

Disl 1879:57

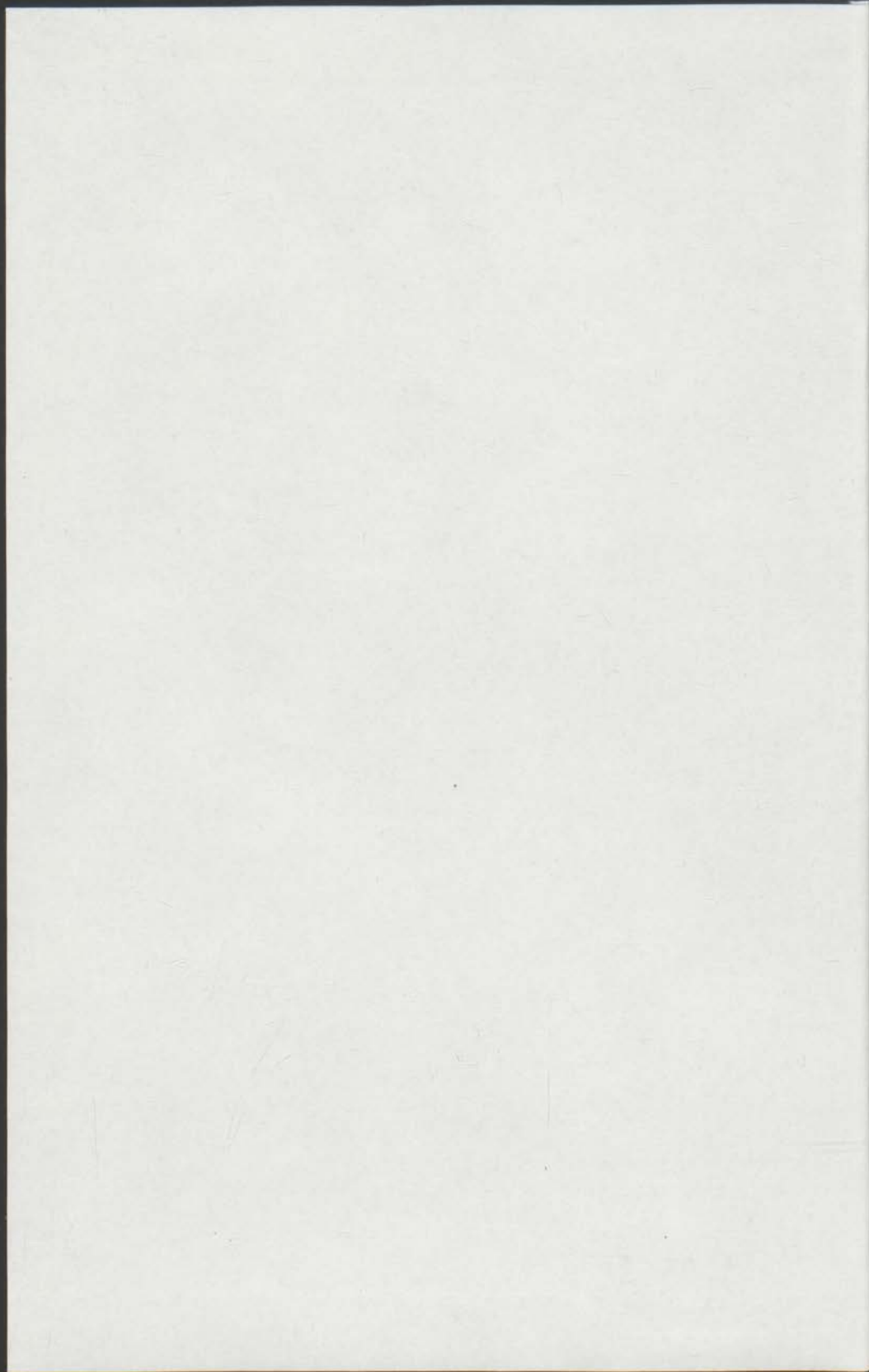
Universiteit Leiden



1 330 256 2

Page 10/10

10/10 57



11 57

OVER DE ABSORPTIE

VAN

STRALENDE WARMTE DOOR POEDERS.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

DOOR

J. G. Van Heverster.



LEIDEN. — A. H. ADRIANI.
1879.

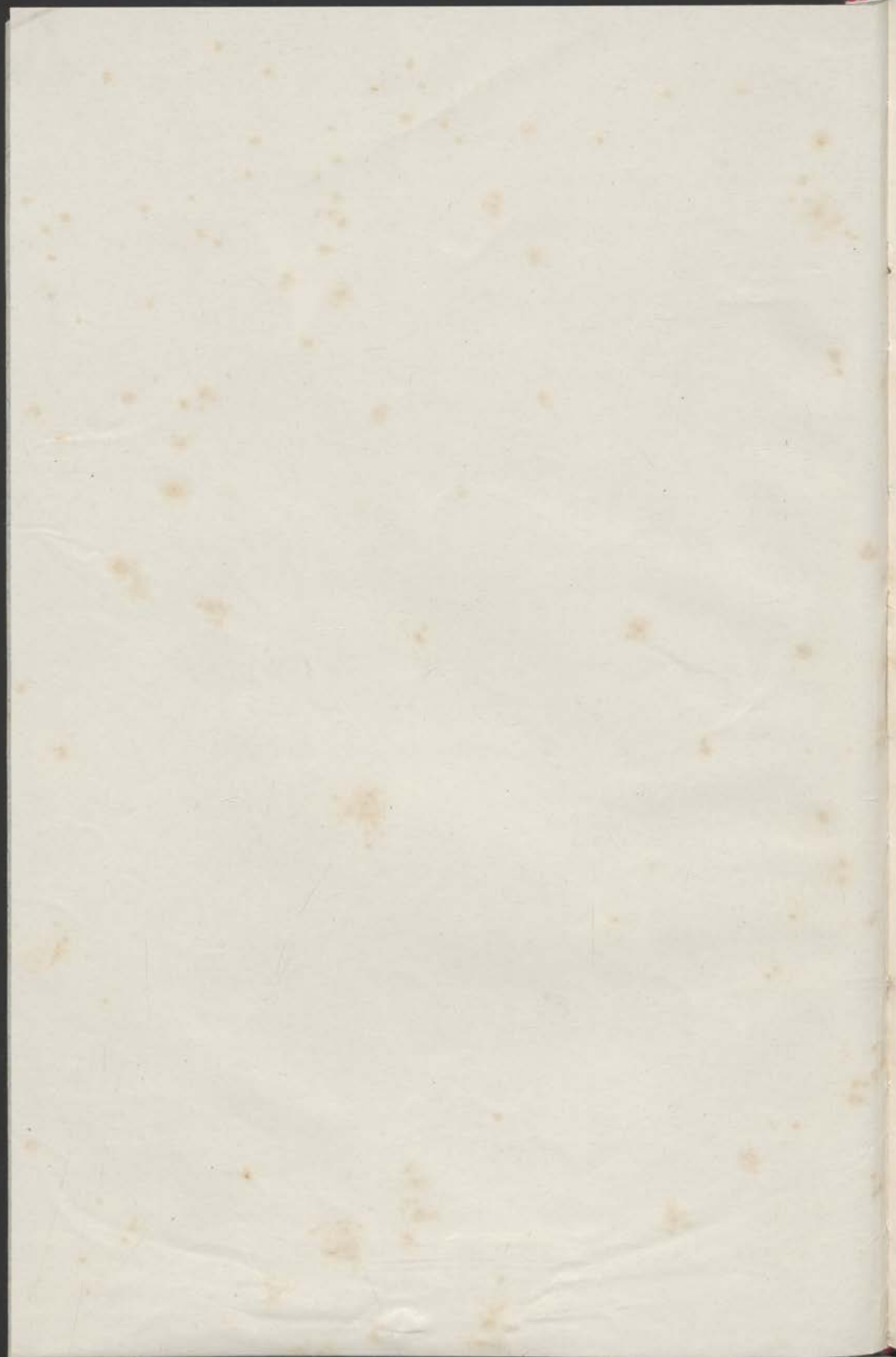
Diss Leiden

1879 nr 57

154
E. H.

OSTER DE KUNSTEN

STRAK ENDE WARMTE DOOR DADIGHEIT



OVER DE ABSORPTIE

STRALENDE WARMTE DOOR POEDERS.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

Ter verhoor in de **OVER DE ABSORPTIE** *afdeeling*

VAN

STRALENDE WARMTE DOOR POEDERS.

Johann George van Deyender,

AMSTERDAM. A. H. MOELEN

VERLEGERS VAN DE WETENSCAPEN EN LETTEREN

GAZE DE ASSOCIÉE

STANDE WAREM DOOR TONDER

OVER DE ABSORPTIE
VAN
STRALENDE WARMTE DOOR POEDERS.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Wis- en Natuurkunde,

AAN DE HOOGESCHOOL TE LEIDEN,

OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Dr. H. KERN,

HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE,

VOOR DE FACULTEIT TE VERDEDIGEN,

op Woensdag den 24sten September 1879, des namiddags te 3 uren,

DOOR

Johann George Van Deventer,

GEBOREN TE AMSTERDAM.

LEIDEN. — A. H. ADRIANI.

1879.

OVER DE ABSORPTIE

STRAALDE WARMTE DOOR FOSFIDE

ACADEMIECH PROEFSCHRIFT

DOOR DE HEER J. VAN DER WOUDE

OM IN DE GRADE VAN DOCTOR

IN DE WISSENSCHAPPELIJKE LETTEREN



Johann George van der Woude

LEIDEN - A. H. ADRIAN

Aan mijne Ouders.



§ 1.

Het is een erkend feit, van welk een grooten invloed de oppervlakte der lichamen is ten opzichte van hunne verhouding tot stralende warmte. Daargelaten het zeer natuurlijke verschijnsel, dat lichamen van verschillende scheikundige samenstelling zich, wat absorptie en emissie betreft, geheel verschillend gedragen, is het opmerkenswaardig, hoe lichamen van geheel dezelfde chemische constitutie hun absorptie- en emissie-vermogen veranderen, wanneer men hunne oppervlakten eene zuiver physische verandering doet ondergaan.

We behoeven slechts het bekende voorbeeld der gehamerde metaaloppervlakten in herinnering te brengen. Onder overigens gelijke omstandigheden absorbeeren deze, gekrast, dikwijls tweemaal zooveel warmtestralen als in gepolijsten toestand. Terwijl dus de chemische samenstelling volkomen dezelfde is gebleven, is de rol, die de metalen plaat ten opzichte van warmtestralen speelt, geheel veranderd.

De verschillende bewerkingen, die men eene metaaloppervlakte doet ondergaan (hameren, polijsten, krassen), dus veranderingen van zuiver physischen aard, zijn alle van invloed op het uitstralend vermogen, zooals door Melloni ¹⁾ en Knoblauch ²⁾ bewezen is. Zelfs vonden zij dat eene zelfde bewerking bij een zelfde metaal verschillende invloeden had, naarmate het al of niet gehamerd was.

Hieruit blijkt dus voldoende, welk een belangrijken invloed de physische toestand van de oppervlakte des lichaams heeft, dat aan de warmtestralen blootgesteld wordt.

Het is dus niet te verwonderen, dat reeds in 1847 Masson en Courtepée ³⁾ op het denkbeeld kwamen, in dit opzicht lichamen te onderzoeken, die physisch met elkander overeenstemden, n. l. poedervormige.

De lichamen, waarmede zij geëxperimenteerd hebben, waren alle in den toestand van chemische neerslagen; hoewel zij steeds de poeders in amorphen toestand trachtten te verkrijgen, is hun dit niet altijd gelukt. Sommige praecipitaten toch kregen, op het oogenblik van hun ontstaan, een zekeren graad van cohaesie, die van veel invloed op de resultaten kon zijn. Bij welke dit geschied is, geven zij niet op, zoodat het vermoeden niet ongeoorloofd is, dat zij deze niet onderzocht hebben.

Zij maakten bij hunne onderzoekingen gebruik van den

¹⁾ Melloni, Pogg. Ann. XLV.

²⁾ Knoblauch, Pogg. Ann. LXX.

³⁾ Masson en Courtepée, Comptes Rendus XXV.

toestel van Melloni en volgden ook de methode door dezen aangegeven. Zij mengden de poeders met water aan, waarin eene zeer kleine hoeveelheid „colle de peau” opgelost was.

Hiermede bedekten zij in voldoende dikke lagen de zijvlakken van een koperen cubus, wiens afmeting ongeveer 7 cM. bedroeg. Nadat het water verdampt was, bleef het poeder door de lijm op de zijvlakken bevestigd. Dat zij het poeder er in „voldoende dikte” opbrachten, was noodig om het maximum van absorptie te verkrijgen, daar het absorbeerend vermogen tot een zeker maximum toeneemt met de dikte der absorbeerende laag, en daarna constant blijft. (zie echter bl. 76).

Elke cubus werd met kokend water gevuld en zoodanig tegenover eene thermozuil geplaatst, dat de uitstralende oppervlakte loodrecht stond op de as der zeer gevoelige zuil. Soms brachten zij een reflexie-kegel aan. Zij hebben dit evenwel slechts bij het onderzoek van één cubus gedaan.

Met 8 verschillende cubi hebben zij hun onderzoek verricht; terwijl steeds één zijvlak met roetzwart bedekt was, brachten zij op de andere de poeders aan. De getallen, die zij opgeven, stellen de graden voor, die de galvanometer afweek; wij hebben ze alle herleid tot roetzwart = 100, en daar zij aannamen, dat deze graden tegelijk het absorbeerend vermogen voorstelden, kan hiertegen geen bezwaar bestaan. Van de verschillende opgaven voor een zelfde poeder hebben wij steeds het gemiddelde genomen.

We kregen aldus de volgende tabel:

TABEL I.

Roetzwart.....	100	Loodchromaat.....	97.4
Ivoorzwart.....	104.9	* Chromoxyd (groen).....	93.3
Kobaltoxyd.....	100.3	* Menie.....	95.3
Loodsulphaat.....	100.3		
		Calciumsulphaat.....	98
Antimoniumoxychloruur.....	100.5	Aluminium.....	97.7
Loodcarbonaat.....	96.5		
		Pruisisch blauw.....	103.8
Bariumsulphaat.....	100	Bariumcarbonaat.....	103.8
* Vermiljoen.....	93.8	Zinkcarbonaat.....	104.7
* Cadmiumsulphied.....	88.4		
		Calciumphosphaat.....	100
Platina.....	96.7	Silicium.....	98.8
* Zilver.....	85.5		

De 8 verschillende afdeelingen wijzen op de 8 verschillende cubi, zoodat we zien, dat bij 4 cubi òf één zijvlak niet bedekt was, òf twee zijvlakken van hetzelfde poeder waren voorzien. Wat het geval is, deelen Masson en Courtepée niet mede. Evenzoo bewaren zij het stilzwijgen over het ontbreken van enkele opgaven bij sommige poeders van een zelfde serie. Met de verschillende cubi werd niet een gelijk aantal waarnemingen gedaan; bovendien is het aantal waarnemingen voor de verschillende poeders, op een zelfden cubus aanwezig, niet even groot.

Zoo is bij

Van deze ontbreken er bij

Cubus 3 het aantal waarnemingen 7 { Bariumsulphaat . . . 1
 Vermiljoen 3*

Zoo is bij		Van deze ontbreken er bij
Cubus 5 het aantal waarnemingen	5	{ Chromoxyd. 1 *
		{ Menie 1 *
” 6 ” ” ”	6	Aluminium 1
” 8 ” ” ”	5	{ Calciumphosphaat. 1
		{ Silicium 1

Aan de opgegeven getallen is dus niet hetzelfde gewicht toe te kennen.

Masson en Courtepée trekken nu uit Tabel I het volgende besluit:

Alle poeders hebben hetzelfde uitstralingsvermogen als roetzwart.

Zij zonderen van dezen regel de 5 in Tabel I met een * geteekende uit.

Van deze 5 behooren er nu 3 (vermiljoen, chromoxyd, menie) tot diegene, waarvan waarnemingen ontbreken, terwijl toch juist voor deze, die tegen hunne wet pleiten, een grooter aantal waarnemingen wenschelijk was. Bovendien behooren zij juist tot diegene van de 7, waar die invloed van het ontbreken het sterkst is.

