander werden gebragt.

Deze opmerkingen zullen tot een wetenschappelijk geheel vereenigd zijn, maar niet genoegzaam volledig, het is slechts eene schets, een geraamte dier wetenschap. Het blijft dus aan anderen overgelaten om, waar die schets niet blijkt geheel te moeten worden gewijzigd of zelfs verworpen, ze aan te vullen en verder uit te breiden.

Physiologie van iets (van φυσis en λόγος) is de leer van den aard van dat iets, wetenschap van dat iets. Gelijk wij toch vroeger reeds wetenschap bepaalden in onze toe-

spraak over de noodzakelijkheid eener veelzijdige beoefening van wetenschap, is wetenschap: eene organische vereeniging van waarheden, die geweten worden. Liever eene wijsgeerige vereeniging van waarheden, die geweten worden, daar het woord organisch een figuurlijk woord is en aanduidt, dat al die waarheden zoo tot één geheel moeten samenstemmen, als in een werktuig (*organum*) alle deelen; hier, waar wij geen beeldspraak wenschen te gebruiken, zullen wij het eene wijsgeerige vereeniging noemen, die juist omdat zij wijsgeerig is, zoodanig een *organum* moet te voorschijn brengen, daar toch de rede overal eenheid zoekt.

Hoezeer de uitspraken der rede, of, zoo als men zegt, „theoretische beschouwingen” hier zeer op den voorgrond zullen gesteld worden, merken wij toch op dat wij ook acht zullen moeten slaan op waarnemingen, dat is, wij moeten onze waarheden uit de werkelijkheid ontleenen, zal ons gebouw niet geheel willekeurig zijn en niet ophouden met de natuur in betrekking te staan. Het moge enkel geestelijke wezens gegeven zijn, zoo schrijft ons Dr. Verloren, na een gesprek dat wij hieromtrent hielden, om goed *à priori* eene wetenschap op te bouwen, het dier moge enkel waarnemen, ons standpunt is gemengd en het bewijs er voor is dit, dat wij beiden onderscheiden. Er is slechts eene wetenschap, de redeskunde, die zich in eenen bepaalden vorm als wiskunde voordoet, die volmaakt het karakter der rede uitdrukt. Maar die wiskunde is dan ook volkomen willekeurig, lijnen, hoeken, figuren, lichamen worden willekeurig gedacht en al wat de rede nu dauromtrent leert is volkomen waar, maar het heeft geene betrekking op de wer-

kelijkheid, eerst als zij toegepast wordt en er dus waarnemingen bij worden opgenomen, heeft zij ook betrekking op de natuur, maar tevens mist zij dan ook de noodzakelijke waarheid, want zij steunt dan niet meer op de eenige àprioristische stelling: de rede is onfeilbaar. Even zoo met de wetenschap, die men gewoon is wijsbegeerte te noemen. Deze stelt zich willekeurig de begrippen van menschelijke eigenschappen, van wereld, van God, en al wat zij leert is volkomen waar, met betrekking tot die begrippen die zij stelde, zal zij echter toegepast worden, zoo blijkt misschien dat zij hoegenaamd niet met de werkelijkheid strookt, want dat de waarneming niets geeft wat eenigzins met die begrippen overeenkomt. Er zijn zulke menschen, er is zulk een wereld of zulk een God niet; maar had zij over God, de wereld en de menschen willen handelen en ons daarvan het wezen en de onderlinge betrekkingen willen ontvouwen, zoo had zij zich andere begrippen moeten stellen.

Maar genoeg reeds om aan te toonen, dat wij in onze physiologie niet enkel met wijsgeerige bespiegelingen een stelsel moesten opbouwen, wilden wij niet gevaar loopen van de natuur af te zullen wijken. Het is juist niet bijzonder noodig dit met veel redenen aan te klemmen, daar ver de meeste natuurkundigen aan het tegenovergestelde euvel mank gaan en bijna meenen, dat men alleen met waarnemingen een stelsel van wetenschap moet vormen en zich van bespiegelingen moet onthouden. Voor eerst vergissen zij zich in de regte beteekenis van waarneming en dan nog als die beteekenis de regte was, zoude men met waarnemingen geene wetenschap kunnen maken.

De zamenstelling van het woord drukt het toch immers uit, waar nemen, men neemt het zoo als het is. Ja, zeggen wij, was dat zoo! maar — men neemt het zoo als onze zintuigen het ons voorstellen en er is veel redenering toe noodig, om de grenzen van gevoeligheid en naauwkeurigheid onzer zintuigen te bepalen, om de betere betekenis te weten, die aan deze of gene gewaarwording beantwoordt, om het noumenon te kennen in het phaenomenon — men vergeve ons dat wij deze uitdrukking van Kant in eenen anderen maar dan toch eenige overeenkomst hebbenden zin met dien, waarin hij ze bezigde, aanvoeren. — Dit bezwaar neemt nog veel sterker toe, als men zamengestelde werktuigen moet gebruiken om de gewaarwording voor de zintuigen merkbaar te maken. Men denke aan de waarnemingen met den microscoop. Hoe velen hebben niet in vroegeren tijd gezegd waargenomen te hebben, wat niemand meer ziet of gevoelt en zelfs nu nog zijn er die, om een voorbeeld te noemen, zeker het ongerijmdste van alles, beweren waargenomen te hebben, dat een wezen beurtelings plant beurtelings dier wordt.

Maar ook als wij bij de eenvoudigste waarnemingen blijven en zelfs, als wij de valsche stelling, dat eene waarneming eene waar neming zou zijn en dat men ooit met zekerheid zou kunnen bewijzen, dat deze of die waarneming eene waar neming was geweest, toegeven, dan nog is het onmogelijk uit enkel zulke waarnemingen eene wetenschap op te bouwen.

In dit geval zou men waarheden nevens elkander leeren kennen, maar al, wat naar verband dier waarheden zweemt, bleef ontbreken. Nooit konden wij eene betrekking

ontdekken van oorzaak en gevolg, van doel en middel; het zijn betrekkingen alleen door de rede gegeven; alle waarnemingen te zamen, hoe volkomen ze mogen zijn, zijn ontoereikend ze door ons te laten vermoeden, veel minder ze tusschen twee of meer verschijnselen bepaald aan te wijzen. Als wetenschap is een stelsel waarheden door den band van oorzaak en gevolg verbonden, zoo is er geene wetenschap door waarnemingen te verkrijgen.

Wij zouden evenwel met enkel waarnemingen niet slechts wetenschap ontberen, maar ook menigte van waarheden geheel niet kennen. Vooreerst die welke à priori gevonden zijn, en deze zijn meer in aantal dan men gaarne wil erkennen, maar ten andere ook die, welke door proeven zijn aan het licht gekomen. Proefnemen is, zoo als ik in mijne toespraak zeide, het onderzoeken van welke onder eenige oorzaken een verschijnsel afhangt, of welk verschijnsel en hoe sterk eene bepaalde oorzaak te weeg zal brengen. Voor beide onderzoekingen moet men zulke omstandigheden uitkiezen of te voorschijn brengen, waarin slechts die ééne bedoelde kracht werkt, of dat ééne bedoelde verschijnsel te voorschijn treedt, en zoo dit niet kan als in astronomie, meteorologie, staathuishoudkunde, dan moet men de berekeningen zoo inrigten, dat bij die inrigting de werking der overige krachten, die men niet beschouwen wil, elkander opheft. Wij zien dus in elk geval proeven noodzakelijk iets hoogers veronderstellen, dan wat waarnemingen, ook in den te ruimen zin, geven kunnen.

En slaan wij een blik op de hoofdpunten in de geschiedenis der wetenschap, zoo zien wij dat steeds theorie

en waarneming hand aan hand hebben moeten gaan, maar altijd de laatste slechts om de eerste te recht te wijzen, dat heet om haar met de werkelijkheid te doen overeenstemmen.

Eene niet met de natuur overeenkomstige theorie over de voortreffelijkheid der aarde, eenmaal door de waarneming, die den stilstand der aarde leerde, op het dwaalspoor gebragt, hield de astronomie eeuwen lang terug, en de volgende waarnemingen langzamerhand beter wordende, bragten de theorie nog meer in de war en deden haar in een stelsel van spitsvindigheden ontaarden, tot dat hier en daar een wijsgeer en eindelijk de geest van Copernicus zich aan het juk der bijzondere waarneming onthief, tot Galilei het uitsprak: de aarde beweegt zich. Toen kwamen de goede waarnemingen, toen nam Kepler zijne proeven en vereeuwigde hij zich door zijne wetten, gelijk Newton door de zijne, die toch zeker wel niet door waarnemingen gegeven is. Als soms die theoriën mogten blijken nog niet de ware te zijn, gelijk met Pohl andere physici beweren, zoo zal het weder de theorie zijn, die ons aan de dwaling ontrukkt en aanleiding geeft tot waarnemingen en proeven, die aan de met de werkelijkheid meer overeenkomstige theorie de zege weg doen dragen.

Merkwaardig is het stuk van Le Verrier, „Du progrès de nos connaissances dans la constitution du système du monde. Fragments lus dans la séance publique annuelle des cinq Académies de l'Institut de France, 25 Oct. 1848,” waar onder anderen het volgende gevonden wordt: „Je serais même tenté de croire que tous nos efforts n'auraient alors d'autre résultat que de nous

ramener plutôt à une sorte d'empirisme, comme à l'époque de Ptolémée, empirisme savant, il est vrai, sublime, rien ne peuvent détruire les monuments formés de vérités démontrées (Le Verrier, en een astronoom heeft er regt toe, zoo iemand anders, beschouwt dus de waarnemingen als waar nemingen, en toch spreekt hij zoo), mais dans lequel dormirait éternellement la science, à moins qu'elle ne vint à recevoir un nouvel essor du génie d'un nouveau Képler."

De meteorologie, niet dan door millioenen waarnemingen te ontwikkelen, is toch nog veel minder zonder theorie op te bouwen; reeds haar eerste instrument, de barometer, heeft niet zijnen oorsprong slechts zijne bevestiging in waarnemingen. Wat eeuwen waarneming niet hadden leeren verstaan, verklaarde de geest van Torricelli en niet alleen de meteorologie kon beginnen te ontkiemen, maar de hydrostatica tevens. Moge de emanatie theorie des lichts nog door waarnemingen uitgelokt zijn, de undulatie theorie ontsprong in het brein van Huyghens, en toen was de mogelijkheid geopend om waarnemingen te doen, die tusschen de beide theoriën zouden beslissen en op de laatste haar zegel zouden drukken; al wat de wiskunde aan het licht bragt, is het werk der theorie. De waarnemingen van zamenhang en aaneenkleving van deeltjes waren niet te rijmen met de wet van Newton. Alle waarnemingen, die daarop betrekking konden hebben, stonden nevens elkander ieder als een nieuw feit. Boscovich gaf voor omstreeks eene eeuw zijne wet en hoeveel heeft deze misschien niet ingewerkt op de wetten, die La Place en Poisson ten grondslag legden aan de

capillariteit! De scheikunde was eene verzameling van verschijnselen, die niemand verstond, maar Boyle deed de ontwikkeling aanvangen, en hoe zij zich ontwikkeld heeft en wat groot aandeel daarin theoretische beschouwingen gehad hebben, zie men in Kopp's *Geschichte der Chemie*, over het nut van de theorie van het Phlogiston, I. 276, die de chemie in honderd jaren meer doet vooruitgaan dan duizend en nog eens duizend jaren voor haar ontstaan. Voorts sla men hem op op de namen Boyle, Berthollet, Lavoisier en voorgangers; men stemme met hem op p. 296 in: Alle im vorstehenden angedeuteten Richtungen vereinigt Berzelius, maar neen, om dezen te leeren waarderen, leze men zijne *Jahresbericht!* Naar orde zoekende, vond hij orde en vestigde hij het wetenschappelijk gedeelte der scheikunde, de analytische chemie! Davy besloot dat ook de alcaliën zamengesteld moesten zijn, en na dit besluit kon men waarnemingen gaan doen, die dit aan het licht bragten en als de scheikunde nu nog zoo zeer lijdt aan geringen zamenhang der feiten, dan is het, omdat aan waarneming nog te veel uitsluitend gewigt gehecht is, dan is het omdat men de wet van Boscovich er nog niet op heeft toegepast, terwijl omgekeerd Boscovich zijne theorie niet verder kon uitbreiden omtrent scheikunde, waarvan de algemeene waarneming nog niets geleerd had. Dit was juist de fout van Schelling, dat hij uit eene aangenomene theorie, gevolgen ook van de tweede en verdere orde ging afleiden, terwijl de eerste gevolgen niet met noodzakelijkheid konden getrokken zijn, wegens de nog niet genoegzame bepaaldheid der theorie, en, bij gebreke van die nood-

zakelijkheid en ter vergoeding daarvan, niet eerst aan de waarneming getoetst waren, voor hij gevolgen van de tweede orde daaruit afleidde. Slechts één stap moet de theorie te gelijk doen uit de bestaande algemeene uitspraak der waarnemingen, maar dan moet het aanwezig materiaal in het bijzonder er in passen of zij moet nieuwe waarnemingen te voorschijn roepen, die haar aan de werkelijkheid doen aansluiten.

De theorie is het overal die aandrijven moet, zal er iets voor de wetenschap geboren worden, zonder deze zijn de ter harer te regt wijzing noodzakelijke waarnemingen van geene waarde.

Geheel beamen wij wat Von Humboldt in zijn Kosmos zegt, p. 33: „Unser Zeitalter erkennt, nach der Tendenz die ihm seinen individuellen Character giebt, dasz Thatsachen nur dann fruchtbringend werden, wenn Ideën, das heiszt Einsicht in den Geist der Natur, das Beobachten und Sammeln vernunftmäszig leiten.“

Wij hebben gewag gemaakt van algemeene waarneming en van bijzondere waarneming, en behooren de beteekenis daarvan eenigzins nader te bepalen. Het zijn woorden die cum grano salis te verstaan zijn, want het zijn betrekkelijke woorden, naar mate de waarneming op meerder of geringer aantal feiten berust. Een paar voorbeelden. De algemeene waarneming doet zien, dat de twee verschijnselen van verwarming en uitzetting te zamen gaan, de bijzondere waarneming dat dit met klei en voor enkele stoffen als water en bismuth op zekere graden van temperatuur niet plaats heeft. Na de inlichting door de algemeene waarneming gegeven, trachte men eene

theorie te geven, die naar het verband van oorzaak en gevolg in dezen zoekt, maar tevens gebruike men de medegedeelde bijzondere waarnemingen ter wijziging van de theorie, en als men reeds aangetoond heeft, dat bij klei de inkrimping gepaard gaat met waterverlies, trachte men toch ook de omstandigheden op het spoor te komen, waarom ook water en bismuth zich aan de wet onttrekken, *Sapienti sat!* Het is reeds het werk der rede, om de algemeene uitspraak der waarnemingen van de bijzondere uitspraken te onderscheiden; maar zij moet meer doen, zij moet meerdere algemeene uitspraken in verband brengen en eenen grond opsporen in hetgeen reeds vaststaat, om daaruit die algemeene uitspraken af te leiden; eindelijk dien gedachten grond vergelijken met de bijzondere waarnemingen en door dezen of den grond zelven wijzigen of eene nieuwe omstandigheid uitvorschen, waarom het gevolg uit dien grond in dit bijzonder geval niet kan afgeleid worden. Het spreekt van zelf, dat zoo lang dit nog noodig blijkt te zijn, men ook zoo lang den eersten grond „het wezen der stof” niet bereikt heeft, want buiten dien grond is geen andere grond, wiens gevolgen op de gevolgen van dezen zouden inwerken. Zoo ver zijn wij echter nog niet gekomen. Al wat de rede in dezen doet, draagt den naam van „zuiver theoretische onderzoekingen” en „aanmatigend”, zoo zeggen wij *Von Humboldt* na met eene periode, door hem opzettelijk aan de *Hollandsche vertaling* van zijn *Kosmos* toegevoegd, „aanmatigend ontzegt men waarde aan datgene, wat men door de benaming zuiver theoretische onderzoekingen meent te verlagen.

Na ons gevoelen met de eerste autoriteiten in de wetenschappen te hebben gestaafd, willen wij het voorloopig voor een oogenblik toegestemde terugnemen volgens ons goed regt en op nieuw aandringen, dat waarnemingen geene waar nemingen zijn maar theoretisch uitgelegde gewaarwordingen; terwijl wij er bijvoegen, dat hij, die met den naam van theoreticus gebrandmerkt wordt, de waarnemingen als zoodanig kent, dat zij hem dus niet ligt in dwaling zullen brengen, daar hij weet dat hij er onophoudelijk op moet bedacht zijn, dat die opvattingen misschien niet de ware zijn, niet met de werkelijkheid overeenstemmen; terwijl de empiricus, als hij tevens minachter der theorie is, niet vermoedende, dat hij in hetgeen hij voor waarneming houdt, reeds zoo veel theorie onbewust gemengd heeft, zoo hij niet ligter eene dwaling aankleeft, ze althans veel sterker zal aankleven. Wij zien het aan Faraday, een waarnemer van den eersten rang, die alle praktische zwaarigheden weet te overwinnen, naauwkeurig en onophoudelijk bezig de bouwstoffen te vermeerderen, maar ongelukkiglijk zijn afkeer betuigende van theorie. Zijne verklaringen geeft hij op als uitkomst der waarnemingen, en wie is er die ze aanneemt? Wat zou zulk een groot man de wetenschap nog niet oneindig meer hebben uitgebreid als hij ook de theorie van anderen behoorlijk waardeerde, en dus tevens zich bewust was, dat hij eigene theorie in zijne uitspraken van waarneming scheiden moest. Een tegenovergesteld voorbeeld is ons Liebig, die te ligtvaardig met waarnemingen omspringt daar hij vertrouwen schijnt te schenken aan waarnemingen, die ze niet verdienen als ze met zijne theorie overeenstemmen.

Men leze over de waarde der waarnemingen en het deel dat de theorie er reeds in heeft, wat Dr. Verloren schreef in eene noot op de Deutsche bewerking van zijne eigene hoogst fijne waarnemingen, bekroond bij de Brusselsche Academie van wetenschappen en schoone kunsten: Over de circulatie bij de insekten, in de Holländischen Beiträgen für den anatomischen und physiologischen Wissenschaften, I. Band 227, waar hij tot het besluit komt: Statt also Beobachtungen und Thatsachen autocratisch herschen zu lassen werden wir diese Herrschaft lieber der Vernunft anheim stellen, welcher sie doch in dieser Hinsicht allein zugestanden werden kann.

Het waarderen van waarnemingen en theorie moest zamen gaan, het schatten van ieder op zijne eigene waarde is de hoogste eisch dien wij ons doen moeten; maar, om een voorbeeld uit onzen tijd te nemen, een Von Humboldt, een Bessel wordt niet telkens geboren.

Wij voor ons gevoelen zeer ons gebrek aan geschiktheid, om waarnemingen te doen, andere ten minste dan astronomische of daarmede overeenkomst hebbende physische. Geschiktheid voor theoretische bespiegelingen durven wij ons daarentegen niet geheel ontzeggen, daar reeds zoo menige uitspraak of vermoeden bevestigd werd, geene enkele wederlegd is. — Het laatste beteekent niet veel, want in ons land heeft men steeds alles wat wij zeiden voor kennisgeving aangenomen en ter griffie gelegd.

In eenige vacantedagen van 1843 legden wij de grondslagen en bouwden wij de muren van het gebouw, dat nu, voor zoover het voortgezet is, ter beschouwing gegeven wordt. De Hoogleeraar Mulder, die steeds we-

tenschappelijken zin zocht op te wekken, en nooit moeite of zorg te groot rekende, die hij aan onze ontwikkeling kon besteden, ried ons toen en later het plan nog eens ter zijde te leggen en bedaard te overwegen. Natuurlijk gaven wij daar gehoor aan; maar nu zes jaren verlopen zijn en wij door waarnemingen, die inmiddels gedaan werden, wel bevestiging en vervulling, maar geene te recht wijzing ontvingen, meenden wij die onderzoekingen aan het publiek te mogen kenbaar maken, voornamelijk om daardoor in ons oog nuttelooze pogingen af te snijden.

Wij zijn overtuigd dat, als er iets goeds in is, zulks niet anders dan goede en doelmatig ingestelde waarnemingen zal te voorschijn roepen en dat men, om de onwaarde van onze theorie te bewijzen, insgelijks goede en doelmatige waarnemingen zal moeten instellen, zoodat de wetenschap er niets dan voordeel bij kan hebben, en wij alleen het nadeel, als het bij onderzoek blijkt, dat wij over de natuur gesproken hebben als de blinde over de kleuren.

In 1846 maakten wij het voorhandene tot onderwerp van een collegie. Alles wat in het volgende in paragrafen afgedeeld is, behalve wat tusschen [] geplaatst zich daardoor als van later datum te kennen geeft, hebben wij toen gedictieerd en telkens de waarnemingen mondeling en in tabellen vermeld, die met zoodanige gedicteerde paragraaph in verband stonden, hetzij zij er uit volgden of de aanleiding toe gegeven hadden. De toespraak over de noodzakelijkheid eener veelzijdige beoefening van wetenschap, Kemink en Zoon 1846, maakte er de inleiding van uit. Zij geeft in het eerste gedeelte het doel aan dat ons voor oogen staat.

Wij stelden ons toehoorders voor, die de waarheden der natuur- en scheikunde kenden en tevens de beginnelen van de theorie der hoogere magtsvergelijkingen en analytische geometrie. En wie anders zal het wagen een collegie te gaan hooren, dat onder den naam van theoretische scheikunde aangekondigd wordt. Wij hebben toen door omstandigheden slechts het hoofdstuk over de warmte kunnen ten einde brengen.

De wijze, waarop de theorie voorgedragen wordt, komt ons in zeker opzigt doelmatig voor. De grondslagen, § 5 en 6, zijn onomstootelijk; want, ook wanneer eene andere opvatting in plaats van de onze mogt treden, zoo zou die toch in den zelfden wiskundigen vorm moeten gebragt worden; overigens is zij gemakkelijk voor wijziging vatbaar.

Ja, zeker is zij onbepaald, zoo voert men ons toe, want voor de constanten daar in gevoegd, wordt geene waarde gegeven; daarenboven zijn zij voor elke stof anders en wat blijft er dan niet veel voor de willekeur overgelaten, als men, om aan deze of gene waarneming te voldoen, de constanten eenigzins wijzigen kan, en dan nog, zoo als in hoofdstuk 2, 3, 4 voorkomt, kan beschikken over de wijze van plaatsing der deeltjes! Zoo luidt de gewone beschuldiging der dynamici.

Wij antwoorden: wij hebben de waarde der constanten niet kunnen bepalen, maar wij hebben den weg aangewezen, hoe men tot de bepaling daarvan zal komen. Voor elke stof zijn zij anders, maar voor elke stof afhankelijk van de elementen, 63 in aantal; vijf constanten zijn voor elk element onbepaald overgebleven, dus hebben wij

drie honderd willekeurige constanten, en daar wij ook nog de plaatsing der deeltjes eenigzins naar willekeur anders kunnen veronderstellen, zoo willen wij daarvoor ook nog driehonderd willekeurige grootheden aannemen; zoo nemen wij (atomistici) dan toch aan uit zes honderd gegevens de natuur te verklaren; de dynamici geven geen verband aan tusschen zamengestelde en enkelvoudige stoffen en gebruiken dus voor elk verschijnsel een gegeven; — dat is toch niet minder willekeur! Daarenboven is het hun niet mogelijk een uitzigt te openen, hoe ooit een van die willekeurige grootheden zal bepaald worden. Waar men eene stof laat veranderen en haar wezen geene bestendigheid toekent, daar ziet men af van eene verklaring der natuur. Geen voorwerp in de natuur kan ooit zijn wezen veranderen, — dat leert de rede en zij veroordeelt al wat daar tegen strijdt onverbiddelijk en voor altijd.

Wanneer wij dan zoo veel speelruimte voor de willekeur hebben overgelaten, en zoo veel onbepaalds, zoo trachte men op den door ons aangewezen weg dat onbepaalde te bepalen en alle willekeur zal buitengesloten zijn. Wij wenschen niets vuriger dan dat en noemen dat juist een voordeel van onze theorie, dat zij nooit afgebroken zal worden, maar steeds verbeterd of liever meer bepaald gemaakt. Slechts, waar wij de toestanden der lichamen gaan behandelen, kan eene grootere wijziging plaats grijpen. De theorie is volkomen algemeen en kan beschouwd worden als eene analytische oplossing van de vraagstukken, die de natuur oplevert; wij stellen, wat wij zoeken voor als den grond en onderzoeken, hoe dat gestelde zij.

In den loop van 1847 kwam ons toevalligerwijze het werk van *Boscovich* in handen: *Philosophia naturalis theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium auctore P. Rogerio Josepho Boscovich, e societate Jesu, publico matheseos professore in collegio Romano, Viennae austriacae 1759.*

Van dat werk hadden wij tot daartoe slechts medege- deeld gevonden, dat hij de materie voorstelde als krach- ten, die van mathematische punten uitgingen. Het is bijna het eenige verkeerde of zonder genoegzamen grond door hem gestelde, ten einde eene zwaarigheid te verschui- ven, die hij er toch niet mede heeft kunnen ontwijken, en dat geeft men als zijne theorie uit! Wij sloegen het werk op en men oordeele over onze verbazing, toen wij onze figuur, die wij toen in het dictaat hadden opgeno- men en de formule op pag. 96 zoo volkomen daarin weervonden, dat de figuren elkander volkomen bedekten en de formule volkomen in denzelfden zin opgesteld was. Zoo was dan reeds voor 90 jaren door eenen wijsgeer gevonden, wat wij nu pas hadden ingezien en wat de natuurkundigen zoo weinig waardeerden, dat men nu het niet meer vermeld vindt. Kort daarop bestelden wij *Belli*, *Riflessioni sulla legge dell' attrazione molecolare*; ook die schreef in den zelfden geest als wij, behandelde dezelfde hoofdvraag en vermeldde toch ook zijnen grooten voorgan- ger niet, hoewel die in hetzelfde land zijn werk schreef.

Terwijl wij met aandacht dit belangrijke werk lazen, vonden wij daarin reeds wenken ook over physiologie van het planten- en dieren-rijk, die nu nog slechts door de uitstekendste mannen behartigd worden.

Voornamelijk deze twee bevestigingen, voorts de waarnemingen van Regnault, de onderzoekingen van Holzmann, Mayer, v. Kauffmann, Joule en daarentegen de begeerte om veronderstellingen als van Löwig, Person en anderen af te wijzen, gaven ons moed, niet langer met de uitgave te wachten, maar het dictaat te geven zoo als het was en kortelijk toe te voegen, achter het hoofdstuk over de warmte, wat er nog aan ontbrak om er een geheel van te maken. Zoo ontvange het dan de lezer.

De waarnemingen, die ten bewijze moeten dienen, heb ik niet aangevoerd, omdat dan de uitgebreidheid te groot zou geworden zijn. Het is ook voor hen die op de hoogte der wetenschap zijn niet noodig; men vindt zeer veel bij elkander in Graham-Otto's *Lehrbuch der Chemie* en in Gmelin's *Handbuch der Chemie*, vierte Auflage. Slechts voor de nieuwere onderzoekingen heb ik de bronnen aangehaald naar Poggendorff's *Annalen für Chemie und Physik*. Waar men eene of meer paragrafen mogt bestrijden, zal ik ze herroepen, of aantonen dat de waarnemingen mijne uitspraak niet weerspreken.

De waargenomen feiten vermeederen dagelijks. In betrekkelijk korten tijd zal er dus reeds het een en ander te wijzigen zijn, en andere punten zullen dan meer uitgebreid kunnen worden. Evenwel vermeedert niet elke soort van waarnemingen in gelijke mate. Die, welke op het onderscheiden, het scheiden, het bereiden ook zelfs op de vorming der stoffen betrekking hebben, zijn tegewoordig reeds in dien graad van volkomenheid aanwezig, dat dit gedeelte der wetenschap op hoogen trap van ontwikkeling

staat. *Wie zich echter eene wetenschap wenscht te vormen, die de leer zijn zal van de onderlinge werking van gelijksoortige of ook ongelijksoortige stoffen op elkander en van het verband, waarin de producten dier werking tot de zamenstellende stoffen staan, wie uit dat gezigtspunt het wezen en de toestanden der verschillende lichamen wil beschouwen en alzoo eene physiologie van het onbewerktuigde rijk der natuur wenscht te grondvesten, gevoelt dringend behoefte aan de andere soort van waarnemingen niet in dezelfde mate voorhanden, aan metingen van de eigenschappen. Daar moet elk deel dier wetenschap bearbeid worden als een van deze „de sterrekunde” reeds bearbeid is. Deze heeft zich niet enkel beperkt om de vaste sterren te tellen en te onderscheiden bij millioenen, de dubbelsterren bij duizenden, de kometen bij honderden, de planeten en wachters bij tientallen; maar zij gebood, telkens als hare theorie zich uitgebreid of beter bevestigd gevoelde, haren beoefenaars, de plaatsen dier hemelligchamen op te teekenen, de grootten, waar het kon geschieden, te bepalen, de massen te wegen, de snelheden te meten!*

Het is voornamelijk het doel van dit werkje, om daartoe op te wekken; alles wat er in gezegd wordt, al wat ik meende, dat na eene honderdjarige ontwikkeling der natuurwetenschap aan de theorie van Boscovich kon toegevoegd worden, moge nietig bevonden worden, als slechts de rigting der waarnemingen daarheen veranderd mag worden. Het zou der wetenschap tot winst zijn!

INHOUD.

ALGEMEENE THEORIE, INLEIDING.

Onderlinge werking van gelijksoortige deeltjes.	p. 4.
Onderlinge werking van ongelijksoortige deeltjes.	„ 15.
Ontstaan van verbindingen van ongelijksoortige deeltjes.	„ 21.
<i>Algemeene opmerkingen.</i>	„ 21.
<i>Scheikundige verbindingen van minderen graad.</i>	„ 31.
Eigenlijk gezegde scheikundige verbindingen.	„ 50.

HET WEZEN DER LIGCHAMEN.

HOOFDSTUK I. Begrip van Aequivalent en Nomenclatuur.	„ 53.
—— II. Constitutie.	„ 70.
—— III. Over de zwaarte der deeltjes: Stöchiometrie.	„ 89.
—— IV. Over den vorm der atomen.	„ 103.
—— V. Over de grootte der atomen.	„ 119.

DE VERSCHILLENDE TOESTANDEN DER LIGCHAMEN.

HOOFDSTUK I.	Over de warmte.	p. 132.
———	II. Over het licht.	„ 150.
———	III. Over de electriciteit.	„ 159.
———	IV. Over het magnetisme, diamagnetisme en andere toestanden.	„ 179.
———	V. Verband der toestanden. Overgang van den eenen toestand in den anderen.	„ 182.
Noodzakelijke veranderingen of bijvoegselen op den oorspronkelijken tekst.		„ 195.

SCHEETS

EENER

PHYSIOLOGIE VAN HET ONBEWERKTUIGDE RIJK DER NATUUR.

Aanvankelijk hadden wij der wetenschap, die wij zullen behandelen, den naam van *theoretische scheikunde* gegeven, als dergene, welke aan de scheikunde theoriën moest geven, die de wetten bevat, volgens welke de ligchamen onderling verbonden en hunne deeltjes veranderd worden.

Daar wij meenen uit dezelfde krachten, van welke deze wetten het gevolg zijn, ook onderscheidene verschijnselen, die nu onder de natuurkunde gerangschikt zijn, te zullen kunnen afleiden, en wij alles tot deze lessen wenschten te brengen, wat in beide wetenschappen gemeenschappelijk behandeld wordt of wel door de leeraars van elk dezer wetenschappen gerekend wordt tot de andere te behooren, zoo past ook deze naam niet meer, maar wij moeten onze wetenschap noemen: *physiologie van het onbewerktuigde rijk der natuur*, of ook *moleculartheorie*.

Hieronder verstaan wij dan de leer, hoe de krachten van de kleinste deeltjes der lichamen wederkeerig werken, en de verklaring van de toestanden der lichamen, dat is, van de zoogenaamde verschijnselen, die de natuur ons aanbiedt.

Wij gaan met de waarneming te rade, keeren telkens tot haar terug, en bouwen en verbeteren op die wijze langzaam onze theorie.

§ 1. Wij merken op, dat het moeite kost een ligchaam in deelen te scheiden, en die deelen van een te rukken; evenzoo kunnen wij een ligchaam niet onbepaald te zamen drukken, maar nadat de kracht, die wij aangewend hebben, opgehouden heeft, neemt het ligchaam zijne vroegere uitgebreidheid weder aan, tracht althans daarnaar. — Op deze algemeene uitkomst der waarnemingen gronden wij de hypothese, dat alle lichamen uit kleine deeltjes bestaan, die aantrekkende, maar ook afstootende, krachten op elkander uitoefenen.

§ 2. Eene nieuwe waarneming komt er bij: wij zien, dat vele lichamen eenen vorm aannemen. Wij leeren uit de kristallographie, dat een zelfde ligchaam altijd denzelfden vorm aanneemt of althans vormen, die gemakkelijk tot elkander herleidbaar zijn. Haüy heeft de kristallographie gegrondvest door aan te toonen, hoe die afleiding van den eenen vorm tot den anderen kan geschieden, door in eene zekere orde steeds deeltjes van denzelfden grondvorm toe te voegen. — Aan de vorige hypothese voegen wij dan nog dit toe, dat de kleinste

deeltjes van elk ligchaam eenen zelfden vorm hebben, die verschillend kan zijn voor verschillende lichamen.

§ 3. In de natuurkunde wordt geleerd en bewezen, dat de voortplanting van licht en warmte geschiedt in eene zeer fijne middenstof aether genaamd, die in elk ligchaam aanwezig is; voorts dat deze aether niet alleen hoogst fijn, maar ook zeer veerkrachtig is. Daar wij nu bij de veerkrachtige stoffen, bij onze lucht bijvoorbeeld, steeds afstooting bespeuren, en het ongerijmd schijnt tusschen twee zelfde deeltjes te gelijk aantrekende en afstootende krachten aan te nemen, zoo worden de beide hypothesen op de volgende wijze tot ééne verbonden, welke den grondslag zal uitmaken van alle onze volgende onderzoekingen. — Er zijn kleinste physisch ondeelbare deeltjes (atomen), ieder met fijne aether atomen omringd; de atomen der zware lichamen trekken elkander en de aether-atomen aan, de aether-atomen stooten elkander af; de vorm en grootte der atomen bepaalt den aard van het ligchaam (de stof).

Aanmerking. Het schijnt alsof het gansche gebouw op eene hypothese opgetrokken wordt en dus wankelbaar is, en dat nog wel op eene ongerijmde hypothese. Want ledige ruimten zijn ondenkbaar. Maar er moge opgemerkt worden vooreerst, dat ook andere waarnemingen, dan die wij nu meenden te moeten mededeelen, de hypothese bevestigen, 2° dat die ledige ruimten in eene betere hypothese hare beteekenis zullen vinden, even als de accessen van doorlating en terugkaatsing, in de emanatie theorie des lichts, hare beteekenis hebben gevonden in de undulatie-theorie als golfengten, en dat

ik alleen de slechte voorstelling geef, omdat ik niet anders dan eene slechte in de plaats zou kunnen geven, maar dat wij ten volle overtuigd kunnen zijn, dat ook de goede voorstelling die ruimten in zich op zal nemen slechts met eenen anderen naam.

GELIJKSOORTIGE LIGCHAMEN.

Onderlinge werking van gelijksoortige deeltjes.

§ 4. Wij beginnen van de eenvoudigste ligchamen. Zij bestaan uit louter deeltjes van denzelfden vorm en grootte. Van ieder der zware deeltjes (P) gaat eene kracht uit die met den afstand (x) verandert, eene kracht = $f(x)$, aantrekkend op de andere zware deeltjes Q, met ieder van welke een aantal aetherdeeltjes onafscheidelijk verbonden is, die alle andere aetherdeeltjes afstooten, en dus ook de daaraan verbondene zware deeltjes [dus ook de deeltjes P, gelijk deze de deeltjes Q] middellijk van zich verwijderen. Wij kunnen deze kracht evenzeer denken, als uitgaande van het middelpunt van [elk deeltje] P en Q, en voorstellen door $F(x)$. De analytische meetkunde leert, dat de functie daardoor niet van magt verandert.

§ 5. Nu kan elke functie van eene veranderlijke ontwikkeld worden volgens de magten van die veranderlijke, en wel, daar deze functien met de [toenemende] afstanden afnemen, volgens de afdalende magten van die veranderlijke. Dus wordt de aantrekkende kracht uitgedrukt door

$$f(x) = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2} + \frac{d}{x^3} + \frac{e}{x^4} + \frac{f}{x} + \frac{g}{x^6} + \frac{h}{x^7} + \frac{i}{x^8} +$$

[de afstootende door]

$$F(x) = a' + \frac{b'}{x} + \frac{c'}{x^2} + \frac{d'}{x^3} + \frac{e'}{x^4} + \frac{f'}{x^5} + \frac{g'}{x^6} + \frac{h'}{x^7} + \frac{i'}{x^8} +$$

Haar verschil is eene andere functie $\varphi(x)$

$$\varphi(x) = A + \frac{B}{x} + \frac{C}{x^2} + \frac{D}{x^3} + \frac{E}{x^4} + \frac{F}{x^5} + \frac{G}{x^6} + \frac{H}{x^7} + \frac{I}{x^8} +$$

als $A = a - a'$; $B = b - b'$; $C = c - c'$ enz.

$\varphi(x)$ kan niet = 0 zijn dan op afstanden (x), waarvoor $f(x) = F(x)$, afstooting = aantrekking is, en dus evenwigt plaats grijpt.

Bepaling. Deze afstanden zullen wij daarom evenwigts-afstanden noemen, en de punten waarin de deeltjes in evenwigt zijn evenwigts-punten. Evenwigts-toestand noemen wij dien toestand der lichamen, waarin al hunne deeltjes in de evenwigts-punten zijn, en op evenwigts-afstanden van elkander.

§ 6. Onze vergelijking $\varphi(x)$ kan acht waarden van x geven, die ze nul maken; vier stabile evenwigts-punten en vier labile om den anderen. Alle lichamen zijn in stabilen evenwigts-toestand, dat is, elk hunner deeltjes is zoodanig geplaatst, dat de werking, die van alle andere deeltjes [gezamenlijk] op hetzelfde uitgaat nul is, [en het tracht in die plaats terug te keeren als het er oneindig weinig uit bewogen wordt]. Bij vaste lichamen maken de deeltjes nagenoeg op zichzelf evenwigt; bij vloeistoffen, zoo als wij ze zien, moet de werking van de wanden, en de drukking van de lucht of damp aan de oppervlakte, er bij komen, om het evenwigt daar te

stellen; gazzen kennen wij niet in hunnen evenwigts toestand, of het moest misschien bij kometen zijn, anders dan onder de inwerking van van buiten komende krachten. Wij houden nog twee stabile evenwigts-toestanden over en bestemmen dengenen, waardoor de deeltjes het digst bij elkander zijn voor den evenwigts-toestand der scheikundige verbindingen, waar twee deeltjes van verschillenden vorm bij elkander zijn, en den versten, labilen, voor $x = \infty$, voor den evenwigts-afstand, dien hemelligchamen zouden moeten hebben, om zonder beweging in evenwigt te zijn.

§ 7. Uit de waarnemingen kunnen wij, of moeten wij trachten de constanten te bepalen. Daar wij bij de toepassing hiervan op het onderzoek van de eigenschappen der ligchamen niet slechts twee deeltjes beschouwen, die op elkander werken, maar de totale werking op een deeltje bepaald wordt door de samenwerking van alle omringende deeltjes, moeten wij in plaats van $a, b, c, d, e; a', b', c', d'; A, B, C, D$, enz. schrijven $\Sigma a, \Sigma b, \Sigma a', \Sigma b'$, en $\Sigma A [= \Sigma a - \Sigma a'], \Sigma B$, enz., maar om de eenvoudigheid zullen wij dit somteeken onderdrukken, als wij slechts onthouden, dat het er bij behoort. Slechts wanneer de afstanden tusschen twee deeltjes zeer klein zijn ten opzichte van de andere afstanden, zoo als bij scheikundige verbindingen van de eerste orde, zouden wij het met eenig regt weg kunnen laten.

Met dien verstande geldt het dan in alle strengheid, dat voor alle ligchamen $\varphi(x)$ in sterkte gelijk die kracht is, met tegengesteld teeken, die van buiten aangewend wordt, [hetzij dan] druk of uitrekking.

§ 8. Wij hebben de ontwikkeling van $\varphi(x)$ tot $\frac{J}{x^8}$ voortgezet, misschien zijn er meer, denklijk minder termen; want ook de temperatuur, welke wij voor als nog, om de eenvoudigheid te bevorderen, hebben weggelaten, moet er in voorkomen, zooals wij in het vervolg zien zullen. Zijn er echter meer, zoo geldt hetzelfde voor die nieuwe termen, en zijn er minder, zoo is J, of J en H, of J en H en G ieder = nul; het doet niets aan de waarheid der voorstelling af, de waarnemingen moeten leeren, hoe het is.

§ 9. Wij weten uit de sterrekunde, dat A en B gelijk nul zijn, of althans onbepaald klein; waren zij niet hoogst klein, zoo zouden wij de beweging der planeten niet met den derden term $\frac{C}{x^2}$ alleen kunnen verklaren, onze voorspellingen zouden falen. C is = - f, die in de mechanica als constante der zwaartekracht bekend is.

§ 10. De evenwigtstoestand der gazzen hangt van den vierden term voornamelijk af. Als de wet van Boyle volmaakt waar was, zoude daaruit volgen, dat die term $\frac{D}{x^3}$ niet gestoord werd door de overige termen. Daar toch de volumina van gazzen in omgekeerde reden zijn van de derde magten der afstanden der deeltjes, zoo moeten dit ook volgens die wet, de zamendrukkende krachten zijn.

§ 11. De afwijkingen van deze wet hangen van de

overige termen af, die voor deze atom-afstanden ook merkbaren invloed hebben.

§ 12. De evenwigtstoestand der vloeistoffen is zoo weinig onderzocht, dat zij nog geen licht kunnen verspreiden over den aard onzer functie.

§ 13. De evenwigtstoestand der vaste lichamen schijnt naar de proeven van Wertheim over de elasticiteit, af te hangen van den zesden term $\frac{F}{x^5}$. Zonder twijfel is echter hier ook de invloed der nabijzijnde termen merkbaar. Hij zal moeten bepaald worden uit de metingen van Wertheim, vergeleken met de formule van Poisson.

§ 14. De evenwigtstoestand der chemische verbindingen is hoogstwaarschijnlijk nog digter bij gelegen; de twee deeltjes die zich vereenigd hebben, zijn op zoo korten afstand van elkander, dat zij op geene wijze meer van elkander kunnen onderscheiden worden, en hangen zoo vast te zamen, dat geene kracht van trekking of druk ze scheiden kan; daarom meenen wij, dat die evenwigtstoestand van de hoogere termen afhangt, die op de kleinste afstanden het sterkst werken.

§ 15. Nog kunnen wij uit eene algemeene beschouwing opmaken, dat het teeken van den laatsten term positief is, dat C negatief en D weder positief is. Tot voorbeeld hoe beurtelings de verschillende termen van eene functie den meesten invloed op de bepaling van hare waarde

kunnen hebben, onderzoeken men de waarden, die de functie $\psi(x) = 2 + \frac{6}{x} - \frac{1}{x^2} + \frac{10}{x^3} - \frac{20}{x^4} + \frac{30}{x^5}$ voor de waarden van x gelijk een millioen, gelijk duizend, tien, vier, twee, een, een tiende. Met afnemenden afstand wordt de invloed der termen aan de rechterzijde grooter.

§ 16. Wanneer wij de kromme lijn naar de regelen der analytische meetkunde beschrijven, voor welke dezelfde betrekking tusschen de ordinaten en de abscissen bestaat als in onze vergelijking tusschen de $\varphi(x)$ en den afstand (x) der deeltjes, zoo zullen wij zien, dat zij nagenoeg den vorm hebben kan, die in figuur 1 aangeduid is. [Het punt O is de oorsprong der coördinaten, die wij regthoekig veronderstellen. Wij denken ons steeds in dat punt O het eene deeltje, of, naar § 6 en 4, het middelpunt van werking van de gezamenlijke deeltjes min een, terwijl wij het andere deeltje, ergens naar de verschillende gevallen, op de lijn OX ons voorstellen.]

Op de lijn OX worden de afstanden (x) gemeten, en de hoogte, die een daarmede overeenkomend punt op de kromme lijn boven OX of daaronder heeft, geeft de afstooting of aantrekking aan, waarmede dat punt van O of naar O zal bewogen worden; want naar boven teekenen wij $\varphi(x)$ als zij positief is, als dus de afstootende kracht overweegt, naar onder, als de aantrekkende kracht de sterkere is en dus $\varphi(x)$ negatief. Zie § 5.

§ 17. Als het deeltje in p, r, t, v is, men dus den afstand Op, Or, Ot, Ov van de overige deeltjes heeft

is het in stabiel evenwigt, dat wil zeggen: als het een weinig verder werd gebragt, zoude het door de dan overwegende aantrekking worden terug getrokken, en als het digter werd gebragt, bijv. van r naar r' , zoude het door de kracht $\varphi(x) = r' r''$ worden afgestooten. In beide gevallen gaat het dus naar r terug.

Labile evenwigtspunten zijn q, s, u, w , want als het ook nog zoo weinig van deze regts of links verwijderd wordt, gaat het nog meer regts of nog meer links, omdat in het eerste geval de afstootende, in het andere aantrekkende krachten overwegen.

§ 18. Vergelijken wij § 16 met § 6 zoo zien wij, dat het verste evenwigtspunt, dat voor hemelligchamen in rust, in de teekening niet voorkomt; w ligt in het oneindige; v is het evenwigtspunt voor gazzen, daar wij echter altijd gazzen reeds eenigzins zamengedrukt zien, al is het slechts onder de drukking der Atmosfeer, zoo hebben hunne deeltjes nooit den afstand Ov maar slechts Ov' , alsdan beteekent $v' v''$ de waarde van $\varphi(x)$ voor dien afstand, dat is in ons geval de drukking van den dampkring; t is het evenwigtspunt der vloeistoffen; r dat voor vaste lichamen; p het evenwigtspunt voor een deeltje, dat zich scheikundig vereenigd heeft, en nu slechts den afstand Op van het deeltje heeft, waarmede het verbonden is. Het is misschien niet noodig een afzonderlijk evenwigtspunt voor scheikundige verbindingen aan te nemen, daar misschien r , als de twee deeltjes van verschillenden aard zijn, veel digter bij O ligt, dan wanneer zij van denzelfden aard zijn (vergl. § 28). In dat geval zoude onze vergelijking

slechts van den zesden graad behoeven te zijn. Het is echter gemakkelijker later die J en H gelijk nul te stellen (vergl. § 8.) dan er nieuwe termen bij te voegen. Verdere onderzoekingen zullen het moeten leeren.

§ 19. Als wij de grootte van de deeltjes kenden en hunne zwaarte, zouden wij voor elk ligchaam hunne onderlinge afstanden onmiddellijk kunnen berekenen, en dus de afstanden Op , Or , Ot , Ov kennen. Nu kunnen wij niet verder komen dan tot eene bepaling der betrekkelijke afstanden.

§ 20. Brengen wij door eene trekkende of drukkende kracht een deeltje, dat zich bijv. in r bevindt naar r_1 , of r' , zoo moet die kracht om het deeltje daar te laten blijven, gelijk en tegengesteld zijn aan de waarde van $\varphi(x)$ voor die waarde van x . Teekenen wij dus de krachten op , die tot eene bepaalde verplaatsing noodig zijn, zoo hebben wij de waarde van $\varphi(x)$ voor den nieuwen afstand der deeltjes; met andere woorden wij kennen dan den afstand [de ordinaat], van de punten der kromme lijn, vlak boven of onder de nieuwe plaats van het deeltje gelegen, tot de lijn OX . Konden wij voor alle afstanden der deeltjes die krachten opteekenen, zoo kenden wij al de afstanden van de verschillende punten van de kromme lijn tot OX , en dus de kromme lijn zelve.

Daar verder door de kromme lijn de constanten C , D , E enz. bepaald zijn, gelijk wederkeerig de vorm der kromme lijn van deze constanten afhangt, zoo zouden wij in het gestelde geval, onze vergelijking kennen.

§ 21. Hadden wij voor elk ligchaam zoo de kromme lijn en de constanten gevonden, zoo zouden wij alle vraagstukken van veerkracht, cohaesie, enz. kunnen oplossen, maar het is er nog ver van daan. De waarnemingen ontbreken. Wertheim heeft, Pogg Erg, Band II, waarnemingen omtrent de elasticiteit bekend gemaakt. Daaruit kennen wij voor al die lichamen, die hij onderzocht, den vorm der kromme lijn in de nabijheid van het punt r. Voor lood is de vorm in figuur 2 voorgesteld, voor goud in fig. 3, want voor lood is voor eene dubbele verplaatsing eene meer dan dubbele kracht, die hier door r_1 r_1' aangegeven wordt (Verg. § 20) noodig, voor goud eene minder dan dubbele kracht, en zoo voor andere lichamen.

§ 22. Op vloeistoffen zijn nog geene waarnemingen gedaan, die goed genoeg zijn, om er de kromme lijn naar te willen bepalen. Men verg. Oersted Pogg. IX, Colladon en Sturm, Pogg. XII, Perkins Gilb. Ann. LXXII. Aimé Ann. de Ch. et de Phys. 1843. S. 217. Ik durf er althans niet anders uit opmaken, dan dat de vorm voor alle vloeistoffen is, gelijk fig. 4 doet zien, daar de drukkende kracht voor allen sneller vermeerdert dan de toenadering der deeltjes bedraagt.

Aan de andere zijde van t, dus voor uittrekking, kan men in het geheel geen vorm aangeven, omdat men niet weten kan welke digtheid de aan een adheesie plaatje hangende vloeistof heeft voor de verschillende gewigten, die er aanhangen. Men weet daar alleen de grootste waarde die $\varphi(x)$ onder de lijn O X bereikt, of t_2 t_2' zonder te kunnen bepalen, hoever t_2 van

t of van O af ligt. Men weet dus alleen, dat $\frac{d. \varphi x}{dx}$
 $= 0$, $\frac{d^2 \varphi x}{dx^2} > 0$ is voor de gemeten waarde van $\varphi(x)$
 en dan eerst als men de kromme kende, zoude men
 de waarde van x , dat is den afstand der deeltjes, Ot_2 ,
 er uit kunnen vinden.

§ 23. Voor gazzen kent men den vorm der kromme,
 sedert de waarnemingen van Regnault en Magnus,
 Vergl. § 10. Wanneer de gestreepte kromme lijn den
 vorm der kromme bij v uitdrukt (fig. 5), in de veronderstel-
 ling dat de wet van Boyle strikt waar ware, zoo drukt
 de onderste getittelde lijn den waren vorm der kromme
 voor alle gazzen met gedurige afwijkingen uit, uitge-
 zonderd voor waterstofgaz, aan hetwelk de vorm toebe-
 hoort, dien de bovenste getittelde lijn aanduidt. Reg-
 nault noemt het daarom een meer dan volmaakt gaz,
 omdat hoe meer het zamengeperst is, des te meer kracht
 noodig is, om het nog meer zamen te drukken. Het
 spreekt van zelf, dat alle deze schetsen naar juiste cy-
 fers moeten geteekend zijn, hetgeen ook kan, als slechts
 de waarnemingen goed zijn.

§ 24. Stellen wij, dat voor een gaz de afstand der
 deeltjes zoodanig was (Vergl. § 6 en 23), dat zij zich
 werkelijk in evenwigt op zich zelve bevonden, dan
 zoude er kracht toe noodig zijn, om ze nog verder van
 elkander, om dus een deeltje voorbij v te voeren. Tot
 op den afstand Ov_1 , kennen wij de wet van die kracht
 niet, maar voorbij v_1 weten wij, dat die kracht omge-
 keerd evenredig is aan de tweede magten der afstanden:

het is toch de kracht, volgens welke de hemelligchamen bewogen worden. Elk deeltje van het eene hemelligchaam moet verder dan Ov_1 van elk deeltje van het andere zijn, zal die wet zuiver waar zijn. Misschien zullen zeer naauwkeurige waarnemingen ons nog wel storingen doen ontdekken, bijv. eene ongelijkheid in de beweging van de maan, [niet waarschijnlijk], of in den val der lichamen op onze aarde, die van andere termen onzer $\varphi(x)$ afhangen dan van den term $\frac{C}{x^2}$.

