

DE ELECTRISCHE GELEIDBAARHEID

VAN

KALIUMNITRAAT.



J. C. H. Kramers, S. J.

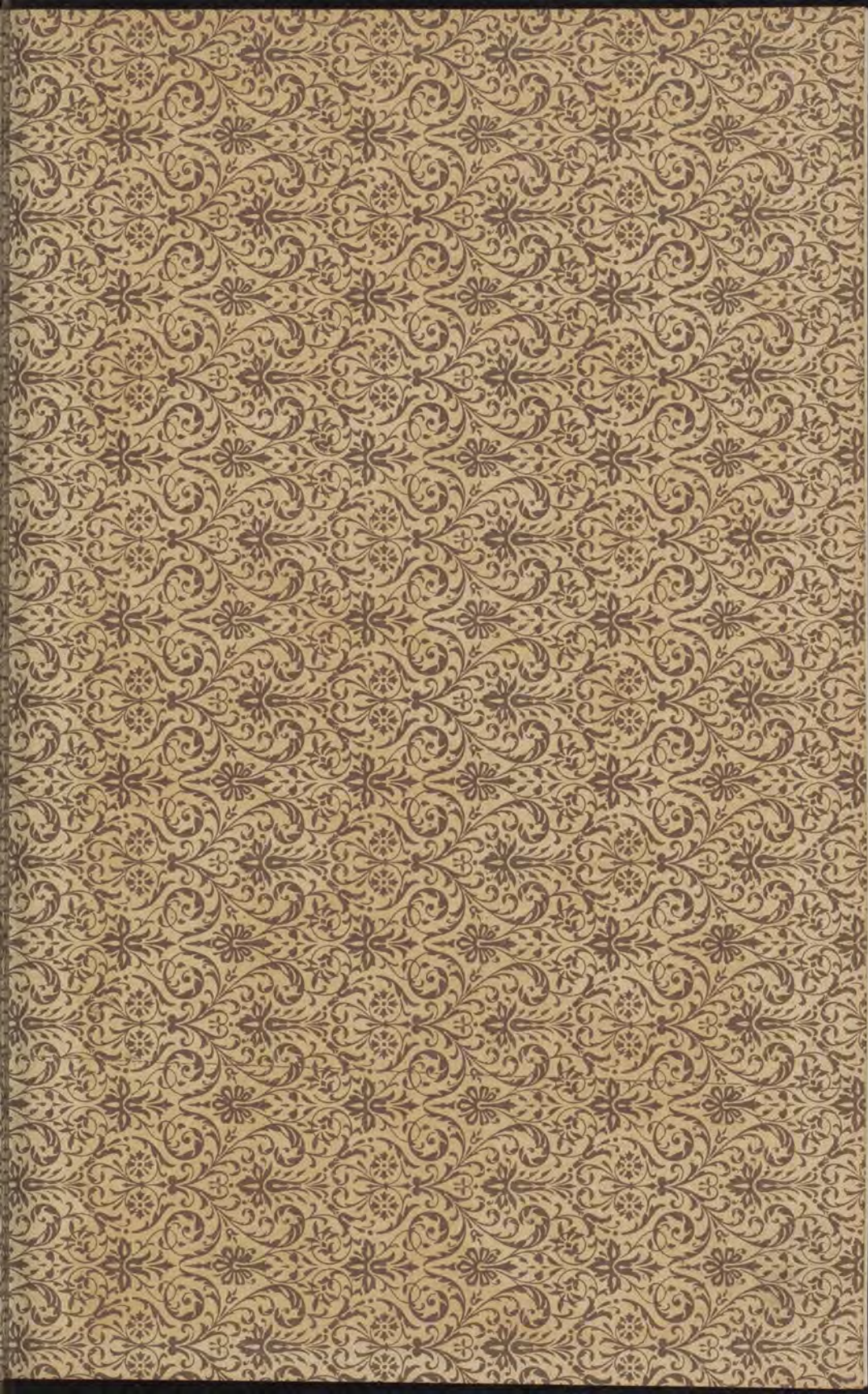
Diss Leiden

1897 nr 29









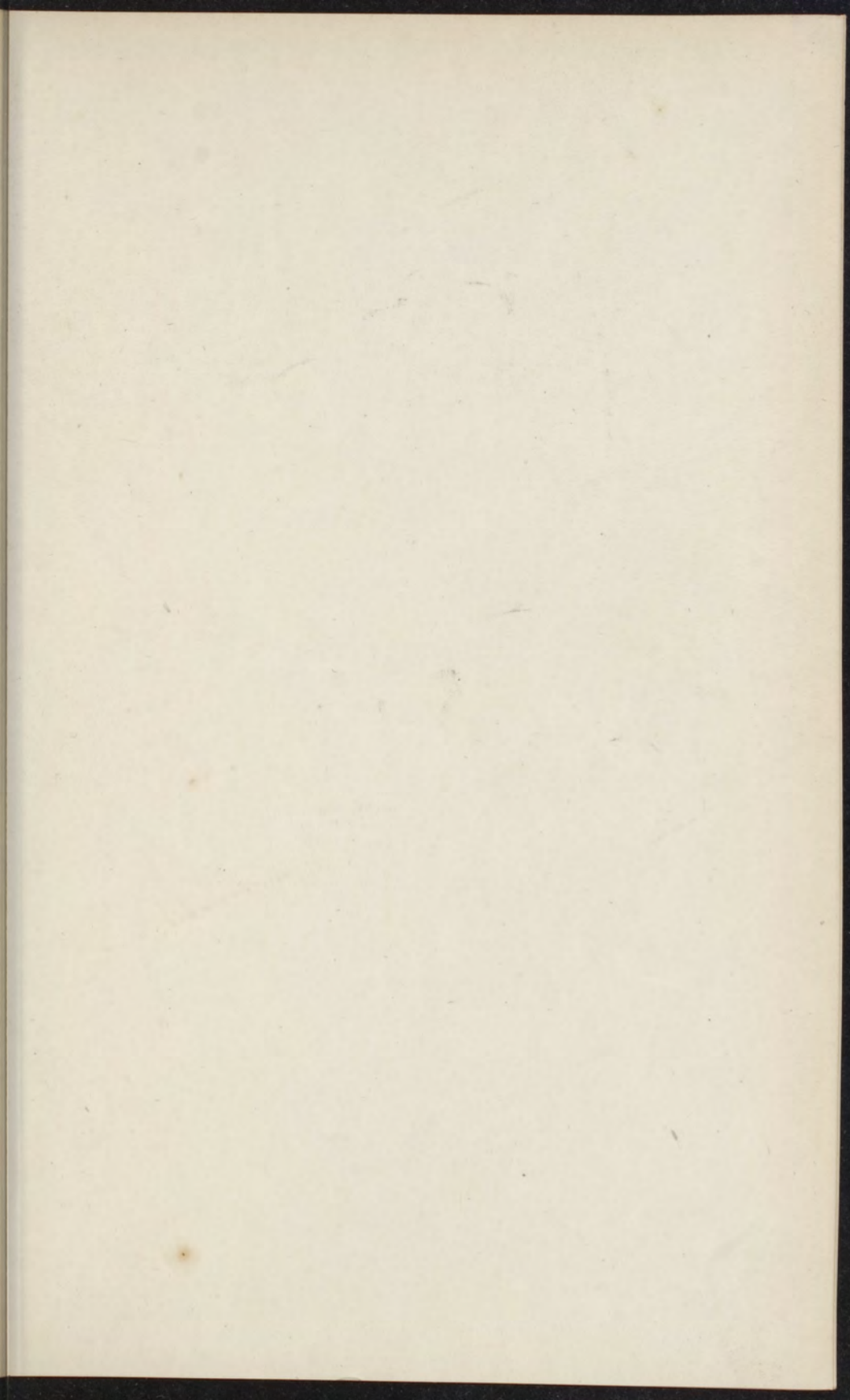


RIJKSUNIVERSITEIT LEIDEN

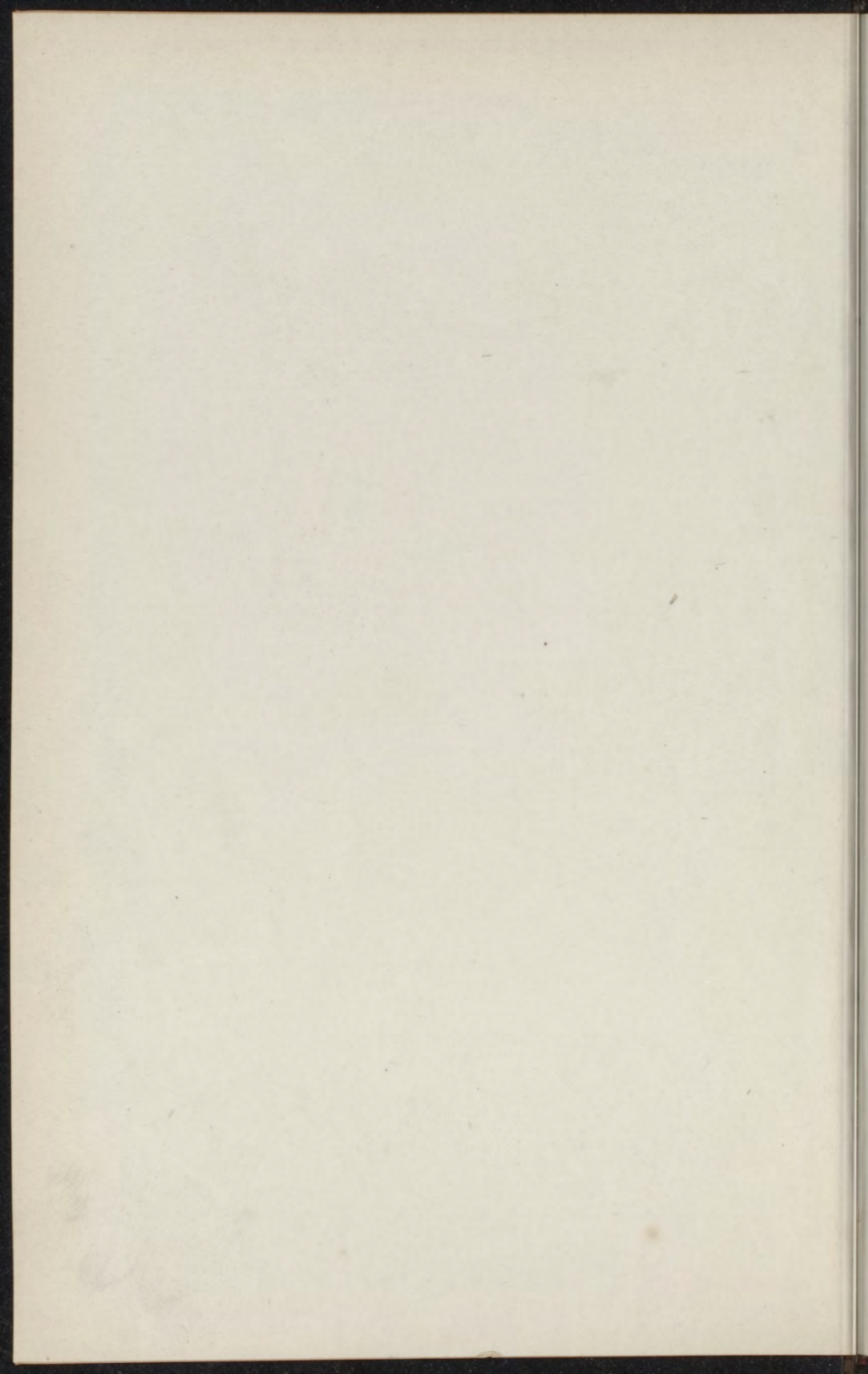


0783 3903











DE ELECTRISCHE GELEIDBAARHEID

VAN

KALIUMNITRAAT.



.....  
Druk van J. W. VAN LEEUWEN, Maarsmanssteeg, Leiden.  
.....

DE ELECTRISCHE GELEIDBAARHEID VAN  
KALIUMNITRAAT.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE SCHEIKUNDE,

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE LEIDEN,

OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

Dr. Th. H. MAC GILLAVRY,

Hoogleeraar in de Faculteit der Geneeskunde,

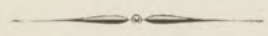
VOOR DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE TE VERDEDIGEN,

OP MAANDAG 8 NOVEMBER 1897, DES NAMIDDAGS TEN 4 URE,

DOOR

JOANNES COENRARDUS HUBERTUS KRAMERS, S. J.

GEBOREN TE SCHIEDAM.



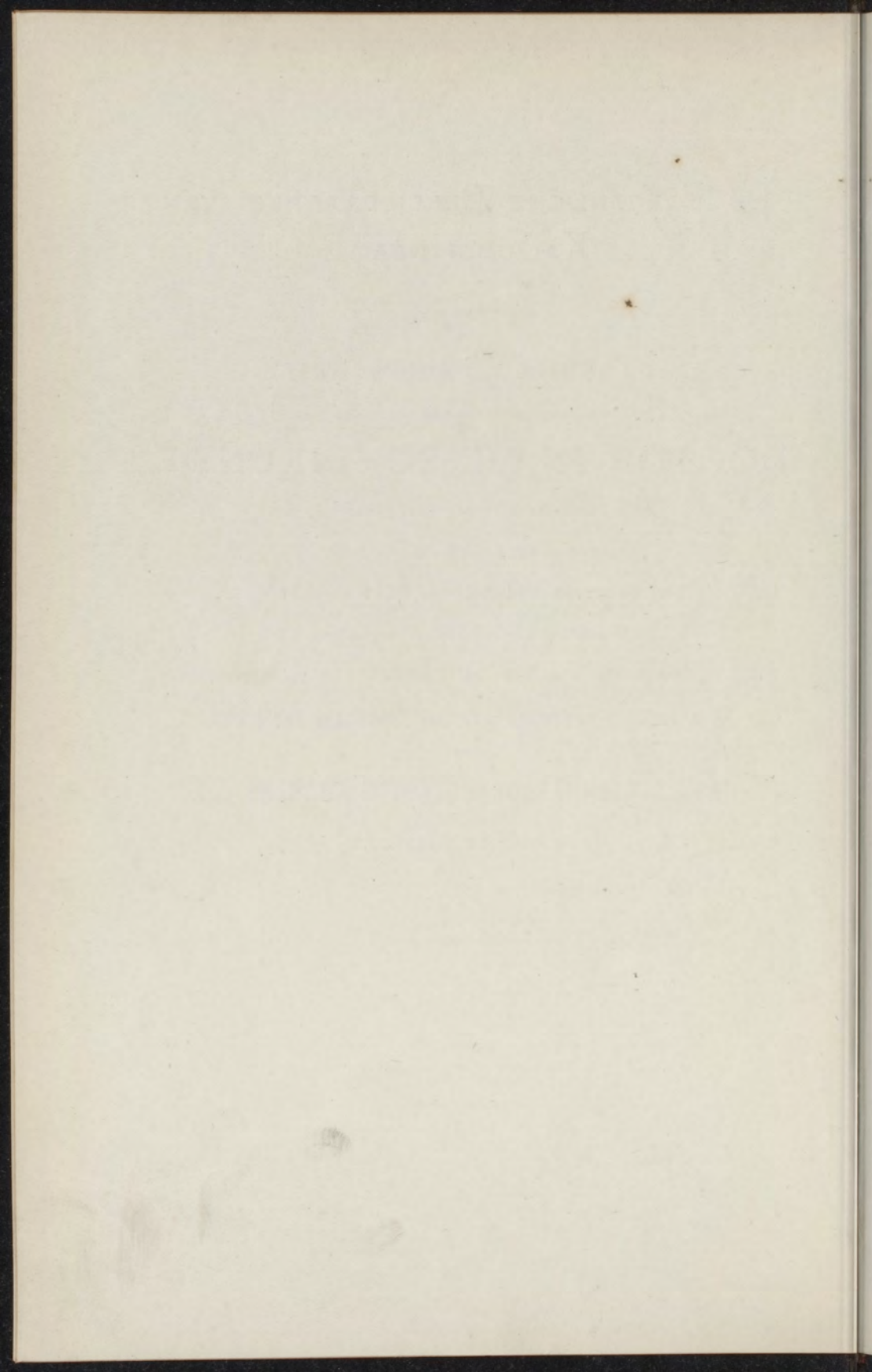
LEIDEN,

J. W. VAN LEEUWEN,

Maarsmanssteeg.

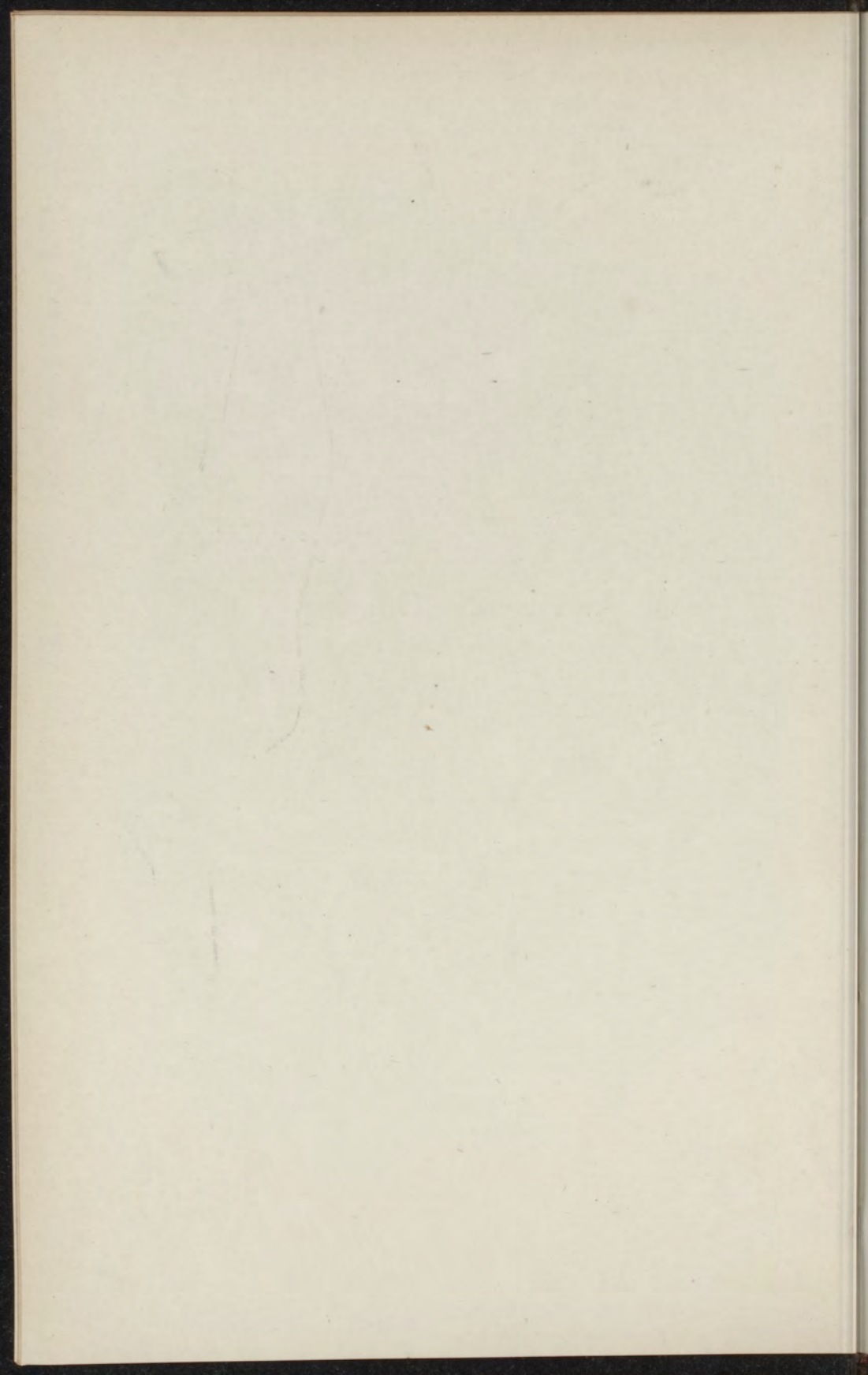
1897.





AAN MIJNE OUDERS.





*De volgende bladzijden zijn in hoofdzaak het bekroonde antwoord op een der prijsvragen door de Hollandsche Maatschappij van Wetenschappen in 1895 uitgeschreven.*

*Goedgunstig werd mij toegestaan, deze verhandeling, die door de bekroning het eigendom der genoemde Maatschappij werd als academisch proefschrift te gebruiken; hiervoor bij dezen nogmaals mijn dank.*

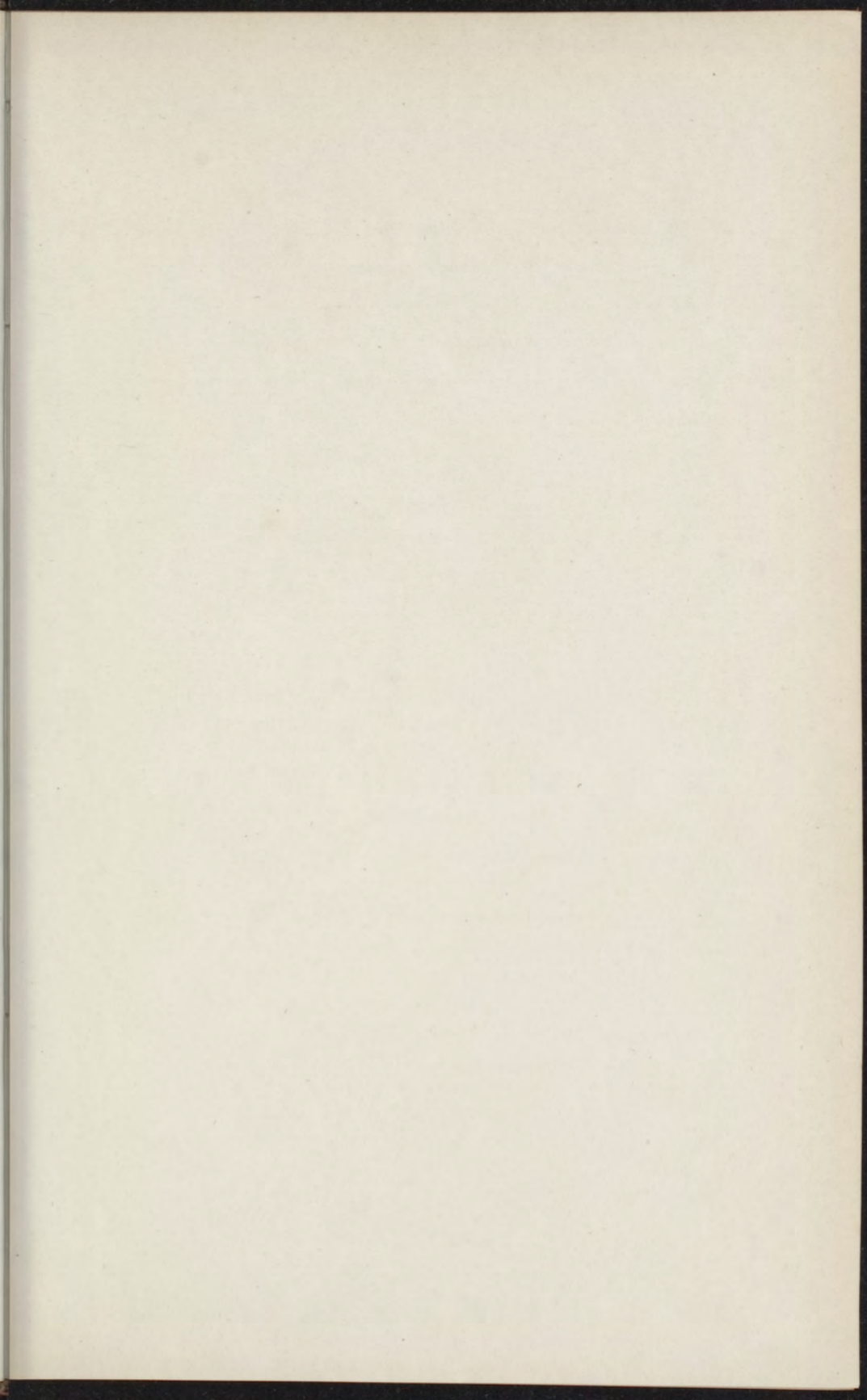
*Met een enkel woord wensch ik ook op deze plaats uiting van dankbaarheid te geven jegens U, Hooggeleerde leden van de Faculteit der Wis- en Natuurkunde. Ik had het zeldzame voorrecht U bijna allen tot leermeester te hebben, en ik herhaal hier hetgeen ik in de inleiding van het bekroonde antwoord heb gezegd: „ik heb mij onder de leiding van uitstekende leermeesters geoefend, en is mijn poging gelukt, het grootste gedeelte van de eer moet hun toekomen.*

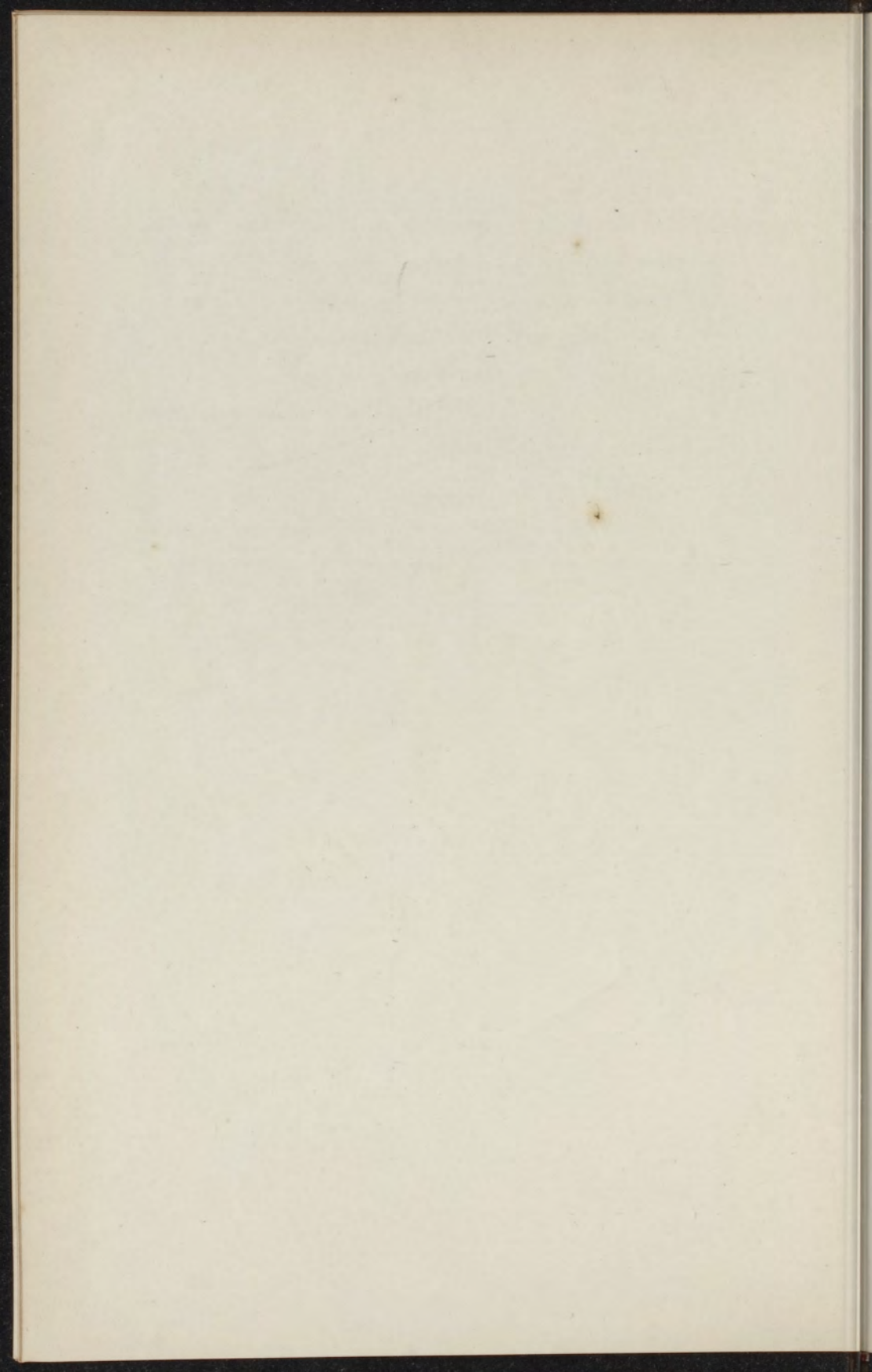


*Een bijzonder woord van dank jegens U, hooggeleerde Promotor; door een Physico-Chemisch onderwerp, als deze bladzijden bevatten als scheikundig proefschrift goed te keuren, geeft Gij een bewijs Uwer waardeering voor zelfstandig onderzoek, en een krachtigen steun voor allen, die op het aantrekkelijkste gedeelte onzer wetenschap hun krachten wenschen te beproeven.*

*Niet minder ben ik eindelijk ook U, Hooggeleerde Lorentz, bijzonderen dank verschuldigd; Uw waardeerend oordeel over mijne zwakke pogingen, is wel in staat tot nieuwe onderzoekingen aan te sporen, en de belangelooze hulpsvaardigheid mij in het theoretisch gedeelte van dit proefschrift betoond, heeft mij bewezen dat Gij ook onder dit opzicht den verworven naam weet te handhaven.*

---







# I N H O U D.

---

## TEKST.

### EERSTE HOOFDSTUK.

#### Het plan van onderzoek.

	Bladz.
Inleiding . . . . .	1
I. De Methode . . . . .	2
II. Welke stof en welk oplosmiddel? . . . . .	4
III. Welke concentraties en welke temperatuur? . . . . .	5

### TWEEDE HOOFDSTUK.

#### Moelijkheden.

I. De geleidbaarheid van het weerstandsvat bij hoge temperaturen . . . . .	10
II. De geleidbaarheid van het gebruikte water . . . . .	10
III. Het oplossen van het glas bij hoge temperatuur en daardoor verandering in de geleidbaarheid van de oplossing . . . . .	11
IV. De uitzetting van het weerstandsvat bij hogere temperaturen en daardoor verandering van de capaciteit . . . . .	12

INHOUD.

DERDE HOOFDSTUK.

**De gebruikte toestellen.**

	Bladz.
I. De weerstandsvaten en de wijze, waarop zij gevuld worden . . . . .	13
II. De Thermostaat . . . . .	18
III. De Thermometers . . . . .	21
IV. De primaire stroombron . . . . .	22
V. Het inductie-toestel voor de telefoon met onderbreker	23
VI. Het inductie-toestel voor den vibratie-galvanometer met snaaronderbreker . . . . .	23
VII. De Wheatstone-brug. . . . .	25
VIII. De vergelijk-weerstanden . . . . .	26
IX. De Condensator . . . . .	28
X. De Antipolarisatoren. . . . .	29
XI. De Vibratie-galvanometer . . . . .	30

VIERDE HOOFDSTUK.