Daarenboven zijn deze 5 gevallen van uitzondering slechts verdeeld over 3 van de 8 cubi; zoodat zij, van hun standpunt uit, deze zelfde poeders op de 5 andere cubi hadden moeten bevestigen, om uit te maken of de cubi ook van invloed waren geweest.

Doch uit Tabel I volgt nog eene opmerking:

Masson en Courtepée rekenen tot de uitzonderingsgeval-

len alleen die poeders die minder uitstralen dan roetzwart. Doch er zijn volgens hen poeders, die sterker dan roetzwart uitstralen, en van de twintig onderzochte vijf. Daar zij nu slechts die poeders tot uitzonderingen rekenen, waarbij het verschil 4.7 % of meer bedraagt, hadden met hetzelfde recht ivoorzwart en zinkcarbonaat bij het uitzonderingslijstje moeten worden gevoegd; immers hun verschil met roetzwart bedraagt resp. 4.9 % en 4.7 %.

Zij gaan dit evenwel met stilzwijgen voorbij.

De besluiten, die zij nu uit hunne opgaven trekken, zijn de volgende:

1°. Metalen in fijn verdeelden toestand bezitten een uitstralingsvermogen, veel zwakker dan dat wat zij bezitten, wanneer men ze gesmolten of koud gesmeed heeft.

2°. Het uitstralingsvermogen der lichamen hangt *uitsluitend* af van de *cohaesie* hunner deeltjes, en *volstrekt niet* van hunne *chemische samenstelling*.

3°. Indien alle lichamen tot een zelfden physischen toestand zijn teruggebracht, nl. dien van chemische neerslagen, zullen zij bij de temperatuur van kokend water hetzelfde uitstralingsvermogen bezitten.

Wat de uitzonderingen betreft merken zij het volgende op:

1°. „Wij zien uit Tabel I, dat 16 zelfstandigheden van de 21 even sterk uitstralen als roetzwart, d. i. 76.2 %.”

Volgens onze beschouwing zou dit slechts 14 van de 21 moeten zijn, d. i. 66.7 %, waarbij we dan nog verschillen kleiner dan 4.7 % in uitstralingsvermogen hebben verwaar-

loosd. Bovendien is het opvallend dat bij cubus 7 de drie poeders alle sterker uitstralen dan roetzwart.

2°. „De zelfstandigheden, wier uitstralingsvermogen een weinig zwakker bleek te zijn (nl. van 4.7 tot 14.5 %), waren niet in den toestand van chemische neerslagen (vermiljoen), of zij hadden eene verkalking (calcination) ondergaan, die ten doel had hunne cohaesie te vergrooten. Het zilver, dat het zwakst uitstraalde, was altijd glinsterend en behield zijn metaalglans; we hebben het niet in den fijnverdeelden toestand kunnen houden, dien het op het oogenblik van het neerslaan bezit.”

Verder deelen zij niets mede; zooals uit het voorafgaande blijkt verdienen de gevolgtrekkingen, uit hunne resultaten opgemaakt, geen onbepaald vertrouwen. Er is evenwel nog een feit op te geven, dat aan hunne proeven alle waarde ontnemt, nl. dat zij van een plakmiddel gebruik hebben gemaakt; dit is overtuigend door Tyndall aangetoond.

§ 2.

De eenige, die de onderzoekingen van Masson en Courtepée, in de vorige § vermeld, nagegaan en verbeterd heeft, is Tyndall geweest ¹⁾.

Hoewel zijne wijze van experimenteeren veel beter is

¹⁾ Tyndall. Phil. Mag. vol. 32. Serie 4.

dan die van Masson en Courtepée, heeft ook Tyndall gedeeltelijk dezelfde fout gemaakt als zij, nl. het ontkennen van den invloed van zijn plakmiddel.

Het is jammer dat Tyndall in zijne verhandeling zoo weinig bijzonderheden mededeelt, daar het toch niet te verwachten is dat zulk een beroemd experimentator de zoo uiterst gevoelige proeven over stralende warmte op zulk eene eenvoudige wijze, met zoo weinig voorzorgen, genomen heeft.

Gaan we in 't kort zijne verhandeling na:

In al zijne proeven met gassen en vloeistoffen was er eene zaak die steeds zeer duidelijk op den voorgrond trad, dat nl. de grootste invloed aan de chemische samenstelling te danken was.

De rol, die een lichaam ten opzichte van stralende warmte speelde, was bijna dezelfde, 't zij het lichaam vloeibaar was, 't zij het in den gasvormigen toestand verkeerde; op grond hiervan hield Tyndall het voor zeer waarschijnlijk, dat ook in den vasten toestand de chemische samenstelling van meer invloed zou wezen dan de physische toestand.

In strijd met dit gevoelen zijn echter de proeven van Melloni ¹⁾ met krijt en roetzwart, en die van Masson en Courtepée.

Bij beider proeven was de invloed van den physischen toestand zoo groot, dat het verschil in chemische samenstelling geheel buiten rekening bleef.

¹⁾ Jamin, Cours de physique II. p. 289. Pogg. Ann. 35.

Melloni vermengde zijn roetzwart en fijngemalen krijt met gom of lijm en bevestigde beide poeders met behulp van een borstel op zijne cubi. Hetzelfde deden Masson en Courtepée.

Hoewel dus Melloni eene zwarte oppervlakte vergeleek met éene witte, waren beide oppervlakten zwart en wit, gezien door de doorschijnende gom; deze toch was in beide gevallen de werkelijke uitstralende oppervlakte. Dezelfde opmerking geldt voor de proeven van Masson en Courtepée. Ieder deeltje van het poeder was vernist; en de overeenkomst die zij bij alle poeders opmerkten was eenvoudig daaraan te danken, dat zij niets anders bepaalden dan de uitstraling van het plakmiddel; Tyndall trachtte dit bezwaar te ontduiken door een diathermaan bevestigingsmiddel aan te wenden; hij nam daartoe zwavel, een bekend diathermaan lichaam, dat gemakkelijk in zwavelkoolstof oplost.

De zijvlakte van den cubus werd horizontaal geplaatst en bestreken met de zwavelkoolstof, die de zwavel, in zeer fijn verdeelden toestand natuurlijk, in oplossing hield.

Voordat dit vloeistofhuidje in staat was geweest te verdampen, bestrooide Tyndall het met het te onderzoeken poeder; hij gebruikte daartoe een zeeffe van fijn neteldoek. De zwavelkoolstof verdampste en het poeder met de zwavel bleef achter; terwijl ieder poeder in voldoende dikte op den cubus gestrooid werd, om te voorkomen dat de zwavel de deeltjes omringde.

Hoewel dus het plakmiddel een diathermaan lichaam is, schijnt Tyndall de aanwezigheid toch niet zonder invloed te

achten. De bestrooide zijvlakte werd vervolgens vertikaal geplaatst en ofschoon de buitenste poederlagen volstrekt niet in aanraking waren met de zwaveldeeltjes (?) bleven zij toch op den cubus bevestigd.

Karakteristiek is dan ook hetgeen Tyndall hierop in zijne verhandeling laat volgen, eene opmerking die ons versterkt heeft in de meening, dat het wenschelijk zou wezen de proeven in eene geheel andere richting te herhalen. Hij zegt n. l.:

„ „This, though not perhaps a perfect way of determining the radiation of powders, was at all events an improvement on former methods and yielded different results.” ”

Van de tien of twaalf cubi van tin, die voor het onderzoek gebruikt werden, was ééne zijvlakte steeds bedekt met zwavelmelk, waardoor Tyndall in staat was de uitkomsten van alle cubi met elkaar te vergelijken. Zij werden door kokend water verwarmd en achtereenvolgens op denzelfden afstand vóór de thermozuil geplaatst.

Voordat Tyndall zijne uitkomsten mededeelt, geeft hij eenige opgaven omtrent enkele poeders, waaruit duidelijk blijkt, dat bij vaste lichamen de straling veel meer afhangt van de chemische samenstelling dan van den physischen toestand.

In de eerste plaats vergelijkt hij twee poeders van een schitterend roode kleur, n. l.,

hydrargyriïodied

en

menie

en vindt voor hun uitstralend vermogen resp.:

39.7 en 74.1.

Na ze op de wijze van Masson en Courtepée bevestigd te hebben, vond hij resp.:

80 en 80,

waarmede op de overtuigendste wijze aangetoond is, dat bij deze poeders de aanwezigheid van de gom het verschil, ontstaan door chemische samenstelling, geheel doet verdwijnen.

Het is echter jammer, dat Tyndall dergelijke waarnemingen bij de andere poeders achterwege heeft gelaten en dat noch hij, noch Masson en Courtepée het gongehalte van hun plakmiddel opgeven.

Een ander bewijs voor den invloed van chemische constitutie ziet Tyndall in de uitstralende vermogens van

hydrargyriïodid ($Hg I_2$) 39.7

en

hydrargyroïodid ($Hg_2 I_2$) 46.6

bij welke resultaten hij opmerkt dat het bijkomen van een tweede atoom Hg bij $Hg I_2$ de uitstraling met 7% doet vermeerderen (dit is blijkbaar 17.4%), en dat de proef een soort van physische rechtvaardiging van de gewoonte der chemici is, de formule van hydrargyroïodid, $Hg_2 I_2$ en niet $Hg I$ te nemen. De uitstraling vermeerdert dus doordat er een atoom Hg bijkomt, en niet doordat er een atoom I afgaat.

Deze verklaring van Tyndall is echter niet voldoende te achten.

Vervolgens vergelijkt Tyndall twee zuurstofverbindingen van ijzer met elkaar; n. l.:

ferrioxyd

en

ferriferroöxyd

en vindt voor hunne uitstraling resp.:

78.4 en 81.3.

Deze groote overeenstemming tusschen twee zoo geheel verschillende poeders had Tyndall niet verwacht; doch bij nader onderzoek bleek hem dat het laatste gedeeltelijk het bekende magneetijzersteen bevatte. Waarom dit eene reden is, dat de uitstraling bijna gelijk wordt aan die van ferri-oxyd, geeft hij echter niet op.

Amorphe phosphorus en ferrosulphied gaven de volgende uitkomsten:

63.6 en 81.7,

terwijl bij suiker en zout, in een mortier zoo fijn mogelijk tot poeders gemaakt, die physisch zeer veel overeenkomst vertoonen,

70 en 35.3

verkregen werd.

Dus ook hier is de invloed van chemische samenstelling duidelijk zichtbaar.

Evenwel kan Tyndall deze laatste proef niet als een bewijs tegen de uitkomsten van Masson en Courtepée aanvoeren, daar zij als voorwaarde stellen dat de poeders als chemische neerslagen moeten gebruikt worden. Hoe zij echter deze voorwaarde hebben kunnen vervullen, is ons nergens gebleken.

Zoo gaat Tyndall voort; vergelijkt zwarte, witte, roode poeders onderling en met elkander en krijgt de meest verschillende uitkomsten; de physische invloed van kleur o. a.

is van geen beteekenis, daar nu het witte en dan het zwarte poeder het sterkst uitstraalt.

Op grond van al deze proeven meent Tyndall dus het volste recht te hebben, de wet van Masson en Courtepée als onwaar te verklaren. Voordat hij echter de volledige tabel mededeelt, haalt hij nog een paar proeven aan, die zijne meening staven.

Werd het uitstralend vermogen, zegt Tyndall, bepaald door den toestand van physische verdeeling, dan moet zich deze invloed ook laten gevoelen, wanneer het poeder mechanisch fijn gewreven is. Om nu te bewijzen dat dit niet het geval is, gaat hij als volgt te werk: hij bevestigde eene glazen plaat tegen de gepolijste zijvlakte van zijn cubus, en op deze plaat strooide hij glaspoeder, zoo fijn als het bij mogelijkheid mechanisch verkregen kon worden. „It was caused to adhere without cement of any kind.”

Nemen we nu aan, dat de oorzaak van het blijven kleven uitsluitend te zoeken is in den fijn verdeelden toestand, dan schijnen toch de andere poeders niet op deze zuivere wijze bevestigd te kunnen worden; althans Tyndall bewaart hierover het stilzwijgen.

Nadat nu de cubus met kokend water gevuld en eene constante afwijking der galvanometernaald verkregen was, werd het glaspoeder met een borstel er afgewreven; eene kleine vermeerdering in afwijking was er het gevolg van, die Tyndall toeschrijft aan het geringe temperatuursverschil tusschen de oppervlakte van de glazen plaat en het opgestrooide poeder. Eene analoge proef werd met een plaat

klipzout en klipzoutpoeder genomen, en hetzelfde resultaat verkregen.

Aangenomen nu, dat de kleine vermeerdering in afwijking aan oorzaken buiten den meer of minder fijn verdeelden toestand van het onderzochte lichaam toe te schrijven is, dan pleiten deze beide waarnemingen zeer sterk voor Tyndall's meening, doch de getallen deelt hij helaas niet mede.

Hiertegenover is echter uit dezelfde verhandeling een feit aan te halen, waaruit blijkt dat de physische toestand van hetzelfde lichaam van zulk eenen grooten invloed is op de rol, die het ten opzichte van stralende warmte speelt, dat deze geheel verandert.

Op bladz. 293 van zijne verhandeling zegt Tyndall toch: „*Ordinary roll sulphur, even in thin cakes, allows no radiant heat to pass through it,*” en op bladz. 295: „*Sulphur is highly diathermic.*” Met dit laatste bedoelt hij, zooals blijkt uit hetgeen verder volgt, zwavel in zeer fijn verdeelden toestand.

Men ziet hieruit, dat bij zwavel ten minste de physische toestand van belangrijken invloed is; een verschijnsel, dat weder pleiten zou voor de wet van Masson en Courtepée.

Met een zeer groot aantal poeders heeft Tyndall proeven genomen, terwijl hij eene oplossing van zwavel in zuivere zwavelkoolstof als plakmiddel gebruikte.

Niet echter bij alle poeders gelukte deze wijze van bevestiging; het plakmiddel schijnt dus wel degelijk een zeke ren, hoewel onbekenden invloed uit te oefenen.

Daarom volgde Tyndall, op raad van Mr. Duppa, bij som-

mige poeders een geheel anderen weg: de cubus werd geïsoleerd, bestrooid met het poeder en daarna geëlectriseerd; dan kon hij ontladen en overeind gezet worden, zonder dat de poeders er af vielen.

Bij de vermelding hiervan zegt Tyndall evenwel: „It was however aided by a circumstance, which we did not anticipate.”

Het is niet duidelijk of Tyndall hiermede bedoelt, dat hij niet verwacht had, dat de poeders bevestigd zouden blijven of dat er eene zekere omstandigheid (die hij evenwel niet opgeeft) in het spel trad.

In alle geval blijkt het, dat er iets met het poeder geschied moet wezen; wat is onbekend, doch kan die onbekende oorzaak niet van invloed op de straling zijn?

Deze vraag is zeer geoorloofd.

In twee tabellen deelt Tyndall zijne verkregen uitkomsten mede; in de eerste zijn die poeders opgenomen, welke met het zwavelcement bevestigd zijn, terwijl in de tweede diegene voorkomen waarbij de electriciteit als plakmiddel moest aangewend worden.

Daar sommige poeders in beide tabellen voorkwamen, vonden wij het wenschelijker, uit beide tabellen er ééne te vormen, waarin dan de uitstralingen zijn opgegeven voor beide bevestigingsmiddelen.

De eerste getallenrij wijst op de zwavel-, de tweede op de electriciteits-bevestiging.

TABEL II.

POEDERS.	Zwavel- bevestiging.	Electriciteits- bevestiging.	Vermindering in procenten.
Klipzout.	35.3	24.5	30
Hydrargyriïodid.	39.7	26.0	35
Zwavelmelk.	40.6	25.8	37
Hydrargyrisulphied.	46.6	30.6	34
Loodïodid.	47.3	36.0	24
Loodchloried.	55.4	39.0	30
Cadmiumchloried.	56.5	40.0	29
Vloeispaath.	68.4	48.6	29
Calciumsulphied.	71.0	49.1	31
Bariumsulphaat.	71.6	51.3	28
Loodglid.	74.2	56.5	24
Cadmiumsulphied.	76.3	56.9	25
Kobaltoxyd.	76.6	62.5	19
Calciumsulphaat.	77.7	59.3	24
Zinkcarbonaat.	77.7	62.0	20
Ferrioxyd (rood).	78.4	63.8	19
Ferrioxyd (zwart).	81.3	65.8	19
Koperïodid.	82.0	63.0	23

Zooals men ziet, hebben we de poeders in die volgorde genomen, waarbij met de zwavel-bevestiging eene geregelde opklimming in uitstralend vermogen plaats grijpt. We zien dan 1^o. dat die volgorde in de tweede kolom niet meer bestaat. Ging men de poeders volgens de tweede kolom rangschikken en vergeleek men hunne volgorde dan met die van de eerste, dan zou men zien, dat er niet minder

dan 8 van de 18 eene andere plaats in de rij ingenomen hebben, nl.:

Zwavelmelk.