§ 25. Een ligchaam verandert van aggregatie-toestand als de evenwichts-afstand zijner deeltjes zoodanig veranderd wordt, dat zij weder in stabiel evenwigt zijn gekomen; als dus een deeltje van v naar t gevoerd wordt, is het gazvormige vloeibaar geworden. Dit zal nu gebeuren, als men eene kracht aanwendt grooter dan het maximum van $\varphi(x)$ tusschen v en t (zie § 16). Zijn de deeltjes eenmaal op dien afstand gebracht waarvoor waarvoor $\frac{d\varphi x}{dx}$ weder nul maar $\frac{d^2\varphi x}{dx^2}$ nu < 0 is, zoo is telkens minder kracht noodig, daar nu $\varphi(x)$ voor kleinere afstanden kleiner wordt. Eindelijk komt het deeltje in u aan, en zoude daar in evenwigt kunnen blijven, zonder dat eenige kracht aangewend werd; de geringste kracht is dus voldoende hetzelfde verder te voeren, als het echter eens, ook slechts even, voorbij [aan deze zijde van] u is, zoo plaatst het zich van zelf in den afstand t in evenwigt, en is vloeibaar geworden.

§ 26. Van den vloeibaren staat is nog geen ligchaam door drukken vast gemaakt, hetgeen naar onze voor-

stelling moest kunnen gebeuren. Maar men heeft misschien niet sterk genoeg gedrukt, en men weet, dat men door drukking althans vaste lichamen kan beletten gazvormig te worden in omstandigheden, waaronder zij zeker gazvormig zouden geworden zijn, als niet de druk het verhinderd had. Tusschen beletten om gazvormig te worden en het terugbrengen van een gazvormig ligchaam tot den vasten toestand is slechts ééne schrede. Overigens doet dit dan toch de warmte; wij zullen later zien, hoe wij ons die werking hebben voor te stellen.

ONDERLINGE WERKING VAN ONGELIJKSOORTIGE DEELTJES.

§ 27. Als de deeltjes van een ligchaam niet in vorm en grootte gelijk zijn aan de deeltjes van het andere ligchaam, zoo noemen wij die deeltjes en die lichamen ongelijksoortig met elkander § 3. [Zij behooren dan tot verschillende stoffen]. Vooreerst is $\varphi(x)$ op denzelfden afstand grooter voor het eene deeltje dan voor het andere evenredig aan de massa; ten anderen is, gelijk in de mechanica bewezen wordt, de vorm der functie voor deeltjes van verschillende vorm eene andere. Voor het eene ligchaam Chlorium bijv. is

$$m \varphi(x) = m \left\{ \frac{C}{x^2} + \frac{D}{x^3} + \frac{E}{x^4} + \frac{F}{x^5} + \frac{G}{x^6} + \frac{H}{x^7} + \frac{I}{x^8} \right\}$$

voor Sodium

$$m' \varphi'(x) = m' \left\{ \frac{C'}{x^2} + \frac{D'}{x^3} + \frac{E'}{x^4} + \frac{F'}{x^5} + \frac{G'}{x^6} + \frac{H'}{x^7} + \frac{I'}{x^8} \right\}$$

als m de massa van het Chlorium deeltje is en m' die van het Sodium-deeltje.

§ 28. Als twee Chlorium deeltjes op elkander werken, is, daar ieder even eens werkt, de gezamenlijke werking

$$m^2 \varphi(x) = m^2 \left\{ \frac{C}{x^2} + \frac{D}{x^3} + \frac{E}{x^4} + \frac{F}{x^5} + \frac{G}{x^6} + \frac{H}{x^7} + \dots \right\}$$

als twee sodium deeltjes op elkander werken is zij

$$m'^2 \varphi'(x) = m'^2 \left\{ \frac{C'}{x^2} + \frac{D'}{x^3} + \frac{E'}{x^4} + \frac{F'}{x^5} + \frac{G'}{x^6} + \frac{H'}{x^7} + \dots \right\}$$

das in beide gevallen o als $\varphi(x)$ of $\varphi'(x)$ nul is (verg. § 5); als een Chlorium-deeltje op een Sodium-

deeltje werkt, is zij $m m' \psi(x) = m m' \left(\frac{\Gamma}{x^2} + \frac{\Delta}{x^3} + \dots + \frac{I}{x^8} \right)$

een Chlorsodium-deeltje zal op een ander Chlorsodium-deeltje werken met de kracht:

$$(m + m') \varphi''(x) = (m + m') \left\{ \frac{C''}{x^2} + \frac{D''}{x^3} + \dots + \frac{I''}{x^8} \right\}$$

In het algemeen zal dus de evenwichtsafstand van deze twee ongelijksoortige deeltjes, en van de zamengestelde deeltjes een andere zijn dan die van ieder stelsel van gelijksoortige enkelvoudige deeltjes, omdat de laatste functien voor andere waarden van x nul worden dan ieder der twee eerste functien.

§ 29. Het is duidelijk, dat men hier de constanten zoude kennen, als men de C en C' , de D en D' de Γ , D'' , E'' enz. kende. De laatste functie laat even zeer vier stabile en vier labile evenwichtoestanden toe (behoudens § 18), als de twee eerste functien. Het zijn evenwichtoestanden, die met verschillende graden van scheikundige vereeniging overeenkomen, bijv. adhaesie, oplossing, en de eigenlijke scheikundige verbinding. Alles is analoog met hetgeen in de voorafgaande paragrafen behandeld is.

§ 30. Op groote afstanden gaat volgens de mechanica de invloed van den vorm verloren; twee ellipsoïden trekken elkander, in welken stand zij ook staan, juist zoo aan als twee bollen van gelijke zwaarte, mits zij oneindig verwijderd zijn. Dus ook trekken ongelijksoortige deeltjes elkander juist volgens dezelfde functie aan als gelijksoortige, als zij zeer ver van elkander zijn.

De constante der zwaartekracht is voor alle lichamen dezelfde. Maar zoolang die afstanden niet groot genoeg zijn, is de vorm der deeltjes nog van invloed, en het is welligt daaraan toe te schrijven, dat Bailij (Memoirs of the Astronomical Society, Vol. VI) de digtheid der aarde eenigzins verschillend gevonden heeft uit waarnemingen met verschillende lichamen.

§ 31. Bij gazzen kan de invloed van den vorm reeds niet aanmerkelijk meer zijn; dus bijna alleen, omdat de deeltjes der verschillende gazzen ongelijk zwaar zijn, werken de ongelijksoortige deeltjes anders op elkander dan de gelijksoortige. Daar echter op die afstanden de afstootende krachten het overwigt hebben, kunnen twee gazzen niet anders in evenwigt zijn met de drukking van buiten, dan wanneer zij gelijkmatig in eene ruimte verspreid zijn. Alleen de zwaartekracht der aarde kan het zwaardere gaz beneden iets digter doen wezen. Ieder gaz is voor zich zelf onder de drukking, die een gevolg is van de werking zijner eigene deeltjes.

§ 32. De wet van diffusie der gazzen door naauwe openingen, is een gevolg van de wet der mechanica, dat een gaz zich door eene opening beweegt met eene

snelheid omgekeerd evenredig aan den wortel uit zijne digtheid. Zij komen elkander in die openingen tegen, en passeren elkander zonder elkander te hinderen.

Echter kunnen de openingen van dien aard zijn, dat sommige gazzen er niet door kunnen, zoo als bijv. koolstofzuur door eene drooge blaas; dan heeft ook geene diffusie plaats.

§ 33. De werking van vloeistoffen op vloeistoffen, is zichtbaar, waar de scheidings-oppervlakte tusschen twee in een molglas zich bevindende vloeistoffen, eene andere is, dan zij zoude zijn als niet de lichtere vloeistof, maar de lucht, aan de zwaardere grensde. De theorie der Capillariteit verklaart deze verschijnselen uit geheel met de onze overeenstemmende beginselen, maar die niet zoo bepaald zijn aangegeven. Er zijn nog geene numerische waarden gevonden, en dus hebben wij er niets aan. De verschijnselen van de force épipolique van Dutrochet en van endosmose behooren gedeeltelijk hier, gedeeltelijk in de 35e paragraaph; de laatste gedeeltelijk bij de oplossing waar wij er iets over zullen zeggen. Olie over water.

§ 34. Adhaesie-verschijnselen tusschen vochten en gazzen zijn niet uitgemaakt, althans zijn geene metingen daarvoor, of men moest hiertoe de oplossing der gazzen in vloeistoffen rekenen, maar dan behoort dit later behandeld te worden.

§ 35. Vaste lichamen en vloeistoffen brengen bij derzelve onderlinge werking vele verschijnselen te weeg. Het aankleven van vocht op de oppervlakte van een

vast lichaam en het uitbreiden van een druppel over deszelfs oppervlakte. Voorts suspensie, de weerstand die eene vloeistof in eene nauwe buis ondervindt. (Verg. § 33). Geen enkel verschijnsel heeft zich nog onder getallen laten brengen, zoo is bijv. bij buizen wel de vertraging bepaald, die zij aan de doorstroomende vloeistof doen ondergaan, maar nog is niet uitgemaakt, wat daarvan aan de werking der wanden op de vloeistof toe te schrijven is.

§ 36. Het is te verwachten dat de werking van vaste lichamen op gazzen het meest merkbaar zal zijn. Men brengt dan toch twee lichamen bij elkander, welker deeltjes in geheel verschillende evenwigtstoestanden zijn. Beider evenwigtstoestand moet gestoord worden, beider deeltjes moeten om dien evenwigtstoestand gaan trillen.

§ 37. Daar de gaz-deeltjes slechts door een term van de derde magt geregeerd worden, de vaste deeltjes door hoogere magten (Verg. § 10 en 13), zoo zal de amplitude van de trillingen der gaz-deeltjes daarom en om de mindere intensiteit van de kracht grooter zijn.

Als eenmaal een deeltje over den labilen evenwigtstoestand u heen geslingerd is, zal het oogenblikkelijk tot t overgaan, en zich als vloeistof op het vaste lichaam in een dun laagje afzetten. Dit moet zoo lang duren tot het laagje vloeistof eene dikte verkregen heeft, die groot genoeg is om de werking van het vaste lichaam op de gazdeeltjes te verminderen. De gazzen worden dus in het algemeen niet slechts eenigzins rondom vaste lichamen verdigt om atmospheeren te vor-

men, maar zij worden ook gecondenseerd. Het onderscheid van eene surface neuve en eene, die lang aan de lucht blootgesteld is geweest, platina, glas, mica, de dunne oxydhuidjes der metalen, geven voorbeelden.

§ 38. Wat hier zichtbaar was, is voor alle lichamen waar, en zullen wij als eene wet opstellen.

„Als twee ongelijkssoortige lichamen, dat is twee stelsels van deeltjes, die in het eene stelsel anders zijn, wat vorm en grootte aangaat, dan in het andere stelsel, in elkanders onmiddellijke nabijheid komen, hetgeen wij aanraking noemen, zoo wordt in beide stelsels het evenwigt noodzakelijk verbroken; beider deeltjes beginnen om hunnen evenwigtstoestand slingeren te beschrijven; die trillingen worden voortgeplant zoo ver de lichamen strekken, en verder aan andere lichamen medegedeeld.”

§ 39. Vaste lichamen op vaste lichamen werkende, kunnen zoozeer te zamen hangen, dat zij op andere dan de aanhechtingsplaatsen breken. Twee stukken ijs, lood, versch gesmolten goud, dat nog geen dun huidje aangedaan heeft, geslepen spiegeloppervlakten, enz. Men heeft regt hier aan te merken, dat dit cohaesie-verschijnselen zijn, in de beteekenis, die wij er aan geven, maar men heeft het altijd adhaesie genoemd. Het was hier eene geschikte plaats om het vooroordeel te bestrijden, als of geheel andere krachten werkten tusschen de deeltjes, zoo lang zij, tot een zelfde ligchaam behooren en nadat zij gescheiden zijn. Het zijn de toestanden die verschillen, niet de krachten.

Betere voorbeelden zijn dan; het lijmen van hout en allerhande ligchamen door een derde, dus ook soldeeren; dan zijn het vaste ongelijksoortige deeltjes, die zich even sterk tegen eene scheiding verzetten.

Belangrijk zijn de proeven van Prechtl, Pogg. XV. 223. Hij komt door dezelve tot dezelfde gevolgtrekking, p. 227, die wij uit de vorige paragraaph, als wij consequent willen zijn, moeten en zullen maken.

ONTSTAAN VAN VERBINDINGEN VAN ONGELIJKSOORTIGE DEELTJES.

Algemeene Opmerkingen en Invloed der Omstandigheden.

§ 40. Wij onderscheiden verbinding en werking der ongelijksoortige deeltjes, in zoover de in de vorige § § 27-39 behandelde verschijnselen slechts aan de oppervlakte plaats grijpen, de nu volgende § § daarentegen de veranderingen behandelen, die tot in het binnenste van ieder der twee ligchamen doordringen.

In het vorige bleven de twee stelsels van deeltjes ieder ongeschonden, zoo al niet ongestoord, slechts aan de grenzen der beide stelsels, vond de formule van § 28 hare toepassing; in het volgende doordringen beide stelsels elkander, zoodat ieder deeltje van het een stelsel, met ieder of meer deeltjes van het andere, eene vereeniging aangaat, en die zoo vereenigde deeltjes nu een nieuw stelsel vormen.

§ 41. Men heeft oorspronkelijk twee stoffen, die zich met elkander verbinden, daarom verwant genoemd, omdat men ze als bevriend aanmerkte, en men veronderstelt dat vooral onder verwanten vriendschap heerscht. „Ea demum firma est amicitia, quam similitudo morum conjugavit.“ Later heeft men gezien, dat twee zoodanige ligchamen integendeel weinig met elkander gemeen hadden, dus niet verwant waren in den gezegden zin. Zoo heeft verwantschap de beteekenis verkregen van neiging om zich met iets te verbinden, ofschoon deze neiging tusschen waarlijk verwante stoffen doorgaans klein is.

§ 42. De scheikundige verbinding in den zin van § 40 kan nu lossen of vaster zijn; men onderscheidt voornamelijk twee graden, naar mate het nieuw ontstaande ligchaam nog de eigenschappen der beide stoffen waaruit het gevormd is, [meer of min] bewaard heeft: de oplossingen dus en de eigenlijk gezegde scheikundige verbindingen. De eerste zal dan in onbepaalde verhoudingen worden aangegaan, in de andere zullen de wederzijdsche hoeveelheden vast bepaald zijn. Wij zullen later gelegenheid hebben om optemerken met welk regt men dit stelt, en in deze afdeeling beide soorten van verbinding in het algemeen beschouwen, alsmede den algemeenen invloed der omstandigheden op het tot stand komen derzelve.

§ 43. De eerste soort der verbindingen worden door sommigen niet als scheikundige verbindingen aangezien. Mitscherlich leidt dezelve van eene zekere adhaesie

af, Berzelius van eene gewijzigde verwantschap en Dumas spreekt van eene oplossingskracht, die midden tusschen de Cohesie en Affiniteit staat. Terwijl door de eerste homogene deeltjes, door de laatste zeer tegen-gestelde deeltjes vereenigd worden, vereenigt de oplossingskracht voornamelijk overeenkomstige stoffen: metalen met metalen, zuren, alcaliën en zouten met water, harzen en vetten met Alcohol en Aether. Naar de voorstelling in het vorige vervat, zijn zij waarlijk scheikundige verbindingen, maar te vergelijken met den vloeibaren toestand der ligchamen. Ligchamen in oplossing hebben wel degelijk hunne deeltjes in evenwigt met deeltjes van het oplossingsmiddel, maar nog niet in den naasten evenwigtsafstand. Ware dit het geval dan ware de scheikundige verbinding der tweede soort tot stand gekomen.

§ 44. Bij twee vaste ligchamen is de in § 38 vermelde omstandigheid slechts zelden genoegzaam om eene scheikundige verbinding te doen plaats grijpen. Bij onderlinge aanraking van deze gebeurt het niet, dat de deeltjes van ieder stelsel uit hinnen evenwigtstoestand uitslingeren en eenen nieuwen evenwigtsafstand opzoeken met deeltjes van het andere stelsel. Slechts als men de cohesie vermindert door de atomen van ieder dier ligchamen op zich zelve aan elkanders werking bloot te stellen, wordt de scheikundige vereeniging tot stand gebracht. Zoo ontstaat vereeniging van fijn gewreven zwavel met koper, wanneer men dit uit koper-oxyde door reductie met hydrogenium daargesteld heeft.

§ 45. Is de eene stof vloeibaar, zoo zijn er reeds meer gevallen, waarin de scheikundige vereeniging zonder bijkomende gunstige omstandigheden, dus volgens § 38 alleen tot stand komt. Phosphorus ontvlamt oogenblikkelijk in bromium. Met ondersteuning van warmte vereenigen zich ook lood en gesmolten zwavel, met behulp van wrijving ook kwik en zwavel. De minder innige vereeniging (de oplossing) geschiedt bij aanraking van vaste en vloeibare lichamen in zeer vele gevallen.

§ 46. Brengt men vaste en gazvormige lichamen te zamen, zoo zijn zeker de deeltjes van het laatste uiterst beweegelijk, maar toch niet die van het eerste. Langzaam ontstaat de vereeniging veelvuldig. Zoo wordt een lood-oxyde-huidje, een laagje zinkoxyd op lood en zink langzaam gevormd. Stelden wy kalium, natrium en de metalen der aarden aan oxygenium bloot, zij zouden zonder warmte langzamer, met warmte plotseling zich vereenigen: zoo ook als zij met zwavel, jodium, bromium, chlorium-gaz worden in aanraking gebragt. Zelfs antimonium als het fijn verdeeld is ontvlamt in chlorium, en indien men de reductie als hulpmiddel tot eene hoogst fijne verdeling aanwendt (verg. § 44), zoo verbranden ook onmiddellijk ijzer en lood in zuurstof. (Magnus.) Even zoo phosphorus die, door opgelost te zijn in sulphidum carbonii, fijn verdeeld is, en nu op vloeipapier na de verdamping van de stof fijn achtergelaten weldra aan de lucht vlam vat.

§ 47. Van de onmiddellijke vereeniging van twee vloeistoffen zijn moeilijker voorbeelden bij te brengen,

daar er zoo weinig enkelvoudige vloeistoffen zijn in de gewone temperatuur. Bromium en kwikzilver zouden niet nalaten eene innige vereeniging aan te gaan. Onderzoekt men in dit opzigt zamengestelde vloeistoffen, zoo is of de werking meer ingewikkeld, zoo dat zij pas later kan behandeld worden, of het is geene innige vereeniging die tot stand komt, maar slechts eene onderlinge oplossing.

§ 48. Vloeibare lichamen met gazvormige verbinden zich ook, het zij tot meer innige verbinding, hetzij tot oplossing. Ter naauwernood behoort die laatste werking hier, daar, zoo als wij zien zullen, de hoeveelheid die opgelost wordt slechts voor een gedeelte afhangt van den aard der vloeistof, waarin de oplossing zal geschieden. Tot de eerste soort behoort het opgenomen worden van ammonia en zoutzuur door water.

§ 49. Gazzen vereenigen zich ook soms plotseling met gazzen. Daarsbij de diffusie der gazzen ook de stelsels der verschillende gazdeeltjes elkander doordringen en een nieuw stelsel vormen, waarin nu heterogene deeltjes naast elkander aangetroffen worden, zoo zoude men kunnen meenen, dat de diffusie hier en niet § 31 te huis behoort. Het zoude ook zoo zijn, indien dat doordringen toegeschreven moest worden aan de onderlinge aantrekking der heterogene deeltjes in plaats van, zoo als wij aantoonde, een gevolg te zijn van de afstooting der homogene deeltjes.

Innige verbindingen komen soms langzaam soms plotseling tot stand onder de begunstigende invloeden, die in de volgende §§ vermeld worden. Hydrogenium met

oxygenium, hydrogenium met chlorium en onder de zamengestelde zoutzuur met ammonia.

§ 50. In het vorige is meermalen de invloed van licht en warmte genoemd. Als wij ons voorstellen, wat in § 37 gezegd is, kan het niet vreemd zijn, dat lichamen zich eerder met elkander verbinden als hunne deeltjes sterker in trilling gebragt worden, en dat geschiedt door licht en warmte. Deze zoogenaamde imponderabiliën zijn toestanden der lichamen en wel toestanden van trilling. Tegelijk zal een deeltje over eenen labilen evenwichts-toestand gevoerd worden naarmate het sterker trilt, te eerder zal het zoo zeer van nabij een heterogeen deeltje naderen, dat het voortaan om den naasten evenwichts-stand daarmede zal slingeren, en dus eene scheikundige verbinding daarstellen.

§ 51. De zoogenaamde chemische stralen van het spectrum zijn trillingen van den aether, die een ander timbre hebben dan de lichttrillingen, even gelijk de warmte-trillingen in timbre van deze verschillen. Zij zijn ongelijk door het spectrum verdeeld en schijnen over het algemeen ook een weinig meer breekbaar te zijn dan de lichtstralen, terwijl de warmte-stralen wat minder breekbaarheid hebben. Daardoor vertoonen zij zich aan ons meer opgehoopt aan het violette einde des spectrums. Het onderscheid, dat er zal bestaan tusschen exiterende en continuerende stralen, kan wel alleen in de verschillende amplitude der slingeringen gelegen zijn. Misschien vindt men ook nog andere soorten van stralen, trillingen van nog een ander timbre.

§ 52. Elektriciteit is ook geen stof, want dan konde zij zich niet zoo snel voortbewegen; zij is ook geen kracht, want krachten aan eene stof te kunnen geven en ontnemen, opwekken en verdooven is geen begrip, dat toegelaten kan worden. Hare verschijnselen zijn aan eenen toestand te danken en wel weder aan eenen trillingstoestand. Dit wordt waarschijnlijk door het verband dat tusschen licht, warmte en electriciteit bestaat, volgens hetwelk zij elkander wederkeerig en in vast bepaalde hoeveelheden opwekken. In den aether kunnen geene transversale trillingen opgewekt worden, waarvoor wij licht en warmte erkennen zonder dat tevens longitudinale ontstaan, die zich in den vrijen aether met eene snelheid moeten voortplanten welke in reden $\sqrt{2:1}$ die overtreft, waarmede eene opgewekte lichttrilling zich voortbeweegt. Electriciteit beweegt zich naar Wheatstone nagenoeg $1\frac{1}{2}$ zoo snel door eenen koperdraad als de snelheid van het licht is, en wij houden alzoo de longitudinale trillingen van den lichtaether, die tot nu toe geene beteekenis verkregen hebben, voor electriciteit.

§ 53. Alle deze trillingen bevorderen, gelijk wij ligt zien, het overspringen der deeltjes over eenen labilen evenwichtsafstand, geven daardoor dikwijls aanleiding, gelegenheid, tot het vormen van eene, hetzij dan meer of minder vaste scheikundige vereeniging; maar, wat men niet vergeten moet, even dikwerf tot het ontbinden derzelve. Zoo is bijv. bij osmium de vorm der kromme, die werking tusschen osmium en zuurstof voorstelt, nagenoeg die van fig. 6.

Tot een deeltje osmium in Os geplaatst, wordt gedurig bij vermeerderende warmte een deeltje zuurstof Z gevoegd, daar Os en Z zoo trillen, dat de deeltjes elkander tot op minderen afstand dan Os en q naderen. In dat geval wordt Z over den labilen evenwichts-stand in q heengevoerd, en zal om het punt p gaan slingeren en alzoo met Os vereenigd blijven, tot dat de halve amplitude der slingeringen bij nog meer toenemende warmte grooter wordt dan $p - q$; in dat geval zal zich Z zoo ver regs van p verwijderen in zijne grootste uitwijking, dat het voorbij q komt. Vandaar kan het niet worden teruggebracht, gelijk wij weten. Al kwamen dus ook alle andere deeltjes even binnen den afstand Os q, zij zullen dadelijk weder weggeslingerd worden, en osmium blijft als gereduceerd metaal achter.

§ 54. Er zijn vele voorbeelden waarin door verhoogde warmte, scheikundige ontleding wordt te voorschijn gebracht, gelijk het uit de gegeven voorstelling volgt, dat het geval zijn moet. Ik twijfel er niet aan of alle metaal-oxyden, in geval zij niet onder die temperatuur vlugtig zijn, zullen door steeds verhoogde warmte moeten kunnen gereduceerd worden.

Op dezelfde wijze moet het uiteenspatten van gouden en zilveren draden verklaard worden wanneer men eenen sterken elektrischen slag door zoodanigen draad laat gaan. Zoo ook het overspringen van metaal, of kooldeeltjes van de positieve elektrode op de negative [en omgekeerd], bij sterke galvanische batterijen en bij het trekken van vonken. Dan worden de deeltjes uit den

vasten evenwigtstoestand plotseling weggevoerd even als in § 52 uit den scheikundigen.

Zwakkere elektriciteit brengt ook veelvuldig scheikundige werking te weeg, het zij verbinding of outleding.

§ 55. Men zegt, dat eene verbinding door katalijse tot stand komt, als een derde ligchaam bij twee andere gebragt wordt en zonder zelf *iets* te ondervinden oorzaak is van de vereeniging idier beiden. Zoo zal platina katalytisch zuurstof en waterstof vereenigen, zwavelzuur Alcohol in aether en water scheiden, zoo behooren hier de waarnemingen van Milon en Reizet Pham. Ctbl. 1843. S. 525. Döbereiner Pogg Ann L XIV. 94 etc. De eersten vonden dat platina spons of ook puimsteen, als zij met organische zuren verhit werden, deze op lagere temperaturen dan anders deden ontleed worden. Men bedenke, dat men iets onmogelijks vordert en ten hoogste kan stellen dat het katalijserende ligchaam geene *scheikundige werking* ondervindt, hetwelk ook nog slechts in sommige gevallen waar zal zijn, want bijv. zwavelzuur wordt dan toch slapper, dat is verbindt zich met water. Overigens zoeke men de verklaring uit § 38. Men denke aan het exploderen van O_2N_2 enz.

§ 56. Ook het molecule en mouvement van Liebig, dat vruchtbare beginsel, moet met behulp van § 38 verstaan worden. Als eenmaal gisting of rotting in een klein gedeelte van eene massa heeft plaats gegrepen, zoo gaat die werking voort over de geselede massa. Het is zeer ligt te zien, dat dit dikwijls het geval zal zijn, want elke trilling van het kleinste deeltje wordt voort-

geplant, en kan dus op elk deeltje der massa hetzelfde te weeg brengen, wat er in het eerste deeltje door veroorzaakt werd, als slechts door die werking de verzwakking wordt te gemoet gekomen en verhinderd, die anders ten gevolge der uitbreiding over eene groote massa zoude moeten ontstaan. Zoo valsch als het spreekwoord is „eene kleine oorzaak bregt soms groote uitwerkselen te weeg,” zoo waar is het, dat eene kleine omstandigheid, eene trilling, niet verloren gaat maar op alle deeltjes van eene ook nog zoo groote massa hetzelfde te weeg brengt als op een der deeltjes, slechts zwakker.

§ 57. De status nascens, welke men in de scheikunde telkens als omstandigheid inroept, moet krachtig werken. Een deeltje zuurstof uit verhitten bruinsteen ontwikkeld, of uit bruinsteen met zwavelzuur geboren, dus naar § 53 losgeschoten, zal veel ligter dan een ander deeltje zuurstof, dat niet in zoodanige beweging is, aan het H^2Cl^2 of zoutzuur het hydrogenium ontrooven, want het zal binnen den labilen scheikundigen evenwigtstoestand met H komen, en dus daarmede scheikundig worden vereenigd, even als men van eenen met ijs bekleedden heuveltop in het dal afglijdende wel ook op en over den volgenden gladden heuvel zal geraken, wanneer die onmiddellijk aangrenst, maar niet als die nog verwijderd is, en men dus zijne snelheid verloren heeft. Het hangt af van de hoogte en vorm maar ook van den afstand der heuvels; zoo ook bij de deeltjes.

Een goed voorbeeld heeft men ook in de vorming van aqua oxygenata door oxygenium in statu nascente.

Oplossing en andere scheikundige verbindingen van minderen graad.

§ 58. Als wij een vast ligchaam in eene vloeistof brengen, verdeelt het zich zeer dikwijls geheel door deze; overal zijn deeltjes van hetzelfde aanwezig. De vloeistof-deeltjes, deeltjes van het menstruum of oplossings-middel, en de vaste deeltjes, deeltjes van het solvendum, stellen zich onderling in een scheikundig evenwigt.

Is een ligchaam niet oplosbaar in zekere vloeistof, zoo blijkt daaruit, dat de kromme $\Psi(x) = \frac{m C + \Sigma m' C'}{x^2} + \frac{m D + \Sigma m' D'}{x^3} + \frac{m E + \Sigma m' E'}{x^4}$ enz. geen met dien toestand overeenkomenden evenwigts-afseand heeft. Analytisch drukken wij dit uit, door te zeggen, dat de vergelijking een paar imaginaire wortels heeft, in plaats van twee reële.

§ 59. De waarneming leert, dat van eene stof slechts eene bepaalde hoeveelheid in een menstruum opgenomen wordt, dat dus de verhouding van m tot $\Sigma m'$ bepaald is. Als die verhouding zoo groot mogelijk is, aldus zoo veel mogelijk van die stof is opgenomen, zegt men dat de oplossing verzadigd is. Dit is algemeen waar, die verhouding echter is nog bijna niet voor de verschillende stoffen bepaald.

§ 60. Alleen heeft Büchner op het voetspoor van Lassaigne, van de zoogenaamde onoplosbare stoffen,

de verhouding naauwkeurig onderzocht en aangegeven een hoeveelste dier stoffen nog aan het oog zoude kunnen ontsnappen, door in de vloeistof te blijven hangen, hetgeen van groot praktisch nut kan zijn maar niet van theoretisch, daar het bezwaarlijk te denken is, dat bijv. 1 deeltje Zwavellood met 12.000.000 deelen water in verbinding zal zijn. Dit is hangen blijven, naar mij toeschijnt, en komt overeen met suspensie § 35, behalve dat in de suspensie eene verzameling van atomen, hier ieder atom voor zich hangen blijft. Het is evenwel dan onmogelijk de grenzen te trekken tusschen hangen blijven en opgelost zijn.

§ 61. Onder den invloed der warmte wordt de verhouding van het opgeloste tot het oplossende veranderd. Duidelijk is het, dat in warmte eene stof gemakkelijker wordt opgenomen, maar de waarnemingen leeren ook, dat meestal bij eene hoogere warmte meer wordt opgelost. Slechts zijn nog de bepalingen gedaan voor acht zouten: Handw. v. Leibig en Poggend Voce Auflösung. Men tracht de oplosbaarheid voor te stellen door $H = a + bt + ct^2$ waarin t het aantal graden beteekent en a, b, c , uit de waarnemingen moeten bepaald worden.

§ 62. Sommige stoffen trekken uit de lucht vochtigheid aan; zij vervloeijen. Dit geschiedt overeenkomstig § 37. Er komt hier evenwel nog vervolgens de scheikundige werking op het water bij, meer en meer water komt met de stof in aanraking plaatst zich in scheikundigen evenwichts-afstand met de stof, en vormt zoo lang-

zamerhand eene oplossing. Het is aanvankelijk bijna of het water in het zout opgenomen wordt. Werkelijk heeft in het begin hetzelfde plaats wat bij de oude hygrometers, bij het zwellen van hout onder water, in vochtige lucht enz., plaats grijpt, dat er namelijk losse scheikundige werkingen, zie § 58, uitgeoefend worden; maar weldra gaan in ons geval de zoutdeeltjes hunnen vasten evenwichts-toestand verlaten en gaat de werking in verbinding over.

§ 63. Men kan niet aannemen, dat, wanneer men bij eene niet verzadigde oplossing nog wat van dezelfde stof voegt en die opgenomen wordt, dan ook telkens andere verbindingen tusschen die stof en het menstruum worden aangegaan. Als een weinig suiker in water opgelost is, zoo zijn die suikerdeeltjes niet met alle de waterdeeltjes verbonden (§ 60), maar met een zeker aantal en elk dier groepen suiker- en waterdeeltjes, die een suikerwaterdeeltje uitmaken, zijn opgenomen in de grootere hoeveelheid water. Worden er nu nog eenige suikerdeeltjes toegevoegd, zoo vormen die met de overschietende hoeveelheid water, nieuwe dergelijke groepen. Eene ten deele verzadigde oplossing bevat waarschijnlijk eene of meer scheikundige verbindingen, als het ware oplossingen in eene oplossing, daar men anders eene menigte van evenwichtsstanden zoude moeten aannemen.

§ 64. Ofschoon wij geen oneindig getal der zulken toelaten, moet toch toegestemd worden, dat er meerdere verbindingen tusschen het solutum en menstruum-deeltjes bestaan, waarvan de eene meer, de andere minder

van die deeltjes met een deeltje der opgeloste stof verenigd, bevat. Daar nu de warmtetrillingen aanleiding geven tot het aangaan van andere verbindingen § 53, zoo laat zich de veranderlijke verhouding in den verzadigingstoestand op verschillende temperaturen verklaren. Er worden meer innige verbindingen of meer van de innige verbinding gevormd, die minder menstruumdeeltjes bevat; er blijven dus meer menstruumdeeltjes over, die weder met nieuwe deeltjes verbindingen kunnen aangaan. Sulphas sodae geeft bij 36°, op welke temperatuur de grootste hoeveelheid opgelost is, water-vrije krijstallen, waarvan denkelijk op hoogere temperaturen nog grootere hoeveelheid gevormd wordt; op lagere temperaturen daarentegen krystallen, die zeer veel water houden.

§ 65. Niet gemakkelijk is het te verklaren, hoe sulphas sodae, kalk en eenige zouten van kalk in hoogere temperatuur minder oplosbaar zijn. Slechts in het algemeen kan men zich § 53 herinneren, volgens welke de vaste deeltjes uit den evenwigtstoestand met de vloeibare worden uitgeslingerd en dus noodzakelijk vallen. Het tegenovergesteld verschijnsel, dat in den regel zich vertoont, is natuurlijker. Bij bekoeling der vloeistoffen komen de groepen van § 63 wegens het inkrimpen der vloeistof digter bij elkander, dus ook een vast deeltje van de eene groep digter bij het vast deeltje van de andere groep. Zij naderen elkander nu ligt tot op eenen geringeren afstand dan de labile evenwigts-afstand is, voegen zich dus bij elkander en dat wel soms op zich zelve, terwijl ook soms de geheele groepen zich met

elkander verbinden; in het laatste geval krystalliseert een water- of liever vloeistof-houdend zout, in het andere geval het zuivere zout.

§ 66. Hetzelfde heeft plaats als door verdamping de hoeveelheid van het menstruum vermindert. De vloeistof neemt kleiner ruimte in en toch zijn evenveel vaste deeltjes er in aanwezig: deze dus digter bij elkander. Hier schieten aan de oppervlakte, en soms in het binnenste, de vloeistof-deeltjes door de hevige trilling uit hunnen evenwichtsstand en gaan dus in den gazvormigen evenwichtstoestand over, waaruit zij niet weder terugkeeren, ten zij van buiten aangebragte drukking hen noodzake, bijv. in een gesloten vat waar de verdamping ophoudt tot dat de drukking het vat doet bersten.

§ 67. Als de voorstelling, in § 65 en 66 gegeven, waarheid bevat, zal eene vloeistof ook oververzadigd kunnen zijn, wanneer de verkoeling of verdamping der verzadigde oplossing zeer langzaam heeft plaats gehad. Vele deeltjes zullen elkander tot *bijna* op den labilen evenwichts-afstand naderen, en zeer weinig beweging noodig hebben om over te springen. Zij zijn in spanning, maar wordt er eenmaal eene aanleiding gegeven, (een molécule in mouvement gebragt § 56), zoo gaan er ook meer over dien evenwichts-afstand heen, dan noodig zoude geweest zijn, (dit zal duidelijk worden als de invloed der warmte behandeld wordt en de overgang van den vloeibaren tot den vasten aggregatie toestand; hier zoude het te veel woorden vereischen, daar het een zeer zamen-

gesteld geval is) zoodat na dat overspringen de oplossing niet meer verzadigd zal zijn. De waarneming stemt hiermede overeen. Bij sommige zouten is dit verschijnsel minder, bij anderen meer in het oog vallend. Eene oplossing van sulphas sodae heeft bijzonder de eigenschap zeer sterk oververzadigd te kunnen worden, en dan plotseling bijna al de opgeloste deeltjes te laten overspringen, dat is met andere woorden plotseling en zichtbaar te kristalliseren.

§ 68. Dit overspringen zal het ligtst geschieden op eene schoone plaats van het vat § 37, waar men met een staafje wrijvende eene surface neuve gemaakt heeft, Waller, Phil. Mag. n°. 185 p. 94. Voorst geeft een hard ligchaam, soms een luchtbel, een alcoholdruppel, het gemakkelijkst een kristal van hetzelfde zout, aanleiding hiertoe. Merkwaardig is de waarneming van Löwitz die in warmte verzadigde oplossingen van salpeter en Glauberzout (sulphas sodae) bij elkander gedaan had, en nu naar willekeur een der beide zouten kon laten kristalliseren, naarmate hij er een salpeter- of een Glauberzout-kristal in wierp. Hierin ziet men toch den invloed van den vorm. Soms is schudding voldoende. Zie de waarnemingen vereenigd in Gmelin vierde uitgave, p. 12.

§ 69. Hoe langzamer het aaneenvoegen der deeltjes (de kristallisatie) geschiedt, des te schooner kristallen verkrijgt men, vooral als men ze kan ophangen (als bij het doen kristalliseren der suiker tot candiisuiker, hetwelk langzaam geschiedt, terwijl broodsuiker snel uit-

gedampt wordt), of zorgvuldig dekrijstallen telkens omwentelt, (zoo als men wel bij aluin doet) opdat alle vlakken in dezeifde omstandigheden zijn tot de omringende vloeistof, en dus regelmatig worden vergroot.

§ 70. Uit verschillende stoffen (menstrua) krijstalliseert hetzelfde ligchaam niet volkomen met denzelfden vorm, ofschoon die verreweg meestal tot denzelfden vorm kunnen worden terug gebragt. Kleine bijmengselen veroorzaken een afstompen van de punten of ook het ontstaan van nieuwe vlakken. In dat geval hebben de krijstallen van begin af aan dien gewijzigden vorm en vergrooten zij zich gelijkvormig, zoo lang zij in dezelfde vloeistof blijven. Legt men ze nu in dezelfde oplossing, maar die rein is of een ander bijmengsel bevat, zoo zal het eerst afgeknotte krijstal nu een regelmatig of op andere wijze gewijzigd omhulsel bekomen: men heeft een krijstal in een krijstal, bij vloeispath bijv. eenen rozen rooden octaëder in eenen groenen cubus. Ook kan men twee verschillende stoffen mits zij denzelfden krijstalvorm hebben om elkander heen laten krijstalliseren door een krijstal van de eene stof bijv. ammoniac-aluin te hangen in eene oplossing van potasch-aluin of ijzer-aluin, en als het zich daarin vergroot heeft weder in ammoniac-aluin enz.

§ 71. Zijn de twee verschillende stoffen niet van denzelfden vorm, zoo leggen zich beider krijstallen naast elkander, niet om elkander neder. Men *ziet* hierin den invloed van den vorm, en gevoelt te meer dat men met regt aan den verschillenden vorm der kleinste deeltjes

eene verschillende werking van die deeltjes kan toeschrijven. Soms, wanneer de eene gekrystalliseerde stof in een menstruum gebragt wordt, dat eene stof van anderen vorm opgelost houdt, vooral als de eerste stof daarin ook oplosbaar is, verwisselen de beide stoffen onderling van plaats. De plaats, die in het krystal ledig is geworden door het verspringen van een deeltje in de vloeistof, wordt door een deeltje uit de vloeistof ingenomen; voor elk deeltje der eene stof komt een deeltje der andere stof in plaats, en de tweede stof schijnt, als zij al de deeltjes der eerste verdrongen heeft, in dien oorspronkelijken vorm der eerste gekrystalliseerd te zijn. Zulk eene sterke werking van den vorm, veroorzaakt de Verdrängungs-pseudomorphosen der mineralogie, en ook, schoon er niet van krystallen sprake is, het versteenen van hout, het bewaren der fossile schelpen enz.

§ 72. Het krystalliseren gebruikt men als een middel om eene stof te zuiveren van bijmengselen. In een goed gevormd krystal worden namelijk niet dan homogene deeltjes, althans niet dan deeltjes van denzelfden vorm opgenomen (§ 70, de krystallen van § 71 verraden zich reeds door hun uiterlijk). De heterogene deeltjes blijven dus grootendeels in het menstruum, waaruit de homogene te voorschijn gekomen zijn, en dat daarom moederloog heet, terug. Sommige krystallen sluiten evenwel ook nog onreinheden in holligheden in, vooral als het groote krystallen zijn, bijv. salpeter. Het vervliegen van zout in vochtige lucht is toe te schrijven aan ingemengd chlormagnesium, dat denzelfden vorm heeft en het decrepiteren van dit en andere zouten meestal aan

water, dat zich tusschen de deeltjes in geplaatst heeft. Soms zijn het verdigte gazzen die in het binnenste der krystallen opgesloten zijn. Zij bevatten O, H en CO² denkelijk (Rose Pogg, XL VIII, 353).

§ 73. Als het niet om krystallen, maar alleen om de stof te doen is, kan men bij het menstruum eene andere vloeistof gieten en hetzelfde dus veranderen, ongeschikt maken dat het de vaste deeltjes langer in oplossing houde. De deeltjes der bijgevoegde vloeistof vervangen de vaste deeltjes en deze vallen neder, als bijv. carbonas potassae uit deszelfs oplossing in water door de toevoeging van alcohol, chloorlood wat nog in water is opgelost gebleven door toevoeging van ammonia, enz.

Het is duidelijk, dat hier ook het omgekeerde plaats kan hebben. Als bijv. chloorzilver uit water was neêr-geslagen, zoude diezelfde ammonia het weder hebben doen opgelost worden. Het feit is, dat men door die toevoeging het menstruum verandert, en het neêrgeploft of opgelost worden zal afhangen van de betrekking, die de stof tot het vroegere en latere menstruum heeft.

§ 74. Nog is er eene wijze om de vaste opgeloste stoffen te doen vallen (te praecipiteren). Het is in de scheikunde veel in gebruik, en hierin gelegen, dat men bij eene oplossing eene andere wel met hetzelfde menstruum voegt, maar dat een ander solutum bevat. Die twee soluta werken dan ook op elkander en ligt is van de nieuw ontstaande soluta één zoo onoplosbaar, dat het neervalt. In dat geval is de scheikundige werking daaraan zichtbaar. De kleinste deeltjes van dit nieuwe

ligchaam vereenigen zich in kleine groepjes, naauwelijks onder het microscoop zichtbaar, zeldzaam kristallijn, soms korrelig (amorph), of door de geheele vloeistof verspreid, vliezig (membraneus) naar § 35 (*) of gelatineus. Men ziet met behulp van het mikroskoop die groepjes zich vereenigen (Harting, Tijdschr. voor Nat. Hist. VIII, 2. stuk 1841). Zij pakken te zamen even als de deeltjes door snelle verdamping of verkoeling snel ontstaan, meestal amorph, zelden slechts als kleine krystalletjes, zoo als sulphasbarytae, dat in dit opzicht te vergelijken is met de broodsuiker van § 69. Als door de behandeling, in de vorige § aangegeven, geen praecipitaat ontstaat, dus veelal geene zichtbare werking, zoo mag men toch niet besluiten, dat er geene scheikundige werking tusschen de beide soluta heeft plaats gegrepen, dat er niet nieuwe lichamen voor een gedeelte zijn ontstaan, want die zijn immers misschien ook oplosbaar en verraden zich dus niet door het vormen van een praecipitaat. Welligt echter kunnen andere eigenschappen derzelver aanzijn toonen, bijv. lichtbrekend vermogen (dat nooit onderzocht is) of kleursverandering, zoo als men die waarneemt als men eene oplossing van sulphas cupri met die chloruretum sodii vermengt, dan toch wijst de groene kleur duidelijk aan dat ook chloruretum cupri gevormd is. Integendeel nemen wij aan, dat bijna altijd nieuwe scheikundige ver-

(*) NB. In § 35 heb ik niet opgenoemd de vorming van de zeepbel, als een vlies uit vaste en vloeibare deeltjes bestaande, hoewel ik er van gesproken had.

bindingen ontstaan, daar hier, wat wij in § 38 als noodzakelijk aanmerkten, in het binnenste der vloeistof plaats heeft. Vgl. Berthollet, Elements de Statique Chimique. [Twee zouten geven (waarschijnlijk vier zouten)].

§ 76. Men kan eenigzins van de vorige § toepassing maken op de volgende waarnemingen, dat, wanneer men bij eene verzadigde oplossing van een zout A een zout B voegt, of B wordt opgenomen met gedeeltelijke afscheiding van A, terwijl A ook in eene verzadigde oplossing van B iets van B zoude verdrongen hebben, of wel het eene in de verzadigde oplossing van het andere zonder afzondering van dit laatste wordt opgenomen en zulks weder zonder of met vermeerderde oplosbaarheid van hetzelfde, maar niet omgekeerd; of beider zouten, zoowel A als B, in elkanders verzadigde oplossing kunnen worden opgelost, zoodat wel verre, dat er eenige afzondering zoude veroorzaakt worden, integendeel van beiden nog meer kan worden opgenomen en zij dus elkanders oplosbaarheid *schijnen* te bevorderen.

Vgl. Karsten Philosophie der Chemie, V.

§ 77. Welke dezer vijf gevallen ook bestaan moge, altijd geldt de wet door Karsten gevonden, dat in een met hetzelfde menstroom bedeed vat, op welks bodem zooveel van twee zouten gebragt is, dat van beiden na voleindigde oplossing nog niets overgebleven is, deze zouten altijd in dezelfde betrekkelijke hoeveelheid aanwezig zijn. Die betrekking is evenwel afhankelijk van de temperatuur, maar de wijze van afhankelijkheid heeft de waarneming niet aangegeven, omdat er alweder geen

waarnemingen zijn. Karsten heeft al zijne proeven op ongeveer 15° B. gedaan.

§ 78. Worden twee vloeistoffen bij elkander gebragt, zoo lost zich ook de eene in de andere op, er worden twee oplossingen gevormd van A in B en B in A. Zoo vormen zich twee lagen, als men aether en water, of kreosoot en water, of sommige aetherische oliën met water vermengt. In het eerste geval eene lichtere laag bestaande uit 36 aether en 1 water, en eene zwaardere uit 9 water en 1 aether. Hetzelfde is denkelijk bij alle gesmolten metaallegeringen het geval (behoudens § 79) vergl. de proeven van Rudberg.

§ 79. Sommige vloeistoffen zijn in alle betrekkelijke hoeveelheden in elkander oplosbaar. Dit heeft plaats, zoodra $PQ > 1$ wordt. P beteekent hier het aantal deelen, dat van A in één deel van B, en Q het aantal deelen, dat van B in één deel van A opgenomen wordt. Daar P kan uitgedrukt worden vergl. § 61 door $p + p't$ en Q door $q + q't$, zoo kunnen vloeistoffen, die in lagere temperatuur twee lagen vormden (§ 78), op hogere temperaturen in alle betrekkelijke hoeveelheden in elkander opgelost worden; zoo dus slechts $(p + p't)(q + q't) > 1$ dus $pq + (p' + q')t + p'q't^2 > 1$. Het is het geval met eü pion en kreosoot. Op 0° is $pq < 1$ maar op 22° is $pq + 22(p' + q') + 484p'q' > 1$.

§ 80. Als de vloeistoffen in het geheel niet in elkander opgenomen worden, zijn zij in lagen geordend naar derzelve soortelijk gewigt (vergl. overigens § 33). Wan-

neer evenwel in de eene iets opgelost is, dat ook in de andere kan opgenomen worden, zoo onttrekt die er iets of alles van aan de eerste. Indien men bijv. boven zuiver water, olie giet, waar in zout is opgelost, zoo zal na eenigen tijd de olie al het zout aan het water afgestaan hebben. Zonder de werking van het water zoude het zout in evenwigt gebleven zijn met de oliedeeltjes en er niet uitgegaan zijn (vergl. § 81); nu echter aan de scheidingsvlakte water is, dat is eene vloeistof, die ook evenwigt kan vormen met zoutdeeltjes, en die naar § 38 de zout- en oliedeeltjes in trilling brengt bij de scheidings-vlakte, verlaat het zout de olie, en lost het zich in het water op.

§ 81. Op de oplosbaarheid van vloeistoffen in elkander berust voornamelijk de endosmose. Van twee vloeistoffen, die door eene poreuse wand met capillaire openingen gescheiden zijn, zal diegene, welke de meeste prosaphie heeft voor de stof, waaruit de wand bestaat, de capillaire buisjes, die denzelven doorboren, geheel vullen (even als het zout van § 80 de tusschenruimte tusschen de oliedeeltjes) en de andere daaruit verdrijven; maar toch zal de vloeistof niet daardoor kunnen vloeijen ten gevolge der capillariteit. De vloeistof zal integendeel overeenkomstig (met de wiskunstige theorie van de capillariteit in die buisjes moeten blijven (vergl. § 80). Er is dus noodig dat de andere vloeistof met de capillair aangevoerde deelen der eerste in aanraking kome, dat bestaande evenwigt verbrake en een nieuw evenwigt, een evenwigt van oplossing, vorme (vergl. § 80) en op die wijze de deeltjes wegneeme, die de Pros-

aphie niet nalaten zal weder door anderen te doen vervangen.

Als de vloeistof A de grootste Prosaphie heeft voor den wand DD dringt zij in het buisje C tot aan de grensvlakte, en daar wordt zij druppelgewijs door de vloeistof B aangenomen. Zie figuur 7.

§ 82. De voorwaarden van diffusie van vloeistoffen, zoo als Endosmose ook genoemd wordt, zijn dus: 1°. dat de poreuse wand ten minste door eene der vloeistoffen bevochtigd kan worden; 2°. dat de vloeistoffen in elkander oplosbaar zijn. Heeft men aan de eene zijde eene zoutoplossing, aan de andere zijde water, zoo worden door het water de buisjes gevuld en de zoutoplossing neemt telkens het water aan; zij vermeerdert hierdoor meestal in volumen, terwijl zij slapper (minder verzadigd) wordt.

§ 83. Dit gebeurt evenwel niet, en zoude niet kunnen gebeuren; zonder dat ook zoutdeeltjes zelve in het buisje doordringen, (het is onverklaarbaar, hoe Poisson over het hoofd gezien heeft, dat het zwaartepunt zich ten gevolge der vereeniging niet kan verplaatsen, waardoor hij tot willekeurige veronderstellingen gekomen is) en eindelijk in het vat aankomen, waar rein water was. Het hangt van den aard der wanden en de wijidte der opening af aan welke zijde het volumen der vloeistof vermeerderd zal worden, namelijk van de sterkte der Prosaphie in vergelijking van de werking der vloeistoffen op elkander. De werking eindigt, als aan weerszijden de vloeistof dezelfde is geworden. Men zie hier-

over Poisson, *Traité de l'action Capillaire*. — Frankenheim, *Cohaesionslehre*, p. 231, sqq. Merkwaardig zoude het zijn als de overigens slechte proeven van Matteucci en Cinna zich bevestigden, dat twee endonometers met eene kikvorschhuid gesloten en gevuld met zoutoplossingen van bekende en gelijke digtheid, doch zoo, dat slechts in den eenen de natuurlijke buitenzijde naar buiten gekeerd was, niet hetzelfde gaven: en dat dáár het *minst zoutdeeltjes* waren overgegaan, waar het water het *hoogst* van binnen geklommen was. Fortschr, d. Physik. I, 1, 29.