**De gebruikte stoffen.**

I. Het Water . . . . .	34
II. Het Kaliumnitraat . . . . .	35

VIJFDE HOOFDSTUK.

**Gang der proeven.**

I. Het maken der oplossingen. . . . .	36
II. Het meten van den weerstand bij verschillende temperaturen. . . . .	38

INHOUD.

ZESDE HOOFDSTUK

**Uitkomsten en Tabellen.**

	Bladz.
Verklaring der verschillende Tabellen . . . . .	42
De grafische voorstelling . . . . .	45
Algemeene uitkomst. . . . .	46
De vorm der isothermen . . . . .	46
Empirische formule voor willekeurige concentratie en temperatuur . . . . .	48

ZEVENDE HOOFDSTUK.

Theoretische beschouwing. . . . .	49
-----------------------------------	----

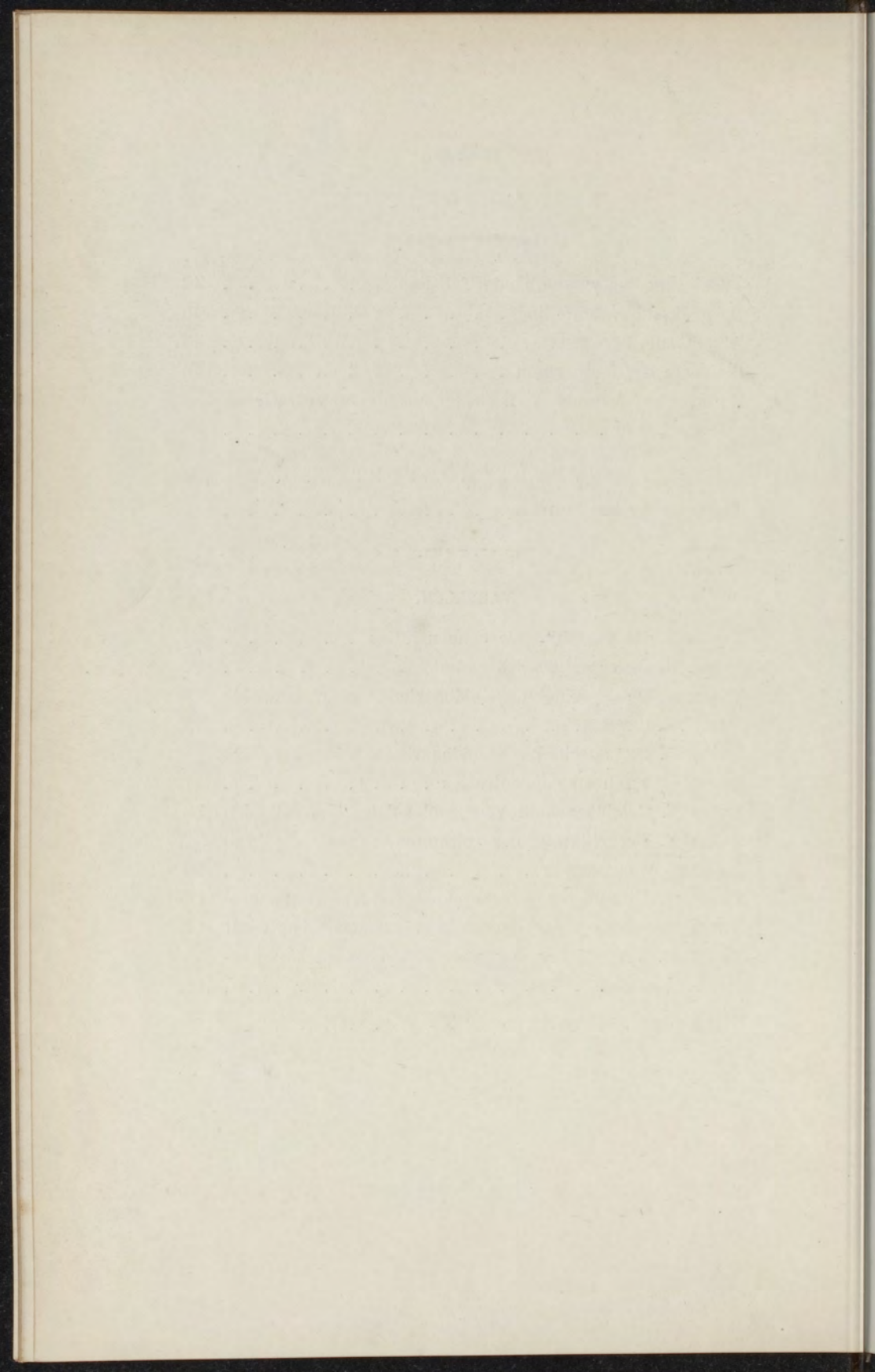
---

**TABELLEN.**

TABEL A. De verschillende concentraties . . . . .	53
TABEL B. De eigenlijke waarnemingen . . . . .	57
TABEL C. De specifieke geleidbaarheid voor bepaalde temperaturen . . . . .	73
TABEL D. De specifieke geleidbaarheid voor bepaalde temperaturen en concentraties . . . . .	81
TABEL E. Geleidbaarheid voor moleculaire hoeveelheden	89
TABEL F. Vergelijking der uitkomsten met die van andere waarnemers . . . . .	93
TABEL G. Uitkomsten der berekeningen van de concen- tratie waarbij een maximum van geleidbaarheid optreedt	97
TABEL H. Vergelijking der waarnemingen met de be- rekeningen . . . . .	101
STELLINGEN . . . . .	105

---





## E E R S T E H O O F D S T U K .

---

### HET PLAN VAN ONDERZOEK.

De prijsvraag, die de aanleiding is geweest van mijn onderzoek, luidde aldus:

*Men verlangt een studie van de electricische geleidbaarheid van een of ander zout bij zooveel mogelijk verschillende temperatuur en concentratie.*

*Zonder de mededingers er toe te verplichten, vestigt de Maatschappij de aandacht op het nut, dat er in gelegen is, de bepalingen uit te strekken tot het gesmolten watervrije zout, en op de mogelijkheid de kritische temperatuur van het oplosmiddel te overschrijden.*

In de eerste plaats moest ik de volgende punten vaststellen:

- I. Welke methode verdient de voorkeur?
- II. Welke stof en welk oplosmiddel zijn het meest geschikt?
- III. Tot welke concentraties en tot welke temperaturen zal ik mij bepalen?

I. *De Methode.*

Ik had de keuze tusschen de bekende methode van KOHLRAUSCH met wisselstroomen, en de electrometrische van LIPPMANN <sup>1)</sup>, welke FOUSSEREAU, BOUTY en POINCARÉ hebben toegepast <sup>2)</sup>, want de methode van GUTHRIE en BOYS <sup>3)</sup> alsmede die van het z.g.n. polarisatie-maximum van BECQUEREL <sup>4)</sup> of van de onpolariseerbare elektroden volgens PAALZOW <sup>5)</sup> konden geheel buiten beschouwing blijven.

De electrometrische methode had vele voordeelen, doch kon bezwaarlijk worden toegepast, omdat ik onder hoogen druk wilde werken. (cf. infra.)

Ik besloot dan wisselstroomen te gebruiken en de metingen volgens het beginsel van de Wheatstone-brug te verrichten, aangezien de differentiaal-inductor van A. ELSAS <sup>6)</sup> geen groote nauwkeurigheid beloofde bij de betrekkelijk geringe weerstanden, welke ik van de niet zeer verdunde oplossingen te meten had. Meer bevredigde mij de nauwkeurigheid, welke KOHLRAUSCH volgens bovengemeld beginsel werkende, had verkregen <sup>7)</sup>; vooral,

---

1) Compt. rend. 83. 192.

2) Ann. de chim. et de phys. (6) III 433, V 355, XVII 52.

3) Phil. Mag. (5). 4. 328.

4) Ann. de chim. et de phys. (3) XVII 267. Wied. Ann. 1, 510.

5) Pogg. Ann. 136, 489.

6) Wied. Ann. 42, 165.

7) Wied. Ann. 6, 145; 11, 653; 26, 161; 49, 225.



omdat de methode mij ook voor kleine weerstanden geschikt toescheen.

De bedenkingen van WIEN <sup>1)</sup> en LOHNSTEIN <sup>2)</sup> er tegen ingebracht, gaven mij aanleiding te beproeven de telefoon door een vibratie-galvanometer van RUBENS <sup>3)</sup> in verband met een snaar-interruptor van WIEN <sup>4)</sup> te vervangen. Na tal van proeven en teleurstellingen keerde ik echter tot de gewone telefoon terug, die vele voordeelen boven den vibratie-galvanometer van RUBENS opleverde, zooals ik later uitvoeriger zal aangeven.

Ten einde een goed minimum te verkrijgen werden in het begin de platina-electroden geplatiniseerd, en toen dit nog niet de gewenschte uitkomst gaf, (de electroden konden slechts klein zijn,) beproefde ik op aanraden van NERNST <sup>5)</sup> de polarisatie door polarisatie op te heffen. Dit gelukte mij op zoo uitstekende wijze, dat ik later geheel van het lastige platiniseeren (vooral wegens het uitwasschen) afzag. Immers ik verkreeg een minimum, scherper dan het mij met groote geplatiniseerde platina-electroden ooit gelukt was. Nadere bijzonderheden hierover deel ik bij de beschrijving der toestellen mede.

---

1) Wied. Ann. **42**, 593; **47**, 636.

2) Wied. Ann. **47**, 290.

3) Wied. Ann. **56**, 27.

4) Wied. Ann. **44**, 683.

5) Zeits. f. phys. Chem. XIV 654.

## II. *Welke stof en welk oplosmiddel?*

Wat dit tweede punt betreft, de keuze van het zout was geheel vrijgelaten. Dit maakte de zaak evenwel niet gemakkelijk. Vooreerst had men tal van teleurstellingen te wachten, aangezien het eene zout deze en een ander zout weer een andere moeilijkheid zou kunnen opleveren, die te voren minder gemakkelijk te voorzien waren. Vervolgens zou na een lang en moeitevol onderzoek de wetenschappelijke waarde gering kunnen zijn, wegens een bijzonderheid nu juist aan het gekozen zout eigen, ten gevolge waarvan het vooralsnog tot geen theoretische gevolgtrekkingen aanleiding zou kunnen geven.

Van den anderen kant gaf de vrijheid van keuze een niet gering voordeel. Ik kon namelijk zelf mijne voorwaarden aan het zout stellen, waardoor moeilijkheden konden vermeden worden, anders wellicht onoverkomelijk.

Ik stelde dan de volgende eischen:

- 1<sup>o</sup> Het zout moet gemakkelijk zuiver te verkrijgen zijn en zonder bijzondere bezwaren nauwkeurig af te wegen.
- 2<sup>o</sup> Het moet bij een gemakkelijk bereikbare en vooral goed te meten temperatuur watervrij smelten, zonder ontleed te worden.
- 3<sup>o</sup> Het moet in het oplossingsmiddel zoowel bij geringe als bij hoogere concentratie zonder ontleding oplossen.

4° Het moet zoowel in oplossing als in watervrij gesmolten toestand de electriciteit geleiden.

Na een langdurig wikken en wegen viel mijn laatste beslissing op  $\text{KNO}_3$ , dat tamelijk wel aan al de gestelde eischen voldoet. Alleen wat het smeltpunt betreft, dit lag nog vrij hoog, en daarom had ik liever  $\text{KHSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{AgNO}_3$  of  $\text{HgCl}_2$  genomen, doch ik zag van deze zouten af, omdat zij niet aan de andere gestelde eischen in voldoende mate voldeden.

Omtrent het oplosmiddel meende ik, dat de keuze niet vrijgelaten was, immers er wordt gesproken over het nut, het onderzoek voort te zetten tot het gesmolten *watervrije* zout. Ik besluit hieruit, dat *water* als oplosmiddel aangeraden wordt.

### III. *Welke concentraties en welke temperaturen?*

De vraag rees nu, wat te bepalen: De geleidbaarheid bij één bepaalde concentratie doch bij temperaturen, die zoo verschillend mogelijk zijn, of wel de geleidbaarheid bij éénzelfde temperatuur doch met verschillende concentraties?

In 't eerste geval wordt de mogelijkheid voorgesteld, om boven de kritische temperatuur van het oplosmiddel te gaan; in het tweede: het nut, dat er in gelegen is, het onderzoek voort te zetten tot een concentratie  $\infty$



n.l. de geleidbaarheid van het gesmolten watervrije zout.

Natuurlijk stelde ik mij eerst voor beide te bepalen, n.l. alle gevraagde temperaturen en alle concentraties, doch spoedig begreep ik, dat ik daarmee onmogelijk vóór den gestelden termijn gereed zou komen en besloot mij te beperken tot:

De specifieke geleidbaarheid van de meest verschillende concentraties, n.l. van af 5% tot het zuivere zout, telkens met 5% opklimmende. Die van grootere verdunningen mocht ik als voldoende bekend veronderstellen.

Ik verkreeg dus deze gevallen:

5 gram	KNO <sub>3</sub>	op	95 gram	Water.
10	"	"	90	"
				"
				etc. etc.
90 gram	"	"	10	"
95	"	"	5	"

en eindelijk het zuivere zout.

Dit alles wenschte ik te bepalen bij eenige temperaturen, die het onderzoek niet al te lastig zouden maken. Van de lagere concentraties is n.l. een bepaling bij hooge temp. lastig wegens den ontzaggelijken druk, die men verkrijgt, en van de hoogere concentraties is een bepaling bij lage temperatuur eenvoudig onmogelijk, daar het zout dan nog niet is opgelost.

Het afnemen der geleidbaarheid bij een bepaalde concentratie maakte het gewenscht, het onderzoek in de

nabijheid van dit punt uit te breiden, hetgeen dan ook geschied is, zoodat over een zeker gedeelte de concentraties langzamer toenemen, zooals uit de tabellen blijken zal.

Dat ik mij bepalen moest tot de specifieke geleidbaarheid, volgde uit de omstandigheid, dat ik soms bij hooge temperatuur moest werken, waarbij een bepaling van het soortelijk gewicht uiterst bezwaarlijk is <sup>1)</sup>. Zonder het soortelijk gewicht nu is natuurlijk de z.g.n. verdunning (n.l. het aantal liters, waarin 1 grammol. is opgelost) niet te berekenen. Daarbij komt nog, dat, aangezien deze verdunning onophoudelijk verandert (zooals KOHLRAUSCH terecht opmerkt <sup>2)</sup> maar KRANNHALS eenvoudig over het hoofd ziet <sup>3)</sup>) er lastige correcties moeten worden aangebracht, om een reeks op eenzelfde verdunning te herleiden. Bovendien heeft de moleculaire geleidbaarheid hoofdzakelijk beteekenis bij groote verdunning, en wilde ik het veld van onderzoek niet onoverzienbaar maken, dan moest ik, daar ik tot een concentratie  $\infty$  wilde komen, met flinke sprongen te werk gaan, en mij over de uiterste verdunningen minder bekommeren; te meer nog, daar dit reeds op voldoende wijze, zij het niet bij alle temperaturen door KOHLRAUSCH en anderen was onderzocht.

---

1) Aangezien ik de sterkte der oplossingen nauwkeurig aangeef, zoo zou, indien hiervoor eene geschikte methode bestaat, dit altijd nog kunnen geschieden.

2) Wied. Ann. 6, 13.

3) Zeits. f. phys. Chem. V 250.

Daar het mij nu om niets anders dan de specifieke geleidbaarheid te doen was, meende ik ook van de gewone wijze van concentratie te mogen afwijken, en werd zoowel opgeloste stof als oplosmiddel afgewogen. Bovendien meende ik, dat een minder strenge scheiding tusschen opgeloste stof en oplosmiddel gewettigd was, daar men, vooral bij hooge concentratie, even goed kan zeggen, dat  $H_2O$  in  $KNO_3$  oplost, als het omgekeerde.

Eindelijk heb ik ten einde mijne uitkomsten met die van anderen te kunnen vergelijken, voor zoover dit noodig en mogelijk was, zoowel concentraties als eenheden omgerekend en in een afzonderlijke tabel vereenigd.

Overigens waren er slechts enkele gevallen, waarbij die vergelijking mogelijk was, aangezien er te weinig van hooge concentraties bij hoogere temperaturen onderzocht is, hetgeen vooral blijkt uit de bijgevoegde graphische voorstelling, waarop ik het reeds vroeger onderzocht gedeelte heb aangegeven.

Nadat ik hiermede gereed was, heb ik het andere vraagstuk trachten op te lossen, en heb ik de geleidbaarheid bepaald van een concentratie (ongeveer 5%) bij de meest verschillende temperaturen van af  $15^\circ$  tot  $200^\circ$ . Hierboven werden de bepalingen onzeker wegens het opgeloste glas en misschien ook door kleine luchtblaasjes, die zich in de vloeistof vormden, aangezien ik de



hiervoor gebruikte buizen (cf. infra) moeilijk luchtledig kon maken. Door luchtblaasjes aan te nemen, zou het te verklaren zijn, dat de weerstand bijna geen oogenblik standvastig was, hoewel dit met de temperatuur wel het geval was; ik heb daarom de uitkomsten dezer bepalingen in de tabellen niet opgenomen.

---

## TWEEDE HOOFDSTUK.

---

### MOEILIKHEDEN.

#### I. *De geleidbaarheid van het weerstandsvat bij hoge temperaturen.*

Ten einde de geleidbaarheid der vaten te elimineeren werd de weerstand van een ledig vat bepaald bij die temperatuur, waarbij ik de geleidbaarheid der oplossingen wenschte te bepalen. De weerstand bleek nu bij  $380^{\circ}$  zoo groot te zijn, dat de geleidbaarheid kon verwaarloosd worden.

#### II. *De geleidbaarheid van het gebruikte water.*

De geleidbaarheid van het water heeft twee oorzaken, vooreerst de eigen geleidbaarheid tengevolge eener zeer geringe ionisatie, ten tweede doordat het onzuiverheden bevat. De eigen geleidbaarheid behoeft niet geëlimineerd te worden, daar ik, zooals gezegd, de specifieke geleid-

baarheid van *de oplossing*, dus zoowel van het water als van het zout, wilde bepalen.

Anders is het gelegen met de onzuiverheden. Gelukkig bleek uit het geringe geleidingsvermogen, dat het water tamelijk zuiver was, zoodat ik de onzuiverheden zonder merkbare fout meende te kunnen verwaarloozen; te meer, daar ik steeds bij grootere concentraties werkte, en de fout wegens onzuiverheden alleen bij groote verdunningen hinderlijk wordt.

III. *Het oplossen van het glas bij hooge temperatuur en daardoor verandering in de geleidbaarheid van de oplossing.*

Het voor de hand liggende middel hiertegen is, de bepalingen ook in omgekeerde orde te verrichten, n.l. nadat de hoogste temperatuur bereikt is, weer af te dalen tot de lagere temperaturen. Dit omkeeren der orde is overigens reeds door P. SACK <sup>1)</sup> toegepast.

De uitkomsten der proeven leerden, dat bij temperaturen tot 200° de oplosbaarheid van het glas bleek verwaarloosd te kunnen worden, indien het vat eenige malen bij die temperatuur gebruikt was, aangezien ik dan bij de zwakste concentraties dezelfde uitkomsten kreeg vóór en na de verhitting. Wat er bij hoogere temperaturen oplost, kan niet van invloed zijn, daar dan tevens de concentratie zoo hoog was.

<sup>1)</sup> Wied. Ann. 43, 216.



IV. *De uitzetting van het weerstandsvat bij hogere temperaturen en daardoor verandering van de capaciteit.*

De vorm van het vat was steeds voor verreweg het grootste gedeelte, soms geheel, eene buis. Nu is de weerstands-capaciteit recht evenredig met den weerstand, dus recht evenredig met de lengte van het buisje en omgekeerd evenredig met de doorsnede. Indien  $x$  de lineaire uitzettings-coëfficiënt van glas is, zoo wordt dus voor eene temperatuur  $t$  de weerstands-capaciteit

$$k_t = \frac{k_{18} \{1 + (t - 18)x\}}{\{1 + (t - 18)x\}^2} = \frac{k_{18}}{1 + (t - 18)x}$$

indien  $k_{18}$  de weerstands-capaciteit is bij 18°.

Deze correctie is zeer klein voor een betrekkelijk klein onderscheid in temperatuur, doch, waar men, zooals bij deze proeven, met temperatuur-verschillen van 350° te maken heeft, kwam het mij voor haren invloed niet te moeten verwaarloozen. Ik heb daarom steeds de volgens deze correctie verbeterde weerstands-capaciteit gebruikt, zooals in Tabel A is aangegeven.

---

## DERDE HOOFDSTUK.

---

### DE GEBRUIKTE TOESTELLEN.

#### I. *De weerstandsvaten en de wijze, waarop zij gevuld worden.*

Hiervoor werden verschillende modellen gebruikt, al naarmate de omstandigheden dit vorderden. De lagere concentraties, die bij gewone temperatuur nog homogeen zijn, werden in weerstandsvat N<sup>o</sup>. 9 bepaald. Dit vat is in fig. 1 afgebeeld.

De 2 platina-electroden, geheel uit een stuk, met een oppervlak van  $\pm 3$  cM. elk, reikten tot *a* in de vloeistof, zij werden door 2 aangesmolten stukjes email *e* steeds op dezelfde plaats gehouden en staken door 2 caoutchoucstoppen *s* zoo ver naar buiten, dat zij gemakkelijk door eene klemschroef met de 3 mM. dikke geleidingsdraden konden verbonden worden. <sup>1)</sup>

---

1) Het geheele vat was tot *b* in de vloeistof v. d. thermostaat gedompeld.

Voor concentraties, die bij  $\pm 50^\circ$  nog homogeen waren, werd een vat volgens fig. 2 gebruikt; het  $\text{KNO}_3$  en het water werden bij omgekeerden stand in bol *b* gebracht; nadat het einde *a* door een stopje met zeer kleine opening was gesloten, werd het bolletje in een waterbad verhit, tot het zout opgelost was. Door voorzichtig schuin houden en schudden werd de oplossing nu in de beide beenen overgebracht; door een stop met haarbuisje volgens de figuur werd het buisje gesloten, nu weder omgekeerd en aldus in een oliebad gebracht. Door verhitting kan lucht door het haarbuisje ontwijken; koelt het weer af, dan kan een weinig olie in het bolletje komen, doch dit is slechts een voordeel, daar alsdan de verdamping belet wordt. De platina-electroden waren veel kleiner, elk  $\pm \frac{1}{2}$   $\text{cm}^2$  en werden met email in het glas vastgesmolten. Aldus werd het toestel voor eenige concentraties gebruikt; ik durfde n.l. in het begin geen dichtgesmolten buisjes gebruiken, daar zij betrekkelijk dun waren en ik vreesde voor ontploffingen; later werd ik stoutmoediger en smolt ze terstond na de vulling dicht; ik kon nu veel hoger verhitten, zonder gevaar voor verdamping. Ik maakte ze van dikker glas, ten einde het gevaar van ontploffen te verminderen. Evenwel ontstond er bij hoogere concentratie behoefte aan een toestel, dat eene meer gemakkelijke vulling der beide beenen veroorloofde. Immers de lucht wilde hieruit bij de vulling niet snel genoeg ontsnappen en meermalen gebeurde het, dat het zout (daar ik het



buisje uit het waterbad moest nemen) door het hevige schudden en door de afkoeling uitkristalliseerde, nog voordat de buis geheel gevuld was, waardoor al de moeite verloren was.

Ik moest dus een vat hebben, waarin het zout in het water onder druk werd opgelost, en waarin de homogeeene oplossing door eene eenvoudige, snel uit te voeren beweging, in dat gedeelte kon worden overgebracht, waar de platina-electroden zich bevonden. Na vele vruchteloze pogingen slaagde ik er eindelijk in een vat te vervaardigen, dat onder alle opzichten aan al mijne eischen op uitstekende wijze voldeed; het is afgebeeld in fig. 3. De platina-electroden zijn ook weer in het glas vastgesmolten. Het zout en het water worden in bol *b* gebracht door het buisje *c*, dat daarna dichtgesmolten wordt, het geheel in een oliebad tot willekeurige temperatuur verhit, en nadat het zout geheel is opgelost, het vat 90° gedraaid, waardoor het vocht het geschaduwde gedeelte vult; daarna wordt het weer in zijnen oorspronkelijken stand gebracht, zoodat het vocht tot boven de vernauwingen in beide beenen reikt. Dit alles is het werk van een oogenblik, en gelukte mij zelfs bij eene temperatuur van 280°. Ten einde den druk iets geringer te maken, werd het nog open vat plotseling op 95° verhit en terstond daarna dichtgesmolten. Ik durfde het n.l. niet luchtledig maken, uit vrees voor het verdampen; eene geringe verdamping toch, kon bij de hooge concentratie deze laatste aan-

merkelijk veranderen. Toen het door de ondervinding bleek, dat deze vorm van weerstandsvat zoo uitermate geschikt was en zekerheid van werking aan eenvoudigheid van behandeling paarde, had ik spijt, dat ik de vorige bepalingen daarin niet had verricht. Eenige werden nog herhaald, zooals N<sup>o</sup>. 3 en N<sup>o</sup>. 6, omdat van deze twee de bepaling bij eene temperatuur van  $\pm 100^\circ$  mislukt was; de overige liet ik voor hetgeen zij waren; doch zeker is het, dat ik voortaan voor eene concentratie, die bij de gewone temperatuur niet homogeen is, voorloopig van geen andere inrichting gebruik wil maken. Slechts in één geval liet het toestel mij in den steek n.l. bij de bepaling van het geleidings-vermogen van het gesmolten zout; het was mij onmogelijk het toestel  $90^\circ$  te draaien zonder het een oogenblik uit den thermostaat (een groot paraffine-bad) te nemen; doch, zooals te verwachten was, vloog bij die gelegenheid de paraffine in brand ten gevolge van het toetreden der lucht. Ik bracht nu eene kleine wijziging aan, waardoor het niet meer noodig was, het toestel, nadat de gewenschte temperatuur bereikt was, te draaien; de vorm is afgebeeld in fig. 4; natuurlijk kan dit vat niet gebruikt worden voor mengsels, die eerst homogeen worden bij hooge temperatuur, doch voor een zuiver zout is het uitstekend geschikt. Het  $\text{KNO}_3$  werd door het buisje *c* in den bol *b* gebracht, daarna het geheele toestel luchtledig gemaakt en dicht-gesmolten. Bij *d* is eene vernauwing, zoodat het zout,

voordat het gesmolten is, de electroden niet bereiken kan; dit laatste moet namelijk met alle zorg vermeden worden, daar men anders in de capillaire buis *e* last heeft van luchtblaasjes, die bijna niet te verwijderen zijn. Is de smelttemperatuur bereikt, dan vloeit het zout langzaam bij de electrode, stijgt in de hellende capillaire buis *e* op, terwijl de verdunde lucht door het buisje *f* ontsnappen kan.

Wat de weerstandsvaten betreft om bij hoogen druk te kunnen werken, hiervoor heb ik alle vormen beproefd, die mij geschikt toeschenen, en alle soorten van glas gebruikt, waaroer ik slechts beschikken kon. Zacht glas noch hard glas, niets hielp; de beste glasblazers in eene groote fabriek hebben mijne stoutste wenschen, wat vorm en dikte betref, vervuld; doch alle glazen vaten zijn zonder uitzondering gesprongen. Het best voldeed nog eene buis van den vorm, afgebeeld in fig. 5; de opening was 2 mM., de wanddikte 5 mM.; de platina-electroden waren met email, soms ook onmiddellijk in 't glas vastgesmolten. Hiermede heb ik temperaturen tot 200°, eenmaal tot 245° kunnen bereiken, zoodat ik nog ver, zeer ver van de kritische temperatuur verwijderd bleef. Het springen van dergelijke zware buizen moet aan de vereende werkingen van hitte en drukking worden toegeschreven; tegen elk afzonderlijk zijn zij zeer goed bestand, want wanneer ik deze buizen vergelijk met die, welke bij het toestel van CAILLETET worden gebruikt, om gassen samen te persen, dan moet eene drukking van 200 atmosferen



kinderspel zijn voor zulke buizen; ook heb ik ze zonder vloeistof gemakkelijk tot  $400^{\circ}$  kunnen verhitten, zonder dat een gesprongen is. Alle pogingen om tot hogere temperaturen te komen met geringe concentratie, waarbij metalen vaten gebruikt werden, terwijl asbest als isolatiemiddel diende, moeten als mislukt beschouwd worden, en wil ik hier met stilzwijgen voorbijgaan.

## II. *De Thermostaat.* (fig. 7.)

Voor de lagere concentraties gebruikte ik bij het weerstandsvat fig. 1 als thermostaat een waterbad, bestaande uit een koperen bak van  $20 \times 9 \times 16$  cM<sup>3</sup>.

Deze stond op een ijzeren steunsel midden in een anderen koperen bak, die aan alle kanten 3 cM. grooter was; hierom heen stond een asbestmantel, terwijl alles was geplaatst op een stevig ijzeren voetstuk, waaronder 10 bunsensche branders; het geheel was nu nogmaals door een asbestmantel omgeven. Er bevonden zich in den middelsten bak steeds twee thermometers, die met elkander vergeleken waren; een tegen het weerstandsvat aan, een ander er zoo ver mogelijk van af; de temperatuur werd als standvastig ondersteld wanneer de beide thermometers eene zelfde temperatuur gedurende eenige minuten hadden aangegeven. De thermometers schoven door asbestproppen door de deksels der twee koperen vaten en konden door middel van een kijker op een afstand worden waargenomen. Correcties werden aangebracht voor het gedeelte, dat buiten den

thermostaat stond volgens de tabel van RIMBACH <sup>1)</sup> welke tabel eerst door interpolatie voor elke temperatuur werd aangevuld.

Ten einde de benoodigde temperatuur der omgeving te kennen, was boven het toestel tusschen de twee uitstekende thermometers een derde opgehangen. De geleiddraden, (roodkoper van 3 mM. dik) gingen eveneens door asbestproppen door de deksels heen; hun geheele weerstand was te voren bepaald en werd in rekening gebracht. Zoowel in het binnenste als in het buitenste vat was eene roerinrichting aanwezig <sup>2)</sup>, die zoo lang de temperatuur niet standvastig was, in beweging werd gehouden. Was de temperatuur standvastig geworden, dan bleven de roerders in rust en werd de waarneming verricht. Daar de gang der proeven zoodanig was, dat ik van eenzelfde vloeistof in 't zelfde weerstandsvat achtereenvolgens den weerstand wilde bepalen bij verschillende temperaturen, zoo kon ik geen gebruik maken van thermoregulatoren; doch er werd eene willekeurige temperatuur verkregen door de branders te laten branden tot de gewenschte temperatuur bijna bereikt was; daarna werden zij bij de lagere temperaturen geheel, bij de hogere gedeeltelijk dicht gedraaid en nu steeds geroerd tot beide thermometers standvastig waren. Werden de roerders nu in rust gelaten, dan bleven bij de lagere

---

1) Ber. Ber. 22, 3072.