Hydrargyriïodied.

Calciumsulphaat.

Zinkcarbonaat.

Kobaltoxyd.

Koperiodied.

Rood ferrioxyd.

Zwart ferrioxyd.

Daar men natuurlijk mag aannemen, dat Tyndall voor beide seriën hoeveelheden van hetzelfde poeder nam, kan de oorzaak van dit verschil gelegen zijn:

- a. in het gebruik van het plakmiddel.
- b. in de dikte der uitstralende laag. Bij ons onderzoek, verricht nadat deze critische beschouwing van Tyndall's verhandeling geschreven was, bleek ons op overtuigende wijze, dat men hiermede wel degelijk rekening moet houden.

2°. Van de 32 poeders, die Tyndall met zwavelcement bevestigd heeft, zijn er, zooals we gezien hebben, 18 d. i. bijna 57 % ook met electriciteit aangebracht.

Electriciteit schijnt dus ook niet in alle gevallen dienst te kunnen doen. Dit is o. a. het geval met roetzwart, een lichaam, dat bij de stralende warmte zulk eene belangrijke rol speelt.

De overige onderzochte poeders vindt men in:

TABEL III.

POEDERS.	Zwavel- bevestiging.	POEDERS.	Electriciteit- bevestiging.
Gewoon Zout	41.3	Zilverchloried (wit).....	25.0
Bariumchloried	58.2	Platinaspons	31.5
Zilverchloried (donker)....	58.6	Gewasschen zwavel.....	32.3
Antimoniumtersulphied....	69.4	Zinksulphied.....	36.1
Calciumcarbonaat.....	70.2	Amorphe phosphorus	38.0
Antimoniumoxysulphied...	70.5	Suiker	52.1
Loodchromaat	74.1	Zilverchloried (zwart) ...	60.0
Cuprochloried	76.5	Ferrosulphied	65.5
Cuprosulphied	79.0		
Zinkhydroxyd	80.4		
Ferrosulphaat.....	81.7		
Roetzwart.....	84.0		

Van eene gelijke wijze van experimenteren voor alle poeders is dus geen sprake, daar, zooals uit Tabel II en III blijkt:

47 % op beide manieren bevestigd zijn.

32 % alleen met zwavelcement.

21 % alleen met electriciteit.

Tyndall zelf schijnt bovendien ook de aanwezigheid van het plakmiddel niet zonder invloed te achten; immers de aanleiding tot bevestiging met electriciteit was, dat hij trachtte alleen zwavelkoolstof als plakmiddel te gebruiken; dit gelukte niet bij alle.

Zoo dus het plakmiddel van invloed is, en de verschillen in de uitkomsten alleen daaraan toe te schrijven waren, zou men volstrekt niet in staat zijn het bedrag van dien invloed bij 53 % der gebruikte poeders te constateeren.

3°. Eene zaak, die ons direct in het oog valt, is, dat bij Tabel II de getallen in de tweede kolom zonder uitzondering kleiner zijn dan die in de eerste. Hiervan kunnen nu de oorzaken zijn:

- a. Het plakmiddel.
- b. De dikte der laag.
- c. Verschil in plaatsing van cubus en thermozuil.
- d. Verschil in temperatuur.
- e. Storende invloeden.

Bij de oorzaak onder *e* opgegeven, behoeven we niet stil te staan, daar men met zekerheid verwachten mag, dat Tyndall de noodige voorzorgsmaatregelen bij deze proeven over stralende warmte genomen heeft; hij zegt echter hieromtrent alleen dit:

„... the thermo-electric pile, which as usual was well defended from air-currents and other extraneous sources of disturbance.” Bovendien zouden dan deze storende invloeden bij de electriciteits-bevestiging steeds in denzelfden zin gewerkt hebben.

Vershillen in temperatuur van het kokend water kunnen ontstaan ten gevolge van veranderingen in luchtdrukking. Deze invloed is evenwel zoo gering, dat we hem gerust buiten rekening kunnen laten. Maar zelfs wanneer men dit

niet wilde toestemmen, dan moest men aannemen, dat steeds die dagen, waarop de getallen der tweede kolom zijn bepaald, de temperatuur der cubi lager was geweest. Dit is natuurlijk onmogelijk aan te nemen.

Was die onder *c* de reden, dan zou Tyndall wel opgegeven hebben, dat hij voor de tweede serie de cubi verder van de thermozuïl verwijderd had.

Wat nu de dikte der laag betreft, zullen wij even op onze resultaten vooruitloopen.

Bij de poeders, die wij onderzocht hebben, is zonder uitzondering gebleken (zie bl. 76), *dat er voor ieder poeder eene dikte bestaat, waarbij het absorptievermogen een maximum is.* Hetzelfde heeft het vorige jaar Prof. E. Villari te Bologna voor uitstraling ontdekt.

Daar Tyndall niet op dit verschijnsel gelet heeft, kan dit de oorzaak zijn, dat hij bij een zelfde poeder verschillende waarden vindt voor het uitstralend vermogen.

Aangezien Tyndall nu, zooals hij zelf mededeelt, bij het gebruik van zwavelcement er steeds voor zorgen moest, dat het poeder in voldoende dikte op de zijvlakte van den cubus aanwezig was, is het niet onwaarschijnlijk, dat de dikte der uitstralende laag bij zwavelcement grooter was dan bij electriciteit.

De dikte der lagen kan dus van invloed zijn geweest, ofschoon het niet uit te maken is, bij gebrek aan opgaven hieromtrent en bij gebrek aan kennis omtrent de dikte van de laag der grootste emissie.

Daar bij het gebruik van electriciteit als bevestigingsmiddel

hoogst waarschijnlijk de dikten der uitstralende lagen geringer zijn geweest, dan bij het gebruik van zwavelement, kan de kleinere waarde der uitstralingen daaraan toe te schrijven zijn.

Of nu bij het zwavelement de laag der grootste emissie overschreden was of niet, is evenwel niet uit te maken.

Eindelijk zou het gebruik van het plakmiddel de oorzaak kunnen wezen.

Hoewel deze het meest voor de hand ligt, zou dit slechts kunnen uitgemaakt worden door een onderzoek van een zelfde poeder *met* en *zonder plakmiddel*, terwijl tevens op de dikte der lagen acht werd gegeven.

Om over het bedrag der vermindering een oordeel te kunnen vellen, hebben we deze in procenten in de derde kolom opgegeven (Tab. II).

Uit deze getallen zien we

1^o. dat bij alle vermindering plaats grijpt,

2^o. dat het bedrag dezer vermindering bij de verschillende poeders verschillend en zonder eenigen bepaalden regel is.

Het bedrag der vermindering loopt zelfs nog al sterk uiteen, daar het bij 3 poeders bijna de helft is van die bij zwavelmelk.

Het moet echter door nader onderzoek nog uitgemaakt worden, of het onder 1^o. opgegeven een gevolg is van het plakmiddel, en het onder 2^o. vermelde zijn oorzaak te danken heeft aan de verschillende dikten.

De opmerking, die Tyndall na de mededeeling dezer

tabellen maakt: „the agreement as regards relative radiative power between this and the former table is as good as could under the circumstances be expected”, verliest, na het door ons medegedeelde, wel iets van hare waarde.

§ 3.

Heeft Tyndall tot nu toe de quantiteit der uitgezonden warmtestralen nagegaan, en is volgens hem op de duidelijkste wijze aangetoond, dat zij in alle aggregaatstoestanden hoofdzakelijk afhangt van de chemische samenstelling, thans gaat hij zich bezighouden met de qualiteit der uitgestraalde warmte.

Hij onderzoekt daartoe de warmtestralen bij hunnen doorgang door klipzout; het gebruik van deze stof berust op hare eigenschap dat zij voor de meeste stralen zeer diathermaan is. De onderzoekingen of het klipzout ook athermo-chroisch is spreken elkaar echter tegen; immers Knoblauch ¹⁾ was na zeer nauwkeurige proeven tot het besluit gekomen, dat het deze eigenschap bezat, terwijl Magnus ²⁾ op grond van zijn onderzoek besloot dat het klipzout zeer sterk de

¹⁾ Pogg. Ann. CXX.

²⁾ „ „ CXXXIX.

stralen absorbeert, die door klipzout, dat tot 150° à 200° verwarmd is, uitgezonden worden.

Villari heeft eindelijk bewezen ¹⁾, dat klipzout een bijzonder sterk absorptievermogen heeft voor stralen, door poedervormig klipzout bij 100° uitgezonden.

Op het oogenblik de quaestie tusschen die onderzoekers in het midden latende, zullen we nagaan wat de uitkomsten van Tyndall zijn geweest.

De plaat klipzout, die hij gebruikte, was voor het doel zoo goed als maar gewenscht kon worden. Terwijl hare dikte 20 mM. bedroeg, was hare oppervlakte, in vergelijking met de grootte der opening van de thermozuil, van dien aard, dat er geen vrees kon bestaan, dat de terugkaatsing tegen de zijvlakken van invloed was. Dit voordeel, zegt Tyndall, is niet gering, daar Knoblauch ten duidelijkste aangetoond heeft, dat onvoorzichtigheid in dit opzicht de oorzaak van belangrijke fouten kan zijn.

Tyndall liet eerst de warmtebron vrij tegen de zuil uitstralen, en uit de afwijking der magneetnaald bepaalde hij de intensiteit dezer straling; dan plaatste hij de klipzoutplaat tusschen warmtebron en zuil, waardoor de galvanometrische afwijking verminderde; vervolgens werd de hoeveelheid der doorgelaten warmte in procenten der totale straling berekend. De poeders werden met zwavelcement bevestigd en Tyndall verkreeg de volgende tabel:

¹⁾ Il nuovo Cimento, Ser. 3, Tomo IV.

TABEL IV.

POEDERS.	Totale straling.	Doorgelaten warmte in procenten v. d. totale straling (Zwavel).	Getallen over- genomen uit Tabel II en III.	Doorgelaten warmte in procenten v. d. totale straling (Electrici- teit).
Klipzout.....	35.3	67.2	35.3	62.8
Hydrargyriiodied (*).....	39.7	76.3	39.7	73.7
Zwavelmelk (*).....	40.6	76.9	40.6	72.8
Gewoon Zout.....	41.3	70.8	41.3	
Hydrargyroiodied (*).....	46.6	79.0		
Hydrargyrisulphied.....	46.6	73.1	46.6	71.0
Loodiodied.....	47.3	73.8	47.3	74.1
Loodchloried.....	55.4	73.1	55.4	
Cadmiumchloried.....	56.5	73.2	56.5	
Bariumchloried (*).....	58.2	70.7	58.2	
Zilverchloried (donker)...	58.6	74.2	58.6	
Vloeispaath (*).....	68.4	70.5	68.4	70.7
Antimoniumtersulphied ...	69.4	77.1	69.4	
Calciumcarbonaat.....	70.2	77.6	70.2	
Antimoniumoxsulphied...	70.5	77.6	70.5	
Molybdaeniumsulphied....	71.3	78.4		
Bariumsulphaat.....	78.4	71.3	71.6	75.0
Loodchromaat.....	79.2	71.6	74.1	
Loodglid.....	79.2	74.1	74.2	
Cuprochloried.....	78.6	76.3	76.5	
Kobaltoxyd.....	79.7	76.5	76.6	78.2
Ferrioxyd (rood).....	81.0	78.4	78.4	76.8
Cuprosulphied.....	82.3	79.0	79.0	76.5
Ferrioxyd (zwart).....	82.7	81.3	81.3	79.7
Ferrosulphied.....	83.3	81.7		78.5
Roetzwart.....	83.3	84.0	84.0	

De doorgelaten warmte varieert derhalve van 67 % tot 84 %: eene uitkomst, die dus niet voor het athermo-chroisch diathermanisme van klipzout pleit, terwijl ook volstrekt niet de stralen door de sterkst uitstralende poeders het meest doorgelaten worden. In de getallen van de tweede kolom is volstrekt geen bepaalde volgorde op te merken.

Doch uit de beschouwing van Tabel IV is nog meer af te leiden.

Vergelijken we haar met de beide eerste kolommen van Tabel II en III, dan zien we in de eerste plaats dat er drie nieuwe poeders in voorkomen.

Hydrargyroïodid.

Molybdaeniumsulphied.

Ferrosulphied,

terwijl er 6 ontbreken nl.:

Cadmiumsulphied.

Calciumsulphaat.

Zinckarbonaat.

Zinkhydroxyd.

Ferrosulphaat.

Koperiodid.

Het ferrosulphied, dat vroeger alleen met electriciteit kon bevestigd worden, schijnt nu ook met zwavelcement te houden. Doch waarom komt het dan niet in Tabel II voor?

Van deze zes ontbrekende poeders behooren er 3 tot het lijstje van bl. 17.

Wat vervolgens de getallen voor de totale straling be-

treft, deze stemmen tot en met antimoniumoxysulphied volkomen overeen met die van Tabel II en III. De daaropvolgende zijn alle — uitgezonderd roetzwart — in Tab. IV iets hooger; het cuprochloried staat bovendien niet op de goede plaats, wat volgorde in uitstraling betreft. Misschien dat 78.6 een drukfout is, en 79.6 moet wezen. We zullen dit ten minste aannemen.

Of Tyndall nu sommige getallen eenvoudig uit Tabel II en III overgenomen, dan wel opnieuw bepaald heeft, wordt niet medegedeeld.

Vervolgens neemt Tyndall dezelfde proeven met 24 poeders, die door middel van electriciteit bevestigd werden.

Zooals uit de beschouwing der beide tabellen (IV en V) blijkt, die we daarom meenen weder in haar geheel te moeten overnemen, zijn het volstrekt niet „the same powders” als van Tabel IV, zooals Tyndall eenvoudig opmerkt. Er komen toch in Tabel V niet minder dan 12 poeders voor, die men te vergeefs in Tabel IV zoekt. Hij zal dan ook waarschijnlijk die tabel bedoeld hebben, waarin hij de uitstralingen der electrisch bevestigde poeders opgeeft. Deze vindt men bij ons in Tabel II en het tweede gedeelte van Tabel III. Doch dan is de bewering van Tyndall toch nog niet volkomen juist; immers in Tabel V komen 2 poeders voor:

Cuprosulphied

en

Platina (zwart)

die men niet in Tabel II en III vindt. Het laatste zal waarschijnlijk wel hetzelfde zijn als platinaspons; doch Tyn-

dall duidt het door twee namen aan (black en spongy platinum). De overige 22 poeders van Tabel V vindt men alle in Tabel II en III, waarin er 26 staan opgegeven, zoodat er nog 4 poeders zijn, die niet in Tabel V, maar wel in Tabel II en III voorkomen.

TABEL V.

POEDERS.	Totale straling.	Doorgelaten warmte in procenten v. d. totale straling (Electriciteit) 1).
Klipzout.....		62.8
Zilverchloried (wit).....		69.7
Vloeispaath.....		70.7
Hydrargyrisulphied.....		71.0
Calciumsulphied.....		72.5
Zwavelmelk.....		72.8
Cadmiumsulphied.....		73.3
Hydrargyriïodied.....		73.7
Gewasschen Zwavel (flowers).....		74.0
Loodïodied.....		74.1
Calciumsulphaat.....		74.2
Zinksulphied.....		74.4
Zinkcarbonaat.....		74.8
Bariumsulphaat.....		75.0
Suiker.....		75.4
Cuprosulphied.....		76.5
Koperïodied.....		76.5
Ferrioxyd (rood).....		76.8
Zilverchloried (zwart).....		77.3
Amorphe phosphorus.....		78.0
Kobaltoxyd.....		78.2
Ferrosulphied.....		78.5
Ferrioxyd (zwart).....		79.7
Platina (zwart).....		89.0

1) Tyndall heeft slechts opgegeven: „Transmission,” doch even als bij Tabel IV (2de kolom) is hier de doorlating in procenten bedoeld; (zie bl 30).