§ 84. Dat de twee stroomen gelijktijdig door de gemeenschapsbuizen dringen, de eene langs de wanden, de ander midden door de vloeistof, dat de eerste dus oorspronkelijk de buis gaat vullen, neem ik aan om de inconsequentie in § 83 te vermijden. Ook schijnt het mij buitendien a priori zoo te *moeten* zijn en wordt het bevestigd door de waarneming, dat, wanneer de twee gescheidene vochten beide oplossingen zijn, die scheidkundig op elkander werken, het praecipitaat (§ 74) slechts aan eene zijde van den wand ontstaat. Dit is toch verklaarbaar, en *alleen* verklaarbaar, als eerst de eene vloeistof (A) geheel tot aan de andere (B) doordringt, eer de wederzijdsche werking plaats grijpt. In dat geval dringt niet de oplossing (B), want die is reeds vernietigd, maar het menstruum (doorgaans het water) naar (A) door (§ 84.) Vergl. E. Brücke, die ook deze theorie aangenomen heeft. De *diffusione humorum per septa mortua et viva*,

§ 85. Eene afzonderlijke § wijd ik er aan, om kort op te geven, waarom en hoe de endosmose dient onderzocht te worden. Zij moet onderzocht worden om haar belang voor vegetale en animale physiologie. Julius Vogel heeft reeds (om Dutrochet voorbij te gaan) in de Gött. Studiën van dit jaar, door middel van haar eene verklaring zoeken te geven van eenige verschijnselen van nutritie, secretie en exeretie. Om daarin verder te gaan behoort men evenwel de sappen, die in de verschillende vaten zijn en de wanden der vaten nauwkeuriger chemisch en physisch te kennen. Voorts moet men proefondervindelijk onderzoeken voor elk stel vloeistoffen, (waarbij men aanvangen kan met de oplossing van een zout en water) hoeveel door een gegeven wand in gegeven tijd, bij gegeven digtheid en temperatuur, van regts naar links en van links naar regts gaat.

§ 86. De voornaamste zwarigheden bij dit onderzoek zijn, vooreerst, de moeilijkheid om de proeven altijd met gelijke wanden te nemen, (misschien nog het best zoo als Döbereiner en Jerichau deden, met gebarssten glazen wanden en buizen, die met kwik afgesloten zijn) en ten anderen, om te weten, als hoedanig de vloeistoffen tot elkander doorgedrongen zijn. Heeft men bijv. eene suikeroplossing en water, zoo weet men wel dat zuiver water *begint* door te dringen, ook is bekend, hoeveel suikerdeeltjes zich, in den sedert het inzetten der proef verloopenen tijd, naar het vat met zuiver water verplaatst hebben, maar niet met hoeveel water die suikerdeeltjes verbonden waren, terwijl zij zich verplaatsten, hoeveel water dus terug gegaan is. Erger nog

als reeds suiker in het water gekomen is. Dan toch gaat verder *niet zuiver* water maar eene slappere suikeroplossing naar de sterkere. Hetzelfde water — en ook hetzelfde suikerdeeltje kan alzoo meermalen door den wand heen en weertrekken en door de proef kan men slechts bepalen, hoe groot het verschil der regts verplaatste suiker — en ook waterdeeltjes met die is, welke links gegaan zijn. Men behoorde vooraf het aantal en den aard van ieder der oplossingen (§ 63 en 64) te kennen, die in eene oplossing van gegeven digtheid voorhanden zijn.

§ 87. Wat de oplosbaarheid van gazzen in vloeistoffen aangaat, zoo heeft men gevonden, dat deze afhangt van den aard van gaz en vloeistof, van den druk waaronder het gaz verkeert. Zij het volumen van een vat $V + G$ en laat een volumen V door eene vloeistof, het volumen G door een gaz ingenomen zijn; zij voorts $x G$ de hoeveelheid van het gaz boven de vloeistof en $y V$ die van het in de vloeistof opgeloste, wanneer de vloeistof verzadigd is voor de aan de digtheid x evenredige drukking, waaronder het bovenstaande gaz verkeert; zoo zal eene hoeveelheid gaz A , die in het vat aanwezig is, gelijk zijn aan $x G + y V$. De wet is, dat $\frac{x}{y}$ voor elke vloeistof en gaz eene andere grootheid is, maar constant voor veranderde drukking. Liebig en Poggendorff, Handw. der Chemie in voce Absorption.

§ 88. De vorige paragraaph bevat hetgeen men noo-

dig heeft voor alle vraagstukken, waar de temperatuur dezelfde blijft. De waarneming heeft geleerd, dat wanneer eene vloeistof, met gaz verzadigd, verhit wordt, niets aan gaz opgenomen wordt, of ontwijkt, mits het vat gesloten zij. Dus blijft de verhouding $\frac{x}{y}$ ook in elke temperatuur constant, als men aanneemt, dat de digtheid van het gaz in de vloeistof op dezelfde wijze met de temperatuur toeneemt, als die van het boven de vloeistof aanwezige.

§ 89. Hieruit volgt, dat men eene vloeistof slecht van een opgelost gaz zoude kunnen bevrijden door koking zelfs in de opene lucht, (anders in het geheel niet). Ten gevolge toch van het boven verhandelde zoude y slechts afnemen volgens den uitzettings-coëfficient der gazzen, dus de hoeveelheid opgelost gaz y gedeeld worden door $1 + \alpha t$; α gelijk de dilatatie coëfficient van dat bepaalde gaz. Zoude eene vloeistof nooit *geheel* van lucht kunnen bevrijd worden; maar men bedenke dat hier nog iets anders plaats heeft. Ook de damp, die zich midden uit de vloeistof ontwikkelt, (althans zoolang er lucht aanwezig is vgl. Donny, Acad. Royale de Bruxelles 1844) bevordert, door diffusie toe te laten, het uitdrijven.

§ 90. Voor gazzen kan oplosbaarheid, even zoo als voor vloeistoffen eene voorwaarde van diffusie zijn. Een blaas met hydrogenium gevuld in een vat met koolstofzuur, zwelt, als zij droog is, niet op; dan toch gaat het hydrogenium er gemakkelijk door en het kool-

stofzuur wordt slechts doorgelaten, § 31. Is in tegen-
deel de blaas nat, zoo wordt weinig hydrogenium op-
gelost, veel CO_2 , dit laatste wordt door het water, dat
in de poriën der blaas is, voortgeleid naar de binnen-
zijde en daar diffundeert het in het hydrogenium, veel
sneller wordt het telkens van buiten naar binnen voort-
geleid, dan het hydrogenium van binnen naar buiten.
Er komt dus een grootere hoeveelheid gaz binnen in
de blaas, zij zwelt en soms barst zij.

§ 91. Er zijn voorbeelden, dat in vaste lichamen
gazen voor een aanzienlijk deel opgesloten zijn of op-
genomen worden, zonder dat men dit, volgens § 37,
46, of volgens de onmiddellijk voorgaande, voldoende
kan verklaren. Zoo bijv. dat in sommige krystallen
verdunde gazzen in holten worden aangetroffen en in
het steenzout van Wiehtska verdigtte. Pogg. XLVIII.
Deze bewijzen misschien, dat toen de krystallen ge-
vormd werden, de atmosfeer in die toestanden ver-
keerde.

Wij hebben nog de wonderbare plotselinge absorptie
van oxygenium, bij het smelten van het zilver en het
weder ontwijken bij het vast worden, waarbij het *Sprätzen des Silbers* zich vertoont. Zie Pogg. LVIII, waar
de waarnemingen omtrent het laatste verschijnsel, ook
ten opzichte van andere metalen, nagegaan is door Rose.
Hij meent dat koper en bismuth door eene andere oor-
zaak een dergelijk verschijnsel vertoonen. Bij goud of
kwik heeft hij het niet waargenomen, maar daarentegen
heeft Leblanc opgemerkt, dat loodoxyde even als het
zilver, bij het smelten zuurstof opneemt en bij het vast

worden varen laat Ann. et de Phys. 2 III, Bd. XVI. 480. [Misschien is hier § 53 van volle kracht en hebben wij dus in deze verschijnselen den overgang tot de echt scheikundige verbindingen, wier beschouwing het hoofdgedeelte van ons werk moet uitmaken].

Het evenwigt kan natuurlijk zeer goed met vele deeltjes tegelijk plaats hebben, daar in alle richtingen

EIGENLIJK GEZEGDE SCHEIKUNDIGE VERBINDING.

ten samen eene evenwigts-opervlakte uitmaken. Het is

§ 92. Bij de echt scheikundige verbindingen zijn nu twee heterogene deeltjes, in den naasten evenwigts-afstand, ten opzichte van elkander. Zie fig. 8.

Onze kromme lijn heeft dezelfde beteekenis als vroeger voor homogene deeltjes. Alleen is op te merken dat het snijpunt t zeer zeldzaam aanwezig is, daar de oplossing, waartoe wij dit snijpunt bestemd hebben, slechts tusschen vaste lichamen en vloeistoffen plaats heeft. Misschien is dit snijpunt wel degelijk aanwezig tusschen vele lichamen, maar neemt men het niet waar, omdat de deeltjes ligt in een der beide anderen punt overgaan. Het snijpunt r is misschien nooit aanwezig.

kingen der warmte, die zich als specifieke en kookpunten

warmte voordoen, die de bepaling van smelt- en kookpunten
§ 93. V is het evenwigtspunt der heterogene deeltjes als zij tegenover elkander in gasvorm zijn, maar dan werken zij even als homogene deeltjes, want hun afstand is dan zoo groot, dat de invloed van den vorm, § 27, verloren is gegaan en dus de functie dezelfde is als § 5, derhalve ook op denzelfden afstand hare snijpunten heeft.

de physica gegeven. Beschouwingen over het opstaan der verwantschapskracht, in begrip en grootte, en over

§ 94. In het punt p is het stabile snijpunt gelegen van de eigenlijk scheikundige verbindingen. Wij denken hier één deeltje met één deeltje, of in de gevallen die in de stochiometrie voorkomen, zelfs één deeltje met 1, 2, 3, 4, 5 omliggende deeltjes in evenwigt.

Het evenwigt kan natuurlijk zeer goed met vele deeltjes tegelijk plaats hebben, daar in alle rigtingen een evenwigtspunt is en alle deze evenwigtspunten dus te zamen eene evenwigts-oppervlakte uitmaken. Er is geen geval bekend waarin met zekerheid meer dan zeven deeltjes om één punt liggen.

Aanmerking. Achtereenvolgens zullen wij moeten beschouwen, de namen der scheikundige stoffen, de rangschikking, de zwaarte, den vorm, de grootte der deeltjes, zoowel van zamengestelde als van enkelvoudige en hoe de eigenschappen der eerstgenoemden, door die der laatstgemelden bepaald worden, dan moet een dergelijk onderzoek gedaan worden, omtrent den invloed, dien warmte, licht, magnetisme en elektriciteit op zamengestelde en enkelvoudige deeltjes uitoefenen. Van deze zijn de werkingen der warmte, die zich als specifieke en latente warmte voordoen, die de bepaling van smelt- en kookpunten bevatten en de chemische bindings-warmte, benevens de werkingen der elektriciteit en wederkeerig, de belangrijkste, deze laatste toch komt zeer in aanmerking bij het ontstaan en ontbinden der verbindingen en moet gekend worden bij het verklaren van den galvanischen stroom. Licht en magnetisme zijn meer uitsluitend aan de physica gegeven. Beschouwingen over het bepalen der verwantschapskracht, in begrip en grootte, en over

het verband tusschen de imponderabilia onderling, en met de weegbare stof, zullen trachten aan te toonen dat de groote verscheidenheid met harmonie in eenheid gegrond is.

De eerste punten van beschouwing gelden dus het wezen der lichamen, de overigen hebben betrekking op hunne toestanden, ook voor zooverre die in verband gebracht worden met den aard der lichamen, waarin die toestanden worden opgewekt.

§ 85. Men heeft tegenwoordig drie en zestig werkelijk verschillende stoffen leeren kennen, waarin geene heterogene bestanddeelen meer herkend zijn; men noemt ze dus voortloopig enkelvoudige stoffen, elementen. Hare deeltjes doen zich nog in den eigenlijken zin als atomen aan ons voor. Wij geven ze hier op met het te kennen, waarmee men een atoom er van ranggeeft, en wel in zoodanige volgorde, naar Berzelius, dat elk vroeger genoemd element gevoeliger is dan het volgende voor de positieve elektriciteit. Het eerste is dus het meest elektonegatieve, het laatste het meest elektro-actieve, terwijl goud ongeveer voor neutraal gehouden wordt. Die stoffen zijn dus vooreerst:

Zwavelstof Oxygenium O, Zwavel Sulphur S, Stikstof Azotum of Nitrogenium Az of N, Fluor Fluorium F, Chlor Chlorium Cl, Broom Bromium Br, Jod Jodium Id, Selen Selenium Se, Phosphor Phosphorus P, Ar-

het verband tusschen de impponderabilis onderling, en met de weegbare stof, willen trachten aan te toonen dat de groote verscheidenheid met harmonie in eenheid gegrond is.

De eerste punten van beschouwing gelden dus het wezen der lichamen, de eerste de eerste de eerste op hare toestanden, ook voor zooverre die in verband gebracht worden met den aard der lichamen. waarin

HET WEZEN DER LIGCHAMEN.

HOOFDSTUK I. BEGRIIP VAN AEQUIVALENT EN NOMENCLATUUR.

§ 95. [Men heeft tegenwoordig drie en zestig werkelijk verschillende stoffen leeren kennen, waarin geene heterogene bestanddeelen meer herkend zijn; men noemt ze dus voorloopig enkelvoudige stoffen, elementen. Hare deeltjes doen zich nog in den eigenlijken zin als atomen aan ons voor. Wij geven ze hier op met het teeken, waarmede men een atom er van aangeeft, en wel in zoodanige volgorde, naar Berzelius, dat elk vroeger genoemd element gevoeliger is dan het volgende voor de positieve elektriciteit. Het eerste is dus het meest elektronegatieve, het laatste het meest elektropositieve, terwijl goud ongeveer voor neutraal gehouden wordt. Die stoffen zijn dus vooreerst:

Zuurstof Oxygenium O, Zwavel Sulphur S, Stikstof Azotum of Nitrogenium Az. of N, Fluor Fluorium Fl, Chloor Chlorium Cl, Broom Bromium Br, Jöd Jöidium Id, Seleen Selenium Se, Phosphor Phosphorus Ph, Ar-

senik Arsenicum As, Chromium Cr, Vanadium V, Molybdenum Mo, Scheelium W, Wolframium W, Borium Bo, Koolstof, Carbonium C, Spiesglans Antimonium of Stibium Sb, Tellurium Te, Tantalum Ta, Titanium Ti, Kiesel Silicium Si, Waterstof Hydrogenium H, — Goud Aurum Au, Osmium Os, Iridium Ir, Platina Platinum Pt, Rhodium Rh, Palladium Pd, Kwik Hydrargyrum Hg, Zilver Argentum Ag, Koper Cuprum Cu, Uranium Ur, Bismuth Bismuthium Bi, Tin Stannum Sn,lood Plumbum Pb, Cadmium Cd, Cobalt Cobaltum Co, Nikkel Niccolum Ni, Yzer Ferrum Fe, Zink Zincum Zn, Mangaan Manganesium Mn, Cerium Ce, Thorium Th, Zirkonium Zr, Aluminium Al, Yttrium Y, Glycinium G, Magnesium Mg, Calcium Ca, Strontium Sr, Baryum Ba, Lithium Li, Sodium Natrium Na, Potassium Kalium K.

Later zijn nog gevonden, maar door ons niet tus-
schen de opgenoemde opgenomen, omdat wij niet met
zekerheid hun eene plaats durfden of konden aanwijzen,
daar toch reeds van de opgenoemde elementen de plaats
niet steeds nauwkeurig genoeg is bepaald. Beryllium Be,
Didymium Di, Erbium E, Lanthanium La, Niobium Ni,
Norium No, Pelopium Pe, Ruthenium Ru, Terbium Tb.

§ 97. Men kan geschikt de elementen op eene andere wijze rangschikken en ze met Graham in groepen verdeelen, waarbij dan elke groep die stoffen vereenigt, die in kenmerkende eigenschappen zeer groote overeenkomst met elkander hebben. Wij laten de groepen zoo op elkander volgen, dat de elementen zooveel mogelijk dezelfde rangorde als boven, tegen over elkander behouden.

I. O, S, Se, Te, H, Cl, Br, Id, N, Ph
 As, Sb, W, IV, V, Mo, V, Cr, Ti, Sn, VI, Co, Bo, V
 Si, VII, Au, en Ag, VIII, Os, Ir, Pt, Pa, Ru, Fe, Ni,
 No, Di, IX, Cr, V, Cu, Bi, Co, Ni, Fe, Zn, Mn,
 Th, Zr, Be, Al, Y, Mg, Ca, X. Pb, Sr, Ba.
 XI. Ammonia, Li, Na, K, A —, H

Hierin is niet aan allen eene plaats aangewezen, maar men kan dit evenmin met zekerheid doen als Berzelius met zekerheid zijne volgorde kon bepalen. Wij zouden verkiezen de tweede groep met de eerste van plaats te doen ruilen, en ook aan het hydrogenium in de nabuurschap van baryum eene plaats geven. Onbetwistbaar is het meer positief dan de meeste metalen van groep IX.

§ 98. De meerdere en mindere gevoeligheid der stoffen voor electriciteit uit zich ook daarin, dat twee stoffen in aanraking met elkander gebragt eene elektrische tegenstelling openbaren, hetgeen overeenkomstig is met § 39. Men vindt, dat eene stof, die vroeger opgenoemd is dan eene andere, in dat geval negatieve electriciteit aanneemt en de andere in positief elektrischen toestand brengt; of liever: omdat men het zoo gevonden heeft gaf Berzelius bovenstaande rangschikking en bouwde hij zijne elektrochemische theorie.

§ 99. Ook nog in de zamengestelde stoffen blijft dit elektrisch verschil merkbaar. De zamengestelde stof zal hare plaats hebben tusschen de zamenstellende deelen en het digst bij die, waarvan zij de grootste hoeveelheid bevat behoudens den invloed, dien wij zullen zien dat de rangschikking dier deelen hierop heeft. Dat deze waar

heid zich niet alleen uitbreidt op meer eenvoudige (anorganische) maar ook op hoogst complexe (organische) verbindingen die eenen gemeenschappelijken oorsprong of band hebben, en daarom in rangschikking niet te zeer verscheiden zijn, ziet men uit de voorbeelden bijeen gebracht door Dr. Verloren in zijne dissertatie (*), p. 15 in het bijzonder met betrekking tot de serie van acidum uricum, die hij ons door zijne onderzoekingen en beschouwingen zoo veel beter deed kennen. Komt nu zoodanig eene zamengestelde stof in aanraking met een element of eene andere zamengestelde stof, zoo geeft de nu weder eveneens ontstaande elektriciteits-ontwikkeling, wanneer de overige omstandigheden gunstig zijn, zeer dikwijls aanleiding tot nieuwe verbinding of wisseling van elementen.

§ 100. Hoe verder stoffen van elkander afstaan, des te sterker is de tegenstelling, des te krachtiger zal ook in het algemeen de affiniteit optreden; in ten minste te eerder zal naar § 53, verbinding tot stand komen, of schoon hierop en vooral op de standvastigheid der verbinding de vorm der kromme, fig. 8, vergl. § 92, in de nabijheid van het eerste stabile en labile evenwichtspunt p en q ontzettend grooten invloed heeft. Guyton Morveau, Berthollet en anderen hebben regels willen geven om de sterkte der affiniteit te bepalen, maar of schoon zij in beginsel recht hebben, zoo was toch de taak, die zij zich oplegden, niet uitvoerbaar. Ook is zelfs de galvanische stroom niet in staat om de sterkte

(*) De corporum chemicorum organicorum constitutione.

der affiniteit tusschen twee elementen of zamengestelde (stoffen te) doen kennen, vooréerst om de secundaire werkingen, ten andere, omdat deze methode even als de aangevoerde schipbreuk lijdt op de omstandigheid, dat het, al of niet ontleed worden eener verbinding, niet alleen bepaald wordt door de waarde van $\frac{d\varphi}{dx}$ voor $x = p$ maar ook door de minimum waarde der functie en de plaatsing van het minimum, terwijl affiniteit naar ons eigenlijk overeenkomstig met elasticiteit behoort bepaald te worden alleen door de grootte van $\frac{d\varphi}{dx}$ in het punt waarvoor $x = p$ is. Vgl. § 29 met 25.

§ 101. Onder deze elementen komen er voor, die zich met andere eigenschappen voordoen naarmate men ze op eene andere wijze afgezonderd heeft, of aan andere toestanden heeft blootgesteld, en zoo zij daarvoor vatbaar zijn, blijft die omstandigheid ook bij de met hen zamengestelde stoffen waarbembaar, zelfs ontstaat zij veel in de zamengestelde stoffen, ook wanneer zij niet in de enkelvoudige opgespoord was. Berzelius noemde dit de allotropie der elementen of der stoffen. De allotropie is echter nog niet zoo ver gegaan, dat een element daardoor niet meer scheidt van een ander, zou zij afgescheiden gebleven, en altijd kan men het element van den eenen allotropischen toestand in den anderen overbrengen of terug brengen.

§ 102. De stoffen van de eerste groep met uitzondering van Se en Te (waarmede men dit juist niet bijzon-

der getracht heeft te bewerkstelligen, vereenigen zich met alle overige stoffen zonder onderscheid, zelfs zijn er zeer weinige zamengestelde stoffen, waarin niet een van die of carbonium voorkomen, zoodat men bijna altijd eene zamengestelde stof zal bevinden te zijn bedeed met oxygenium (materies oxygenata), of met zwavel bedeed (materies sulphurata) of zoo voorts.

§ 103. Als men dus zamengestelde scheikundige lichamen onderzoekt en ze vooreerst onderscheidt in corpora oxygenata, sulphurata, chlorata, bromata, iodata, als men vervolgens onderzoekt hoeveel van het andere element met zekere hoeveelheden zuurstof, zwavel, chlo- rium, jodium verbonden zij, zoo vindt men het eerste tafeltje *) voorkomende op de achter het werk ge- plaatste tabel.

Rammelsberg duidt hiermede aan, dat, als hij in eenig ligchaam vond 100 oxygenium, er dan van de metalen of radicalen voorhanden was wat in de daaron- der gestelde kolom opgegeven wordt; even zoo, als hij in de zwavelverbinding van een ligchaam 80 zwavel vond, was er van dat andere bestanddeel in voorhanden, zooveel als in de derde kolom wordt aangeduid, enz. De hoeveelheden 100, 80, 150, 225, 6 zijn geheel willekeurig; alleen heeft men enige reden om de eerste 100 te stellen, daar zuurstof zich met alle lichamen [stoffen] verbindt, [daar men alzo dan door middel van zuurstof alle stoffen (kan vergelijken) en men het gemakkelijkst door middel van 100 vergelijkt.

*) Dr. C. F. Rammelsberg, Lehrbuch der Stochiometrie und der allgemeinen theoretischen Chemie, Berlin 1842, p. 125.

§ 104. Het tafeltje van Rammelsberg is met eenige regels vermeerderd, ook bevat de tweede kolom eenige cijfers meer. De nieuwe cijfers heb ik kleiner geschreven en dadelijk valt het in het oog dat zij de helft, of het een derde, het een vijfde, of een zevende, eenmaal het twee derde zijn van de eerste cijfers. Het zijn de uitkomsten van andere verbindingen (tusschen elk der) in de horizontale rijen aanwezige ligchamen en de zuurstof. Laat ons eens voor elk der getallen die wij in dit tafeltje vinden de volgende vraag doen met hoeveel S, Cl, I, zoude zich dit ligchaam (kalium, natrium, baryum, lood, ijzer, waterstof, zwavel, koper, chlorium, jodium, oxygenium) verbinden, als er niet zooveel als nu aangegeven staat, [194.8, 166, 69.95] maar als er 489.9 — 290.9 — 856.8 enz. van, (aanwezig was, [en dus evenveel deelen als waarmede zich volgens de eerste kolom 100 deelen O verbinden?]

Al die hoeveelheden zouden gevonden worden uit de regel van drieën, bijv. 290.4 baryum verbinden zich met 150 chlorium, met hoeveel chlorium verbinden zich 856.8 baryum.

Zoo 67.95 : 339 = 80 : 88 : 442 = 100 : 489.9
 eene voor alle getallen. Het tweede tafeltje is nu zoo als men ziet oogenblikkelijk te maken. Zie de tabel.

§ 105. Wij zien toech, dat, wanneer wij 489.9 deelen (grammen, ponden, elachisten), waar wij veronderstellen dat elachisten, *ελαχιστον*, een zeer klein Grieksch gewigt is, potassium, of kalium hebben, deze zich altijd met 100 deelen (grammen, ponden, elachisten) zuurstof,

met 201.2 grammen, ponden, elachisten zwavel, of met 2, 3, 4, (5 maal zooveel) vereenigen. Stellen wij dus het gewigt van een kleinste deeltje kalium, dat de Duitschers eigenaardig „Mischungsgewicht” noemen, omdat het zich in die verhouding, in dat gewigt, altijd vermengt, verbindt, met andere stoffen, gelijk aan 489.8 elachisten, zoo ziet men dat het Mischungsgewicht, of zooals wij bij ons gebruikelijker zeggen, het aequiv. van de zuurstof 100 elachisten weegt; neemt men voor het gewigt van een aequiv. zwavel 201.2 elachisten aan, zoo verbindt zich een aequiv. kalium met 1, 2, 3, 4, 5 equivalenten zwavel, met 1 aequiv. chlorium, dat 442 elachisten weegt en met 1579 elachisten of 1 aequiv. Jodium.

§ 106. Schrijven wij dan voor de in het vorige tabelletje aangeduide getallen, de teekens der lichamen, die uit de eerste of twee eerste letters van derzelve Latijnsche namen bestaan, zoodanig dat

Na beteekent een deeltje Natrium van 290.9 elachisten of het gewigt van 1 equivalent, enz.

Zoo kan men de verbindingen, die in de verschillende gevallen tot stand zijn gekomen ook zoo uitdrukken, als in het derde tafeltje gedaan is. Zie de tabel.

§ 107. Eene zoogenaamde scheikundige formule van eenig ligchaam duidt dus eenvoudig aan, dat in dat ligchaam zooveel equivalenten van de verschillende stoffen aanwezig zijn als het cijfer dat boven aan het hoofd van het teeken der stof geschreven is, bijv. Fe^2O^3 be-

teekent een ligchaam waarin 2 aequiv. ijzer (welks teeken Fe) met 3 aequiv. zuurstof (welks teeken O) verbonden zijn. Men kan voor Fe^2O^3 ook schrijven $2 \text{Fe} + 3 \text{O}$ maar niet 2FeO^3 , want de cijfers die vooraan als Coëfficiënten staan, vermenigvuldigen alles wat volgt, zoo lang tot er een plus- of minus-teeken komt. Dus zoude 2FeO^3 beduiden 2 aequiv. dat is 678 elachisten ijzer met 6 aequiv. of 600 elachisten zuurstof verbonden.

Men kan deze tafeltjes voor alle bekende stoffen uitbreiden, gelijk ik in de eerste tabel mijner tabulae repertoriae in usum chemicorum practicorum 1843 zulks voor de corpora oxygenata volledig gedaan heb.

§ 108. Na gezien te hebben hoeveel deeltjes (aequivalenten) te zamen komen in eene verbinding, gaan wij ook onderzoeken, hoe die verbindingen nu heeten zullen. Als de benaming duidelijk zal zijn, behoort de naam van beide bestanddeelen er in voor te komen en men dient aan te duiden welke de betrekkelijke hoeveelheid zij.

Alle verbindingen in het bovenstaande tabelletje vervat zijn verbindingen van de eerste orde. In den regel heeten die lichamen, die een aequivalent van ieder element bevatten, oxyda, sulphureta, chlorureta, bromureta, naarmate het zijn corpora oxygenata, sulphurata, chlorata, bromata, enz.; zijn er meer verbindingstrappen, zoo als bijv. tusschen kalium en zwavel, zoo worden die genoemd proto-sulphureta, kalii, natrii, ferri; men voegt er de Grieksche numeralia, ordinalia voor, ook wel de Latijnsche adverbia numeralia sesqui, bi, tri enz. om de verhouding van het aantal deeltjes van het eerste element tot dat van het tweede aan te duiden.

§ 109. De verbindingen met oxygenium scheiden zich in twee klassen 1. *oxyden, bases*, welke rood gemaakt lakmoes weder blaauw maken, soms zelfs groen, of lakmoes zijn kleur laten behouden, en 2. *zuren*, die blaauw lakmoes rood kleuren. Zijn er onder de eerste klasse meerdere trappen van verbinding, zoo heet die, welke minder dan 1 equiv. zuurstof op 1 equiv. radicaal bezit, ook wel suboxyde of oxydul; die, welke meer dan één bezit deutoxyde of peroxyde. Is de verbinding zuur, dus tot de tweede klasse behorende, zoo heet dezelve acidum en heeft nu den naam van het radicaal eindigende op *osum* of *icum*, naarmate het minder of meer zuurstof bevat; zoo in het voorbeeld van zwavel, waar alle verbindingen zuur zijn, heet de tweede acidum sulphurosus, de vierde acidum sulphuricum, de eerste die nog minder zuurstof heeft dan het acidum sulphurosus, heet het acidum hyposulphurosus en wordt meestal S^2O_2 geschreven, de derde heet acidum hyposulphuricum. Zoo bij de verbindingen met nitrogenium of azotum N of bij de Franschen ook Az heet N^2O oxydum azoti, N^2O_2 deutoxydum azoti (deze zijn niet zuur), de derde N^2O_3 ac. nitrosus, de vijfde N^2O_5 acidum nitricum, de vierde N^2O_4 acidum hyponitricum of nitroso-nitricum omdat $N^2O_4 = 2N^2O_2 = 2N^2O + 2O_2$;
 § 110. De corpora sulphurata zijn niet zoo talrijk; uitgezonderd de zwavelverbindingen van kalium en natrium; als zij zuur reageren noemt men ze sulphida, of ook reeds als er zoo veel deelen zwavel in zijn als de zure zuurstofverbinding zuurstof equivv. bevat. Zoo handelt men ook met het noemen van chlorida, bromi-

da, fluorida. Ook noemt men wel de deutochlorureta
chlorida enz. Het gebruik moet hier veel leeren

§ 111. Door deze zamengestelde lichamen van de
eerste orde, worden nu dikwijls, bij onderling te samen
treden verbindingen, van de tweede orde gevormd. Het
lichtst komen zij tot stand tusschen de lichamen der tweede
klasse met diegenen van de eerste, welke *protoxyden*
of *bases* zijn, dat is, die één en één *aequiv.* bezitten,
voornamelijk, als dat zuur en die basis een ligchaam
[een element] gemeen hebben, als zij beiden *corpóra*
[materies] oxygenata of sulphurata zijn of zoo voorts

§ 112. De namen van deze soort van verbindingen,
althans als in de beide bestanddeelen oxygenium of
zwavel of tellurium of selenium is, in welk geval men
ze *zouten* noemt, wordt gevormd door dien van de ba-
sis achter dien van het zuur te volgen na den uitgang
osum van dit laatste veranderd te hebben in *is*, of als
het op *icum* eindigde, den uitgang te veranderen in
as, dus is sulphas oxydi plumbi; kortweg sulphas plum-
bi, of, om de analogie met potassa, soda, ammonia in plaats
van oxydum potassii, sodii, ammonii, niet kwaad sul-
phas plumbae: SO^2 (acidum sulphuricum) met PbO (oxy-
dum plumbi = plumba); nitris oxydi baryi (nitris barytae);
op gelijke wijze N^2O^3 met BaO ; hypo (sulphis oxydi
natrii of sodae S^2O^2 met NaO . Men schrijft ze SO^3 , PbO ;
 N^2O^3 , BaO ; S^2O^3 , NaO ; dus door een komma tus-
schen beide te plaatsen

§ 113. Evenzoo voegt men als beide lichamen S

bevatten, den naam van het zure bestanddeel voor dien van het basische en zegt sulpho-arsenias sulphureti plumbi $As S^5, S Pb$, sulpho-arsenis sulphureti plumbi $As S^3, SPb$, omdat $As S^5$ overeenkomt met $As O^5$ (acidum arsenicicum), $As S^3$ daarentegen met $As O^3$ acidum arsenicosum. Men ziet, dat eigenlijk $As O^3, Pb O$ consequent behoorde te heeten oxy-arsenis oxydi plumbi of oxy-arsenis plumbae. Men zal nu wel verstaan wat sulpho-wolframias sulphureti bismuthi is, namelijk: $W O S^3, S Bi$, zoo sulpho-carbonas sulphureti cadmii $CS^2, Cd S$. Men laat gewoonlijk hier weder *sulphuretum* weg zoo als bij de oxygenium zouten *oxydum*. Seleno-cupras (seleniureti) plumbi basicus is dus $Cu Se, 2 Pb Se$. Tellurio-salia hebben wij wel genoemd, maar nergens beschreven gevonden.

§ 114. Deze soort van verbindingen heet men zouten en wel *amphide* zouten, omdat in beiden, *ἐν ἀμφότες*, in bases en in het zuur, hetzelfde bestanddeel wordt aangetroffen. Zij heeten *neutrale* zouten, als van de zure verbinding van de eerste orde zooveel aequivalenten aanwezig zijn, als er aequivv. van het gemeenschappelijk bestanddeel in de basische worden gevonden; anders zijn het zure of basische zouten, naarmate meer van de zure of basische verbinding aanwezig is. Weder wordt, door de latijnsche numeralia (men blijft zich weder niet gelijk maar maakt zoo wat) er voor te voegen, aangeduid, hoe groot de verhouding is van het zuur tot de basis, dus bisulphis sodae is bis acidum sulphuricum en semel soda, quadritelluras potassae $4 Te O^3 + Ka O$. Heeft de basis de overhand, zoo komt men op deze wijze in

breuken; men zegt dus wel voor $N^2 O^5$, $4 Pb O$ nitras plumbi tribasicus en duidt dus door het adverbium numerale aan, hoeveel aequivalent basis er *meer* zijn dan in het neutrale zout, dus ook voor $N^2 O^5 \cdot 2 Bi O$ of nitras bismuthi unibasicus of subnitras bismuthi of semi-nitras bismuthi. Volgens den gegeven regel is ook $3 SO^3 + Fe^2 O^3$ of $3 SO^3 + Al^2 O^3$ het neutrale zout met $SO^3 Al^2 O^3$. Zoo is hypersulpho-molybdenas deutosulphureti stanni, $2 Mo S^4 + Sn S^2$, neutraal.

§ 115. De verbindingen der radicalen met chlorium, iodium, bromium en fluorium, waarbij dan nog cyanogenium (een carbonium nitrogenatum of nitrogenium carbonatum) $C^2 N^2$ komt, en eenige verbindingen van dit met Fe en S (ferro-, ferri-, sulpho-cyanogenium genaamd), zich voegt, worden, ofschoon zij slechts van de eerste orde zijn, ook reeds zouten genoemd, om derzelver uiterlijke overeenkomst met de genoemde zouten der tweede orde; maar terwijl die amphide zouten heeten, worden deze Haloïde zouten, eigenlijk liever Haloïden (van $\alpha\lambda\sigma$ en $\epsilon\iota\delta\omicron\varsigma$) *salum similia, salum ad spectum referentia* genoemd. De opgenoemde lichamen aan welke men de eigenschap toeschrijft zoo gemakkelijk ter eerster instantie zouten te kunnen vormen, noemt men daarom *zoutvormers* *corporum halogenia* $\alpha\lambda\sigma$ en $\gamma\epsilon\nu\nu\alpha\omega$. Den smaak van chloruretum sodii of natrii heeft men zout genoemd; daarom heette dat ligchaam zout en alle lichamen, die nu ook zulke eenen, of iets van dien smaak hadden, die oplosbaar waren, er ligt gekleurd. Of wit uitzagen, kortom er uiterlijk op geleken, werden zouten genoemd. Men noemt $Cl^2 H^2$, $Cl^2 Hg$

een zuur zout, terwijl het eigenlijk is chloro-hydroge-
nas chlorureti hydrargyri, of eenvoudig chloro-hydroge-
nas hydrargyri, en een neutraal zout.

§ 116. Eerst wanneer twee van deze haloïden zich
te zamen verbinden, ontstaat eene verbinding van de
tweede orde, die in dit opzigt met de amphide zouten
gelijk staat: chloridum platini $Pt Cl^2$ verbindt zich zoo
met $Cl^2 Ka$, men noemt dit nu niet zooals het behoorde
chloro-platinas potassii of kalii, maar chloridum platini
et kalii. Deze verbindingen gelieft men dubbelzouten
te noemen, even als de verbinding van twee amphide
zouten: sulphas ammoniae et magnesiae, dat is sul-
phas ammoniae $SO^3 N^2 H^8 O$ eum sulphate magnesiae
 SO^3, MgO , hetgeen wordt geschreven $SO^3, N^2 H^8 O +$
 SO^3, MgO , het + teeken tusschen de beide zouten. Het
zijn verbindingen van de derde orde.

§ 117. Men heeft nog verbindingen van een amphide
en haloïde zout, die weder even als de pas genoemden
in hare bestanddeelen eene stof gemeenschappelijk heb-
ben, of soms ook niet; zie voorbeelden bij Rammelsberg.

Er zijn nog verbindingen van de derde orde alleen
uit haloïden gevormd, als ferrocyanuretum kalii et
baryi, gelijk men dan zegt voor cyanuretum ferri et
baryi met cyanuretum ferri et kalii. Verg. § 116.

Eindelijk nog haloidverbindingen van den tweeden rang
met amphide zouten: fluoridum molybdeni eum fluoreto
kalii (zooals behoorde: fluo-molybdenas kalii) met molybde-
nas potassae, (zooals behoorde: oxymolybdenas potassae)
eene gansch regelmatige verbinding van de derde orde.

§ 118. [Wij hebben reeds onderscheidene verbindingen van de eerste, tweede, derde orde onderscheiden, wij willen nog andere verbindingen met de algemeene benaming van organische verbindingen aanduiden. Het is een naam ontleend uit de omstandigheid, dat de voortbrengselen van de bewerktuigde natuur zulk eene groote overeenkomst hebben, wat den aard der daarin voorkomende elementen betreft, daar als hoofd-elementen verdienen genoemd te worden, C, H, N en O. Tevens zijn zij daarin onderscheiden, dat men nauwelijks weet op te geven, tot welke orde van verbinding zij zouden moeten gebragt worden, daar meestal een groot aantal van atomen van deze elementen of alleen, of met weinige anderen verbonden voorkomen.

§ 119. Oorspronkelijk meende men, dat alleen het bewerktuigde rijk der natuur die soort van verbindingen kon daarstellen, maar reeds hebben onze laboratoria meer verbindingen van dien aard gemaakt dan de natuur zelve. De kunst bedient zich hiertoe meestal van verbindingen, die in het organische rijk gevormd zijn en welke zij nu slechts verandert. Zij brengt die veranderingen tot stand op vijf verschillende wijzen, òf door de deeltjes te dwingen eene andere rangschikking aan te nemen, òf door sommige atomen door anderen te doen vervangen, òf door het toevoegen van andere bestanddeelen, hetzij enkelvoudige, hetzij zamengestelde, òf door ze te ontleden in meerdere organische bestanddeelen. Zij heeft echter ook reeds menige stof uit anorganische bestanddeelen te zamen gesteld, en in vele an-

deren het aantal carbonium aequivalenten verhoogd, hetgeen door sommigen aangezien wordt als een meer organisch maken der verbinding. Daarom moet men de oude bepaling vaarwel zeggen, volgens welke organische verbindingen genoemd werden, die uit het bewerktuigde rijk der natuur afstamden, en zullen wij om den twist over het al of niet organisch zijn eener verbinding voor goed te beslechten, met Gmelin organisch noemen, elke verbinding die meer dan een aequivalent carbonium bevat, en alle anderen daarvan uitsluiten.

§ 120. Wij zien dat men hier geenen vasten regel meer voor de nomenclatuur zal kunnen volgen; de namen zijn niet meer zoo wetenschappelijk gekozen, omdat de wetenschap nog te kort schiet.

Men vergeete hier echter ook het nadeel van schijnbaar wetenschappelijke namen niet, verg. Karsten, Philosophie der Chemie p. 203. Intusschen is men gewoon zich zoo naauw mogelijk aan de hoofdregelen van de nomenclatuur te houden. Aan eene stof die enkel uit C en H bestaat geeft men den uitgang *yl*, soms ook wanneer er nog oxygenium bijkomt; bestaat zij uit C en N zoo gaat zij uit op *an*; bestaan zij uit C, H, N zoo is hun uitgang *en*. Als de stoffen kenmerkend zure eigenschappen hebben, doet men hunnen naam na voorvoeging van "acidum," insgelijks op *osum* of *icum* uitgaan, naarmate van de hoeveelheid oxygenium die zij bevatten, volgens dezelfde regelen als bij de organische stoffen, en als deze zouten vormen, verandert men die uitgangen in *as* en *is*. Die welke basische eigenschappen hebben, heeten oxyda, als men een nader bestand-

deel (radicaal) kent met minder oxygenium, of men laat ze uitgaan op *inum*, als men dat niet kan.

§ 121. Wanneer eene stof, zij zij dan radicaal of zuur of basis of zout, veranderd is en wel hetzelfde aantal atomen C,N,O behouden heeft, maar een, twee, drie of alle equivalenten H verloren heeft en daarentegen evenveel anderen heeft opgenomen, chlorium, bromium, jodium, zoo hebben wij den naam van die afgeleide stof steeds aangeduid, door voor den naam van de oorspronkelijke stof te voegen chloro-, bichloro-, trichloro-, perchloro of perbromo, dus den naam van de opgenomene stof met de numeralia, die het aantal aangeven. Laurent heeft in dat geval ook zeer verstaanbaar zijne namen gekozen. Hij geeft aan eene afgeleide groep atomen den uitgang *.se*, terwijl de vocaal voor *se*, het aantal H² equivalenten aanduidt, die uitgedreven en vervangen zijn. De uitgangen *ase*, *ese*, *ise*, *use* beteekenen dus dat een, twee, drie, vijfmaal H² vervangen is. Zijn er nog meer vervangen, zoo eindigt de stof op *alase*, *alase*, enz. De naam of namen van de opgenomene stoffen wordt vooraan gevoegd; zijn er meer zoo als chlorium en bromium, in C²⁰H⁶Cl⁶Br² uit C²⁰H¹⁴ (naphta), zoo verkrijgt het eene zelf den uitgang *a*, *e*, *i* naar het aantal equivalenten. Dus heet C²⁰H⁶Cl⁶Br² chloribronaphtuse, wij zouden gezegd hebben trichoro-bromonaphta.

§ 122. Het bovenstaande konden wij nog mededeelen als geldende voor alle theoriën. Bij de onzekerheid, die er omtrent die nadere bestanddeelen bestaat § 118, is er

groot verschil van nomenclatuur bij de verschillende partijën, die hieromtrent verschillende inzichten hebben. Het is namelijk nauwelijks noodig de algemeene nomenclatuur welke Gmelin voorslaat, IV Aufl. IV Bd. p. 132 mede te deelen, volgens welke sulphas aluminae et ammoniae crystalisatus heet: Atolan-telmin-ojafin-weso, hetwelk Gmelin zeer naïf korter noemt dan: gekrystalliseerde ammoniac-aluin. Wij kunnen dan niet veel meer in het algemeen over de nomenclatuur aanvoeren, voor dat wij over die inzichten aangaande de rangschikking der deeltjes in de verbindingen gesproken hebben en zullen bij gelegenheid, in de volgende § § over de constitutie, nog wel iets over de nomenclatuur mededeelen.

HOOFDSTUK II. CONSTITUTIE.

§ 123. De wijze van rangschikking der deeltjes noemt men constitutie. Behalve dat het tot de volledige kennis van eene stof noodig is, om niet alleen te weten welke en hoevele zamenstellende atomen er in voorkomen (compositie), maar ook hoe zij tegenover elkander staan, zoo werd men tot een onderzoek hiernaar ook geleid, toen verscheidene stoffen van dezelfde compositie bekend werden, die toch verschillende eigenschappen hadden en onder dezelfde omstandigheden in verschillende nadere bestanddeelen ontleed werden. Dergelijke stoffen met hetzelfde betrekkelijk aantal atomen derzelfde elementen noemt men metamere stoffen. Deze zijn dan nog polymere of isomere, als de aantallen atomen gelijke veel-

vouden zijn van die, welke in eene andere stof voorkomen, of als zij volkomen gelijk zijn. Op deze wijze toch is de beteekenis der woorden het best in het oog gehouden. Zie overigens omtrent de historische beteekenis Dr. Verloren, § 1. Voorst Gmelin IV Aufl. IV Bd. p. 59 en eene menigte voorbeelden bij het opslaan van mijn Repertorium, Kemink 1846.

§ 124. Zeker is het, dat men niet aannemen kan, dat in eene stof die C, H en O bevat, het O naar evenredigheid van de vatbaarheid van C en H voor negatieve electriciteit onder deze elementen verdeeld is, gelijk dit gesteld werd door K. A. Neumann, Chemie als natürliche Grundlage Wissenschaftlicher Natur und Gewerbkunde, Prag. 1842. Dit moge eenigzins in eene dynamische natuurbeschouwing passen, zeker niet in eene atomistische; maar het is buitendien reeds voor deze stoffen en nog meer voor die, welke uit C, H, N, O bestaan of die nog anorganische elementen bevatten, ongerijmd. De ontzettende berekeningen die daartoe noodig zijn geweest kunnen geene vrucht opleveren.

§ 125. Berzelius heeft (zie onder anderen een van de laatste stukken van zijne meesterhand Pogg. Ann. LVIII. p. 163) in volkomen overeenstemming met hetgeen hij meende in het anorganische rijk gevonden te hebben, de radicalen ingevoerd: zekere groepen van atomen, die zich, even als daar enkele atomen van een metaal of metalloïd, met O, S, Cl, Br enz. vereenigen zullen. Als zoodanige radicalen heeft hij lang bij uitsluiting aangenomen, stoffen die enkel uit C en H bestonden, als

formyl C^2H^2 , acetyl C^4H^6 enz. en eerst later ook toegestaan dat er ook O in kon aanwezig zijn, als benzoyl $C^{14}H^{10}O^2$ enz. De namen dezer radicalen zullen nu allen in hunne verbindingen dezelfde veranderingen van uitgang ondergaan als die der elementair-radicalen, zie § 117. Het is evenwel overal niet mogelijk die radicalen, vooral niet ze met zekerheid, aan te wijzen, voorts kan men slechts zeer weinige radicalen afzonderen, hetgeen tegen de theorie pleit. Ook zijn sommige radicalen zoo zamengesteld, dat men er niet aan twifelen kan of er zijn nog nadere bestanddeelen in voorhanden, die men slechts nog niet heeft kunnen aanwijzen. Hoe het zij, wij beamen ten volle wat Dr. Verloren, met betrekking tot deze hypothese, over hypothesen zegt, pag. 27 Cfr. Liebig Ann. Ch. und Pharm. L. p. 313. Wat nut de theorie der radicalen te weeg gebragt hebben, laat ook op gezag van Berzelius aannemen, waar hij zijne onbepaalde lofspraak uit over den meesterlijken arbeid van Liebig en Wöhler over het acidum uricum. Lehrbuch d. Chemie, Vierte Aufl. Bd. IX, § 828.

§ 126. Het gebeurt zeer dikwijls in organische stoffen, dat zij onder inwerking van anderen, vooral van H^2Cl^2 , H^2Br^2 , H^2I^2 , H^2S , of van diegenen die Cl enz. in statu nascente ontwikkelen, overeenkomstig met § 57, zoodanig veranderd worden, dat een of meer equivalenten H^2 de stof verlaten, en er evenveel van die nieuwen als in ruil, opgenomen worden. Men noemt dit substitutie. Talrijke voorbeelden vindt men hiervan in het Repertorium. Soms treedt niet de inwerkende stof in haar geheel in de plaats van een equivalent H

maar slechts de rest, na aftrek van een aequivalent O, dat met het verdwenen element H^2 water H^2O gemaakt heeft; in dat geval verkeeren bijv. de zuren N^2O^5 , S^3O^3 , ook N^2H^6 . Dit verschijnsel noemt men: *substitution par résidu*.

Laurent heeft zijne nomenclatuur van § 120 ook op deze substitutie uitgestrekt, (waar zij niet meer voor alle theoriën geldt, en daarom hier afzonderlijk vermeld wordt), en nu nitro- of sulpho- voor gevoegd, hetgeen eigenlijk voor eene substitutie door N en S had moeten bewaard blijven. Hij laat ook eene substitutie van H^2 door O toe, en voegt in dit geval er niets voor; deze wordt dus alleen door den veranderden uitgang aangeduid.

§ 127. Het is opmerkelijk dat hydrogenium zoo ligt vervangt en vervangen wordt. Door eene zelfde kracht zal het ligte H in zooveel te sterker trilling gebragt worden, dat is met zoo veel te grooter amplitude slingeren, en dus te eerder over den labilen evenwigtstoestand in q heen gaan. De vervanging, verandering zouden wij liever zeggen, gaat nog verder, gelijk reeds in de vorige § doorschemerde. Door verdere bewerkingen verkrijgt men, dat ook aequivalenten N verdwijnen en door halogenia vervangen worden, zelfs dat O er uitgaat en de genoemde elementen er in komen. Alleen de vervanging van carbonium staat men niet toe, althans slechts enkelen nemen ook die aan. Vervanging —, want hoe bespottelijk het schijnen moge, men neemt aan, dat niettegenstaande die verandering de stof nog dezelfde gebleven zij. Hoe ver men gaat is duidelijk uit een voorbeeld van Regnault, bij Dr. Verloren,

p. 50, en toch gaat die nog niet ver genoeg voor Dumas. § 128. Deze substitutie van elementen en misschien najver tegen Berzelius in de tweede plaats, heeft in Frankrijk aanleiding gegeven, dat de chemici ook eene andere hypothese beproefd hebben, namelijk die der typen. Dumas kan gerekend worden ze grondvest te hebben. Eene stof met een zeker aantal atomen van de verschillende elementen beschouwt hij als een gebouw, niet verder als uit twee of meer onderdeelen bestaande, zoo als in de radicalen-theorie. Dat gebouw wordt niet vernietigd als in plaats van een bestanddeel een ander, al ware het ook nog zoo verschillend, op dezelfde plaats wordt ingevoegd. *„J'admets donc, zegt hij, qu'à travers toutes les substitutions qu'une molécule a pu éprouver, alors que tous les éléments ont été successivement substitués par d'autres, tant que la molécule est intacte, les corps obtenus appartiennent toujours à la même famille naturelle.”*

Wij kunnen de wijze, waarop men zich zulk eene type denkt, onmogelijk beter uit een zetten dan Dr. Verloren, p. 34, usq. Zie ook daar p. 141 het oogen-schijnlijk schoone maar valsche beeld van Dumas met ironie beoordeeld.

§ 129. Gerhardt gevoelde zeer wel de ongerijmdheid die er in de stelling ligt, dat elk element door elk ander zou kunnen vervangen worden, zonder dat de verbinding eene andere werd. Daarom stelde hij eene afzonderlijke vervangende (metaleptische) groep op voor

het hydrogenium, eene andere voor het oxygenium, zoodat nu elk lid van eene zelfde groep in plaats van een ander lid van diezelfde groep kon komen, maar niet eenig lid van de eene groep in plaats van een lid der andere. Hij heeft het echter niet vol kunnen houden en, in organische verbindingen althans, tweederlei chlorium aangenomen, waarvan het eene in de metaleptische groep van het hydrogenium zoude behooren.

§ 130. Het blijft een groot bezwaar tegen de typentheorie, dat niet alle aequivalenten hydrogenium metaleptisch zijn, maar zoo velen niet, als met O tot water verbonden schijnen te zijn, daar zij ook door andere bases of zuren worden vervangen. Dit duidt er heen, dat wezenlijk die aequivalenten met O vereenigd tegenover de andere groep van elementen stonden. Het feit treedt hier nog meer bewijzend op voor de radicaaltheorie dan bij de organische verbindingen, omdat daar het onderscheid niet in het oog viel, maar men meende, dat dat H deeltje door een metaaldeeltje vervangen werd. Het kon belangrijk worden voor de kennis der constitutie, als men bij stoffen, die naar de radicaaltheorie, voor zamengesteld gehouden worden uit twee bekende zamengestelde stoffen, zooals $C^2H^6O^3 + C^4H^{10}O$, naspoorde, hoe eigenlijk de substitutie van H door Cl plaats greep.

Men behoorde te vragen, of eerst al de hydrogenium deelen die in het azijnzuur voorhanden zijn, vervangen worden door Cl, dan pas die in het oxydum aethyli; of wel omgekeerd, of onverschillig. De beide eerste gevallen, zouden voor de radicaaltheorie pleiten, het laatste niet tegen de typentheorie. Er heerscht hier echter

eene onbepaaldheid, en dit zelfs bij Liebig, *Traité de Ch. Org.* p. 194, die te bejammeren is, daar het een punt van zooveel belang geldt.