2) In de figuur niet aangegeven.

temperaturen (tot  $100^{\circ}$ ) beide thermometers meer dan 10 minuten staan, bij de hoogere natuurlijk minder, doch altijd meer dan lang genoeg om met 2 tusschenpozingen 3 waarnemingen te doen, die met elkander overeen moesten stemmen; elke waarneming vorderde slechts enkele seconden.

Bij een weerstandsvat volgens fig. 2 was de thermostaat op dezelfde wijze ingericht; alleen gebruikte ik olie in plaats van water. De ondervinding leerde, dat bij gebruik van olie het binnenste vat zonder nadeel kon worden weggelaten, de temperatuur was spoediger standvastig en bleef dit toch bijna even lang, indien niet geroerd werd. In dezen laatsten vorm werd dezelfde thermostaat ook bij de overige proeven gebruikt; de dampen van de olie werden bij hooge temperaturen (tot  $300^{\circ}$ ) echter zeer hinderlijk; en toen ik de olie door paraffine van hoog smeltpunt ( $75^{\circ}$ ) verving, ten einde hoogere temperatuur (tot  $390^{\circ}$ ) te kunnen verkrijgen, werden de dampen nog hinderlijker, zoodat een goed trekkende schoorsteen over den thermostaat moest gemaakt worden. Wegens het gevaar voor ontploffingen stond alles achter eene zware spiegelruit, die in een raam gevat, aan 2 stevige koorden hing, en eene inrichting bezat om gemakkelijk in alle richtingen verplaatst te kunnen worden.

Daar de paraffine eerst bij  $75^{\circ}$  vloeibaar is, werd bij deze proeven het buisje voorgewarmd in een oliebad, dat dezelfde afmetingen als de thermostaat had. Als de



temperatuur ongeveer dezelfde was als van de gesmolten paraffine werd het buisje snel van het eene in het andere vat overgebracht.

### III. *De Thermometers.*

Als normaal werktuig gebruikte ik een thermometer van  $-2$  tot  $100^\circ$  in  $\frac{1}{10}^\circ$  verdeeld; hiermede werden al de gebruikte thermometers herhaaldelijk vergeleken; deze normaal werd weder vergeleken met een door het meteorologisch Instituut van Utrecht geijkt instrument.

Voor de temperaturen tot  $150^\circ$  gebruikte ik 3 stellen elk van 2 thermometers n.l. van  $15^\circ - 60^\circ$ ; van  $60^\circ - 105^\circ$  en van  $105^\circ - 150^\circ$ ; deze liet ik bijzonder voor dit doel vervaardigen; zij waren in  $\frac{1}{10}^\circ$  verdeeld, terwijl  $\frac{1}{100}^\circ$  zich gemakkelijk liet schatten. Zij werden met de uiterste zorg zoowel onderling als met mijn normaal vergeleken, in een thermostaat, waarin tevens een thermoreguleur volgens REICHERT was geplaatst, welke eene uitstekende regeling veroorloofde. Voor temperaturen boven  $150^\circ$  gebruikte ik 2 kwikthermometers met stikstof gevuld in  $\frac{1}{1}^\circ$  verdeeld, terwijl  $\frac{1}{10}^\circ$  geschat werd. Hierop kon de temperatuur tot  $400^\circ$  worden afgelezen.

Van deze thermometers werden herhaaldelijk bepaald:

het nulpunt door smeltend ijs <sup>1)</sup>

$100^\circ$  door het kookpunt van water

217,9 " " " " Naphtaline

382 " " " " Anthrachinon;

1) OSTWALD. Hand- u. Hilfsb. 54.

bij deze 3 laatste bepalingen werd de stand van den barometer in rekening gebracht volgens deze formules:

kookpunt van water  $100 - (760 - p) 0,0370$

” ” Naphtaline  $217,9 - (760 - p) 0,0594$

” ” Anthrachinon  $382 - (760 - p) 0,0753$

waarin  $p$  de barometerstand is in mM.<sup>1)</sup>; bovendien werden deze thermometers nog met elkander vergeleken in den damp van kokend diphenylamine. Dit laatste kookte zeer standvastig, doch  $\pm 4^\circ$  lager dan gewoonlijk wordt opgegeven (misschien was het niet volkomen zuiver), het werd daarom alleen gebruikt om waar te nemen of de thermometers bij dat punt veranderden. Bij het bepalen dezer punten werd steeds zorg gedragen, dat de thermometers geheel in den damp hingen.

#### IV. De primaire stroombron.

Deze bestond uit 8 Fleischer-elementen van 16 cM. hoog. Door een schakelaar kon ik hiervan naar willekeur 4 of 8 gebruiken. Tusschen de elementen en de inductieklos was een rheostaat geplaatst, waardoor met opklimming van  $\frac{1}{10}$  Ohm. 111 Ohm. konden ingelascht worden; hierdoor was eene uitstekende regeling van den stroom verzekerd. Deze regeling was noodzakelijk bij den vibratie-galvanometer.

---

1) De gegevens voor deze formules zijn genomen uit NERNST u. HESSE. Stede- u. Schmelzp. 9 en 122.

V. *Het inductie-toestel voor den telefoon met onderbreker.*

Deze had volgens de aanwijzing van KOHLRAUSCH een massief ijzeren kern van 16 mM. doorsnede en 100 mM. lengte <sup>1)</sup>. De opgaven omtrent 't aantal windingen en de weerstanden van prim. en secund. draad, alsook van het aantal onderbrekingen zijn met elkander in strijd, zoodat ik door beproeven de voordeeligste verhoudingen moest zoeken. Het best voldeed het volgende: om de massief ijzeren kern een prim. draad van 0,8 mM. in 6 lagen ongeveer 600 windingen met een weerstand van 1,8 Ohm. De secundaire draad van 0,4 mM., 2 maal omsponnen met zijde, was in 2 gedeelten opgewonden; 1 van 1050 en 1 van 1200 windingen. Deze konden afzonderlijk achter en naast elkander gebruikt worden; achter elkander hadden zij in 't geheel eenen weerstand van 38 Ohm. Het toestel had een afzonderlijken zeer snel werkenden hamer van NEEF als onderbreker. Zoowel onderbreker als inductie-toestel waren in een ander vertrek opgesteld.

VI. *Het inductie-toestel voor den vibratie-galvanometer met snaaronderbreker.*

Aangezien de vibratie-galvanometer een veel grooteren weerstand had, dan de telefoon, werd er ook hierbij een inductie-toestel vereischt, dat een betrekkelijk veel langeren secundairen draad had. Een toestel met primairen

---

1) Wied. Ann. 11, 654.



draad van 1,3 Ohm. en secundairen draad van 200 Ohm. voldeed het best. Zoowel de ijzeren kern als de secundaire draad konden meer of minder in en over den primairen draad geschoven worden, hetgeen een groot voordeel was. Oorspronkelijk werd dit toestel gebruikt met een hamer van NEEF, die alle inrichtingen bezat, ten einde een gewenscht aantal onderbrekingen per seconde te verkrijgen, waarbij echter de stroomsterkte van veel invloed was. Zeer veel dienst had ik er van, dat deze stroomsterkte door den boven vermelden rheostaat kon geregeld worden; evenwel bleek dit op den duur toch te lastig, daar de Fleischer-elementen, telkens nadat zij een oogenblik in rust waren geweest, een groote stroomsterkte gaven. Ik besloot dan ook, evenals RUBENS, een snaaronderbreker van WIEN te gebruiken. Dit werktuig werd volgens de aanwijzingen van WIEN <sup>1)</sup> vervaardigd. In plaats van een ijzerdraad gebruikte ik een staaldraad, daar deze beter denzelfden toon bleef geven, dan een ijzerdraad, die eerst werd beproefd. De draad was 1 mM. dik en 1 M. lang. De electromagneet was een week ijzeren staaf van 10 cM. lang en 1 cM. dik. Een afzonderlijk poolstuk kon ik met een schroef tot de snaar doen naderen. De omwinding bestond uit met zijde omsponnen koperdraad van 0,8 mM. dikte, en had een weerstand van 3 Ohm; deze electromagneet werd door eene afzonderlijke batterij van

---

1) Wied. Ann. 44, 683.

3 Daniel-elementen van 24 cM. hoog bekrachtigd <sup>1)</sup>. De wijziging in het onderbreken door RUBENS aangebracht, of ten minste gebruikt <sup>2)</sup>, werd wel beproefd, doch weder verlaten; ik behield dus kwikcontacten; de vonken van den extrastroom werden na het aanbrengen van eene nevensluiting van ongeveer 100 Ohm nauwelijks meer waargenomen, en uren lang werkte dit voortreffelijk werktuig zonder eenige stoornis.

#### VII. *De Wheatstone-brug.* (fig. 8)

Zooals uit de teekening duidelijk is, komt de stroom bij sluiting van knop  $K'$  van de batterij  $B'$  bij  $i$  op eene koperen plaat, van waar hij zich bij  $m$  en  $n$  verdeelt over de takken  $P$  en  $Q$ . Hij komt bij  $k$  en  $l$  weer in het toestel om bij  $h$  weder uit te treden. Door het sluiten van knop  $K''$  wordt de galvanometer tusschen  $k$  en  $l$  ingeschakeld.  $a-g$  zijn stopcontacten, waardoor het mogelijk is, tusschen  $k h$  en  $l h$  verschillende weerstanden te brengen.

$$w' = w''' = 96 \text{ Ohm.}$$

$$w'' = w'''' = 9,6 \text{ Ohm.}$$

Door het uittrekken der stoppen  $d$  en  $e$  loopt de stroom over 4 gespannen Maillechortdraden  $d'$   $d''$   $d'''$   $d''''$  ter lengte van 50 cM., waarvan een willekeurig stuk door schuif-

1) Door een kleinen rheostaat kon de stroom geregeld worden.

2) Wied. Ann. 56, 35.

contacten  $s' s''$  kan worden afgesloten. Twee aan twee hebben zij iets meer dan 1 Ohm weerstand. Noemen wij de takken  $k h$  en  $l h$  A en B dan zal, wanneer de galvanometer geen uitwijking meer vertoont  $A : B = P : Q$  moeten zijn.

In dezen vorm werd het toestel gebruikt voor het verkrijgen der weerstanden. (cf. infra.) De galvanometer G was een zeer gevoelige spiegel-galvanometer met astatisch naaldstelsel en bezat de volgende inrichting, ten einde zijn weerstand van  $\frac{3}{16}$  tot 48 ohm te kunnen afwisselen, naarmate de verschillende metingen dit vorderden voor eene gevoelige instelling.

De omwindingen bestonden n.l. uit 16 afzonderlijke stukken, die naar willekeur door een schakelaar achter en naast elkander konden gebruikt worden. Elk stuk had 3 Ohm weerstand (de draad was een met witte zijde omsponnen koperdraad van groote geleidbaarheid en 0,25 m.M. dik); gemakkelijk verkrijgt men hiermede dus  $\frac{3}{16}$ ;  $2 \times \frac{3}{8} = \frac{3}{4}$ ;  $4 \times \frac{3}{4} = 3$ ;  $8 \times \frac{3}{2} = 12$ ; en  $16 \times 3 = 48$  Ohm.

#### VIII. *De Vergelijk-weerstanden.*

Hiervoor gebruikte ik 4 Decaden-weerstandbanken n.l.  $10 \times \frac{1}{10}$ ;  $10 \times 1$ ,  $10 \times 10$  en  $10 \times 100$  Ohm; verder een weerstandbank van  $10 \times 1000$  Ohm, die op de gewone wijze was ingericht, dus met 10 stoppen, eindelijk 2 kleine weerstanden, uit 2 gespannen draden bestaande van iets meer dan  $\frac{1}{10}$  en 1 Ohm met schuifcontacten.



Deze contacten konden over een afstand van 50 cM. verschoven worden, terwijl een halve mM. gemakkelijk kon worden afgelezen.

Al deze weerstandbanken liet ik volgens opgegeven teekening maken, en bracht daarin de weerstanden zelf aan. Al de weerstanden, met uitzondering van die met schuifcontacten, werden gemaakt van omsponnen mallechort. De metingen voor het vervaardigen der weerstanden werden verricht met behulp van de Wheatstonebrug (cf. supra) fig. 8 en wel uitsluitend door substitutie in tak Q, terwijl de takken A, B en P ongeveer even groot werden gemaakt. Aan deze metingen werd de grootste zorg besteed. Een duizenste van den te meten weerstand kon zonder eenig bezwaar worden waargenomen en de nauwkeurigheid der banken is dus zeker groter. Wat de 10 weerstanden van 1000 Ohm betreft, zoo stelde ik mij aanvankelijk voor, deze op aanraden van KOHLRAUSCH <sup>1)</sup> volgens de methode van CHAPERON <sup>2)</sup> op te winden, aangezien biflair gewonden weerstanden geen zuiver minimum geven <sup>3)</sup>. Evenwel bleek het opwinden volgens CHAPERON zonder buitengewone hulpmiddelen uiterst bezwaarlijk te zijn, zoodat ik hiervan moest afzien. Ik ging hiertoe te gereeder over, vooreerst, omdat volgens KOHLRAUSCH (l.c.) grootere biflair gewonden weerstanden

---

1) Wied. Ann. 49, 234.

2) Compt. rend. 108, 799.

3) BOUTY en FOUSSEREAU. Journ. de phys. t. IV.

een bruikbaar minimum geven, indien zij slechts uit meerdere kleinere (elk van b.v. 1000 Ohm) zijn samengesteld, ten andere omdat ik volgens de aanwijzing van ELSAS <sup>1)</sup> voor deze duizenden Ohms draad van  $\frac{1}{10}$  mM. gebruikte, en eindelijk omdat door het gebruik van RUBENS' vibratiegalvanometer, waarvan ik hoopte mij te kunnen bedienen, geringe electrostatische capaciteiten van weinig invloed moesten zijn en bovendien door een condensator nog konden verbeterd worden. Dit laatste bleek voldoende te zijn.

#### IX. De Condensator.

Ten einde storende electrostatische capaciteiten te compenseeren <sup>2)</sup> werden veranderlijke condensatoren aangebracht, zoowel in de vergelijk-tak als in den electrolyt-tak, op aanraden van M. E. MALTBJ <sup>3)</sup>. Ik gaf de voorkeur aan den door MALTBJ gestelden vorm, boven dien van KOHLRAUSCH <sup>4)</sup>, omdat de inrichting eenvoudiger is, en eene nog betere regeling toelaat.

Deze condensator bestond dan, zooals uit fig. 6 blijkt, uit een stuk bladtin *B*, liggende op een plaat eboniet *E* en bedekt door gearaffineerd papier *P*. Twee zware stukken vlak koper *K, K<sub>n</sub>* kunnen door middel van ebonieten handvaten *H, H<sub>n</sub>* meer of minder over het met

1) Wied. Ann. 42, 171; 44, 678.

2) Wied. Ann. 49, 249; Zeits. f. phys. Chem. XV 126.

3) Zeits. f. phys. Chem. XVIII, 139.

4) Wied. Ann. 56, 182.

paraffine-papier bedekte bladtin worden heengeschoven, waardoor de capaciteit der condensatoren naar willekeur kan worden veranderd.

Het bladtin *B* is verbonden met *i* (fig. 10), de stukken *K*, en *K*, met *k* en *l*.

### X. De Antipolarisatoren (fig. 9).

Aldus noem ik de eenvoudige werktuigjes, waaraan ik geheel mijn slagen in het verkrijgen van een minimum in den telefoon te danken heb. Zij werden aangebracht op aanraden van NERNST <sup>1)</sup> en van verschillend kaliber gemaakt, al naarmate het oppervlak der platina-electroden dit vorderde. De inrichting wijkt eenigszins af van die van NERNST en is veel eenvoudiger dan de methode door KOHLRAUSCH aangegeven <sup>2)</sup> n.l. met z.g.n. „Tauch-electroden.” Ik gebruikte eenvoudig twee reepjes platina (breed of smal, soms zelfs dunne draden) die op twee plaatsen door middel van email op onveranderlijken afstand van elkander waren vastgesmolten; deze werden, onbewegelijk in de leiding geschakeld, terwijl nu een buisje met eene willekeurige vloeistof (ik gebruikte zooals NERNST

1) Zeits. f. phys. Chem. XIV 654 „...eine Zelle von variabler Polarisation... (eine mit Schwefelsäure von maximaler Leitfähigkeit gefüllte Zelle die eine grosse feste und kleine verschiebbare Electrode besass)... ermöglichte es, mit einem Widerstandsgefäss, das blanke Platinelectroden von 2 cm<sup>2</sup> Oberfläche besass und mit einer Brücke und einem Widerstandskasten in der gewöhnlichen Weise geschaltet war, ein ausgezeichnetes Minimum zu erhalten.

2) Wied. Ann. 50, 184; 51, 347.



zwavelzuur van maximale geleidbaarheid) door een micrometerschroef kan bewogen worden, waardoor een grooter of kleiner oppervlak der electroden in de vloeistof hangt. Een index op het plankje, waaraan het buisje bevestigd is, glijdt langs eene verdeeling, waardoor gemakkelijk kan worden waargenomen, welke weerstand door den antipolarisator in de leiding gebracht is, indien men het werktuig eerst heeft gecalibreerd. Dit laatste geschiedt zooals ook KOHLRAUSCH voor de Tauchelectroden aangeeft, het beste met een slecht geleidende vloeistof; ik gebruikte hiervoor een zeer verdunde oplossing, waarvan de geleidbaarheid 800 maal kleiner was, dan die van het zwavelzuur. In het ongunstigste geval had de antipolarisator met zwavelzuur een weerstand van 3,64 Ohm; gewoonlijk bedroeg de weerstand echter slechts 0,25 Ohm, soms slechts 0,09.

#### XI. *De Vibratie-Galvanometer.*

Deze was, behoudens eenige wijzigingen, ingericht als door RUBENS <sup>1)</sup> werd aangegeven. In plaats van gewone magneten, gebruikte ik n.l. electromagneten door eene afzonderlijke batterij bekrachtigd.

Het gebruik van electromagneten schonk mij, behalve eene krachtiger magnetiseering nog het voordeel van eene betere opstelling. Zooals n.l. uit de teekening van RUBENS blijkt, worden bij zijn galvanometer door de wissel-

<sup>1)</sup> Wied. Ann. 56, 30.

stroomen telkens 2 polen van verschillende magneten versterkt, terwijl de andere polen verzwakt worden. Volgens mijne opstelling echter worden telkens de polen van eenzelfden magneet versterkt, en die van een geheel anderen magneet verzwakt. De 4 klossen der electro-magneten stonden achter elkander en hadden in het geheel eenen weerstand van 15,2 Ohm. De telefoonklosjes konden zoowel achter als naast elkander en ook 2 aan 2 gebruikt worden; elk had een weerstand van 50 Ohm, zoodat de gansche weerstand diesbetreffend was:  $\frac{50}{4} = 12,5$ ,  $\frac{50}{2} \times 2 = 50$  en  $50 \times 4 = 200$  Ohm; steeds werd die weerstand gebruikt, welke het meest met den te meten weerstand overeenkwam, aangezien ook hier weldra bleek, dat dit de grootste gevoeligheid opleverde.

Het beeld van eene verlichte spleet werd teruggekaatst op een aan de voorzijde verzilverden spiegel en waargenomen door een kijker van 20 voudige vergrooting, voorzien van een micrometer-oculair van ZEISS. Gemiddeld kon een verschil van  $\frac{1}{4000}$  van den ganschen weerstand zonder moeite worden waargenomen, indien de weerstand uit een bifilair opgewonden draad bestond. Geheel verheugd over deze uitstekende uitkomst, beproefde ik terstond den weerstand van een electrolyt te meten; doch wie beschrijft mijne teleurstelling, toen ik de ervaring opdeed, dat het werktuig hiervoor in het geheel niet te gebruiken was. Een verschil van  $\frac{1}{100}$  was nauwelijks merkbaar en van een eigenlijk minimum was geen

sprake. Tot verontschuldiging voor het werktuig moet ik aanvoeren, dat de platina-electroden betrekkelijk klein waren, maar toch grooter dan ik bij mijne latere proeven meende te zullen gebruiken; ook bezat ik nog geen antipolarisatoren. Hadde ik deze laatste gehad, dan ware ik waarschijnlijk minder ontmoedigd geweest, doch nu moest ik het na eene week tobben eindelijk opgeven, en nooit heb ik zooveel spijt gehad over een werktuig waarvan ik mij zooveel had beloofd, dat mij meer dan eene maand arbeid had gekost, waaraan ik moeite noch kosten had gespaard, en dat mij nu geheel in den steek liet. Moedeloos nam ik mijn toevlucht weer tot den gewonen telefoon, een model „Ader” van 12 Ohm weerstand, welke onder verschillende andere als de beste werd uitgezocht. In het begin kreeg ik hiermede ook al slechte uitkomsten, hoewel ik de platina-electroden zorgvuldig had geplatiniseerd. Zij waren echter blijkbaar te klein, doch ik kon nu eenmaal geen grootere gebruiken. Eindelijk werd, zooals reeds gezegd, een antipolarisator tusschengeschakeld, en het gevolg hiervan heb ik reeds medege-deeld. Toen de proeven reeds voor een gedeelte met den telefoon gedaan waren, besloot ik den vibratie-galvanometer nog eens te beproeven, en werkelijk bleek het nu, dat ook met dit werktuig ongeveer dezelfde nauwkeurigheid als met den telefoon kon worden bereikt. Veel beter dan de telefoon was het echter niet, en wat de eenvoudigheid van behandeling aangaat, staat het ver



achter den gewonen telefoon; ook komt men met den telefoon spoediger tot zijn doel, daar men uit het geluid na eenige oefening goed kan opmaken, wat er nog verbeterd moet worden: weerstand, capaciteit of polarisatie, eene ervaring, die ook NERNST heeft opgedaan <sup>1)</sup>. Ik zag dus voor goed van den vibratie-galvanometer af, en deed al de meegedeelde proeven met den gewonen telefoon, terwijl ik een ieder aanraad zich door oefening van de voortreffelijkheid van den telefoon als minimum werktuig te overtuigen, alvorens zich voor een ander moeite te geven. Gaarne had ik op aanraden van Lord RAYLEIGH <sup>2)</sup> een telefoon met grooteren weerstand beproefd, doch ik kon hierover niet beschikken. Het minimum was overigens zoo scherp, dat het geen grootere gevoeligheid van den telefoon vorderde.

---

1) Zeits. f. phys. Chem. XIV p. 655 „...ein geübtes Ohr hört aus dem Minimumgeräusch leicht heraus wo noch zu corrigieren ist; ein Knistern deutet auf Ungleichheit der Capacitäten, ein Summen auf eine solche der Widerstände, und ungleichartige Klangfarbe zu beiden Seiten des Minimums warnt vor Polarisation. Nur wenn alle diese Factoren abgeglichen sind (bezw. der letzte durch hinreichend grosse Electroden zur Bedeutungslosigkeit herabgedrückt ist) schweigt das Telefon absolut und zwar für Schwingungen der verschiedensten Tonhöhe. Der Einfluss einer Unsymmetrie bezüglich der Widerstände ist unabhängig von der Frequenz; derjenige bezüglich der Capacität nimmt zu mit der Frequenz; derjenige bezüglich der Polarisation nimmt ab mit der Frequenz der Wechselströme, wie aus den Versuchen und Rechnungen von KOHLRAUSCH und OBERBECK hervorgeht.

2) Phil. Mag. 38, 285.

## VIERDE HOOFDSTUK.

---

### DE GEBRUIKTE STOFFEN.

#### I. *Het Water.*

Hiervoor nam ik gedistilleerd water uit den handel; dit werd onder verminderden druk uit een glazen kolf nogmaals gedistilleerd, waarbij in den kolf een weinig  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  werd gebracht, ten einde het  $\text{CO}_2$  terug te houden. Het bleek, dat dit water weinig of geen voordeel opleverde boven water, dat onder gewonen druk uit een glazen kolf met een koeler van zuiver tin werd gedistilleerd, zoodat ik van het tijdroovende distilleeren onder verminderden druk afzag. Het water, dat ik aldus verkreeg, had een specifiek geleidingsvermogen van  $\pm 1,4 \times 10^{-6}$ , hetgeen mij zuiver genoeg voorkwam, daar ik het onderzoek niet tot de groote verdunningen wenschte uit te strekken om vermelde redenen.

II. *Het Kaliumnitraat.*

Dit werd als „puriss pro analysi” van eene fabriek besteld, nog tweemaal omgekristalliseerd, (de tweede maal met gestoorde kristallisatie) op een platina-conus afgezogen en in eene droogstoof bij 120° gedroogd, daarna boven  $H_2SO_4$  in een exsiccator gebracht, waarin het steeds werd bewaard. Ik kon daarin geen spoor van onzuiverheid meer aantoonen volgens de methoden van KRAUCH<sup>1)</sup>.

---

1) C. KRAUCH. Die Prüfung der chem. Reag. auf Reinh.



## V I J F D E H O O F D S T U K .

---

### GANG DER PROEVEN.

#### I. *Het maken der oplossingen.*

Als vloeistof, waarmede de weerstands-capaciteit van al de verschillende vaten zou bepaald worden, nam ik eene oplossing van  $\text{KNO}_3$  van zoodanige concentratie, dat hare specifieke weerstand uit het onderzoek van KOHLRAUSCH kon berekend worden; dit is tevens de concentratie, waarvan ik den specifiekten weerstand bij hooge temperaturen wilde onderzoeken. Ik had hierdoor het niet geringe voordeel, dat de weerstands-capaciteit van de hiervoor gebruikte vaten van zelf bekend werd, indien de bepaling tevens bij lagere temperatuur werd verricht. Deze concentratie werd geheel door afwegen verkregen en in eene goed sluitende flesch in donker bewaard. Indien er met een drogen pipet iets uitgenomen werd, geschiedde dit, nadat de inhoud was

omgeschud, terwijl de flesch zoo kort mogelijk werd opengelaten. Na afloop der proeven, werd de weerstand nogmaals in hetzelfde vat als de eerste maal bepaald, en deze weerstand bleek volkomen dezelfde gebleven te zijn. Voor de overige oplossingen, welke in vat N<sup>o</sup>. 9 onderzocht werden, werd een bekeerglas van Jena-glas getarreerd, hierin  $\text{KNO}_3$  afgewogen, berekend hoeveel water toegevoegd moest worden om de verlangde concentratie te verkrijgen, dit uit een  $\frac{1}{10}$  c c buret bijgedruppeld, en weer gewogen. Met deze vloeistof werd de buis eenige malen omgespoeld en daarna gevuld. De overige oplossingen werden steeds in het weerstandsvat zelf gemaakt. Nadat het vat goed schoongemaakt, herhaaldelijk met gedistilleerd water en daarna twee maal met Alcohol van 96° was omgespoeld, werd het aan de luchtpomp bij matige hitte gedroogd, na bekoeling gewogen, het  $\text{KNO}_3$  ingebracht, weer gewogen, de berekende hoeveelheid water uit een meetpipet bij gelaten, daarna nogmaals gewogen en gesloten of dicht gesmolten, zooals bij de beschrijving der weerstandsvaten is aangegeven.

Al de wegingen werden verricht op eene balans, die op  $\frac{1}{10}$  milligram gevoelig was en met gewichten, die te voren nauwkeurig waren onderzocht; zooals uit de tabel A blijkt, werden al de wegingen op het luchtledige herleid.

II. *Het meten van den weerstand bij verschillende temperaturen.*

Nadat het gevulde vat in den thermostaat was gebracht, op de wijze als bij de beschrijving van de toestellen is vermeld, en de temperatuur standvastig was geworden, werd de weerstand bepaald met behulp van de brug en de verdere toestellen volgens het schema (fig. 10). De te meten weerstand bevond zich in tak P.; de boven beschreven vergelijkingsweerstand  $W''$  en  $W'''$  alsmede de antipolarisator U in tak Q.

De snaaronderbreker S wordt door de batterij  $B'''$  in werking gebracht, na het sluiten van  $K'''$ . De primaire stroom van batterij  $B''$ , welke door den rheostaat  $W'$  geregeld, door  $K'''$  gesloten en door den snaaronderbreker S onderbroken wordt, wekt een inductiestroom op in I; deze laatste komt door  $i$  en  $h$  in de brug; (de letters  $i. k. h. l. m. n.$  hebben dezelfde beteekenis als in fig 8).

De condensator C, is zooals uit het schema blijkt, met  $i, k$  en  $l$  verbonden. OT is de vibratiegalvanometer, waarvan de electromagneten, na het sluiten van  $K^v$ , bekrachtigd worden door de batterij  $B'''$ , terwijl de vier telefoonklosjes den stroom uit de brug ontvangen van uit de knoppen  $k$  en  $l$ . Aldus is de inrichting, indien de vibratie-galvanometer gebruikt wordt; zooals echter reeds gezegd, werden al de vermelde uitkomsten verkregen, door als waarnemingswerktuig een gewonen telefoon te



gebruiken; deze kwam dan in de plaats van den vibratie-galvanometer; tevens verviel de snaaronderbreker en werd vervangen door een snelwerkenden hamer van NEEF; ook moest, gelijk vermeld, een ander inductietoestel ingeschakeld worden. Al deze veranderingen konden door een stel commutatooren, op het schema niet aangegeven, in een paar seconden worden aangebracht, waardoor het mogelijk was den vibratie-galvanometer onder geheel dezelfde omstandigheden met den telefoon te vergelijken. De uitslag van dit vergelijkend onderzoek is bekend.