Wat ons het eerste in het oog valt, is, dat in deze tabel de getallen voor de totale straling ontbreken. Daar echter de getallen in de tweede kolom door berekening en waarneming gevonden moeten zijn, mogen we als zeker aannemen, dat Tyndall daarvoor de getallen van Tabel II en III genomen heeft. Men stuit dan echter op het cuprosulphied en het platina (zwart); doch voor dit laatste zullen we dan eenvoudig platina-spons nemen. Wat de reden is, dat Tyndall hier zoo geheel anders handelt, dan bij Tabel IV, is ons onbegrijpelijk.

We kunnen 12 poeders van Tabel V vergelijken met die van Tabel IV, en hebben die getallen dan ook in Tabel IV in de 4^{de} kolom geplaatst. Hieruit zien we, dat bij 8 de doorgelaten warmte minder, bij 4 daarentegen meer is.

Hoe waarschijnlijk het nu ook van Tyndall's standpunt (die de wet omtrent de dikte, bl. 76, nog niet kende) zou zijn geweest, de oorzaak van dit vreemde verschijnsel aan den invloed van het plakmiddel toe te schrijven, zegt hij:

.... „*I do not, however, think, that the differences are due to the employment of the cement, but to a slight source of disturbance, which was removed in the later experiments.*”

Maar waarom dan niet de proeven herhaald, en de cijfers opgegeven van de uitkomsten, waar „*that slight source of disturbance was removed?*”

Het zou ook niet onbelangrijk zijn geweest dezen storenden invloed medegedeeld te hebben.

Uit Tabel IV trekt Tyndall nu het volgende besluit:

In 't algemeen laat het klipzout juist die stralen het minst door, die afkomstig zijn van de slechtste uitstralers.

De eenige belangrijke uitzonderingen zijn door Tyndall met een sterretje aangegeven (zie Tabel IV). Zij zijn ten getale van 5; naar onze meening is het trekken van dit besluit uit bedoelde tabel een weinig voorbarig.

Zoo we de poeders van Tabel IV nummeren, dan wijzen deze getallen tevens de volgorde der poeders, naar hun uitstralend vermogen gerangschikt, aan (bl. 26).

Plaatsen we nu daarnaast de volgnummers der poeders, naar de getallen van de 2^{de} kolom gerangschikt, dan krijgen we daardoor:

1	1	8	8	15	11	22	21
(*) 2	13	9	9	16	20	23	23
(*) 3	16	(*) 10	3	17	5	24	24
4	4	11	12	18	6	25	25
(*) 5	22	(*) 12	2	19	11	26	26
6	7	13	17	20	14		
7	10	14	18	21	15		

Was hetgeen Tyndall nu meende te zien juist, dan moesten beide rijen van getallen overeenstemmen, of ten minste bijna gelijk zijn. Het verschil tusschen iedere twee getallen is dus een maat voor de uitzonderingsgevallen.

We zien nu, dat er 8 poeders zijn, waar de wet volkomen doorgaat. Tyndall neemt nu aan, dat er 5 uitzonderingen zijn; daar nu het kleinste verschil = — 7 is, zullen ook die poeders waar dit verschil even groot, 't zij + of —,

of grooter is, tot de uitzonderingsgevallen gerekend moeten worden. Zoo zijn er nu nog drie, n. l.

- 17. Bariumsulphaat (12)
- 18. Loodchromaat (12)
- 19. Loodglid (8).

Deze worden door Tyndall geheel over het hoofd gezien.

De overige verschillen liggen natuurlijk tusschen 0 en ± 7 in. Van deze 18 poeders hebben nu 6, zooals uit het lijstje van bld. 29 blijkt, een verschil dat dichter bij 7 dan bij 0 is gelegen, dus eerder tot de uitzonderings- dan tot de sluitgevallen behooren. Derhalve slechts bij 12 van de 26 poeders gaat de wet, die Tyndall aangeeft, eigenlijk door.

Men zou kunnen aanmerken, dat de bovenstaande rede-
neering eenigszins is opgemaakt om het aantal uitzonde-
ringsgevallen in het ooglopend groot te doen worden. Hier-
tegen merken we het volgende op.

Het allerongunstigste geval is dat van Hydrargyroïdied, waar het verschil 17 bedraagt, d. w. z., het poeder staat, wat de doorlating betreft, 17 plaatsen te hoog. Nemen wij nu als onderste grens 4 aan, dan is dit nog een fout in plaatsing, die 23 % van de grootste fout bedraagt. Zulk een bedrag kan toch werkelijk niet verwaarloosd worden, het geen Tyndall echter doet.

Onderzoeken wij nu, of deze wet ook doorgaat bij de poeders van Tab. V. Hoewel Tyndall bij deze tabel enkel opgeeft „Transmission” en in Tab. IV „Transmission in 100ths of the total Radiation”, schijnt toch ook hier het

laatste bedoeld te worden, daar Tyndall de opmerking maakt, dat nu de hoeveelheden doorgelaten warmte geringer zijn. Stelden nu de opgegeven getallen de werkelijke doorgelaten hoeveelheden warmte voor, dan zou juist het omgekeerde waar zijn.

We hebben, even als bij Tabel IV, de cijfers noodig die de totale straling aangeven.

Daar deze nu niet in Tabel V gevonden worden, nemen we die van Tabel II en III (2^{de} kolom). Zij komen in de verhandeling van Tyndall in ééne Tabel voor. In de eerste plaats merken we op, dat, evenals bij Tabel IV, niet alle poeders te vergelijken zijn, daar toch

Loodchloried
Cadmiumchloried
en
Loodglid

in Tabel V ontbreken; terwijl omgekeerd cuprosulphied wel in Tabel V, maar niet in Tabel II en III (El.) te vinden is.

Hoewel verder in Tabel V alleen sprake is van „*washed sulphur*,” terwijl in Tabel II en III (El.) van „*washed sulphur (flowers)*,” gesproken wordt, hebben we aangenomen, dat hiermede hetzelfde wordt bedoeld.

Een gelijke opmerking geldt voor „*spongy*” (Tabel II en III) en „*black platinum*” (Tabel V).

We nemen nu de cijfers voor de totale straling uit Tab. II en III over, en daar het ons toch slechts om de volgorde te doen is, komt de absolute waarde der uitstraling volstrekt niet in aanmerking.

Maakt men dan een dergelijk lijstje, als op bl. 29 geschied is, en gaat men verder op gelijke wijze te werk, dan zal men vinden, dat hier

7 uitzonderingsgevallen

en

16 sluitgevallen

zijn, een veel gunstiger resultaat dan bij Tabel IV; doch hier bewaart Tyndall over bedoelde wet het stilzwijgen.

Van haar — „*dat het klipzout het meest die stralen doorlaat, die door de sterkst uitstralende poeders worden uitgezonden*” — geeft Tyndall ook de volgende verklaring:

.... „De eigenschap, die eene molecule van eene zekere zelfständigkeit in staat stelt, meer warmte uit te stralen dan eene andere, kan zeer goed ook van invloed zijn op de vibratie-tijden der trillingen. Is deze hypothese juist, dan zal er een grooter onderscheid zijn tusschen de vibratie-tijden van goede uitstralers en slechte, dan tusschen die eener zelfde soort.

Maar hoe grooter dit onderscheid is, des te minder zullen de stralen van het eene lichaam door het andere geabsorbeerd worden; vandaar dat we, wat de doorlating door klipzout (een slechte uitstraler) betreft, kunnen verwachten dat de stralen van krachtige uitstralers het best doorgelaten zullen worden.”

In 't algemeen, zegt Tyndall, is dit ook het geval (zie echter bl. 29 e. v.); de sterkste uitzondering vindt men bij het „*black platinum*,” dat hoewel slechts een matige uit-

straler (N^o. 7), zijne stralen het meest door klipzout heen laat gaan (N^o. 23).

Uit al hetgeen we hebben medegedeeld, meenen we dus het besluit te mogen trekken, dat, al bestaat werkelijk de bedoelde wet, de proeven van Tyndall volstrekt niet afdoende zijn. De oorzaak kan zeer goed in het gebruik van het plakmiddel en in de dikte der lagen gezocht moeten worden.

Het is derhalve wenschelijk deze proeven te herhalen volgens eene methode, waarbij 1^o. van *geen plakmiddel* gebruik wordt gemaakt en 2^o. op de dikte der lagen acht wordt geslagen.

Blijkt het, dat deze oorzaken van geen invloed zijn, dan is onwederlegbaar bewezen, dat klipzout niet athermochroïsch diathermaan is, d. i. dus in strijd met de zorgvuldige proeven van Knoblauch ¹⁾, en in overeenstemming met die van De la Provostaye-Desains ²⁾, Balfour Stewart ³⁾, en Villari ⁴⁾.

Met het oog op Tabel IV en V zegt Tyndall verder, dat de langzame toename der doorgelaten warmte en het groot aantal poeders, waarvoor dit bedrag bijna even groot is, oorzaak kunnen zijn, dat, wanneer men slechts met een gering aantal poeders experimenteert, men geneigd zou zijn de uitkomst van Knoblauch als de ware aan te nemen.

1) Pogg. Ann. Bd. CXX.

2) " " " XC.

3) Phil. Mag. 4^e Serie 20.

4) Il nuovo Cimento. Serie 3. Vol. IV.

Daarom gaat Tyndall vervolgens onderzoeken, hoe klipzout zich gedraagt ten opzichte der absorptie.

Zoals uit Tabel V blijkt, wordt 37.2 % van de totale, door klipzoutpoeder uitgestraalde warmte door de klipzoutplaat geabsorbeerd. Volgens Melloni komt 7 à 8 % van deze verdwenen warmte op rekening van terugkaatsing tegen de beide oppervlakten der zoutplaat. Dan blijft er dus in een rond cijfer, 30 %, over voor absorptie.

Voor zwart platina is dit slechts 4 % (100—89—7); bij het eene poeder is dus de absorptie ruim 7 maal zoo groot als bij het andere.

Zoo heeft Tyndall het volgende lijstje opgemaakt:

POEDERS.	Absorptie in procenten van de totale straling.
Zwart platina.....	3.7
Ferrioxyd (zwart).....	13.0
Ferrioxyd (rood).....	15.9
Suiker.....	17.3
Zilverchloried.....	22.6
Klipzout.....	29.9

Het verschil in absorptie van klipzout is dus blijkbaar voor de verschillende poeders veel grooter dan het verschil in doorgelaten warmte (zie Tabel IV en V).

§ 4.

Aan het einde zijner verhandeling zegt Tyndall: „Theory alone would lead us to the conclusion, that the absorptive power of the substances, mentioned in Table I (bij ons Tab. II en III) is proportional to their radiative power; nevertheless a few actual experiments on absorption will serve as a check upon those recorded in the Table.”

Daartoe richtte Tyndall zijne proeven op de volgende wijze in:

Aan weerskanten van een cubus plaatste hij eene vertikale plaat tin, aan wier achterzijde een staafje bismuth gesoldeerd was, dat door middel van een metalen draad in verbinding stond met een galvanometer; beide platen waren bovendien door een dergelijken draad met elkander verbonden.

De voorzijden der platen werden nu op gelijke wijze met roetzwart bedekt en op zoodanige afstanden van den cubus geplaatst, dat ondanks zijne uitstraling naar beide platen, de galvanometernaald geene afwijking vertoonde. Dit kan geschieden, daar de beide thermostroomen een tegengesteld verloop hadden.

Bij eene der platen werd daarop het roetzwart vervangen door het poeder, waarvan Tyndall eenvoudig zegt:

„These latter coatings were the powders already employed and they were held upon the plate *by their own adhesion.*”

Waarom Tyndall die poeders dan ook vroeger niet op deze wijze bevestigd heeft, is ons een raadsel.

Of de zijvlakken van den cubus al of niet met een poeder waren bedekt, vindt men niet opgegeven.

Met 5 poeders slechts heeft Tyndall deze proeven genomen; de eerste 4 behoorden tot die, welke zoowel met zwavelcement als met electriciteit bevestigd kunnen worden, terwijl het laatste tot de in Tabel III (2^{de} afdeeling) genoemde behoorde.

Tyndall volgde hier, zooals duidelijk is, de door hem uitgevonden compensatie-methode en kreeg de volgende uitkomsten:

TABEL VI.

POEDERS.	Absorptie.	Uitstraling.
Klipzout.....	25.5	24.5
Vloeispaath.....	47.5	48.6
Loodglid ¹⁾	59.0	56.5
Kobaltoxyd.....	60.5	62.5
Ferrosulphied.....	66.5	65.5

De getallen die Tyndall door waarneming vond, waren alle twee maal grooter, doch om de vergelijking met die voor de uitstraling (overgenomen uit Tab. II en III) gemakkelijker te maken, heeft hij ze alle door 2 gedeeld. De getallen in de 2^{de} kolom zijn die, welke verkregen zijn met de electriciteitbevestiging.

¹⁾ Tyndall spreekt hier van „red lead:” hij heeft hier klaarblijkelijk, „red lead oxide” op het oog gehad.

„The approximation of the figures in the second and first columns is close enough to establish the accurate proportionality of radiation and absorption.”

Bepaalt men de verhouding tusschen absorptie en uitstraling dan moeten volgens de wet van Kirchhoff deze quotienten constant zijn; men vindt, wanneer men de door waarneming verkregen getallen neemt:

2.08 1.95 2.09 1.94 203,

d. i. gemiddeld 2.02

met een gemiddelde fout van 0.03.

Het is echter duidelijk, dat Tyndall de uitstraling en absorptie vergelijkt van poeders, die niet in dezelfde omstandigheden verkeerden, (met en zonder plakmiddel).

§ 5.

Uit al deze beschouwingen blijkt overtuigend de wenselijkheid, om de proeven zoodanig in te richten, *dat volstrekt van geen plakmiddel gebruikt wordt gemaakt*, zoodat de poeders chemisch zuiver blijven.

Wat absorptie betreft, is ons dit gelukt en zijn onze proeven niet zonder resultaat geweest.

De eerste voorwaarde, waaraan wij moesten voldoen, was natuurlijk, dat het vlak, waarop de poeders zouden worden aangebracht, horizontaal was geplaatst.

De inrichting, die dus het eerst voor de hand lag, was, de

poeders te strooien op het bovenvlak van een Leslieschen cubus, die door ingeleiden stoom constant op 100° gehouden werd. Plaatste men dan daar boven eene thermoziuil, dan zouden de verschillende afwijkingen, die door de ontstane thermostroomen aan de magneetnaald van een galvanometer werden gegeven, een gevolg zijn van de uitstralende vermogens der poeders. Het is evenwel duidelijk, dat de opstijgende warme lucht de thermoziuil zou verwarmen, zoodat de verkregen afwijkingen niet uitsluitend een gevolg van uitstraling waren.

Derhalve moet het poeder zich onder de warmte-bron bevinden, zoodat niet de uitstraling, maar de absorptie werd nagegaan.

Warmte-bron. Deze was een geel koperen cubus (oorspronkelijk hadden we een blikken, doch na een paar maanden hiermede gewerkt te hebben, bleek de bodem doorgeroest te zijn), wiens ribbe 10 cM. bedroeg.

Terwijl het grondvlak met roetzwart bedekt was, bevatte het bovenvlak in diagonaal-richting, drie cirkelvormige openingen (diam. 16.8 mM.) In de middelste werd een thermometer bevestigd, terwijl de beide andere voor de met watten omkleede toe- en afvoerbuizen van den stoom bestemd waren. De eerste reikte bijna tot den bodem; de ander ongeveer ter halverwege, zoodat, daar de cubus eerst altijd tot voldoende hoogte met kokend water werd gevuld, bij het verloop der proeven, de cubus eene zelfde hoeveelheid water van 100° bevatte. Ofschoon het wenschelijk zou zijn geweest, den afgevoerden stoom door een toestel te leiden,

die door toe- en afvloeiend water steeds op een constanten temperatuur werd gehouden, konden wij, door de inrichting der galvanometer-kamer, waar wij onze proeven verrichtten, hieraan geen gevolg geven.

We lieten daarom de afvoerbuizen uitmonden in een glazen bak met koud water gevuld; deze, tot den rand gevuld, werd geplaatst in een ander glazen vat, waarvan een gevolg was dat de afgevoerde stoom steeds de drukking van eene even hooge waterkolom te overwinnen had. Met korte tusschenpoozen werd het warme water verwijderd en door koud vervangen.