§ 131. Nog sterker pleit voor de radicaal-theorie, en tegen de typen-theorie elk geval, waar de twee organische componenten van éene stof weder afgezonderd kunnen worden, of door dubbele decompositie ieder met eene andere component der andere zamengestelde stof verbonden worden. De scheikundigen echter, die bijna nergens hunnen blik gericht hebben op hetgeen de wetenschap zou kunnen vooruit brengen, of liever zou kunnen grondvesten, hebben ook hier weinig melding van gemaakt, en er geen argumenten uit ontleend. Tegenovergestelde gevallen pleiten slechts niet tegen de typen-theorie, want volgens onze voorstelling moeten zeer ligt bij hevige inwerking, vooral als die met substitutie gepaard gaat, § 126, deeltjes uit den eenen in den anderen evenwichtstoestand overgaan, en kunnen dus zeer wel § 57 twee oorspronkelijk tegen elkander overstaande, maar door elkander gebonden, en met elkander verbonden groepen, of geheel in partiele nieuwe groepen ontleed worden, die dan evenwel het karakter van standvastigheid zullen missen, of tot éene groep zich vereenigen.

§ 132. De voorstanders van de typentheorie, voornamelijk Dum als en Regnault, hebben moeite aangewendde verschillende groepen, waardoor de integrerende deeltjes (moleculae) der onderscheidene stoffen voorgesteld worden, tot klassen en families terug te brengen. De moeilijkheid, die zij hierbij ondervonden, noopte

hen zelfs om tweederlei aan te nemen *type chimique* en *type mécanique* Stoffen, die door substitutie (maar zoowel van zamengestelde groepen als van elementen) uit elkander verkregen worden, zullen tot eene zelfde *type mécanique* kunnen behooren, hoewel zij een geheel ander scheikundig karakter hebben; maar hoe duister moet dit begrip dan niet aan Dumas geweest zijn, als hij zegt: „Je laisse à qui de droit d'établir par quelle série d'expériences on peut démontrer que deux corps appartiennent encore au même système mécanique” etc. Ann. de Chimie et de Physique LXXIII, 74. Niet eens de weg is aan te wijzen.

§ 133. Dumas en Stas hebben Ann. Ch. Ph. LXXIII, p. 166, eene tabel medegedeeld, waarin een honderdvijftigtal organische stoffen, die evenwel niet allen werkelijk bekend zijn, in typen afgedeeld worden, zoo als *type alcool*, *type acétique*, *type éther*, *type aldéhyde*, *type acide*, *type soléfiante*, *type benzine*, *type acétone*, waarvan de beide eersten in éénen „type mécanique” worden opgenomen, de drie volgende in eene tweede en de drie laatsten in eene derde. Wij voor ons zouden meenen, dat men dezeraacht typen „chemische typen” kon noemen, daarin elke kolom verscheidene stoffen worden aangetroffen, die hetzelfde scheikundig karakter hebben. Er zouden er echter uit moeten vallen. De alcoholen in de eerste kolom vereenigd, die allen tweeequiv. O bevatten, worden ieder gerekend het hoofd te zijn van eene talrijke „familie” of „série”; série carbonique, oxalique, formique, acétique, enz. De laatste zullen wij als voorbeeld nemen. De formules harer

acht leden zijn; als wij *hier* met Dumas het aequivalentgewicht van het carbonium halveren: $C^8H^{12}O^2, C^8H^8O^4, C^8H^{10}O, C^8H^8O^2, C^8H^6O^3, C^8H^8, C^4H^8, C^6OH^6$. Zij zijn opgenoemd in dezelfde volgorde als de boven genoemde typen, waartoe zij behooren.

§ 134. Men ziet ligt, door welke substitutie elke volgende stof (liever formule) uit de vorige verkregen wordt, hetgeen voor elke andere série eveneens plaats grijpt en zou dus meenen wonder veel verkregen te hebben. Hier ligt echter een geheel ander begrip van typen grondslag dan aan de vroeger medegedeelde beschouwingen, ja men kan er zelfs geen verband tusschen opsporen, zoodat het besluit van de volgende paragrafen, omtrent de typen-theorie hier nauwelijks op toepasselijk is. Deze wijze van afdeelen, § 133, is niet ongerijmd, zij is slechts willekeurig en voert tot vele schijnstrijdigheden, die wel niet allen slechts schijn zijn en minstens groote onbepaaldheid aan de voorstelling geven, daar men eene zelfde stof in verschillende typen en seriën vindt. (Vgl. Verloren, p. 106, sqq.)

§ 135. Beter schijnt het type chimique bepaald te zijn: tot een zelfde type chimique zullen behooren stoffen uit een zelfde aantal aequivv. (maar van groepen zoo wel als van elementen) unis de la même manière, et dont les réactions extérieures et leurs principaux dédoublements doivent offrir une parfaite ressemblance —, des corps qui jouissent des mêmes propriétés chimiques fondamentales. Hierin stemt Gerhardt met Dumas overeen, dat wil zeggen wat den klank der uitdrukking betreft, want het

is weder onmogelijk aan te geven wat bij hen die uitdrukkingen juist beteekenen. Waar men niet steeds volkomen dezelfde beteekenis geeft aan dezelfde uitdrukking, daar had men beter gedaan die uitdrukking achterwege te laten. Hoe dikwerf Dumas en Gerhardt met zich zelve in tegenspraak zijn gekomen, en moesten komen, zie men verder bij Dr. Verloren, t. a. p. § 3. p. 100 sqq.

§ 136. Ofschoon het gevoel van Gerhardt ten minste evenzeer verdient gekend te worden als dat van Dumas, zullen wij ons daar toch van onthouden, omdat het in de hoofdtrekken overeenkomt, hoofdzakelijk slechts in de rangschikking der stoffen onderscheiden is, en slechts hier en daar van eene juistere onderscheiding getuigt, terwijl de anders aangenomen *aequivalentgewigten*, en andere omstandigheden het zeer moeilijk maken een uittreksel te leveren, dat niet langer zou zijn dan het vorige; wij verwijzen daarom naar zijn eigen werk: *Précis de Chimie organique*, en naar Dr. Verloren *passim*. Wij merken alleen op, dat zijne verdeeling voornamelijk gegrond is op het aantal atomen basis dat eene verbinding opneemt (*basicité*). Dumas en Piria meenen, dat elk der zamentredende stoffen zijn verzadigend vermogen behoudt, (waarop echter ook uitzonderingen zijn), dat echter een zuur zijn verzadigend vermogen verliest, als het met *résidu* gesubstitueerd is, § 126; terwijl Gerhardt als regel geeft, *que la basicité ou capacité de saturation d'un sel copulé est toujours moindre d'une unité que la somme de basicités appartenant aux deux corps qui se sont accouplés.* Het verschil wordt ver-

effend, doordien Gerhardt het acidum sulphuricum, waardoor de meeste gepaarde zuren gevormd worden bibasisch noemt. Men Vgl. Berzelius Pogg. Ann. LXVIII, p. 183.

§ 137. Men kan de radicaal-theorie gevoegelijk de binaire theorie noemen, daar elke zamengestelde stof naar haar uit twee nadere bestanddeelen bestaat, van daar dat Dumas van *dédoublement* spreekt. Dit is het regte begrip van het woord *binair*; slechts in oneigenlijken zin noemt men stoffen „binaire, ternaire“ (Gerhardt in zijne verdeeling), als er tweederlei, drierlei elementen in voorkomen.

„Dans la théorie des types, zegt Dumas, les formules se combinent et s'écrivent sans prendre attention à *dédoubler* ainsi chaque corps en deux autres. Het wezen der typen-theorie is unitair, § 128, en hare voorstanders zondigen dus tegen het wezen hunner theorie, als zij in de stoffen zamengestelde groepen laten optreden; het is eene toenadering of overgang tot de radicaal-theorien. En toch, wie bij constitutie toelaat dat het *molécule peut rester intacte*, § 128, komt tot deze inconsequentie.

§ 138. Overigens is er ontegenzeggelijk waarheid in de typentheorie, mits zij niet te eenzijdig gelijk tot hertoe opgevat worde, namelijk deze waarheid: dat de werkingen eener stof naar buiten niet enkel afhankelijk zijn van de zamenstellende elementen maar ook van de groepering. Ook naar onze voorstelling zal een element door een in aard overeenkomstig element kunnen vervangen worden, zonder dat dit grooten invloed naar buiten

heeft, voornamelijk als dat element meer binnenwaarts in de groep mogt gelegen zijn; maar verschilt de aard en zwaarte der beide elementen aanmerkelijk, zoo moet er ook aanmerkelijke wijziging in de werking ontstaan, die toeneemt, wanneer meerdere atomen verplaatst worden. Had Dumas slechts altijd in het oog blijven houden wat hy schreef: Ann. de Phys. et de Ch. LXXIV p. 16! Waar hij, en anderen met hem, door de typentheorie tot de voorstelling gevoerd wordt, dat eene stof gedacht moet worden als het planetenstelsel, zoodat de atomen allen te zamen met elkander een geheel uitmaken als daàr de planeten, waarin nu een enkel atom door een zamengesteld atom kan vervangen worden als eene enkele planeet door eene planeet met wachters, Ann. de Ch. et de Ph. LXXIII. p. 73, daar vergeet hij, dat toch ook het planetenstelsel anders zou worden als Mercurius door eenen tweeden Jupiter werd gesubstitueerd, of als de zon door eene tweede aarde werd vervangen, gelijk Dr. Verloren hem p. 143 met regt tegenwerpt.

§ 139. Zóó stemmen wij dan volkomen in met Dr. Verloren p. 124. „Haud proclivis videtur conclusio, „theoriam typorum, applicatione sua saepius ad absurdum „ducere, contradictionum plenam esse, omni contra ac- „curato et definito principio carere, cui theoreticae dis- „quisitiones nitantur et systema quoddam superstruatur.” Het is echter eene andere vraag, of de typentheorie noodzakelijk voert, waarheen zij gevoerd heeft. Wij meenen dat de opvatting der kerntheorie, zooals zij door Gmelin voorgedragen wordt en naar Laurent genoemd

wordt, eene gewijzigde typen-theorie is, die door hare wijziging meer met de radicaal-theorie overeenstemt. Even als de radicaaltheorie stelt zij innig verbonden groepen atomen, maar zij hecht met de typen-theorie veel aan den vorm, en kiest zich de hoekpunten van krystalvormen, om zich de plaatsen van de zamenstellende elementen voor te stellen. Zij vermijdt de eenzijdigheid der eerste, die eigenlijk in de anorganische scheikunde te veel gewoon is geworden om enkel de amphigenia en halogenia te laten opnemen; integendeel laat zij door de verschillende vlakken dier zelfde krystalvormen nu ook nieuwe elementen maar van elke soort opnemen. Met de typen-theorie laat zij toe, en de radicaal-theorie kan het niet ontkennen, dat H door Cl kan vervangen worden, maar de nieuwe kern staat volgens haar met den ouden slechts in verband om overeenkomst van vorm en omdat hij genetisch daaruit ontstaan is, zij deelt niet in de overdrijving der typentheorie § 138, zij vereenigt dus deugden van beiden en vermijdt gebreken van beiden.

§ 140. Al moge de kerntheorie of, als men wil, de gewijzigde radicaaltheorie, zich in vele opzichten aanbevelen, toch gaat zij stellig nog gebukt onder de beschuldiging van onbepaaldheid. Hoe toch zijn de elementen in dien kern verdeeld, hoeveel buiten-elementen kan zoodanig eene kern opnemen, en als twee groepen van ongeveer hetzelfde aantal atomen te zamen komen en zich verbinden, vloeijen dan die kernen steeds in een òf blijven zij altijd in evenwigt tegenover elkander als groepen, òf geschiedt nu het een, dan het ander? Bij verbindingen van organische met anorganische stoffen,

zouden wij meenen dat steeds het tweede plaats had; want daar is de organische kern steeds weder te voorschijn te brengen, behalve als dat anorganische bestanddeel er bij "*substitution par résidu*" ingekomen is, § 126: acidum sulpho-benzoicum, enz. reageert niet meer op BaO. Hier zal dus het eerste geval plaats grijpen, gelijk ook zeer dikwijls bij verbinding van organische met organische stoffen. Om te bepalen of hier meer het eerste dan het tweede of wel omgekeerd zal plaats grijpen, ga men te rade bij de waarneming, verg. § 128.

§ 141. Het bibasisch zijn van eene verbinding of ook wel het opnemen van meer aequivalenten zuur, hetwelk de typentheorie tot zekere tegenstrijdigheid met zich zelve moet voeren, is in de kerntheorie op tweederlei wijze te verklaren. Het bewijst namelijk niet noodzakelijk, dat in de verbinding twee of meer kernen zouden aanwezig zijn, die zich ieder van een atom zuur of basis zoude meester maken, vergl. § 132, maar kan ook verklaard worden uit de plaatsing van de elementen buiten op de vlakten van den éénen kern als geheel; daar ieder deeltje O bijv. buiten op geplaatst, oorzaak zou kunnen worden, dat daar een deeltje basis vastgelegd werd. Zoo kan bij het Ph^2O^5 eene andere groepering eene andere wijziging veroorzaken. Zeker is het, dat, wanneer men eene ineensmelting van kernen of uitwisseling tusschen kernen, als in de meeste gevallen optredend aanneemt, de onbepaaldheid aangaande de rangschikking groot is. Zoo zijn er over sulphas potassae vijf verschillende beschouwingen; SO^4Ka als één geheel, SO^4, Ka van Graham, SK met O^4 er om van Gmelin,

SO^2KaO^2 van Longchamp, SO^3KaO naar Berzelius. Vergelijk de beoordeeling hiervan bij Persoz, *Chimie moléculaire*, p. 824. Laurent, *théorie de matières organiques*, Ann. de Ch. et de Ph. LXI, 126.

§ 142. De ware wijze van rangschikking te vinden zal nog lang hoogst moeilijk blijven. Men zal ze niet bij de lichamen kunnen opsporen, dan waar zij in rust, of, zoo al bewegende, toch in evenwigt zijn — door de eigenschappen der deeltjes, die wij in de volgende hoofdstukken behandelen zullen, te meten en bijzonder ook door hunne toestanden gade te slaan. Wanneer men door scheikundige inwerking van andere agentia of door den galvanischen stroom andere producten verkrijgt dan de componenten waren, zoo zal men bij in acht neming van § 128 en § 133 wel niet tot ineensmelting der kernen besluiten; die producten zijn namelijk meestal slechts educten; maar ook als het waarlijk blijken mogt, dat eenig zamengesteld ligchaam een geheel was en niet meer twee nadere bestanddeelen bevatte, zou dit niet tegen de kerntheorie strijden, evenmin als tegen de radicaaltheorie, daar immers, bij de verbinding van die twee, dergelijke hevige inwerking heeft plaats gehad en trillingen zijn opgewekt, die de deeltjes van beide groepen uit hunnen oorspronkelijken in andere evenwigtstanden overvoerden.

§ 143. Mogen echter al in de verbinding de deeltjes zoo geplaatst zijn, dat zij in hunne evenwigtstoestanden een geheel vormen, zoo blijft het niet te min noodzakelijk, dat zoowel bij de verbinding twee, en slechts twee stof-

fen tegen over elkander hebben gestaan, en dat bij de ontleding de uittredende groep, al zij het ook niet die welke vroeger componente was, tegen over het overblijvende sta, dat derhalve verbinding en ontbinding beiden in het binaire stelsel moeten gedacht worden. Wanneer namelijk ook al meer stelsels tegenover elkander in evenwigt gedacht worden in eenige stof, maar nu eene andere stof daarop inwerkt, zoo zal die geene scheiding veroorzaken, tenzij die hoofdzakelijk op een dier stelsels inwerke of ook op een nieuw stelsel, dat uit de voorhanden stelsels, of ook elementen, kan ontstaan. Wij zeggen opzettelijk „kan ontstaan“ niet „te voorschijn geroepen wordt“ om niet den schijn te hebben, als of wij eene praedisponerende verwantschap, dat is eene ongerijmdheid aannamen. De inwerkende stof maakt niet: eene groep uit de in evenwigt verkeerende elementen der andere stof *omdat* en *doordien* zij tot die groep verwantschap heeft, maar: het kan gebeuren, dat, door de trilling waarin bij hare toenadering tot de eerstgenoemde stof, naar § 38, de in evenwigt verkeerende elementen van deze geraken, die nieuwe groep ontstaat.

In dat geval stelt zich de nieuwe groep tegenover het overige en laat dat varen om in evenwigt met de inwerkende stof te komen. Bij verbinding behoeft het geene opheldering; want ook als drie stoffen op elkander werken en tot elkander naderen, zoo zal het toch nog een tegen duizend zijn dat die zamenkomst juist gelijktijdig plaats grijpe; bijna altijd zullen twee stoffen zich vereenigd hebben voor dat de derde in die verbinding begrepen is, en die zal dus weder tegen over de twee staan, als een oogenblik te voren die twee tegen over elkander.

Wij zijn met alle recht verlangend naar eene nadere uit een zetting van hetgeen Cauchy daaromtrent kortelings heeft opgesteld.

§. 144. Eenige gevolgen en raadgevingen mogen dit hoofdstuk besluiten. Het is waarschijnlijk, dat een molecule eener stof bij meer eenvoudige verbindingen meestal uit twee tegenover elkander staande, maar met elkander even als onderling in evenwigt verkeerende groepen bestaat; het kan echter zeer wel zijn, vooral bij meer zamengestelde stoffen, dat die groepen in een zijn gevloeid en in zoover de theorie der typen waarheid bevat. De scheikundigen moeten niet langer verzuimen bijzonder hunne aandacht te wijden aan de ontledingsproducten en wel in de eerste plaats aan het terugzoeken der oorspronkelijke componenten.

§. 145. Substitutie is mogelijk als verplaatsing, niet als vervanging gedacht; in zooverre bevat de typentheorie geene waarheid. Elke verplaatsing van een deeltje, waardoor metamerie ontstaat, maar ook evenzeer elke vervanging door een ander deeltje, moet verandering in de eigenschappen der stof te weeg brengen. De nieuwe stof hangt slechts genetisch met de oude te samen, maar daar de rangschikking werkelijk bij zoodanige substitutie weinig veranderd is, kan men uit de vergelijking der eigenschappen van zoodanig eene reeks uit elkander ontwikkelde stoffen het best den invloed van elk der verwisselde en verwisselende elementen nagaan. Het ware dus te hopen, dat de scheikundigen in acht namen, dat het bereiden en analyseren van

eene nieuwe reeks voor de wetenschap geene waarde heeft, maar alleen het meten van de eigenschappen van de leden eener reeks.

§. 146. Als men eene organische verbindingen overziet, vooral in een werk, waar zij gerangschikt voorkomen naar het klimmend aantal carbonium-atomen, — verder die, welke een onderling gelijk aantal carbonium atomen bevatten, naar het aantal hydrogenium atomen en als zij ook daarin overeenkomen naar het klimmend aantal atomen nitrogenium, of oxygenium of eindelijk van anorganische bestanddeelen — zoo als dit gedaan is in ons Repertorium; Iste serie; zoo valt het in het oog, dat verre de meesten een even aantal carbonium atomen bezitten, dat dit overwigt des te grooter is, naarmate de stof eenvoudiger is en dus mag gerekend worden beter bepaald te zijn, dat onder die, welke een oneven aantal bezitten, de slecht bekende stoffen behooren, met uitzondering van de stoffen C^5H^8 , en dat dus, in geval men voor dezen eene verklaring wist, naar de beginselen der waarschijnlijkheids-rekening het atome-gewigt der koolstof verdubbeld en op 150.25 gebracht moest worden. Onze definitie van organische stoffen zoude moeten gewijzigd worden en wij zouden daarin moeten opnemen alle stoffen die carbonium bevatten.

§. 147. Hoe velerlei de onderlinge verhoudingen ook zijn mogen, die de aantallen atomen der verschillende stoffen hebben, zoo valt toch uit datzelfde repertorium III. serie, zie ook pag. XXIII, dadelijk in het oog, dat meestal die verhouding hoogst eenvoudig is en dat

weder de minder goed gekende stoffen daarop eene uitzondering maken. Zelfs terwijl wij naar de radicaaltheorie die stoffen beschouwen als te zijn zamengesteld uit twee nadere bestanddeelen, die, hoewel ieder eene eenvoudige verhouding bezittende, toch natuurlijk voor de zamengestelde stof in het algemeen eene minder eenvoudige geven, vindt die eenvoudigheid plaats. Het is van belang dit op te merken tegen hen, die in dynamischen zin trachtende te redeneren, zoo gaarne alles ter hand nemen, wat tegen die eenvoudige verhoudingen, die hun den doodsteek toebrengen, schijnt te strijden.

§. 148. Onder de scheikundigen heerscht eene groote voorbarigheid, om elke stof dadelijk door de verhoudingen van de aantallen atomen harer elementen uit te drukken; of men die met zekerheid aangeven kunne, rekenen zij van minder belang, als men geene nieuwe formule aangeeft, heeft men immers geene nieuwe stof ontdekt, dan kan men immers daar geene rekenkunstige aardigheden mede ten uitvoer brengen! Om regtvaardig te zijn, moeten wij echter bekennen, dat de manier om de zamenstelling eener stof procentisch voor te stellen, vele zwarigheden en ongemakken medebrengt, Repertorium p. XIX, en men ook wel daarom eens eene atomistische formule berekent, voor dat de tijd daartoe gekomen is; maar men gebruike dan de relatieve voorstelling, waar de aanwezige hoeveelheid van elk element in betrekking wordt gesteld met de hoeveelheid aanwezig carbonium, terwijl deze laatste, omdat zij in elke organische stof aanwezig is, gelijk 100 wordt ge-

steld. Reeds de inzage van de derde serie van ons repertorium pleit sterk voor het nut van het opgeven dezer relatieve hoeveelheden. Het is veel belangrijker deze te kennen, dan de procentische en bijna even belangrijk ze te kennen als de atomistische, wanneer men die met zekerheid meent te kunnen vinden; anders moesten deze laatsten volstrekt niet berekend worden.

HOOFDSTUK III. OVER DE ZWAARTE DER DEELTJES: STÖCHIOMETRIE.

§. 149. In dit hoofdstuk vragen wij eenvoudig, hoeveel van elk element of nader bestanddeel uit eene geëvene hoeveelheid van eene geëvene zamengestelde stof voorhanden is, of hoeveel men daaruit zou kunnen verkrijgen. Ook vraagt men hier, hoe men de berekeningen ten uitvoer brengt om eene stof procentisch, atomistisch of relatief voor te stellen; ook wel, hoeveel gewigt wij, in verband met de beschouwingen van het vorige hoofdstuk, aan elk der atomen zullen moeten toeschrijven. Het zal dus de berekeningen bevatten, die het tweede lid van het eigenlijk scheikundig gedeelte der scheikunde wenschelijk maakt.

§ 150. De eigenlijke scheikunde bestaat namelijk uit twee hoofddeelen, de kwalitatieve en quantitatieve analyse, want de leer der bereiding behoorde niet scheikunde te heeten, dan voor zoo ver zij alleen die stoffen afzondert uit anderen waarin zij reeds bestaan.

De kwalitatieve analyse moet vooraf gaan en zou,

om volledig ontwikkeld te kunnen worden, de kennis behoeven van alle eigenschappen, zoo van de zamengestelde stoffen als van den enkelvoudigen. Hare methode is dichotomisch. Men onderwaagt eené stof ten opzichte eener bepaalde eigenschap en, naarmate zij die al of niet bezit, weet men, dat zij tevens behoort in eene klasse van stoffen met die eigenschap al of niet bedéeld, vervolgens toetst men haar aan eene tweede eigenschap, en daar zij die ook al of niet bezit, blijkt daardoor, dat zij *niet* is eene van de stoffen, die in de eerstgevonden klasse behooren, maar *tevens* met de tweede eigenschap *niet* of *al* bedéeld zijn, zoogaat men steeds voort, tot men haar ten opzichte van zoo vele eigenschappen onderzocht heeft, dat er slechts ééne stof is, die zich ten opzichte van al die eigenschappen even zoo verhoudt. *§ 151.* Als men het onderzoek naauwkeurig zo lang voortzet, heeft men nog geene zekerheid, dat de gegevene stof juist die stof is die men meende, en altijd blijft de mogelijkheid, hoe onwaarschijnlijk het bij de tegenwoordige ontwikkeling van dit gedeelte der scheikunde ook zijn mag, dat er nog eené stof zij, die zich ook juist zoo ten opzichte van die eigenschappen verhoudt; men zou die dan nog niet van de vermeende kunnen onderscheiden. Het is daarom goed bij het onderzoek niet alleen te letten op ééne stofneigé eigenschap bezit, maar ook op in welken graad zij die bezit, vooral als er wat meer naauwkeurige bepalingen zullen zijn aangaande den graad, waarin de verschillende eigenschappen aan de bekende stoffen toekomen. *§ 152.* De *De* Men kan vragen in welke volgorde men wil, mits

men slechts naauwkeurig de antwoorden opteekene, en de gevolgen daaruit met juistheid trekke; maar om gelijkvormigheid te bekomen, en omdat het ten opzichte van den tijd, waarin het onderzoek zal afloopen, niet onverschillig is hoe men die volgorde kiese, hebben ervaren practici daarom trent voorschriften, gegeven.

Als zoodanig noemen wij het kwalitatief onderzoek van mineralien naar Rose, en in zijne uitbreiding op alle stoffen, de Anleitung zur qualitativen Analyse van Dr. Remigius Fresenius.

§ 152. Wat wij in de voorgaande paragràphen zeiden, geldt eigenlijk van zamengestelde stoffen zoowel als van meer eenvoudigen of zelfs enkelvoudigen. Men zal evenwel meestal in dit geval de nadere bestanddeelen zoeken, die dan meer dan een in getal zijn, en men zal dit zelfs moeten doen, als ons een mengsel kan gegeven zijn. Men zal dit geval onderkennen, als twee of meer eigenschappen, die niet aan ééne zelfde stof eigen zijn, toch beiden aan het mengsel eigen zijn. Veelal vermoedt men wat in het mengsel zal aanwezig zijn, en onderzoekt men dan of dat vermoeden waarheid bevatte; maar wanneer men al hieromtrent tot zekerheid geraakt, zal men toch voorzigtig moeten zijn in het besluit, of nog, al of niet, andere stoffen ook daarin voorhanden waren. Het zal dan noodig kunnen worden, dat men ééne der stoffen afzonderè; men is dus in dat geval op den overgang tot de quantitatieve analyse.

§ 153. De quantitatieve analyse steunt op minder gegevens; als men met haar aanvangt kent men reeds den

aard, slechts nog niet de *hoeveelheid* van het voorhandene, of van eene der voorhandene stoffen. Men zondere nu dat nadere bestanddeel, hetzij dan zelf reeds zamengesteld of enkelvoudig, zoodanig af, dat *alles* wat er van aanwezig was afgezonderd zij en opgezameld kunne worden, zonder dat het met niets anders vermengd is, of zoo ten minste, dat wat er mede vermengd is in juist bekende verhouding daarmede vereenigd voorkome, d. i. men vormt soms eene zamengestelde verbinding er van. De keus hier tusschen wordt bepaald door de voorwaarde, dat die stof of juist die verbinding dier stof, die men zal willen maken, *ééne eigenschap in absolute maat* bezitte, minstens ten opzichte van de andere stoffen, die er in voorkwamen, volmaakt absoluut en uitsluitend. Die *ééne eigenschap* is gewoonlijk òf onoplosbaarheid, òf vlugtigheid, òf standvastigheid tegen de warmte. Daar niet *ééne* stof eenige eigenschap in absolute maat bezit (en dus ook niet uitsluitend) is niet één *quantitatief analytisch onderzoek* volkomen).

§ 154. Om de berekeningen, die nu nog na weging of meting van het verkregene te pas komen, ten uitvoer te brengen, heeft men in acht te nemen en er steeds op te letten, dat de met kapitale letters geschreven teekens der stoffen, overal hard atomen gewigten zullen beteekenen. [Men zal spondig uit de leerboeken zich eigen maken, voor welke elementen men aanneemt, dat twee atomen één equivalent uitmaken, om redenen later te vermelden, te weten $H^2, Cl^2, Br^2, I^2, Fl^2, N^2, Ph^2$, duiden twee atomen maar slechts één equivalent aan]. Het is onverschillig of de stof enkelvoudig of zamengesteld

zij, altijd drukt haar kapitaal geschreven teeken het gewigt van haar atom of equivalent in elachisten aan; dus: SO^3, BaO beteekent een gewigt van 1458 elachisten en wel 956.8 elachisten aan baryta $\equiv \text{BaO}, 501.2$ aan zwavelzuur $\equiv \text{SO}^3$; of 200.2 elachisten zwavel $\equiv \text{S}, 400$ aan oxygenium $\equiv \text{O}^3 + \text{O}$, en 856.8 elachisten baryum $\equiv \text{Ba}$. Vergelijk § 105—107.

Wist men hoeveel elachisten in een gramme of andere bekende gewigtmaat waren, zoo kende men juist het gewigt van een aequiv. SO^3, BaO , SO^3, BaO , O , Ba en S ; nu weet men alleen, dat zulk een gewigt zeer klein is en daarom gebruik ik ook zeer kleine gewigtmaten om zijne zwaarte aan te geven (*ελάχιστα*); het geeft echter een meer bepaalde beteekenis van elachisten, als kleinste gewigtmaten, te spreken, dan om te zeggen; in 1468 deelen sulphas barytae zijn 400 deelen zuurstof, enz. ook omdat het woord "deelen" in vele gevallen dubbelzinnigheid zoude kunnen veroorzaken.

§ 155. Er zijn dus n elachisten in een gramme en het aantal der equivalenten, dat in een gegeven gewigt, in a grammen van eene zekere stof (SO^2 bijv. of Cl^2Pb of zoo voorts voorhanden is, vindt men, door dat gewigt a tot elachisten te herleiden (dus met n te vermenigvuldigen) en het product te deelen door het aantal elachisten, waardoor het equivalentgewicht dier stoffen, SO^2 en Cl^2Pb , uitgedrukt wordt; want als in het gegeven gewigt van eene stof het equivalentgewicht dier stof 2, 3, 4maal vervat is, zijn er natuurlijk 2, 3, 4 enz. equivalenten geweest.

(a n elachisten in a grammen : SO^2 of Cl^2Pb ela-

chisten in één equivalent = het aantal equivalenten in a grammen (één equivalent).

Het aantal equivalenten der stof SO_2 , of Cl^2Pb , dat in a grammen vervat is, is dus $\frac{a n}{\text{SO}_2}$ of $\frac{a n}{\text{Cl}^2\text{Pb}}$, hetgeen wij m zullen noemen.

§ 156. Nu geldt de wet, dat, wanneer men m equivalenten van eene stof heeft, vervolgens deze aan verschillende bewerkingen onderwerpt en er daardoor andere stoffen van maakt, men altijd van die andere stoffen ook juist m equivalenten zal verkrijgen; van ieder van hare bestanddeelen zooveel maal m equivv. als het getal aanwijst, waarmede het teeken van dat bestanddeel vermenigvuldigd voorkomt, dus heeft men in m equivv. SO_2 , $2m$ equivv. O . Veranderde men nu SO_2 in PbS , zoo zoude men m equivv. Pb moeten toevoegen, om met de m equivv. S juist PbS te kunnen maken, en men zoude m equivv. PbS hebben. Deed men dit PbS velerlei bewerkingen ondergaan, zoodat men hetzelfde achtereenvolgens veranderde in SO^3PbO , dan in SO^3BaO , vervolgens in SBa , in Cl^2Ba , dan in Cl^2Ag , eindelijk weder in Cl^2Pb , zoo zoude men, ingeval men goed werkte, achtereenvolgens gehad hebben de hoeveelheden $m\text{SO}^3\text{PbO} = m\text{S} + 4m\text{O} + m\text{Pb}$, $m\text{SO}^3\text{BaO} = m\text{S} + 3m\text{O} + m\text{O} + m\text{Ba}$, dan $m\text{SBa} = m\text{S} + 4m\text{Ba}$, $m\text{Cl}^2\text{Ba} = m\text{Cl}^2 + m\text{Ba}$, dan $m\text{Cl}^2 + m\text{Ag}$ en eindelijk $m\text{Cl}^2 + m\text{Pb}$ of $m\text{Cl}^2\text{Pb}$: men zoude dus altijd evenveel equivalenten hebben behouden.

§ 157. Stelt men aan het einde dezer bewerking de

waarde van m weder in de formule en vraagt men hoeveel chloruretum plumbi men zal verkregen hebben; zoo ziet men dat men $\frac{a \cdot 11}{SO_2}$ ClPb elachisten aan chloruretum plumbi heeft, dat is in grammen $a \times \frac{Cl^2Pb}{SO_2}$

Uit deze formule ziet men, dat men slechts het equivalentgewicht van het verkregene of gevraagde ligchaam te deelen heeft door het equivalentgewicht van het aangewendde en het quotient te vermenigvuldigen heeft met de hoeveelheid, die men had.

§ 158. Wij zullen de verschillende vragen, die voorkomen, op deze wijze uitwerken.

I. Men wil 1,34 gr. oxydum plumbi (PbO) veranderen in sulphuretum plumbi (PbS).

Men zal verkrijgen $1,34 \times \frac{PbS}{PbO} = 1,34 \frac{1294+202}{1294+103}$

het gemakkelijkst door behulp der logarithmen van Tab. I en III van mijne tabulae repertoriae (*).

II. Hoeveel oxygenium heeft men noodig, om 5,14 ijzer te veranderen in FeO, hoeveel om er Fe²O³ van

te maken? $5,14 \frac{O}{Fe}$ en $5,14 \frac{3O}{2Fe}$ (Tab. I)

Dit had men ook op kunnen lossen met behulp van kolom (7), waar men ziet, dat men 100 gr. ijzer met 29,48 en 44,22 oxygenium verandert in FeO en Fe²O³, dus 5 gr. 14 met iets meerder dan $\frac{1}{20}$ ste hiervan.

$$\frac{100 : 29,48}{100 : 44,22} = \frac{5,14 : x}{5,14 : x}$$

(*) Tabulae repertoriae in usum chemicorum practitorum Traj. ad Rh. Kemink 1842.

Ook door Tabel II, die even als de Tabellen van Rose ingerigt is, maar alleen het noodzakelijke bevat.

III. Hoeveel chlorium heeft men noodig, om 20 gr. chloorzilver te verkrijgen? (Cl^2Ag)

$$20 \frac{\text{Cl}^2}{\text{Cl}^2\text{Ag}}$$

Hoeveel chlorium, om van 20 gr. zilver, chloorzilver te maken?

en hoeveel chloorzilver verkrijgt men dan?

Het gewigt van het verkregen chloorzilver moet natuurlijk gelijk zijn aan de som van het aangewendde chloor en aangewendde zilver; werkelijk is

$$20 + 20 \frac{\text{Ag}}{\text{Cl}^2} = 20 \left(1 + \frac{\text{Ag}}{\text{Cl}^2} \right) = 20 \left(\frac{\text{Ag} + \text{Cl}^2}{\text{Ag}} \right)$$

IV. Hoeveel chloorbaryum moet ik gebruiken om juist uit een aluinkrystal, hetwelk 1,43 gramme weegt, het zwavelzuur weg te nemen, en hoeveel platinum zoude ik noodig gehad hebben, om juist daaruit zooveel chloridum platini te kunnen vormen dat ik de potasch weggenomen had?

$$1.43 \frac{4 \text{ Cl}^2 \text{ Ba}}{3 \text{ SO}_3 \text{ Al}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 \text{ KaO} + 24 \text{ H}_2\text{O}} \text{ en}$$

$$1.43 \frac{\text{Pt}}{3 \text{ SO}_3 \text{ Al}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 \text{ KaO} + 24 \text{ H}_2\text{O}}$$

Ik had dan verkregen

$$1.43 \frac{4 \text{ SO}_3 \text{ BaO}}{3 \text{ SO}_3 \text{ Al}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 \text{ KaO} + 24 \text{ H}_2\text{O}} \text{ grammen sulphas}$$

barytae.

V. Welke zwavelverbinding van kalium heeft men

gehad, als men van eene hoeveelheid oplossing wegende 35.7 gramme, na al de zwavel volkomen geoxydeerd te hebben, verkregen heeft 8 grammen SO^3, BaO en 5 gr. bitartras potassae door al de potasch met acidum tartaricum te verbinden en hoeveel water was er in de oplossing?

Er waren $8 \frac{\text{S}}{\text{SO}^3, \text{BaO}}$ grammen zwavel,

en $5 \frac{\text{Ka}}{\text{C}^8\text{H}_8\text{O}^{10}\text{KaOH}_2\text{O}}$ grammen kalium; dus

$\frac{8n}{\text{SO}^3, \text{BaO}}$ aequivv. zwavel en $\frac{5n}{\text{C}^8\text{H}_8\text{O}^{10}\text{KaOH}_2\text{O}}$ aequivv. kalium

$35,7 - \frac{8\text{S}}{\text{SO}^3, \text{BaO}} - \frac{5\text{Ka}}{\text{C}^8\text{H}_8\text{O}^{10}\text{KaOH}_2\text{O}}$ grammen water

de verhouding van het aantal aequiv. was $\frac{8\text{C}^8\text{H}_8\text{O}^{10}\text{KaOH}_2\text{O}}{5\text{SO}^3, \text{BaO}}$

§ 159. Het kan voorkomen, dat men een mengsel van twee stoffen heeft te onderzoeken, die men niet vooraf kan of wil scheiden, en waarvan men toch de betrekkelijke hoeveelheid wenscht te bepalen; dit komt voor bij den handel in potasch en soda, die of als onvolledig gevormde carbonaten gemengd voorkomen, of als chloorsodium vermengd, vervalscht, met chloorpotassium. In het eerste geval zou men eene hoeveelheid tot chloruretum natrii en chloruretum kalii moeten maken of tot eenige zuivere scheikundige verbinding. Houden wij ons bij chloruretum natrii, vervalscht met chloruretum kalii.

Men neme ter onderzoeking eene hoeveelheid a in droogen toestand, waarin dus bevat zal zijn eene hoeveelheid x chloruretum natrii en eene hoeveelheid a — x chloruretum kalii; men losse die hoeveelheid a op, make de oplossing zuur

en praecipitere met nitras agenti, zoo zal men eene hoeveelheid b chloorzilver verkrijgen.

Uit de hoeveelh. x chloornatrium verkrijg ik $x \times \frac{\text{Cl}^2\text{Ag}}{\text{Cl}^2\text{Na}}$

Uit de hoeveelh. $a-x$ chloorkalium verkrijg ik $(a-x) \frac{\text{Cl}^2\text{Ag}}{\text{Cl}^2\text{Ka}}$

Aan chloorzilver dus $b = x \frac{\text{Cl}^2\text{Ag}}{\text{Cl}^2\text{Na}} + (a-x) \frac{\text{Cl}^2\text{Ag}}{\text{Cl}^2\text{Ka}}$

$(b \times \text{Cl}^2\text{Ka} - a \times \text{Cl}^2\text{Ag}) \text{Cl}^2\text{Na}$
 $= x \times \text{Cl}^2\text{Ag} (\text{Cl}^2\text{Ka} - \text{Cl}^2\text{Na})$

$$x = \frac{b\text{Cl}^2\text{Ka} - a\text{Cl}^2\text{Ag}}{\text{Cl}^2\text{Ka} - \text{Cl}^2\text{Na}} \times \frac{\text{Cl}^2\text{Na}}{\text{Cl}^2\text{Ag}}$$

en uit x chloornatrium $x \frac{\text{NaO}}{\text{Cl}^2\text{Na}}$ aan soda, of

$x \frac{\text{CO}^2\text{NaO}}{\text{Cl}^2\text{Na}}$ carbonas sodae,

uit $(a-x)$ chloorkalium $(a-x) \frac{\text{KaO}}{\text{Cl}^2\text{Ka}}$ potassa, of

$(a-x) \frac{\text{CO}^2\text{KaO}}{\text{Cl}^2\text{Ka}}$ carbonas potassae.

§ 160. Niet altijd verkrijgt men onmiddellijk de stof in gewigt, maar als de stof zich in gazvorm voordoet, verkrijgt men een volumen. Ik heb bijv. marmer boven de kwik in eene verdeelde buis gebragt, nu laat ik zoutzuur opklimmen, genoeg om al het marmer in $\text{Cl}^2 \text{Ca}$ te veranderen, en vindt, dat het ontwikkelde koolzuur 123 c. c. inneemt, terwijl de temperatuur 19^0 is, en de barometer op 77^0 staat. Hoeveel marmer heb ik gebruikt? met behulp van tabel VI. tatalae repertoriae herleid ik dit volumen oogenblikkelijk tot gewigt;

ik heb een gewigt a koolzuur en dus $a \frac{\text{CO}^2\text{CaO}}{\text{CO}^2} = a + a \frac{\text{CaO}}{\text{CO}^2}$
aan marmer gebruikt.

§ 161. Er is nog een vorm, waaronder zich het verkregene kan vertoonen, bijv. bij organische analyses bepaalt men de stikstof, die er in eene stof is, door van eene hoeveelheid stof 5,5 grammen al wat koolstof en waterstof is te laten verbranden, doch de stikstof onverbonden te laten blijven; deze laatste vangt men op, in eene klok met kwik.

Het vraagstuk zoude hetzelfde zijn als de klok van het begin ledig was, nu evenwel is dezelve in het begin ook gevuld geweest met stikstof, en bevatte 112 c. c. stikstof op de temperatuur van 11^0 en onder den druk van 759 mm; na de proef is er al de ontwikkelde stikstof bijgekomen en nu bijv. voorhanden 132,2 c. c. op $15,05$ en 764 mm. hoeveel stikstof heeft men aangewonnen? Men raadplege weder tabel VI en VII.

§ 162. Sommige scheikundige verbindingen noemt men organische, zoo als wij zagen § 118; deze hebben meestal een grooter aantal equivalenten carbonium, hydrogenium, nitrogenium, oxygenium en daarbij gemengd of in de plaats gesteld chlorium, bromium en jodium, zwavel, of daarmede verbondene equivalenten zuren of bases.

Laat eene organische stof dan bestaan uit p aequivv. carbonium, q hydrogenium, r nitrogenium, t oxygenium, vooreerst zonder andere bijmengselen; zoo geldt dezelfde wet voor het bepalen van de hoeveelheid van ieder dier stoffen ook hier: als men Og noemt het equivalent

gewicht der organische verbinding, welker hoeveelheid a is, zoo heeft men aan carbonium $\frac{a p C}{Og}$, aan hydr. $\frac{a q H^2}{Og}$, aan nitr. $\frac{a r N^2}{Og}$, aan oxyg. $\frac{a t O}{Og}$ en daar deze vier hoeveelheden te zamen juist alles zijn wat in de verbinding aanwezig was, zullen zij te zamen ook weder a wezen.

$$a = \frac{a p C}{Og} + \frac{a q H^2}{Og} + \frac{a r N^2}{Og} + \frac{a t O}{Og}$$

dus $Og = pC + qH^2 + rN^2 + tO$.

Het equivalentgewicht der organische verbinding is gelijk aan de som van de equivalentgewigten der zamenstellende deelen, ieder met het aantal dier equivalenten vermenigvuldigd.

§ 163. Na dit te hebben bewezen zullen de volgende gevallen moeten worden opgelost. Men heeft drie wijzen om de zamenstelling der ligchamen uit te drukken, de atomistische zoo als boven, de procentische en de relatieve. Volgens deze laatste geeft men aan, hoeveel elachisten hydrogenium, nitrogenium en oxygenium er op 100 elachisten carbonium voorhanden zijn. Deze wijze is reeds hierom zeer geschikt, dewijl in alle organische verbindingen carbonium voorkomt en men dus, van een gelijk standpunt uit, alle verbindingen overziet. Nog verkrijgt men bij de organische analyse de zamenstelling op eene andere wijze, namelijk men verkrijgt eene hoeveelheid c koolstofzuur en eene hoeveelheid h water, misschien nog eene hoeveelheid n nitrogenium, hetzij men dit in volumen gemeten hebbe, of uit het chloridum platini et ammoniae verkregen hebbe.

In de praktische bewerkingen komt voor, uit de atomistische samenstelling, de beide andere voorstellingswijzen te berekenen en omgekeerd, voornamelijk ook, om uit de hoeveelheden koolstofzuur en water, onmiddellijk deze drie te vinden. Eindelijk de wijze, waarop men het equivalent gewigt van eenig enkelvoudige stof bepaalt. Wij zullen het alleen voor organische verbindingen aantonen, daar, wat voor deze geldt, met verandering van de teekens der stoffen, ook voor alle andere elementen van toepassing is. Het komt er dus op aan de betrekking op te sporen die er tusschen de grootheden C, H, N, O; p, q, r, t; e, h, n, o; $\gamma, \eta, \nu, o;$ γ', η', ν', o' bestaat, als de overeenkomstige grieksche letters de procentische hoeveelheden beteekenen derzelfde stoffen, en deze zelfde letters geaccentueerd: γ', η', ν', o' de relatieve aangeven; het is duidelijk dat γ' altijd gelijk 100 is.

§ 164. De procentische samenstelling geeft aan, hoeveel van ieder in 100 deelen bevat is; dus $a = 100$.

$$\gamma = \frac{100 p C}{Og}, \quad \eta = \frac{100 q H^2}{Og}, \quad \nu = \frac{100 r N^2}{Og}, \quad o = \frac{100 t O}{Og}$$

$$\gamma + \eta + \nu + o = \frac{100 (pC + qH^2 + rN^2 + tO)}{Og} = 100$$

de relatieve drukt uit, hoeveel van ieder met 100 deelen carbonium verbonden is; dus

$$\frac{a q H}{Og} : \frac{a p C}{Og} = \eta' : 100 \quad \eta' = \frac{100 q H}{p C}$$

$$\frac{100 r N^2}{zoo \nu'} = \frac{100 t O}{o'}$$

Hier kan men eens voor altijd $\frac{100H^2}{C}$, $\frac{100N^2}{C}$ en $\frac{100O}{C}$ door vaste getallen uitdrukken, daar zij altijd dezelfde zijn.

Men ziet nu verder ligt, hoe men als de procentische of relatieve (grieksche) hoeveelheden voor eene stof bekend zijn de verhouding der aequivalenten berekent.

§ 165. Laten de bovengenoemde hoeveelheden grammen zijn, zoo heeft men γ m elachisten koolstof verbonden met η m elachisten waterstof, ν m stikstof en o m zuurstof, dus ook daar een aequiv. koolstof C elachisten weegt:

$\gamma \frac{m}{C}$ aequivv. koolstof, $\frac{\eta m}{H^2}$ aequivv. waterstof, $\frac{\nu m}{N^2}$ aequivv.

stikstof $\frac{o m}{O}$ aequivv. zuurstof; dus staat:

$$p : q : r : t = \frac{\gamma m}{C} : \frac{\eta m}{H^2} : \frac{\nu m}{N^2} : \frac{o m}{O}$$

Men zal zich van de waarheid hiervan overtuigen door de waarden van γ , η , ν , o uit het vorige in het tweede lid te substitueren.

Daar wij nooit het absolute aantal aequivv. kunnen vinden, deelt men bijv. door p het eerste lid, en dus ook door

$\gamma \frac{m}{C}$ het tweede lid; zoo blijft de vergelijking waar

$$1 : \frac{q}{p} : \frac{r}{p} : \frac{t}{p} = \frac{\eta}{\gamma} \frac{C}{H^2} : \frac{\nu}{\gamma} \frac{C}{N^2} : \frac{o}{\gamma} \frac{C}{O},$$

waarin weder de omgekeerde vaste getallen, $\frac{C}{H}$ enz. voorkomen.

Men verkrijgt nu voor het aantal aequivv. hydrogenium, nitrogenium, oxygenium breuken, of zamengestelde getal-

len, en men heeft slechts eenen factor (den factor p) te zoeken, die met ieder der vier termen vermenigvuldigd, de vier getallen p, q, r, t, geven zal, welke men zoekt.

§ 166. Uit de relatieve hoeveelheden kan men op overeenkomstige wijze p, q, r en t vinden gelijk reeds uit de opmerking geldt, dat:

$$\frac{\gamma}{\gamma'} = \frac{\eta}{\eta'} = \frac{\nu}{\nu'} = \frac{o}{o'} \text{ noodzakelijk wezen moet.}$$

Het onderscheid is nu alleen, dat men in plaats van $\frac{\gamma^m}{C}$ equivalenten koolstof nu γ' koolstof heeft en dus

$\frac{\gamma'^m}{C}$ equivv. koolstof; zoo voor de andere, dus

$$p : q : r : t = \frac{\gamma'^m}{C} : \frac{\eta'^m}{H^2} : \frac{\nu'^m}{N^2} : \frac{o'^m}{O}$$

waarvan men zich weder door substitutie overtuigen kan, vervolgens:

$$1 : \frac{q}{p} : \frac{r}{p} : \frac{t}{p} = 1 : \frac{\eta'^C}{\gamma'H^2} : \frac{\nu'^C}{\gamma'N^2} : \frac{o'^C}{\gamma'O}$$

waarin weder de omgekeerde vaste getallen voorkomen

en de boven opgestelde reeds duidelijke wet $\frac{\gamma}{\gamma'} = \frac{\eta}{\eta'}$

enz. bewaarheid wordt. Ook hier zoekt men den factor p, welke ons dikwijls aan de hand gedaan wordt. Want laat b. v, ons een barytzout gegeven zijn, waarin dus baryum voorkomt, welks procentische hoeveelheid β en welks relatieve β' bedraagt, en welks atomen b in getal zijn, zoo ware onze evenredigheid geweest:

$$1 : \frac{q}{p} : \frac{r}{p} : \frac{t}{p} : \frac{b}{p} = 1 : \frac{\gamma' C}{\gamma' H^2} : \frac{\gamma' C}{\gamma' N^2} : \frac{o' O}{\gamma' N} : \frac{\beta' C}{\gamma' Ba}$$

daar wij nu weten dat van Ba slechts één of twee equivalenten aanwezig zijn, is onze factor $\frac{1}{\gamma' Ba}$ of $\frac{2}{\gamma' Ba}$

§ 167. Het moge schijnen dat wij eenvoudiger in onze evenredigheid het aantal equivalenten baryum gelijk 1 hadden gesteld, opdat wij dus niet meer naderhand met den factor $\frac{1}{\gamma' Ba}$ hadden te vermenigvuldigen gehad; maar er is een bezwaar tegen, omdat wij

niet altijd in onze verbindingen baryum hebben, wel altijd carbonium; dat wij dus voor elke verbinding eene andere formule zouden gehad hebben, nu altijd dezelfde, al is zij dan al een weinig minder eenvoudig.

Zij ware dan geweest:

$$\frac{p}{b} : \frac{q}{b} : \frac{r}{b} : \frac{t}{b} : 1 = \frac{\gamma' Ba}{\beta' C} : \frac{\gamma' Ba}{\beta' H^2} : \frac{\gamma' Ba}{\beta' N^2} : \frac{o' Ba}{\beta' O} : 1$$

waarin b nu gelijk 1 of 2 of gelijk $\frac{1}{2}$ is, maar waarin wij al onze vaste getallen missen en dus eigenlijk nog meer rekenen moeten, al wijst zij meer onmiddelijk het absolute getal der equivalenten aan.

§ 168. Er is alleen nog over uit c, h, n, o, ba (Verg. § 163) de drie voorstellingswijzen te halen.

Het ligtst zien wij dit in, als wij eerst weder de hoeveelheden carbonium, hydrogenium, nitrogenium, oxygenium, baryum berekenen, die dus in eene hoeveelheids stof voorhanden zijn.

Deze zijn $s \frac{cC}{CO_2}$, $s \frac{hH_2}{H_2O}$, n_1 , ba_1

De hoeveelheid oxygenium wordt tot groot nadeel van de juistheid der organische analyse alleen gevonden door de voorwaarde, dat al de stof te zamen genomen gelijk is aan de oorspronkelijk gebezigde hoeveelheid s .

$$\text{dus } s = \frac{cC}{CO_2} + \frac{hH}{H_2O} + n_1 + o + ba_1$$

$$\text{en } o = s - \left(\frac{cC}{CO_2} + \frac{hH}{H_2O} + n_1 + ba_1 \right)$$

Ik heb geschreven n_1 en ba_1 omdat ik niet bedoel de hoeveelheden nitrogenium en baryum, die men door de proef verkrijgt, want die zijn uit andere hoeveelheden stofs dan s is verkregen.

Zij s de hoeveelheid stofs, waaruit men het carbonium- en hydrogenium gehalte bepaald heeft, s' de hoeveelheid, die aan de stikstofproef onderworpen is, en waaruit n aan nitrogenium is verkregen, vervolgens s'' die waaruit men eene hoeveelheid z aan sulphas barytae heeft gemaakt, zoo is het duidelijk dat men uit eene

hoeveelheid s zoude verkregen hebben $n_1 = n \frac{s'}{s}$ en,

terwijl men uit s'' eene hoeveelheid $ba = \frac{z Ba}{SO_3, BaO}$

verkreeg, zoude men ook uit s eene hoeveelheid

$ba_1 = \frac{z Ba}{SO_3, BaO} \frac{s''}{s}$ hebben verkregen.