Ten einde storende werkingen te voorkomen, was het van belang, dat de weerstand in zeer korten tijd kon gemeten worden. Dit wordt wel is waar bereikt door een bepaalden vergelijkingsweerstand in te schakelen en het evenwicht in te stellen door verandering van de takken  $lh$  en  $kh$  door middel van de schuifcontacten, evenwel ten koste van de nauwkeurigheid. Dit is mij door eigen ervaring met de nauwkeurigst afgewerkte werktuigen bekend, in het midden latende wat hiervan de oorzaak zij, afslijten van de „meetdraad” verandering van de contacten aan de uiteinden, (vooral bij de veel gebruikte „Walzenbrücke” van KOHLRAUSCH), onnauwkeurigheid in het aflezen, enz. Daarom werd deze bepaling aldus wel verricht, teneinde snel den weerstand tot op een klein onderdeel te leeren kennen, doch daarna werden de stoppen  $d$  en  $e$  ingestoken en naar gelang der omstandigheden  $c$  en  $f$  of  $b$  en  $g$  uitgetrokken. Alzoo werd de eindwaarneming gedaan,

terwijl de twee takken A en B steeds volkomen gelijk waren, waardoor dus de te meten weerstand onmiddellijk op de weerstandbanken zelve werd afgelezen. Ook kon ik mij vervolgens terstond van de gevoeligheid overtuigen, door tak Q iets grooter of kleiner te maken en waar te nemen of dit een verschil in het geluid veroorzaakte.

Deze methode brengt tevens nog een ander voordeel mede, n.l. dat men, indien het minimum door buitengewone omstandigheden slecht is, vooral bij het gebruik van decadenbanken, den weerstand kan insluiten tusschen twee grenzen, die onmiddellijk achter elkander door het inzetten of uittrekken van een stop kunnen waargenomen worden. Geeft dit inzetten of uittrekken volstrekt geen verschil, dan neemt men het gemiddelde; dezelfde wijze past men ook wel bij schuifcontacten toe, doch het is duidelijk, dat men hier, daar het geluid soms bijna onmerkbaar verandert, gemakkelijk het schuifcontact te ver schuift; kon men dan plotseling het andere uiterste waarnemen, dan zou men wellicht wel degelijk een verschil bemerken, terwijl dit nu aan de waarneming onsnapt.

Waren er eenige overeenstemmende bepalingen op deze wijze verricht, dan werden de vlammen van den thermostaat aangestoken en gehandeld als bij de beschrijving van den thermostaat is aangegeven, tot eene andere temperatuur bereikt was, waarna opnieuw eene bepaling verricht werd. Gewoonlijk konden aldus op een vollen werkdag twee concentraties onderzocht worden; natuurlijk

zijn er verscheiden reeksen om verschillende redenen mislukt; zooals n.l. reeds uit de nummers der weerstandsvaten kan opgemaakt worden, heb ik meer dan 20 met mijn standaardvloeistof moeten calibreeren, terwijl in 't geheel nog geen 10 vaten beslissende uitkomsten hebben opgeleverd, hetzij dat een vat bleek te lastig te zijn in de behandeling, hetzij dat het brak bij het schoonmaken of gedurende de proef. Het vat N<sup>o</sup>. 15, waarin o. a. de hoogste concentraties 90 % en 95 % werden onderzocht, heb ik, gevuld met de 95 % oplossing, bewaard en is nog ongeschonden gebleven. Het kostbare vat N<sup>o</sup>. 17, waarin de meeste bepalingen zijn verricht, is helaas gebroken, toen ik de geleidbaarheid van het zuivere zout daarin wilde bepalen. Het vat, waarin dit laatste geschiedde, heeft nog een uur geleefd, nadat de bepaling was verricht, toen sprong het op eene enkele plaats, waarschijnlijk wegens het inkrimpen van het zout; den volgenden morgen was het op 10 plaatsen gescheurd; het wordt echter in zijn vorm gehouden door het vastgeworden  $\text{KNO}_3$  zelf.

---



## Z E S D E H O O F D S T U K .

---

### UITKOMSTEN EN TABELLEN.

In tabel A zijn aangegeven de verschillende concentraties, die onderzocht werden. De 1<sup>e</sup> kolom bevat het nummer der oplossing; de 2<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> de afgelezen gewichten van het  $\text{KNO}_3$  en het  $\text{H}_2\text{O}$ , de 3<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> de gewichten gecorrigeerd voor het luchtledige en de 6<sup>e</sup> eindelijk het uit deze laatste berekende aantal gewichtsdeelen  $\text{KNO}_3$  op 100 gewichtsdeelen van de oplossing, kortweg verder het gehalte genoemd.

Tabel B bevat de eigenlijke waarnemingen. Ten einde over den vorm van het gebruikte weerstandsvat te kunnen oordeelen, is het nummer van het buisje in de 2<sup>e</sup> kolom vermeld.

De gecorrigeerde temperatuur in de 4<sup>e</sup> kolom aangegeven is verkregen door het aanbrengen van verschillende correcties, en bevat de correctie wegens het uitstekende gedeelte van den thermometer, de correctie in vergelijking met den normaal en de correctie van den normaal zelve.

Voor den gecorrigeerden weerstand kwamen in aanmerking: de weerstand van den antipolarisator en de weerstand der geleidingen; eene correctie wegens de temperatuurverschillen van de weerstandsbanken was te klein om in aanmerking te komen.

Uit het onderzoek van KOHLRAUSCH <sup>1)</sup> was afgeleid, dat het specifiek geleidingsvermogen bij 18° van eene oplossing, met een gehalte = 5,2021 KNO<sub>3</sub> is 0,04413; dus is de spec. weerstand  $\frac{1}{0,04413}$  S. E. Stellen wij nu 1 Ohm = 1,063 S. E. of 1 S. E. = 0,9407 Ohm dan is dus de spec. weerstand  $\frac{1}{0,04413} \times \frac{0,9407}{1} = 21,317$  Ohm en dus de spec. geleidbaarheid  $\frac{1}{21,317} = 0,04691$  Mho's.

Met behulp hiervan werd de weerstandscapaciteit van de buis N<sup>o</sup>. 9 bij 18° bepaald, en hieruit volgens het gezegde op pag. 12 de weerstands-capaciteit bij de overige temperaturen berekend. Nadat dit voor buis N<sup>o</sup>. 9 geschied was, en dus de spec. geleidbaarheid van deze eerste concentratie voor andere temperaturen bekend was, kon met behulp hiervan de weerstands-capaciteit der overige

1) Wied. Ann. 6, 39.

buizen bij 18° en dus ook bij andere temperaturen berekend worden. In de tabel zijn de logarithmen dezer weerstands-capaciteiten in de 7<sup>e</sup> kolom voor 18° en in de 8<sup>e</sup> kolom voor de waargenomen temperaturen aangegeven.

Ik heb den spec. weerstand in Ohm's en de spec. geleidbaarheid in Mho's aangegeven en ik wenschte wel, dat alle onderzoekingen aldus werden medegedeeld; immers nagenoeg alle thans gebruikelijke weerstandsbanken laten eene aflezing in Ohm's toe; waartoe dient het nu, dit op kwikeenheden te herleiden? Het geeft slechts aanleiding tot tallooze vergissingen. Zegt men b.v. de spec. weerstand van deze of gene oplossing is 20 Ohm, dan weet men terstond, wat men bedoelt en met welke grootheid men te maken heeft; doch ik stel het den beste zich onmiddellijk te orienteeren, wanneer men b.v. zegt: de spec. geleidbaarheid is  $430 \times 10^{-8}$  in kwikeenheden.

Tabel C is verkregen uit eene graphische voorstelling, welke voor elke concentratie ontworpen werd uit de gegevens van tabel B. Aldus verkreeg ik de spec. geleidbaarheid voor bepaalde temperaturen. De spec. geleidbaarheid wordt eveneens in Mho's aangegeven. Met behulp van deze tabel werd de bijgevoegde graphische voorstelling vervaardigd en hieruit wederom tabel D afgeleid, waarbij tevens de verschillen per graad en  $\frac{d\lambda}{dT}$  zijn aangegeven.



Op de graphische voorstelling geven de snijpunten met de roode lijnen de uit tabel C overgenomen punten aan en geven dus een gemakkelijk overzicht van hetgeen is waargenomen. Zooals blijkt ontbreken eenige reeksen zooals bij 25 0/0, 40 0/0, 60 0/0. Deze concentraties werden wel onderzocht, doch bij de berekening bleek, dat eene fout moest begaan zijn; ik heb ze daarom niet gebruikt, en liet het na ze opnieuw te onderzoeken, omdat de geleidbaarheid met groote waarschijnlijkheid uit de overige waarnemingen kon worden afgeleid, zooals uit de graphische voorstelling voldoende blijkt.

De zwarte lijnen evenwijdig met de Y as getrokken geven de concentraties aan, welke beantwoorden aan tabel E, waar alles berekend is op moleculaire hoeveelheden, dus b. v. 1 grammolecule  $\text{KNO}_3$  op 99 grammoleculen  $\text{H}_2\text{O}$  etc.

Tabel F eindelijk bevat de uitkomsten van andere onderzoekingen in vergelijking met de in deze bladzijden medegedeelde. Ik geef hier een overzicht van hetgeen omtrent de geleidbaarheid van  $\text{KNO}_3$  bekend was :

1. Onderzoek van KOHLRAUSCH. <sup>1)</sup>
2. Onderzoek van KOHLRAUSCH. <sup>2)</sup>
3. Onderzoek van BOUTY en POINCARÉ. <sup>3)</sup>

---

1) Wied. Ann. 6, 8.

2) Wied. Ann. 26, 195.

3) Ann. de phys. et de chem. (6) VII, 58.

4. Onderzoek van OSTWALD. <sup>1)</sup>
5. Onderzoek van J. FRÖTSCH. <sup>2)</sup>
6. Onderzoek van KRANNHALS. <sup>3)</sup>

Van dit alles kwamen slechts in aanmerking N<sup>o</sup>. 1, 3, 5, 6; de overige liepen over meer verdunde oplossingen.

Wat de nauwkeurigheid betreft zoo heb ik bij de mededeeling der uitkomsten altijd dezen regel gevolgd: Het voorlaatste cijfer is zeker, het laatste is geschat.

---

De algemeene uitkomst der proeven leert, dat:

- 1<sup>o</sup>. Bij toename van temperatuur, de geleidbaarheid voor alle concentraties stijgt.
- 2<sup>o</sup>. De geleidbaarheid voor alle temperaturen eerst toeneemt met de concentratie, om daarna weer af te nemen.

Bij de beschouwing der graphische voorstelling valt het op, hoezeer alle isothermen op parabolen gelijken. Noemen wij de concentratie, waarbij het maximum optreedt,  $C_0$ , en de geleidbaarheid van deze concentratie,  $\lambda_0$ , dan is  $C_0$ ,  $\lambda_0$  de top van de parabool; door verplaatsing

---

1) Zeits. f. phys. Chem. I 74.

2) Wied. Ann. 41, 259.

3) Zeits. f. phys. Chem. V, 250.

van den oorsprong en verandering van stand gaat de gewone formule van de parabool  $y^2 = 2px$  voor ons geval over in:

$$(x - C_0)^2 = -2p(y - \lambda_0)$$

waarbij  $x = C$  en  $y = \lambda$  de loopende coördinaten zijn; deze parabool gaat tevens door  $C = 0$  en  $\lambda = 0$ , zoodat  $C_0^2 = 2p\lambda_0$ , waardoor gemakkelijk gevonden wordt als vergelijking voor al de isothermen:

$$C^2 - 2CC_0 + C_0^2 \frac{\lambda}{\lambda_0} = 0.$$

Het was van belang de concentratie  $C_0$  te kennen, lossen wij deze  $C_0$  uit de vergelijking op, dan vinden wij:

$$C_0 = C \frac{\lambda_0}{\lambda} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{\lambda}{\lambda_0}} \right).$$

Nemen wij hierin voor  $\lambda_0$  de hoogste geleidbaarheid, die bij verschillende temperaturen werd waargenomen, dan kunnen wij uit een groot aantal waarnemingen  $C_0$  berekenen. De uitkomsten dezer berekeningen heb ik in tabel G bijeengebracht; als gemiddelde waarde vindt men:  $C_0 = 52.92$ .

Omgekeerd kan men nu ook  $\lambda$  voor een bepaalde temperatuur en concentratie berekenen.

Men vindt:

$$\lambda = \lambda_0 C \left( \frac{2}{C_0} - \frac{C}{C_0^2} \right).$$



Neemt men voor  $\lambda_0$  de waarde, die uit de empirische formule:

$$\lambda_0^t = x + yt + zt^2. \quad (1)$$

kan gevonden worden voor een willekeurige temperatuur, dan heeft men het middel, de geleidbaarheid voor willekeurige concentratie en temperatuur in één formule uit te drukken; men vindt, indien men  $x$ ,  $y$  en  $z$  voor formule (1) bepaalt, uit:

$$\lambda_0^{60}, \lambda_0^{90} \text{ en } \lambda_0^{120}:$$

$$x = 0,1477; y = 0,0056817; z = - 0,000007833$$

zoodat de geheele formule wordt:

$$\lambda_c^t = C (0,1477 + 0,0056817t - 0,000007833t^2) \times \\ (0,037793 - 0,00035707 C). \quad (2)$$

Met behulp van deze formule werden de berekeningen verricht, waarvan de uitkomsten in tabel H zijn vereenigd.

## Z E V E N D E H O O F D S T U K .

### THEORETISCHE BESCHOUWING.

In 't kort wensch ik in dit hoofdstuk een schets te geven van den toestand van een electrolyt, ten einde, tot een voorloopig bevredigende verklaring te komen van hetgeen werd waargenomen.

Wij nemen dan aan, dat de geleidbaarheid een gevolg is van de ionisatie, waarbij n.l. een overbrengen van de electriciteit door convectie plaats heeft, en een metallieke geleiding uitgesloten is; zooals toch door verscheidene onderzoekingen is aangetoond, volgen alle electrolyten volkomen de wetten van FARADAY. <sup>1)</sup>

Wij stellen ons nu voor dat in een electrolyt, onafhankelijk nog of een potentiaal verschil wordt aangebracht of niet, eenige moleculen in ionen gesplitst zijn en eenige niet, terwijl in deze laatsten nog verschillende overgangen denkbaar zijn n.l. dat sommige gemakkelijker zullen gesplitst worden dan andere. De ionen bewegen zich nu in allerlei richtingen. Bovendien stellen wij ons voor, dat bij een bepaalden graad van ionisatie wel altijd evenveel moleculen in ionen gesplitst zijn, doch niet dat dit steeds dezelfde moleculen zijn; integendeel onze opvatting is deze: dat in de tijdseenheid evenveel

1) Cf. OSTWALD, Electrochemie 1896, p. 820.

moleculen in ionen gesplitst worden, als er van ionen wederom moleculen worden opgebouwd. Wordt een potentiaal verschil aangebracht, dan zullen de positieve ionen naar de negatieve electrode en de negatieve ionen naar de positieve electrode getrokken worden. Hierdoor ontvangen zij in bepaalde richting een snelheid, die voortdurend grooter zou worden, indien zich geen beletsel bevond op den weg naar de electroden. Zulk een beletsel is echter het oplosmiddel, of in geval van grootere concentratie of van het gesmolten zout, de zoutmoleculen zelf, alsmede de ionen met tegengesteld teeken; 't is toch duidelijk, dat botsing met ionen van 't zelfde teeken geen verandering in de gemiddelde snelheid naar de electrode zal teweeg brengen. Ten gevolge der botsingen verliezen zij de door het potentiaal-verschil verkregen snelheid telkens weer, terwijl het arbeidsvermogen van beweging in warmte wordt omgezet; de oorzaak van het verliezen van dit arbeidsvermogen kunnen wij kortweg weerstand noemen, terwijl de opgewekte warmte hiermede evenredig is, zooals door de wet van JOULE wordt uitgedrukt.

De factoren, die dus van invloed zullen zijn op dezen weerstand, zijn klaarblijkelijk vooreerst de moleculen van het oplosmiddel, vervolgens de geioniseerde moleculen van het zout; verder de ionen met tegengesteld teeken. Ook is het duidelijk dat, de temperatuur van invloed zal zijn, aangezien hierdoor een verandering in



de eigen beweging der moleculen wordt teweeggebracht. Wij zien dus, dat behalve de graad van ionisatie, nog tal van factoren in 't spel zijn en wij komen in een zee van moeilijkheden, willen wij dit vraagstuk wiskunstig oplossen; alle pogingen zijn mij dan ook mislukt en alleen wil ik nog een verklaring trachten te geven van het feit, dat bij een bepaalde concentratie een maximum van geleidbaarheid kan optreden.

Noemen wij de specifieke geleidbaarheid  $\lambda$  en zij  $\mu$  de moleculaire geleidbaarheid, d. i. de geleidbaarheid van een grammolecule van den electrolyt tusschen twee electroden welke zich op 1 cM. afstand van elkander bevinden, dan zal indien  $v$  het in c.c. uitgedrukte volume is, waarin zich een grammolecule bevindt,

$$\mu = \lambda v \text{ of } \lambda = \frac{\mu}{v}$$

Zij verder  $\delta$  het soortelijk gewicht van de oplossing, dan bevinden zich, indien  $x$  het gehalte is

$$\frac{x \delta}{100} \text{ grammen KNO}_3 \text{ per c.c.}$$

en indien  $m$  het moleculair gewicht

$$\frac{x \delta}{100m} \text{ grammoleculen per c. c.}$$

zoodat in het volume  $v$  zich bevinden

$$\frac{v x \delta}{100m} \text{ grammoleculen; doch dit aantal} = 1$$

volgens de bepaling van  $v$ , derhalve  $v = \frac{100m}{x \delta}$  en

$$\mu = \frac{\lambda \cdot m \cdot 100}{x \cdot \delta}$$

Ware  $\delta$  voor elke temperatuur en concentratie bekend, dan zou  $\mu$  kunnen berekend worden.

Voor oneindige verdunning is  $\mu$  bekend; voor concentraties van 5% tot 20% zijn de soortelijke gewichten door KOHLRAUSCH bij 15° bepaald; ook is het soortelijk gewicht van het gesmolten zout bekend, hoewel de opgaven uiteenloopen. Volgens BOUTY en POINCARÉ bedraagt het 1.84 bij 350°.

Met deze gegevens  $\mu$  berekenende, vinden wij:

bij 15°

oneindige verdunning  $\mu = 127.57$

5 pCt. „ = 82.33

10 „ „ = 73.94

15 „ „ = 67.95

20 „ „ = 62.40

bij 350°

100 „ „ = 35.95

Lossen wij uit de laatste formule  $\lambda$  op, dan vinden wij

$$\lambda = \frac{\mu x \delta}{100m}$$

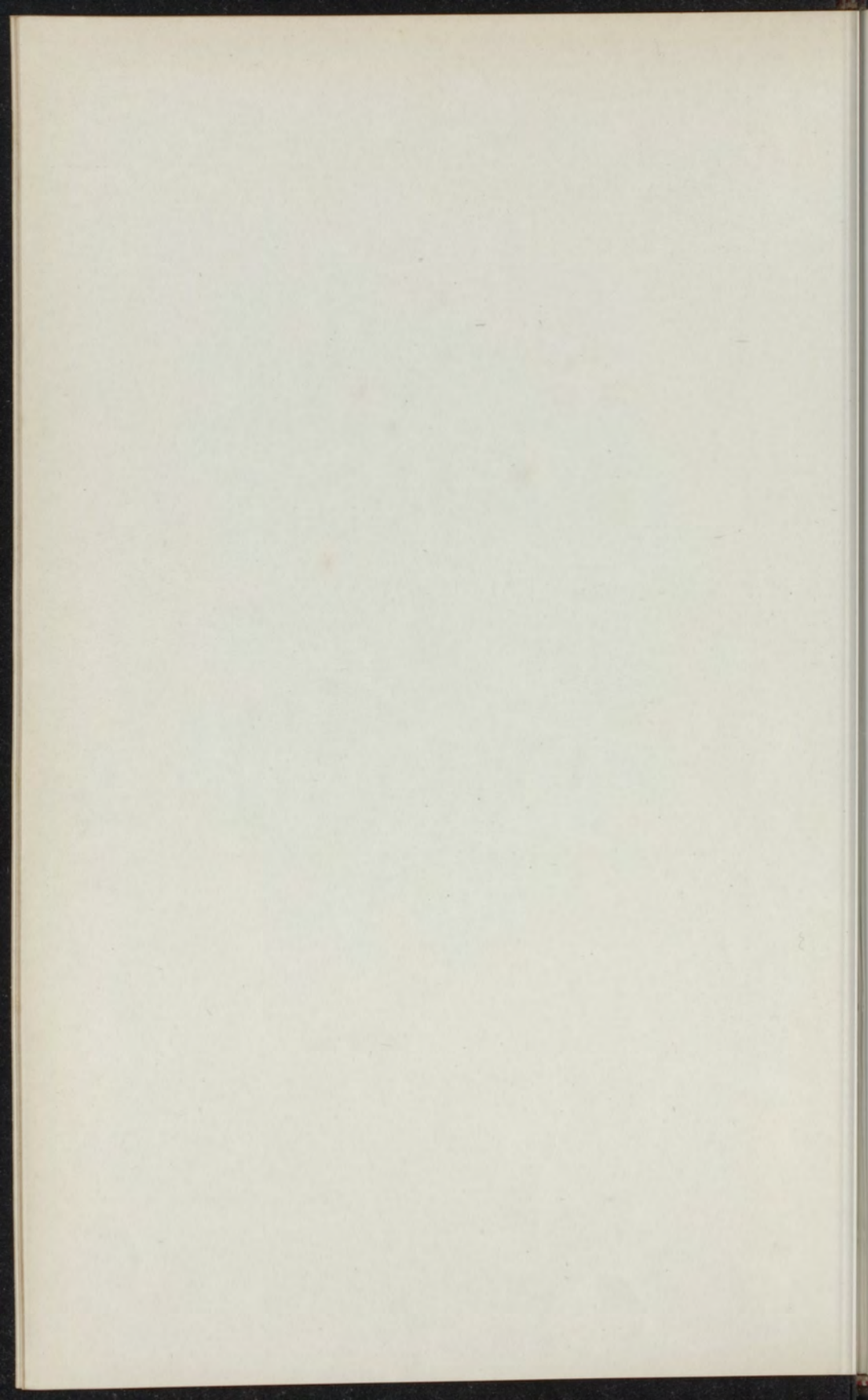
Wij zien dus dat  $\lambda$  recht evenredig is met het produkt van  $\mu$ ,  $x$  en  $\delta$ .

Nu neemt  $\delta$  met  $x$  toe, dus wordt het produkt  $x \delta$  steeds grooter bij grootere concentratie; evenwel wordt dan zooals uit het bovenstaande blijkt,  $\mu$  steeds kleiner en het is dus begrijpelijk, dat er voor een bepaalde waarde van  $x$  een maximum voor  $\lambda$  zijn kan.

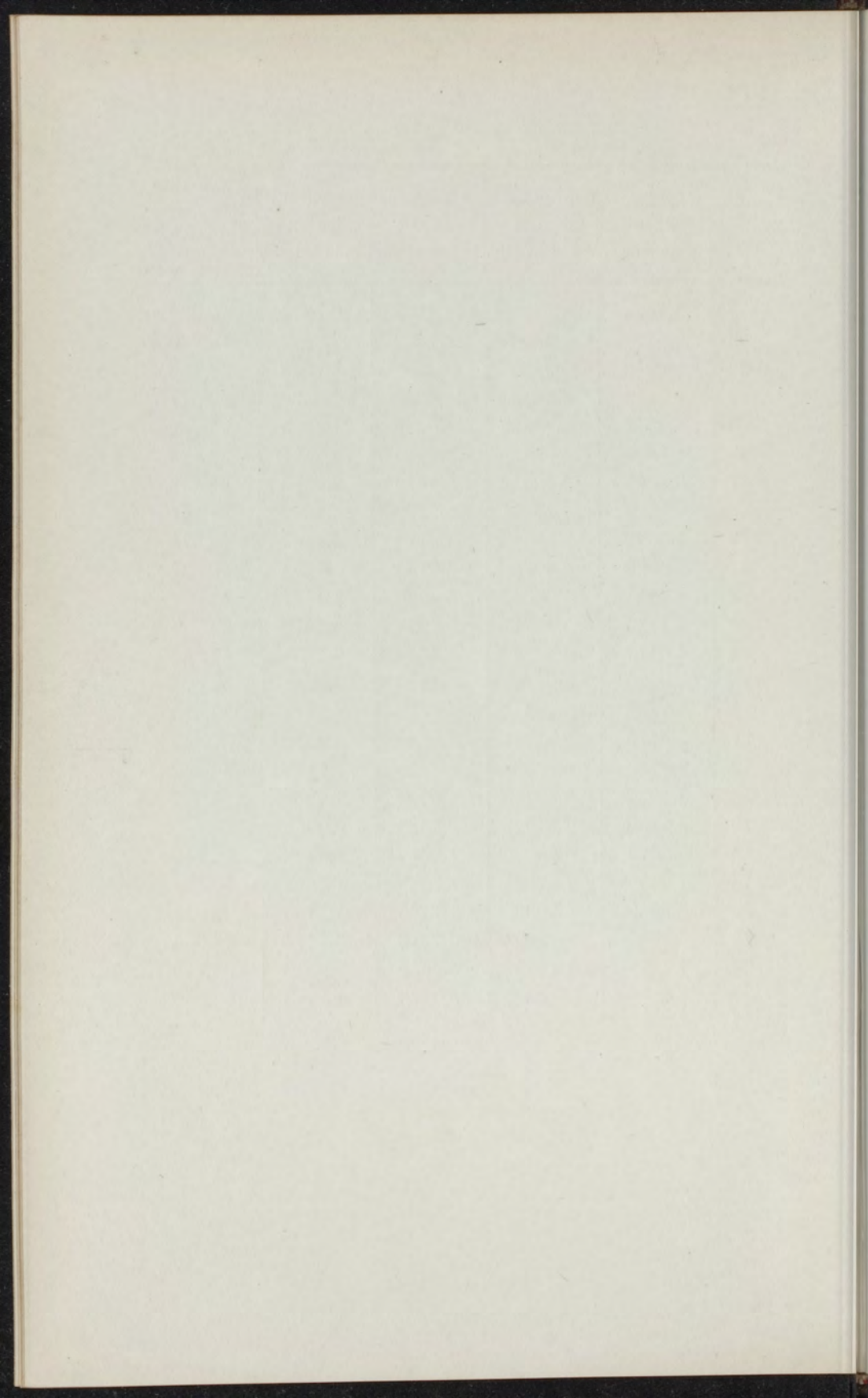
TABEL A.

*(Zie tekst pag. 42).*





Nummer.	Afgewogen KNO <sub>3</sub> in grammen.	Gewicht KNO <sub>3</sub> herleid op luchtledig.	Afgewogen H <sub>2</sub> O in grammen.	Gewicht H <sub>2</sub> O herleid op luchtledig.	AANTAL gew.deelen KNO <sub>3</sub> op 100. Gew.dlen v. d. oploss.=gehalte.
1	23.4080	23.4188	426.3195	426.7613	5.2021
2	2.8390	2.8403	23.7800	23.8052	10.660
29	0.9840	0.9844	5.4890	5.4948	15.193
4	6.2785	6.2814	24.6090	24.6350	20.317
5	8.2918	8.2956	24.8242	24.8505	25.027
28	1.8840	1.8849	4.4095	4.4141	29.923
7	3.4985	3.5001	6.6580	6.6650	34.433
8	4.1915	4.1934	6.6220	6.6290	38.747
19	3.9040	3.9058	4.9710	4.9762	43.974
21	3.9060	3.9078	4.6145	4.6193	45.827
22	4.0845	4.0864	4.4530	4.4577	47.827
23	5.2540	5.2564	5.2255	5.2310	50.121
24	4.0470	4.0489	3.7420	3.7459	51.943
25	4.0770	4.0789	3.4705	3.4741	54.003
26	5.1860	5.1884	4.0570	4.0612	56.093
27	5.0770	5.0793	3.6940	3.6979	57.869
12	6.9170	6.9202	4.6439	4.6439	59.842
18	4.5950	4.5971	2.4335	2.4360	65.364
13	4.9100	4.9122	2.2935	2.2959	68.148
15	5.5475	5.5500	1.8340	1.8359	75.143
14	7.0150	7.0182	1.7830	1.7848	79.725
17	6.3060	6.3088	1.1195	1.1206	84.917
16	6.5560	6.5590	0.7310	0.7317	89.964
20	7.7270	7.7305	0.3955	0.3958	95.129
30	— —	— —	— —	— —	100.000





TABEL B.