We meenen al deze en volgende bijzonderheden te moeten mededeelen, daar het ons voortdurend bleek, dat dergelijke veranderingen niet slechts gewenscht, maar noodzakelijk waren. Dat het aantal, in zekeren zin nuttelooze, waarnemingen dan ook een aanzienlijke hoogte heeft bereikt, behoeft nauwelijks vermeld te worden.

De cubus wiens boven- en zijvlakken met een laag watten omgeven waren, werd gedragen door 3 Γ -vormige houten stijlen, terwijl zijn bodem zich op een afstand van ongeveer 3,9 dM. van de tafel bevond, waarop de geheele toestel met schroeven was bevestigd.

Thermo-element. Aan een geelkoperen plaat (lengte 81 mM., breedte 76 mM., dikte 0.7 mM.) waren een staafje bismuth (13.3 — 31 — 14.4 mM.) en een staafje antimonium (13.2 — 31 — 14.5 mM.) gesoldeerd, die door, met caoutchouc omgeven geleiddraden, in verband met den galvanometer waren. Dit element werd in een houten doosje geplaatst,

zoodanig, dat de plaat als deksel diende, en de tusschenruimte met watten was opgevuld. Dit doosje kon door middel van een lat met klemschroeven aan twee der houten stijlen (bl. 39) vastgezet worden, zoodat de koperen plaat horizontaal was geplaatst. Men was dus in staat deze, waarop het poeder werd gestrooid, op verschillende afstanden van het uitstralende oppervlak (den bodem van den cubus) te bevestigen.

Een tweede dergelijke toestel werd aan het andere uiteinde der tafel geplaatst, op een afstand van ongeveer 1.3 M. van den eersten. We zullen in het vervolg deze beide onderscheiden door de benamingen El. I en El. II.

Ons eerste voornemen, de compensatiemethode van Tyndall toe te passen, moesten we om de volgende reden opgeven.

Werden beide elementen met roetzwart bedekt, en zoodanig in de geleiding opgenomen, dat de beide thermostroomen in verschillende richting liepen, dan kon men, met behulp van een verstelbaar diaphragma, de geabsorbeerde warmte zóó regelen, dat de naald van den galvanometer geene afwijking vertoonde. Dit evenwicht zal echter tengevolge van verschillende oorzaken niet steeds blijven bestaan. Eene kleine verplaatsing van het diaphragma is echter voldoende om de verlangde rust der naald te verkrijgen.

Wordt nu het roetzwart van El. II vervangen door het te onderzoeken poeder, dan zal de naald eene zekere afwijking vertoonen, van welke men echter niet weet en weten kan

of deze alleen een gevolg is van het verschil in absorptie, of dat zij geheel of gedeeltelijk veroorzaakt wordt door de oorzaken, waarop we zoo even doelden.

We moesten derhalve een minder gevoelige methode volgen, door de absorptie van ieder poeder rechtstreeks te bepalen. Oppervlakkig zoude men dus zeggen, slechts één element noodig te hebben, waarop dan achtereenvolgens alle poeders werden aangebracht.

Het bleek ons echter, dat de afwijkingen met eenzelfde poeder op verschillende avonden verkregen, volstrekt niet altijd even groot waren. Door nu één element te gebruiken ontbrak alle contrôle, en, we besloten het El. I als controleur dienst te laten doen. Dit werd daarom, met door een terpentijn lamp aangebracht roetzwart, bedekt, en heeft gedurende het geheele verloop onzer proeven in volkomen denzelfden toestand verkeerd.

Bij ons geheele onderzoek werd dan ook steeds eene waarneming met El. II voorafgegaan door eene met El. I, zoodat we steeds de verschillen in uitslagen, die niet een gevolg waren van verschil in absorptie-vermogen, bij El. I konden waarnemen. We kunnen daardoor berekenen wat de uitslag van El. II, bij aanwezigheid van roetzwart, zou geweest zijn en dus voor ieder poeder de absorptie met betrekking tot roetzwart bepalen.

Schermen. Om naar willekeur de warmte van den cubus al of niet op het element te laten vallen, brachten we tusschen element en cubus 2 horizontale schermen aan. Deze bestonden ieder eenvoudig uit een koperen metalen vierkant

raam (161 — 161 — 12 mM.), met goud-papier beplakt; bij El. I op een onderlingen afstand van 24 mM., bij El. II van 28 mM. Zij waren vastgezet aan een ijzeren standaard, die, op een wagentje geplaatst, over in de tafel geslagen rails voor en achteruit kon bewogen worden.

De hiertoe noodige koorden liepen over twee katrollen; het voordeel hiervan was, dat de waarnemer zich niet in de nabijheid der elementen behoefde te begeven. Opdat het wegtrekken steeds even snel zou geschieden, werd de trekkracht uitgeoefend door gewichten. Om schokken te voorkomen, waardoor het opgestrooide poeder van ligging zou kunnen veranderen, stuitten deze gewichten op een stoeltje met watten en een wollen deken bedekt.

Het terugloopen der rolwagens geschiedde door tegengewichten, aan de einden der tafel afhangende. Ofschoon we nu dit terugloopen steeds zeer langzaam en voorzichtig lieten plaatsgrijpen, waren de rolwagens van voren van een elastieken band voorzien (stuk van een gas-slang), en stuitten tegen een in de tafel geslagen klos, op dezelfde wijze bekleed.

Storende invloeden. Om deze tot een minimum terug te brengen, was de aangewezen weg, de geheele inrichting in een kast te plaatsen, in wier bovenvlak zich eene opening bevond, gelijk aan of iets grooter dan het grondvlak van den cubus. Eenige proeven op deze wijze genomen toonden echter aan dat de temperatuur binnen de kast langzamerhand hooger werd, een gevolg van onze inrichting, dat bepaald opgeheven moest worden.

We omgaven derhalve het thermo-element met een bordpapieren kast, in den vorm van een rechthoekig parallelipedum met één losse zijwand, die door middel van twee elastieke banden aan de drie andere, uit één stuk bestaande, bevestigd bleef. Deze kasten staken ongeveer 20 mM. boven de elementen uit; later was dit meer, daar we de elementen hebben laten zakken (zie bl. 61). Deze wijze van bevestiging der kast was gewenscht, opdat we haar gemakkelijk zouden kunnen verwijderen, noodzakelijk voor het wegnemen van het poeder en schoonmaken van het element.

Deze kast bevond zich binnen in de reeds meer genoemde stijlen, was breed en lang ongeveer 122 mM. terwijl de lengte en breedte van het doosje met het element 86 mM. bedroeg.

Buiten om de drie stijlen was vervolgens een bordpapieren kast geplaatst, uit drie vakken bestaande, ter hoogte van ongeveer 400 mM.

Daar de proeven des avonds werden genomen, viel er ondanks deze inrichting, toch nog licht op het element van de gaslamp, die op 2.7 M. afstand van de tafel ter hoogte van 2.18 M was geplaatst. Daar deze inrichting bij onverwarmde cubi eene merkbare afwijking der naald veroorzaakte, werd ten slotte om den geheelen toestel een bordpapieren kast geplaatst, die eene hoogte had van 0.7 M.; deze kast was van buiten met zilver-papier beplakt en van binnen met dof-zwart bestreken, zoodat de geheele inrichting zoo goed als van het licht afgesloten was. Toch viel er nog licht op het element.

Het vlak van de groote kast, dat zich aan de zijde van den rolwagen bevond, was natuurlijk van eene opening voorzien om de schermen door te laten; het bleek nu, dat door deze opening nog licht viel, dat niet direct van een der aanwezige gasvlammen afkomstig was, doch indirect door terugkaatsing tegen het plafond. Daarom was het noodzakelijk bordpapierenen kasten te maken, die ook van boven bedekt waren en waarbinnen zich de rolwagens bewogen. Zij sloten tegen het vlak met de opening aan en hadden eene hoogte van 0.7 M.

Ten gevolge van deze samengestelde kast-inrichting, waren de storende invloeden zoo gering mogelijk gemaakt.

Geleiddraden. De geleiddraden van het El II liepen onder de tafel door naar een commutator, in het bereik van den waarnemer; voor die van El I was dit niet te doen, daar deze aan het uiteinde van de tafel stond, waar de waarnemer zat. Van dezen commutator liepen de draden naar een kwikbak, waarin de beide galvanometerdraden uitkwamen; voor alle draden, die aan de stralen der verschillende aanwezige warmtebronnen blootgesteld waren, namen we zulke, die met gutta-percha omgeven zijn, daar het ons bleek, dat bij het sluiten der geleiding thermostroomen ontstonden; en dat deze o. a. een gevolg waren van de verwarming der geleiddraden, bleek hieruit, dat bij afwezigheid van thermo-element, de afwijking toenam wanneer een gaslamp op een afstand van ± 1 M. werd aangestoken.

Dat we behalve den commutator nog een kwikbak in de

geleiding opnamen was noodig, om op eene eenvoudige wijze een bepaalden weerstand te kunnen inbrengen (zie bl. 49).

Opdat de draden in den kwikbak steeds even ver zouden zijn ingedompeld, werden ze door middel van een houten stopje vastgezet.

Commutator. Daar we beurtelings de beide elementen in de geleiding moesten opnemen, hadden we een commutator noodig, en om zoo weinig mogelijk aanraking van verschillende metalen te hebben, namen we er een met enkel kopercontact. Deze voldeed echter zeer slecht; we bedienden ons daarom van den pas door Thomson ingevoerden platina-commutator, die uitstekend voldeed en waarbij het kwikbakje van bl. 44 overbodig was; tot onzen grooten spijt was hij echter voor andere proeven noodig. Een 170-tal zeer naar wensch geslaagde weerstandsbepalingen werden hierdoor ongedaan gemaakt; daar we bij het opnieuw invoegen van den commutator geen zekerheid hadden, dat de weerstand dezelfde gebleven was, wat ook niet het geval bleek te zijn.

We besloten derhalve een kwikcommutator te gebruiken, waarvan een onvermijdelijk nadeel was: 1°. dat we den kwikbak van bl. 44 weder moesten invoeren en 2°. dat we op verscheidene plaatsen contact van verschillende metalen hadden.

Ontstaan der uitslagen. We konden, om deze te verkrijgen, twee wegen inslaan:

1°. de stroom sluiten op het oogenblik, dat de schermen werden weggetrokken.

2°. de geleiding steeds gesloten houden, en door het al of niet wegtrekken der schermen, de elementen aan de warmtestralen bloot stellen of hen er voor beschutten.

Bij de eerste methode valt het onmiddellijk op, dat het onmogelijk is, beide oogenblikken steeds te doen samen-vallen, waarvan een verschil in uitslag het gevolg zal zijn. Er deed zich echter nog een ander bezwaar voor; nl. het afwijken der naald bij stroomsluiting, 't zij de warmtebron aan- of afwezig was. Deze afwijking verminderde echter langzamerhand en de naald kwam weder in rust. Dit verschijnsel is toe te schrijven aan het ontstaan van thermo-stroomen op verschillende punten der geleiddraden. (Bl. 74).

Laat men den stroom gesloten, dan is de eenige invloed, dat het nulpunt der naald iets verandert.

Het is dus noodzakelijk om de tweede methode te volgen.

Hier staat echter een ander nadeel tegenover: *de verwarming van het element*. Het was natuurlijk wenschelijk, op één avond zooveel waarnemingen mogelijk te doen; hoewel we nu (zie bl. 41) beurtelings met beide elementen experimenteerden, verliep er tusschen twee waarnemingen met één element 4 tot 5 minuten. Deze tijd was niet voldoende om het element al de geabsorbeerde warmte te doen verliezen, die het bij de voorgaande proef had opgenomen.

Het nulpunt van den galvanometer werd dan ook bij gesloten geleiding en tusschengeplaatste schermen steeds hooger. De uitslagen, die dus een gevolg der absorptie waren, werden daardoor kleiner; om deze fout te elimineeren, be-

paalden we voor en na iedere twee waarnemingen met één element het *nulpunt zonder commutator* d. w. z. het nulpunt van den magneet, terwijl het element uit de verbinding genomen was.

Waren deze nulpunten nu niet dezelfde, dan namen we aan, dat deze verandering regelmatig was geschied en berekenden aldus het „nulpunt zonder commutator” bij iedere waarneming.

De Galvanometer was dan echter nog in een gesloten keten opgenomen, daar de uiteinden van de geleiddraden vereenigd waren door den weerstand *w* (zie bl. 49).

Was de serie waarnemingen met een bepaalde dikte van een poeder afgeloopen, dan werden bij beide elementen de cubi een korten tijd weggenomen, waardoor de eerste in staat werden gesteld de temperatuur van het vertrek weder aan te nemen. (Zie bl. 55).

Eerste of blijvende uitslag.

Terwijl we aanvankelijk slechts de eerste uitslagen bepaalden, kwamen we hierop later gedeeltelijk terug. Een *blijvende uitslag* werd echter nooit verkregen, daar we toch zonder uitzondering hebben waargenomen, dat bij voortdurende blootstelling aan de warmtestralen, *de afwijking eerst toenam en daarna verminderde.*

Deze vermindering ging steeds door, al stelde men het element gedurende een half uur aan de stralen bloot, en is waarschijnlijk een gevolg van de verwarming, die langzamerhand de uiteinden van de staafjes bismuth en antimonium, op de plaatsen waar de geleiddraden gesoldeerd zijn, ondergaan.

We namen daarom voor ieder poeder 4 eerste uitslagen, terwijl we een vijfde waarneming deden, waarbij we het element gedurende 21 uitslagen rechts en links (± 5 minuten) aan de warmte blootstelden. We komen later uitvoeriger hierop terug. (Zie bl. 64 e. v.).

Daar de naald zeer zelden volkomen in rust was, bepaalden we het nulpunt op de bekende manier door 3 uitslagen. Nam men echter den eersten uitslag rechts (d. i. de richting waar heen de naald uitweek ten gevolge der thermostroom), dan was de verkregen afwijking iets te klein, daar de naald onafhankelijk van de verwarming eene beweging naar links zou verkrijgen. Nam men den eersten uitslag links, dan zou de verkregen afwijking iets te groot zijn. We deden daarom deze waarnemingen om den anderen getale van 4. (Zie boven).

Was eene waarneming verricht, dan was het wenschelijk de naald weder zoo spoedig mogelijk tot rust te brengen. Dit werd zeer voldoende op de volgende wijze gedaan gekregen:

nadat de schermen weder waren tusschen gebracht, werd de stroom verbroken, zoodat de naald zeer snel terug ging; ongeveer op het oogenblik dat zij de grootste snelheid had, sloten we den stroom, zoodat de naald weder tot rust kwam, op welk oogenblik de gemeenschap met het verwarmde element weder verbroken en die met het andere hersteld werd. Dit was intusschen reeds afgekoeld en daarmede kon op nieuw terstond eene waarneming worden verricht.

We waren zodoende in staat, het aantal waarnemingen op één avond grooter te maken, dan wanneer we telkens hadden gewacht tot de naald uit zich zelve tot rust was gekomen.

Ingevoegde weerstand. Eene eerste voorwaarde, die we ons stelden, was, de uitslagen zoo groot mogelijk te doen zijn, en daar eenige voorloopige proeven ons aantoonde, dat deze voor de verschillende poeders niet dezelfde waren, liepen we gevaar, dat, zoo de slechtst absorbeerende een betrekkelijk grooten uitslag gaven, de naald bij de andere uit het veld zou slaan. Richtte men het zoo in, dat deze laatste nog afleesbare uitslagen gaven, dan waren ze voor de eerste weder te klein.

We namen daarom den volgenden kunstgreep te baat, die ook door Dr. Haga ¹⁾ is aangewend.

Zij E_1 het potentiaalverschil van het element I.

- w_s de weerstand van het element, den commutator en de geleidraden tot aan den kwikbak;
- w_g de weerstand van de omwindingen des galvanometers en van de sluitdraden tot aan den kwikbak;
- w een zekere weerstand, dien men in de geleiding kan aanbrengen en wegnemen. Deze draad verbindt de plaatsen, waar de uiteinden van de beide galvanometerdraden in het kwik zijn gedompeld;

¹⁾ Dissertatie: „Over de absorptie van stralende warmte door waterdamp.”