§ 169. Nu wij eenmaal weten, wat onze letters beteekenen, herleiden wij het in grammen gegeven gewigt tot elachisten door met m te vermenigvuldigen, dus:

$$\frac{c \text{ Cm}}{\text{CO}_2}, \frac{h \text{ H}^2 \text{ m}}{\text{H}_2\text{O}}, n_1 \text{ m}, o \text{ m} \text{ en } ba_1 \text{ m}, \text{ of } \frac{s''z \text{ Ba m}}{s \text{ SO}_3 \text{ BaO}}$$

daar nu de aequivalenten van ieder dezer stoffen respectivelijk wegen C, H, N², O, Ba elachisten, zoo zijn er in de boven opgenoemde aantallen elachisten

$$\frac{c \text{ m}}{\text{CO}_2}, \frac{h \text{ m}}{\text{H}_2\text{O}}, \frac{n_1 \text{ m}}{\text{N}^2}, \frac{o \text{ m}}{\text{O}} \text{ en } \frac{\text{Ba}_1 \text{ m}}{\text{Ba}} \text{ of } \frac{s''z \text{ m}}{s \text{ SO}_3, \text{ BaO}} \text{ aequi-}$$

valenten aanwezig en wij hebben weder de evenredigheid

$$p:q:r:t:b = \frac{c}{\text{CO}_2} : \frac{h}{\text{H}_2\text{O}} : \frac{n_1}{\text{N}^2} : \frac{o}{\text{O}} : \frac{ba_1}{\text{Ba}}$$

waarin wij weder een der termen, naar ons het beste schijnt, gelijk 1 kunnen stellen.

§ 170. De procentische en relatieve zamenstelling kunnen wij ook zeer gemakkelijk berekenen.

$$\gamma = \frac{100pC}{Og}, \eta = \frac{100qH^2}{Og}, \nu = \frac{100rN^2}{Og}, o = \frac{100tO}{Og}, \beta\alpha = \frac{100b \text{ Ba}}{Og}$$

$$\text{en } \gamma' = 100, \eta' = 100 \frac{qH^2}{pC}, \nu' = \frac{100r \text{ N}^2}{p \text{ C}}, o' = \frac{100t \text{ O}}{p \text{ C}}$$

$$\beta'\alpha' = \frac{100 \text{ b Ba}}{p \text{ C}}$$

Hier hebben wij die hoeveelheden uit de reeds gevondene atomistische zamenstelling berekend; wij willen ze ook onmiddellijk uit de gevonden hoeveelheden koolstofzuur, water enz. afleiden.

Wij hadden in de hoeveelheid s grammen: $\frac{cC}{\text{CO}_2}, \frac{h \text{ H}}{\text{H}_2\text{O}}$

$n_1, o,$ en ba_1 . Deze vijf hoeveelheden wogen dus te zamen s , in eene hoeveelheid van 100 grammen zouden wij dus gehad hebben

$$\gamma = 100 \frac{cC}{\text{CO}_2s}, \eta = \frac{h \text{ H}}{\text{H}_2\text{O}s}, \nu = 100 \frac{n_1}{s}, o = 100 \frac{o}{s}$$

$\beta\alpha = 100 \frac{ba}{s}$; en als wij $\frac{cC}{CO_2} = 100 = \gamma'$ stellen, zoo vinden wij

$$\eta' = \frac{100 \frac{hH^2}{H^2O}}{cC} = 100 \frac{h}{c} \frac{H^2}{C}, \quad \nu' = 100 \frac{n_1 CO_2}{cC},$$

$$o' = 100 \frac{o CO_2}{cC} \text{ en } \beta'\alpha' = 100 \frac{ba_1}{cC} CO_2.$$

§ 171. Het is duidelijk dat, even als c uitdrukt de hoeveelheden koolzuur, die uit s ontwikkeld is, zoo pCO_2 de hoeveelheid koolzuur is, die uit Og ontwikkeld wordt, omdat pC aan kool volgens onzen regel $\frac{pC.CO_2}{C}$ (koolstofzuur geeft;

$$\text{dus } Og : pCO_2 = s : c \quad sCO_2 = \frac{C Og}{P}$$

Stellen wij dit in de tweede uitdrukking van γ in de

$$\text{plaats van } sCO_2, \text{ zoo komt } \gamma = 100 \frac{pcC}{cOg} = 100 \frac{pC}{Og};$$

dus juist zoo als de eerste uitdrukking aantoont, verg. § 170 en 164. Eveneens geeft de hoeveelheid s de hoeveelheid n_1 terwijl Og de hoeveelheid rN^2 bevat; dus

$$s : Og = n_1 : rN^2 \quad n_1 = \frac{rN^2 s}{Og}$$

dit in de tweede uitdrukking voor ν gesteld, voert tot

$$\text{de eerste, daar } \nu = 100 \frac{rsN^2}{Ogs} = 100 \frac{rN^2}{Og}, \text{ zoo voor}$$

de anderen; reeds zien wij dat de uitdrukkingen voor γ en η onmiddellijk gelijk zijn; dat dit met de andere uitdrukkingen voor ν' o' en $\beta'\alpha'$ slechts na reductie plaats

heeft, hangt af van de wijze, waarop de hoeveelheden nitrogenium, oxygenium en baryum verkregen worden.

§ 172. Alleen de uitdrukkingen voor o , o' moeten nog ontwikkeld worden, daar wij o alleen door aftrekking vinden. Daartoe hebben wij ons te herinneren uit de voorlaatste §, dat wij hebben

$$o = s - \left(\frac{cC}{CO_2} + \frac{hH^2}{H_2O} + n_1 + ba \right);$$

dit is de hoeveelheid, die in s grammen bevat is; wil men weten hoeveel in 100 grammen, zoo heeft men natuurlijk

$$o = \frac{100}{s} \left\{ s - \left(\frac{cC}{CO_2} + \frac{hH^2}{H_2O} + n_1 + ba_1 \right) \right\}$$

$$= 100 - \frac{100}{s} \left(\frac{cC}{CO_2} + \frac{hH^2}{H_2O} + n_1 + ba_1 \right)$$

Eindelijk heeft men o' uit de evenredigheid

$$\gamma : o = \frac{cC}{CO_2} : s - \left(\frac{cC}{CO_2} + \frac{hH^2}{H_2O} + n_1 + ba_1 \right) = \gamma' : o'$$

en daar $\gamma' = 100$

$$o' = 100 \left\{ \frac{sCO_2}{cC} - \left(1 + \frac{h}{c} \frac{CO_2 H^2}{H_2O C} + \frac{n_1 CO_2}{cC} + \frac{ba_1 CO_2}{cC} \right) \right\}$$

daar verder $sCO_2 = \frac{COg}{P}$ is en $\frac{Og C}{P} = \frac{100cC}{\gamma}$

kan men ook schrijven

$$o' = \frac{10000}{\gamma} - 100 \left(1 + \frac{h}{c} \frac{CO_2 H^2}{H_2O C} + \frac{n_1 CO_2}{cC} + \frac{ba_1 CO_2}{cC} \right)$$

§ 173. [Alle voorgaande berekeningen zijn gedaan in de veronderstelling, dat de equivalentgewigten der ele-

menten bekend waren. Bij benadering zijn zij bekend; maar te weinig heeft men zich aan het voorbeeld van physici en astronomen gespiegeld, dan dat zij even goed vastgesteld zouden zijn als physische constanten. Het is dus zeer noodig, en menigmaal doen de scheikundigen het ook, doch telkens weder zonder ook den arbeid hunner voorgangers in aanmerking te nemen, dat men althans velen onder hen op nieuw bepale, op dat men eindelijk naauwkeurig deze grondgrootheden der scheikunde leeren kennen. Hoe zij tegenwoordig vastgesteld zijn zie men uit het Pharm. Centralblatt 1849. n°. 1.

§ 174. Het is duidelijk, dat men ter bepaling van het equivalentgewicht van eene stof of element eene zamen- gestelde stof moet kiezen, die aan twee vereischten vol- doet: 1° dat het ontwijfelbaar vaststaat uit hoeveel aequivv. van ieder der zamenstellende stoffen zij bestaat; 2° dat elk der elementen hoogst naauwkeurig moet kunnen be- paald worden § 151, of althans twee dier elementen. In het laatste geval zal uit de proef alléén de verhou- ding van de equivalentgewigten dier beide elementen kunnen worden opgemaakt. Dus p, q, r zijn hier be- kend en daarentegen de door de kapitale letters aange- duidde grootheden onbekend.

§ 175. I. Zij gegeven zilveroxyde (AgO) in hoeveel- heid a; men verkrijgt eene hoeveelheid b aan zilver (Ag).

Zoo is $a = \frac{\text{Ag}}{\text{AgO}} b$ en daaruit $\text{Ag} = \frac{b\text{O}}{a-b}$, of mis-

schien wil men het zilver niet door reductie maar door chloorzilver (Cl²Ag) bepalen en heeft uit diezelfde hoe- veelheid c chloorzilver verkregen.

Zoo was naar III. § 111 in de hoeveelheid c aanwezig: aan zilver $\frac{c \text{ Ag}}{\text{AgCl}^2}$ en dus $\frac{c \text{ Ag}}{\text{AgCl}^2} = a \frac{\text{Ag}}{\text{AgO}}$

$\text{Ag} = \frac{Oc - a \text{ Cl}^2}{a - c}$, hetgeen men ook zou verkregen hebben

als men zeide: a zilveroxyde geeft $a \frac{\text{Cl}^2 \text{ Ag}}{\text{AgO}}$ aan

chloorzilver, en dus $c = \frac{a \text{ Cl}^2 \text{ Ag}}{\text{AgO}}$.

II. Men kan even goed organische zelfstandigheden aanwenden en heeft dit ook wel gedaan ter bepaling van het atoomgewicht van het carbonium. Oxalas barytae ($\text{C}^2\text{O}^3\text{BaO}$) in hoeveelheid a , geeft koolstofzuur in hoeveelheid b , en eene hoeveelheid c sulphas barytae (SO^3BaO), hoe groot is dan C ?

Men heeft $b = \frac{1a \text{ CO}^2}{\text{C}^2\text{O}^3\text{BaO}}$, want één aequivv. acidum

carb. zal met de baryta verbonden blijven, en $c = \frac{a \text{ SO}^3 \cdot \text{BaO}}{\text{C}^2\text{O}^3 \text{BaO}}$;

nu kan men uit de beide vergelijkingen C oplossen, en zal dezelfde waarde moeten verkrijgen, zij zullen dan tot elkanders verificatie dienen, als men namelijk aanneemt dat de aequivalentgewigten Ba en S , reeds bekend zijn; anders vorme men ook nog sulphuretum plumbi bijv.

III. Acetas argenti ($\text{C}^4\text{H}^6\text{O}^3$, AgO) in hoeveelheid a , geve na reductie aan zilver b , en aan koolstofzuur c , zoo heeft men weder

$b = \frac{a \text{ Ag}}{\text{C}^4\text{H}^6\text{O}^3 \text{ AgO}}$ en $c = \frac{4 \text{ CO}^2}{\text{C}^4\text{H}^6\text{O}^3 \text{ AgO}}$

Zoo zijn bijzonder geschikt koolwaterstof-verbindingen als: benzin ($\text{C}^{12}\text{H}^{16}$), omdat die veel koolstofzuur geven;

eene hoeveelheid a hiervan geeft b koolstofzuur, en men heeft

$$b = \frac{12 a \text{ CO}_2}{\text{C}_{12} \text{ H}_{16}}$$

§ 176. Wie rekenen wil kan zonder nieuwe analyses met groote nauwkeurigheid de equivalentgewigten bepalen. Men kieze zich eene menigte goed bekende stoffen uit, neme ter hand de oorspronkelijke analyses (Wolff: Analytische Untersuchungen, 1846) der beste scheikundigen, berekene de uitkomsten en bepale naar de methode der kleinste quadraten de ware waarden.

Men zal de uitkomsten van verschillende laboratoria moeten opnemen, daar de methode van analyseren in het eene laboratorium het equivalentgewicht van het koolstofzuur iets te hoog doet vinden in vergelijking met dat van het hydrogenium enz., in een ander weder omgekeerd. Zoo zal men de constante fouten van elk laboratorium zooveel elimineren, zelfs kunnen bepalen, en de uitkomst vrij daaryan kunnen verkrijgen.

§ 177. De atomegewigten zijn nog niet bekend als de equivalentgewigten gevonden zijn, maar worden door deeling of vermenigvuldiging met kleine getallen daaruit verkregen. Hierin is verschil onder de scheikundigen, daar men ter bepaling hiervan aanwijst het volumen, den vorm, of de specifieke warmte der atomen, en de een meer deze, de ander meer gene omstandigheid zich ten rigtsnoer kiest.

§ 178. Er is groot verschil in de zwaarte der aequi-

valentgewigten, vooral is er een dat zeer klein is: het H. Daardoor kon gemakkelijk de schijn ontstaan, dat de andere equivalentgewigten veelvouden waren van het equivalentgewicht van het hydrogenium, en men kon nu ligt de grootere equivalentgewigten van de overige elementen zoo wijzigen, dat zij juist veelvouden werden van H; sommigen hebben zoo gewijzigd, of zoolang gezocht, tot dat zij eindelijk eene uitkomst verkregen, die aan deze hypothese voldeed, natuurlijk al weder tot schade voor eene ware kennis der equivalentgewigten.

„Pondera atomistica elementorum non sunt multipla ponderis atomistici hydrogenii,” zeiden wij in onze dissertatie, thesis XIV.

Het is oneindig onwaarschijnlijk a priori, tenzij alle andere elementen polymere wijzigingen zijn van ééne stof en dan nog wel van hydrogenium; hiervoor is echter geen grond hoegenaamd voorhanden en waar blijft dan de oorspronkelijke verscheidenheid, dan zijn ook de overige atomen niet meer onveranderlijk. De waarneming streed er daarenboven toen reeds tegen en bevestigt ook nu die veronderstelling nog niet. Er kan namelijk altijd één veelvoud van H genomen worden, dat met de equivalentgewigten der overige stoffen, hoe die ook zijn, een verschil oplevert kleiner dan de helft van het equivalentgewicht H; als die gewigten nu wezenlijk veelvouden zijn, zullen die verschillen bij nauwkeurige bepalingen over het algemeen *kleiner* moeten blijken te zijn dan een vierde van dat equivalentgewicht, en dat zijn zij in geen deele. Vergelijk de quotienten verkregen in het Pharm. Ctrbl. 1849, n°. 1.]

HOOFDSTUK IV. OVER DEN VORM DER ATOMEN

§ 179. Vele lichamen vertoonen ons eenen vorm, die, ofschoon wij daar niets toe bijgedragen hebben, regelmatig is, terwijl anderen geen spoor van regelmatigheid doen zien. De eersten zijn door vlakken begrensd, die hoeken met elkander maken van standvastige grootte, en, ook als men ze met geweld verbreekt, op de breuk, of dezelfde vlakken vertoonen, of althans neiging tot regelmatigheid; de anderen hebben een geleiachtig, korrelig of glasachtig aanzien, zoowel aan hunne buitenste oppervlakte, als inwendig. Men noemt de lichamen der eerste soort gekrystalliseerde lichamen (krystallen); die van de andere soort ongekrijstalliseerde lichamen of amorphe stoffen.

§ 180. De lichamen der eerste soort bieden ons duizenderlei regelmatige vormen aan; althans duizenderlei vormen, wier grensvlakken vast bepaalde hoeken met elkander maken. De krystallographie leert evenwel dat deze vormen deels zamengestelde, deels enkelvoudige zijn; voorts dat zij, en hoe zij, in zeven groepen „krystalsystemen” kunnen worden afgedeeld, zoodanig dat al de vormen van eene zelfde groep tot éenen grondvorm kunnen worden teruggebracht, maar niet de grondvorm van het eene krystalsysteem uit dien van het andere kan worden verklaard. C. F. Naumann Krystallographie.

§ 181. In elk enkelvoudig krystal zijn de vlakken symmetrisch geplaatst ten opzichte van drie regte lijnen (krystalassen), die elkander alle drie in het middelpunt van figuur ontmoeten; slechts in één systeem neemt men vier assen aan, ten opzichte van welke dan dit ditzelfde plaats grijpt. Heeft men een zamengesteld krystal, zoo hebben de beide of alle de zamengestelde vormen dezelfde assen gemeen. Elk vlak van een zelfden vorm doorsnijdt de assen op dezelfde afstanden van het middelpunt als een ander vlak van dienzelfden vorm (isoparametrie), maar voor elken vorm zijn de afstanden anders, ofschoon gemakkelijk uit de afstanden, die bij den grondvorm voorkomen, afleidbaar.

§ 182. Deze krystalsystemen met drie assen worden van elkander onderscheiden door de betrekkelijke stelling en grootte, of liever waarde der assen: de drie eersten hebben regthoekige assen, en wel drie, twee, of ééne van gelijke waarde; de drie anderen hebben, of ééne as die scheef staat op twee regthoekige, of ééne die regthoekig staat op twee scheefhoekige, of alle drie onderling scheefhoekige assen. In de orde, waarin ze hier opgegeven zijn, heeten zij: het eerste het tesseractale (regulière), het tweede het tetragonale, het vierde het rhombische, het vijfde het monoklinische, het zesde het diklinische, het zevende het triklinische. Breithaupt beschouwt deze drie als onderafdeelingen van het derde. Het vierassige stelsel is het derde in rang, heeft eene as ongelijk aan, maar regthoekig op de drie andere assen, die in een zelfde vlak gelijke hoeken van 60° met elkander maken en heet het hexagonale systeem.

§ 183. Daar wij nu volgens § 180 uit elk der krystalvormen, die tot eene zelfde groep behooren, eenen als grondvorm kunnen erkennen, en wij door verschillende physische eigenschappen van een gegeven krystal tot dien eenen zelfden vorm worden gevoerd, is het waarschijnlijk, dat die werkelijk de vorm der samenstellende deeltjes zij (Vgl. § 186). Deze deeltjes zijn bij een enkelvoudig ligchaam zelven enkelvoudig, anders (bij zamengestelde stoffen) vormen zij zelven weder een groep van enkelvoudige deeltjes, maar in elk geval kunnen wij elken krystalvorm, waarin eenig ligchaam zich voordoet, beschouwen als daargesteld door eene regelmatige zamenvoeging van gelijkvormige deeltjes. Vergelijk over de vorming van krystallen Harting Berz. Jahrb. XXII. 33. Knop Erdm Journal XL. 90, 1847, N^o. 2. Zie ook l'Institut n^o. 604, 782.

Aanmerking. Deze beschouwing geeft ons eenen draad in de hand, waardoor wij tot de kennis van den vorm der kleinste deeltjes geleid worden, zoo als door de dichtheid tot de kennis van hunne grootte. Waarnemingen zullen denzelven moeten bepalen. [Deze paragraphen maken duidelijk en staven wat in § 2 en 3 in onze hypothese opgenomen werd.]

§ 184. Eenige stoffen doen zich in twee krystalvormen voor, die zich niet tot denzelfden grondvorm laten terugbrengen (dimorphie). Een is er tot nu toe gevonden $\text{SO}_3, \text{NiO} + 7 \text{ aq.}$ dat drie onherleidbare vormen vertoont (trimorphie). De beide vormen hangen beiden van eenen regel af, maar ieder van eenen anderen. Onder de enkelvormige stoffen behooren hiertoe, carbonium

en zwavel, misschien ook koper (Verg. Ramm. 230), Gmelin 94, waar ook PbO , Jd. Ka en CrO^3SbO vermeld wordt).

§ 185. Al deze stoffen, zoowel als de vroeger genoemden, kunnen ook nog in eenen amorphen toestand verkeeren (§ 179).

Sommigen, zoo als de meeste zeer zamengestelde silicaten onder de mineraliën, zijn tot nog toe uitsluitend in dezen toestand bekend. Dezelve wordt verklaard uit eene onregelmatige te zamen voeging der deeltjes. Daar nu onregelmatigheid geen bepaald kenmerk is, zoo kunnen er ook meerdere amorphe toestanden voor eene zelfde stof zijn.

§ 186. Uit ieder der drie vorige §§, zelfs uit § 180, kunnen wij besluiten, dat de kleinste vaste deeltjes der lichamen, in het algemeen, niet volkomen aan elkander sluiten, maar tusschenruimten tusschen zich laten. Het toestaan van deze is een gevolg van de veronderstelde onveranderlijkheid der atomen. Consequent aan onze hypothese moet het mogelijk zijn, dat lichamen onherleidbare zelfs onregelmatige vormen aannemen, maar tevens dat zij er éénen hebben, die regelmatig is. De functiën van aantrekking en afstooting (verg. § 5, 16 en vervolgens) veranderen met de rigting; dus ook de evenwigts-afstanden. Wij hebben vroeger alleen op de stabiliteit van deze gelet in eene zelfde rigting, maar moeten nu ook letten op stabiliteit, ten opzichte van verplaatsing in eene andere rigting.

§ 187. Elk evenwigtspunt, dat wij uit de vroegere

§ § aangewezen hebben, moeten wij eene geslotene oppervlakte rondom het atom laten beschrijven, welke de evenwigts-oppervlakte zal zijn, stabiel of labiel, naarmate het beschrijvende evenwigts-punt stabiel of labiel was. Deze oppervlakte zal kogelvormig zijn voor een kogelrond atom, maar des te meer hiervan afwijkende, naarmate dit meer hoekig is. Dus zullen de atomen bij eene verschillende stelling, ofschoon hunne afstanden stabile evenwigts-afstanden zijn, toch verschillende afstanden kunnen hebben.

§ 188. Uit de voorgaande volgt 1°. dat de regelmatige stelling op den dichtsten afstand plaats heeft, dat dus een zelfde ligchaam in gekrystalliseerden toestand (vergl. § 183 met 185) soortgelijk zwaarder zal zijn dan in amorphen; 2°. dat de gekrystalliseerde toestand eerder zal plaats grijpen bij langzame dan bij snelle toenadering der deeltjes. 3°. Dat onder verschillende omstandigheden werkelijk een verschillende regelmatige vorm zal kunnen ontstaan, ofschoon zeldzaam bij enkelvoudige lichamen (§ 184); 4°. dat eene aangebragte trilling door eene der omstandigheden in § 50—56 opgenoemd, de lichamen van den eenen in den anderen toestand zal kunnen overvoeren, maar uiterst zeldzaam van den gekrystalliseerden in den amorphen.

§ 189. Als twee stoffen zich scheikundig met elkander verbinden, komt met betrekking tot den uiterlijken krystalvorm de vorm der zamenstellende deeltjes slechts in zoo verre in aanmerking, als de vorm der kleinste zamengestelde deeltjes hierdoor eenigzins bepaald is.

Overeenkomstig met het vorige kunnen wij stellen:
1. Hoe regelmatig deze is, des te regelmatigere vorm zal men kunnen verwachten. 2. Uit een groot aantal verbindingen, waarin een zelfde element voorkomt, zal men tot den krystalvorm van dat element kunnen besluiten. 3. Hoe eenvoudiger een ligchaam is in scheikundig opzicht, des te ligter zal het zich in den regelmatigigen vorm vertoonen. Verg. Pogg. Ann. LXVII 433.

§ 190. Als een zeker aantal deeltjes van verschillenden scheikundigen aard, bijv. tot drie verschillende elementen behoorende, onderling eene scheikundige vereeniging aangaan, behoeft dit niet altijd op dezelfde wijze te geschieden. Er zullen gevallen moeten zijn, daarin bestaande, dat zich de zuurstof op meer dan eene wijze tusschen de beide andere elementen verdeelt; dus kan men uit de zamenstelling (compositie) niet altijd besluiten tot de wijze van groepering (constitutie); maar zal deze laatste in stoffen, die bij elementar-analyse geen verschil opleveren, toch anders kunnen zijn. Wij leerden reeds isomerie, metamerie, polymerie kennen § 123; maar dan kunnen wij ook niet verwachten, dat zij van denzelfden vorm zullen zijn. Met deze constitutie zullen ook de physische eigenschappen en natuurlijk de scheikundige eenigzins anders wezen. Verg. Dr. Verloren, de Constitutione Corporum Chemicorum Organicorum.

§ 191. Stoffen, welke uit een gelijk aantal gelijkvormige elementen bestaan, die op overeenkomstige wijzen onderling verbonden zijn zullen denzelfden vorm kunnen aannemen (isomorphie). Deze wet door Mit-

scherlich uit de waarneming gevonden, volgt onmiddellijk uit de hypothese; deze echter verbiedt om zijne wet om te keeren en uit isomorphie veel minder uit homoeömorphie der lichamen te besluiten tot eene samenstelling uit een gelijk aantal op overeenkomstige wijze verbonden gelijkvormige elementen. Dit zoude niet alleen niet zeer logisch zijn maar wordt ook door de waarneming weêrsproken.

§ 192. Wij kunnen dus aan isomorphie van zamengestelde stoffen niet zooveel gewigt toekennen om op dien grond de atomegewigten der elementen te veranderen, te verdubbelen of te halveeren en dat te minder hoe meer zamengesteld zij zijn, maar bepalen ons tot de twee gevolgen dat isomorphe en overeenkomstig zamengestelde stoffen overeenkomstige physische en scheikundige eigenschappen zullen moeten hebben en *denzelfden* afstand tusschen hunne atomen, [namelijk bij strenge isomorphie].

HOOEDSTUK IV. OVER DE GROOTTE DER ATOMEN.

§ 193. Wanneer men van grootte der atomen (atomevolumen) spreekt, bedoelt men niet juist de uitgebreidheid van het ponderabele atom, maar de ruimte, welke het met inbegrip van deszelfs atmosfeer inneemt. Het betrekkelijk atomevolumen der verschillende lichamen wordt dus duidelijk uitgedrukt door het quotient van

hunne soortgelijke zwaarte in het atongewigt der stof, waaruit zij bestaan. Wij hebben reeds gezien, dat de atongewichten in gas- en vloeistofvormen in grootte verschillen, en dat de atongewichten in den vasten toestand kleiner zijn, dan in den vloeistof- of gasvormigen toestand. Men vindt natuurlijk het atomvolumen verschillend voor eenen verschillenden aggregatie toestand, [men vindt het zelfs verschillend] voor elke verschillende temperatuur. Men kan daarom de lichamen ten opzichte van hun atomvolumen niet vergelijken, dan wanneer zij in denzelfden aggregatie toestand verkeeren; en als men naauwkeurig wil te werk gaan, zoo moet men ook acht geven op de temperatuur, waarvoor de bepaling geschied is.

§ 195. Doorgaans is het atomvolumen het kleinste in den vasten toestand; bij gazzen is het altijd het grootst; bij beiden en bij de vloeistoffen is het veranderlijk met de uitwendige drukking, het meest natuurlijk weer bij de gazzen. Bij hydrogenium wordt het onder eene dubbele drukking *bijna*, bij alle andere gazzen *meer dan* de helft kleiner.

§ 196. Niet bij alle enkelvoudige lichamen zal er eene standvastige verhouding tusschen de atomvolumina in gazvormigen en vasten toestand plaats grijpen, maar wel bij isomorphe lichamen, gelijk uit § 31 met 192 volgt. [Namelijk op overeenkomstige temperaturen].

§ 197. Naar de hypothese zoude men voor alle lichamen in den gazvormigen evenwigts-toestand nagenoeg hetzelfde atomvolumen kunnen verwachten. Het gazvormig atomvolumen van de zwavel, laat zich echter

hier niet mede overeenbrengen zonder eene andere verklaring te hulp te roepen. Wij gelooven dus niet, dat er grond genoeg is om naar het atomvolumen in gazvorm, het atomgewicht der elementen te veranderen; te meer, daar slechts weinigen onder dezelve ten opzichte hiervan kunnen onderzocht worden, [en het zoo moeilijk is te beslissen wat overeenkomstige temperaturen zijn; dubbel moeilijk wanneer men niet met isomorphe stoffen alleen te doen heeft.]

§ 198. Persoz heeft in zijne Chimie moléculaire eene wet opgesteld: dat alle lichamen in gazvorm zoodanig volumen damp geven, dat aan elk atom 70 liters toekomen, of een multiplum van 70 door de getallen 2, 4, 6, 8, 16, 32, 64 of 3, 6, 12, 24, 48. Zoodanige willekeurige wetten, die niets zeggen, ofschoon zij iets schijnen te belooven, zullen in dit hoofdstuk meer worden aangetroffen. De tabel, die bij Gmelin het aantal atomen aangeeft, dat in een volumen gelijk aan dat van het waterstofgaz-atom en water-atom wordt aangetroffen, doet op eene andere wijze dan de tabel van Rammelsberg de werking der isomorphie te voorschijn komen.

§ 199. A priori ziet men geen genoegzamen grond, waarop men het atomvolumen der zamengestelde gazsoort zal bepalen uit die van de zamenstellende deelen, en zoolang moeten wij ons nog verlaten op de beste daaromtrent door Karsten en Brunnow, Pogg. Ann. XLVII, 252 medegedeelde wet: dat verbindingen van de eerste orde een dubbel atomvolumen hebben met de

elementen en die van de tweede orde een dubbel met die van de eerste. De beste tabel voor de volumina van gazzen en dampen, vindt men Pogg. XLIX, 417, of duidelijker nog Dove, Repert. VII, 174.

§ 200. Volgens § 197 moet het berekenen van het atomevolumen der gazzen voor elementen, die niet in gazvorm bekend zijn, voor onzeker (bijv. voor carbonium) gehouden worden.

§ 201. Erger dan deze is de gewoonte, om het atomegewicht van een organisch ligchaam, of zoo als men doet voorkomen, de som der volumina door een geheel getal te deelen, meestal door vier of door een ander getal dat ten naastenbij tot quotient de door de waarneming gevonden digtheid geeft; die deeler geeft dan de verdigting aan. Zóó verwaarloost men de afwijkingen, die er van de wet, door de waarneming in het algemeen gegeven, plaats grijpen. De wet toch van Karsten, § 199, kan evenmin absoluut waar zijn als die van Boyle, § 110, en de afwijkingen zullen ons ten minste evenveel omtrent de werking der kleinste deeltjes en omtrent derzelver constitutie moeten leeren als de wet zelve.

§ 202. Ter bepaling van de digtheid der dampen door waarneming, volgt men het gemakkelijkst de methode van Dumas, waardoor men evenwel slechts het dampvolumen onder 760^m vindt, op het maximum van spanning. Wenscht men de digtheid voor verschillende drukking en temperatuur te kennen, hetgeen voorzeker een onderzoek van zeer groot belang is, zoo raadplege

men Bineau, Ann. de Ch. et de Phys. III. Ser. XVIII, en vergete Regnault, Pogg. Ann. LXV niet.

§ 203. Wanneer twee elementen, of ook lichamen in het algemeen zich met elkander verbinden, p atomen van het eerste met q atomen van het tweede, terwijl A en B derzelver atomgewigten zijn en D_a en D_b derzelver soortgelijke zwaarte, [V_a en V_b hunne atomvolumina $D_a = \text{densitas}$, $V_a = \text{volumen materiei A}$, $D_b = \text{densitas}$ et $V_b = \text{volumen materiei B}$] zoo is het atomvolumen der verbinding [noodzakelijk].

$$\left(\frac{p \cdot A}{D_a} x + \frac{q \cdot B}{D_b} y\right) z$$

en de digtheid

$$\frac{p \cdot A + q \cdot B}{\left(\frac{p \cdot A}{D_a} x + \frac{q \cdot B}{D_b} y\right) z} = \frac{(p \cdot A + q \cdot B) \cdot D_b \cdot D_a}{(p \cdot A \cdot D_b \cdot x + q \cdot B \cdot D_a \cdot y) z}$$

§ 204. De verbindingen der eerste orde zijn de meest en dus meest geschikte lichamen, om tot het bepalen der veranderlijken te dienen. Althans men moet van deze uitgaan. Ammermüller meende gevonden te hebben, dat bij twee verbindingstrappen, bijv. met zuurstof, het radicaal hetzelfde atomvolumen had, maar toch eene breuk van het oorspronkelijke. De x was dus voor hem bij beide verbindingen dezelfde, als beide verbindingen even veel van het radicaal bevatteden, en werd bepaald, door het atomvolumen der eerste verbinding te deelen door het product van de procentische hoeveelheid metaal, in die eerste verbinding, met het atomvolumen

deszelfden metaals; alsdan verkreeg hij ook voor de y eene waarde, die even als die der x omgekeerd evenredig was aan het aantal van de atomen van ieder dier samenstellende deelen in de verbinding aanwezig.

§ 205. Na eene aanmerking van Poggendorff Bd. XLIX wijzigde hij dit gevoelen, en stelde het voor (Band L.) alsof de digtheden der hoogere verbindingen gevonden werden uit de lagere, door ze in dezelfde reden te veronderstellen, als de atomgewigten derzelve, nadat die evenwel dikwerf vermenigvuldigd waren met eenen zeke- ren factor, omgekeerd evenredig aan de absolute aantallen atomen. Wij zien ligt dat dit reeds was het onbewust gebruiken van de z.

Naar onze formule toch, § 203, moesten de digthe- den in dezelfde reden tot elkander zijn als:

$$\frac{A + B}{\left(A \frac{x}{D_a} + B \frac{y}{D_b} \right)} z : \frac{p A + q B}{\left(A \frac{px}{D_a} + B \frac{qy}{D_b} \right)} z'$$

$$\text{dat is } \frac{A + B}{z} : \frac{p A + q B}{z''}$$

verg. § 204. Stelt men nu slechts voor z het absoluut aantal atomen in de eerste verbinding aanwezig = m, en in plaats van z'' het aantal atomen in de tweede = n,

zoo heeft men de digtheden als $A + B : \frac{m}{n} (p A + q B)$

§ 206. Schröder ging het eerst er van af om V_c (het volumen der verbinding „volumen combinatum“), voor te stellen als $(V_a + V_b) z$ en stelde toen $V_c = x V_a + y V_b$

waarin naar hij zeide x en y voor dezelfde stoffen constant was, en x meestal 1 was; doch altijd kon men voldoen door eene eenvoudige breuk voor x aan te nemen. Ook moest soms de doorgaande waarde van y nog met zoodanig eene eenvoudige breuk vermenigvuldigd worden. Pogg. Bd. L. Later is hij er zelfs toe gekomen om de condensatie door aftrekking te willen vinden van verschillende grootheden, maar die toch allen door vier deelbaar waren.

Zijne eerste hypothese komt neer op het veronderstellen van $x = y = 1$, dat willekeurig en onwaarschijnlijk is; zijne tweede op het vergeten van z , die toch anders zoo gemakkelijk voor de willekeur is; zijne derde is geheel onzin. Vergl. Graham, 2e ed. 1 deel, 6 en 7 aflevering.

§ 207. Kopp bestrijdt hem dan ook om zijne willekeurigheid, en gaat op eene wetenschappelijke wijze voort om x en y uit de algemeene waarneming te vinden, blijft echter te lang op de bepaling hangen, dat x en y constante waarden zullen zijn, zelfs behoudt hij gaarne voor x de waarde één. Hij ziet echter in, dat hij hiermede voor de zoogenaamde ligte metalen niet uitkomt, dat hij ook aan y , wanneer eene zelfde stof (oxygenium bijv.) verbindingen aangaat met verschillende elementen, twee of meer verschillende waarden moet geven; zoo bijv. aan y voor oxygenium $\frac{1}{2116}$ of $\frac{1}{1058}$ voor zwavel $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, en 1.

In koolstofzure zouten neemt hij het atom-volumen van CO^3 in alle verbindingen gelijk 150, met uitzondering alleen van carbonas plumbi, waar hij 120 voor CO^3 neemt.

§ 208. Is hier nog niet alle willekeurigheid te ont-
kennen, Löwig in zijne tweede uitgaaf van de Chemie
der organischen verbindingen maakt het toch nog erger.
Hij stelt zelfs, of neigt er althans toe, y voor oxyge-
genium gelijk nul, Pogg. LXIX. Allen vergeten de
z, met uitzondering van Berzelius in het pas uitge-
komen Jahresbericht XXVI Bd. 1846.

§ 209. Ofschoon wij dan aan Schröder meer nog
dan aan Ammermüller de verdienste moeten toekennen,
deze onderzoekingen te hebben aangevangen, en een tijd
lang goed gerigte schreden te hebben gedaan, moeten
wij aan Kopp alleen de eer geven, ons bruikbare in-
terpolatie formules te hebben gegeven, en aan Berze-
lius, de vraag het eerst volledig te hebben doorzien,
zoo als wij uit eene zinsnede van zijn Jahresbericht
hebben gemeend te mogen opmaken.

§ 210. Gmelin stelt (Bd. I, 78) de digtheid D_c voor door

$$\frac{pA + qB}{AB} \left(\frac{pB D_a + qA D_b}{p + q} \right),$$

toetst dit aan eenige zwavel-verbindingen. Als deze wijze
van berekening wat beter met de waarnemingen overeen-
stemde, zoude men hem toe moeten geven: dass hieraus
wenigstens hervorgehe, dass sie verschiedene Berech-
nungsweisen zulassen — maar dan toch ook niets meer,
want wat tegen § 202 strijdt, is niet waar.

§ 211. Laat ons liever het volgende toegeven: welke
de wezenlijke waarden van x, y en z zijn, dat is hoe zij
van den aard en de hoeveelheid der zich verbindende

elementen afhangen, is nog niet bekend. Vergl. nog Pogg. Bd. LII. Kopp in Erdm. J. XXIV en Bemerkungen zur Volumen-theorie Avogrado Ann. Ch. Ph. XIV. 330.

§ 212. Men zal door latere waarnemingen vinden, dat x en y beiden breuken zijn, en dat zij wel voor gelijksoortige ligchamen tamelijk overeenkomen, maar toch kleiner zijn, naarmate de affiniteit der zich onderling verbindende stoffen sterker is. Löwig heeft dus slechts in zoover tegen Kopp regt, als hij bewijst, dat men niet in alle ligchamen aan C, H, O dezelfde equivalent-volumina kan toekennen, Pogg. LXVIII; maar terwijl hij Kopp's equivalent-volumina veroordeelt, moest hij niet zelf andere geven, die even weinig hunne waarschijnlijkheid kunnen handhaven.

§ 213. Met de veronderstelling van Kopp, die zeker weder voor het geheugen, in practisch opzicht dus, een goed hulpmiddel oplevert (zie Ann. Ch. und Pharm. Bd. XLI en XLVII), hangt zamen zijne hypothese, die hij zelf gelukkig willekeurig noemt; dat in alle organische ligchamen de w, x en y der elementen op dezelfde wijze door de temperatuur veranderd worden. Hij stelt namelijk de volumina van C, H^2, O, Cl^2, N^2 en S voor, door de getallen 8, 6, 6, 28, 18, 15, ieder vermenigvuldigd met 9.75; en wanneer hij D noemt het aantal graden onder de temperatuur van het kookpunt E , zoo zal op de temperatuur $E - D$ het equivalent volumen eener stof $C^a H^b N^c S^d$ wezen $= 8a + 6b + 18c + 15d$ en deze som vermenigvuldigd met $9.75 - 0.01 D$.

§ 214. Zelfs gaat hij zoover te gissen, of niet wellicht het equivalent-volumen van een element, bijv. S of Ka in sulphas potassae, juist daarom kleiner schijnt, omdat die volumina niet op overeenkomstige temperaturen gevonden zijn, d. i. die even ver van het kookpunt (hier smeltpunt) afstaan. [Het is eene ware, § 194, maar niet eene genoegzame opmerking].

§ 215. Hoewel stellig w , x en y van de temperatuur afhangen (§ 194) is toch even stellig de bovengemelde hypothese niet waar; zelfs niet de wet van Auberger, die proefondervindelijk het bovenstaande voor de met terpentijn-olie isomere en polymere stoffen zegt gevonden te hebben. Hier geldt weder wat wij § 201 aanmerkten. Slechts is de wet, die deze en gene over equivalent-volumina der elementen in organische verbindingen opgesteld heeft, nog niet zoo goed en bepaald gegrondvest als de daar vermelde.

§ 216. Het allermeest belangrijkst, en toch van belang, is het om de z te bepalen, daar deze als factor voorkomt, en men dus door x en y twee of driemaal groter of kleiner voor te stellen in het eene ligchaam dan in het andere, z twee of driemaal kleiner of grooter maakt, zonder dat men een middel heeft om te erkennen, of men dit te regt gedaan heeft.

Het eenige rigtsnoer verschaft ons § 2 en 192, en de ontdekking van Kopp, die beiden leeren dat isomorphe ligchamen hetzelfde atomvolumen hebben, daar de eerste bovendien leert, dat z dezelfde moet zijn bij isomorphe ligchamen, terwijl Kopp's waarneming het

uitzicht opent, dat wij meer en meer er toe zullen gera-
ken om te weten te komen, welke wijziging eene af-
wijking van de isomorphie in de grootte der z te weeg
brengt.

§ 217. Wanneer men eenige stof in water oplost, zoo
vermeedert het volumen van het laatste doorgaans.
Dalton stelde reeds, dat in geval waterhoudende zou-
ten werden opgelost, het volumen van het menstruum
[dier zouten] alleen om het volumen van dat waterge-
halte vermeerderd werd, bijv. sulphas magnesiaë en aluin;
Playfair en Joule (Edinb. Philos Journ. 27) vonden
dit ook voor suiker bewaarheid. Van elk zout nam
naar hen één atom juist het volumen van één water
atom in, dat zij gelijk 9 stelden of ook een veelvoud
daarvan, als SO^3 , KaO een volumen gelijk 2×9 , $\text{Cl}^2 \text{Ka}$
 3×9 . Ammonia zouten namen één atomvolumen meer
in dan dezelfde kalizouten. Over het algemeen staat
hun atomvolumen in vasten vorm tot dat van de lig-
chamen in opgelosten toestand als 11 tot 9.

§ 218. Minder fabriekmatig, naar Berzelius, maar
beter heeft Holker gewerkt (Phil. Mag. vol. 27. p. 207).
Hij vond, dat CrO^3, KaO en SO^3, KaO watervrij, en dan
in reden der atongewigten opgelost een minder voluuen
voor de oplossing gaven dan de som van hun volumen
plus dat van het menstruum was, en wel in reden van 11 %
tot 12 %. Zoo zal zich chloorkalium 7.46 % en $\text{Cl}^2 \text{Na}$
8.51 % zamentrekken; nitrum en nitras ammoniæ trek-
ken zich evenveel zamen; zeer sterk doet dit sulphas
sodæ volgens Selini (Journ. de Pharm. vol. 8 p. 123)

chloroammonium geeft een grooter volumen, eene uitzetting van 3.34 %, Griffin heeft in het 29, vol. n^o 194 en 195 van het Phil. Mag, nog eene menigte bepalingen van de densiteiten der verschillende verzadigde zouten bekend gemaakt, die voorzeker even als die van Joule in dat opzigt belangrijk zijn, maar in duistere bewoordingen en benamingen zijn vervat.

§ 219. Kopp is het weder, die eenen weg ingeslagen heeft, dien men voor 's hands moet volgen. Hij heeft in zijn werkje: über die Modification der mittlern Eigenschaft, voor digtheden van waterige zuren voornamelijk, goede benaderingsformulen gegeven.

Voor digtheid namelijk is zijne mittlere Eigenschaft

$$e = \frac{p V_a \alpha + q V_b \beta}{p V_a + q V_b}$$

α en β drukken de sterkte der te onderzoeken eigenschap uit, dus hier den graad der digtheid. Zie verder § 203. De gewijzigde mittlere Eigenschaft is dan

$$E = e (1 \pm z) = e \left(1 \pm \frac{p q V_a V_b}{p^2 V_a^2 x + q^2 V_b^2 y + p q z} \right)$$

waarin hij uit drie waarnemingen, of met behulp van de methode der kleinste quadraten uit meerderen, de veranderlijken voor elke stof bepaalt.

§ 220. Door aanwending der differentiaalrekening kon Kopp nu vinden, voor welke verhouding der hoeveelheden van de bestanddeelen E zijn maximum- of minimum-waarde bereikt, of buigpunten heeft, of ook, wanneer $1 \pm z$ het grootst of kleinst is. Bij alle lichamen die hij onderzocht heeft, vond hij, dat deze bijzondere

waarden plaats grepen voor eene uiterst eenvoudige verhouding van a en b. Wat Kopp er uit afleidt, betreffende de theorie der waterstofzuren zullen wij voor als nog op zijne plaats laten. [Overigens is het ligt in te zien dat er aan de formule van Kopp voor E gegeven alleen ontbreekt, dat men in de waarde van e, α met x en β met y vermenigvuldige en voorts de gewijzigde uitkomst met z, waarbij men dan ontheven zal zijn van de verplichting om $\pm z$ als factor aan te nemen].

Voor dichteid namelijk is zijne mittere Eigenschap goede benaderingsformulen gegeven.

De gewijzigde mittere Eigenschap is dan

$$E = e (1 \pm z) = e \left(1 \pm \frac{p p V_a V_b}{p^2 V_a^2 x + p^2 V_b^2 y + p p z} \right)$$

waarin hij vijf drie waarnemingen, of met behulp van de methode der kleinste quadraten met meanderen, de veranderlijken voor elke stof bepaalt.

Door aanwending der differentiaalrekening kon Kopp nu vinden voor welke verhouding der hoeveelheden van de bestanddeelen E zijn maximum- of minimumwaarde bereikt, of buigpunten heeft, of ook wanneer $\pm z$ het grootst of kleinst is. Bij alle ligchamen die hij onderzocht heeft, vond hij, dat deze bijzonder

en tevens zijn meerdere trillingen aanwezig, en wel zijn de nieuwere in hooger temperatuur bijkomende trillingen, trillingen van korter golfte.

§ 223. Een absoluut nulpunt van temperatuur is niet

DE VERSCHILLENDE TOESTANDEN DER LIGCHAMEN.

§ 224. Door een ligchaam, welks deelen dan zekere trillingen ten uitvoer brengen, [dat dus op eene zekere temperatuur is], worden deze trillingen [bij elke terugkaatsing aan de begrensende vlakten], voor een gedeelte

HOOFDSTUK I. OVER DE WARMTE.

vat planten zij zich met de snelheid des lichts voort

§ 221. Warm zijn is die toestand der ligchamen, waarbij hunne kleinste deeltjes in transversale staande trillingen verkeerden. Warmte is het warm zijn, id est, het begrip van zoodanigen toestand op zich zelf. [Hoeveelheid warmte die een ligchaam bezit, is de hoeveelheid van beweging die noodig was om het ligchaam in dien toestand te brengen, waarin het ten opzichte van het warm zijn verkeert].

Ook de zoogenamde geleiding

§ 222. Temperatuur is trilling; eene bepaalde temperatuur dus eene bepaalde trilling. Waarschijnlijk is het verschil der verschillende graden van temperatuur gelegen in de amplitude der trillingen, en tevens in de golfte. Op eene zelfde temperatuur, zijn de trillingen geheel dezelfde, in welk ligchaam zij ook plaats grijpen, en hoe zij ook te weeg gebragt mogen zijn; voor eene hoogere temperatuur hebben de trillingen meerdere amplitude;

en tevens zijn meerdere trillingen aanwezig, en wel zijn de nieuwere in hooger temperatuur bijkomende trillingen, trillingen van korter golflengte.

§ 223. Een absoluut nulpunt van temperatuur is niet wel aan te nemen, ja, kan zelfs ongenijmd heeten. Er is geen rust in de natuur, en alle beweging is periodiek.

§ 224. Door een ligchaam, welks deelen dan zekere trillingen ten uitvoer brengen, [dat dus op eene zekere temperatuur is], worden deze trillingen [bij elke terugkaatsing aan de begrenzende vlakten], voor een gedeelte medegedeeld aan de lucht, en door den aether daarin bevat planten zij zich met de snelheid des lichts voort. Ook door vele andere lichamen heen, die daarom diathermanen genaamd worden, worden die trillingen voortgeleid.

§ 225. Elk ligchaam leidt bepaalde trillingen gemakkelijker voort dan andere. Deze voorkeur heet diathermansie. Onder dit doorlaten wordt het ligchaam slechts voor een klein gedeelte warm door de trillingen die het teruggehouden heeft. Ook de zoogenaamde geleiding der warmte is niets anders dan eene voortgezette uitstraling van een verwarmd deeltje naar de omliggende deeltjes, die telkens die warmte terugkaatsen tot zij eindelijk zelve in blijvende trillingen geraken. Men leze het stuk van Ampère Pogg. XXVI.

§ 226. Daar alle lichamen de trillingen waarin zij verkeeren naar buiten uitzenden § 224 en van al de

omringenden trillingen ontvangen, zal zoolang hunne temperatuur rijzen of dalen, tot dat in elk der lichamen dezelfde trillingen worden ten uitvoer gebragt. [équilibre mobile de température].

§ 227. Er gaat voor geen ligchaam eenige warmte verloren dan die, welke op een andere wijze zich misschien gaat uiten en die welke aan andere lichamen medegedeeld wordt. Het volgt noodwendig uit de onveranderlijkheid der atomen en hunner krachten, uit de wijze waarop wij de warmte voor hebben gesteld dus uit § 221 verbonden met de wet van de levende krachten in de mēchanica.

§ 228. De wijze waarop een ligchaam de verandering van zijn toestand van warmte het meest direct te kennen geeft, is gelegen in de uitbreiding van zijn volumen. Alle lichamen zetten zich uit als hunne warmtehoeveelheid vermeerderd wordt, (op hoogst enkele uitzonderingen na). De verhouding van het quotient dezer uitzetting door de vermeerdering der temperatuur tot het oorspronkelijk volumen op 0° heet uitzettingscoëfficiënt. De eenheid van warmte is de hoeveelheid welke vereischt wordt om een kilogramme water van 0° tot 1° C te verwarmen, met andere woorden: die hoeveelheid warmte die een gramme water van den toestand op 0° tot dien van 1° C overbrengt. Men behoëft dus een instrument, hetwelk deze beide en alle andere toestanden ons laat herkennen, (thermometers en pyrometers); hun gebruik berust op § 226. De thermomultiplier van Melloni berust op § 222 en vervolgens

§ 229. Wij leeren dan uit de algemeene waarneming dat de evenwichtsafstanden onzer functie § 16 aangroeijen met de temperatuur, dat dus $\varphi(x)$ ook van t temperatuur afhangt en behoort geschreven te worden $\psi(x, t)$ waaruit wij afleiden, dat C. D. E. F., onze constanten § 5, zelve functien van de temperatuur zijn.

Dus $\psi(x, t) = \frac{K + kt + xt^2 + \text{enz.}}{x^2} + \frac{L + lt + \text{enz.}}{x^3} + \text{enz.}$

Hoe dit mogelijk zij is voor ons het grootste raadsel der natuur, en de wijze waarop, zal de wiskunde ons uit de verschijnselen moeten leeren.

§ 230. Daar voorts op deze wijze ligt een paar wortels der vergelijking imaginair kunnen worden, of eenvoudig daar de trilling de deeltjes over den naasten labilen evenwichtstoestand heen kan voeren (§ 25) kan een ligchaam van aggregatie toestand veranderen.

De tweede omstandigheid komt zeker bij alle, de eerste denkelijk bij sommige ligchamen in aanmerking. Hoe men het neme, het zal duidelijk zijn dat wel de overgang van den vasten in den vloeibaren en van den vloeibaren in den gazvormigen toestand op vaste temperaturen, als de amplitude juist de grootte bereikt heeft, moet plaats hebben, maar niet noodzakelijk omgekeerd, vooral niet van den vloeibaren in den vasten toestand.

§ 231. Eenel gazvormige stof op zich zelve in evenwigt, zou denkelijk ook niet zonder bijkomende oorzaken, die het molécule in beweging bragten, bij afnemende temperatuur vloeibaar worden, maar deze worden ons altijd in anderen vorm gegeven en de drukking, welke

de deeltjes op elkander inoefenen in hunnen evenwichts-
toestand, door medewerking x der b van buiten komende
krachten ten voorschijn geroepen, brengen v ze zoo spoedig
mogelijk over x den labilen evenwichts-toestand blijvend
heen, zoodra de amplitude niet groot genoeg meer is om
ze uit den vloeibaren evenwichts-toestand, waarin zij dan
komen, weder terug te wierpen. 16 Daarom geschiedt voor
onze waarneming v zoowel het vloeibaar als gasvormig
worden op eenen zelfde temperatuur behoudens de vol-
gende §.