*(Zie tekst pag. 42).*

GEHALTE.	Weerstand- vat.	Afgelezen Temperatuur.	Gecorrigeerde Temperatuur.	Afgelezen Weerstand.
No. 1.				
5.2021	9	17.10	17.06	3762.0
"	"	26.80	26.78	3132.0
"	"	18.10	18.07	3674.0
"	"	17.40	17.36	3730.0
"	"	31.50	31.50	2888.0
"	"	43.75	43.98	2387.0
"	"	57.30	57.75	2001.5
"	"	73.05	73.68	1696.5
"	"	33.90	33.91	2724.0
"	"	27.65	27.64	3063.0
"	"	17.25	17.21	3759.0
"	11	19.80	19.78	1738.3
"	"	35.80	35.81	1319.3
"	"	49.60	49.93	1086.5
"	12	36.10	36.11	2456.0
"	"	58.85	59.30	1803.0
"	14	18.50	18.47	3254.0
"	"	33.65	34.66	2489.0
"	"	16.85	16.81	3364.0
"	"	31.97	31.97	2557.0
"	"	45.30	45.56	2082.5
"	"	57.40	58.84	1779.5
"	"	85.70	86.23	1327.5
"	"	100.89	101.70	1171.5
"	15	16.40	16.36	3014.0
"	"	37.87	37.95	2064.0
"	"	55.88	56.30	1608.5
"	"	79.20	79.80	1255.5
"	"	106.28	107.25	1001.0
"	17	18.10	18.07	3433.0
"	"	28.50	28.49	2826.0

Gecorrigeerde Weerstand.	Log. W. cap. bij 18°	Log. W. cap. bij T.	Specifieke Weerstand.	Specifieke geleidbaarheid = $\lambda$
3762.45	2.23720	2.23720	21.791	0.04589
3132.35	"	"	18.141	0.05512
3674.45	"	"	21.281	0.04699
3730.45	"	"	21.608	0.04629
2888.35	"	2.23719	16.728	0.05978
2387.28	"	"	13.926	0.07232
2001.72	"	2.23718	11.594	0.08625
1696.71	"	"	9.827	0.10176
2724.21	"	2.23719	15.778	0.06338
3063.22	"	2.23720	18.154	0.05637
3759.35	"	"	21.773	0.04593
1738.64	1.92672	1.92672	20.582	0.04859
1319.52	"	1.92671	15.621	0.06402
1086.64	"	"	12.861	0.07775
2456.21	2.20459	2.20458	15.335	0.06521
1803.10	"	2.20457	11.258	0.08883
3254.25	2.18667	2.18667	21.173	0.04723
2489.25	"	2.18666	16.196	0.06174
3364.25	"	2.18667	21.889	0.04569
2557.25	"	2.18666	16.638	0.06010
2082.75	"	"	13.551	0.07379
1779.72	"	2.18665	11.580	0.08636
1327.68	"	2.18664	8.639	0.11580
1171.68	"	"	7.624	0.13120
3014.30	2.13202	2.13202	22.242	0.04496
2064.27	"	2.13201	15.232	0.06565
1608.72	"	2.13200	11.871	0.08424
1255.65	"	"	9.266	0.10790
1001.14	"	2.13198	7.388	0.13450
3433.23	2.20771	2.20771	21.281	0.04699
2826.29	"	"	17.519	0.05708



GEHALTE.	Weerstand- vat.	Afgelezen Temperatuur.	Gecorrigeerde Temperatuur.	Afgelezen Weerstand.
No. 1. 5.2021	19	18.58	18.55	2576.5
"	"	64.50	64.94	1306.5
"	"	96.42	97.05	968.0
"	"	110.70	112.00	875.0
"	"	120.22	122.05	821.0
"	"	131.25	133.42	769.0
"	"	139.00	141.58	737.0
"	"	146.20	149.27	709.0
"	"	161.50	158.19	685.0
"	"	173.00	170.03	655.0
"	"	181.00	178.24	634.0
"	"	191.50	189.03	618.0
"	"	202.10	200.00	595.0
"	21	19.45	19.42	3254.0
"	"	23.51	23.49	3028.0
No. 2. 10.660	9	16.75	16.71	1997.8
"	"	32.50	32.51	1510.5
"	"	46.30	46.58	1230.0
"	"	55.75	56.17	1093.4
"	"	70.10	71.39	935.4
"	"	90.75	91.25	793.1
"	"	65.20	65.66	990.1
"	"	36.90	37.00	1425.1
"	"	17.20	17.16	1996.7
No. 29. 15.193	17	18.13	18.10	1343.1
"	"	23.69	23.67	1221.3
"	"	33.44	33.48	1035.5
"	"	43.90	44.15	886.5
"	"	55.17	55.59	767.1
"	"	68.88	69.44	660.5
"	"	79.60	80.40	595.0
"	"	88.40	88.90	552.0
"	"	93.10	93.64	531.2
"	"	102.80	103.69	495.0

Gecorrigeerde Weerstand.	Log. W. cap. bij 18°	Log. W. cap. bij T.	Specifieke Weerstand.	Specifieke geleidbaarheid = $\lambda$
2579.71	2.08677	2.08677	21.125	0.04734
1308.03	"	2.08675	10.712	0.09346
969.48	"	2.08674	7.940	0.12595
876.18	"	2.08673	7.176	0.13936
822.15	"	"	6.733	0.14852
769.99	"	2.08672	6.306	0.15857
737.88	"	"	6.043	0.16547
709.88	"	"	5.814	0.17200
685.88	"	2.08671	5.6175	0.17802
655.88	"	"	5.3717	0.18616
634.88	"	"	5.2000	0.19231
618.88	"	2.08670	5.0690	0.19728
595.88	"	"	4.8804	0.20490
3254.10	2.19485	2.19485	20.777	0.04813
3028.10	"	"	19.334	0.05172
1998.25	2.23720	2.23720	11.573	0.0864
1510.85	"	2.23719	8.750	0.1143
1230.28	"	"	7.126	0.1403
1093.62	"	2.23718	6.334	0.1579
935.61	"	"	5.419	0.1845
793.27	"	2.23717	4.595	0.2227
990.29	"	2.23718	5.736	0.1743
1425.31	"	2.23719	8.255	0.1211
1997.05	"	2.23720	11.566	0.0865
1343.21	2.20771	2.20771	8.326	0.1201
1221.41	"	"	7.571	0.1321
1035.60	"	2.20770	6.419	0.1558
886.60	"	"	5.496	0.1820
767.20	"	2.20769	4.756	0.2103
660.60	"	"	4.095	0.2442
595.10	"	"	3.689	0.2711
552.09	"	2.20768	3.422	0.2922
531.28	"	"	3.293	0.3037
495.07	"	"	3.069	0.3258



GEHALTE.	Weerstand- vat.	Afgelezen Temperatuur.	Gecorrigeerde Temperatuur.	Afgelezen Weerstand.
No. 4. 20.317	9	14.50	14.46	1227.8
	"	31.80	31.80	920.0
	"	44.80	44.86	745.9
	"	55.70	56.12	651.3
	"	70.50	71.08	558.0
	"	80.80	81.40	509.3
	"	93.40	93.95	468.0
	"	17.05	17.01	1179.3
No. 28. 29.923	17	35.00	35.05	600.4
	"	43.40	43.63	536.0
	"	53.40	53.79	474.2
	"	60.10	60.46	440.8
	"	69.96	70.53	399.5
	"	79.68	80.31	365.2
	"	91.70	92.21	331.8
	"	101.35	102.17	309.9
	"	25.10	25.08	698.0
No. 7. 34.433	12	49.35	49.68	450.5
	"	57.00	57.45	416.0
	"	74.62	75.27	350.1
	"	83.70	84.27	324.9
	"	95.15	95.73	295.7
No. 19. 43.974	17	70.60	71.17	326.7
	"	81.70	82.29	296.6
	"	92.10	92.62	274.3
	"	99.70	100.46	260.2
	"	112.25	113.66	241.1
	"	58.70	59.15	365.4
	"	50.92	51.29	398.2
	"	45.10	45.37	427.3
	"	39.75	39.91	456.5

Gecorrigeerde Weerstand.	Log. W. cap. bij 18°	Log. W. cap. bij T.	Specifieke Weerstand.	Specifieke geleidbaarheid = $\lambda$
1228.25	2.23720	2.23720	7.114	0.1406
920.28	"	2.23719	5.330	0.1876
746.11	"	"	4.322	0.2314
651.50	"	2.23718	3.773	0.2650
558.14	"	"	3.233	0.3093
509.40	"	2.23717	2.950	0.3389
468.08	"	"	2.711	0.3689
1179.58	"	2.23720	6.832	0.1464
600.53	2.20771	2.20770	3.722	0.2686
536.12	"	"	3.323	0.3009
474.31	"	"	2.940	0.3401
440.91	"	2.20769	2.733	0.3659
399.60	"	"	2.477	0.4037
365.30	"	"	2.264	0.4416
331.89	"	2.20768	2.057	0.4860
309.99	"	"	1.922	0.5204
698.12	"	2.20771	4.327	0.2311
450.95	2.20459	2.20458	2.815	0.3552
416.45	"	2.20457	2.600	0.3846
350.33	"	"	2.187	0.4572
325.10	"	2.20456	2.030	0.4927
295.80	"	"	1.847	0.5415
326.95	2.20771	2.20769	2.0267	0.4934
296.85	"	2.20768	1.8401	0.5434
274.55	"	"	1.7019	0.5876
260.44	"	"	1.6145	0.6194
241.28	"	2.20767	1.4957	0.6686
365.67	"	2.20769	2.2667	0.4412
398.47	"	2.20770	2.4700	0.4049
427.59	"	"	2.6505	0.3773
456.80	"	"	2.8316	0.3532



GEHALTE.	Weerstand- vat.	Afgelezen Temperatuur.	Gecorrigeerde Temperatuur.	Afgelezen Weerstand.
No. 21. 45.827	17	72.00	72.61	318.4
	"	82.65	83.25	291.2
	"	93.00	93.54	269.2
	"	99.70	100.47	257.1
	"	112.00	113.40	238.6
	"	120.00	121.84	227.9
	"	69.65	70.22	325.1
	"	53.05	53.44	384.2
No. 22. 47.827	17	85.00	85.54	281.7
	"	92.85	93.38	266.6
	"	103.22	104.17	249.1
	"	113.35	114.81	234.0
	"	122.53	124.42	222.9
	"	67.40	67.93	328.4
	"	39.40	39.55	448.2
No. 23. 50.121	17	82.20	82.81	286.3
	"	86.20	86.73	278.3
	"	93.15	93.69	264.9
	"	103.98	104.93	246.8
	"	114.13	115.66	231.8
	"	125.40	126.37	218.3
	"	50.61	50.97	387.6
	"	61.90	62.29	345.4
	"	73.76	73.49	309.5
No. 24. 51.943	17	61.15	61.53	345.0
	"	76.51	77.15	300.0
	"	83.65	84.22	282.9
	"	91.80	92.31	266.2
	"	100.51	101.30	250.5
	"	116.00	117.63	228.0
	"	124.45	126.39	218.0

Gecorrigeerde Weerstand.	Log. W. cap. bij 18°	Log. W. cap. bij T.	Specifieke Weerstand.	Specifieke geleidbaarheid = $\lambda$
318.69	2.20771	2.20769	1.9755	0.5062
291.45	"	2.20768	1.8067	0.5535
269.42	"	"	1.6701	0.5988
257.29	"	"	1.5949	0.6270
238.78	"	2.20767	1.4802	0.6756
228.05	"	"	1.4137	0.7074
325.35	"	2.20769	2.0168	0.4958
384.47	"	2.20770	2.3832	0.4196
281.94	2.20771	2.20768	1.7478	0.5722
266.82	"	"	1.6540	0.6046
249.27	"	"	1.5452	0.6472
234.16	"	2.20767	1.4516	0.6889
223.04	"	"	1.3826	0.7233
326.62	"	2.20769	2.0371	0.4909
448.45	"	2.20770	2.7798	0.3597
286.50	2.20771	2.20768	1.7760	0.5631
278.50	"	"	1.7264	0.5792
265.08	"	"	1.6432	0.6086
246.95	"	"	1.5308	0.6532
231.94	"	2.20767	1.4378	0.6955
218.43	"	"	1.3541	0.7385
387.87	"	2.20770	2.4043	0.4159
345.62	"	2.20769	2.1425	0.4668
309.67	"	"	1.9196	0.5209
345.25	2.20771	2.20769	2.1401	0.4673
300.24	"	"	1.8611	0.5373
283.12	"	2.20768	1.7550	0.5698
266.40	"	"	1.6514	0.6056
250.68	"	"	1.5540	0.6435
228.16	"	2.20767	1.4144	0.7070
218.14	"	"	1.3523	0.7395



GEHALTE.	Weerstand- vat.	Afgelezen Temperatuur.	Gecorrigeerde Temperatuur.	Afgelezen Weerstand.
No. 25.				
54.003	17	60.80	61.18	348.1
	"	73.00	73.63	311.2
	"	81.75	82.35	287.7
	"	90.60	91.11	269.7
	"	101.00	101.55	250.2
	"	109.30	110.51	237.2
	"	117.51	119.22	226.0
	"	123.88	125.80	218.2
No. 26.				
56.093	17	62.25	62.65	344.8
	"	74.26	74.90	308.0
	"	91.70	91.98	267.7
	"	101.90	102.75	249.6
	"	109.60	110.86	238.1
	"	121.50	123.38	222.1
No. 27.				
57.869	17	63.15	63.57	343.5
	"	70.80	71.39	320.6
	"	82.20	82.78	292.6
	"	93.95	94.50	265.3
	"	103.30	104.21	249.0
	"	110.40	111.69	238.0
	"	119.60	121.44	225.0
	"	126.45	128.46	216.7
No. 18.				
65.364	17	100.50	101.28	269.3
	"	78.60	79.40	322.4
	"	91.55	92.06	289.0
	"	108.41	109.55	255.2
	"	122.60	124.49	233.4
	"	136.55	138.96	216.0

Gecorrigeerde Weerstand.	Log. W. cap. bij 18°	Log. W. cap. bij T.	Specifieke Weerstand.	Specifieke geleidbaarheid = $\lambda$
348.24	2.20771	2.20769	2.1587	0.4632
311.32	"	"	1.9298	0.5182
287.81	"	2.20768	1.7842	0.5605
269.80	"	"	1.6725	0.5979
250.30	"	"	1.5516	0.6445
237.29	"	2.20767	1.4710	0.6789
226.08	"	"	1.4015	0.7135
218.27	"	"	1.3531	0.7391
344.92	2.20771	2.20769	2.1381	0.4677
308.11	"	"	1.9099	0.5236
267.80	"	2.20768	1.6601	0.6024
249.69	"	"	1.5478	0.6461
238.17	"	2.20767	1.4764	0.6773
222.16	"	"	1.3772	0.7261
343.63	2.20771	2.20769	2.1301	0.4695
320.71	"	"	1.9880	0.5030
292.71	"	2.20768	1.8145	0.5511
265.40	"	"	1.6452	0.6078
249.09	"	"	1.5441	0.6476
238.09	"	2.20767	1.5741	0.6775
225.08	"	"	1.3953	0.7150
216.77	"	"	1.3435	0.7442
269.55	2.20771	2.20768	1.6709	0.5985
322.67	"	2.20769	2.0002	0.5000
289.27	"	2.20768	1.7932	0.5577
255.45	"	2.20767	1.5836	0.6315
233.64	"	"	1.4484	0.6904
216.20	"	2.20766	1.3403	0.7461



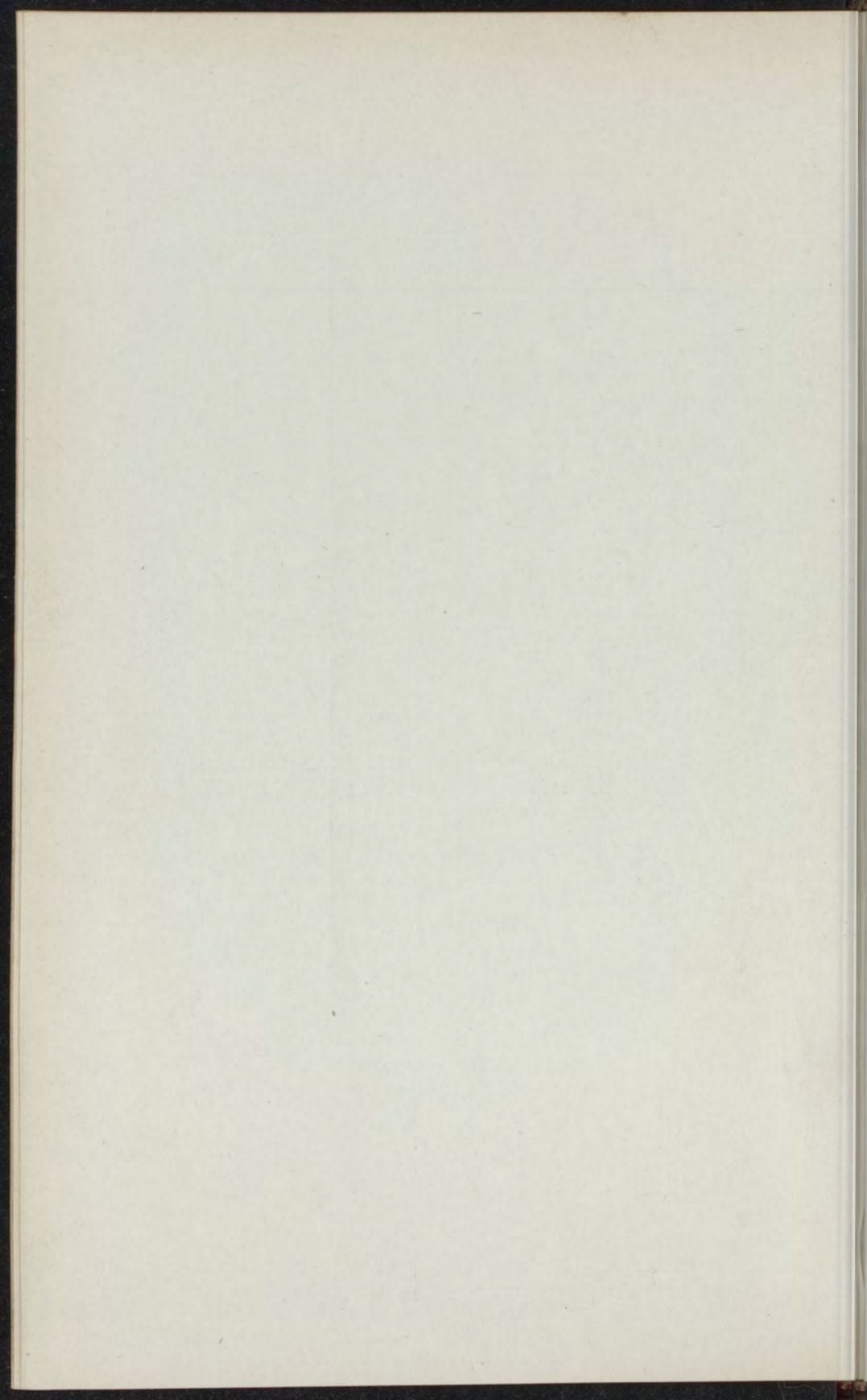
GEHALTE.	Weerstand- vat.	Afgelezen Temperatuur.	Gecorrigeerde Temperatuur.	Afgelezen Weerstand.
No. 13.				
68.148	15	93.75	74.31	253.7
	"	65.40	66.11	407.0
	"	71.62	72.21	360.3
	"	83.50	84.07	274.2
	"	90.65	91.17	260.5
	"	103.60	104.53	235.4
	"	82.80	83.38	277.5
	"	112.10	113.50	221.5
	"	122.15	124.04	207.8
	"	133.06	135.32	195.0
No. 15.				
75.143	15	126.50	128.49	231.70
	"	108.17	109.30	270.51
	"	119.99	121.82	242.60
	"	114.30	115.86	252.50
	"	137.55	140.02	215.68
	"	144.00	146.98	207.37
No. 14.				
79.725	15	132.60	134.84	254.5
	"	126.80	128.79	266.0
	"	142.00	144.74	238.1
	"	147.35	150.48	229.6
	"	144.90	147.93	233.3
	"	134.70	137.03	250.5
	"	120.10	121.96	296.5
No. 17.				
84.917	15	177.0	174.10	240.9
	"	171.0	167.98	250.1
	"	168.7	165.62	254.0
	"	182.0	179.27	233.7
	"	159.0	155.73	290.3

Gecorrigeerde Weerstand.	Log. W. cap. bij 18°	Log. W. cap. bij T.	Specifieke Weerstand.	Specifieke geleidbaarheid = $\lambda$
253.83	2.13202	2.13199	1.8730	0.5339
407.18	"	2.13200	3.0046	0.3228
360.48	"	"	2.6600	0.3759
274.38	"	2.13199	2.0247	0.4939
260.63	"	"	1.9232	0.5200
235.52	"	"	1.7380	0.5754
277.68	"	2.13199	2.0491	0.4880
221.62	"	2.13198	1.6354	0.6115
207.91	"	"	1.5342	0.6518
195.10	"	2.13197	1.4398	0.6946
231.70	2.13202	2.13198	1.7098	0.5849
270.51	"	"	1.9962	0.5009
242.60	"	"	1.7902	0.5586
252.50	"	"	1.8633	0.5367
215.68	"	2.13197	1.5916	0.6283
207.37	"	"	1.5303	0.6535
254.62	2.13202	2.13197	1.9219	0.5325
266.12	"	2.13198	1.9638	0.5092
238.20	"	2.13197	1.7578	0.5689
229.69	"	"	1.6950	0.5900
233.39	"	"	1.7223	0.5806
250.59	"	"	1.8492	0.5408
296.60	"	2.13198	2.1887	0.4569
240.97	2.13202	2.13196	1.7783	0.5623
250.17	"	"	1.8462	0.5417
254.08	"	"	1.8750	0.5333
233.77	"	"	1.7251	0.5797
290.38	"	"	2.1430	0.4667



GEHALTE.	Weerstand- vat.	Afgelezen Temperatuur.	Gecorrigeerde Temperatuur.	Afgelezen Weerstand.
No. 16.				
89.964	15	213.0	211.27	244.5
"	"	221.8	220.37	234.3
"	"	204.0	202.10	283.1
No. 20.				
95.129	15	274.5	275.27	233.6
"	"	278.0	279.01	229.6
"	"	280.7	281.87	226.6
"	"	284.0	285.49	222.9
"	"	289.5	291.29	216.4
"	"	299.9	302.54	206.3
"	"	304.0	306.94	203.3
"	"	260.0	259.26	336.2
No. 30.				
100.000	21	345.0	346.32	243.0
"	"	351.0	352.70	236.2
"	"	356.0	358.14	231.5
"	"	360.0	362.63	227.0
"	"	364.0	366.87	223.0
"	"	359.0	362.63	227.0
"	"	345.0	348.08	242.5
"	"	338.2	340.79	249.1
"	"	334.5	336.84	255.0
"	"	331.8	333.87	258.0
"	"	327.4	329.10	530.0
"	"	320.0	321.02	∞

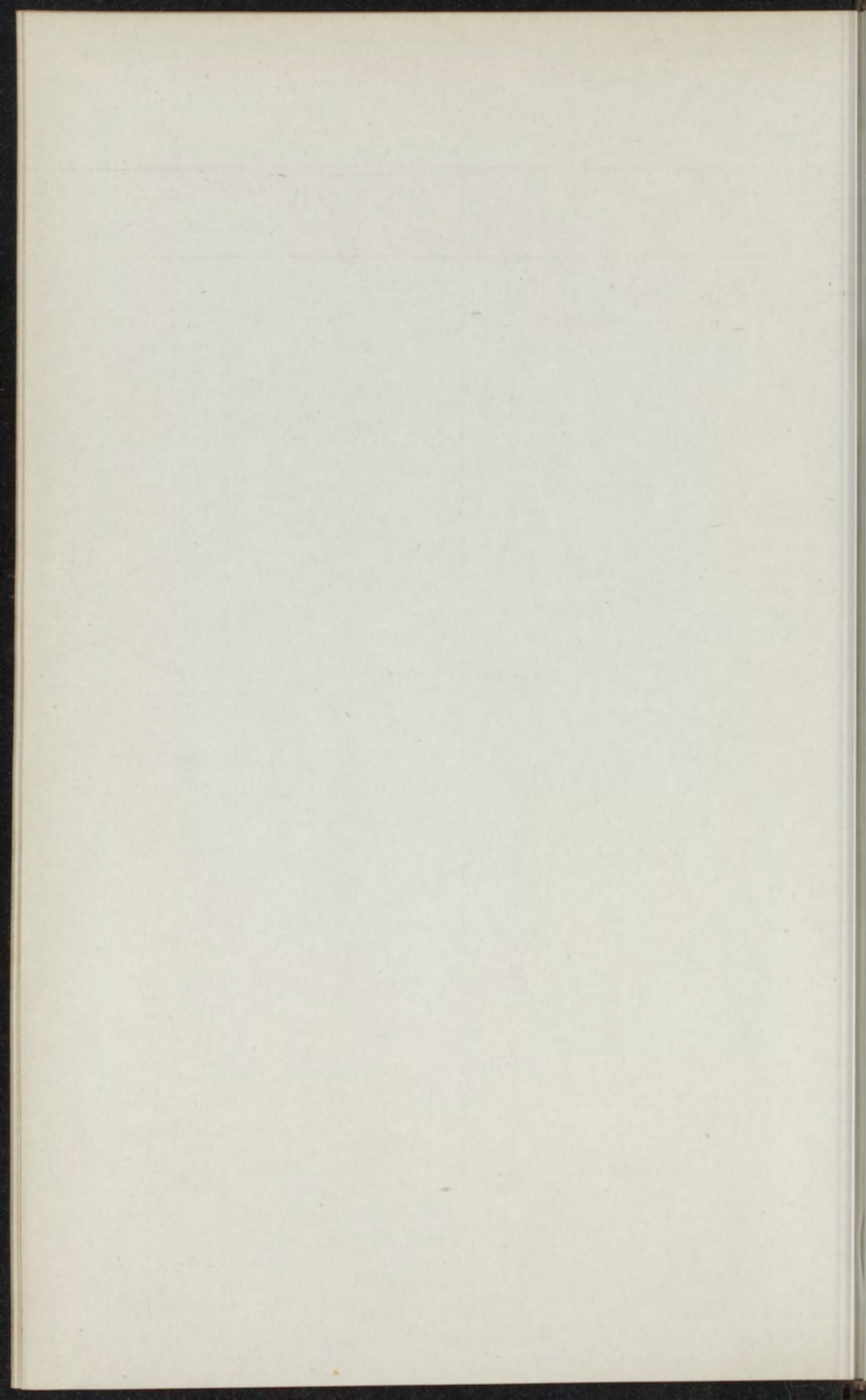
Gecorrigeerde Weerstand.	Log. W. cap. bij 48°	Log. W. cap. bij T.	Specifieke Weerstand.	Specifieke geleidbaarheid = $\lambda$
244.60	2.13202	2.13194	1.8052	0.5540
234.37	"	"	1.7297	0.5782
283.22	"	2.13195	2.0901?	0.4784?
233.69	2.13202	2.13192	1.7247	0.5798
229.69	"	"	1.6952	0.5899
226.69	"	2.13191	1.6731	0.5977
222.99	"	"	1.6458	0.6076
216.48	"	"	1.5978	0.6259
206.38	"	"	1.5232	0.6565
203.38	"	2.13190	1.5011	0.6662
336.31	"	2.13192	2.4821?	0.4029?
243.10	2.19485	2.19472	1.5520	0.6448
236.26	"	"	1.5089	0.6627
231.55	"	2.19471	1.4789	0.6762
227.05	"	"	1.4502	0.6896
223.05	"	"	1.4264	0.7020
227.05	"	"	1.4502	0.6896
242.55	"	2.19472	1.5491	0.6455
249.15	"	"	1.5913	0.6284
255.05	"	"	1.6290	0.6139
258.05	"	"	1.6481	0.6068
530.05	"	2.19473	3.3852?	0.2954?
∞	— —	— —	— —	— —





TABEL C.

*(Zie tekst pag. 44).*



GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.
No. 1. 5.2021	15	0.0440	No. 2. 10.660	15	0.0824
	20	0.0486		20	0.0918
	25	0.0533		25	0.1007
	30	0.0592		30	0.1098
	35	0.0633		35	0.1190
	40	0.0683		40	0.1282
	45	0.0735		45	0.1374
	50	0.0784		50	0.1467
	55	0.0835		55	0.1559
	60	0.0884		60	0.1647
	65	0.0933	65	0.1735	
	70	0.0982	70	0.1823	
	75	0.1031	75	0.1915	
	80	0.1080	80	0.2010	
	85	0.1133	85	0.2105	
	90	0.1184	90	0.2200	
	95	0.1233	95	0.2295	
	100	0.1283	100	0.2390	
	105	0.1332	No. 29. 15.193	15	0.1136
	110	0.1376		20	0.1231
	115	0.1421		25	0.1350
120	0.1466	30		0.1473	
125	0.1512	35		0.1595	
130	0.1556	40		0.1717	
135	0.1600	45		0.1841	
140	0.1642	50		0.1965	
145	0.1682	55		0.2089	
150	0.1721	60		0.2212	
155	0.1756	65	0.2336		
160	0.1793	70	0.2460		
165	0.1826	75	0.2582		
170	0.1861	80	0.2703		
175	0.1892	85	0.2825		
180	0.1924	90	0.2949		
185	0.1956	95	0.3067		
190	0.1987	100	0.3187		
195	0.2081	105	0.3287		
200	0.2050	110	0.3395		
205	0.2081				
210	0.2113				



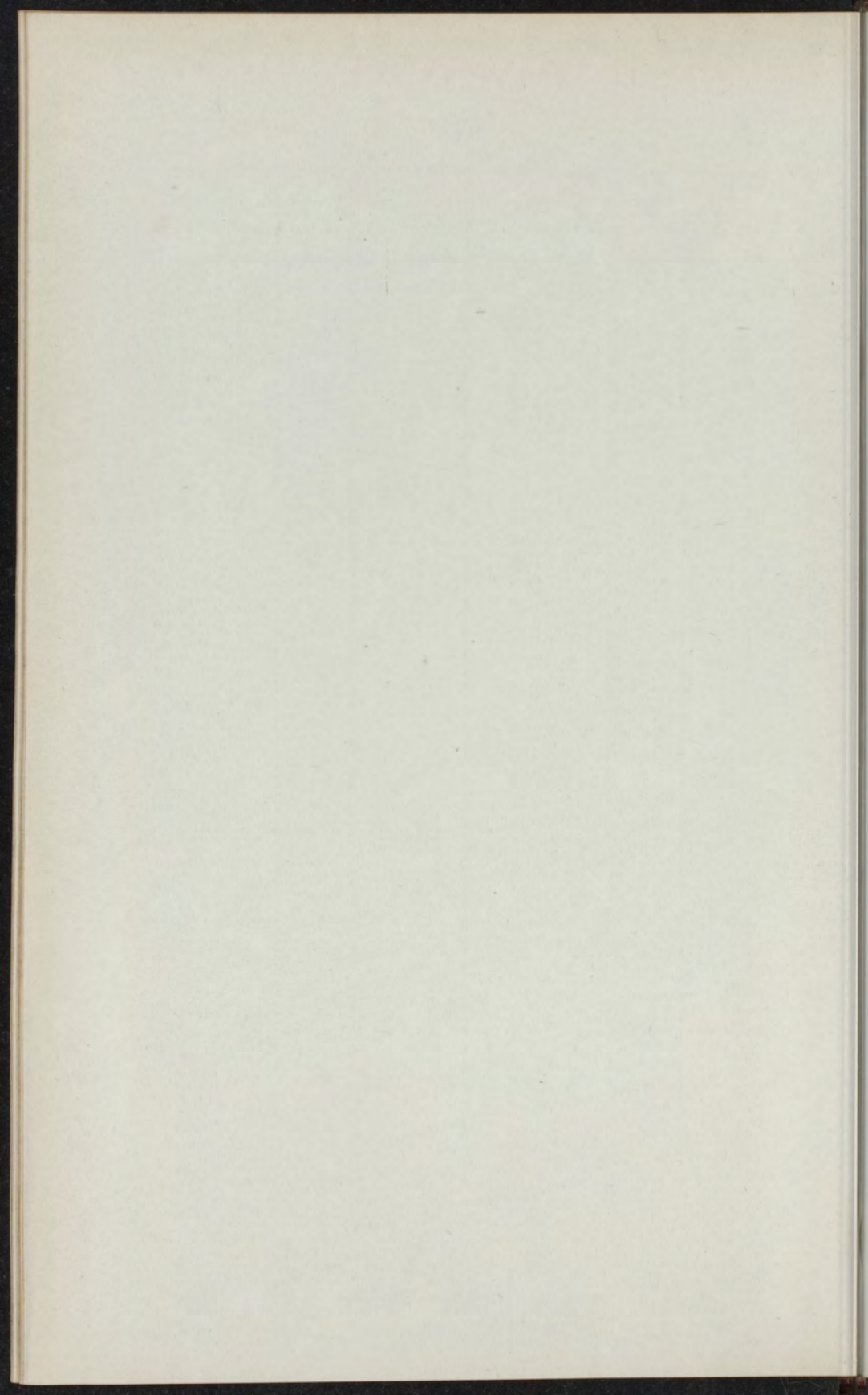
GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.
No. 4. 20.317	15	0.1420	No. 7. 34.433	40 <sup>p</sup>	0.3182
	20	0.1555		45 <sup>p</sup>	0.3375
	25	0.1691		50	0.3566
	30	0.1827		55	0.3758
	35	0.1983		60	0.3951
	40	0.2150		65	0.4155
	45	0.2321		70	0.4360
	50	0.2467		75	0.4560
	55	0.2616		80	0.4760
	60	0.2760		85	0.4958
	65	0.2901		90	0.5170
	70	0.3042		95	0.5386
	75	0.3193		100	0.5594
	80	0.3348			
	85	0.3480	No. 19.		
	90	0.3603	43.974	40	0.3547
	95	0.3725		45	0.3770
	100	0.3850		50	0.3996
No. 28. 29.923	20	0.2123		55	0.4226
	25	0.2308		60	0.4452
	30	0.2495		65	0.4670
	35	0.2684		70	0.4888
	40	0.2873		75	0.5110
	45	0.3064		80	0.5333
	50	0.3257		85	0.5547
	55	0.3456		90	0.5768
	60	0.3643		95	0.5973
	65	0.3831		100	0.6178
	70	0.4020		105	0.6366
	75	0.4210		110	0.6553
	80	0.4404		115	0.6737
	85	0.4591		120	0.6918
	90	0.4778			
	95	0.4963			
	100	0.5150			
	105	0.5333			
	110	0.5517			

GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.
No. 21. 45.827	50	0.4042	No. 23. 50.121	50	0.4114
	55	0.4274		55	0.4348
	60	0.4500		60	0.4587
	65	0.4724		65	0.4808
	70	0.4950		70	0.5046
	75	0.5171		75	0.5276
	80	0.5393		80	0.5508
	85	0.5614		85	0.5735
	90	0.5823		90	0.5936
	95	0.6048		95	0.6134
	100	0.6254		100	0.6336
	105	0.6442		105	0.6538
	110	0.6633		110	0.6738
	115	0.6818		115	0.6935
	120	0.7004		120	0.7132
	125	0.7183		125	0.7330
	130	0.7364		130	0.7527
No. 22. 47.827	40	0.3610	No. 24. 51.942	60	0.4604
	45	0.3842		65	0.4833
	50	0.4078		70	0.5059
	55	0.4314		75	0.5282
	60	0.4545		80	0.5504
	65	0.4776		85	0.5731
	70	0.5008		90	0.5956
	75	0.5239		95	0.6172
	80	0.5468		100	0.6383
	85	0.5700		105	0.6584
	90	0.5916		110	0.6777
	95	0.6112		115	0.6969
	100	0.6312		120	0.7156
	105	0.6506		125	0.7345
	110	0.6687		130	0.7527
	115	0.6866			
	120	0.7059			
	125	0.7248			
	130	0.7436			

GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.
No. 25.			No. 27.		
54.003	60	0.4580	57.869	60	0.4542
	65	0.4802		65	0.4760
	70	0.5024		70	0.4977
	75	0.5251		75	0.5188
	80	0.5483		80	0.5400
	85	0.5715		85	0.5623
	90	0.5938		90	0.5868
	95	0.6157		95	0.6103
	100	0.6375		100	0.6307
	105	0.6584		105	0.6510
	110	0.6777		110	0.6708
	115	0.6976		115	0.6906
	120	0.7167		120	0.7100
	125	0.7363		125	0.7299
	130	0.7556		130	0.7503
No. 26			No. 18.		
56.093	60	0.4560	65.364	75	0.4807?
	65	0.4787		80	0.5030
	70	0.5016		85	0.5252
	75	0.5238		90	0.5473
	80	0.5476		95	0.5711
	85	0.5715		100	0.5933
	90	0.5935		105	0.6137
	95	0.6145		110	0.6333
	100	0.6353		115	0.6530
	105	0.6552		120	0.6727
	110	0.6745		125	0.6923
	115	0.6940		130	0.7118
	120	0.7132		135	0.7309
	125	0.7325		140	0.7500
	130	0.7518		145	0.7686
				150	0.7872?