I de stroomsterkte, als w niet is ingevoegd;

i " " " w wel " "

i_s " " in den draad w_s ;

i_g " " " " " w_g ;

dan heeft men ten gevolge der wetten van Ohm en Kirchhoff de onderstaande vergelijkingen:

$$I = \frac{E_1}{w_s + w_g}$$

$$i_s = i + i_g$$

$$i w = i_g w_g$$

$$i_s w_s + i w = E_1.$$

Nemen we voor de stroomsterkten de door haar veroorzaakte vergroote afwijkingen, wat we mogen doen, daar de door den magneet werkelijk beschreven bogen zeer klein zijn, dan is I de afwijking, die we onderstellen buiten de schaal te vallen, i_g de afwijking, die kan worden waargenomen; immers door het invoegen van w zal de stroom, die door de omwindingen van den galvanometer gaat, verzwakt worden.

We moeten dus eene betrekking tusschen I en i_g opsporen en daartoe uit bovenstaand viertal vergelijkingen elimineeren:

$$E_1, i \text{ en } i_s.$$

We vinden dan:

$$\begin{aligned} I(w_s + w_g) &= i_s w_s + i w \\ &= \left(\frac{i_g w_g}{w} + i_g \right) w_s + i_g w_g, \end{aligned}$$

of

$$\begin{aligned} \frac{I}{i_g} &= \frac{(w_g + w) \frac{w_s}{w} + w_g}{w_s + w_g} \\ &= \frac{(w_g + w) w_s + w w_g}{(w_s + w_g) w} \end{aligned}$$

We zien hieruit, dat de verhouding van deze afwijkingen constant is; stellen we dus

$$\frac{(w_g + w) w_s + w w_g}{(w_s + w_g) w} = A_1$$

dan is

$$I = A_1 i_g.$$

Het is dus slechts de vraag deze A_1 te bepalen.

Laat men de door het element geabsorbeerde warmte verminderen, 't zij door den afstand van eubus en element te vergrooten, 't zij door het tusschenschuiven van een diaphragma, dan zal men eene andere I , bijv. I' verkrijgen, en daar het nu zoo te regelen is, dat deze I' niet buiten de schaal valt, zal men A_1 kunnen bepalen uit de vergelijking:

$$I' = A_1 i'_g.$$

Neemt men het element II op, dan vindt men eene andere waarde, bijv. A_2 ; immers de w_s is hier een andere.

Deze weerstand werd nu zoo geregeld, dat, zoowel bij aanwezigheid daarvan voor een sterk absorbeerend, als bij afwezigheid voor een zwak absorbeerend poeder, de uitslagen vrij groot waren. We namen daartoe een dunnen koperdraad, die gemakkelijk in den kwikbak kon aangebracht en er uit weg-

genomen worden. Om het verteeren door het kwik te voorkomen, werd aan ieder uiteinde een koperen staafje gesoldeerd, dat door het houten stopje (zie bl. 45) vastgeklemd werd.

We waren hierdoor tevens in staat te zorgen, dat de staafjes steeds even ver in het kwik waren ondergedompeld, noodzakelijk, opdat steeds dezelfde w zoude zijn ingevoegd.

De bepaling van A_1 en A_2 geschiedde nu aldus. Op het El. I was steeds roetzwart aanwezig, met de lamp aangebracht, dat meer of minder warmte absorbeerde al naarmate men een horizontaal dubbel koperen diaphragma minder of meer tusschen cubus en element inschoof.

De door het El. II geabsorbeerde warmte werd veranderd door verschillende poeders te gebruiken.

Men bepaalde nu den uitslag van El. I zonder w , daarna die van El. II zonder w . Dan werd de w ingevoegd, de afwijking van El. I en daarna die van El. II bepaald. Nadat de correctiën voor de niet volkomen afkoeling der elementen waren aangebracht, bepaalde men het quotient van de 1^{ste} en 3^{de} waarneming (A_1) en dat van de 2^{de} en 4^{de} (A_2). Daarna werd het condensatiewater ververscht, en nam men opnieuw 4 waarnemingen. Zoo geschieden dan onder dezelfde omstandigheden 4 bepalingen van A_1 en A_2 , terwijl de opmerking op bl. 48 gemaakt in het oog werd gehouden.

Zoo verkregen we de volgende uitkomsten:

TABEL VII.

	A ₁ .	A ₂ .	
19 Juli.	1.72	2.24	} Zwavelmelk.
	1.72	2.21	
	1.69	2.26	
	1.81	2.33	
Diaphragma ver-	1.80	2.22	} Antimonium-
plaatst.	1.78	2.30	
	1.76	2.29	
	1.76	2.28	
22 Juli.	1.78	2.24	} Idem.
	1.76	2.28	
	1.88	2.36	
	1.78	2.30	
Diaphragma ver-	1.76	2.26	} Roetzwart.
plaatst.	1.75	2.28	
	1.76	2.28	
	1.76	2.31	

Uit deze 16 waarden vindt men nu gemiddeld:

$$A_1 = 1.77 \quad A_2 = 2.28$$

met gemiddelde fouten van:

$$0.011 \text{ en } 0.010.$$

Poeders. Deze werden gedroogd, in een mortiertje zoo fijn mogelijk gemaakt, en met behulp van een zeeffe van neteldoek op het element gestrooid. Dit zeeffe bestond uit 2 in elkaar passende blikken ringen, waartusschen het neteldoek, dubbelgevouwen, vastgeklemd bleef. We namen het

fijnste neteldoek, dat te krijgen was, en voor ieder nieuw poeder een nieuw stuk. Het zeefje werd dan met een kartonnen deksel gesloten, en door hierop zacht met een hamertje te kloppen, het poeder op het element gestrooid.

We zullen de laatste zijn te beweren, dat alle poeders, hoewel zeer fijn verdeeld, een zelfden graad van fijnheid bezaten, doch dat een zekere grofheid niet overschreden kon worden, is onbetwistbaar.

Galvanometer. De galvanometer was die van Meissner en Meyerstein ¹⁾.

Alleen de groote compensatie-magneet was aanwezig. De cocondraad, door Dr. Haga (bl. 49) gebruikt, is bij onze voorloopige proeven gebroken; ook hebben wij een eenvoudiger hulpmiddel dan het gebruikelijke aangewend, om het spiegeltje den juisten hellenden stand te geven. Dit toch is, dat de ringvormige magneet een weinig voor- of achteruit wordt geschoven. Daar deze echter een vrij aanzienlijk gewicht bezat (6,552 gram), was deze instelling veel te ruw. We plaatsten daarom op den koperen beugel een koperen ruitertje (0,200 gram), door welks verschuiving we in staat waren aan het spiegeltje *zeer kleine* veranderingen in helling mede te deelen.

De groote magneet werd zoodanig vastgezet, dat de slingertijd van den opgehangen magneet 17.4 sekunde bedroeg.

De stand van den magneet werd afgelezen door een met

¹⁾ Henle en Pfeufer. Zeitschrift für rationelle Medicin. 3^o. Reihe. Bd. XI

kruisdraden voorzien en kijker, geplaatst boven een in millimeters verdeelde glazen schaal, die zich op een afstand van 4.8 M. van den galvanometer bevond.

Wijze van experimenteren.

Reeds op bl. 46 e. v. hebben we hieromtrent het een en ander medegedeeld. We hebben er nog slechts bij te voegen, dat, na iedere twee waarnemingen met hetzelfde element het afkoelwater ververscht werd.

Het roetzwart, op het element I aanwezig, was er met een terpentijnlamp opgebracht. Daar dit element toch slechts als controleur dienst deed, behoefde dit roetzwart niet als poeder er op gestrooid te zijn. Wilden de uitkomsten eenig vertrouwen verdienen, dan moest de toestand van den controleur zooveel mogelijk gedurende het verloop van al de proeven dezelfde blijven. Bij opgestrooid roetzwart bestond er natuurlijk gevaar, dat door stooten tegen de tafel de ligging van het poeder eene andere werd.

Waren de waarnemingen op één avond afgeloopen, dan werden de cubi leeggeheveld en daarna onder glazen klokken geplaatst. De kleine kast (bl. 43) werd dan met een kartonnen hoed bedekt, en vervolgens over het geheel een doek geworpen, zoodat, zonder dat de poeders gekwetst werden, alles voor stof gevrijwaard was.

De hieronder opgegeven getallen zijn nu verkregen door de „nulpunten zonder commutator” af te trekken van de eerste uitslagen.

TABEL VIII.

	El. I.	El. II.		El. I.	El. II.
24 Juni.	Roetzwart.	Calciumcar- bonaat.	25 Juni.	Roetzwart.	Calciumsul- phied.
	790.4	468.3		814.6	482.0
	797.9	472.1		804.0	472.2
21° 5 1)	797.9	472.3	21°	811.0	475.4
	790.9	467.9		793.0	470.5
+ 20 2)	99° 2 3)	99° 7 4)	+ 20	99° 2	99° 5
	808.4	482.4		804.3	462.3
	800.4	481.4		811.1	466.1
21° 8	790.4	475.4	21° 2	802.5	464.1
	778.4	470.9		805.5	459.5
+ 20	99° 3	99° 7	+ 20	99° 2	99° 7
	793.0	456.8		798.1	446.1
	783.0	461.0		804.4	445.9
21° 8	786.5	452.5	21° 6	810.9	449.9
	782.0	447.0		807.3	449.9
+ 20	99° 2	99° 6	+ 20	99° 2	99° 7
	798.0	447.2		794.3	439.3
	796.0	453.0		794.3	441.7
21° 5	797.0	451.5	21° 8	803.3	445.3
	775.0	451.5		798.5	443.3
	99° 2	99° 6	+ 100	99° 3	99° 8
				811.4	427.4
				802.4	425.9
			21° 7	802.4	425.9
				793.4	419.2
				99° 2	99° 8

1) Deze getallen geven de kamertemperatuur (Celsius) aan, na afloop der serie.

2) D. w. z. door 20 slagen op het zeeffe te geven, is de dikte van de laag calciumcarbonaat een weinig toegenomen.

3) Temperatuur van cubus I }
 4) " " " II } na afloop der serie.

	El. I.	El. II.		El. I.	El. II.	
26 Juni.	Roetzwart.	Antimonium- oxysulphid.	+ 20	791.4	427.4	
	818.2	484.5	22° ⁸	799.4	434.4	
	21°	810.0	480.3	785.4	432.2	
	800.0	470.3	780.4	426.4		
	794.4	464.7	+ 160	99° ⁴	99° ⁸	
	+ 20	99° ²	99° ⁷ .	784.7	352.7	
	825.9	519.8	792.5	348.7		
	21° ³	829.0	518.7	23°	791.7	352.7
	810.0	509.5	787.5	352.9		
	801.7	495.5	99° ⁵	100°		
30 Juni.	+ 20	99° ⁴	99° ⁸	Roetzwart.	Roetzwart.	
	814.4	498.1	+ 20	805.8	488.2	
	21° ⁹	811.0	485.7	808.0	491.1	
	805.8	486.2	22°	801.2	478.0	
	798.4	486.5	785.4	470.5		
	+ 20	99° ⁴	99° ⁹ .	+ 20	99° ⁶	100°
	813.8	478.1	814.9	540.6		
	22° ¹	787.4	452.2	804.7	542.8	
	789.0	456.7	22°	805.8	533.9	
	789.1	455.6	798.9	525.1		
28 Juni.	99° ⁴	99° ⁸	+ 20	99° ⁶	100°	
	805.4	465.8	807.7	558.7		
	22° ³	805.1	467.2	806.6	551.0	
	800.4	462.4	22°	796.0	548.0	
	791.0	461.0	793.2	542.7		
	+ 40	99° ⁵	99° ⁸	+ 20	99° ⁶	100°
	777.4	436.4	814.4	544.9		
	790.4	443.6	802.9	540.5		
	22° ⁸	791.8	439.3	22° ³	799.1	531.2
	779.3	432.3	788.3	529.9		
99° ⁵	99° ⁹	99° ⁶	100°			

	El. I.	El. II.		El. I.	El. II.
+ 20	802.4	533.3	+ 20	808.2	463.5
	789.3	529.2		829.6	469.5
22° ^{.4}	783.1	523.1	22°	815.7	470.7
	779.0	519.1		786.2	469.7
1 Juli.	99° ^{.6}	100°	+ 20	99° ^{.4}	99° ^{.8}
	814.7	542.5		793.6	500.1
	796.5	534.8		801.5	503.1
22°	781.9	525.9	22°	798.9	498.4
	788.9	519.9		789.3	487.2
+ 20	99° ^{.1}	99° ^{.5}	+ 20	99° ^{.2}	99° ^{.7}
	799.2	513.3		783.8	488.7
	789.9	509.4		802.5	502.1
22° ^{.6}	788.0	508.4	21° ^{.9}	778.5	486.4
	782.0	497.0		774.2	475.2
+ 20	99°	99° ^{.5}	3 Juli.	99° ^{.3}	99° ^{.8}
	782.2	497.0		822.7	512.5
	797.8	495.8		819.9	511.6
22° ^{.8}	791.3	496.2	20° ^{.5}	810.5	505.4
	772.7	491.2		812.3	504.9
+ 40	99°	99° ^{.5}	+ 20	99°	99° ^{.5}
	784.3	480.9		806.0	490.2
	786.9	474.7		808.8	493.0
23°	777.8	473.4	21°	797.3	483.4
	772.8	470.1		811.5	487.6
	99°	99° ^{.5}	+ 20	99° ^{.1}	99° ^{.5}
2 Juli.	Roetzwart.	Bariumsulp.		809.0	494.3
+ 20	810.1	344.3		815.8	500.6
	807.9	351.4	21° ^{.3}	813.6	488.3
21° ^{.3}	820.2	352.6		803.0	485.3
	806.4	351.5		99°	99° ^{.5}
	99° ^{.3}	99° ^{.8}			

	El. I.	El. II.		El. I.	El. II.
+ 140	810.3	460.3	11 Juli.		
	800.3	456.1	+ 20	918.4	561.9
21° 3	815.3	457.8	20°	917.4	551.9
	801.3	454.2		896.4	543.3
	99°	99° 5		886.9	539.7
4 Juli.	Roetzwart.	Loodchromaat.		99° 5	100°
+ 20	832.7	380.5	1) 930.0	930.0	544.9
	834.3	384.3	21°	906.9	533.3
20° 4	832.6	383.0		903.8	532.0
	818.5	380.6	+ 100	895.9	533.9
+ 20	99° 3	99° 6		99° 5	100°
	822.2	448.0		918.3	521.3
	824.2	451.8	21°	896.2	508.8
21°	806.6	447.4		932.4	529.4
	814.4	451.0		905.5	520.6
+ 20	99° 3	99° 7	12 Juli.	99° 6	100°
	809.3	470.2		909.3	524.6
	809.0	475.5	20° 8	901.9	518.8
21° 3	814.2	475.9		911.4	509.4
	819.5	482.3	+ 50	919.2	514.9
9 Juli.	99° 3	99° 6		99° 4	99° 8
	833.3	495.8		894.6	511.6
	839.2	485.3	21° 2	910.7	498.5
19° 8	835.3	491.6		889.1	501.3
	836.1	495.6	+ 150	922.9	517.0
+ 20	99° 4	99° 9		99° 4	99° 8
	831.5	498.6		882.2	446.3
	839.6	507.6	21° 3	895.8	452.9
20° 3	816.6	490.6		879.1	447.5
	832.6	498.2		903.0	458.7
	99° 4	99° 9		99° 4	99° 7

1) Zie bl. 61.

	El. I.	El. II.		El. I.	El. II.
15 Juli.	Roetzwart.	Zwavelmelk.	+ 40		
	924.5	270.2		915.3	262.3
	915.7	265.1		919.6	263.1
20°.6	916.7	263.6	21°.1	904.3	258.3
	916.7	267.4		897.4	255.8
+ 20	99°.4	100°	17 Juli.	99°.6	99°.8
	909.7	273.2		928.7	264.7
	913.2	278.0		914.3	265.4
21°.3	904.4	278.6	21°	905.2	259.2
	903.6	274.0		891.5	261.6
+ 20	99°.4	100°	+ 100	99°.6	100°
	919.3	280.1		902.3	242.3
	914.2	277.1		899.1	257.6
21°.3	902.3	273.5	22°.8	890.0	238.7
	898.3	274.8		870.7	229.6
16 Juli.	99°.4	100°	+ 200	99°.6	100°
	910.4	267.7		901.0	213.9
	912.4	275.4		890.5	218.5
20°.5	919.7	279.2	21°.9	886.2	225.6
	907.2	275.5		884.2	213.0
+ 20	99°.5	100°.1		99°.6	99°.9 ¹⁾
	877.0	249.5			
	922.5	259.8			
21°	914.1	264.7			
	904.5	264.6			
	99°.6	99°.9			

¹⁾ Het steeds hoger zijn van de temperatuur van El. II heeft daaraan zijn oorzaak te danken, dat de hoekpunten der beide thermometers niet dezelfde waren.