§ 232. Het kookpunt is tamelijk veranderlijk met de
drukking [daar deze het evenwichtspunt verplaatst § 5 en 26]
en hangt ook nog van andere omstandigheden af. (Mar-
cet, Pogg. LVII, 218. Donny, Mém. sur le point
d'ébullition de l'eau. 2) Hiertoe behoort ook de waarne-
ming van Liebig, dat CH_3OH op $82^{\circ}.4$ kookt, onder
water op $75^{\circ}.6$ en evenzoo CCl_3 op $68^{\circ}.8$, onder water
bij $57^{\circ}.3$. Zoo bevriest water in strenge koude onder
olie, zonder dat deze stijf wordt, en moet men zich hier
herinneren de meergemelde waarnemingen van Millon
en Reizet, l'Institut, 493, over de ontleding der orga-
nische zuren op lagere temperaturen, wanneer platina,
zwam of puimsteen toegevoegd was.

§ 233. Als C . D. E. enz. van de temperatuur afhankelijk
zijn en niet enkel daaraan evenredig, of lineair, zal ook
 $\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)$ even, zoo $\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)$ of naar onze teregtwijzing
 $\left(\frac{d\psi(x,t)}{dx}\right)$ en $\left(\frac{d\psi(x,t)}{dt}\right)$ van de temperatuur afhan-

gen en, even als deze beide partiële differentiaalquotienten, ook het totale $d(\psi \text{ x.t})$. Daarvoorts de evenredigheids-afstand van de deeltjes eens lichaams door de temperatuur vergroot wordt, als $d(\psi \text{ x.t}) = \text{nul}$ geweest bij de verandering; want $\psi(x,t)$ was zoowel nul als $\psi(x+dx, t+dt)$ en de beide partiële differentiaalquotienten zullen of tegelijk nul moeten zijn voor de bepaalde dilatatie en temperatuurs-verhooging, of zij zullen tegengesfeld van teeken moeten zijn en omgekeerd evenredig aan dt en dx . § 232

§ 233. Daarop grond van de proeven van Wertheim de elasticiteit, dat is het differentiaalquotient $\frac{d\psi(x,t)}{dx}$ van de functie, afneemt bij toenemende temperaturen en deze dezelfde is als § 232 en § 233, zoo moet in verband met de laatste paragraaf de dilatatie-coëfficiënt toenemen met de temperatuur, hetgeen toch onmiddelijk daaruit volgt, dat eene *zelfde* dilatatie door eene *kleinere* $\frac{d\psi(x,t)}{dx}$ zal teweeg gebragt worden en dus eene *grotere* door eene *zelfde*. De uitzettingscoëfficiënt, in § 174 verkregen, is dus slechts een middelbare. § 233

§ 234. De proeven van Wertheim hebben slechts betrekking op vaste lichamen, en als wij de vragen stellen voor vloeistoffen en gassen, kunnen wij ze niet ten grondslag leggen, vergelijk overigens § 233; maar wij kunnen immers wel omgekeerd voor dezen uitgaan van het feit der waarneming, dat hun coëfficiënt van § 234

dilatatie overmeerdert voor klimmende temperaturen, en dus ook hunne elasticiteit afneemt. Voor vloeïstoffen wordt dit dan ook bevestigd, door cohaesieproeven op verschillende temperaturen, Pogg Ann. LXXI, 177 LXXIII, 485.

§ 235. In lichamen waar de $\psi(x, t)$ naar verschillende zijden anders is en dus de evenwichts-oppervlakte eens atoms niet op eene sphaer of regelmatigen polyëder rondom de overige atomen ligt, maar polyëdrisch of ellipsoïdisch, zal deze uitzetting om de verschillen dezer coëfficiënten, ook in verschillende rigtingen, eene andere moeten zijn. Wij zien dan ook dat in krystalen, die in een ander dan het tesserale stelsel te huis behooren, de uitzetting ongelijk is. De vorm der evenwichts-oppervlakte is alzoo afhankelijk van de temperatuur. Vergelijk § 187.

§ 236. Het is duidelijk, dat de coëfficiënt van dilatatie voor andere stoffen eene andere zal moeten wezen, om het verschil der constanten, maar ook is het in overeenstemming met § 233 te verwachten, dat die stoffen, welke met de minste kracht worden uitgerekt, die het meest week zijn, den grootsten dilatatie-coëfficiënt zullen hebben.

Het valt niet te ontkennen, dat ook het atom-volumen der lichamen hier van invloed zal moeten zijn, zoo als Schröder, Pogg. LIII, 282 wil bewijzen uit de waarnemingen. Immers hangt dat atom-volumen af van de constanten, die wij vermeldden. Verg. § 7 en § 229.

§ 237. De beste pogingen om vooruit de kookpunten der lichamen te bepalen, zijn weder van Kopp uitgegaan, terwijl men de pogingen van Schröder, in zijn werkje (Die Siedhitze oder Chemischen Verbindungen, Mannheim 1844) als voorbeeld van willekeur, kan beschouwen. Kopp geeft voor deze punten even als wij vroeger voor de atom-volumina gezien hebben de wet, dat de leden eener reeks van organische verbindingen, die hetzelfde zuur gemeen hebben, constante verschillen van kookpunt hebben met de overeenkomstige leden eener andere reeks, die een ander zuur gemeen hebben. Hetzelfde geldt wanneer zij eene zelfde basis hebben.

§ 238. Later is Kopp er toe gekomen om deze wet nit te strekken, niet alleen tot nadere bestanddeelen, maar zelfs tot elementen. Elk equivalent chloonium, dat in eene scheikundige verbinding ingevoegd is met afscheiding van een equiv. hydrogenium, verhoogt het kookpunt 22° , elk equivalent C^2H^4 om 19 graden. Over het kookpunt van mengsels handelt Kopp gelijk in wij § 219 zagen.

§ 239. Schröder volgt Kopp op den voet, en toont de wet van § 237 aan door reeksen van lichamen. Zoo maakt C^2H^6O met $C^4H^{10}O$ een verschil in kookpunt van 16° , de haloidverbindingen van C^2H^6 en C^4H^{10} , een verschil van 32° ; H^2O met C^2H^6O 21° of 63° ; $C^4H^6O^3$ met $C^8H^{14}O^3$ 40° ; $C^4H^6O^3$ met C^2O^3 een verschil van 32° , $C^{12}H^{18}O^3$ met $C^4H^6O^3$ een verschil van 58° ; anyloxyde met aethyloxyd 53° , en voor eene andere groep 80° , aethyloxyd met water 46° , of in eene

andere groep 30°. Voor C^2H^4 geeft Schröder 26° verschil, hetgeen voor koolwaterstoffen zeer wel uitkomen kan.

§ 240. Nog een stap verder, maar zonder groote beteekenis voor de wetenschap is de uitspraak van Schröder LXVII dat C^2 het kookpunt 31° verhoogt, dat H^4 het 10° lager en O 29.5 hooger brengt. Het kookpunt van een ligchaam dat geen stikstof houdt, hiervan toch heeft hij den invloed niet bepaald, kan men vinden door de waarden der elementen bijeen te tellen, en er 70° af te trekken. Hij erkent zelfs dat dit stelsel over het algemeen geldt, en in bijzondere gevallen, zeer, bijv. bij H^2O niet minder dan 104°, afwijkt, gelijk hij ook volgens zijn stuk in Pogg. LXIV moest blijven erkennen.

§ 241. Löwig's pogingen gaan wij nu voorbij, Pogg LXIV. Gmelin tracht de kookpunten uit de kerntheorie te verklaren en laat door O het kookpunt 25°, 50°, of 100° toenemen, naarmate het in den kern, of als eerste of tweede paar buiten den kern aangehecht is. Als men de kernen daarnaar kiest zoude ik moeten verwijzen naar wat in § 237 omtrent Schröder gezegd is. Evenwel ligt er iets waars in dat eene tweede hoeveelheid eene andere, maar men zoude niet verwachten eene grootere uitwerking heeft dan eene eerste. Zoolang men niet getracht heeft het eerste gedeelte van § 140 te beantwoorden mag men hier niet naar raden.

§ 242. Uit § 230 en 16 leeren wij, dat het in damp overgaan op hoogere of lagere temperaturen afhangt van den grooteren of kleineren afstand der punten t en u.

Het kookpunt is dus een minder wezenlijk element dan de digtheid. Zeker heeft Kopp ongelijk, als hij niet van den invloed der Constitutie hooren wil; deze wordt toch ook door de waarneming bewezen. Bijna volkomen en goed is de laatste poging van Schröder, Pogg. Ann. LXVII, 45 sqq. want hij zoekt de algemeene wet, om daarna de afwijkingen te bepalen. Slechts begint hij wat al te algemeen. Gelukkig dat men dit voor het smeltpunt nog niet getracht heeft. Wat wij daaromtrent met waarschijnlijkheid kunnen vaststellen zullen wij later geven als wij de verschillende beteekenis, die eene zelfde hoeveelheid warmte voor onderscheidene stoffen heeft, nader zullen hebben nagegaan.

§ 243. De waarneming leert, dat men niet met eene zelfde hoeveelheid warmte een gelijk gewigt van alle stoffen evenveel kan uitzetten of liever evenveel in temperatuur kan verhoogen. Wij trekken er het gevolg uit in verband met § 227 dat op eene zelfde temperatuur de deeltjes van verschillende stoffen niet dezelfde amplitude van trilling hebben, ofschoon het waar blijft wat wij in § 222 leerden, dat in eene zelfde stof met verhoogde temperatuur ook de amplitude vermeerdert. De graad waarin de verschillende stoffen deze eigenschap van temperatuursverandering bezitten, heeft men de specifieke warmte der stoffen genoemd. De eenheid van specifieke warmte is die van het water op 0°C .

§ 244. De algemeene uitdrukking der waarnemingen van Dulong en Petit, Regnauld, Avogrado, Neumann, de la Rive en Marcet, Pogg. Ann. II, LII,

LIII, is deze ieder enkelvoudig atom behoeft dezelfde hoeveelheid warmte om een graad in temperatuur te worden verhoogd. Het zal de taak der scheikundigen zijn om zoo nauwkeurig de atomgewigten te doen kennen, dat wij uit de afwijkingen, die de verschillende lichamen van dezen regel vertoonen, den invloed der onderscheidene omstandigheden kunnen opmaken. Deze wet schijnt den besten physischen regel aan de hand te geven om de atomgewigten naar te bepalen.

§ 245. Als deze wet volkomen waar kon geacht worden, zou men daaruit in verband met § 222 en § 226 en § 227 de verhouding der amplituden van de trillingen der atomen in de verschillende elementen en zelfs zamengestelde lichamen kunnen bepalen. Dan zoude er ook uit volgen, dat de stoffen des te ligter haren aggregatietoestand zouden veranderen, naarmate hare atomen geringer gewigt hebben, in verband met § 25 en 189; zij kan echter niet volkomen waar zijn, daar op de amplituden noodzakelijkelyk de wet, volgens welke de tusschen de atomen werkende krachten, d. i. de constanten veranderen, en haar eerste en tweede differentiaal-quotient invloed uitoefent; zij zal dus (slechts bij benadering waar zijn en nog minder zal haar gevolg in de natuur steeds doorgaan, omdat de verandering van aggregatietoestand ook van den afstand der evenwigtspunten afhangt, die weder op eene andere wijze door de constanten bepaald wordt. Verg. hier een tamelyk wel overeenkomstige beschouwing van Masson Ann. Ph. Ch. III. 3. 460. Ritter Institut n°. 502.

§ 246. De specifieke warmte van zamengestelde stoffen zou zeer eenvoudig uit die van de elementen gevonden worden, indien niet juist de vermelde constanten en de differentiaal-quotienten er op de gegevene wijze invloed op uitoefenden. Nu kan men alleen verwachten, dat voor op overeenkomstige wijze zamengestelde stoffen de specifieke warmte nagenoeg dezelfde zal zijn en wij kunnen er daarenboven nog slechts een gevolg uit afleiden in overeenstemming met de waarheid, maar ook met de uitzonderingen in de vorige paragraaph vermeld, dat zamengestelde stoffen des te ligter door de warmte zullen ontbonden worden naarmate de atomgewigten der samenstellende elementen meer verschillen. Nu kan dit slechts weder bij benadering waar zijn.

zamen-gestelde lichamen kunnen bepaald worden.

§ 247. De specifieke warmte bestaat naar § 222 uit twee deelen, uit latente warmte en merkbare warmte, en wij meenen dat het maken van dit onderscheid noodig is. Een ligchaam, dat in temperatuur rijst, vermindert in digtheid en daarmede § 233 vermindert $\frac{d\psi}{dt}$; exphren de stomen werkende krachten, d. i. de constanten

dus de spanning die er tusschen de deeltjes is en de kracht waarmede zij weder in hunnen evenwichtsstand gebragt worden. Wij weten dat eene snaar die minder gespannen is eenen lageren toon geeft, en dat, als men eene gespannene toongevende snaar losliet, de toon zou dalen; dus ook zal de toon, indien de deeltjes eens ligchaams aangeven, dalen als de spanning der deeltjes geringer wordt, dat wil zeggen: de warmte zal schijnbaar afnemen en men zal eene eerste hoeveelheid aan moeten brengen, om de som der levende krachten «de amplitude en de

toonshoogte te herstellen, (deze hoeveelheid noemen wij de latente warmte omdat zij alleen nog niet voldoende is om eenen hooger temperatuursgraad op den thermometer te doen waarnemen); eene tweede hoeveelheid dient om den hooger toon te weeg te brengen en de amplitude zooveel te vermeerderen dat nu ook naar buiten de hoogere temperatuur merkbaar wordt. Of de eerste hoeveelheid toenemen zal met de temperatuur, hangt er van af of $\frac{d^2 \psi \cdot t.}{dx^2}$ met de temperatuur al dan niet toe of afneme, maar de tweede hoeveelheid moet toenemen met de temperatuur, daar de deeltjes hoe langer hoe slapper gespannen worden en het dus steeds meer kracht kost de gewenschte trilling te weeg te brengen. De specifieke warmte neemt toe met de temperatuur.

§ 248. Wij hebben een groot verschil van spanning opgemerkt tusschen de deeltjes eens ligchaams in den vasten staat vergeleken met den vloeibaren staat, en nog grooter tusschen dezen staat en den gazvormigen. Derhalve zal er ook zeer veel warmte noodig zijn bij den overgang van den vasten tot den vloeibaren staat en nog meer bij den overgang van den vloeibaren tot den gazvormigen. Het zijn deze hoeveelheden, die bepaaldelijk in de wetenschap reeds latente warmte genoemd worden, en wel Schmelzwärme of Verdampfungswärme. Die hoeveelheden moeten in verband met § 175 volkomen standvastig zijn voor elke stof maar moeten insgelijks voor verschillende stoffen anders zijn.

§ 249. Naar Person is de verdampingswarmte voor

een atom te grooter naarmate het kookpunt hooger is. Reeds Brix deelde Pogg. LV. 380 eene rij mede, die dit doet kennen. (Het stuk van Brix is zeer belangrijk). De uitkomst van Person steunt op zeer zamengestelde formules, welker regt hij althans niet op de plaatsen, waar hij ze mededeelt, bewezen heeft. Compt. Rend XV. 492, Pogg. Ann. LXV en LVII.

Evenwel ligt er ook volgens onze theorie waarheid in. Meer vertrouwen verdient zijne wet dat een zamengesteld atom minder verdampingswarmte zal hebben dan de som van de verdampingswarmten der zamengestelde atomen bedraagt.

§ 250. Hij beweert ook voor de smeltingswarmte te vinden de formule $(160 + t) d = 1$; t is de temp. van smelting boven 0° , l de latente warmte; d het verschil van warmtecapaciteit in de beide aggregaattoestanden. Voor mengsels kan men zoo de benoodigde warmte vinden door voor elk der stoffen deze grootheid met het gewigt te vermenigvuldigen en te zamen te tellen.

§ 251. De specifieke warmte van een ligchaam zal moeten veranderen als er op de deeltjes der lichamen andere krachten van buiten inwerken, dus als zij door eenige drukking zamengedrukt worden; derhalve zal voor gazvormige stoffen het onderscheid in de specifieke warmte voor constant volumen en voor constante drukking aanmerkelijk groot moeten zijn. De laatste moet kleiner zijn, en wel voor een zelve gaz op verschillende temperaturen bijna in dezelfde reden, ja zelfs voor alle gazen bijna in dezelfde reden, daar hier toch de invloed van

het verschil der constanten bijna verdwijnt. De daarom-
trent opgestelde wet laten wij dus gaarne toe. Daarentegen kunnen wij de voor de waterdamp
proefondervindelijk gevonden wet, door Clapeyron ook
bewezen Pogg. Ann. LIX en door von Wrede LIII en
de Pambour ten grondslag gelegd aan zijne theorie de
la machine à vapeur, niet uit onze theorie afleiden, en
moeten wij het, zoo het waar is, hoogst toevallig noemen,
dat waterdamp op het maximum van spanning steeds op
elke temperatuur dezelfde hoeveelheid warmte zou bevatten.
§ 252. Algemeen is het noodzakelijk dat de latente
warmte constant is voor den overgang uit eenigen be-
paalden toestand, in eenen anderen eveneens bepaalden,
hetzij deze overgang in eens, of door andere toestanden
plaats hebbe. Evenzeer moet maar deze voorstelling even-
veel warmte zijn worden, wanneer het ligchaam van den
tweeden in den eersten toestand terugkeert, als er gebon-
den was bij den overgang van den eersten in den tweeden.
§ 253. Als twee stoffen zich scheikundig verbinden,
zoo komen de atomen van beiden tegenover elkander in
den naasten evenwichts-toestand, en het differentiaal-quo-
tient van de kracht, waarmede de heterogene atomen el-
kander aantrekken, is overal weg hier het grootst, (§ 14
en 15); dus zal door scheikundige vereeniging steeds
warmte ontwikkeld worden. De atomen, uit eenen vroe-
geren evenwichts-toestand in dezen plótseeling overschie-
tende, zullen met veel hoeveelheid van beweging trillen.
De vorige paragraaf laat zich geheel hierop toepassen,
en geeft ons dus doekbaar de hand, dat men, eers men

uit de ontwikkelde warmte besluit tot de sterkte der affinités Brix dan zij ongeveer evenredig zal zijn, ook in aanmerking zal behooren te nemen hoedanig de vroegere evenwichts-toestand was, waaruit de zamenstellende atomen in den nieuwen zijn overgegaan, en dat zoo wel in physisch als in chemisch opzigt.

§ 254. Er zal dus zelfs bij het ontstaan van vroeger scheikundige verbinding koude kunnen ontstaan. Dan ook, en dit zou ligter worden over het hoofd gezien, als de vroegere en de nieuwe aggregaattoestand dezelfde is, zal toch nog de ontwikkelde warmte niet volkomen de maat der affiniteit aangeven, daar in eenen zelfden aggregaattoestand toch verschillende stoffen in verschillende spanning verkeerden. Deze laatste opmerking is geheel overeenkomstig met die, waarop in § 203 het aannemen van eenen factor voor het atomvolumen gegrond is.

§ 255. De beste waarnemingen over de verbindingswarmte der elementen zijn nog van Dulong; zij schijnen mij nauwkeuriger dan die van Dalton, Déprez en Crawford, maar toch kan er niet weleene wet op gebouwd worden. Hij zelf heeft vroeger gemeend, dat eene zelfde hoeveelheid O met een bepaald ligchaam evenveel warmte opwekte, welken is trap van verbinding het vormde Pogg. Ann. XLV, doch dit is tegengesproken door Ebelman ib. LIII. Silbermann bevestigt zijn cijfer voor waterstof ib. Instit. n^o. 506.

§ 256. Wij moeten ons dus bepalen tot de verbindings-warmten, die zamengestelde ligchamen onderling

geven, en dan vindt Hess LIII, dat het eerste atom water, hetwelk zuren opnemen, de meeste warmte opwekt, nam. 1574 eenheden; de volgende atomen submultipla hiervan. Het zelfde zal wel voor bases gelden.

§ 257. Onderzoekt men de warmte, die bij vereeniging van basis en zuur opgewekt wordt, zoo moet men niet alleen op de temperatuur van het mengsel letten, maar ook op de verandering van aggregaattoestand, die het tot stand komen der verbinding vergezeld heeft volgens § 253, en om dezelfde reden ook op den toestand waarin basis en zuur zich voor de menging bevonden.

§ 258. Zoo kan dus ook koude ontstaan bij verbinding (oplossing), zie Gmelin, IV. Aufl. I. 264, maar evenwel niet zooveel als door de verdampingswarmte p. 260. Opmerkelijk is, dat de absorptie van warmte bij voortdurende toevoeging van solutum en menstruum evenzeer afneemt als de productie derzelve (§ 256) vermindert voor elk volgend atom dat gebonden wordt. Het was van belang deze warmte-absorptie met de volumen-verandering te vergelijken, (§ 217 sqq.) ofschoon dezelve niet onmiddellijk van het volumen, maar van de spanning der deeltjes afhangt.

§ 259. Hess heeft zich uit de pen laten vloeijen, dat evenveel warmte zou ontstaan welke basis ook zich met een zelfde zuur verbindt, L, d 15, 107; Andrews LIV dat juist de basis, niet het zuur, de hoeveelheid dier warmte bepaalt. Vergl. LIX waar door Andrews geleerd wordt dat Cl, Br, Jd met zink en ijzer ontwikkelt 27.66 en 22.84, 1774 en 3246, 2302 en 834.

Beider wetten zijn onwaar, maar es ist einleuchtend, dass die mächtigste Base (und ebenso, voeg ik er bij, die mächtigste Säure) auch die ist, welche bei ihrer Verbindung die meiste Wärme entwickelt.

§ 260. Onafhankelijk van de vorige § zoude de wet van Thermonutraliteit, door Hess voorgedragen, kunnen bestaan, maar *absoloot* kan zij niet waar zijn. De hoegrootheid der afwijkingen moet door de waarnemingen gegeven worden. Reeds wankelt dunkt mij Hess zelf Pogg. Ann. LVI. 601.

§ 261. De toepassing die Hess van zijne wet, welke in § 253 in verband met § 252 vervat is, maakt op de constitutie der zuren, is zeer aardig.

Er wordt warmte ontwikkeld bij de vorming van

	$\text{SO}^3 \text{H}^2\text{O}$	of	$\text{SO}^4 \text{H}^2$
S + 2O	5202	S + 2O	5202
$\text{SO}^2 + \text{O}$	1189	$\text{SO}^2 + \text{O}$	1189
$\text{H}^2 + \text{O}$	4350	$\text{SO}^3 + \text{O}$	1189
$\text{SO}^3 + \text{H}^2\text{O}$	1400	$\text{SO}^4 + \text{H}^2$	4561
	<hr/>		<hr/>
	12141		12141

Men ziet ligt in dat de tweede voorstelling onwaarschijnlijk is en dus die sulphur-theorie niet begunstigt.

LVI. 479. Hess heeft zich niet de pen laten

§ 262. Graham meent dat de hoeveelheid verbindingswarmte verschilt met de temperatuur, waarop de verbinding geschiedt. Hij beweert dat zij met deze afneemt. In het eerste heeft hij gelijk. De waarnemingen kunnen echter nog bezwaarlijk beslissen. Verder komen

zijne onderzoekingen niet overeen met Andrews, § 203; hij verschilt met Hess over de constitutie der zuren en der dubbel-, of wel zure zouten, l'Inst. 560, Pogg. LVIII. Hij beweert dat het tweede atom zuur koude geeft, Andrews dat het niets geeft, Hess dat het warmte ontwikkelt.

§ 263. Door vergelijking van § 28 met 43 en 247, is het duidelijk dat ook bij de verschijnselen van capillariteit, warmte vrij wordt. Regnault, Ann. de Chim. Phys. LXXVI. 133.

Evenzoo moet een stoot of zamenpersing warmte vrij maken, terwijl bij volkomen elasticiteit der stootende lichamen, geene warmteontwikkeling te verwachten is.

§ 264. Als een ligchaam eenen anderen krystalvorm aanneemt of eenvoudig van amorph kristallijn wordt, moet zich noodzakelijk ook warmte ontwikkelen. De aarden, die, als zij aan hevige warmte worden blootgesteld, plotseling veel sterker gaan gloeijen, maar te gelijker tijd ook meerdere digtheid verkregen hebben, strekken ons ten bewijze.

HOOFDSTUK II. OVER HET LICHT.

§ 265. Licht is die toestand der lichamen, waarin derzelver kleinste deeltjes zekere transversale trillingen ten uitvoer brengen.

§ 266. De trillingen der lichtende lichamen, ver-

schillen van die der warmte in timbre. (De proeven van von Wrede, Pogg. Ann. LIII, hebben genoegzame innerlijke onwaarschijnlijkheid, om dit te kunnen stellen, nu de proeven van Henry LXVIII, impliciet eene tegenovergestelde uitkomst geven.)

§ 267. Kleur is eene bepaalde soort van trilling. Het onderscheid der kleuren is gelegen in de golflengte, De verschillende graden van lichtsterkte zijn gelegen in de amplitude der trillingen.

§ 268. Een absoluut nulpunt van licht (duisternis) is niet wel aan te nemen, ja, kan zelfs ongerijmd heeten. Er is geen rust in de natuur en alle beweging is periodisch.

Verder hadden wij in 1846 onze paragrafen niet gesteld. Men ziet uit deze vier eerste §§ van het tweede hoofdstuk, dat wij voor elke paragraaf, in het eerste hoofdstuk voorkomende, omtrent de warmte, eene volmaakt parallelle omtrent het licht zouden hebben voorgedragen. Voor ons tegenwoordig doel, na wij toch slechts zeer enkele feiten aanvoeren tot staving van onze beweringen en ze bekend veronderstellen bij onze lezers, zou het onmoedig zijn onze leer in paragrafen te splitsen. Het zal dan pas noodig zijn, als wij de gestelde theorie volledig ontwikkelen, hetgeen wij als een werk voor ons leven beschouwen en dus niet dan na rijp beraad doen zullen; wij kunnen nu volstaan met enkele beschouwingen, die van het gewone afwijken mede te deelen, waardoor wij in korthed zullen winnen

en toch bij denkende lezers, niet zullen verliezen, terwijl anderen aan deze beschouwingen toch hoegenaamd niets hebben. Het kwam ons daarom nog niet noodzakelijk voor eene derde wijze van trilling, weder door timbre van de beide vorigen te onderscheiden, de chemische stralen van het spectrum, in een afzonderlijk hoofdstuk, dat weder parallele paragrafen zou hebben opgeleverd, te behandelen.

Er zijn er die licht en warmte identisch noemen; anderen houden onderscheid staande. Onze meening is deze, dat het een verschil van gevoelen is, dat in de verschillende opvatting van het woord *identisch* bestaat, en het ware dan toch te hopen, dat physici zich niet aan dezelfde fout schuldig maakten, die wij door de scheikundigen zoo menigmaal zagen begaan en die er het hare toe bijbrengt, dat de scheikunde nog zoo weinig wetenschap is. Als men van oordeel is, dat twee identische zaken toch nog in een gering opzigt kunnen verschillen, dan hebben de eersten regt en hoewel de anderen toch ook regt kunnen hebben bestrijden deze de eersten te onregt. In dit geval is er dan geen grens waar de identiteit zal ophouden en het is minstens willekeurig om wel licht en warmte identisch te noemen, maar niet twee verschillende temperaturen of twee verschillende kleuren. Maar als men het woord identisch als dat woord erkent dat de gelijkheid op het sterkst uitdrukt, en zoo niet dan moest men hier een ander woord zoeken, zoo hebben de eersten onregt. Wij stellen de beteekenis nu op deze wijze vast, die dan toch wel door het gebruik gewettigd is: twee zaken zijn eerst dan identisch, als wij niet bewijzen kunnen,

dat zij in eenig opzicht verschillen, eigenlijk kunnen dan twee waarlijk identische zaken niet van elkander worden onderscheiden, zoo dat niets identisch is dan met zich zelf. Op ons onvolkomen menschelijk standpunt kunnen wij ook nog twee identisch noemen, als *wij* geen onderscheid meer tusschen die twee weten aan te wijzen. Licht en warmte echter kunnen ook in dien zin niet identisch heeten, want dat de eene toestand door het algemeen gevoel, de anderen door het oog alleen wordt waargenomen (Melloni, l'Institut, N°. 524), bewijst reeds, dat er verschil bestaat, daardoor aangewezen, dat, wat men voelt maar niet ziet, anders moet zijn dan wat men ziet en niet voelt, of als men zoo wil voelt en tevens ziet. Reeds weerspreken zij, die de identiteit verdedigen zich zelve, als zij zeggen: er is geen ander onderscheid in dan tusschen lichtende en donkere warmte, want dan erkennen zij dat er onderscheid en een aanwijsbaar onderscheid in is en dus geene identiteit plaats grijpt. Men noeme dit nu geene woordenzifterij, want het is noodig die woorden te bepalen, getuige de geschriften van Melloni en de tegenschriften over dit punt, die niet verschenen zouden zijn, als men dit onderscheid gemaakt had, en die de zaak niets verder hebben gebracht. De krachten van deze niet te genoeg te waardenen physici waren dan aan een vruchtbaar onderzoek besteed geweest.

Het wezen van licht en warmte is één. Zij zijn transversale trillingen die in denzelfden aether worden voortgeplant, en de lichamen warm of lichtende doen zijn, als die trillingen als staande trillingen aan de vaste

atomen der lichamen zijn medegedeeld, zij zijn niet onderscheiden door duur van trilling of golflengte, blijkens de waarnemingen; dus zijn zij, daar zij onderscheiden zijn, onderscheiden door den vorm der trilling, dat is, door wat wij bij het geluid *timbre* noemen; daarin is de verscheidenheid gelegen, die onder eene andere wijziging, weder van *timbre*, de chemische stralen geeft als derde verscheidenheid. Welligt, en zelfs denkelijk, zullen wij nog meerdere wijzen van verscheidenheid op het spoor komen, misschien zijn zelfs alle warmtegolven nog niet eens van denzelfden vorm, maar komen daarin wijzigingen voor, die wij door het gevoel niet hebben opgemerkt, en die ons daarom ontglipt zijn. Doch hoe men het ook mogt opvaatten, dit zal wel zeker zijn, en zij, die in de strengste beteekenis des woords zeggen, dat licht en warmte identisch zijn, zullen het eerst dit moeten toestemmen, dat de theorie des lichts volkomen parallel zal moeten loopen met die der warmte en der chemische stralen.

Wij zullen alzoo kunnen volstaan met eenige weinige opmerkingen omtrent dilatatie door licht, absorptie van licht, latent en specifiek licht, licht bij scheikundige verbinding geboren of bij gelegenheid van de verandering van de spanning der deeltjes eens zelfden lichaams. De parallelie van stralende warmte en licht behoeven wij niet aan te voeren, als bij de physici genoegzaam bekend en erkend. Hierbij is het

a) De waarneming heeft nog niet geleerd, dat de lichamen, als zij lichtend worden, hierdoor ook worden uitgezet. Maar men heeft er zijne blikken ook nog niet op gericht, en vóór dat men dit besluit ver-

oordeelt, onderzoeken men of niet de diamant, nadat hij door opzuiging der zonnestralen zelflichtend geworden is, grooter volumen hebbe dan de niet lichtende diamant, die tot op dezelfde temperatuur verwarmd is. Het is nog de vraag, of het phosporeseren (van sommige stoffen aan eene langzame verbranding zij toe te schrijven, dan wel daaraan, dat zij werkelijk zelflichtend zijn; in het laatste geval, zullen zij ook uitgezet wezen.

b). Het verschijnsel der absorptie van licht rekent men of onverklaarbaar, of men roept met von Wrede, Pogg. Ann. XXXII. 335 eene voortdurende interferentie te hulp. De verdedigers van de identiteit van licht en warmte kunnen onmogelijk aanwijzen, waarom wij niets soortgelijks bij de warmte aantreffen; wij hebben er twee oplossingen voor, die aan de waarnemingen kunnen getoetst worden. Vooreerst is het ligt in te zien, dat lichtgolven in warmtegolven zullen kunnen overgaan, dat de lichtbeweging door den in eenig ligchaam bevatten aether voortgeplant, toch ook voor een gedeelte aan de vaste atomen moet worden medegedeeld en die in licht- of ook in warmte-trillingen zal brengen, die slechts in timbre verschillen; dus zal een absorberend ligchaam warm moeten worden en men zal die warmte kunnen meten. Wij zien dus in dit geval licht in warmte veranderen, gelijk omgekeerd warmte in licht wordt omgezet, als zeer sterk verwarmde lichamen beginnen te lichten. Hierbij is het dan waarschijnlijk dat hunne specifieke warmte schijnbaar zal toenemen. Het valt echter ook niet te ontkennen, dat bij het doorlaten van licht door eenig ligchaam nog eene andere verandering plaats grijpen kan, namelijk eene

kleursverandering van het doorvallende licht, en dat niet enkel door het wegnemen van sommige daarin aanwezige kleuren, of door het meer wegnemen van sommige kleuren dan van anderen, maar ook door het veranderen van de kleur van sommige stralen. Wij weten inzonderheid van de hoogstbelangrijke proeven van Knoblauch, (Pogg. LX. den naar § 16 liet het zich verwachten), dat een ligchaam door stralende warmte verwarmd nu andere stralen, lager in temperatuur, uitzendt dan het ontvangen heeft, dat in het algemeen warmte van hooger temperatuur, in eenige gedeelte eens ligchaams gebragt, zich zoo lang verandert in warmte van lager temperatuur tot dat alle deelen gelijke temperatuur hebben, en wij vragen, of dan ook niet een door stralend licht verlicht ligchaam andere stralen zal kunnen uitzenden, dan het ontvangen heeft. Men heeft nog *schaars* (wij zeggen niet *wiet* want Brewster heeft het spoor indergans betreden) eenen afgezonderden lichtstraal geheel vervolgd, evenmin als men dit voor eenen afgezonderden warmtestraal, waarvoor het zeker veel moeilijker is, in het groot nadeel der wetenschap nog ooit gedaan heeft, en kan dus weder geen veroordeelend vonnis uitspreken. Integendeel komt ons dit zeer natuurlijk voor en meenen wij dat een studie van het licht in dits opzigt den strijd tusschen Brewster en de overigen optici openens liets aantabenden aard der kleuren beslechten, zal, zo gij zij nemok sag et nos.

Latent licht nemen wij hier om den zin overeenkomstig met latente warmte, zoo als het behoort. Hier valt dus in het oog, dat wat Moser gemeend heeft te vinden, ook als het zich bewaarheid had, niet den naam

van latent licht had behoeven te dragen. Het was een ongelukkige benaming, even als die van onzichtbaar licht. Het zij weder een voorbeeld, hoe zeer het er op aan kome zijne woorden juist te bepalen, want Moser heeft zich vele onverdiende bespotting op den hals gehaald door den naam van zichtbaar licht, dien hij aan eene waarheid gaf, die zeker volgens ons waarheid is: dat (er) namelijk hoogstwaarschijnlijk trillingen zijn volkomen overeenkomstig met de lichttrillingen, maar die slechts niet met de oogen waargenomen worden, even als (er) trillingen erkend worden met de geluidstrillingen volkomen overeenstemmende, maar die slechts niet door het oor vernomen worden, omdat zij even als de andere niet de daartoe vereischte golflengte hebben. Spreekt men nu van onhoorbaar geluid, zoo bezigt men een ongelukkige uitdrukking, maar men duidt eene waarheid aan en wie iemand bespot, die wer van spreekt, schame zich even zeer, maar ook niets meer dan de bestrijders van Moser's naam als nimmer, evenmin als men de lichttaal geheel laat staan.

Wat Moser latent licht noemde is het niet, van Waidele en anderen hebben met goed gevolg bestreden. De beoordeeling over het, voornaamste, wat hierover geschreven is, zie men inzonderheid in de Annalen der Pharmacie XLVIII. Zeker ook heeft noch hij, noch eenig ander latent licht aangetoond, maar men heeft toch geen recht te beweren dat het er niet zijn zou. Specifiek licht zou te pas komen bij lichamen, die men door verhitting, of waardoor ook, zelf lichtend maakt. Men bestude die, (en) met het specifieke licht, (men) kan niet van ons vorderen dat (vrij) getalswaarden zouden geven voor dat er waarnemingen zijn, (alleen) dat, dat het feit

bestaat kan men zonder waarnemingen beweren, en zij zullen het moeten bevestigen.

d). Het laatste punt valt weder geheel in het door de waarneming onderzochte terrein, en dus zal men het bewaarheid vinden. Bij scheikundige verbinding ontstaat dikwijls licht, en dus weder, als de aggregaattoestand der stoffen die in de werking begrepen zijn dezelfde is, in klimmende verhouding met de innigheid der scheikundige verbinding, die tot stand komt. Men herleze slechts § 253 en neme in acht dat die trillingen, welke opgewekt moeten worden, zoowel lichttrillingen als warmte-trillingen kunnen zijn, hoewel er meer waarschijnlijkheid is voor de laatsten, dan voor de eersten, als wij naar analogie zullen oordeelen met andere verschijnselen, waar ook eerder of gemakkelijker warmte-trillingen dan licht-trillingen opgewekt worden. Het is evenwel niet te denken, dat bij hevige werkingen uitsluitend warmte, en niet ook licht zou opgewekt worden, terwijl wij gerust het geval kunnen uitsluiten dat enkel licht, en niet tevens warmte te voorschijn zou komen. Ook bij zamen-drukking van een zelfde ligchaam wordt soms licht geboren. Men zie de waarnemingen van Heinrich, Des-saignes, Saissy, Becquerel daaromtrent. Het doet niet tot de zaak af, of dit licht onmiddellijk, of mid-delbijk door warmte en elektriciteit, te voorschijn trede. Bij krystallisatie wordt ook tevens licht ontwikkeld, zoo als bij boraxzuur, zwavelzure potasch enz.; bij hevige schudding en verbrijzeling als bij de bataafsche tranen enz. Dat wrijving, even als zij warmte veroorzaakt, ook licht te weeg brengt, wordt door menigvuldige waarne-mingen bewezen.

HOOFDSTUK III. OVER DE ELECTRICITEIT.

Electriciteit is de toestand der lichamen, waarbij hunne kleinste deeltjes longitudinale trillingen ten uitvoer brengen. Ook hier heeft weder het onderscheid plaats van stralende electriciteit en electriciteit eigen aan de lichamen. Even als bij de warmte wordt de elektrische toestand van een ligchaam overgebracht op alle lichamen, die er mede in verband staan en de mededeeling duurt zoo lang tot alle lichamen in denzelfden elektrischen toestand zijn. Er is hier echter nog eene andere werking, dan die van mededeeling, namelijk eene polaire werking, waardoor een elektrisch ligchaam invloed uitoefent op een ander ligchaam en daarin twee verschillende elektrische toestanden te voorschijn roept: de werking door invloed. Wij kunnen onze theorie hierop niet toepassen omdat wij ons nog geene waarschijnlijke voorstelling hebben gemaakt van de twee tegenovergestelde elektrische toestanden, de positieve en negatieve; want al konden wij al meenen, dat positieve electriciteit in beweging slechts daarin van negatieve electriciteit in beweging verschilt, dat in de eene de verdigtende golf vooraan gaat, in de andere de verdunnende, waardoor zij dus als zij in eenen zelfden geleider aanwezig zijn, zullen moeten interfereren en naar omstandigheden elkander verzwakken of versterken, zoo moeten wij toch erkennen, dat ons dit meer als klanken dan als verklaring luidt, en zoo zouden wij het toch voor anderen moeten overlaten dit op de beide

elektriciteiten in rust toe te passen, daar wij ons hiertoe niet in staat gevoelen. Zou men bijv. kunnen stellen, dat ten gevolge van de eene soort van staande trilling, de deeltjes der lichamen binnen hunnen natuurlijken evenwigtstoestand gehouden werden, volgens den anderen daar buiten, zoo zoude het zich zeker laten hooren, dat het ligchaam in den eersten toestand verkeerende en met eenen geleider in aanraking gebragt, daarin eerst eene verdigtende golf te weeg bragt, waardoor de deeltjes daarin insgelijks eenen afstand aannamen binnen hunnen natuurlijken evenwigtstoestand, en daarentegen een ligchaam in den anderen toestand verkeerende aan eenen geleider eerst eene verdunnende golf zoude mededeelen; ook laat het zich inzien, dat bij wrijving van twee lichamen, het een in dezen, het andere in genen toestand zal verplaatst worden en dat het van de oorspronkelijke toestanden van hardheid, weekheid en middellijk van ruigheid, warmte der lichamen, enz. zal afhangen, welke toestand in het eene, welke in het ander eerst zal opgewekt worden; ook wel waarom bij overspringing der elektriciteit, zoowel deeltjes van het eerste op het tweede als van het tweede op het eerste zullen worden overgevoerd (*), maar onze verklaring heeft toch ook zooveel raadselachtigs en onbepaalds, dat wij haar niet voor de ware durven uitgeven. Hoe moeten wij ons dan een

(*) Over deze overvoering van deeltjes wil ik alleen de laatst verschenen stukken aanvoeren van van Breda Pogg. Ann. LXX. 326 en Maas l'Institut No. 788. De veronderstelling van eene verdunnende en verdigtende golf behoort niet aan ons, maar wij meenen is zij het eerst opgesteld door Henrici: Elektricität der Galvanischen Kette, welk werk zoo als wij in de voorrede vermeldden ons den eersten aanstoot gegeven heeft en verscheidene hoofdpunten in het oog heeft doen springen.

ligchaam voorstellen door verdeling elektrisch- P ; daarin moet dan het naar het elektrisch ligchaam toegekeerde gedeelte juist den tegengestelden toestand hiermede aannemen en ook tegenovergesteld aan dien van het gedeelte, dat van het elektrische ligchaam afgekeerd is. Wij kunnen hiervan het onmogelijke wel niet bewijzen; evenmin als daarvan, dat er afstooting plaats heeft tusschen lichamen en gedeelten van lichamen in denzelfden elektrischen toestand verkeerende en aantrekking tusschen lichamen en gedeelten van lichamen; die in verschillenden elektrischen toestand zijn. Nog kunnen wij begrijpen, dat electriciteit van rust in beweging overgaande of van minder sterke beweging in sterkere of omgekeerd, eene werking in andere lichamen (inductie-verschijnselen) zal kunnen te weeg brengen en, als dit zoo is, dan ook soortgelijke inductie-verschijnselen als een geleider van eenen elektrischen stroom, — een ligchaam waarin de electriciteit in beweging is, — nader bij of verder af gebracht wordt van eenen anderen stroomgeleider; maar zoolang wij den oorspronkelijken toestand van elektrische lichamen niet meer bepaald kunnen uit een zetten, zal het beter zijn afzonderlijke beginselen op te stellen en daaruit met Poisson en, wat de inductie aangaat, met Neumann: Versuch einer mathematischen Theorie der inducirten elektrischen Ströme, de overige verschijnselen af te leiden. Welligt dat een ander gelukkiger is dan wij in zijne poging, om die tot nu toe op zich zelve staande bekende beginselen tot één hooger beginsel met het onze in verband te brengen. Zijn eenmaal deze beginselen vastgesteld, zoo is de wiskunde bereid er alle gevolgen uit

af te leiden en wat de physica leert over elektriciteit is dus waar, in zooverre deze beginselen waar zijn. Konden wij nu alle deze beginselen beoordeelen, zoo zouden wij de geheele theorie der elektriciteit bevestigen of omver werpen of wijzigen, en wij behoorden dus een geregeld system van onze kennis aangaande dezen toestand te leveren; nu zullen wij er ons toe bepalen om iets te zeggen a) over de verdeeling der elektriciteit over elektrische lichamen, b) over de uitwerkselen der elektriciteit op de lichamen en op de scheikundige verbindingen, en c) over de bronnen der elektriciteit, voornamelijk met betrekking tot den galvanischen stroom.

a) Het kan niet waar zijn, dat de elektriciteit alleen op de oppervlakte der lichamen huisveste.

Hetzij wij ons eene schaal, die enig ligchaam (laat ons een bol nemen) omsluit, in trilling denken of wel in zoodanig verdigten toestand, als wij boven beschreven; onmogelijk is het, dat die trilling of die verdigte toestand niet aan de dieper gelegen deeltjes, na langer of korter tijd, zou worden medegedeeld. Die voorstelling moge ontstaan zijn, toen men zich elektriciteit als eene stof dacht, welker deeltjes elkander afstootten, en moge toen aannemelijk hebben geschenen, nu kan zij onmogelijk meer worden toegelaten. De proeven met holle kogelschalen, cylinderschalen, enz. genomen, bewijzen het ook geenszins en het besluit daaruit genomen is even valsch en om dezelfde redenen valsch, als dit: een ligchaam binnen in eene holle kogelschaal gebracht wordt niet door de aantrekking van die kogelschaal verplaatst; dus huisvest de aantrekkingskracht alleen op de oppervlakte.

Overigens zijn er andere proeven die deze theorie weerspreken, men zie Petrina: Neue Theorie des Elektrophors, und ein neues Harzkuchen-elektroskop, Prag. 1846. Ook heeft men deze veronderstelling reeds moeten wijzigen in hare toepassing op de Leidsche flesch. Eene afdoende proef zou zijn, dat men de hoeveelheden elektriciteit mat, die op eenen vollen en eenen hollen kogel van dezelfde stralen opgehoopt kunnen worden, of de verhouding van hoeveelheden op twee kogels van verschillende stralen opgehoopt, in welk laatste geval men den invloed der krommingen, van de stralen afhankelijk, zou moeten in aanmerking nemen. In het voorbijgaan zij gezegd, dat de hoogere spanning, die de elektriciteit aanneemt in eenig gedeelte eens ligchaams, waar de kromming sterker is, zeer wel voortvloeit uit de interferentie der verschillende staande golven. Overigens kunnen uit eene verdeling der elektriciteit, alleen op de oppervlakte, de werkingen *naar buiten* evenzeer worden afgeleid, als uit de ware verdeling die uit onze theorie volgt. Men herinnere zich ter opheldering, wat Gauss dienaangaande voor de zwaartekracht en het magnetisme leerde, maar zij dan ook voortaan voorzigtiger in zijne gevolgtrekkingen, die alleen dan waarheid hebben, als zij met noodzakelijkheid getrokken zijn.

b) De elektriciteit zal naar analogie met de warmte, waarvoor de waarnemingen zulks buiten kijf leeren, ook dilatatie moeten ten gevolge hebben, verandering van aggregatie toestand en ontleding of verbinding van scheikundige stoffen. Reeds uit de proef van Ampère, waarmede hij de onderlinge afstooting van de deelen eenes regtlijnigen elektrischen strooms wil aantoonen en

wier beteekenis althans door Pouillet niet genoegzaam weerlegd is, kent men de dilatatie door elektriciteit in beweging voortgebracht. Te weinig naauwkeurig is de waarneming van Doppler door hem medegedeeld, Pogg. Ann. XLVI. 128, om haar goed te huis te brengen. Ook kent men immers de verandering van dimensie, welke eene platinadraad of een kwikdruppel, waardoor een elektrische stroom geleid wordt, ondergaat. De dilatatie door elektriciteit in rust (maar toch wel afstooting reeds op afstand) is zeker, zoover wij weten, nog niet door directe proeven bewezen; reeds zijn toch de proeven van W. Hankel, Pogg. Ann. LXXV, 206 indirect te noemen, hoe omonstootelijk zij in overeenstemming met § 233 het feit ook mogen leeren; wij mogen dit toch aannemen uit de omstandigheid, dat geëlektriseerd water sneller verdampt dan niet geëlektriseerd water, hetgeen tevens als voorbeeld van verandering van aggregatie-toestand, zou kunnen worden aangevoerd; terwijl het genoeg bekend is door van Marum, hoezeer door elektrische slagen goud en zilverdraad als in damp wegstuiven. Men zie hier vooral Riess, Pogg. Ann. LXV, 481, uit wiens onderzoekingen het nog duidelijker is geworden, dat dit wegstuiven geen secundair maar een primair gevolg der elektriciteit is. Door meerdere physici door Priestley, Matteucci, de la Rive, van Breda, is ook de overvoering van ponderabele deeltjes van het eene ligchaam op het andere door elektriciteit, dus vaneenscheiding, op volkomen overeenkomstige wijze als door de warmte, boven allen twijfel verheven. Van de scheiding en verbinding van stoffen door elektriciteit, zijn de voorbeelden legio; men kent geen

werkzamer toestand dan den elektrischen. Die scheikundige vereeniging en ontbinding wordt nu niet alleen door electriciteit in beweging (galvanische), maar ook door spannings-electriciteit, als zij onophoudelijk aangevoerd wordt, voortgebracht en men kan zelfs, wanneer men de laatste in tegengestelden zin aanbrengt, de werking van de eerste daardoor verzwakken, ophieven of overweldigen. (Karsten, Berliner Abhandlungen, 1838, een zeer lezenswaardig stuk).

c). De elektrische stroom zal door wrijving, bijv. bij het overspringen van vonken, of bij ontlading van eene Leidsche batterij, of bij inductie-electriciteit plaats grijpen, of in den zoogenoemden galvanischen stroom. Als wij de werking van dezen laatsten aangegeven hebben, volgt die van de overigen dadelijk, gelijk dat ook nog ten overvloede door Riess en Dove afzonderlijk proefondervindelijk werd nagegaan. Wij bepalen ons daarom met eenige woorden bij den laatsten, daar ook over de wijze van zijn ontstaan, de physici en chemici het volstrekt niet zoo eens zijn als over de wijze van ontstaan van de overigen. De hoofdpartijen zijn de ultra-contactio-nisten, en de zuivere chemici; de eersten zoeken den oorsprong en onderhouding des strooms alleen in de metalen, en zijn daar welligt strenger in, dan Volta zelf, op wiens grondproef zij zich beroepen; de chemici leiden den stroom af van de scheikundige werking der vloeistof op het positieve metaal. Er zijn er weinigen meer, die een van deze beide gevoelens geheel zijn toegedaan. Men heeft ingezien, dat ook op de plaatsen, waar metalen en vloeistoffen elkander aanraken, electricische spanning geboren wordt, en de chemici erkennen ook dat

het absurd is, om het negatieve metaal buiten rekening te laten. Er zijn dus middelpartijen meer of min toegevend voor elkander, maar toch nog van elkander verschillend. De literatuur over dit onderwerp is zeer groot, en mannen van groot gezag hebben zich in den strijd gemengd, maar niet aan dezelfde partij hun zwaard geleend. Er zijn verscheidene zoogenaamde experimenta crucis gegeven, maar die weder anders opgevat konden worden, en dus geen experimenta crucis waren. Zoo zijn dan meermalen physici van het een tot het ander gevoelen overgegaan, maar Berzelius is, toen hij eens door eene ook ons hoogst gewichtig toeschijnende proef van de chemische tot de contact-theorie overgegaan was, aan de laatste getrouw gebleven. Men zie de voorrede van de vierde uitgaaf van zijn leerboek.

Het is opmerkelijk, hoe zulk een strijd zoo lang heeft kunnen duren. Oppervlakkig zou men zeggen, het is toch ligt te onderscheiden, wat oorzaak, wat uitwerking is. Als wij evenwel de geschiedenis der wetenschap mogen nagaan, valt het in het oog, dat geen strijd langduriger is, dan juist die beslissen zal, welk van twee feiten oorzaak, welk uitwerking is. De reden is daarin gelegen, dat proeven hier niets kunnen leeren, en men toch van proeven zijn heil verwacht. Het verband van oorzaak en werking, waarin wij de verschijnselen trachten te brengen, kan niet door de zinnen geleerd worden; alleen eene wijsgeerige beschouwing kan opheldering geven, en waarnemingen zijn slechts in zooverre noodig, om de zaken zelve, wier verband wij in onze wijsgeerige beschouwing zullen opnemen, goed te doen verstaan. Bij gebrek van dit moeten wij tot verkeerde uitkomsten komen, niet omdat

de wijsbegeerte niet goed is, maar omdat wij de waarnemingen niet goed hadden opgevat, en niets voor een feit hadden gehouden, hetgeen het niet was. Wij zullen ons buiten het vermelden van waarnemingen houden, en buiten autoriteit, en nagaan wat naar onze beschouwing gebeuren kan, als wij eenige lichamen zoo te zamen voegen, dat zij een galvanischen keten vormen. Wilden wij toch alle waarnemingen en hare verklaring aanvoeren, zoo zouden wij een stuk leveren geheel ongelijkvormig met al het vorige, daar wij in dit geval voor dit bepaalde gedeelte meer bronnen zouden moeten aanvoeren, dan in al het vorige te zamen. Men kan geen deel van een physisch Journaal opslaan zonder er iets over te vinden. Indien wij alleen de waarnemingen op haar zelve mogten beoordeelen, zoo is het onmiskénbaar dat deze ons zouden leiden tot het besluit, dat de oorzaak van den galvanischen stroom gelegen is in het electrische verschil, dat naar § 38 en 39 overal geboren wordt, waar twee onderling verschillende stoffen in contact met elkander worden gebragt, dat is op zulke kleine afstanden van elkander, dat het oppervlakkig contact mag heeten; en dat de chemische werking, die wij zien gebeuren, volstrekt niet als oorzaak, maar als gevolg moet beschouwd worden. Er is geene proef, die wij in deze veronderstelling niet volgens de contact-theorie kunnen verklaren, en tegen ieder, wien het lusten mogt ze op te sommen, zullen verklaren. Indien wij daarentegen met de wijsbegeerte te rade gaan, en, gelijk wij dat in onze oratie ontwikkelden, vasthouden dat er geene kracht verloren gaat, dat is, dat geene hoeveelheid van beweging verdwijnen kan zonder dat uit dat verdwijnen iets tot stand gebragt

zij, dat, in geval, het weder in den oorspronkelijken stand wordt terug gebragt, tevens volmaakt dezelve hoeveelheid van beweging weer zal tevoorschijn roepen, en dat even zoon in het tegenovergestelde kan plaats grijpen, zoo komen wij noodzakelijk tot het besluit, dat contact de oorzaak niet kan zijn; want dat die toestand niet verandert, en dus ook geene hoeveelheid van beweging kan in het aanzijn roepen. Wij moeten dus, zoo schijnt het, de chemische werking, die er plaats grijpt als benige bron van den galvanischen stroom aanzien, en wellicht ook als de grootheid, die de sterkte van dezen zal bepalen. Beiden zijn echter eenzijdige opvattingen; zij zijn dus beiden valschen en slechts in hare verbinding ligt de waarheid.