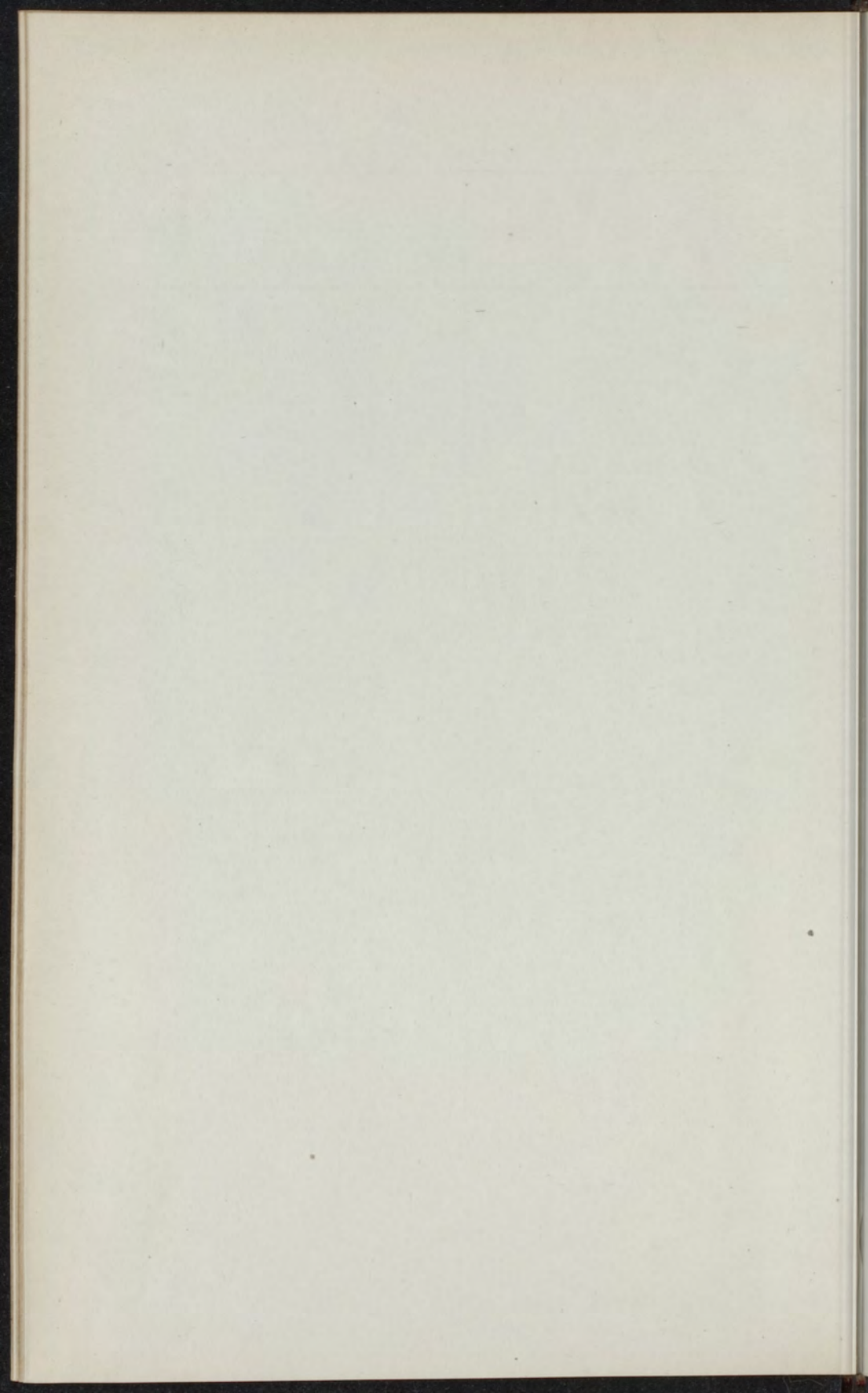
GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleidbaarheid.	
No. 13. 68.148	75	0.4044	No. 17. 84.917	150	0.4060	
	80	0.4550		155	0.4590	
	85	0.5002		160	0.5018	
	90	0.5162		165	0.5310	
	95	0.5368		170	0.5486	
	100	0.5573		175	0.5656	
	105	0.5776		180	0.5824	
	110	0.5975		185	0.5990	
	115	0.6171		190	0.6155	
	120	0.6365		195	0.6320	
	125	0.6552		200	0.6480	
	130	0.6745		No. 16. 89.964	200	0.5044?
	135	0.6935			205	0.5267
	140	0.7123			210	0.5490
No. 15. 75.143	100	0.4377?	215		0.5641	
	105	0.4719?	220		0.5771	
	110	0.5058	225		0.5900?	
	115	0.5333	230		0.6032?	
	120	0.5520	No. 20. 95.129	260	0.5359?	
	125	0.5714		265	0.5503?	
	130	0.5907		270	0.5646	
	135	0.6096		275	0.5788	
	140	0.6283		280	0.5928	
	145	0.6465		285	0.6065	
150	0.6654	290		0.6221		
No. 14. 79.725	120	0.4425		295	0.6362	
	125	0.4798		300	0.6499	
	130	0.5136		305	0.6621	
	135	0.5331	310	0.6732		
	140	0.5521	No. 21. 100.00	335	0.6095	
	145	0.5704		340	0.6260	
	150	0.5883		345	0.6410	
	155	0.6063		350	0.6550	
	160	0.6240		355	0.6690	
		360		0.6830		
		365		0.6970		
		370	0.7110			



TABEL D.

*(Zie tekst pag. 44).*





GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$
5	15	0.0420	96	5	200	0.1980	60
	20	0.0468			205	0.2010	
	25	0.0516			210	0.2040	
	30	0.0564		10	15	0.0780	174
	35	0.0612			20	0.0867	
	40	0.0660			25	0.0954	
	45	0.0708			30	0.1041	
	50	0.0756			35	0.1128	
	55	0.0804			40	0.1215	
	60	0.0852			45	0.1302	
	65	0.0900			50	0.1389	
	70	0.0948			55	0.1476	
	75	0.0996			60	0.1563	
	80	0.1044		65	0.1650	172	
	85	0.1092		70	0.1736		
	90	0.1140		75	0.1822		
	95	0.1188		80	0.1908		
	100	0.1236		85	0.1994		
	105	0.1284		90	0.2080		
	110	0.1332		95	0.2166		
115	0.1380	100	0.2252				
120	0.1422	105	0.2338				
125	0.1464	110	0.2424				
130	0.1506	84	15	15	0.1110	238	
135	0.1548			20	0.1229		
140	0.1590			25	0.1348		
145	0.1626			30	0.1467		
150	0.1662			35	0.1586		
155	0.1698			40	0.1705		
160	0.1734			45	0.1824		
165	0.1770			50	0.1943		
170	0.1800			55	0.2062		
175	0.1830			60	0.2181		
180	0.1860	60	65	0.2300			
185	0.1890						
190	0.1920						
195	0.1950						

GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$
15	70	0.2417	234	25	50	0.2852	334
	75	0.2534			55	0.3019	
	80	0.2651			60	0.3186	
	85	0.2768			65	0.3353	
	90	0.2885			70	0.3520	
	95	0.3002			75	0.3687	
	100	0.3119			80	0.3846	
	105	0.3236			85	0.4005	
	110	0.3353			90	0.4164	
20	15	0.1400	296	30	95	0.4323	378
	20	0.1548			100	0.4482	
	25	0.1696			105	0.4641	
	30	0.1844			110	0.4800	
	35	0.1992			20	0.2130	
	40	0.2140			25	0.2319	
	45	0.2288			30	0.2508	
	50	0.2436			35	0.2697	
	55	0.2584			40	0.2886	
	60	0.2732			45	0.3075	
	65	0.2872			50	0.3264	
	70	0.3012			55	0.3453	
	75	0.3152			60	0.3642	
	80	0.3291			65	0.3831	
85	0.3430	70	0.4020				
90	0.3560	75	0.4207				
95	0.3690	80	0.4394				
100	0.3820	85	0.4581				
105	0.3950	90	0.4768				
110	0.4080	95	0.4955				
25	20	0.1850	260	374	100	0.5142	
	25	0.2017			105	0.5329	
	30	0.2184			110	0.5516	
	35	0.2351					
	40	0.2518					
	45	0.2685					
25	20	0.1850	334		100	0.5142	
	25	0.2017			105	0.5329	
	30	0.2184			110	0.5516	
	35	0.2351					
	40	0.2518					
45	0.2685						



GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$
35	40	0.3200	400	44	65	0.4645	438
	45	0.3400			70	0.4864	
	50	0.3600			75	0.5083	
	55	0.3800			80	0.5302	
	60	0.4000			85	0.5521	
	65	0.4200			90	0.5740	
	70	0.4400			95	0.5959	
	75	0.4600			100	0.6178	
	80	0.4800			105	0.6363	
	85	0.5000			110	0.6548	
	90	0.5200			115	0.6733	
95	0.5400	120	0.6918	370			
100	0.5600	46	40		0.3580		
105	0.5800		45		0.3805		
110	0.6000		50		0.4030		
40	40		0.3425		55	0.4255	450
	45		0.3633		60	0.4480	
	50		0.3841		65	0.4705	
	55		0.4049		70	0.4930	
	60		0.4257		75	0.5155	
	65		0.4465		80	0.5380	
	70		0.4673		85	0.5605	
	75		0.4881	90	0.5830		
	80	0.5089	95	0.6055			
	85	0.5297	100	0.6242			
	90	0.5505	105	0.6329			
95	0.5713	110	0.6616	374			
100	0.5921	115	0.6803				
105	0.6129	120	0.6990				
110	0.6337	125	0.7177				
44	40	0.3550	438		130	0.7364	
	45	0.3769					
	50	0.3988					
	55	0.4207					
	60	0.4426					

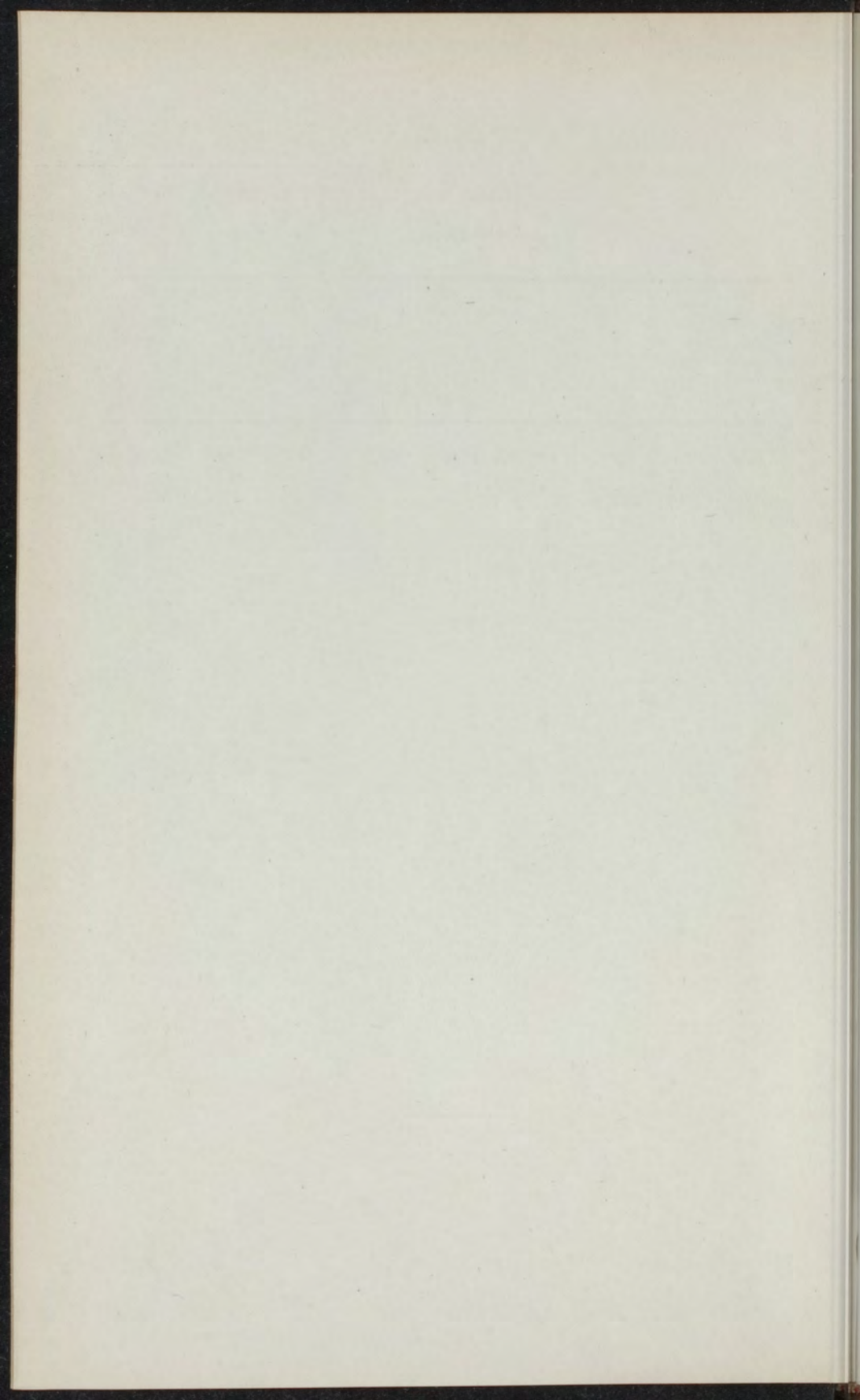
GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$
48	40	0.3610	462	52	60	0.4600	456
	45	0.3841					
	50	0.4072					
	55	0.4303					
	60	0.4534					
	65	0.4765					
	70	0.4996					
	75	0.5227					
	80	0.5458					
	85	0.5689					
	90	0.5920					
	95	0.6111					
	100	0.6302					
	105	0.6493					
48	110	0.6684	382	54	60	0.4580	456
	115	0.6875					
	120	0.7066					
	125	0.7257					
	130	0.7448					
	50	0.4100					
	55	0.4334					
	60	0.4568					
	65	0.4802					
	70	0.5036					
	75	0.5270					
	80	0.5504					
	85	0.5738					
	90	0.5940					
95	0.6142						
100	0.6344						
105	0.6546						
110	0.6748						
115	0.6941						
120	0.7134						
125	0.7327						
130	0.7520						
48	110	0.6684	468	56	60	0.4560	460
	115	0.6875					
	120	0.7066					
	125	0.7257					
	130	0.7448					
	60	0.4600					
	65	0.4828					
	70	0.5056					
	75	0.5284					
	80	0.5512					
	85	0.5740					
	90	0.5950					
	95	0.6160					
	100	0.6370					
105	0.6580						
110	0.6770						
115	0.6960						
120	0.7150						
125	0.7340						
130	0.7530						
60	0.4580						
65	0.4808						
70	0.5036						
75	0.5264						
80	0.5492						
85	0.5720						
90	0.5932						
95	0.6144						
100	0.6356						
105	0.6568						
110	0.6780						
115	0.6975						
120	0.7170						
125	0.7365						
130	0.7560						
60	0.4560						
65	0.4790						
70	0.5020						
75	0.5250						
80	0.5480						
85	0.5710						

GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$
56	90	0.5920	420	65	75	0.4830	452
	95	0.6130					
	100	0.6340					
	105	0.6550					
	110	0.6746	392		95	0.5734	
	115	0.6942					
	120	0.7138					
	125	0.7334					
	130	0.7530		100	0.5960		
58	60	0.4540	446		105	0.6157	
	65	0.4763			110	0.6354	
	70	0.4986			115	0.6551	
	75	0.5209			120	0.6748	
	80	0.5432			125	0.6945	
	85	0.5655			130	0.7149	
	90	0.5878			135	0.7339	
	95	0.6100			140	0.7556	
	100	0.6300			145	0.7733	
		105		0.6500		150	0.7930
60	110	0.6700	400	70	100	0.5240	
	115	0.6900				105	0.5480
	120	0.7100				110	0.5730
	125	0.7300				115	0.5950
	130	0.7500				120	0.6150
						125	0.6350
						130	0.6540
						135	0.6730
						140	0.6920
						145	0.7110
			150	0.7300			
	75	0.5080	460	75	100	0.4370	
	80	0.5310				105	0.4730
	85	0.5540				110	0.5070
	90	0.5770				115	0.5330
	95	0.6000				120	0.5530
	100	0.6203				125	0.5730
	105	0.6406				130	0.5910
	110	0.6609					
115	0.6812	406					
120	0.7015						
125	0.7218						
130	0.7421						



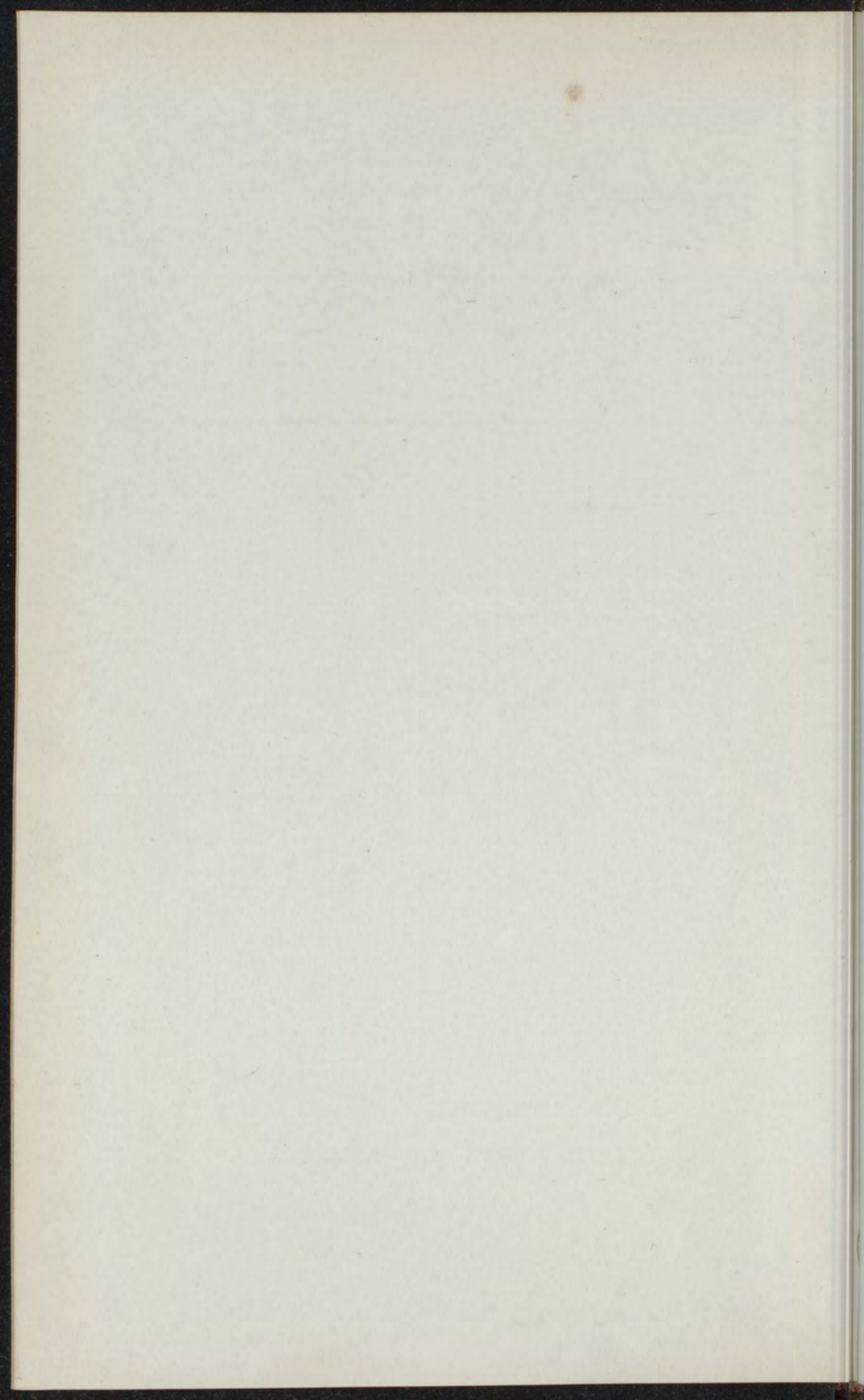
GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$	GEHALTE.	Tempe- ratuur.	Specifieke geleid- baarheid.	$\frac{d\lambda}{dt} \times 10^5$		
75	135	0.6100	374	90	200	0.5020	290		
	140	0.6284			205	0.5270			
	145	0.6471			210	0.5470			
	150	0.6658			215	0.5615			
	155	0.6845			220	0.5760			
	160	0.7032			225	0.5905			
	165	0.7219			95	260		0.5380	
170	0.7400	265	0.5530	300					
80	120	0.4350	400		95	270	0.5680	280	
	125	0.4720		380		275	0.5820		
	130	0.5050				364	280		0.5960
	135	0.5250		285			0.6100		
	140	0.5440		290		0.6240			
	145	0.5620		295		0.6380			
	150	0.5802		300		0.6510			
	155	0.5984		305		0.6640	260		
	160	0.6166		310		0.6770			
	?	165		0.6348		334	100		335
170		0.6530	340	0.6260	300				
?	150	0.4040	334	100	345	0.6410	280		
	155	0.4540			350	0.6550			
	160	0.4990			355	0.6690			
	165	0.5280			360	0.6830			
	170	0.5447			365	0.6970			
	175	0.5614			370	0.7110			
	180	0.5781			334	100		370	0.7110
	185	0.5948							
	190	0.6115							
	195	0.6282							
?	200	0.6449							

TABEL E.



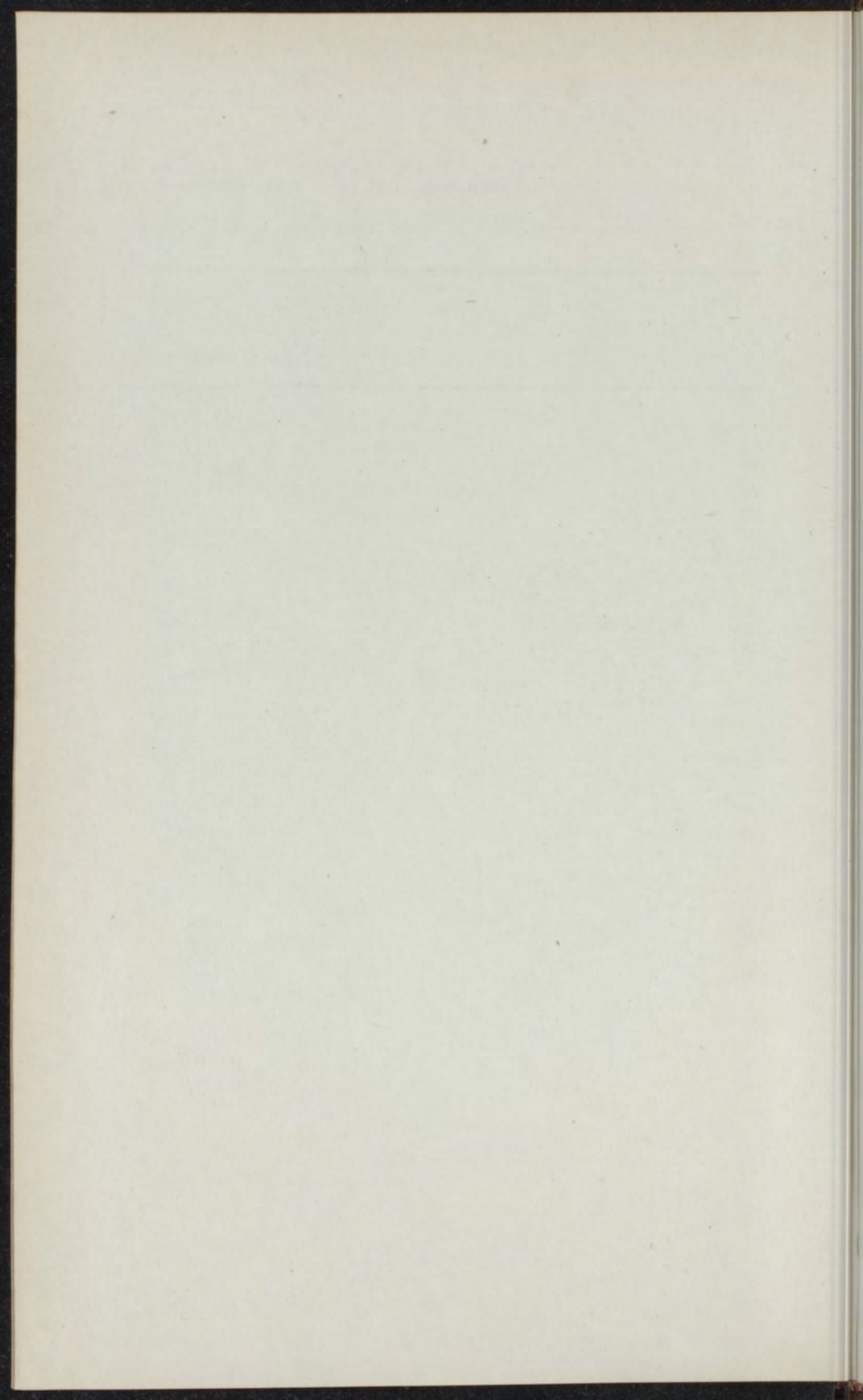






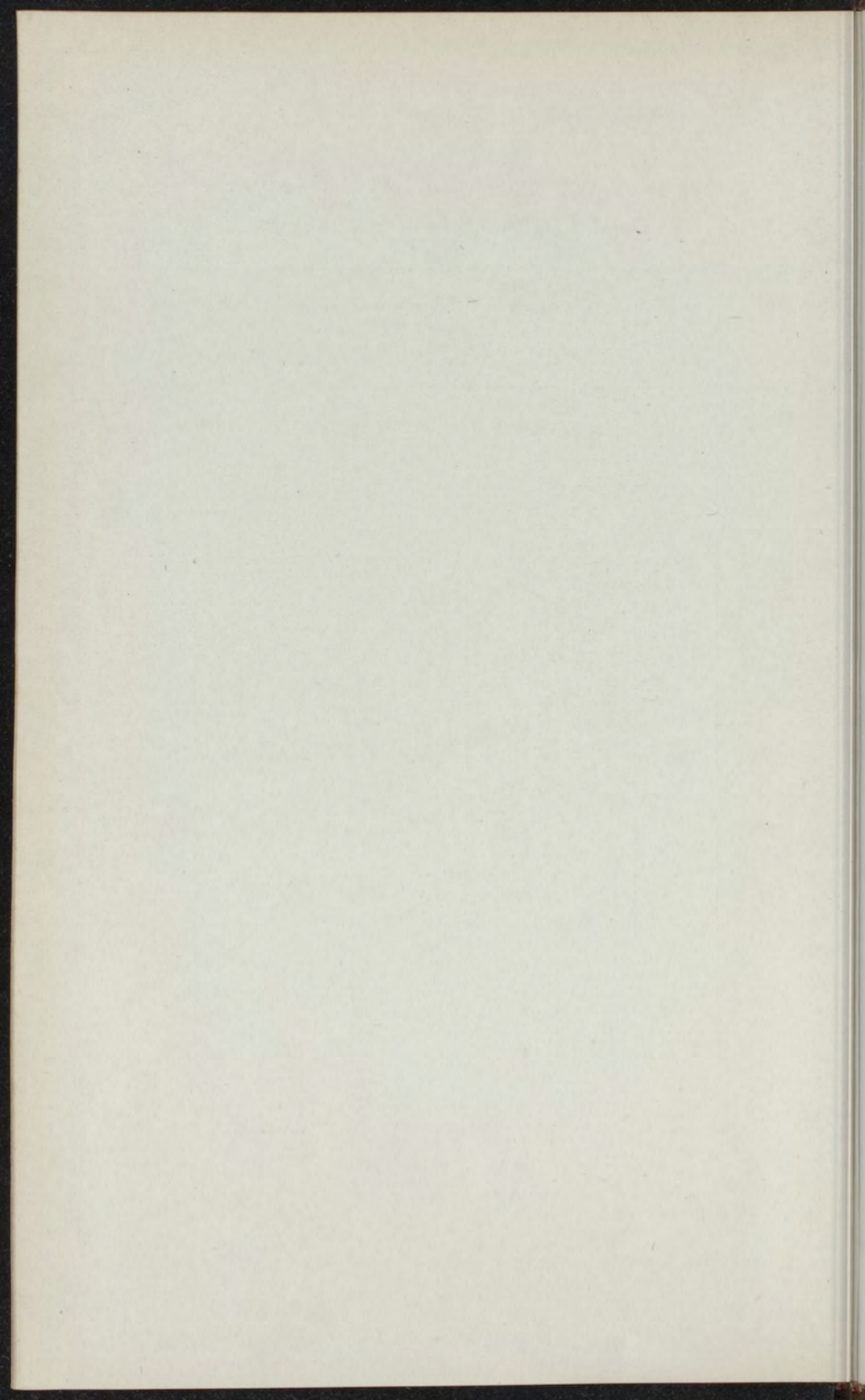
TABEL F.