Uit deze opgaven blijkt nu het volgende:

1°. *De absorpties der verschillende poeders zijn verschillend.*

2°. *De absorptie van een zelfde poeder is niet altijd even groot, maar verandert met de dikte.*

3°. *De absorptie van een zelfde poeder (roetzwart van El. I) bij dezelfde dikte, is niet altijd even groot.*

Dit laatste verschijnsel — hoofdzakelijk een gevolg òf van veranderingen in kookpunt òf van verschil in gevoeligheid van den magneet — is oorzaak, dat de uitkomsten met het El. II niet vergelijkbaar zijn. Om ze te kunnen vergelijken, hebben wij ze herleid tot

$$\text{roetzwart I} = 1000.$$

Voordat we deze uitkomsten mededeelen, moeten we eene opmerking maken over de getallen van El. I, van af 11 Juli tot het einde.

Door het veranderen van het nulpunt van den magneet vielen de uitslagen van El. I soms buiten het veld. Om aan dit bezwaar voor goed een einde te maken, besloten we het element I op een grooteren afstand van den cubus te plaatsen. De voortaan verkregen afwijkingen van den controleur werden dientengevolge geringer; en om de uitkomsten vergelijkbaar te maken met de vroegere, moesten we weten, in welke verhouding de uitslag verminderd was.

We vonden voor deze verhouding

$$1.253,$$

met een gemiddelde fout van

0.006.

Met dat getal 1.253 moeten nu de na de verlaging verkregen absorptie's van El. I vermenigvuldigd worden, en deze getallen zijn het, die we opgegeven hebben.

Hieronder laten we nu de verschillende absorptie's van verschillende poeders bij verschillende dikte volgen, zijnde die van het El. I = 1000 gesteld.

Ter bekorting zullen we slechts de gemiddelde uitkomst van iedere 4 waarnemingen opgeven.

TABEL IX.

Datum en hoeveelheid poeder.	Absorptie.	Gem. fout.	Datum en hoeveelheid poeder.	Absorptie.	Gem. fout.	Datum en hoeveelheid poeder.	Absorptie.	Gem. fout.
	Calciumcarbonaat.			Roetzwart.			Loodchromaat.	
24 Juni.			30 Juni.			4 Juli.		
	591.9	0.2	+ 20	602.3	2.7	+ 20	460.6	1.7
+ 20	601.1	1.7	+ 20	664.5	3.6	+ 20	550.4	2.3
+ 20	577.9	3.8	+ 20	686.9	2.0	+ 20	585.7	1.7
+ 20	569.7	4.7	+ 20	669.8	1.9	9 Juli.		
			+ 20	667.4	1.3		588.7	3.7
						+ 20	600.9	1.3
	Calciumsulphied.		1 Juli.			11 Juli.		
25 Juni.			+ 20	667.2	3.1	+ 20	607.0	2.1
	589.6	2.2	+ 20	642.0	2.1	+ 40	589.6	2.2
+ 20	574.6	1.6	+ 20	630.1	3.4	+ 100	569.4	1.9
+ 20	556.3	1.1	+ 40	608.3	2.0	12 Juli.		
+ 20	554.7	6.4					567.8	4.8
+ 100	529.2	1.0				+ 50	560.8	5.1
				Bariumsulphaat.		+ 150	507.2	0.8
			2 Juli.					
			+ 20	431.5	2.5		Zwavelmelk.	
			+ 20	578.1	6.8	15 Juli.		
26 Juni.			+ 20	624.8	2.8		290.3	1.1
	589.5	1.9	+ 20	622.0	2.8	+ 20	304.3	1.6
+ 20	628.5	4.0				+ 20	304.2	0.7
+ 20	605.8	2.9	3 Juli.					
+ 20	579.5	2.8		620.6	1.5	16 Juli.		
			+ 20	606.2	1.9	+ 20	300.8	2.3
28 Juni.			+ 20	607.3	3.1	+ 40	287.1	2.5
	579.8	1.2	+ 140	566.6	1.8		285.9	0.3
+ 40	558.0	1.9				17 Juli.		
+ 20	545.1	2.2					289.0	1.9
+ 160	445.8	2.1				+ 100	266.2	1.3
						+ 200	244.6	3.7

Deze getallen leeren nu het volgende:

1°. *De proeven verdienen groot vertrouwen.*

We hebben daartoe slechts te wijzen op het geringe bedrag der gemiddelde fouten, en op de groote overeenstemming tusschen de absorptie's van hetzelfde poeder, bij dezelfde dikte, op verschillende data.

Wanneer toch de waarnemingen van één avond afgelopen waren, werd altijd, (één geval uitgezonderd) de volgende maal de absorptie bepaald, zonder iets aan het reeds aanwezige poeder te veranderen, en nu zien we uit de voorgaande tabel, dat die getallen bijna volkomen overeenstemmen.

Immers bij:

Antim.-oxysulphied.	Roetzwart.	Bariumsulphaat.
26 Juni 579.5	30 Juni 667.4	2 Juli 622.0
28 " 579.8	1 Juli 667.2	3 " 620.6

Loodchromaat.		Zwavelmelk.	
4 Juli 585.7	11 Juli 569.4	15 Juli ... 304.2	16 Juli ... 285.9
9 " 588.7	12 " ... 567.8	16 " ... 300.8	17 " ... 289.0

2°. *Neemt de dikte van het absorbeerende poeder toe, dan wordt de absorptie eerst grooter en daarna kleiner.*

Op dit resultaat zien we slechts 2 uitzonderingen n. l. bij calciumsulphied en bij bariumsulphaat. De eerste is zeer goed hierdoor te verklaren, dat het opgestrooide poeder bij de eerste bedekking in een te dikke laag aanwezig was, zoodat men de grens reeds overschreden had.

Wat de tweede betreft, merken we het volgende op: voor de bepaling van ieder getal van Tabel IX waren noodig 41 waarnemingen, waarmede ongeveer een half uur verliep. Hoewel we nu op avonden, dat de galvanometernaald onrustig was, niet experimenteerden, is de onderstelling niet gewaagd, dat bij dit uitzonderingsgeval storende invloeden in het spel zijn getreden. We vonden dan ook de aantekening: „de naald gaat langzaam vooruit.” Daar we de noodige berekeningen der waarnemingen altijd op volgende dagen moesten verrichten, konden we ons niet meer herinneren, wat deze opmerking beteekende.

In alle geval meenen we het recht te mogen hebben tot bovenstaande wet te besluiten.

Dit verschijnsel, zou echter aan een eenvoudige oorzaak toegeschreven kunnen worden.

We namen toch slechts de eerste uitslagen waar, die een gevolg zijn van de warmte, door het Element opgenomen. De door den cubus uitgezonden stralen zullen nu gedeeltelijk door het poeder doorgelaten, gedeeltelijk geabsorbeerd worden. De bovenste lagen zullen dan de door hen opgenomen warmte door geleiding aan het element mededeelen. De tijd hiervoor noodig, zal afhangen en van het geleidingsvermogen, en van de dikte der aanwezige laag. Daar het eerste bij poedervormige lichamen gering is, zal bij toenemende dikte, de tijd, noodig om den eersten uitslag te veroorzaken, te gering wezen om de onderste deeltjes te verwarmen. We zullen dus kleinere uitslagen verkrijgen, die ten onrechte worden toegeschreven aan vermindering in absorptie-vermogen.

Om deze quaestie uit te maken, was de aangewezen weg den blijvenden uitslag te bepalen. We besloten daartoe den 4^{den} Juli, en deden na iedere serie van 4 waarnemingen, eene vijfde, waarbij we de schermen weggetrokken hielden, nadat de eerste uitslag verkregen was. We lieten dan de warmte zoolang op het element stralen, dat we 11 uitslagen rechts, en 10 links hadden verkregen. Bij de laatste 19 seriën van Tabel IX, is op deze wijze gehandeld en zonder ééne uitzondering merkten we op:

Dat de afwijkingen eerst toe- en daarna afnamen, dus een analoog verschijnsel, als op bl. 64 is opgemerkt. Van een blijvenden uitslag was geen sprake. (We komen hierop later, bl. 68 e. v. terug).

De tijd noodig, om deze 21 uitslagen te verkrijgen, was 9 à 10 minuten.

We bepaalden nu het gemiddelde van den 1^o., 2^o. en 3^o. uitslag, dan van den 3^o., 4^o., 5^o. enz., en verkregen zoodoende een rij van tien getallen; wordt nu van deze het *nulpunt zonder commutator* afgetrokken, dan zullen de daardoor verkregen cijfers ons eene voorstelling geven van de verwarming van het element, gedurende dit tijdsverloop van 9 à 10 minuten.

Het zou ons, te ver voeren, zoo we van deze 19 seriën het geheele verloop opgaven; we zullen slechts van iedere 10 getallen mededeelen:

het eerste,

het grootste

en het laatste,

in onderstaande tabel opgeteekend.

TABEL X.

El. I. Roetzwart.	El. II. Loodchromaat.	El. I. Roetzwart.	El. II. Zwavelmelk.
	1		11
726.4	394.6	821.2	247.9
789.4	429.5	908.6	281.8
711.0	407.6	837.9	276.8
	2		12
734.9	424.3	816.1	250.5
795.5	460.0	897.8	278.2
722.7	391.7	822.1	269.6
	3		13
750.1	451.0	814.6	252.2
826.2	499.8	894.3	279.4
767.0	454.0	850.0	271.6
	4		14
738.5	439.1	802.9	255.2
820.0	483.2	887.6	298.4
753.1	440.6	835.6	292.3
	5		15
787.9	469.0	811.8	248.0
862.9	499.4	892.9	292.9
781.1	457.6	835.8	286.1
	6		16
795.3	469.1	808.6	235.3
867.7	501.8	885.4	266.0
795.8	444.9	813.3	263.7
	7		17
804.2	458.6	801.8	242.0
871.5	490.9	877.2	273.9
814.7	446.8	779.6	267.5
	8		18
818.5	453.3	783.1	209.5
903.9	483.7	856.9	251.4
830.4	454.2	762.1	245.6
	9		19
824.2	446.2	792.9	200.0
907.4	481.9	864.7	232.2
852.0	440.3	767.5	228.6
	10		
808.8	415.2		
888.0	448.7		
798.8	428.9		

Het feit spreekt voldoende uit deze getallen; evenwel is het opvallend, dat bij het loodechromaat en roetzwart, het eerste en derde getal betrekkelijk veel meer tot elkaar naderen dan bij de zwavelmelk, waar juist de overeenstemming tusschen het 2^{de} en 3^{de} grooter is.

Het is dus waarschijnlijk, dat we bij dit laatste poeder na verloop van 10 minuten dichter bij den blijvenden uitslag zijn, dan bij het eerste. In de eerste plaats wilden we ons overtuigen, wat de invloed was van de aanwezigheid der afkoelbakken, en gingen daartoe op de volgende wijze te werk.

We lieten eerst de beide elementen (roetzwart en loodechromaat) op de gewone wijze blootgesteld aan de warmtestralen, gedurende 13 à 14 uitslagen ¹⁾. We vonden (bl. 67):

El. I.	El. II.
665.3	434.2
741.4	492.4
661.8	469.3

Dan werd plotseling de afkoelbak door een assistent weggenomen, zoodat de stoom zich in het vertrek ontlastte, (waardoor de waarnemer kon zien of eene verandering in de slingingering der naald hiervan het gevolg was) en weder het verloop der naald gedurende 11 à 12 uitslagen waargenomen.

Hiervan was het resultaat, dat we verkregen:

El. I.	El. II.
638.6	449.2
644.0	450.7
621.7	418.2

¹⁾ D. w. z. berekende uitslagen zooals op bl. 66 is aangegeven.

Na deze waarneming werd plotseling de afkoelbak, weder met koud water gevuld, op nieuw aangebracht en we verkregen:

El. I.	El. II.
609.6	404.7
steeds afnemend	steeds afnemend
579.4	369.8

Uit deze waarnemingen zien we nu, dat het afnemen der uitslagen steeds doorgaat, hetzij de uitgelaten stoom gecondenseerd wordt of niet.

De methode, blijvende uitslagen als maat voor de absorptie te nemen, is dus niet te volgen, daar bij deze laatste waarnemingen bleek, dat een tijd van 30 à 40 minuten onvoldoende was om een constanten uitslag te verkrijgen. Hevige vermoeidheid van de oogen verhinderde ons het verloop te vervolgen.

Dergelijke experimenten hebben we ook genomen met het El. II, bij bedekking met zwavelmelk. Bij dit poeder waren we bovendien in staat den weerstand w (zie bl. 49) uit de verbinding te nemen, daar ten gevolge van de geringere absorptie de afwijkingen toch nog in het veld bleven.

Zoo bepaalden wij op 15 Juli van de hoeveelheid poeder van N^o. 13 (bl. 67) 10 afwijkingen (berekend) en vonden:

de eerste	534.4
„ grootste	618.3
„ laatste	603.7

Dus wederom hetzelfde verschijnsel, hoewel in geringere mate; bovendien was hier het afnemen niet zoo regelmatig.

Hetzelfde onderzoek verrichtten we met El. II, terwijl

daarop de hoeveelheid zwavelmelk aanwezig was van N^o. 16 (16 Juli), en we kregen:

de eerste	523.5
„ grootste	584.7
„ laatste	577.0

Voor deze serie geldt dezelfde opmerking als voor de voorgaande.

Ook op 17 Juli hebben we met het El. II zonder *w* en met de hoeveelheid zwavelmelk van N^o. 19 eene serie dergelijke waarnemingen gedaan ten getale van 20, en we verkregen:

de eerste	456.9
„ grootste	535.0
„ laatste	505.7

Ook hier waren een paar kleine uitzonderingen op den regel; het verloop was namelijk:

N ^o . 1. ¹⁾ .	456.9	
		toenemend tot 519.0
N ^o . 6.	516.0	
		toenemend tot 535.4
		afnemend tot 522.5
N ^o . 11.	523.0	
		afnemend tot 518.1
N ^o . 15.	519.5	
		afnemend tot 503.4
N ^o . 20.	505.7	

Zooals men ziet, zijn de afwijkingen van een zeer gering

¹⁾ Nummer der afwijking.

bedrag. Het maximum wordt echter eerst veel later bereikt dan bij de vorige waarnemingen. Den 18 Juli deden we een dergelijk onderzoek als op bl. 68 is aangegeven: terwijl het El. I in denzelfden toestand was als daar, was nu El. II in plaats van met loodchromaat, met zwavelmelk voorzien, en den weerstand *w* weggenomen. Het resultaat was het volgende:

El. I.		El. II.	
N ^o . 1.	671.8	N ^o . 1.	459.2
N ^o . 3.	toenemend tot 737.2 afnemend tot 638.3	N ^o . 7.	toenemend tot 551.8 afnemend tot 546.8
N ^o . 14.	642.6 afnemend tot 592.9	N ^o . 9.	552.5 afnemend tot 529.1
N ^o . 18.	598.0 afnemend tot 565.5	N ^o . 14.	531.5 afnemend tot 530.9
N ^o . 21.	573.0, 577.4 afnemend tot 567.5	N ^o . 17.	toenemend tot 546.7 afnemend tot 543.6
N ^o . 24.	579.3 afnemend tot 547.2	N ^o . 21.	547.3 afnemend tot 499.0
N ^o . 29.	550.0	N ^o . 29.	512.5
N ^o . 30.	568.1 afnemend tot 531.7	N ^o . 30.	531.5 afnemend tot 523
N ^o . 34.	552.8 afnemend tot 531.6	N ^o . 32.	543.0 afnemend tot 514.2
N ^o . 37.	538.4, 548.4 afnemend tot 527.8	N ^o . 36.	521.1 afnemend tot 511.0
		N ^o . 38.	518.5 afnemend tot 511.4
		N ^o . 40.	515.6

Aan het eind van ons onderzoek, hebben we nog eenige proeven in deze richting genomen, waarvan we hieronder de uitkomsten laten volgen.