Laat ons dadelijk het voorbeeld ter hand nemen, waar mede wij ons vraagstuk zullen trachten op te helderen.

Bij het onderzoek naar de oorzaak, waardoor de snelheid van den tijdstroom, gelijk wij figuurlijk bij verkorting de beweging noemen zullen, is aangegeven wordt door een pendule, zou de contactionist consequent tot twee kleine bijzonderheden aldus redeneren:

De veerkracht is geene oorzaak van den aangewezen tijdstroom, want of die een sterke of zwakke veer gebruik, het doet niet af op de sterkte van den tijdstroom; daarentegen hangt die af van den slinger; de zwaarte-kraft is dus de oorzaak van de beweging des tijdstrooms.

Neen! zegt de wijsgeer, de slinger blijft altijd in zijnen zelfden toestand (komt daarin altijd juist terug) en kan dus geene oorzaak van dien tijdstroom zijn; maar de veer moet het zijn, want die komt in eenen anderen toestand, de hoeveelheid van beweging die bijna als in

een voerwiel in de veer opgesloten was, en daarin door het opwinden telkens vernieuwdt wordt, gult zich nu door den tijdstroom, door de hoeveelheid van beweging des wijzers; de slinger mag in den beginne aanleiding geweest zijn, hij kan geene blijvende werking uiten.

Zij zouden de werking der pendule beiden eenzijdig hebben opgevat en dus beiden (wat hier niemand zal ontkennen) valsch.

Deze eenzijdige opvattingen worden vereenigd in de volgende, die de ware is. Slechts in bepaalde standen van den slinger kan de veerkracht werken en dan doet zij het ook, maar de zwaartekracht brengt den slinger gedurig in denzelfden toestand, en voor zoo ver zij dit niet volkomen kan doen, omdat de wrijvingen van den slinger zijne hoeveelheid van beweging verminderen, komt de veerkracht door hare werking op het échappement te hulp: de laatste is alzoo de eenige drijvende kracht. Welnu de chemische kracht is de alleen drijvende kracht van den stroom, maar de contactkracht (dat is de werking der heterogene deeltjes op elkander die noodzakelijk ontstaan moets als twee systemen van deeltjes, die niet op zichzelf in evenwigt zijn, binnen elkanders werkingskreits gebragt worden), is de alleen regelende kracht. Terwijl de laatste, als spoedig het nieuwe evenwigt zou daargesteld zijn, zou ophouden te werken, komt de eerste het weder verbreken, daar zij de elkander rakende ligchamen onophoudelijk weder in den ouden toestand brengt. Alleen volgens deze opvatting konden wij onze dissertatie met regt tegen Faraday beweren: *Nihil dicunt qui theoriae contactus objiciant, ex ea perpetuum mobile sequi, thesis XV.*

Derhalve, als men een galvanischen keten wilde samenstellen uit enkel metalen, zoo zoude geen stroom geboren worden; want alles bleef dan in denzelfden toestand en er kon geen kracht ontstaan; de verdeling der electriciteit zou noodwendig plaats grijpen, zoo als Ohm ons dit geleerd heeft. Maakt men een keten van metalen en eene of meer vloeistoffen, zoo zal de oorspronkelijke toestand ook die van eene verdeling der electriciteit naar dezelfde wet zijn; overal waar twee verschillende stoffen in aanraking met elkander komen, of zelfs eene zelfde stof in twee verschillende toestanden, zal electriciteit moeten ontwikkeld worden en zal er een constant, met den aard der stoffen overeenkomend, verschil moeten ontstaan, zoo dat men in den keten rondgaande nu eens hoogere dan weder lagere spanning ontmoet en telkens verandering, als men over eene scheidingsvlakte heengaat. Als men drie metalen heeft, A, B en C zoodat A met B en ook B met C in aanraking gebragt positieve electriciteit aanneemt en wel A de hoeveelheid α , B de hoeveelheid β , zoo zou A met C onmiddellijk in aanraking gebragt de hoeveelheid $\alpha + \beta$ aan positieve electriciteit bevatten en C eene hoeveelheid $(\alpha + \beta)$ negatieve; maar die verschillen zullen zoo blijven; er kan geen stroom ontstaan want de drijvende kracht ontbreekt.

Ook voor andere vaste stoffen gaat deze wet door, maar niet tusschen vaste lichamen en vloeistoffen; hier blijkt de werking veel geringer te wezen, en het is op die eigenschap, dat de ainnigting der galvanische batterijen steunt, hoe deze ook overigens moge gewijzigd zijn. Het is juist aan metingen van deze verschillen

dat de wetenschap behoefte heeft, zie bijv. Jacobi Pogg. Ann. LXXIX. 207. Poggendorff, Bd. LXX. 60.

Laat de keten nu vooreerst niet gesloten zijn, zoo zullen de beinden, alsdan polen genaamd, spanningen aannemen, welke sterkte men kan herkennen volgens deze wet. Door het achter elkander voegen van galvanische toestellen (elementen) in denzelfden zin, kan men de spanning doen toenemen en elektroskopisch of elektrometrisch onderzoeken. Het onderzoek hiervan en de vergelijking met de rigting en sterkte van den galvanischen stroom, die later ontstond, is een voldoende grond en was het reeds voor Henrici (*) om den oorsprong van dezen te zoeken in de contactwerking. Doch ook niet meer dan den oorsprong.

Laat ons iets nader beschouwen wat geschiedt aan eene grensvlakte van metaal en vloeistof, dat heet zamengestelde vloeistof, want bromium en kwik of gesmolten metalen zouden evenmin als vaste metalen eenen stroom toelaten; zoo zullen vooreerst de zamengestelde deeltjes zoodanig gerigt worden dat dat bestanddeel, hetwelk te ligter negatieve elektriciteit aanneemt, het dichtst bij de positieve elektrode zich bevindt en omgekeerd. Verder zullen de deeltjes van het metaal en der vloeistof en van deze laatste niet alleen de zamengestelde, maar ook daarin nog de zamenstellende deeltjes in trilling komen; zij wijken dan meer of minder uit van hunnen

(*) Henrici in zijn aangehaald werk, waar hij eene menigte benaderende bepalingen geeft voor de elektriciteit ontwikkeld bij aanraking van de meest verschillende zuren, bases en metalen. Vergelijk de hoogstbelangrijke proeven van Köhlerausch, Pogg. Ann. LXXV, die begonnen is de beste theorie van den galvanischen stroom te geven.

natuurlijken evenwichtsstand af gerekend, en nu geschiedt, wat soms ook reeds zonder den invloed van het contact gebeurde, maar veelal toch ook niet en soms zelfs juist omgekeerd, dat namelijk een samenstellend deeltje der vloeistof, bijv. een O deeltje, zoo dicht bij een metaal-deeltje gebragt wordt, dat de afstand kleiner is dan die van den eersten labielen evenwichts-toestand. Zoo dra dit geschiedt vereenigt zich dus naar § 46 en 53 het O met het metaal-deeltje, ten gevolge van de door hem zelve uitgeoefende werking en wij zien ligt, dat hoe grooter de oppervlakte der elektrode en de doorsnede der vloeistof is, dit ook des te gemakkelijker zal plaats grijpen. Daar nu bij de onderlinge verbinding van twee stoffen wel warmte ontwikkeld wordt naar § 253, maar nooit electriciteit, en daar zelfs integendeel twee tegengesteld elektrische lichamen, gelijk dat hier het geval is, na de verbinding onmiddellijk hunne electriciteit verliezen, zoodra een der deeltjes van het een zich scheikundig met een der deeltjes van het andere heeft verbonden, zoo zijn metaal en vloeistof in hunnen ouden toestand teruggekeerd; de chemische vereeniging heeft den, door het contact te voorschijn geroepenen toestand geheel vernietigd, en om weder op de pehdule terug te komen, den slinger in volmaakt dezelfde stelling teruggebragt; dus kan de contact-kraft even als daar de zwaartekraft weder op volmaakt dezelfde wijze werken.

Hetzelfde verschijnsel herhaalt zich onophoudelijk, tot dat er geen chemische vereeniging meer kan plaats grijpen, ten gevolge van welke de verlorene kraft hersteld wordt, of met andere woorden, de oorspronkelijke toe-

stand teruggeroepen wordt. De hoeveelheid deeltjes, die door den stroom ontleed wordt, hangt natuurlijk af van het verschil der spanning, dat te voorschijn geroepen is aan de grensvlakte, want des te sneller zullen de deeltjes op den gevorderden labielen afstand gebracht worden of des te meer deeltjes zullen daar gebracht worden, of beide deze zaken zullen in des te hooger graad geschieden, hetgeen wij nog niet durven beslissen; maar zeker zal de chemische vereeniging des te gemakkelijker plaats grijpen. Er kan nu buitendien nog chemische werking plaats hebben, bijv. als het metaal zink is en de vloeistof verdund zwavelzuur, maar de hoeveelheid zinkoxyde hierdoor gevormd, werd ook voor het sluiten van den stroom gevormd, en kan, omdat chemische verbinding het evenwigt der electriciteit, zooals wij zagen, niet stoort maar slechts warmte te voorschijn roept, wel meer warmte aan de elektroden doen ontstaan en zoo misschien middellijk voor een klein gedeelte den stroom begunstigen, maar niet onmiddellijk. De stroom hangt enkel af van het elektrisch verschil aan de grensvlakte en deze wordt naar de wet van Ohm, sedert nog meer uitgebreid, bepaald door de elektromotorische kracht, d. i. de contactwerking der metalen, en den weerstand. Op welke wijze de vloeistof zal ontbonden worden, moet ons, zoo lang wij de constanten onzer formule nog niet kennen, door de scheikunde proefondervindelijk geleerd worden, maar een zelfde verschil in electriciteit zal steeds of volkomen of althans nagenoeg een zelfde aantal equivalenten in verbinding moeten doen overgaan.

Onder de omstandigheden, die deze wet eenigzins wijzigen, moet bijv. gerekend worden de zamenhang

der deeltjes van de elektrode en het aantal punten waarmede zij met de vloeistof in aanraking is. Verg. § 40-57; zie, over den invloed van het platineren der elektroden, Poggendorff. Ann. LXXI. p. 132. Men vergelijk hier ook wat James Napier mededeelde l'Institut 597 Observations sur la décomposition des sels métalliques par un courant électrique en anderen.

De sterkte der chemische affiniteiten, zoo als wij die in § 135 hebben bepaald, kan slechts in zooverre in het spel komen, dat zij zal beslissen, of er al dan niet een stroom door zal gaan. Is het verschil der elektrische spanning niet groot genoeg om zoodanige beweging te voorschijn te roepen, dat een zamenstellend deeltje der elektrode en een van de vloeistof binnen den labielen evenwigts afstand gebragt wordt, zoo ontstaat volstrekt geen stroom en hiernede is de twistvraag beslecht, of er stroom zonder ontleding kan plaats grijpen.

Er is nog over een woord te zeggen over de secundaire werkingen die in den galvanischen stroom opgemerkt zijn. De terugwerking van de door den stroom opgewekte warmte op den stroom zal later behandeld worden, maar de polarisatie behoort hier te huis. Nemen wij als voorbeeld eenen enkelvoudigen koper-zink-keten met verdund zwavelzuur; hier worden de waterdeeltjes gerigt van het koper naar het zink H, O, H, O enz.; zink komt in positieve trillingen, koper in negatieve, O in negatieve, H in positieve. Naarmate van de drie spanningen ontstaande bij aanraking van koper en verdund zwavelzuur, koper en zink, en zink en verdund zwavelzuur welke laatste nul is, of liever onophoudelijk vernietigd is, als het zwavelzuur zoo verdund is, en

het zink niet geamalgameerd, zoo dat er buiten den stroom reeds chemische werking plaats greep, zal nu het elektrisch verschil tusschen zwavelzuur en zink de uiterste zinkdeeltjes in trilling doen zijn en insgelijks de zuurstofdeeltjes en hydrogeniumdeeltjes. Beurtelings heeft er verwijdering en toenadering plaats en de stroom zal ontstaan, ingeval (gelijk wij weten dat hier geschiedt) een zuurstofdeeltje binnen den labielen evenwichts-afstand komt met een zinkdeeltje, terwijl het op de grens stond om het hydrogeniumdeeltje te verlaten, even als dit bij het zinkdeeltje ten opzichte van de overige deelen der elektrode het geval is. Nu vereenigt zich een zuurstof- en een zinkdeeltje en zij ontwikkelen warmte door hunne hoeveelheid van beweging, die zij, terwijl zij elkander naderen, erlangen, na evenwel eerst, hetgeen bij alle scheikundige vereenigingen plaats grijpt, het gestoorde evenwigt der elektriciteiten hersteld te hebben doch slechts voor een oogenblik; want aan de aanrakingsplaats van koper en zink wordt oogenblikkelijk die neutrale toestand weer opgeheven en bij vernieuwing positieve elektriciteit naar het zink gestuwd. Het hydrogeniumdeeltje is nu vrij geworden, maar in statu nascente, vereenigt zich dus ligt met het volgende O deeltje, dat zijn eerst toegevoegd hydrogeniumdeeltje vrij laat en zoo voorts naar de voorstelling van Grothuss, tot dat eindelijk het laatste hydrogeniumdeeltje in eenen evenwigtstoestand met het koper geraakt. Naar de natuur van het hydrogenium zal nu geene eigenlijke scheikundige verbinding met een koperdeeltje tot stand komen, hoewel het bij sommige combinatien mogelijk zou zijn dat aan beide de elektroden chemische verbinding plaats had, zoo als bijv. als

men een oxyde als negatieve pool gebruikte, gebeuren zoude. Dit hydrogeniumdeeltje verhoudt zich echter tot het koper naar § 36 en 37, en zet zich op het koper af. Nu is hydrogenium sterk positief tegen over koper, verg. § 95, en op de plaats waar het zich gevestigd heeft, zal de toestand der grensvlakte nu door hydrogenium en water gevormd wezen en zal haar toestand alzooveel positiever zijn dan hij vroeger was, en nog is, waar het koper onbezet bleef; dit positiever worden neemt toe met het dikker worden der laag tot dat eindelijk geen hydrogenium deeltje daar meer kan neergeslagen worden, maar daar langs nu verder oprijst; dan heeft de verzwakking, die men om bekende redenen polarisatie noemt, haar maximum bereikt. Die polarisatie zal eenigzins afhangen van de stroomsterkte, omdat bij groote stroomsterkte die laag dikker kan worden en dus sterker polariseren, en ook wel op de geleiding invloed kan hebben. Men vergelijke het stuk van Petrina hier over Pogg. Ann. LXIV. 357. Bij koper is het nu juist niet, zoo als bij platinum, het hydrogenium, waardoor de stroom zoozeer verzwakt wordt, er kan slechts zeer weinig hydrogenium op koper gecondenseerd worden, maar er grijpt eene andere werking plaats. Het zinkoxyde wordt opgelost in het zwavelzuur, en al spoedig overgevoerd naar de koperpool, en daar dan door het vrijwordende hydrogenium ontleed, zoodat dit zich nu op het koper neerslaat, terwijl het hydrogenium die deeltjes SO^3, ZnO weder tot $\text{SO}^3, \text{H}^2\text{O}$ maakt. Zoo verkrijgt men eene zinkoppervlakte tegenover eene zinkoppervlakte, eenen keten zink-koper-zink, en de stroom houdt op. Het is genoeg bekend hoe men sedert Daniel de

polarisatie voorkomt door de secundaire werking aan te wenden tot het buiten effect stellen van deze, door sulphas cupri als vloeistof te gebruiken, of wel salpeterzuur, het eerste ingeval de elektrode koper is, het andere als de elektrode platina of kool is. Van meer belang is het op te merken, dat deze verklaring ons regt geeft om te voorspellen, dat, wanneer wij eenen keten doen eindigen in twee platinum elektroden, op de eene hydrogenium, op de andere die als positieve pool gediend heeft oxygenium zal afgezet worden, zoo dat hier de kracht dubbel zal verminderen. Neemt men nu die zelfde elektroden weg, en verbindt men ze door eenen metaaldraad of onmiddellijk met elkander, terwijl men ze weder in de vloeistof dompelt, zoo zal men eenen keten hebben, waarin de voormaals positieve elektrode nu de negatieve is geworden, en omgekeerd; zijn kracht zal gelijk zijn aan het verschil van spanning van oxygenium en hydrogenium, want in gecondenseerden toestand verhouden deze zich als metalen; slechts is het zeer te betwijfelen of zij zoo dik op het platina gecondenseerd zijn, zelfs bij het maximum van dikte, dat niet door die laag heen nog het platinum invloed op de elektrode uitoefent. Dit hebben Lenz en Saweljew Pogg. Ann. LXVII, 497 ongelukkig vergeten in hunne hoogst belangrijke metingen, waaraan de theorie van den galvanischen stroom, in verband met die welke Poggendorff bekend maakte, Ann. LXX. 60, bijna uitsluitend behoefte heeft. Zij hebben dus niet het elektromotorisch verschil van O en Pt, noch ook van H en Pt gevonden, dus ook niet van O en H, maar slechts een zeker gedeelte daarvan. Doch dit neemt niet weg dat deze theorie der polarisatie toch

waar is, gelijk dan ook Poggendorff ter eene zeer vernuftige paradox over opgesteld heeft, Ann. LX, 568. Er is nog iets in den galvanischen stroom, dat tamelijk verschillend opgevat wordt en dus ook verschillende namen draagt, weerstand, geleidingsvermogen, zeker onwysgeerig genoeg; niemand weet dan ook wat het is en alleen is men overeengekomen om die grootheid als noemer te geven aan de breuk, welker teller de elektromotorische kracht is en wier waarde de uitdrukking is voor de intensiteit des strooms. (Zoo gaarne zouden wij op deze wijze redeneren: de elektrische stroom moet verliezen aan elektriciteit, omdat op haren weg een gedeelte der elektrische trillingen in warmte-trillingen veranderd worden, die hoeveelheid zal evenredig zijn aan de sterkte van den stroom, aan de lengte van den keten en omgekeerd evenredig aan de doorsnede en voorts afhankelijk van de natuur des metaals, waardoor de stroom gaat, doch de proeven schijnen dit nog niet toe te laten.) Als wij met noodzakelijkheid dit besluit hadden opgemaakt, zoo zouden wij het gezegd hebben, niettegenstaande de proeven, maar nu het eene subjectieve opvatting geldt, nu moeten wij voor proeven zwijgen en kunnen alleen den wensch uiten, dat zij nog eens van eene andere zijde bezien worden. Verdragingsvermogen rekenen wij een nog ongelukkiger woord dan een van de beide anderen; men heeft het naar aanleiding van de proeven van Riess gaan gebruiken en toch meenen wij, dat het hier bij de galvanische stroomen een ander geval is en dat wij aan Vorsselman de Heer wel toe kunnen geven, dat in verschillende geleiders de snelheid van den stroom verschillend zal

zijn, maar niet dat zij omgekeerd evenredig zal zijn aan het geleidend vermogen, terwijl wij zeker niet met Poggendorff kunnen instemmen dat ook aan de doorsnede de snelheid omgekeerd evenredig zal zijn, een besluit dat wel wettig getrokken schijnt, maar dat, daar het in verband met de voormelde theorie van Vorseleman de Heer uit een ander feit getrokken is, deze meening nog onwaarschijnlijker maakt.

Wat eindelijk de wetten der geleiding aangaat, zoo is het bekend, dat wij daarvoor de mathematische ontwikkelingen van Kirchhof en Smaasen bezitten.

HOOFDSTUK IV. MAGNETISME, DIAMAGNETISME EN ANDERE TOESTANDEN.

Ter verklaring van alle verschijnselen aan magneten, is voldoende de theorie van Ampère. Nemen (wij deze hypothese te hulp, zoo lezen men Weber, elektrodynamische Maassbestimmungen, en overigens van Rees, Pogg. Ann. LXI, 271. 448. Diamagnetisme, voorzeker een hoogst ongepaste naam, is een toestand nog zoo kort geleden ontdekt en zoo weinig bestudeerd, dat wij nog weinig reden hebben om ons voor de eené of andere hypothese te verklaren. Het meest overeenkomstig met onze overige kennis is de hypothese van Weber, Pogg. Ann. LXXIII, 241, terwijl de verklaring van Hankel, ib. LXXV, 110, veel heeft van de onbepaalde verklaringswijzen der dynamici en in den trant van Faraday is. Magnetisme en diamagnetisme zijn in handen der

wiskundigen. In zoo verre de hypothese van Ampère waar is, zijn zij verklaard en nog zijn slechts niet alle gevolgen daaruit afgeleid. Moet echter de hypothese van Ampère gewijzigd worden, gelijk wij er niet aan twifelen, dat wel andere woorden in plaats van de woorden dier hypothese zullen treden, zoo zullen toch de daardoor aan het licht gebrachte waarheden blijven ter onvergankelijke eer van dat groot genie.

Het is volkomen overbodig te spreken over zaken reeds door den band der wetenschap verbonden, en wij hebben daarom overal slechts ter naauwernood physica vermeld en ons alleen tot scheikundige waarheden bepaald. Zoo kunnen wij ook de door Plücker ontdekte krystalkracht, van vrij wat meer waarde dan die waarvan Reichenbach ons voor eenigen tijd vertelde, gerust aan hem overlaten. Het laat zich zeer wel denken, dat die magnetische en diamagnetische trillingen of stroomtjes gewijzigd zullen worden door het verschil in elasticiteit in de verschillende rigtingen binnen een krystal, even als licht en warmte, en dat dit aanleiding kan geven tot eene werking, die voorloopig naar de krystalassen waarmede zij samenhangt, krystalkracht wordt geheeten, maar weldra tot eenheid met magnetisme en diamagnetisme zal worden terug gebragt. Het uitvoerigst spreekt Plücker hierover Pogg. Ann. LXXII, 315 en Faraday ib. LXXVI, 144.

Alleen van magnetisme is nog de invloed op de afmetingen der lichamen bekend. Joule on the effects of Magnetisme upon the dimensions of iron and steel bars, Phil. Mag. vol. XXX, 76. Scheidingen en verbindingen of veranderingen van aggregaat toestand zijn

nog niet waargenomen, men kan echter geenszins ont-
kennen, dat er reeds sporen van ontdekt zijn door
Hunt, Phil. Mag. l' Instit. 628. Wij noemen het spo-
ren, omdat die waarnemingen niet zoo evident zijn,
dat wij ze zouden gelooven als zij niet ook uit onze
theorie volgden, veelmin als zij die weerspraken. Men
vergelijke Gmelin, Handb. der Chemie, IV. Aufl. Bd.
1, p. 456. Het is wel voornamelijk toe te schrijven
aan de wijze waarop de trillingen bij deze toestanden
plaats grijpen.

Bij deze toestanden willen wij in dit hoofdstuk nog
opnemen den geluidgevendén toestand. Men neemt hier
aan, dat de vaste deelen longitudinale trillingen ten
uitvoer brengen, die door de lucht en nu niet door
den aether tot ons oor worden overgebracht. Beter dan
de trillingen van warmte, licht, of elektriciteit, zijn
deze reeds met de elasticiteit in verband gebragt; de ma-
thematische physica heeft zich zeer met het geluid be-
zig gehouden, de proeven van Colladon en Sturm,
Cagniard de Latour, Wertheim, de heerlijke theo-
riën van Seebeck en Ohm zijn te bekend, dan om ze
aan te halen, en ons blijft slechts de vraag over: zijn
nu ook geluidstrillingen in staat lichamen uit te zet-
ten, van aggregaattoestand te doen veranderen, enz.?
Dit laatste zal dan ook niet het geval kunnen zijn,
als niet de atomen bij het geluid geven in trilling ver-
keeren, maar groepen van atomen. Wel heeft men voor-
beelden, dat door geluid lichamen zich van een scheid-
den. Zoo als bijv. zangglazen, zoodra men de toon te
sterk aangeeft, dat heet, zoodra de amplituden der
trillingen te groot worden en, dat chemische verbindin-

gen, die licht ontwikkelen, ook geluid veroorzaken, kan, zoo dikwijls als men wil, bevestigd gevonden worden. Ook worden soms door geluid sommige verbindingen ontbonden, en veroorzaken omgekeerd chemische ontbindingen geluid, als Cl^2 , N^2 , de fulminaten enz. Dat gepaard gaan van chemische verbindingen en ontbindingen met geluid, dat toch reeds sedert lang door ieder uit trillingen verklaard wordt, zij een bewijs te meer, dat de chemische verbinding en ontbinding op de door ons aangegevene wijze plaats grijpen. Het komt mij niet onwaarschijnlijk voor, dat men bijv. ook de krystallisatie van SO^3 NaO door geluid zou kunnen te voorschijn roepen, als men namelijk de oplossing zelve een toon liet geven.

HOOFDSTUK V. OVERGANG VAN DEN EENEN TOESTAND IN DEN ANDEREN.

Er zijn hier verschillende overgangen mogelijk; zoo-velen als er combinatiën twee aan twee gemaakt kunnen worden van de toestanden die wij hebben leeren kennen, warmte, licht, elektriciteit, magnetisme, diamagnetisme, geluid; terwijl wij altijd nog op onze hoede moeten zijn om geen besluit te maken, waardoor wij eenen ons nog onbekenden toestand zouden uitsluiten, want dan zou dat besluit valsch kunnen zijn, en weldra zouden wij beschaamd uitkomen.

Den overgang van licht in warmte hebben wij beschouwd, ook dien van warmte in licht, voor zoo ver hij door

middel van scheikundige verbinding tot stand wordt gebragt. Draper is voornamelijk degene, die nagegaan heeft, wanneer de lichamen lichtend worden door den onmiddellijken invloed der warmte. Het was allezins te verwachten, dat de temperatuur, waarop verschillende stoffen lichtend worden, weinig zal verschillen; het is immers vooreerst zeer natuurlijk, dat de warmtetrillingen, als hare amplitude zeer toegenomen is, ligter eene wijziging van vorm ondergaan, van timbre veranderen, en dus ook gedeeltelijk in lichttrillingen worden omgezet. Er zijn, gelijk bekend is, eene menigte warmtetrillingen van meerdere, gelijke en mindere golflengte dan de ons bekende lichttrillingen. De lagere warmtetrillingen zijn van grootere golflengte volgens het oordeel van Forbes, Melloni, Knoblauch, ofschoon men erkennen moet, dat het experimenteel bewijs hoogst onvolkomen geleverd is. Op hoogere temperatuur zullen dus pas de warmtetrillingen ontstaan die gelijke golflengte hebben met de ons bekende lichttrillingen, en voor zij ontstaan zijn, kunnen zij in deze niet worden omgezet. De trillingen van gelijke lengte met het rood ontstaan het eerst, en zullen dus ligt het eerst worden omgezet, en ziet hier de reden waarom waarschijnlijk op eene zelfde temperatuur alle stoffen kunnen aanyangen zichtbaar te zijn, en dus naar ons spraakgebruik lichtend kunnen worden; want onder eene zekere vast bepaalde temperatuur, kunnen zij onmogelijk in het ons bekende licht, maar zij zouden zeer wel in Moser's licht kunnen worden omgezet, of een mog ander timbre kunnen aannemen. Het is echter niet noodzakelijk, dat, zoodra trillingen van de bepaalde golflengte gemaakt zijn, zij dadelijk omgezet worden. Bij

sommige stoffen zullen zij nog eene poos geheel als warmetrillingen kunnen blijven, of liever, eene veel kleinere verhouding zal door sommige stoffen dan door anderen omgezet worden, binn betrekking tot het specifiek lichtend vermogen, waarvan wij spraken, en daar het ontstaande licht toch eene zekere intensiteit moet hebben, eer het door ons kan worden waargenomen, zoo zullen wij niet alle stoffen opvolmaakt denzelfden warmtegraad met licht zien aanvangen.

Elektriciteit wordt door warmte opgewekt, dat is, warmte wordt omgezet in electriciteit, en dat wel in statische electriciteit; men zie de pyroëlectriciteit der krystallen behandeld door Hankel. Het schijnt, dat de warmetrillingen voornamelijk dan in electriciteitstrillingen worden omgezet, als zij juist ontstaan of verdwijnen, als dus plaats grijpt wat wij in § 222 behandelden. Verg. Hankel, Pogg. Ann. LXI. 261 waar ook de vroegere onderzoekingen van Riess en Rose beoordeeld worden; voorts Bd. LXXIV. 231 en voor niet gekrystalliseerde stoffen, Karsten, Bd. LXXI. 243 en Brewster Schweigg. Journ. Bd. XLIII. 197.

Voornamelijk echter lette men op den thermoëlektrischen stroom, waarvoor nu de bewegende kracht werkelijk de warmte is en de regelende kracht de, bij het contact van Bismuth en Antimonium (om deze als bepaalde voorbeelden te nemen), ontstaande spanning, welke noodzakelijk in andere temperaturen anders is, omdat wij in § 229 zagen, dat de evenwigtstoestand van alle lichamen door de warmte verandert, en de evenwigtstoestand van verschillende stoffen op eene verschillende wijze. Zoodra dus eene soldeerplaats verwarmd is, zal

de spanning der electriciteit anders worden gemaakt dan zij was; op elken anderen warmtegraad zal die wijziging anders zijn, en niet noodzakelijk sterker in denzelfden zin, omdat ook de hoegrootheid van de verandering der evenwigtstoestanden voor verschillende stoffen niet met de warmte evenredig maar verschillend plaats grijpt. Men zie metingen hieromtrent door Hankel, Pogg. Ann. LXII. 479 en op pag. 206 de merkwaardige wet, die zoo schoon met onze theorie overeenstemt.

Die spanning wordt door een zekere hoeveelheid warmtebeweging verschaft, verbreidt zich gelijkmatig door den keten, brengt hier alle verschijnselen van den hydroelektrischen keten te voorschijn, en wordt in allerhande andere toestanden weder omgezet, bijv. in warmte men zie reeds Watkins Pogg. Ann. LXVI. 496. De hoeveelheid verbruikte warmte wordt door de warmtebron op nieuw aangebragt, dat het werkelijk de warmte is die verbruikt wordt, wordt nog meer aangeklemd door de proef van Peltier, medegedeeld door Andrews in Pogg. Ann. XLVII. 319. IXXI. Bd. I. XXI. Karsten, Stoffen.

Electriciteit wordt ook donkelijk door licht te weeg gebragt, en dat wel, het zij men de lichttrillingen als homogeen, of als ook chemische stralen bevattende, dat is als met stralen van een ander timbre dan warmte of lichtstralen bedoeld, voorstelle. Reeds daar, waar wij op de photographie letteden, moest het ons waarschijnlijk voorkomen dat die scheikundige verbindingen en ontledingen door tusschen komen der electriciteit tot stand kwamen, die dan verder het begonnen werk voltooide. De elektrische afbeeldingen, die Karsten ons deed kennen, doen dit vermoeden even als de waarheid, dat het

op de snelheid, waarmede photographieën worden tot stand gebracht, zoo veel afdoet in welke spanning van electriciteit de plaat, die het beeld zal ontvangen, verkeere. Mij is evenwel geene onmiddellijke ontwijfelbare verandering van licht in electriciteit bekend, hoe waarschijnlijk zij ook zijn moge. Photo-elektrische stroomen zijn nog niet door proeven aangetoond. Men leze een uitvoerig rapport van Regnault over eene memoire van Becquerel: image photochromatique du spectre solaire l'Institut n°. 791.

Warmte door electriciteit opgewekt komt ons zeer dikwijls voor. De proeven zijn er nog niet op gerigt geweest of een ligchaam, dat blijvend geëlectriseerd is, ook bij het verminderen van de spanning der electriciteit in temperatuur toenam, dat heet dus met andere woorden of electriciteit wel *enkel* van een ligchaam verdwijnt op de wijze zoo als § 233 over de warmte is uiteengezet, dan wel of een gedeelte misschien ook in warmte veranderd wordt, gelijk men zou meenen dat het omgekeerde misschien bij § 233 had moeten bijgevoegd worden. Zeer bekend is ons echter door Riess en Dove het verschijnsel geworden, dat electriciteit in beweging voor een gedeelte in warmte verandert.

Vorsselman de Heer had reeds gedeeltelijk op theoretische besluiten steunende, maar die toen nog niet op genoegzame gronden konden rusten, gemeend, dat de hoeveelheid warmte evenredig was aan de intensiteit van den stroom; Lenz en Joule hebben door proeven uitgemaakt, dat in een gedeelte van den keten de hoeveelheid van de warmte opgewekt door den stroom evenredig is aan den weerstand maal het vierkant van de

eindintensiteit des strooms, of, zoo als Poggendorff het uitdrukt, evenredig is in de samenstelde reden van de elektromotorische kracht en de intensiteit. Zij dan $w = \alpha K I$, waar α een factor is, K gelijk de elektro-

motorische kracht $I = \frac{K}{R}$, zoo ziet men dat, ingeval men de weerstand op de helft brengt, ook I op het dubbel zal worden gebragt en insgelijks de warmte, namelijk van den geheelen keten, maar die keten is nu half zoo groot, derhalve is de warmte van een even groot deel van den keten nu viermaal zoo groot. Voor een gedeelte van den keten is toch $w = \beta K I = \frac{\beta K^2}{R}$ en $\beta = \alpha \frac{r}{R}$

waar r dezelfde zaak voor dat gedeelte des ketens is, wat R voor den geheelen is, ($R = \sum r$), en dus wordt w als men R in $\frac{1}{2} R$ verandert $= W$.

$$W = w \times \alpha \frac{r}{\frac{1}{2} R} = \frac{K}{\frac{1}{2} R} \times \frac{4 \alpha r K^2}{R^2}$$

Zoo komt dan de ondervinding malgré soi bevestigen wat Vorsselman de Heer stelde, wiens redenering ik voorop stel met de mijne, omdat men anders kon zeggen: de theorie vindt de wet, als de proeven eerst hebben aangegeven, hoe het is. Weerstand is eene dwaas-

heid; als men zegt $I = \frac{K}{R}$ en dan R weerstand noemt,

zoo beteekent dit alleen dat niet de gansche menigte elektriciteit, die door de elektromotorische kracht gedreven wordt, elektriciteit blijft, in welk geval $I = K$ zou wezen, maar dat er eene zekere hoeveelheid, $K \frac{K}{R}$

$K \left(\frac{R - I}{R} \right)$ in warmte wordt veranderd in den keten en

wel eene hoeveelheid afhankelijk van den aard van de leidende stoffen, evenredig aan de lengte en omgekeerd evenredig aan de doorsnede. Op de verbindingsplaatsen van twee verschillende metalen wordt eene afzonderlijke hoeveelheid warmte opgewekt, die uit den zoo zeer betwisten overgangsweerstand te voorschijn treedt, maar waarvan de som in eene thermoëlektrische keten nul moet zijn in overeenstemming met de proef van Peltier en waarvan dus alleen in den hydroëlektrischen stroom eenige invloed kan overblijven.

Wij willen hier den overgangsweerstand met een woord gedenken en opmerken, dat men midden onder den strijd der proeven stellig kan aannemen, dat er een overgangsweerstand moet bestaan, zoodra slechts elektriciteit door trillingen wordt voortgeplant. Aan de scheidingsvlakte gaan de trillingen in een ander medium over en worden zij dus voor een deel teruggekaatst en dat wel met of zonder vertraging van phase; de interferentie der teruggekaatste golven met de oorspronkelijke zou dus, als de stroom in de eene richting door zoodanig eene scheidingsvlakte dringt, verzwaking des strooms maar vermeerdering van warmte kunnen opleveren, in het omgekeerde geval versterking des strooms maar onttrekking van warmte, als de proef van Peltier werkelijk bewijst wat zij gerekend wordt te bewijzen. Noodzakelijk is het dat aan elke scheidingsvlakte van twee stoffen, die geleiden zonder ontleed te worden, wijziging aangebragt wordt in de intensiteit des strooms en der opgewekte warmte. Met Vorsselman de Heer (Bulletin des sciences phys. en Neerlande 1840. livr. 1), die het eerst aanleiding tot dezen strijd

gaf, zijn wij het eens dat, waar metaal en vloeistof zich gaan verbinden, geen overgangsweerstand mag aangenomen worden; de proeven van Petrina Pogg. Ann. LXIX. 357. doen ons overhellen om het veranderlijke gedeelte van de polarisatie liever toe te schrijven aan den overgangsweerstand, die met de stoomsterkte veranderlijk moet zijn, dan aan de op bladz. 176 opgegevene onzekere redenen.

Buitendien is er nog eene andere hoeveelheid warmte door den elektrischen stroom opgewekt, dus door electriciteit, maar middellijk, en wel door de chemische verbinding aan de elektroden als naaste oorzaak. Deze blijft niet in haar geheel over, maar een gedeelte moet zoo als wij zagen gebruikt worden tot herstelling van den oorspronkelijken toestand aan de contactplaatsen, het overige wordt plaatselijk ontwikkeld en kan berekend worden, als men de verbindingswarmte kent, de ontbindingswarmte en de warmte vrij geworden of ontbonden bij de verandering van aggregatie toestand. Er voegt zich nog bij, de warmte ontwikkeld door de scheikundige werking die reeds voor het sluiten van den keten plaats greep en nu voortgaat. Men zie hierover de proeven van Dr. Steinigeweg in zijne dissertatie *de fluidorum facultate conducendi fluxum electricum*. Traj. ad Rhenum, 1847. Hij is echter niet geslaagd de waarheid geheel te vinden, althans zijne proeven hebben hem niet gegeven, wat zij hem hadden moeten geven en zouden gegeven hebben, als hij in alle opzigten voldoende werktuigen nog ter gelegener tijd had kunnen ontvangen. Men leze de daar aangehaalde waarnemingen van Becquerel, van Hunkel Pogg. Ann. LXIX. (255). Verder

Horsford *ib.* LXX. 238. Over het verband tusschen geleiding en warmte in het algemeen zie men ook Müller *Pogg. Ann.* LXXIII. 434.

Licht wordt ook voor zoo ver wij nog weten niet te weeg gebracht door elektriciteit in rust, maar bijna altijd bij elektriciteit in beweging: hetzij onmiddellijk bij het overspringen van vonken, hetzij middellijk bij het gloeijen van draden. Het meest verdient onze aandacht, als datgene wat nog aan twijfel onderhevig is, wat Neeff, *Pogg. Ann.* LXIX. 141 en vroeger, ons mededeelde. Hierover vooral behoort gelezen te worden wat Maas in de twee laatste jaren belangrijks en afwijkends heeft voorgedragen. Men zie verscheidene nummers van *l'Institut*. Het is geenszins onmogelijk dat negatieve electriciteit ligter licht, positieve ligter warmte zou ontwikkelen. Wisten wij naauwkeuriger het verschil tusschen de beide elektriciteiten en ook dat tusschen warmte en licht, wij zouden er theoretisch over kunnen beslissen, nu moeten wij het aan de waarneming vragen. De vonk bij het openen van den galvanischen keten, aan verbranding van kwik toegeschreven, behoeft evenwel verklaring, want waarom brandt nu dat kwik en vroeger niet? Vooreerst is de warmte daar reeds hooger, omdat er een contact van twee heterogene stoffen plaats vindt, waar steeds bij voorkeur eene hoeveelheid elektriciteit in warmte veranderd wordt, ten andere wordt de elektriciteit, hetzij dan de positieve of de negatieve, naarmate de draad die in het kwik dompelde negatieve of positieve aanvoerde, daar nu plotseling in haar geheel tegengehouden, in spanning verhoogd, en daar die verhooging van spanning in een zoo on-

merkbaar tijddeeltje plaats grijpt, dat de draad nog slechts op eenen onmerkbaaren afstand is, kan hier ook bij eenen zwakken stroom toch de spanning genoegzaam zijn om een vonk te doen ontstaan bij overspringen der elektriciteit; hetgeen anders pas bij batterijen van 2000 paren, maar dan op merkbaaren afstand, kan bereikt worden. Wij houden dus ook dat verbranden van het kwik voor eene secundaire werking.

De magneto-elektrische machines zijn gereed ons voorbeelden te leveren, hoe het magnetisme kan worden omgezet in warmte, licht en elektriciteit. In den laatsten toestand gaat de magnetische onmiddellijk, in de twee eerste middellijk over; warmte is altijd secundair, licht soms tertiair product; primaire ontwikkeling van warmte zouden wij het kunnen heeten, als ijzer bij het magnetiseren warmer wordt. Van Breda, Pogg. Ann. LXVIII, 552. Compt. Rend. XXI. 961. Secundair kunnen wij ook scheikundige verbinding en ontbinding door magnetisme voortbrengen.

De door Faraday, Pogg. Ann. LXXIII, 77 en vroeger, ontdekte werking van het magnetisme op het licht mag misschien primair heeten. Door inductie worden naar de leer van Ampère, in de vloeistof soortgelijke circulaire stroomen te voorschijn geroepen, die op ongepolariseerd licht wel werking uitoefenen, maar geene, die voor de waarneming merkbaar is, omdat bijna in elk vlak een deeltje trilt of elk deeltje beurtelings in alle vlakken, die de rigting der lichtstraal tot gemeene doorsnede hebben; er wordt dus niets te weeg gebragt dan dat in elk vlak juist dat vordrvalt, wat vroeger in het onmiddellijk daaraan voorafgaande geschiedde. Wanneer

echter het licht gepolariseerd is en dus slechts in één vlak trilt, zoo moet nu in een ander vlak gaan gebeuren wat vroeger in dat bepaalde polarisatievlak voorviel; dat andere vlak is nu het polarisatievlak en men drukt het uit door te zeggen: het polarisatievlak is gedraaid. Het is duidelijk dat de rigting van draaiing onafhankelijk is van de rigting des lichtstraals, maar bepaald wordt door de stelling van den magneet. Daar wij den vorm van de lichtgolf niet kennen, kunnen wij niet beslissen of sterker licht sneller of langzamer zal draaijen, dan zwakker, dan wel of de draaijing hiervan onafhankelijk zal zijn. Het is te verwachten dat niet alle kleuren evenveel zullen gedraaid worden. Insgelijks kan men zeggen, dat het polarisatievlak der warmte in eene zelfde stof meer of minder zal gedraaid worden dan dat van het licht en het komt mij zelfs niet onmogelijk (maar daarom toch nog niet waarschijnlijk, daartoe is het verschil tusschen licht en warmte toch zeker te gering) voor, dat het eene regts, het andere links zou gedraaid worden in eenige gegevene stof. Men zie over de draaijing van het polarisatievlak der warmte door het elektromagnetisme ook v. Wartmann, Pogg. Ann. LXXI. en voor het licht de metingen van Bertin ib. Bd. LXXV. 420.

Magnetisme wordt ook te voorschijn gebragt door warmte, althans in sommige warme stoffen door eenen zelfden invloed sterker te voorschijn geroepen of liever anders te voorschijn geroepen, Faraday Experimental Researches in Electricity n°. 2243—2251, Pogg. Ann. LXX, 24, maar in allen gevalle middellijk in de thermoëlektrische batterij; door licht volgens sommige proe-

ven, ook van Miss Sommerville, door elektriciteit, getuige de elektro-magneten. Onze artikelen worden kleiner ben kleiner, omdat het onnoodig is de theoretische besluiten, dat de een bewegingstoestand zeker evenzeer in eenen anderen bewegingstoestand in de natuur met behulp onzer physische toestellen wordt veranderd, als wij in onzer fabrieken de oorspronkelijk op en neergaande beweging van den stoomzuiger in beweging van allerlei aard kunnen vervormen, telkens te herhalen, ten omdat de waarnemingen ter staving hiervan, nog in kleiner en kleiner mate gedaan zijn. Wij gelooven daarom van diamagnetisme en krystalkracht, waarvan de literatuur ook nog zoo gering van omvang is, wel te mogen zwijgen, en willen nog slechts herinneren hoe ook geluid met warmte zamenhangt in de toonen, die men hoort, als eene kagchel heeter of kouder wordt, in het instrument van Trevelyan, waar zeker het verband meer indirect is; voorts geluid met magneten en elektriciteit in het instrument van Page, in de proeven van de glaos Rive, van Breda en anderen, waarbij wij inzonderheid overwijzen naar den invloed van lengte trillingen in verband met p. 182, en gedeeld bij Pogg. Ann. Bd. LXVIII. 50.

Al wat wij vermeldten is in overeenstemming met de in onze oratie bewezen stelling, dat, daar wij uit de waarneming geleerd hebben, dat al deze toestanden, toestanden van beweging zijn, ook noodzakelijk zij allen onderling en met door zwaartekracht veroorzaakte beweging zoodanig te zamenhangen, dat geene geveene hoeveelheid van beweging niet verloren gaat, in welk aantal en

welke soort van bewegingen zij zich ook moge openbaren, maar dat zij zal blijken weder volmaakt dezelfde te zijn, als alles in den oorspronkelijken toestand is teruggekeerd.

Wij eindigen met de woorden van Grove: On the Correlation of physical forces, London 1847. "The great problem which remains, to be solved, in regard to the correlation of physical forces is the establishment of their equivalent of power, or their measurable relation to a given standard."

OOESPONKELIJKEN TEKST.

§ 1. Voor dat wij deze paragraaf begonnen te behandelen, ging onze niteenzetting voort van de wijze, hoe men in elke wetenschap tot waarheid komt, door eerst met behulp der waarneming feiten te verzamelen en die later in verband te brengen ongeveer op die wijze als wij dit nu in het voorberigt gedaan hebben. Onmiddellijk daarna konden wij ons aanvagen met deze eerste algemeene waarneming, die voor stoffen van allerlei aard en lichamen van alle grootte, ook voor de kleinste geldt; weshalve wij ons besluit tot de kleinste mogelijkste uitbreiding hebben genomen.

§ 2. Hier moet het woord lichaam op alle vier plaatsen noodwendig door stof vervangen worden. Het

Welke soort van bewegingen zij zich ook moge openba-
ren, maar dat zij zal bijken weder omlaakt dezelfde
te zijn, als alles in den corresponderenden toestand in
tegenwoordigheid van de andere. Wij eindigen met de woorden van Grove: On the
Correlation of physical forces, London 1847. The
great problem which remains, to be solved, in regard
to the correlation of physical forces is the establish-
ment of their equivalent of power, or their measurability

NOODZAKELIJKE

VERANDERINGEN OF BIJVOEGSELEN

OP DEN

OORSPRONKELIJKEN TEKST.

§ 1. Voor dat wij deze paragraaph begonnen te behan-
delen, ging eene uiteenzetting vooraf van de wijze, hoe
men in elke wetenschap tot waarheid komt, door eerst
met behulp der waarneming feiten te verzamelen en die
later in verband te brengen ongeveer op die wijze als
wij dit nu in het voorberigt gedaan hebben. Onmiddel-
lijk daarna konden wij dus aanvangen met deze eerste
meest algemeene waarneming, die voor stoffen van allen
aard en lichamen van alle grootte, ook voor de klein-
sten geldt; weshalve wij ons besluit tot de kleinste
deeltjes uitstrekken.

§ 2. Hier moet het woord *ligchaam* op alle vier de
plaatsen noodwendig door *stof* vervangen worden. Het

is ongeoorloofd van scheikundige lichamen te spreken. Wij hebben uit gewoonte, die wij daarvan aangenomen hadden, schier overal lichamen en stoffen verward, en zullen het niet overal aanwijzen, juist om de menigvuldigheid der verwarring, dan waar het den zin onduidelijk zou maken.

Aanmerking. Hier dient achter *ondenkbaar* bijgevoegd te worden: — zoo zegt men; want wij zijn niet zoo onzinnig, om als waar voor te stellen, wat wij er voor houden dat niet gedacht kan worden. Overigens geven wij gaarne toe, dat de *waarneming* ons geen recht geeft om tot ledige ruimte te besluiten.

§ 5. Wij kunnen ons hier niet onthouden om aan te merken dat wij, blijkens onze dissertatie p. 7, dit gevoelen reeds in 1843 en zelfs vroeger aangekleefd en sedert standvastig gekoesterd hebben en dat het werk van Boscovich niet alleen ons onbekend was, maar over het algemeen door de physici onbegrijpelijker wijze schijnt vergeten te zijn geweest. Ook Belli in zijne: *Riflessioni sulla legge dell' attrazione molecolare* Milano 1833, hoewel hij zoodanig onderwerp behandelt, vermeldt hem met geen enkel woord. Overigens schijnt het ons doelmatig uit dit werk, dat ook pas in 1847 ons in handen kwam, het een en ander aan te voeren. Hier alleen zijn *Articolo secondo* p. 26 sqq. waar hij bewijst, dat de term met de omgekeerde tweede magt van den afstand niet voldoet, noch in de hypothese dat de afstanden der deeltjes niet zeer groot zijn ten opzichte van hunne afmetingen, noch in die dat zij oneindig groot zijn, noch in die dat zij oneindig klein zijn. De hypothe-

sen van Articulo tertio laten wij geheel onvermeld. Men zie slechts het besluit op p. 84, 85 en 113.

§ 6. Vindt men de theorie der hoogere magtsvergelijkingen en in de mechanica haar bewijs. Het onderscheid tusschen stabiele en labiele evenwigtspunten, wordt ten klaarste opgehelderd in § 17, waar ter verduidelijking eene teekening kon aangebragt worden, op de eerste tabel voorhanden. Men ziet ligt, dat die verste labiele evenwigtsafstand slechts als limiet te beschouwen is.

§ 8. Men zal in het vervolg kunnen opmerken, dat wij omtrent de wijze waarop de temperatuur werkt, later in twijfel geraakt zijn, en meer zijn gaan overhellen tot de meer consequente voorstelling, die later ontwikkeld wordt. Zie § 233 en 234. Zij is en blijft nog ons struikelblok.

§ 10. Hier vergeet men vooral niet dat de coëfficiënt D eigenlijk is ΣD . Overigens moeten wij hier bekennen gedwaald te hebben, daar wij dit zelve te veel uit het oog verloren. Wel hadden wij regt te beweren, dat de zoogenaamde wet van Mariotte onmogelijk waar kon zijn, maar niet alleen om de reden in § 11 aangegeven, weshalve wij ook nader verbetering in den text het woord [voornamelijk] ingevoegd hebben.