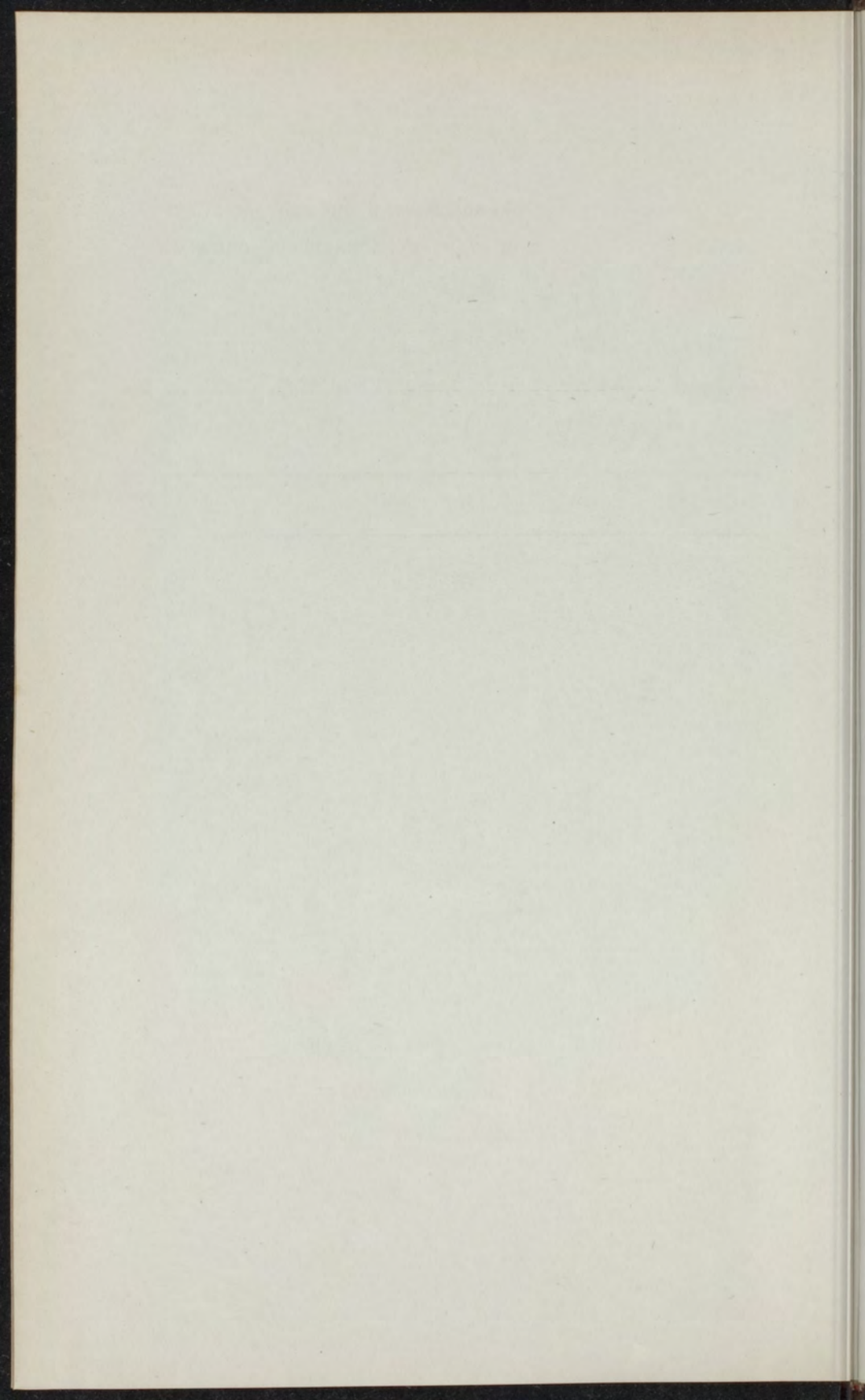
Vergelijking der uitkomsten met die van andere  
 waarnemers. (Zie tekst pag. 45).

GEHALTE.	Tem- peratuur.	$\lambda$ in Mho's volgens:	$\lambda$ in Mho's volgens KOHLEAUSCH.	$\lambda$ in Mho's volgens de vooraafgaande proeven
5	20		0.0472	0.0468
10	"		0.0870	0.0867
15	"		0.1233	0.1229
20	"		0.1559	0.1548
22	"		0.1682	0.1670
		KRANNHALS		
8.72	20	0.0832	0.0768	0.0765
"	50	0.1337		0.1230
"	80	0.1831		0.1690
"	100	0.2203		0.2000
		TRÖTSCH		
9.1	20	0.0727	0.0797	0.0795
"	30	0.0875		0.0955
"	40	0.1030		0.1120
"	50	0.1187		0.1270
"	60	0.1344		0.1430
"	70	0.1502		0.1590
"	80	0.1659		0.1750
		BOUTY en POINCARÉ.		
100	335	0.6574		0.6090
"	340	0.6830		0.6260
"	345	0.7042		0.6410
"	350	0.7241		0.6550
"	355	0.7429		0.6690
"	360	0.7610		0.6830
"	365	0.7787		0.6970
"	370	0.7967		0.7110





TABEL G.



Uitkomsten der berekeningen van die concentratie  
waarbij een maximum van geleidbaarheid optreedt.

(Zie tekst pag. 47).

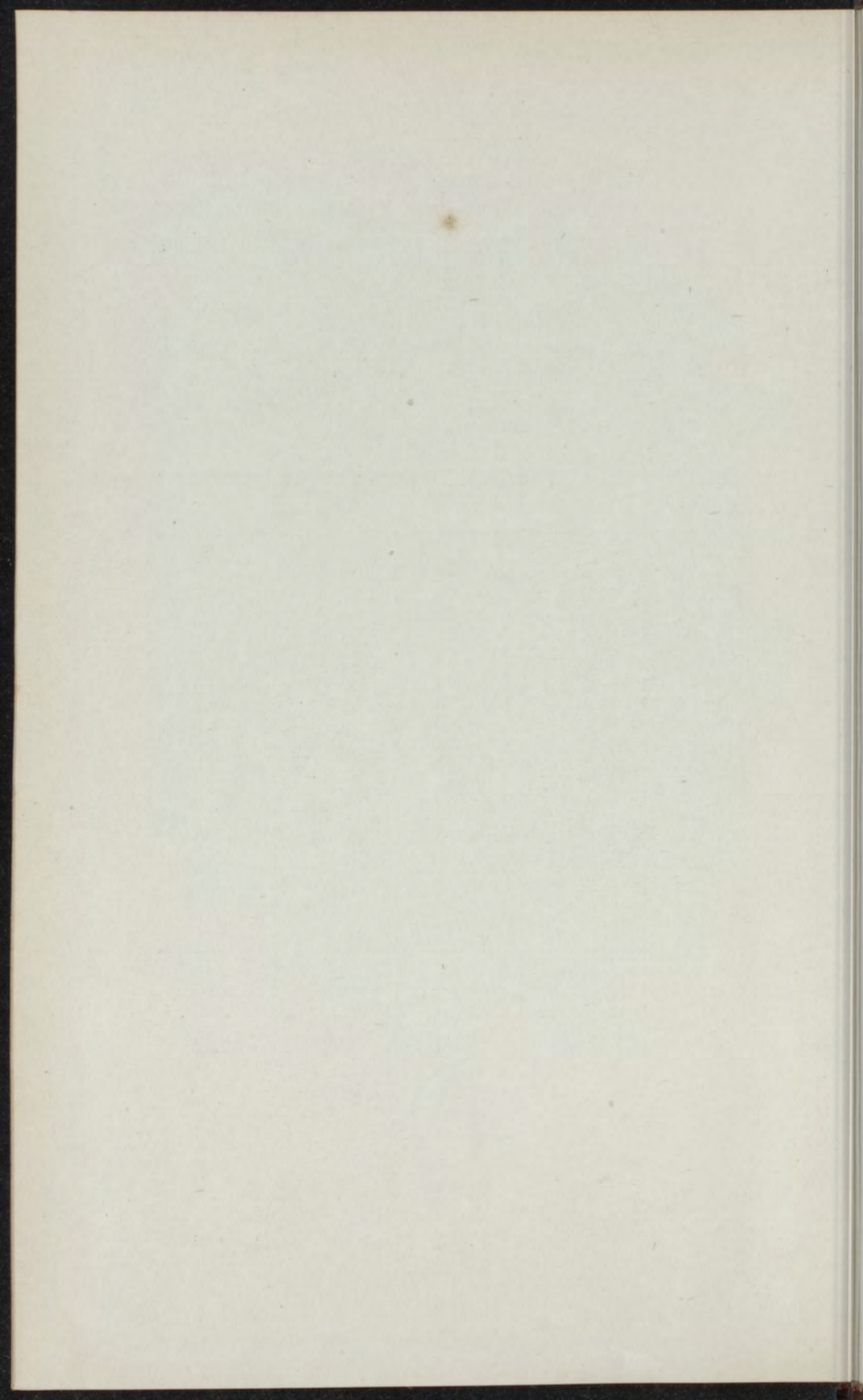
$C_0$  = concentratie waarbij maximum van geleidbaarheid.

$\lambda_0$  = de geleidbaarheid bij deze concentratie.

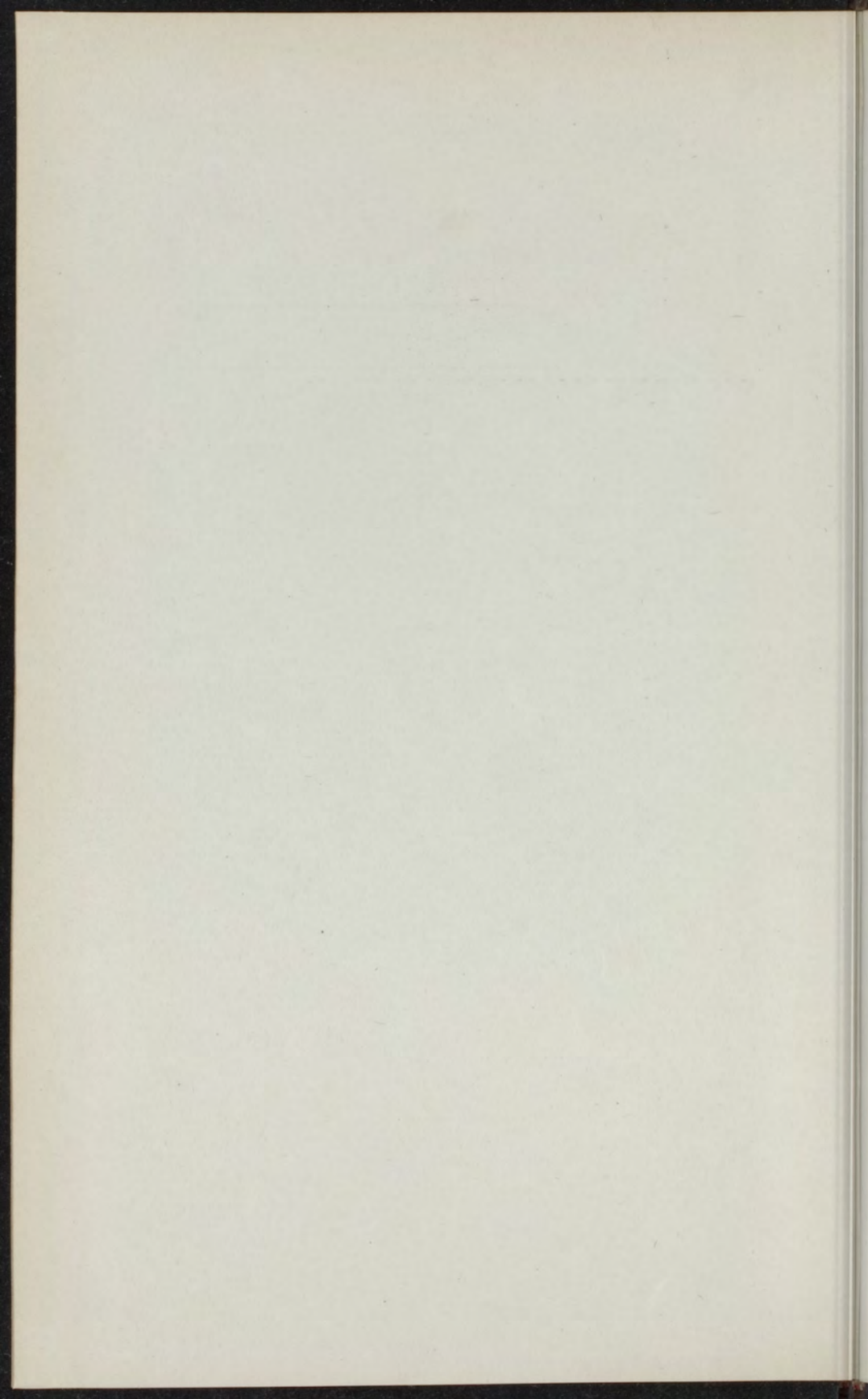
$$C_0 = C \frac{\lambda_0}{\lambda} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{\lambda}{\lambda_0}} \right).$$

GEHALTE.	60°	80°	100°	120°
10.660	53.68	52.49	50.99	
15.193	54.41	53.05	51.96	
20.317	55.34	54.35	54.91	
29.923	55.09	54.18	53.38	
34.433	55.23	54.58	53.10	
43.974	53.74	53.51	53.57	54.05
45.827	54.52	53.56	53.42	53.97
47.827	53.93	52.28	53.46	54.52
51.121	54.18	50.12	54.82	53.89
50.942	51.94	50.59	51.94	54.07
54.003	50.37	51.85	52.16	54.00
56.093	51.09	52.12	52.50	52.43
57.869	51.84	50.76	52.17	52.76
65.364		50.49	51.65	52.18
68.148			50.25	51.07
75.143				50.79
	<u>695.36</u>	<u>733.88</u>	<u>790.28</u>	<u>583.73</u>
	13	14	15	11
	53.49	52.42	52.69	53.07
	Gemiddeld 52.92 = $C_0$ .			





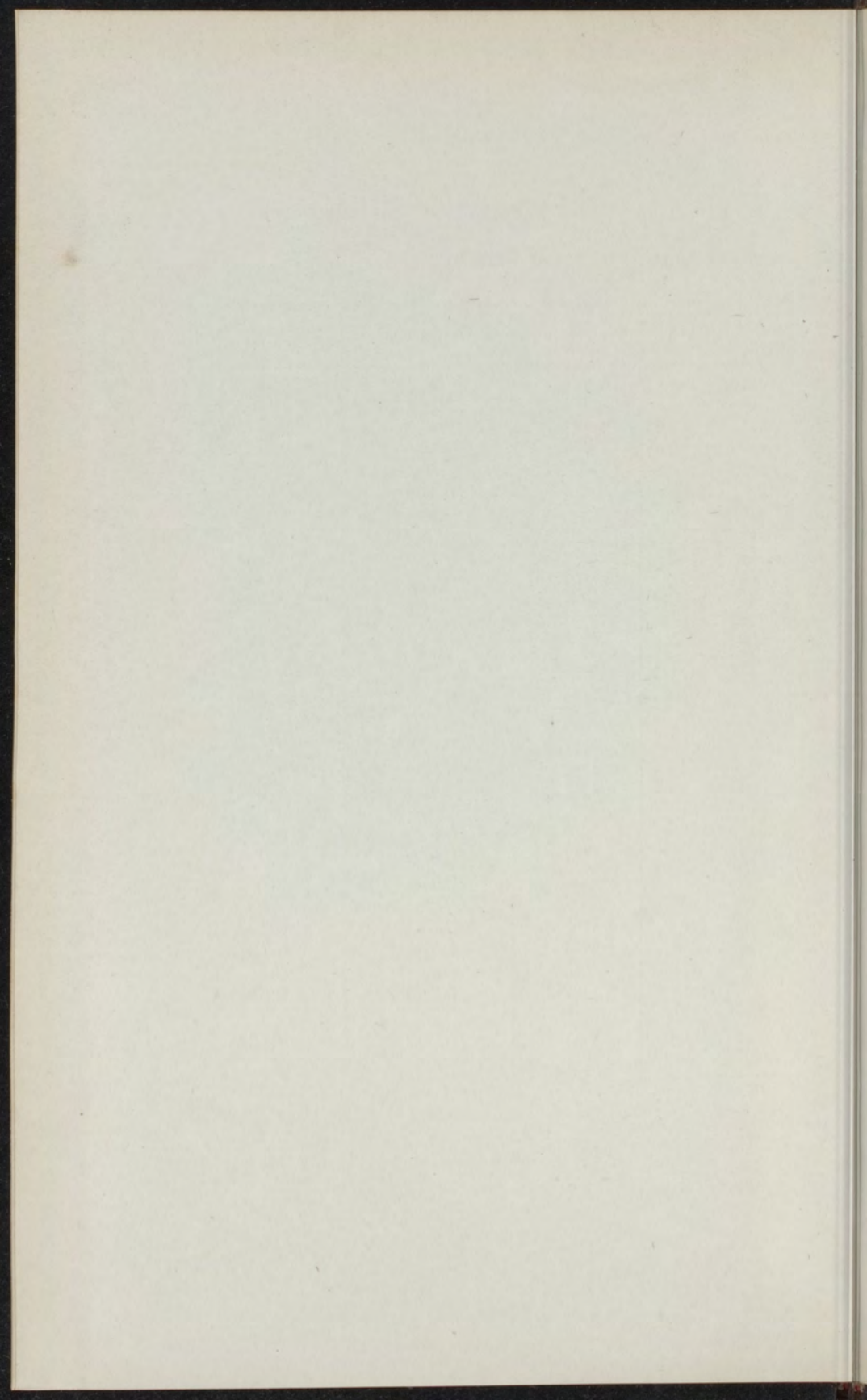
TABEL II.





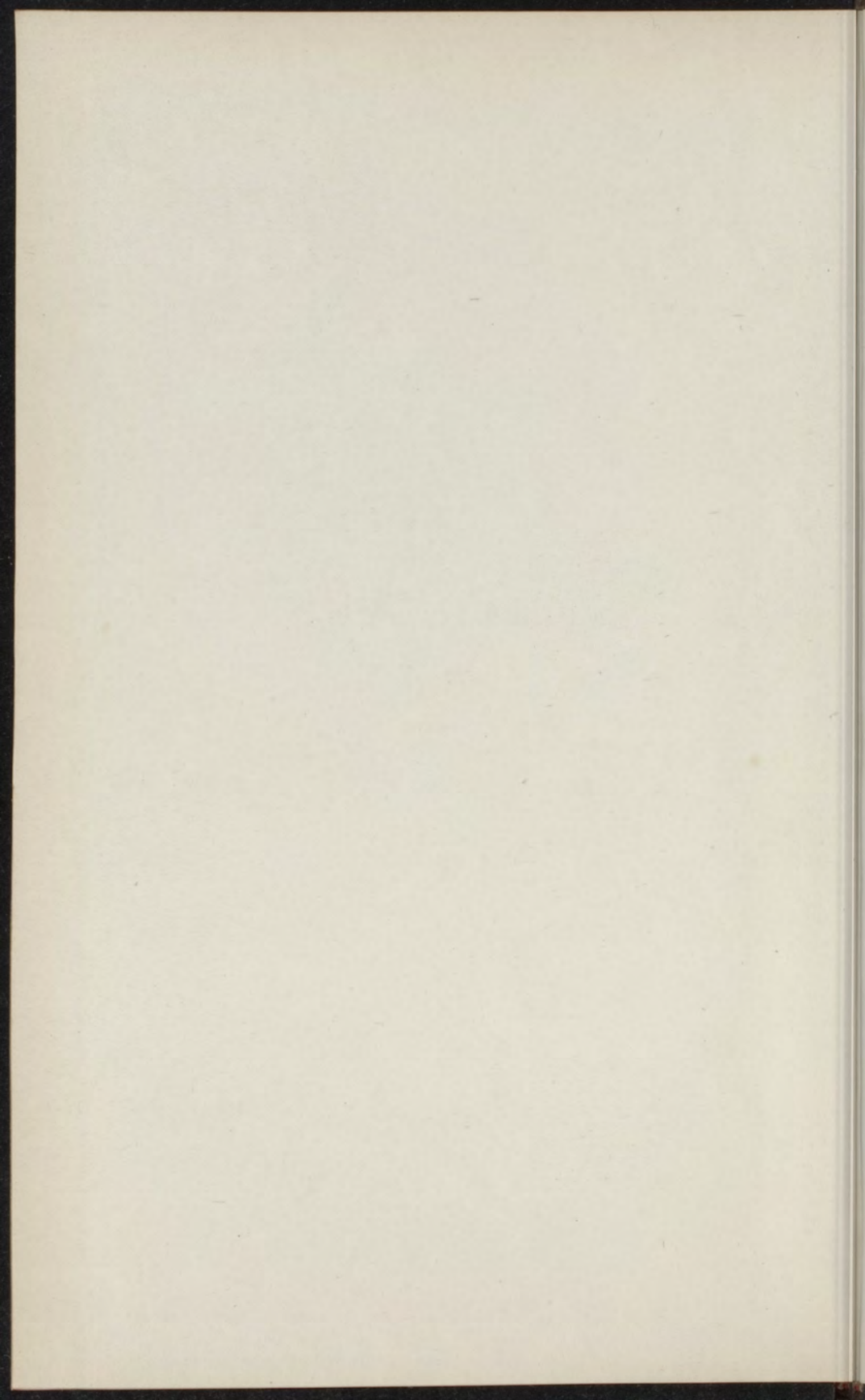
Vergelijking der waarnemingen met de berekeningen  
 volgens de formule van pag. 48.

GEHALTE.	Temperatuur.	$\lambda$ waargenomen.	$\lambda$ berekend.
10	20	0.087	0.088
	50	0.139	0.141
	100	0.225	0.218
29	20	0.155	0.158
	50	0.244	0.253
	100	0.382	0.391
30	20	0.213	0.208
	50	0.326	0.335
	100	0.514	0.518
40	50	0.384	0.388
	100	0.592	0.599
50	50	0.410	0.411
	100	0.634	0.636
	125	0.733	0.733
60	75	0.508	0.520
	100	0.620	0.626
	125	0.722	0.722
70	125	0.635	0.659
	150	0.730	0.737
80	150	0.580	0.608
90	200	0.502	0.494



STELLINGEN.





I.

Onder de verschillende methoden van weerstandsbepaling van electrolyten verdient die van KOHLRAUSCH met wisselstroomen de voorkeur.

II.

De vibratie-galvanometer van RUBENS <sup>1)</sup> staat als nul-toestel achter bij den gewonen telefoon, indien polarisatiestroomen optreden.

III.

De concentratie waarbij voor  $\text{KNO}_3$  een maximum van geleidbaarheid optreedt, is aanmerkelijk hooger dan volgt uit de formule van KOHLRAUSCH

$$K = kP - k'P^2 \text{ } ^2).$$

---

1) Wied. Ann. 56, 27.

2) Hierin is K de geleidbaarheid, P de hoeveelheid  $\text{KNO}_3$  per gewichtseenheid van de oplossing,  $k = 0,000092$  en  $k' = 0,00013$ . Wied. Ann. 6, 17.

## IV.

Glazen vaten welke tegen hoogen druk en temperatuur afzonderlijk bestand zijn, zijn dit in veel geringere mate tegen beiden tegelijk.

## V.

Antipolarisatoren, zooals zij door KOHLRAUSCH <sup>1)</sup> worden aangeraden, moeten als minder practisch worden beschouwd.

## VI.

Bij een nauwkeurige weerstandsbepaling met de Wheatstone-brug is het wenschelijk dat de takken twee aan twee gelijk genomen worden.

## VII.

De opgave van geleidbaarheid in Mho's verdient de voorkeur boven die in kwikeenheden.

## VIII.

Aan de oxydatie door het element zuurstof gaat een splitsing in ionen vooraf.

---

1) Wied. Ann. 56, 184; 51, 347.



## IX.

Dat triaethylphosphien bij volkomen afwezigheid van water door zuurstof zou geoxydeerd worden, is door JORISSEN niet afdoend bewezen <sup>1)</sup>.

## X.

De opvatting van TRAUBE omtrent de werking van zink, water en zuurstof, laat onverklaard waarom zink niet werkt op water bij afwezigheid van zuurstof.

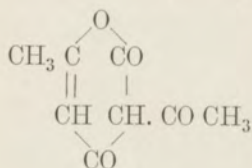
## XI.

Terecht zegt LE CHATELIER <sup>2)</sup>:

Il n'existe que deux états distincts de la matière: l'état cristallisé et l'état amorphe, qui ont chacun leurs lois propres.

## XII.

De formule van FEIST <sup>3)</sup> voor het dehydracetzuur



is de beste.

1) Acad. Proefschr. 1896. pag. 14.

2) Recherches sur la Aissolution, 1897, pag. 9.

3) Ann. d. Chem. u. Pharm., 257, pag. 253.

## XIII.

Het eerste bewijs voor den orthostand van het  $\alpha$  picoline door HOLLEMAN gegeven, is onvoldoende. <sup>1)</sup>

## XIV.

Het is niet uitgemaakt of LADENBURG het paraisopropylpyridine of het normale parapropylpyridine bereid heeft uit pyridine met isojordpropyl <sup>2)</sup>.

## XV.

Onjuist is de bewering van CLAISEN: „Während die Diketone R. CO. CH<sub>2</sub> CO R, als starke Säuren, Kupfer-acetat zu zerlegen im Stande sind, vermögen dies die alkylirten Diketone R. CO. CH.R. CO R nicht mehr”. <sup>3)</sup>

## XVI.

Bij het acetyleren van methyl-hexyl-keton ontstaat het 2.4 decaandion.

## XVII.

De gevolgtrekking van BOLLAND: „het wordt door de ondervinding gelogenstraft dat er evenveel tweede machten als getallen denkbaar zijn” <sup>4)</sup>, berust op begripsverwarring.

1) A. F. HOLLEMAN, Leerboek der Org. Chem. 1896. pag. 470.

2) Ann. d. Chem. u. Pharm., 247.

3) Berl. Ber., 22, 1016.

4) BOLLAND, Aanschouwing en Verstand, 1897, pag. 8.

## XVIII.

Indien BOLLAND meent dat „door de meetkundige constructie van den tweedemachtswortel uit twee, met de eenheid als lijn van bepaalde grootte, aan het onbestaanbare aanschouwbaar bestaan wordt verschaft”, wijst dit op een verkeerde opvatting van het wiskundig „irrationeel” <sup>1)</sup>

## XIX.

ARISTOTELES <sup>2)</sup> heeft de beste definitie gegeven van een element:

„ἔστω δὴ στοιχεῖον τῶν σωμάτων, εἷς ὃ τᾶλλα σώματα διαιρεῖται, ἐνυπάρχον δυνάμει ἢ ἐνεργείᾳ· τούτων γὰρ ποτέρως, ἔτι ἀμφοισβητήσιμον, αὐτὸ δ' ἐστὶν ἀδιαίρετον εἰς ἕτερα τῶ εἶδει”

## XX.

De stelling der peripatetici „corpora constant materia prima et forma substantiali”, behoeft om chemische redenen niet gewijzigd te worden.

---

1) Ibid., pag. 10.

2) L. 3 de coelo c. 3. 302. a. 16.