1^o. Een tiental uitslagen bepaald, (berekenend) ¹⁾ van het El. I, met *w*:

Resultaat:

N^o. 1. 668.1

N^o. 3. toenemend tot 741.8

geregeld afnemend tot 687.2

2^o. Een tiental uitslagen zonder *w* (El. I); om de afwijking binnen de schaal te houden, werd het diaphragma (bl. 52) aangebracht.

Resultaat:

N^o. 1. 564.1

N^o. 3. toenemend tot 619.0

geregeld afnemend tot 572.6

3^o. Eene serie van 32 uitslagen (met *w*; El. I), waarbij de bak werd verwijderd en aangebracht (bl. 68).

Resultaat:

N^o. 1. 329.1

N^o. 3. toenemend tot 362.0

onregelmatig afnemend tot 292.0 ²⁾.

¹⁾ Zie bl. 66.

²⁾ Hiermede wordt bedoeld, dat er momentaire toenemingen plaatsgripen.

4°. Een 30tal uitslagen van El. I met Diaphragma zonder *w*.

Resultaat:

N°. 1. 542.1

N°. 3. toenemend tot 587.4

onregelmatig afnemend tot 498.4

5°. Een tiental uitslagen bepaald met het El. II, bedekt met zwavelmelk, terwijl *w* aanwezig was.

Resultaat:

N°. 1. 222.0

N°. 4. toenemend tot 246.2

blijft met kleine afwisselingen ongeveer op dezelfde hoogte.

6°. Hetzelfde maar met afwezige *w*:

Resultaat:

N°. 1. 492.9

N°. 2. toenemend tot 520.2

N°. 4 ook 520.2

onregelmatig afnemend tot 511.0

7°. Het poeder is verwijderd; *w* afwezig, (40 uitslagen).

Resultaat:

N°. 1. 538.7

N°. 7. toenemend tot 667.4

onregelmatig afnemend tot 577.4

8°. Hetzelfde, maar met *w*, (30 uitslagen).

Resultaat:

N°. 1. 242.0

N°. 4. toenemend tot 303.3

onregelmatig afnemend tot 264.3

Uit deze waarnemingen blijkt:

dat er van geen blijvenden uitslag sprake is; men heeft geregeld eerst toeneming en daarna vermindering van den uitslag: het 5^{de} geval maakt hierop eene uitzondering. De getallen zijn alle evenwel veel kleiner dan bij de andere waarnemingen, door de aanwezigheid van *w*. Zoowel bij aan- als afwezige *w* blijft het verschijnsel bestaan; ook kan het niet ten gevolge van de aanwezigheid van het poeder zijn, zooals uit 7^o en 8^o blijkt.

De momentaire verhoogingen zullen waarschijnlijk het gevolg zijn van storende invloeden.

Tyndall, die ook met dergelijke thermo-elementen geëxperimenteerd heeft (bl. 35), vermeldt dit verschijnsel niet; zijne uitslagen waren echter lang zoo groot niet als de onze. De oorzaak van het verschijnsel, op bl. 46 opgegeven, blijkt dus uit deze onderzoekingen de juiste te zijn, terwijl de toeneming in het begin een gevolg is van temperatuursverhoogingen der koperen plaat.

We zagen ons dus gedwongen, of de eerste of de grootste uitslagen te nemen. Wanneer we de absorptie bepaalden uit de eerste, dan hadden we het voordeel, dat het aantal waarnemingen veel grooter kon zijn dan in het tweede geval; terwijl men bovendien tusschen twee op elkaar volgende waarnemingen niet eenigen tijd behoefde te wachten, om het element te doen afkoelen. De getallen in Tabel IX opgegeven zijn alle volgens de eerste methode bepaald.

In Tabel X hebben we evenwel eene opgave van 19 getallen (de middelste van ieder drietal), door berekening uit de grootste uitslagen verkregen.

Wanneer we nu deze herleiden tot Roetzwart = 1000, dan moet, zoo men beide als maat voor de absorptie zal kunnen aannemen, de verhouding constant zijn. Hoewel zij beide de absorptie van dezelfde poeders voorstellen, kunnen zij niet gelijk zijn, daar de eene serie herleid is tot roetzwart = 1000 (1^{ste} uitslag), en de tweede tot roetzwart = 1000, (berekende grootste uitslag).

Ook bij deze getallen verkreeg men eerst toe- en daarna afnemening. Daar ieder getal echter slechts uit ééne waarneming bepaald is, is het gewicht, dat we er aan kunnen toekennen, niet zeer groot.

De uitkomsten waren:

TABEL XI.

Loodechromaat.	Zwavelmelk.
544.1	310.1
578.2	* 309.9
* 604.9	312.4
* 589.3	* 336.2
578.7	* 328.0
578.3	* 300.4
563.3	312.2
* 535.1	293.4
531.1	* 268.5
505.3	

Eene vergelijking met de uitkomsten van Tabel X doet ons zien dat het verloop niet gelijken tred houdt. Bij de met een * geteekende getallen was de magneetnaald meer of minder onrustig. Voor de bedoelde verhouding vonden we:

LOODCHROMAAT		ZWAVELMELK
0.9795		1.0784
met gemiddelde fouten van minder dan:		
0.0082	en	0.014

Uit onze onderzoekingen kunnen we nu de volgende besluiten trekken:

1°. *Poedervormige lichamen, die zich in denzelfden physischen toestand bevinden, hebben een verschillend absorptievermogen.*

2°. *Dit absorptievermogen hangt bovendien van de dikte der absorbeerende laag af. Voor ieder poeder bestaat er eene laag der grootste absorptie.*

Hieruit volgt, dat niet alleen de deeltjes aan de oppervlakte aan de absorptie deelnemen, maar ook die, welke zich op eene zekere diepte bevinden.

Opmerkenswaardig zijn de uitkomsten van Villari ¹⁾ over de uitstraling van poedervormige lichamen; immers na de meest nauwkeurige proeven *komt hij o. a. tot volkomen dezelfde resultaten voor de emissie, als wij voor de absorptie.* Deze onderzoekingen zijn geheel onafhankelijk van elkaar

¹⁾ Il nuovo Cimento, Ser. 3, Tomo IV.

genomen; de methode verschilt dan ook geheel en al, daar Villari evenals Tyndall van een plakmiddel gebruik maakt. Een voordeel van zijne methode bestaat echter hierin, *dat hij in staat was de dikte der lagen te meten.*

3°. *Volkomen vergelijkbare getallen voor de absorptie te bepalen, is dus onmogelijk; in den regel zal de absorbeerende laag te dun of te dik aanwezig zijn; in beide gevallen is de gevonden uitkomst te klein.*

4°. *De afwijkingen bij verschillende plakmiddelen, door ons in de uitkomsten van Tyndall aangewezen (zie bl. 16 e. v.), zullen dus waarschijnlijk veroorzaakt wezen door het onbekend zijn met het bestaan van de laag der grootste absorptie.*

5°. Of het plakmiddel van invloed is, en zoo ja, op welke wijze, kan volgens onze methode aangetoond worden. Men bestrijke het element slechts met de vloeistof, die het poeder in oplossing houdt. Gebrek aan tijd heeft ons helaas verhinderd dit belangrijk onderzoek ten uitvoer te brengen.

6°. De getallen, door Tyndall voor uitstraling gevonden, missen dus alle betrekkelijke waarde en zijn volkomen onvergelijkbaar.

De volgorde in absorptie-vermogen, die wij dan ook voor de zeven onderzochte poeders gevonden hebben, is een geheel andere. We wijzen er op dat onze volgorde genomen is naar de maxima van absorptie, die wij hebben gevonden (Tabel IX); doch met het oog op 3°. blijkt het, dat het slechts benaderde waarden zullen zijn.

We laten hier beide volgen:

TYNDALL.

Zwavelmelk.
 Calciumcarbonaat.
 Antimoniumoxysulphied.
 Calciumsulphied.
 Bariumsulphaat.
 Loodchromaat.
 Roetzwart.

EIGEN ONDERZOEK.

Zwavelmelk.
 Calciumsulphied.
 Calciumcarbonaat.
 Loodchromaat.
 Bariumsulphaat.
 Antimoniumoxysulphied.
 Roetzwart.

7°. Zooals men opgemerkt zal hebben, is van de constante factoren A_1 en A_2 geen gebruik gemaakt. Het is duidelijk, dat het niet experimenteren met de slechtst absorbeerende poeders hiervan de oorzaak is.

STELLINGEN.

Erkrankung	Verlauf
Cholera	Cholera
Typhus	Typhus
Paratyphus	Paratyphus
Leishmaniose	Leishmaniose
Amoebenruhr	Amoebenruhr
Shigellose	Shigellose
Yersinia	Yersinia

Die Zoonosen sind durch die Industrie, die in den letzten Jahren in Deutschland eine große Rolle spielt, in den letzten Jahren in Deutschland eine große Rolle spielt.

STREIFEN

STELLINGEN.

I.

Voor ieder poedervormig lichaam bestaat er voor stralende warmte eene „laag der grootste absorptie.”

II.

Dit stemt volkomen overeen met de uitkomsten van Villari, die het bestaan eener „laag der grootste emissie” heeft aangetoond.

III.

De door vroegere waarnemers bepaalde absorptie- en emissie-vermogens van poedervormige lichamen, missen schier alle waarde.

IV.

Om het uitstralend vermogen van poeders zonder plakmiddel te bepalen, kan de methode van Lehnebach worden aangewend.

V.

Bosscha's methode ter gradueering eens galvanometers is te verkiezen boven die van Melloni.

VI.

De dauwvorming mag, bij haar ontstaan, niet uitsluitend aan uitstraling worden toegeschreven.

VII.

De strijd tusschen gas- en electrisch licht, zal, wat toepassing in het dagelijksch leven aangaat, ten voordeele van het eerste worden beslist.

VIII.

Van onze kennis der kometen kan nog steeds gezegd worden:

„Contenti esse debemus eo quod huc usque repertum est posterioribusque relinquere veritatem accuratius perspicere.”

Seneca.

IX.

Eene juiste definitie van de rechte lijn kan slechts met behulp der mechanica gegeven worden.

X.

De proeven van Victor en Carl Meyer: „über das Verhalten des Chlors bei hoher Temperatur,” maken een nader onderzoek in deze richting, ook van de andere halogenen, niet slechts wenschelijk, maar noodzakelijk.

XI.

Het in dit jaar menigvuldig voorkomen van *Vanessa cardui*, moet aan den regenachtigen zomer worden toegeschreven.

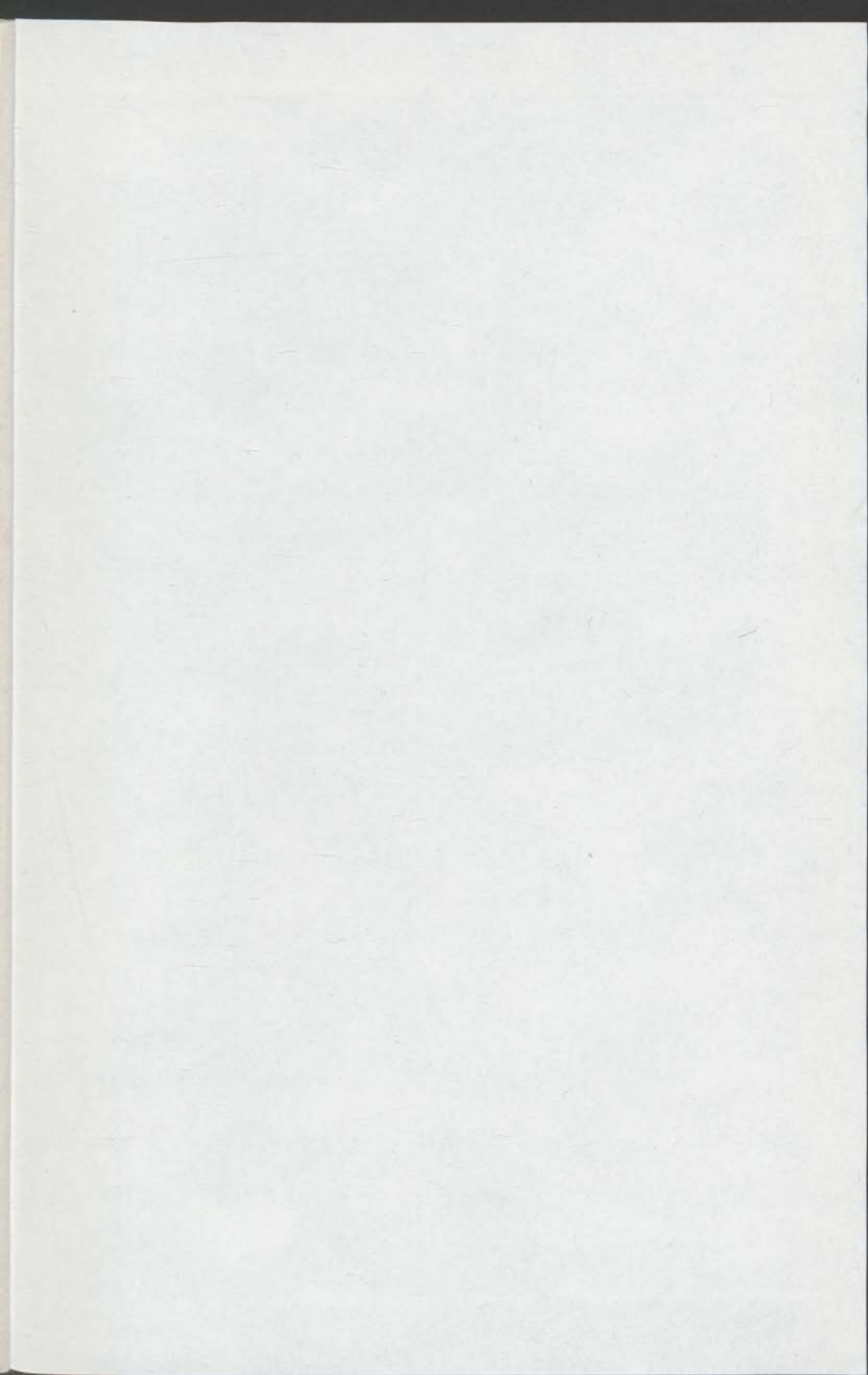
XII.

Het systeem van herexamens bij inrichtingen van hooger en middelbaar onderwijs is af te keuren.

XIII.

Zeer terecht zeide de afgevaardigde Kappeyne van de Coppello in de zitting der Tweede Kamer van 4 April 1876:

„Het voorstel van den geachten afgevaardigde uit Brielle — tot het afleggen dezer examina in de faculteiten der genees- en wis- en natuurkunde, worden ook zij toegelaten, die het eindexamen van de H. B. S. met 5jarigen cursus of het examen A, bedoeld bij Art. 59 der wet van 2 Mei 1863 met goed gevolg hebben afgelegd — is geheel rechtvaardig, en door het niet in de wet op te nemen, zou men eene groote onbillijkheid begaan.”



The first part of the manuscript is devoted to a description of the various forms of the verb 'to be' in the different dialects of the language. The author discusses the historical development of these forms and their distribution in the various regions. He also mentions the influence of the Latin and Greek languages on the development of the verb forms.

The second part of the manuscript is devoted to a description of the various forms of the verb 'to have' in the different dialects of the language. The author discusses the historical development of these forms and their distribution in the various regions. He also mentions the influence of the Latin and Greek languages on the development of the verb forms.

The third part of the manuscript is devoted to a description of the various forms of the verb 'to do' in the different dialects of the language. The author discusses the historical development of these forms and their distribution in the various regions. He also mentions the influence of the Latin and Greek languages on the development of the verb forms.

The fourth part of the manuscript is devoted to a description of the various forms of the verb 'to go' in the different dialects of the language. The author discusses the historical development of these forms and their distribution in the various regions. He also mentions the influence of the Latin and Greek languages on the development of the verb forms.

The fifth part of the manuscript is devoted to a description of the various forms of the verb 'to come' in the different dialects of the language. The author discusses the historical development of these forms and their distribution in the various regions. He also mentions the influence of the Latin and Greek languages on the development of the verb forms.