Laat de punten a, b, c, \dots de fysische reeks van gaza-
atomen voorstellen, welke wij voor een oogenblik veronderstellen, alleen volgens de omgekeerde derde magten op elkander te werken, en laat den afstand van elke

twee volgende x zijn, zoo is de werking
 van e op $f = \frac{d}{x^3}$, van d op $f = \frac{d}{(2x)^3}$ van c op $f = \frac{d}{(3x)^3}$,
 van b op $f = \frac{d}{(4x)^3}$, van a op $f = \frac{d}{(5x)^3}$

Als nu een achtvoudig volumen van dit gaz in dezelfde ruimte te zamen gedrukt wordt, wordt oorspronkelijk de onderlinge afstand overal op de helft terug gebragt, er worden overal deeltjes a' , b' , c' , d' , e' , tuschen geplaatst, zoo dat de reeks der deeltjes nu is als volgt: a , a' , b , b' , c , c' , d , d' , e , e' , f , en de onderlinge afstand van twee naastvolgende $\frac{1}{2}x$; dus de afstootende werking successievelijk $\frac{1}{(\frac{1}{2}x)^3}$, $\frac{1}{(x)^3}$, $\frac{1}{(1\frac{1}{2}x)^3}$, $\frac{1}{(2x)^3}$ enz.

terwijl de som de werking vóór de zamendrukking dus was:

$$\varphi(x) = d \left(\frac{1}{(x)^3} + \frac{1}{(2x)^3} + \frac{1}{(3x)^3} + \frac{1}{(4x)^3} + \frac{1}{(5x)^3} + \text{enz.} \right),$$

$$\text{is nu } \varphi(x) = 8d \left(\frac{1}{(x)^3} + \frac{1}{(2x)^3} + \frac{1}{(3x)^3} + \frac{1}{(4x)^3} + \frac{1}{(5x)^3} + \frac{1}{(6x)^3} + \frac{1}{(7x)^3} + \frac{1}{(8x)^3} + \frac{1}{(9x)^3} + \frac{1}{(10x)^3} + \text{enz.} \right)$$

en dus meer dan acht maal zooveel, hoewel zeker de invloed der bijkomende termen gering is. De afwijking wordt in verhouding nog eer kleiner dan grooter, als wij niet alleen letten op de werking der deeltjes, die in de rigting f , a liggen, maar ook op die, die in daarvan afwijkende rigtingen zich bevinden.

De afwijkingen, die Regnault mat, zijn evenwel in geen geval uit deze opmerking te verklaren, daar zij juist tegengesteld zijn, en derhalve merkelyk aan het in § 11 opgenoemde toe te schrijven zijn. De be-

wering van Newton, die wij later vonden, toen het werk van Boscovich ons zoo onverwacht in de handen was gekomen, (en) wij die aldaar vermeld vonden (zie overigens Newton Princip. Lib. III. prop 23,) deed ons een oogenblik wankelen, maar na rijp beraad zagen wij in dat die verworpen moest worden.

§ 12 en 13. Hier is hetzelfde bijna uitgedrukt wat Belli aanvoert p. 114..... Aveva dimostrato per mezzo di calcoli approssimativi che per ispiegare la coesione e l'adesione conviene ricorrere ad una legge almeno più rapida di quella della ragione reciproca delle quarte potenze delle distanze..... I fenomeni poi de'tubi capillari mi portavano ancora più innanzi, cioè a conchiudere che supponendoli prodotti dall'attrazione molecolare, dee questa operare secondo una legge più rapida di quella delle quinte potenze reciproche delle distanze.

§ 14. Vangt met onzin aan; (het moet wezen: De evenwigts-afstand bij chemische verbindingen is hoogstwaarschijnlijk (dit woord konden wij wel weglaten) nog geringer.

§ 15. Na op bladz 109 beredeneerd te hebben, dat men aan de waarnemingen moest kunnen voldoen door voor de moleculaire kracht of far ricorso o ad una potenza frazionaria intermedia alle suddette (quarte, quinte, seste) o ad una somma di più termini che decrescano con leggi diverse allo aumentarsi delle distanze, het geen dus overeenkomt met de theorie van Boscovich en met onze ontwikkeling § 5, en gevraagd te hebben of de

natuur de wet van continuïteit zoo zal kwetsen, dat op zekeren afstand deze, op eenen anderen gene wet zal heerschen en zoo ja, op welken afstand dan die sprong plaats zal grijpen, gaat hij p. 110 en 111 voort: . . . Io non pretendo che la natura cangi la maniera di operare, e che vi sieno due specie di attrazione operanti separatamente, delle quali l'una valga rigorosamente alle grandi distanze e cessi affatto alle minime, mentre l'altra operando energicamente alle minime svanisca poscia assolutamente alle grandi. Ma si ammettono due attrazioni contemporanee, operanti l'una e l'altra a tutte le distanze, tali però che l'una alle piccole distanze sia grandissima e di gran lunga prevalente, ma rapidissimamente scemi allo accrescersi delle distanze stesse, talchè sebbene ella esista ancora alle grandi distanze, pure sia in esse sì debole da non potere in milioni e milioni di secoli produrre un effetto riconoscibile; l'altra in vece sia estremenenta piccola alle brevi distanze e fra le piccole masse e di gran lunga minore della prima, ma pure nel passare alle grandi distanze e alla grandi masse, ingrandendosi per queste ultime assai più che non iscemi per quelle, possa divenire grandissima, ed operare perciò ponderosamente sulle masse celesti e ritenerle nelle loro orbite. . . . A questo modo non vi ha interruzione o salto da una legge ad un' altra, e rimane del tutto illesa la legge di continuità. Hetgeen geheel met onze beschouwing overeenkomt.

Ware de laatste term negatief, zoo zoude die op zekeren kleinen afstand overwigt boven al de anderen tot zamen verkrijgende nu uitwerken, dat het eene atom volkomen tegen het andere aan zoude sluiten, de afstand

dus oneindig klein zou worden, en de aantrekking oneindig groot. Onmogelijk zou dan een derde atom r zoodanig op p en q kunnen werken, dat het, zonder zelf tot die verbonden atomen toe te naderen, ze zou kunnen scheiden: het verschil van werking kan namelijk nooit oneindig zijn, en dus nooit de werking van p op q opheffen. Dan zoude men van eene sterkste verwantschapskracht kunnen spreken, in den door de natuur gelogenstrafte zin, dien de scheikundigen er aan hechten, maar dan zou ook die sterkste verbinding nooit weder opgeheven kunnen worden, en op onze aarde was geen element onverbonden. En als wij hier slechts op bewogene lichamen letten, zoo zoude zulk een ligchaam volkomen hard zijn, en onmogelijk in deelen te scheiden.

§ 16. Deze paragraaph stelle voor een oogenblik alleen de werking voor tusschen twee atomen, het een in O , en het ander in een van de punten der lijn Ox geplaatst. Wilde men door deze graphische wijze van voorstelling uitdrukken, hoe eene verzameling van atomen O , O' , O'' , O''' , in eene zelfde rigting gedacht, op een ander atom P werkt, zoo zou men van uit O , O' , O'' , O''' deze zelfde figuur moeten teekenen, en zien welke ordinaten dan met de plaats van het atom P overeen kwamen; men zou de algebraische som der ordinaten moeten nemen om de totale werking op P te vinden. In andere rigtingen zou men op dezelfde wijze moeten te werk gaan, en dan van die verschillende composanten de eindresultante moeten zoeken. Voor het vervolg worden de ordinaten, waarvan wij spraken, altijd aangemerkt als de resulterende ordinaten. Wij moeten hier duidelijk, juist onze meening

uitdrukken, daar wij in het vervolg wel eens de juistheid aan de gemakkelijkerheid, waarmede de voorstelling kon opgevat worden, hebben opgeofferd, en aan de kortheid der uiteenzetting. Eerst als men metingen gaat berekenen, zal elke onjuistheid doodzonde zijn.

§ 19. Liever bepaling van de betrekking der afstanden.

§ 22. Later zijn proeyen gedaan door Wertheim omtrent de zamendrukking en onmiddellijke bepalingen van de elasticiteit bij het water, uit de toonshoogte van daarmede gevulde orgelpijpen. Pogg. Ann. Erg. II. 497.

De vormen $\frac{d\varphi(x)}{dx} = 0$ en $\frac{d^2\varphi(x)}{dx^2} > 0$ moeten hun régt en hunne juiste beteekenis uit de toepassing der differentiaalrekening op onze kromme lijn ontleenen.

§ 24. Wat de waarneming betreft zou die afwijking eerder kunnen onderzocht worden in de beweging der maan, daar de weerstand der lucht, of anders de geringe hoogte in het luchtledig; de waarneming van den val der lichamen te moeilijkelijk maakt, maar de invloed zelf van die termen zou op den laatsten weder veel grooter zijn dan op de eerste.

§ 26. Overigens doet dit dan toch de warmte. Wat? Wij begrijpen dat niet en nastekend.

§ 30. In den laatsten tijd is het gevoelen geopperd, dat deze afwijkingen aan den sedert ontdeekten diamagnetischen toestand der lichamen te wijten was; den

elektrischen toestand heeft Baily eindelijk kunnen verhinderen, maar den laatstgenoemden niet; deze kon niet storend inwerken dan juist door de samenwerking der termen, die niet van den tweeden graad zijn, zoodat dit eene schoone bevestiging onzer theorie zou zijn, die wij onmogelijk zoo spoedig konden verwachten.

§ 31. Zoolang er niet eene scheikundige werking van het eene gas op het andere bij komt en eene of andere scheikundige verbinding, zij het ook slechts in den zwaksten zin, tot stand komt. Maar ook dan nog is het slot dezer paragraaph een weinig te sterk gesteld; want althans beneden aan de atmospheer zal de invloed van den vorm nog wel niet geheel verdwenen zijn en zullen dus de beide stelsels als stelsels nog wel op elkander inwerken en elkanders digtheid een weinig wijzigen. Misschien zal men later met behulp van juiste kennis der krachten, aan de verschillende gazdeeltjes eigen, de schijnstrijdigheden uit den weg kunnen ruimen, die uit geluid- en barometer-waarnemingen tegen de hypothese van Dalton, die wij in deze § bewezen, opgerezen zijn, en omgekeerd zou de juiste kennis der schijnstrijdigheden, als men ze bezat, ons in kunnen lichten, omtrent die krachten; want onschatbaar zijn juiste waarnemingen en onvermijdelijk noodzakelijk, als men de algemeene uitspraken der theorie telkens meer bijzonder wenscht te maken en naauwkeuriger wenscht te bepalen.

§ 36. Elk ligchaam is een stelsel van atomen, die in evenwigt zijn onder de werking van al de andere

atomen van dat ligchaam en van de omringende lichamen. Bij vaste lichamen zal verre weg de invloed der eigen atomen, bij vloeistoffen hoofdzakelijk die werking der eigen atomen overwegen, bij gazzen komt de werking van de omringende (vreemde) atomen minstens evenveel in aanmerking. Kortom geen der stelsels is voor zich in evenwigt; alleen als twee stelsels voor zich in evenwigt zijn, zullen zij in evenwigt blijven als zij nevens elkander geplaatst worden, ja al doordrongen zij elkander, wanneer dit zonder oogenblikkelijke storing mogelijk was; maar in elk ander geval, dus ook wanneer twee lichamen bij elkander gebragt worden zal het evenwigt worden verbroken en wel het meest het evenwigt van het gaz, dat toch het meest van de omgeving afhangt.

§ 37. De snelheid, die aan een atom medegedeeld wordt zal grooter zijn, als de kracht die er op werkt sterker is, de som der werkingen van de atomen, van het vaste ligchaam op een gazatom is grooter dan de som der werkingen van de gazatomen op een atom van het vaste ligchaam; daarbij, zoolang het nog daartoe behoort, verandert de werking hierop veel sneller met den afstand dan de som der werkingen op een gazatom; dus als een atom van het vaste ligchaam evenveel buiten zijn evenwigtspunt gebragt is als een gazatom buiten het zijne, zoo zal op het eerste reeds eene aanmerkelijk grootere kracht werken, en natuurlijk zoolang het labiele punt niet bereikt is in tegenovergestelde rigting, dan op het tweede, en zoo zal de snelheid van het eerste ook om deze reden spoediger uitgeput zijn dan die van het

tweede; het tweede zal dus met dezelfde aanvankelijke snelheid grooter amplitude van trilling plaats hebben.

In plaats van *verdigt*, had behooren gezegd te worden: iets digter. Het woord zou echter voor die beteekenis te verdedigen zijn, als niet het gebruik het dikwijls had aangewend in geval het gas geheel *verdigt*, dat is tot den vloeibaren toestand gebragt is, waarvoor men anders niet dan het uitheemsche woord *gecondenseerd* heeft.

§ 38. Deze wet is noodzakelijk waar; slechts had behooren in den tekst bijgevoegd te worden, wat wij in de ontwikkeling gegeven hebben en bij § 36 hebben aangeteekend „indien niet beide die stelsels voor zich in evenwigt zijn.” Daar dat evenwel nergens in de natuur plaats grijpt, zoo is het weglaten nog wel te verontschuldigen.

§ 41. Dat ook deze tweede beteekenis van verwantschap niet de juiste is, zal in het vervolg blijken. Verwantschap is een woord dat men zoowel missen kan als levenskracht. Verg. reeds Henrici, en Grove. Correlation, p. 37. Chemical Affinity, that mode of force, of which the human mind has hitherto formed the least definite idea. . . . no dynamic theory of it worthy of attention having been adopted, etc.

§ 50 en 51. In den tekst is weinig opgenomen ter staving van het gevoelen, dat lichtende, warme, chemische stralen uitzendende, elektrische lichamen, zijn lichamen in trillende toestanden. Voor de beide eer-

ste toestanden kan men de bewijzen in de leerboeken der natuurkunde vinden, voor de beide laatsten nemen men het uit analogie aan. Wij komen later tot eene meer uitvoerige beschouwing van deze toestanden.

§ 54. Riess heeft namelijk proefondervindelijk aangetoond, Pogg. Ann. LXV, 481, dat dit uit een spatten niet middellijk door de ontwikkelde warmte, maar onmiddellijk door electriciteit veroorzaakt wordt.

§ 60. Hangen blijven. In § 35 is slechts met een woord aan suspensie gedacht. Een zwaarder deeltje maar dat slechts weinig soortelijk zwaarder is, kan niet vallen, zonder de deeltjes der vloeistof te doen wijken en hoe bewegelijk ook die deeltjes der vloeistof zijn mogen er is toch eenige kracht toe noodig, ligt meer dan wat er van de zwaartekracht overblijft.

§ 61. Het meer gemakkelijk opnemen in de warmte; moet men aannemen consequent met § 37 en 53. Dat echter bij hoogere temperatuur meer wordt opgenomen, dat dus de verhouding $m : \Sigma m'$ toeneemt, is nog niet wel uit de vorige paragrafen af te leiden. De mogelijkheid hiervan kan men evenwel inzien, want bij die vermeerderde trilling zal ligt de groep $\Sigma m'$, die met het deeltje nu verbonden was, zich in meerdere groepen scheiden, die nu ieder een deeltje m tot zich kunnen nemen; of twee groepen $\Sigma m'$ zullen zich tot een vereenigen en nu slechts één deeltje opnemen; het laatste komt zelfs reeds onwaarschijnlijker voor dan het eerste. De waarneming leert, dat dat minder waarschijnlijke

geval werkelijk zeldzamer voorkomt; doch verder dan tot waarschijnlijkheid kunnen wij het niet brengen. Verg. § 63, 64 en 65.

§ 63. Dus zal de groep $m + \sigma m'$ eene verbinding aangaan met $\Sigma m''$ water, deze latere groep is uit den aard der zaak veel minder standvastig, omdat er zoo veel meer deeltjes in de onderlinge werking betrokken zijn.

§ 80. Bij deze paragraaph wordt eindelijk weder, wat te lang verzuimd was, de zamenhang herinnerd van de verschijnselen met de ontwikkelde theorie. Het is niet te ontkennen, dat wij over oplossing veel breedvoeriger zijn geweest dan over andere verschijnselen, maar het was niet ongepast om opmerkzaam te maken op de verschillende gevallen en op het vele waarvan de waarneming nog niets geleerd heeft, en waarop zij zich al zoo wel eens behoorde te richten.

§ 84. Zie mijn stukje naar aanleiding van Liebig's Säftebewegung in het Nederlandsch Lancet, 1849, n°. 15.

§ 89, Als wij Donny vermelden zijn wij het daarom nog niet in alles met dien geleerde eens. Wij willen dus ook zijne partij aanhalen. Louyet l'Institut N°. 769,

§ 94. Men zal de verbinding van Id. met amyllum, hier toch wel niet toe willen brengen, noch van sulphas sodae, en nog minder van aluin, met 24 atomen water; de organische scheikunde levert geen voorbeeld van zulke

onregelmatige verbinding op, men onderzoekte vrij het Repertorium corporum chemicorum organicorum.

Aanmerking. Bevat geene nieuwe waarheid, maar slechts een overzicht van wat nog te behandelen overbleef, om de belangstelling der hoorders op te wekken, en zoo mogelijk nieuwsgierigheid te weeg te brengen, al was het ook slechts naar een of ander gedeelte van hetgeen volgen moest, en dat, uit den aard der zaak meer bepaald zijnde, ook nog gemakkelijker moest kunnen begrepen worden zelfs door hen, die, zoo als mijne hoorders op drie na, de daartoe vereischte voorbereidende kundigheden niet bezaten.

§ 95-102 is ingevoegd. Om den tijd niet met diceren weg te nemen, hadden wij wat in deze §§ vervat is slechts mondeling herinnerd, daar wij het wel bekend konden veronderstellen. Nu heb ik het naar de nieuwste onderzoekingen ingevoegd. In § 96 en 97 staat het teeken van Niobium verkeerd, moet zijn Nb niet Ni. Voorts moet groep VIII eigenlijk in tweeën verdeeld worden, daar de vier laatsten wel tot ééne groep schijnen te behooren maar niet tot dezelfde groep van het platinum. Er is eigenlijk nog te weinig van deze vier elementen bekend om ze te willen rangschikken. Verg. overigens Graham-Otto, Lehrbuch der Chemie, 2^e Auflage, p. 646. Door dit en het latere invoegen zijn van hier af de nummers der paragrafen veranderd, hetgeen een paar malen aanleiding heeft gegeven dat in den text de oude nummers in plaats van de nieuwen zijn blijven staan.

§ 105. Uit de wijze waarop het woord „elachisten” voorkomt is het onmiskkenbaar, dat wij met dit woord een benaamd gewigt aanduiden, in plaats van het algemeene woord „deelen”, dat ieder wel verstaat, maar toch te algemeen is, om daaruit tot het begrip van atomgewicht op te klimmen. Ik had bij anderen, die met mij te gelijk scheikunde leerden, of ook bij jongeren steeds weder op nieuw, de ondervinding opgedaan, dat men hoogst moeilijk tot het juiste begrip hiervan geraakt en wilde het daarom eens langs eenen anderen weg beproeven. Het is onmogelijk onduidelijk te vinden, dat 489.9 grammen of ponden kalium zich vereenigen met 100 grammen of ponden zuurstof. Men houde nu elachisten voor een bepaald Grieksch gewigt, zoo besluit men toch dadelijk dat ook 489.9 elachisten kalium zich zullen moeten vereenigen met 100 elachisten oxygenium. Er blijft slechts over dat onbekende Grieksche gewigt tot het bekende gramme te herleiden en dat leeren ons de volgende paragrafen. Nu behoeven wij slechts in het oog te houden dat het zeer kleine gewigtjes zijn, gelijk de naam aangeeft.

§ 110. Het gebruik moet hier veel leeren; omdat de benamingen niet wetenschappelijk genoeg gekozen zijn.

Als wij hier en daar de leemten aanwijzen en zelfs enkele namen veranderen, meenen wij daardoor in geen deele een volkomen stelsel te leveren; dat is onmogelijk zonder eene verandering van zeer vele namen. Wij vreezen slechts verwarring daardoor te zullen te weeg brengen, daar het toch niet te verwachten is, dat alle scheikundigen die nomenclatuur zouden volgen. Echter smart het ons, dat zoo het aanleeren der nomenclatuur

voor elken nieuwen beoefenaar moeilijker en meer geheugenwerk zal zijn, dan wel noodig was. De oorzaak, waardoor de verkeerde namen in zwang gekomen zijn, is ligt aan te geven, en ligt geheel buiten den grooten man, die de namen gaf. Zij is daarin gelegen, dat de scheikunde nog nooit als wetenschap behandeld werd, maar slechts als eene verzameling van feiten; als nu eenige feiten, hier verbindingen, ontdekt werden, zoo gaf men namen zoo goed men kon, maar was nu door het gegeven hebben van namen verlegen, zoodra eene nieuwe verbinding van eenigzins anderen aard aan het licht kwam; men wist die dan niet te plaatsen en plaatste ze bij verbindingen, waarmede zij dan toch eenige overeenkomst had. Ware nu de scheikunde door eenen wijsgeer behandeld geworden, zoo zou men die overeenkomst gezocht hebben in wezenlijke, blijvende, niet in toevallige eigenschappen. Een wijsgeer kon er zich echter niet mede bemoeijen voor dat de feiten waren aan het licht gebracht, en toen ze aan het licht waren gekomen, toen hadden de empirici de zaak bedorven, daar zij onwijsgeerige namen hadden gegeven. Het is een gebrek, aan alle historische wetenschappen gemeen, en dan voorzeker is de scheikunde er het meest vrij van gebleven, (men hoore de billijke klagten van botanisten en zoölogen) daar de groote Berzélius zelf, de anorganische chemie bijna geheel scheppende, ook tevens alleen de nomenclatuur gegeven heeft en zich zoo vrij van onnaauwkeurigheden heeft gehouden, als slechts in de gegeven omstandigheden mogelijk was.

§ 111. Weder noodzakelijk stof in plaats van lig-

chaam te lezen en materies oxygenatae. De uitdrukking *of zoo voorts*, zal hoop ik niemand langer dan bij het eerste lezen ergeren, zij is analogue met *en zoo voorts* en heeft niets tegen zich dan de gewoonte.

§ 114. De bepaling van neutrale zouten is willekeurig en toch is het een van de strijdpunten onder de scheikundigen, gelijk er meer zijn, die nooit tot een einde komen, omdat men nooit, eerst eene bepaling gesteld hebbende, zich daaraan houdt. Als de een onder neutrale zouten verstaat, zoo als wij het gesteld hebben en een ander, dat eigenlijk meer wezenlijk schijnt te zijn, eene verbinding van één atom zuur en één atom basis, dan kunnen zeker die twee partijen het in sommige gevallen nooit eens worden, of een zeker zout al dan niet neutraal is; nog minder als een derde het lakmoes-papiertje tot scheidsregter neemt, want dan is het zout voor den een neutraal voor den ander niet, tenzij men eerst, om de theorie vol te houden, het zout bederve, zooals N^2O^5, AgO ; dit laten zich echter niet alle zouten doen, bijv. SO^3, CuO niet. De alcalische zouten CO^2, KaO zouden, als wij § 146 aannamen, basische zouten worden, en $2CO^2 + KaO$ of, zoo als het dan moest geschreven worden, CO^4, KaO , zou het neutrale zijn, dat dan ook van de neutrale reactie niet merkbaar afwijkt. Hier moet § 99 toegepast worden.

De twee partijen spreken in andere talen en verstaan elkander niet. Daarom zeg ik aan het eind der paragraaph *volgens den gegeven regel is, enz.* Uit de benaming *nitras bismuthi unibasicus* zou zeker niemand ligt $N^2O^5, 2BiO$ verstaan.

§ 145. Liebig geeft in denzelfden zin eene aanmerking Ann. der Pharm. LXIX. 19, in eene aanteekening op de onderzoeking van Laurent, über die Chlor und Brom enthaltenden Alkaloïden. — Es wäre sehr wünschenswerth, wenn Herr Laurent in der Beschreibung der Eigenschaften der von ihm untersuchten, sehr interessanten Körper etwas weniger sparsam wäre; man erfährt nicht einmal, ob dieselben gefärbt oder farblos sind.

§ 148 tot 153 is ingevoegd. Oorspronkelijk was ons plan geweest het hier behandelde aan het einde te vermelden, maar het is hier goed geplaatst en daarom hebben wij het in den vorm van §§ gegoten en niet zooals het overige bijgevoegde, dat op bladz, 150 aanvangt. Over constitutie kan men niet wel kort zijn door de inconsequentie der schrijvers. Al wat volkomen wetenschappelijk is kan men zoo kort mededeelen als men wil en toch duidelijk blijven, ofschoon men telkens hoe korter men wordt, ook des te minder bijzonderheden vermeldt en zich dus tot de hoofdtrekken bepaalt; maar waar men eenige lichtpunten vermeldt aan te wijzen uit een chaos, daar heeft men veel woorden noodig. Mogt het ons gelukt zijn eenig overzigt te geven van de voornaamste gevoelens over constitutie en bovenal om onze lezers aan te sporen de dissertatie van Dr. Verloren ter hand te nemen en met die als geleide de oorspronkelijke stukken na te slaan!

§ 157 tot 172 zijn niet gedicteerd, maar ter lezing rond gegeven. Er staat niets in dat niet ook in mijne

p. 95 aangehaalde tabellen voorkomt, welke ik nog ieder ten gebruike aanbeveel, mits hij onder het lezen van den text geduld hebbe met de drukfouten die een eerst-beginnende overliet in het vertrouwen, dat alle aangeetekende fouten stellig verbeterd zouden worden en met verzoek om er bladz. 13 uit te ligten; want daar

staat in form. (1) $\frac{p_0}{p_x}$ in plaats van $\frac{p_x}{p_0}$ hierdoor wordt form. (3) eenvoudig

$$V_0 = V_t - V_t \left\{ \alpha t - \frac{x}{760} - \alpha^2 t^2 + \frac{x \alpha t}{760} \right\} \quad (3)$$

Wij voegen daarom ook ter verduidelijking van § 160 hier toe: dat wanneer V_t het volumen is van eenig gaz op de temperatuur t en de drukking $y = p_x$, het volumen V_0 , dat is het volumen op O_0 , en onder de drukking van 760^{mm} of p_0 , zal gevonden worden uit de formule

$$V_0 = \frac{V_t p_x}{(1 + \alpha t) p_0} \quad (1)$$

waarin α de coefficient van dilatatie is; daar voorts $p_x = y = 760 + x$ is, en dus x het verschil van de drukking, waaronder het gaz verkeert, boven de normale drukking, zoo is $\frac{p_x}{p_0} = 1 + \frac{x}{760}$; ook is

$$\frac{1}{1 + \alpha t} = 1 - \alpha t + \alpha^2 t^2 - \alpha^3 t^3 + \text{enz.}$$

en dus

$$V_0 = V_t (1 - \alpha t + \alpha^2 t^2 - \alpha^3 t^3 + \text{enz.}) \left(1 + \frac{x}{760}\right) \quad (2)$$

waaruit, zoo men de termen van de derde orde verwaarloost, hetgeen geoorloofd is als t niet te groot is, dadelijk de eerstvermelde formule gevonden wordt. Op mijne tabel

VI, die de correctien bevat voor elke drukking en temperatuur naar het oorspronkelijke plan van Prof. van Rees heeft de aangevoerde fout geen invloed gehad; zij is hoogst gemakkelijk voor ieder, die dergelijke reductiën moet uitvoeren.

§ 155. Als men deze paragraaph zoo dikwijls herleest tot dat zij duidelijk is opgevat, hetgeen niet missen kan, zoo is alle verdere rekening hoogst eenvoudig, en bijzonder voor lorarithmen zeer geschikt, hetgeen zeer veel tijd uitwinnen kan, waarom ik dan ook in 1842 in mijne tabellen, een tabel logarithmen voor de atomgewigten opgenomen heb; sedert is van Graeger (*), een zeer geschikt stukje uitgekomen, waarin insgelijks de logarithmen, ook van vele organische verbindingen, voorkomen, maar niet tevens de wijze van berekening.

§ 156. Stoffen. Deze bewerking is zoo willekeurig mogelijk voorgesteld, juist om te doen zien dat men in de berekening alleen heeft op te nemen, de stof, waarvan men uitgegegaan is, en die waartoe men gekomen is. Zelfs kan men dan in elk stadium der bewerking deze berekening toepassen.

Heeft men nu het volumēn op 0° en 760° of V_0 , zoo behoeft dit slechts vermenigvuldigd te worden met het gewigt g , in grammen, van dat bepaalde gaz voor het gereduceerde volumen van 1 cubiek centimeter c. c.

(*) N. Graeger Die Aequivalentgewichte und zugehörigen Logarithmen und Formeln der einfachen und zusammengesetzten Körper — für praktische Chemiker. Halle 1848.

§ 160. Daar men dus door middel van tabel VI, oogenblikkelijk volumen in gewigt kan overbrengen, heb ik dit voorstel of dat van § 113 niet uitgewerkt. Ter oplossing van het tweede voorstel heb ik twee wijzen aangegeven, die beide, met behulp van een gedrukt schema dat ik daarvoor had laten vervaardigen, vrij menigvuldig op het scheikundig laboratorium te Utrecht en te Maastricht door den Hoogleraar von Baumhauer gebruikt zijn.

§ 165. Men heeft den volgenden regel voor het zoeken van den factor p: p moet zelf een geheel getal zijn en de gevonden breuken allen tot geheele getallen maken; hieraan voldoet een zeker getal en alle zijne veelvouden, van welke men nu eene keuze heeft te doen naar andere omstandigheden van neutraliteit, wederkeerige ontbinding enz., die den scheikundigen bekend zijn. Zie § 167, waar de factor b bepaald wordt.

In het vierde hoofdstuk heb ik in den tekst overal waar het behoorde ligchaam in stof veranderd, daar de onnaauwkeurigheid in dit hoofdstuk al te sterk zou in het oog gelooopen zijn, en misschien tot onduidelijkheid aanleiding zou hebben gegeven.

§ 172. De eenvoudigste zal wel zijn:

$$O' = \left(\frac{100 - \gamma}{\gamma} \right) \frac{CO_2}{cC} \left(h H^2 + n_1 ba_1 \right)$$

§ 176. Is in de voorlaatste regel uitgevallen het woord „mogelijk” achter het woord „zooveel.”

§ 182. Om de verschillende krystalsystemen meer on-

middellijk in verband te brengen met de physica, en wel voornamelijk met de leer van het licht, en na de belangrijke waarnemingen van de Sénarmont, Pogg. Ann. LXXIII, LXXIV en LXXV ook wel met de leer van de warmte, merken wij hier op, dat men steeds *in* elke doorsnede der krystallen die door twee assen gaat, en daarom hoofdsnede genaamd wordt, eene ellips kan beschrijven; voorts uit het middelpunt van figuur als middelpunt steeds *om* en *in* de hoofdsneden van de holoëdrische krystalvormen, dat is van die waar alle vlakken aanwezig zijn, ellipsen kan beschrijven; dat in het eerste system alle drie de hoofdsneden een paar ellipsen tot cirkel maken, dat echter in het tweede en vierde slechts ééne, in de overigen niet ééne doorsnede eene regelmatige figuur geeft.

§ 184. Men vindt verscheidene dimorphe stoffen vermeld, met de systemen waartoe zij behooren, bij Graham 2te Aufl. I. p. 532.

§ 188. De consequentie van deze paragraaf zou duidelijker in het oog vallen, als wij ons eerste gevolg in de laatste plaats hadden opgenoemd.

§ 197. In geval eene andere omstandigheid voor de zwavel moet worden te hulp geroepen, waarom het atomvolumen in gazvormigen toestand niet met de uitkomst der waarneming strookt, zoo kan dit ook bij die andere stoffen plaats grijpen; en evenmin als wij de ware oorzaak bij zwavel tot nog toe kunnen opsporen en nog minder kunnen waardeeren, zoo kan ons de kennis daarvan

misschien bij andere stoffen ontglippen; dus is het besluit dezer § geregtvaardigd.

§ 203. De bijvoeging van het woord „noodzakelijk“ was noodig, want dat was toen mijne meening reeds blijkens het volgende en er kan niet genoeg gewigt aan gehecht worden, daar, zoo men dit in het oog gehouden had en dus zich voorgesteld had, waarnaar men eigenlijk behoort te zoeken, niet zulke dwaze uiteenloopende gevoelens verkondigd en zeker niet door sommigen beurtelings voor waar zouden gehouden geweest zijn.

§ 210. Juist dit, dat verschillende wijzen van berekening tamelijk wel voldoen, moest een handtastelijk bewijs zijn ook voor hen, die van theoretische bespiegelingen afkeerig zijn, dat men de waarheid niet gevonden heeft; ons is het strenge bewijs der theorie genoeg ter afkeuring van alle die wilde pogingen.

§ 215. De w beteekent voor een derde element hetzelfde wat x en y beteekenen voor het geval, dat wij beschouwden, als slechts twee verschillende stoffen te zamen eene verbinding vormden. Zie § 203.

§ 220. Het is van belang op te merken, dat niet slechts bij de organische verbindingen, waarvoor het ook wel betwijfeld is, eene neiging erkend moet worden tot eene zoo eenvoudig mogelijke verhouding tusschen het aantal der verschillende elementen, gelijk ik dat in mijn *Repertorium corporum organicorum* heb aange-

toond, maar ook in de oplossingen, waar in den eersten opslag volstrekt niet aan die neiging voldaan schijnt. Zoodat dan ook Dr. Karsten ze sterk laat optreden tegen de atomistische beschouwingwijze. Zijn werk *Philosophie der Chemie* is hoogst merkwaardig om te lezen, voornamelijk om de belangrijke proeven en ten anderen om te zien hoe iemand, die de dynamische theorie omhelst en tegen eene *scheef* opgevatte atomistische theorie hier en daar met goed gevolg te velde trekt, zijns ondanks als hij het niet vermoedt, de zaken volkomen zoo beschouwt als een atomisticus zulks doen zoude.

Men weet dat binnen kort de eenvoudige verhoudingen voor de legeringen der metalen, door anderen reeds verondersteld, aangedrongen en bewezen zijn door Dr. J. H. Croockewit in zijne dissertatie: *De scheikundige metaalverbindingen*, 1848.

§ 222. Wat wij hier stellen is slechts waarschijnlijk, daar de waarnemingen niet zoo zijn ingesteld, dat wij het met volkomen zekerheid kunnen beweren. Hoewel Knoblauch, Pogg. LXX, Forbes, Bd. XLV, Hopkins, Bd. XLIV, Nobili, reeds Bd. XXXVI, in dezen zin hun gevoelen hebben uitgesproken, moeten wij het toch als niet genoegzaam door de waarneming bevestigd beschouwen.

§ 229. In een bijvoegsel in 1847 opgemaakt, op om eerste stuk, dat in 1846 reeds voor Poggendorff's annalen opgezonden maar niet geplaatst was, hebben wij de uitzetting door de warmte eenigzins anders voorgesteld als poging tot verklaring van het ons zoo hoogst onbegrijp-

pelijke, hoe eene trilling als uitzettende kracht kon worden beschouwd. Als een slinger uit zijnen evenwichtstoestand wordt gebragt zal hij aan weerszijden gelijken uitslag vertoonen in de gewone omstandigheden. Het midden van zijne uiterste plaatsen zal dus op dezelfde plaats blijven hetzij hij in beweging, of wel in rust is. Wanneer men echter aan de eene zijde een beletsel brengt, bijv. bij eenen ijzeren slinger eenen magneet, die aan de eene zijde met de zwaartekracht medewerkt en aan de andere zijde geene werking of eene geringere uitoefent, zal hij aan die eerste zijde meer uitslaan en zijne middelplaats zal dus verplaatst zijn. Zoo ook met de door warmte trillende deeltjes. In den evenwichtsstand is de resultante der werkende krachten nul, maar aan de eene zijde, daar waarheen het deeltje tot de meest andere deeltjes nadert, dus naar het midden van het ligchaam, zal de kracht die het wil terug brengen sneller toenemen dan aan de andere zijde, de middelplaats zal dus meer van het midden des ligchaams afgelegen zijn en dus zal het ligchaam zich uitzetten, te meer, naar mate de amplitude grooter wordt en dus dat verschil in krachten grooter is. Het is eene poging en niets meer, die wij ontzettend gaarne door eene betere vervangen zagen. Het brengt in de volgende paragrafen geene verandering te weeg. Wij moeten hier noodzakelijk herinneren aan de waarnemingen van Baden Powell, die reeds op merkbare afstanden afstooting door de warmte schijnen te leeren. Pogg. Ann. XXXIV, 636.

§ 234. Hier stelden wij ons besluit vragend, hetgeen voor gazzen noodzakelijk was. Daar toch de uitzettings-

coefficient door Regnault niet voor hunnen natuurlijken evenwigtstoestand (Zie § 19) onderzocht kon worden en wij ons met de kennis daarvan in den gedwongen evenwigtstoestand moesten behelpen, is het besluit, waardoor wij uitspraak doen over de elasticiteit der gazzen in hunnen natuurlijken toestand, als besluit niet geregtvaardigd.

§ 235. Het is alzoo zelfs mogelijk, dat in zekere rigtingen inkrimping plaats heeft, gelijk dit voor kalkspath bewezen is.

§ 244. Wij ontmoeten namelijk hier de minste zwaarigheid en carbonium moet toch reeds om andere redenen, ontwikkeld in het Repertorium corporum organicorum chemicorum p. VIII, verdubbeld worden. Bromium is als vloeistof bepaald en, afwijkende van de waarneming van Regnault, door Andrews gevonden te bezitten eene specifieke warmte = 0,107. Is zijne meening gegrond, dat bromium als vast ligchaam slechts 0,08 kon bezitten, zoo zou alleen oxygenium zich hardnekkig tegen dezen regel blijven verzetten en hiervan het atoomgewicht te verdubbelen heeft toch ontzettende zwaarigheden in.

§ 245. Als men niet lettete op hetgeen in het slot van deze paragraaph aangevoerd is, waarop men toch noodzakelijk letten moet, zou men carbonium in vergelijking met iodium, en ook onder de zamengestelde stoffen acidum silicicum zeer sterk tegen het beweerde kunnen doen optreden. Wat het stellen dezer hypothese, die wij nauwelijks meer als eene hypothese beschouwden, aangaat, zoo moeten wij hier vermelden, dat wij ze sedert aan-

getroffen hebben, bij Herapath, mathematical physics or the mathematical principles of natural philosophy, by John Herapath, Londen 1847. Vol. I. p. 216. Hij vergeet alleen p. 217, dat de golflengte behoort bewaard te blijven voor het onderscheid der verschillende temperaturen. Hij eindigt overigens die paragraaf bijna woordelijk zoo als wij in onze paragraaf stelden: Generally speaking, however, the less the particle the more lengthy are its excursions. Hoewel wij ook in het overig gedeelte van het werk, wat de strekking aangaat, veel overeenkomst hebben aangetroffen met het onze, oordeelden wij het echter op andere plaatsen niet noodzakelijk hetzelfde aan te halen, daar er dan toch te veel verschil van meening bestaat. Hij wendt even als Person een absoluut nulpunt van temperatuur aan, maar stelt dat bij 500°F — 491°F ahrenheit. Hij is even als wij gekomen tot eene aprioristische ontkenning van de wet van Mariotte, voor dat Regnault zijne proeven had gedaan, maar op geheel andere gronden, waarvan wij de kracht niet inzien. Het is wel een merkwaardig werk, maar er zijn vele misgrepen in.

Als bevestiging onzer beschouwing voor de werking der warmte op scheikundige verbindingen is ook bijzonder merkwaardig Grove, Pogg. Ann. LXX. 447.

§ 249. Belangrijk schijnt ons zijne jongste bijdrage toe Pogg. LXXV. 460. welke zeer in overeenstemming is met onze beschouwingen is, daar zij hetzelfde zegt wat wij § 247 en 248 bewezen. Andrews gaf in Pogg. Ann. LXXV. 501 waarnemingen Ueber die latente Wärme der Dämpfe.

§ 250. Al wat hij later hieromtrent heeft geleverd, veroordeelen wij om § 223. De proeven zijn aan te veel onzekerheid onderhevig, om tegen deze paragraaph te kunnen opwegen.

§ 255 Binnen kort heeft Andrews eene reeks nieuwe onderzoekingen bekend gemaakt, Pogg. LXXV. en Woestijn Bd. LXXVI. 129.

§ 259. Andrews blijft in zijne dwaling volharden, Pogg. Ann. LXXV. 27.

§ 262. Croockewit heeft in zijne dissertatie, thesis XIII, dit ten grondslag gelegd, maar deze thesis is onmogelijk bestaanbaar met de voorgaande, daar zij elkan- der vernietigen. De twaalfde thesis is waar, en tot de overtuiging voor de dertiende is hij gekomen door zijne vroegere menigvuldige waarnemingen omtrent de verbin- dingswarmte, waarop hij de gouden medaille mogt be- halen. Geen wonder dat hem die waarnemingen zoo lief waren, dat hij ze ook daar, nevens de daarmede strijdige uitspraken der theorie, stelde, waar haar gezag om de gebezigde toestellen, en andere ongunstige omstandighe- den moest ophouden, vooral als het gezag van Graham die meening ondersteunde.

NADERE VERKLARING VAN DE FIGUREN.

Figuur 1 geeft ons een overzicht van de beteekenis onzer algemeene formule. De afstand, dien elk punt der doorloopende kromme lijn p, q, r, s, t heeft tot de rechte lijn Ox , duidt aan de kracht, waarmede het punt naar O heen getrokken of van O af gestooten wordt, als het zich in den voet van die loodlijnen bevondt, dus in Ox , waarop de afstanden gemeten worden.

Het was niet mogelijk de juiste verhoudingen hierin te bewaren, even onmogelijk als het is om in de juiste verhouding het zonnestelsel te teekenen, want de afstanden Op , ja zelfs Or, Ot en Ov , zijn zoo klein, dat wij met de beste instrumenten ze niet kunnen onderscheiden, terwijl Ov_1 hemelsche afstanden voorstelt. Evenzoo is het wat de voorstelling der sterkten aangaat. Daarom zijn afzonderlijke figuren voor die lijn medegedeeld in de nabijheid van de stabiele punten r, t, v en w , van v_1 tot w ; niet in de nabijheid van p , omdat wij daar nog niets van weten. In deze gedeeltelijke figuren is

met eene doorgetrokken lijn aangeduid, wat wij ten minste ten opzichte van den vorm kennen of door daaraan gerigte waarnemingen spoedig zouden kunnen leeren kennen. Ook fig. 6 is doorgetrokken, omdat de vorm voor de werking van osmium en zuurstof toch ongeveer zoo moet zijn.

In figuur 5 zijn de ordinaten en abscissen der kromme zuiver naar de wet van Mariotte geconstrueerd, Ov' is de afstand 1; alle vroegere snijpunten liggen tusschen O en v'' en dicht bij O ; als wij de kracht daar gelijk 64 stellen, zoo is zij op de afstanden 2, 3, 4, 5 zoo als aangeteekend staat volgens de formule $\frac{D}{x^3}$; de getitelde lijn, die onder de doorlopende aangebragt is, stelt de wet voor, volgens welke de kracht verandert voor de gazzen, en de bovenste stelt de wet voor voor waterstofgaz. Die wetten en dus de vormen der kromme aldaar, zouden reeds volkomen overeenkomstig met de natuur kunnen geteekend worden naar de waarnemingen van Regnault.

Hetzelfde geldt van fig. 5* die op paragraaph 24 betrekking heeft. Hier is Ov_1 de eenheid van afstand, nu wat grooter genomen dan in fig. 5, maar niet in verhouding, omdat dat niet kan; op den dubbelen afstand is hier de kracht slechts $\frac{1}{4}$, enz.

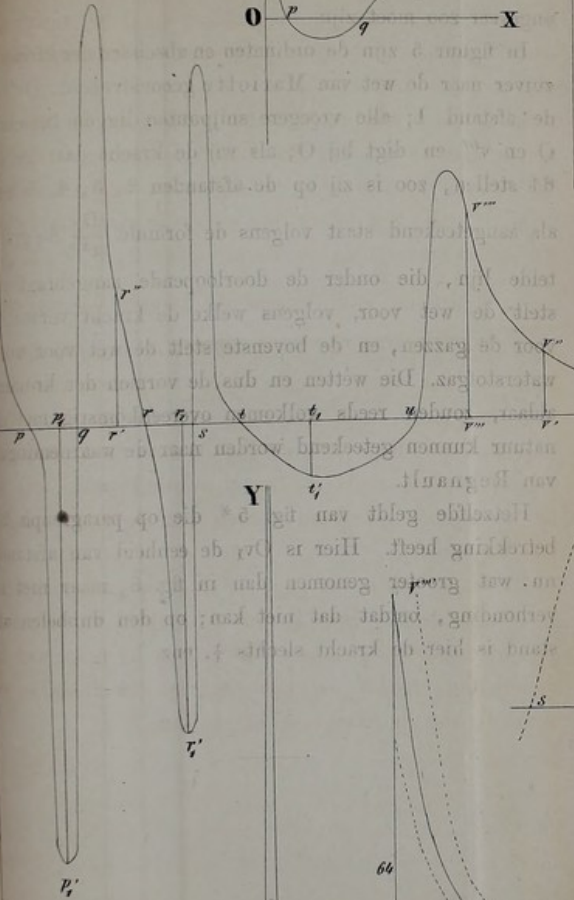
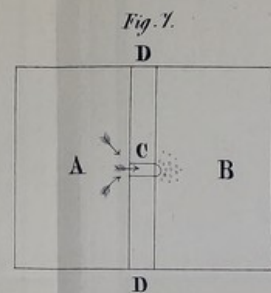
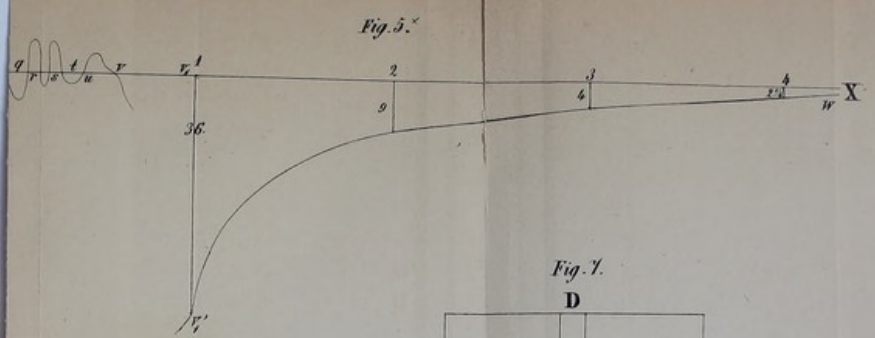
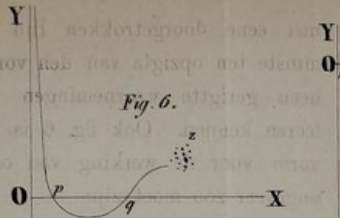


Fig. 1.

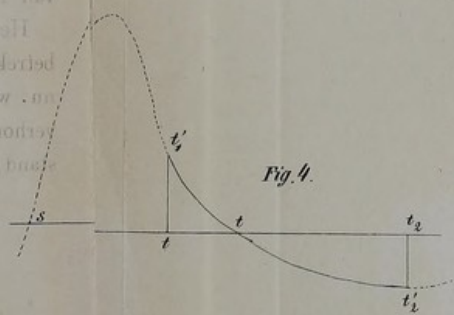


Fig. 4.

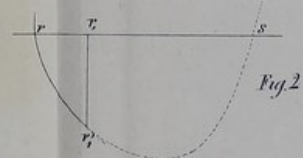


Fig. 2.

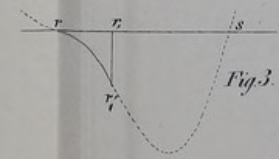


Fig. 3.

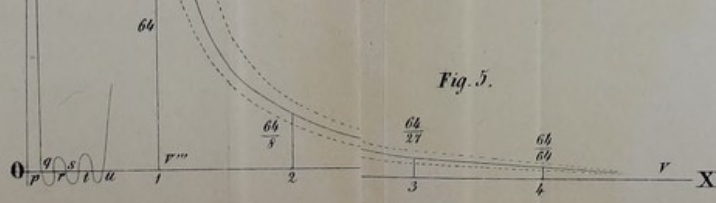
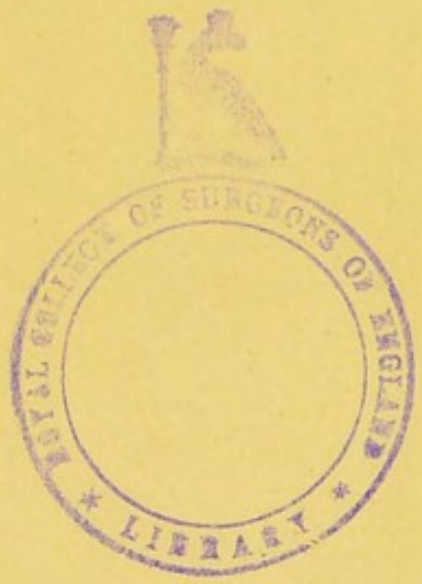


Fig. 5.

Verband	Verbanden nach Art
1843-9	1843-9
1180-8	1180-8
8407	8407
5148	5148
1848-9	1848-9
408	408
—	—
1578-31	1578-31
1575	1575
6270	6270
1198-78	1198-78



I. EERSTE UITKOMST DER ANALYSE.

NAMEN	100 deelen zuurstof O verbinden zich met	80 deelen zwavel S verbinden zich met	150 deelen chlorium Cl verbinden zich met	2296 deelen jodium Id. verbinden zich met
Kalium.	489.9 deelen	194.8—97.4—64.9 enz.	166.0	69.95
Natrium.	290.9—582—145	115.6—38.5 enz.	98.6	41.5
Baryum.	856.8—428.4	340.7	290.4	122.4
Lood.	1294.5—647.2	514.8	439.1	184.9
IJzer.	339—226—179.5	134.9—67.45—	114.9	48.4
Waterstof.	12.48	4.96	44.23	1.78
Zwavel.	201.165—1006—67—	—	68.3	28.74
Koper.	395.7—791.6—	157.3—314.6	134.3	56.5
Chlorium.	442—147—88—63—	175.5	—	63.1
Jodium.	1579—526—326—226—	627.9	535.9	—
Oxygenium.	—	119.3—79.5—39.7	170—237—102—34	71.4—100.1—42.9

II. HERLEIDDE UITKOMST VOOR HET AEGUIVALENT GEWIGT VAN OXYGENIUM = 100.

NAMEN.	HOEVEEL- HEDEN.	Met de genoemde hoeveelheden dier stoffen verbinden zich dus			
		Hoeveelheden Zuurstof.	Hoeveelheden Zwavel.	Hoef. Chlorium.	Hoef. Jodium.
Kalium.	489.9	100	1, 2, 3, 4 of 5 maal 201.2	442	1579
Natrium.	290.9	50, 100 en 200	1..... 201.2	442	1579
Baryum.	856.8	100 en 200	201.165	442	1579
Lood.	1294.5	100, 150 en 200	201.165	442	1579
Koper.	395.7	50 en 100	$\frac{1}{2}$ maal en 1 ^m 201.165	221 en 442	789.5 en 1579
IJzer.	339	100, 150 en 200	201, 302 en 2 x 201	442 663	1579 en 2368
Waterstof.	12.48	100 en 200	201.165	442	1579
Zwavel.	201.165	100, 200, 250 en 300	—	442	1579
Chlorium.	442	100, 300, 500 en 700	201.165	—	1579
Jodium.	1579	300, 500 en 700	201.165	442	—

III. AEGUIVALENT- OF ATOMISTISCHE FORMULEN UIT II VOORTVLOEIJENDE, VOLGENS § 106.

NAMEN	Teek het a n	Gewigt equiv Elachi	Verbindingen met O	Verbindingen met S	Verbindingen met Cl	Verbindingen met Id
Kalium	Ka	489.9	KaO	KaS, KaS ² , KaS ³	Ka Cl	Ka Id
Natrium	Na	290.9	Na ² O, NaO, NaO ²	NaS, NaS ⁴ , NaS ⁵	Na Cl	Na Id
Baryum	Ba	856.8	BaO, BaO ²	BaS	Ba Cl	Ba Id
Plumbum	Pb	1294.5	PbO, Pb ² O ³ , PbO ²	PbS	Pb Cl	Pb Id
Cuprum	Cu	395.7	Cu ² O, CuO	Cu ² S, CuS	Cu ² Cl, CuCl	Cu ² Id, Cu Id
Ferrum	Fe	339	FeO, Fe ² O ³ , FeO ²	FeS, Fe ² S ³ , FeS ³	FeCl, Fe ² Cl ³	Fe Id, Fe ² Id ³
Hydrogenium	H	12.48	HO, HO ²	H ² S	H ² Cl	H Id
Sulphur	S	201.16	SO, SO ² , S ² O ³ , SO ³	—	ClS	Id S
Chlorium	Cl	442	ClO ³ , ClO ⁵ , ClO ⁷	ClS	—	Id Cl
Jodium	Id	1579	IdO ³ , IdO ⁵ , IdO ⁷	IdS	IdCl	—
Oxygenium	O	100	—	SO, SO ² , S ² O ³ , SO ³	ClO, ClO ³ , ClO ⁵ , ClO ⁷	IdO ³ , IdO ⁵ , IdO ⁷

Eigenlijk zijn hier H, Cl, Id gesteld in plaats van H², Cl², Id²; het eerste moet er staan als H, Cl, Id de aequivalenten aanduiden, het tweede als zij atomen beteekenen.



Faint, illegible text is visible on the right side of the page, appearing to be bleed-through from the reverse side. The text is arranged in a list-like format with some numbers and names, but the characters are too light to transcribe accurately.