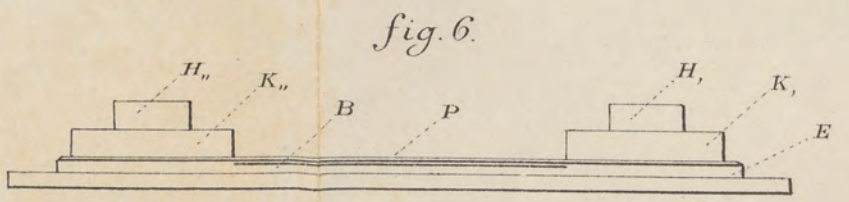
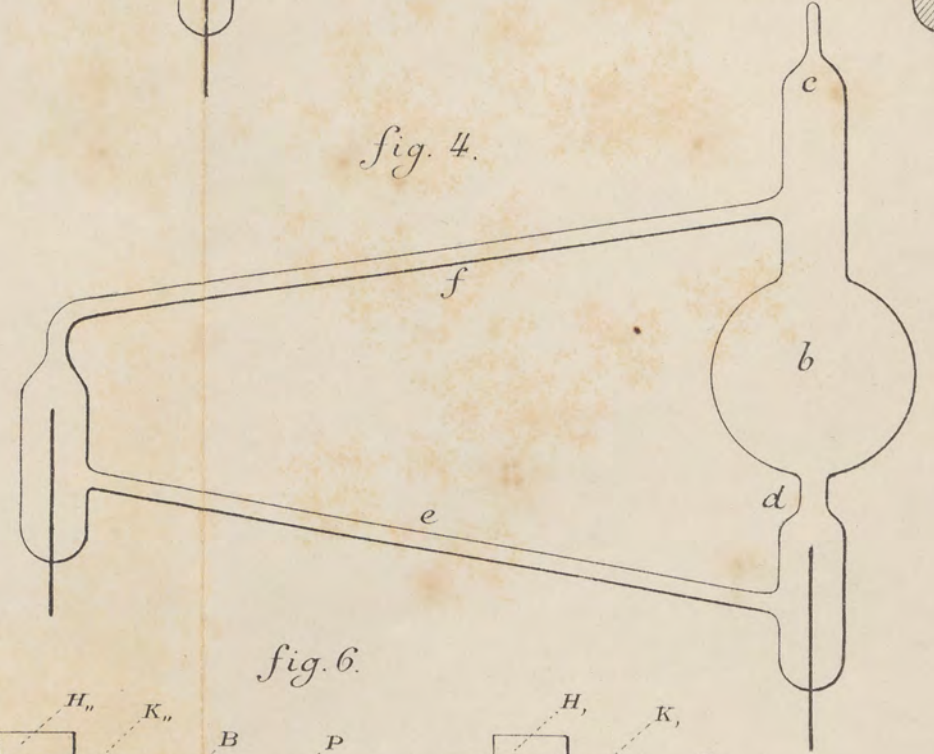
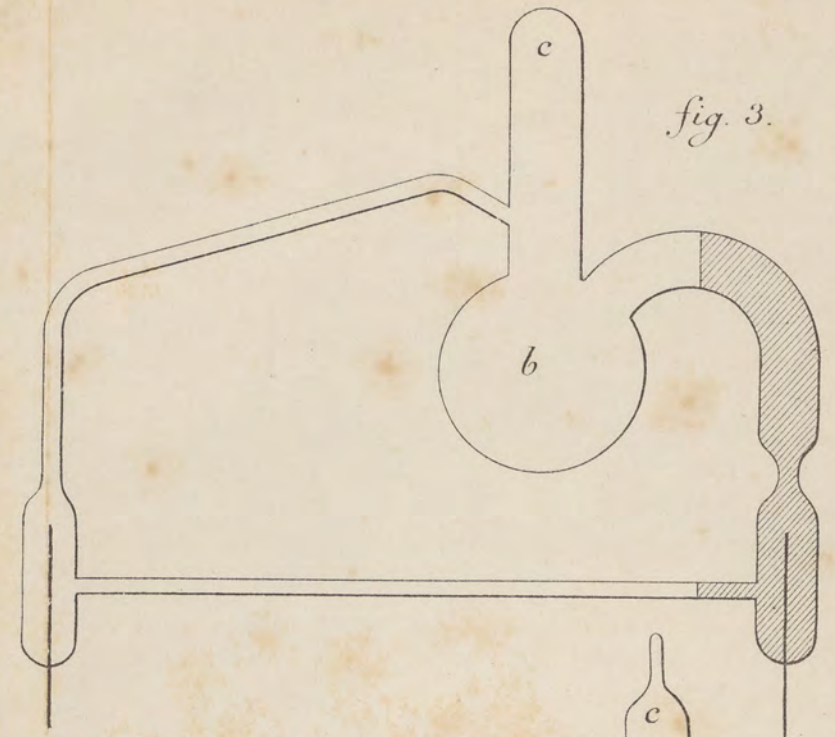
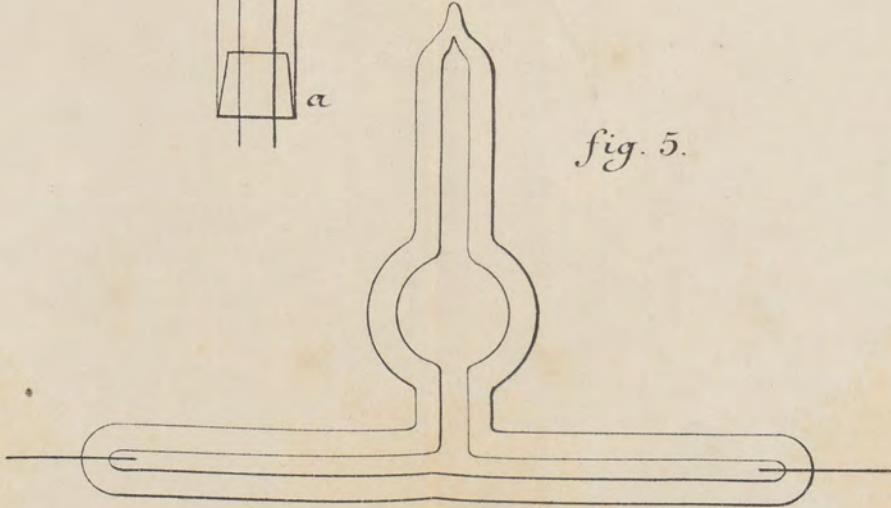
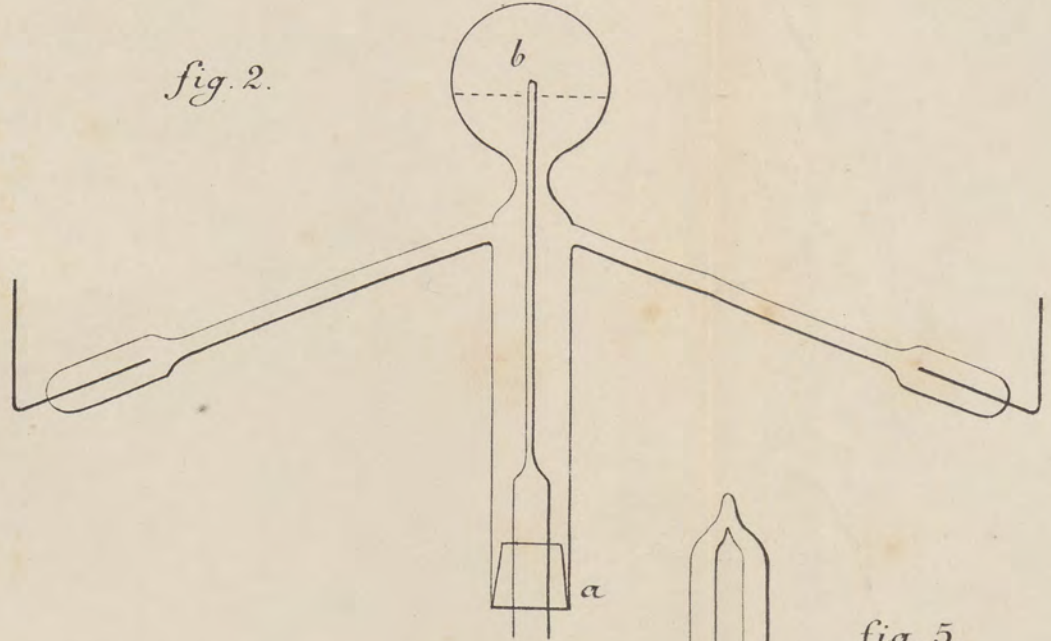
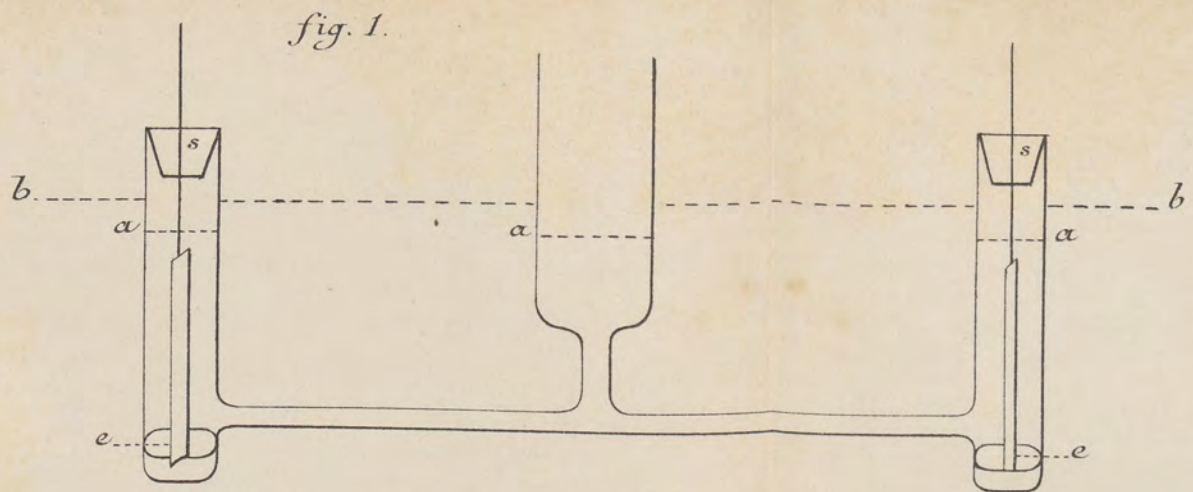


## XXI.

Onhoudbaar is de bewering van E. STRASBURGER: „Der Versuch, die Generatio spontanea in ein unbekanntes Gebiet zu verlegen und dort lebendige Substanz aus lebloser entstehen zu lassen, findet seine Stütze in den Erfahrungen der Chemie” 1).

---

1) Lehrbuch der Botanik, Jena 1894, pag. 5.





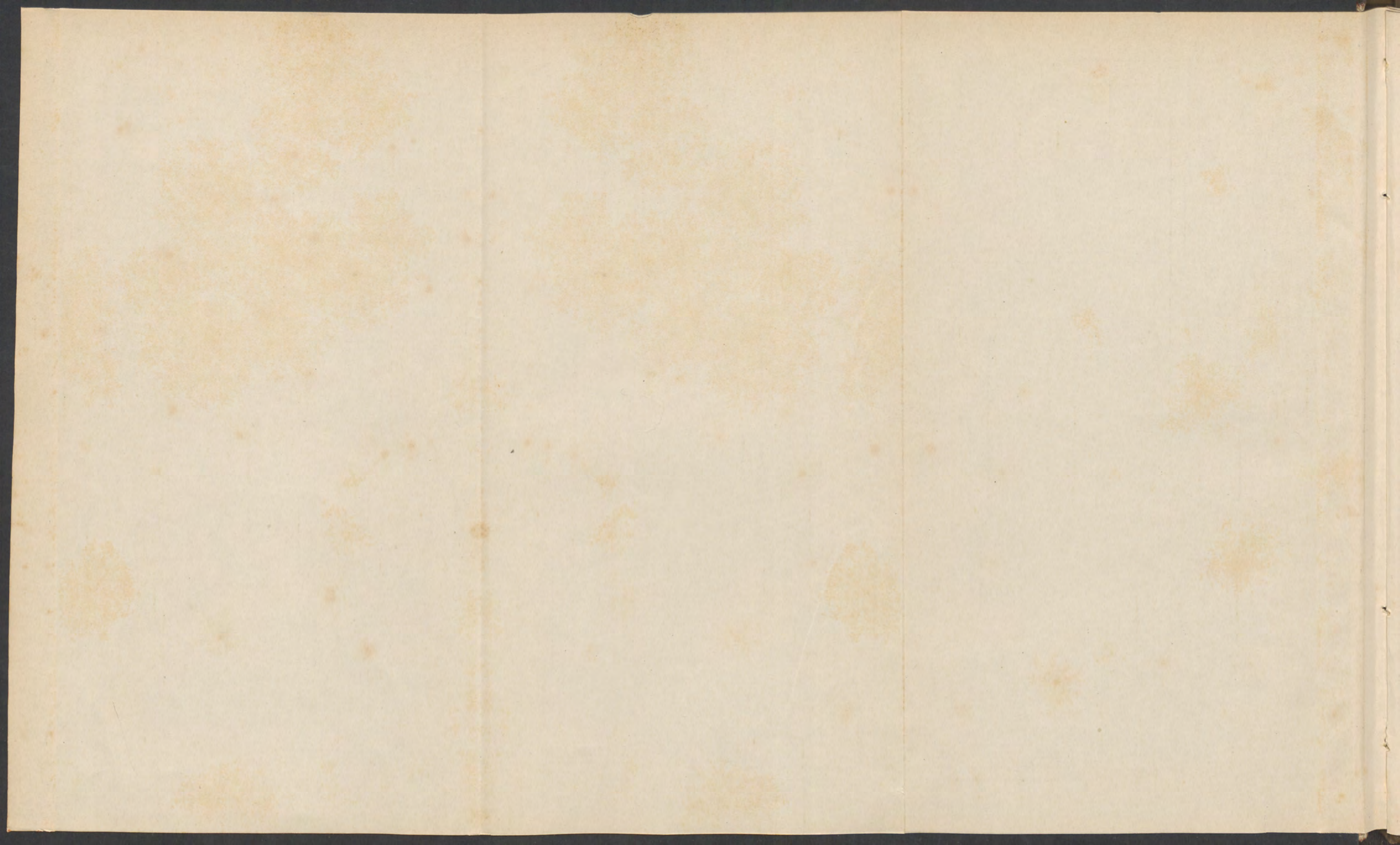




fig. 9.

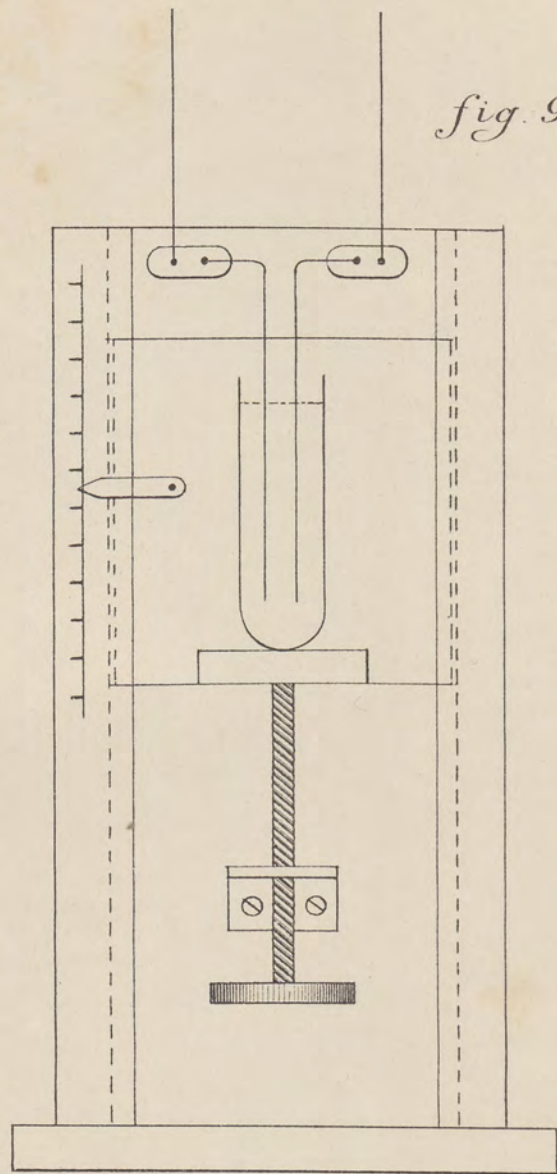
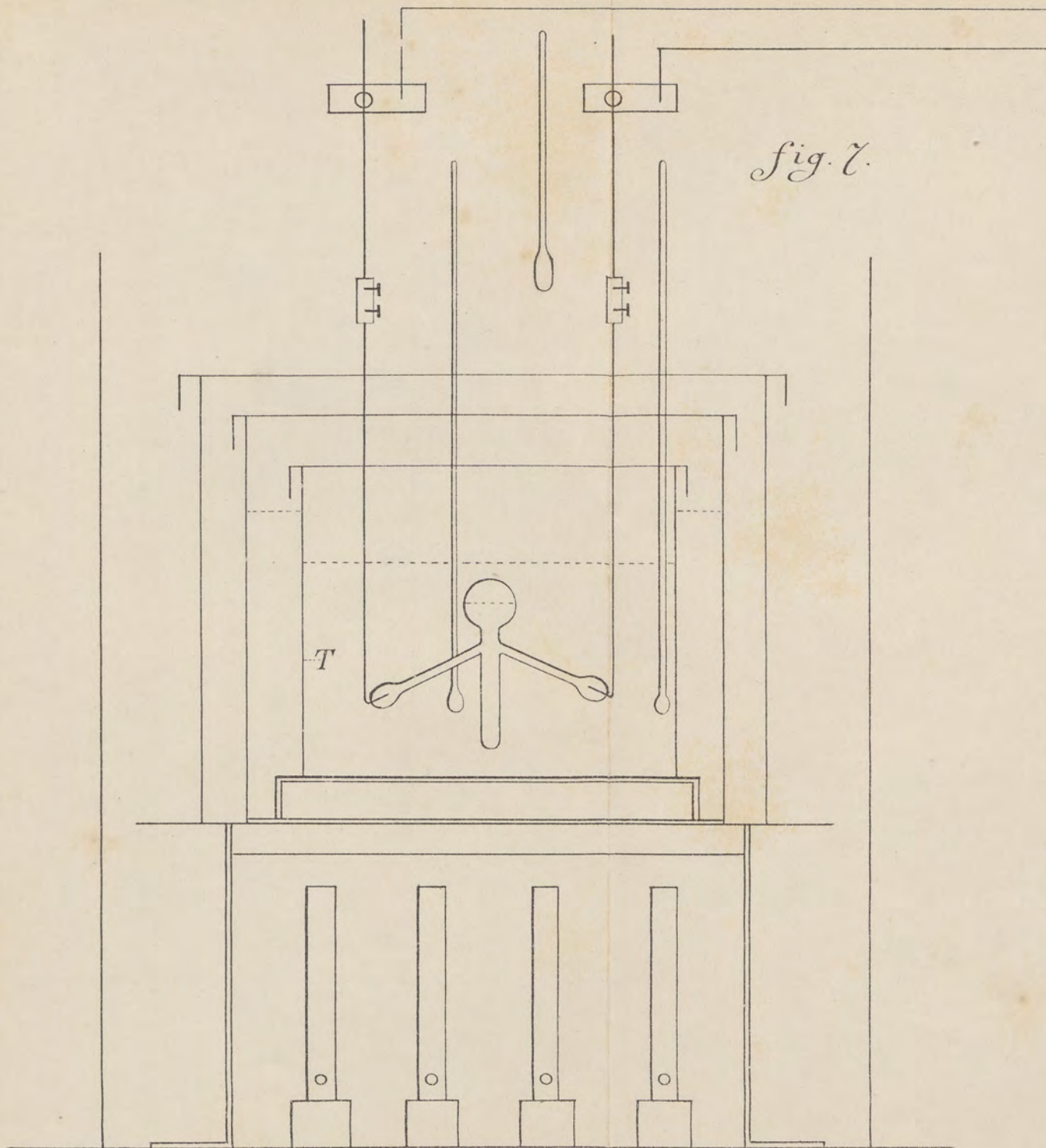


fig. 7.





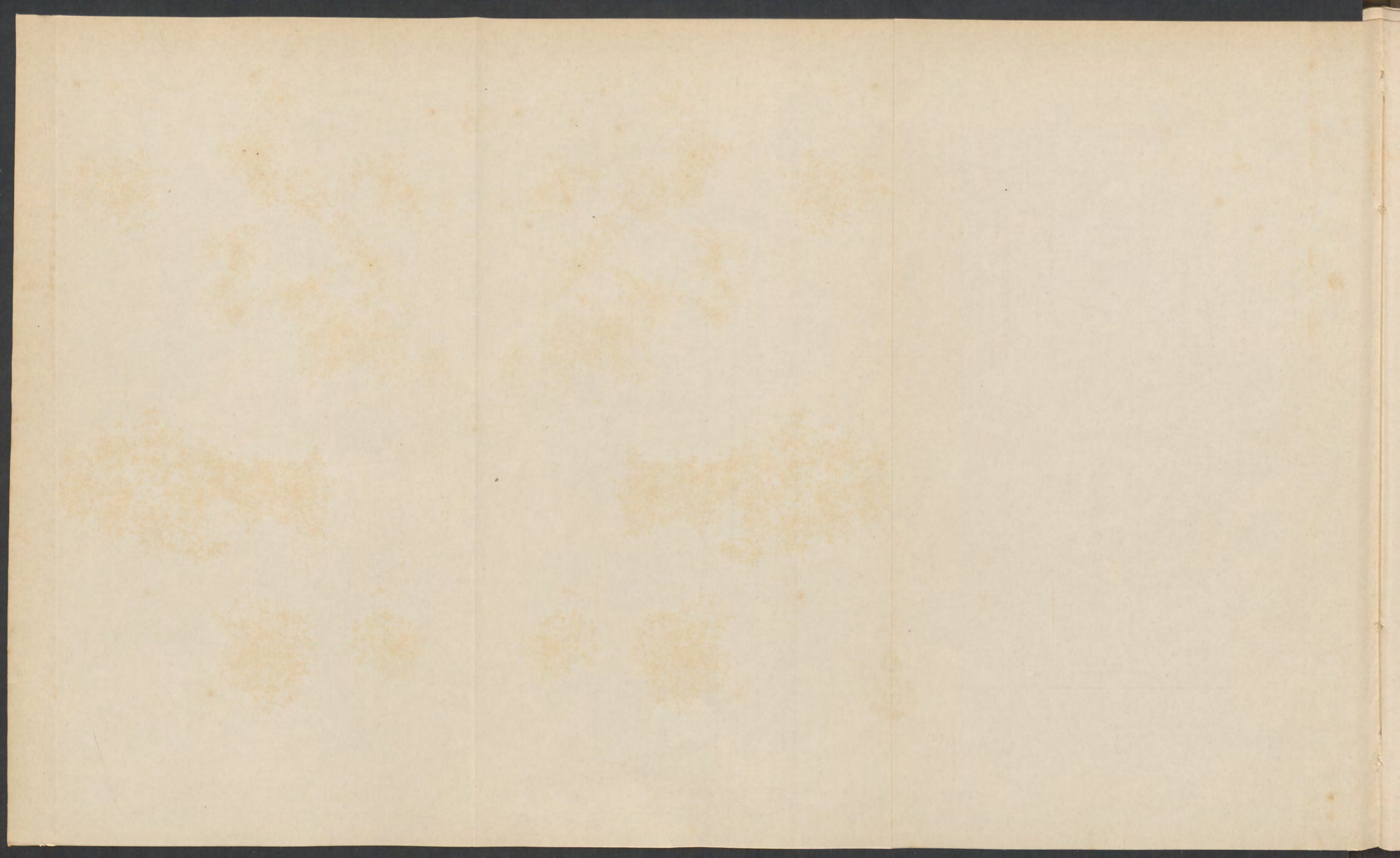
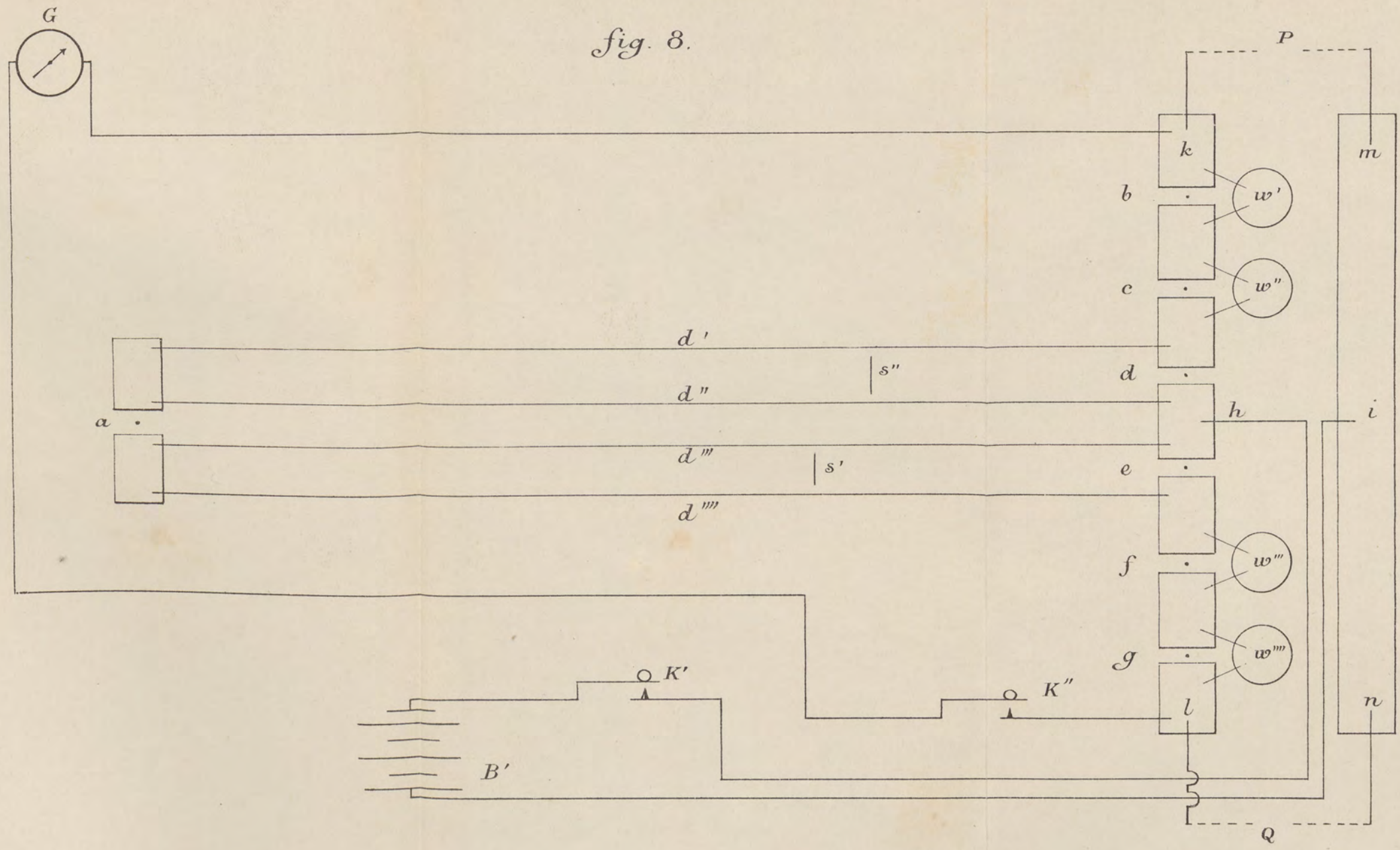




fig. 8.









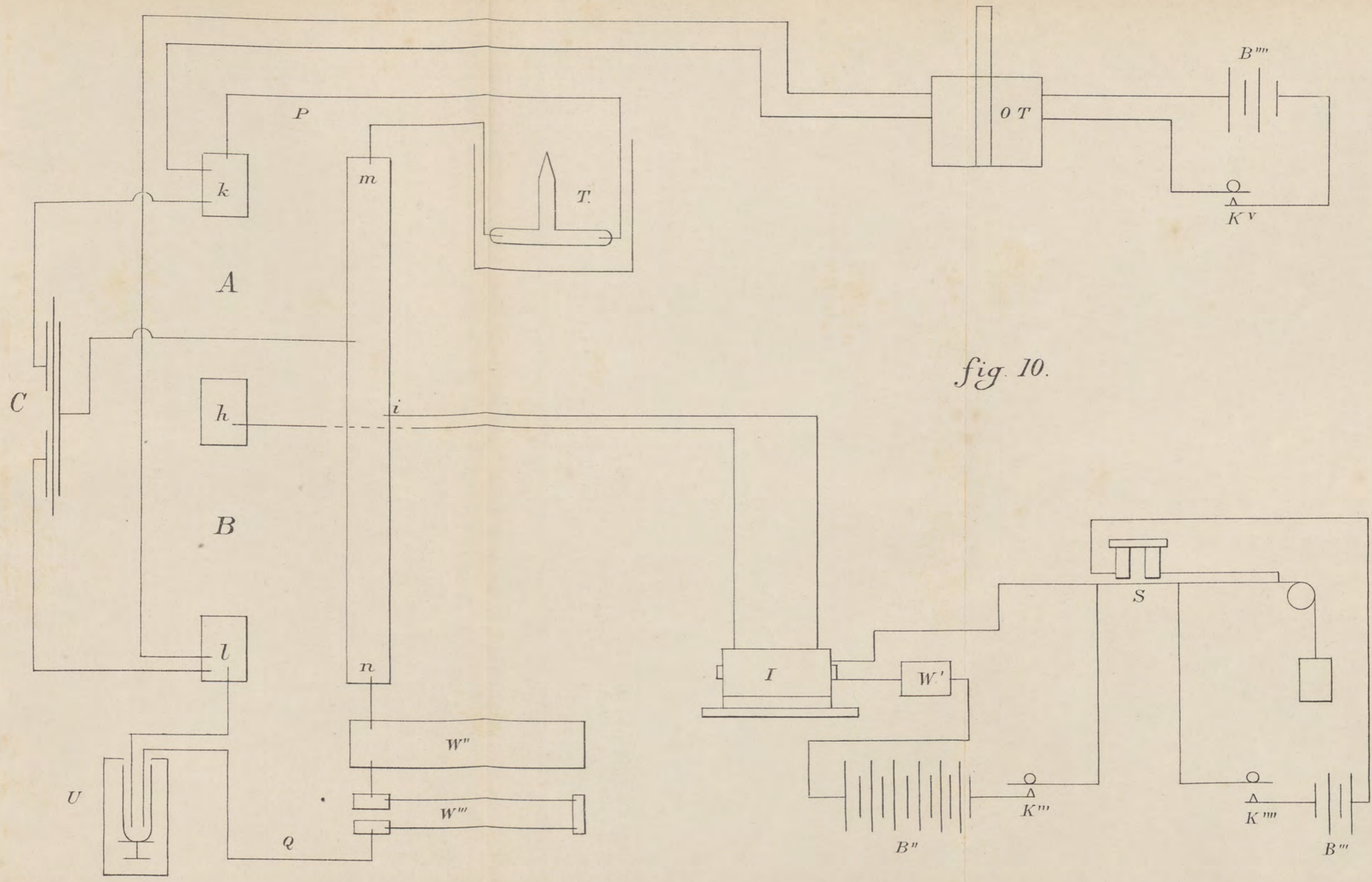


fig. 10.



